



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

**CRESCITA E FENOLOGIA DEL  
VERDICCHIO NELL'AREA DEI CASTELLI  
DI JESI NEL 2023**

**GROWTH AND PHENOLOGY OF VERDICCHIO IN  
THE CASTELLI DI JESI AREA IN 2023**

TIPO TESI: sperimentale

Studente:  
FRANCESCO SAVERIO BACELLI

Relatore:  
PROF. ORIANA SILVESTRONI

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

1  
2  
3

Dedicato alla mia famiglia,  
alle mie radici,  
ai miei nonni.

# SOMMARIO

ELENCO DELLE TABELLE.....	2
ELENCO DELLE FIGURE .....	4
ACRONIMI E ABBREVIAZIONI .....	6
INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI .....	7
CAPITOLO 1 MATERIALI E METODI.....	11
1.1 L’oggetto d’analisi: le parcelle .....	11
1.2 Metodologia dei rilievi.....	12
1.3 Acquisizione dei dati meteorologici .....	14
CAPITOLO 2 CARATTERIZZAZIONE CLIMATICA DELL'AREA E DECORSO METEOROLOGICO DEL 2023 .....	17
2.1 Caratterizzazione climatica.....	17
2.1.1 Precipitazioni .....	17
2.1.2 Temperature .....	22
2.2 Decorso meteorologico della stagione 2023 a confronto con il periodo di riferimento 2012-2022.....	25
2.2.1 Decorso pluviometrico.....	26
2.2.2 Decorso termico.....	28
2.3 Andamento meteorologico 2023 secondo le stazioni meteorologiche delle parcelle .	31
CAPITOLO 3 RISULTATI E DISCUSSIONE.....	35
3.1 Andamento del germogliamento nelle parcelle.....	35
3.2 Andamento temporale dell’allungamento dei germogli e dell’emissione di foglie ....	38
3.3 Allungamento dei germogli ed emissione delle foglie in funzione dell’accumulo termico .....	43
3.4 Studio delle relazioni tra temperatura media dell’aria e velocità di crescita dei germogli.....	47
3.5 Monitoraggio dello sviluppo della chioma .....	50
CONCLUSIONI .....	60
SITOGRAFIA .....	62

## ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1-1: informazioni geografiche dei vigneti, da Google Earth.....	10
Tabella 1-2: caratteristiche d'impianto e gestionali dei vigneti oggetto della presente indagine. La gestione del suolo dell'interfilare può essere omogena all'interno del vigneto o ad interfilari alterni (Alternata), in cui un interfilare inerbito è contiguo ad un interfilare lavorato.....	11
Tabella 1-3: dati delle stazioni meteo della rete di monitoraggio meteo-idro-pluviometrica della Protezione Civile delle Marche da cui sono state prelevati i dati meteorologici, usati per i diversi scopi sopra elencati.....	14
Tabella 2-1: Precipitazione cumulata mensile (mm) del periodo 2012-2022 della stazione di Pergola (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	18
Tabella 2-2: Precipitazione cumulata mensile (mm) del periodo 2012-2022 della stazione di Appignano (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	19
Tabella 2-3: Precipitazione cumulata mensile (mm) del periodo 2012-2022 della stazione di Corinaldo (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	20
Tabella 2-4: Precipitazione cumulata mensile (mm) del periodo 2012-2022 della stazione di Colle (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	20
Tabella 2-5: Temperatura media mensile (°C) del periodo 2012-2022 della stazione di Corinaldo (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	22
Tabella 2-6: Temperatura media mensile (°C) del periodo 2012-2022 della stazione di Colle (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	23
Tabella 2-7: Temperatura media mensile (°C) del periodo 2012-2022 della stazione di Appignano (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	23
Tabella 2-8: Temperatura media mensile (°C) del periodo 2012-2022 della stazione di Pergola (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	24
Tabella 2-9: temperatura media mensile (°C) rilevata nel 2023 da 9 stazioni meteorologiche installate nelle parcelle esaminate.....	31
Tabella 2-10: gradi giorno (GG) cumulati dal 1° gennaio 2023 alla data dei vari rilievi nelle parcelle esaminate (dati dalle stazioni meteo dei vigneti).....	33
Tabella 3-1: data, espressa in giorni trascorsi dal 31/12/22, in cui è avvenuto il superamento di fase fenologica da parte delle gemme nelle varie parcelle, inteso come quando almeno il 50% delle gemme della parcella hanno raggiunto la fase fenologica.....	34
Tabella 3-2: gradi giorno (GG) cumulati dal 01/01/23 al giorno in cui è avvenuto il superamento di una determinata fase fenologica per le parcelle esaminate.....	35

Tabella 3-3: Equazioni delle rette di regressione ( $y=ax+b$ ) calcolate tra la temperatura media dell'aria ( $x$ ) e la velocità di allungamento dei germogli e coefficiente di determinazione  $R^2$ ..46

Tabella 3-4: Equazioni delle rette di regressione ( $y=ax+b$ ) calcolate tra la temperatura media dell'aria ( $x$ ) e la velocità di emissione delle foglie e coefficiente di determinazione  $R^2$ .....48

## ELENCO DELLE FIGURE

Figura 0-1: Regioni in cui sono ammesse alla coltivazione le varietà Verdicchio (a sinistra) e Trebbiano di Soave (a destra), dal sito del registro nazionale delle varietà di vite ( <a href="http://www.catalogoviti.politicheagricole.it">www.catalogoviti.politicheagricole.it</a> ).....	5
Figura 0-2: Regioni ammesse alla coltivazione della varietà Verdello, dal sito del registro nazionale delle varietà di vite ( <a href="http://www.catalogoviti.politicheagricole.it">www.catalogoviti.politicheagricole.it</a> ).....	6
Figura 1-1: germoglio di Verdicchio privo di apice meristematico, dalla parcella PANI.....	11
Figura 1-2: Localizzazione vigneti e stazioni meteo: in verde i vigneti campione, in rosso le stazioni utilizzate per la caratterizzazione climatica, in giallo le altre stazioni utilizzate per la validazione.....	14
Figura 2-1: precipitazione cumulata mensile da 4 stazioni, medie del periodo 2012-2022 (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	16
Figura 2-2: Precipitazione cumulata mensile, media tra 4 stazioni (Colle, Corinaldo, Appignano, Pergola) per il periodo 2012-2022 (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	16
Figura 2-3: Temperature mensili medie del periodo 2012-2022 per 4 stazioni meteo (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	20
Figura 2-4: precipitazione cumulata mensile (mm) del 2023 e media della decade 2012-2022 per 4 stazioni meteo (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	24
Figura 2-5: differenza tra le precipitazioni cumulata mensili del 2023 registrate da 4 stazioni meteo con le medie mensili del periodo 2012-2022 (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	25
Figura 2-6: Andamento delle temperature medie mensili nel 2023 per 4 stazioni meteo (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	28
Figura 2-7: Andamento delle temperature massime e minime medie mensili nel 2023 per 4 stazioni meteo (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	28
Figura 2-8: Differenze tra le temperature medie mensili del 2023 e le medie del periodo 2012-2022 misurate da 4 stazioni meteo (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche).....	29

Figura 2-9: differenti andamenti degli accumuli di gradi giorno registrati dalle stazioni meteo posizionate nelle varie parcelle esaminate.....	32
Figura 3-1: successione dei superamenti di fase nella parcella TOBO rispetto alla data e all'andamento termico, espresso in gradi giorno cumulati dal 01/01/23.....	35
Figura 3-2 Evoluzione temporale della lunghezza dei germogli di Verdicchio nei vigneti sotto osservazione.....	36
Figura 3-3: lunghezza dei germogli nelle parcelle RIZO (a sinistra) e POLI (a destra) alla data del 19 aprile 2023, giorno 109.....	37
Figura 3-4: Evoluzione temporale dell'emissione di foglie da parte dei germogli di Verdicchio nei vigneti sotto osservazione.....	39
Figura 3-5: Evoluzione della lunghezza dei germogli di Verdicchio in funzione del cumulo termico in GG.....	42
Figura 3-6: Evoluzione dell'emissione di foglie da parte dei germogli di Verdicchio in funzione del cumulo termico in GG.....	44
Figura 3-7: Relazione tra temperatura media dell'aria e velocità di allungamento dei germogli di Verdicchio nel 2023.....	45
Figura 3-8: Relazione tra temperatura media dell'aria e velocità emissione delle foglie di Verdicchio nel 2023.....	46
Figura 3-9: sviluppo della chioma di una vite nella parcella FIMA.....	49
Figura 3-10: sviluppo della chioma di una vite nella parcella FOGI.....	50
Figura 3-11: sviluppo della chioma di una vite nella parcella PANI.....	51
Figura 3-12: sviluppo della chioma di una vite nella parcella POLI.....	52
Figura 3-13: sviluppo della chioma di una vite nella parcella RIPA.....	53
Figura 3-14: sviluppo della chioma di una vite nella parcella RIZO.....	54
Figura 3-15: sviluppo della chioma di una vite nella parcella ROSS.....	55
Figura 3-16: sviluppo della chioma di una vite nella parcella SAMA.....	56
Figura 3-17: sviluppo della chioma di una vite nella parcella TOBO.....	57

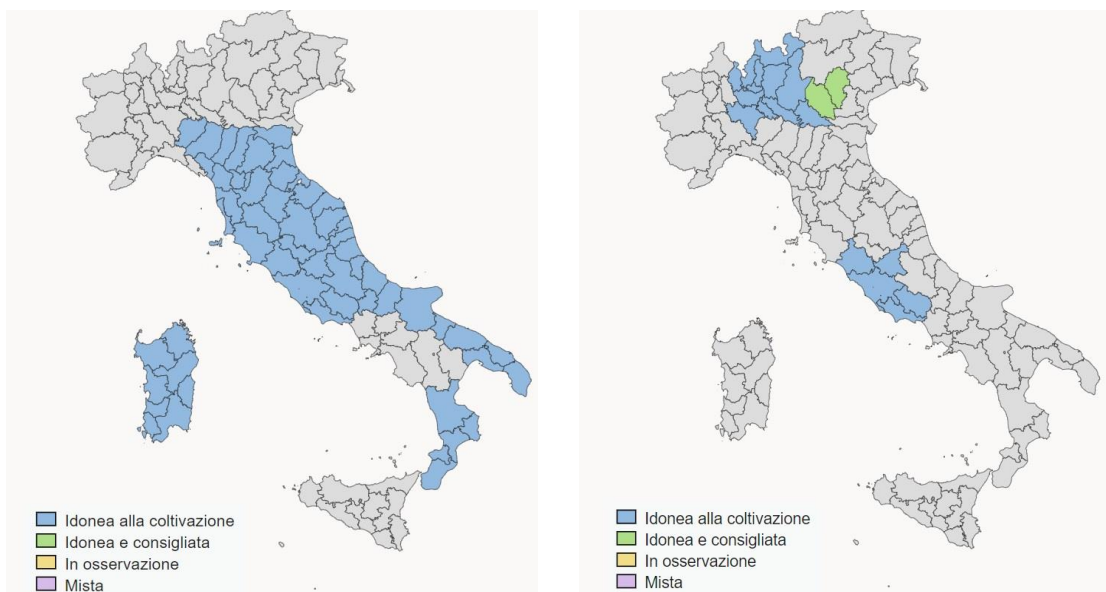
## ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

SLM	SUL LIVELLO DEL MARE
NDVI	NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX, INDICE DI VEGETAZIONE NORMALIZZATO
GG	GRADI GIORNO
T	TEMPERATURA

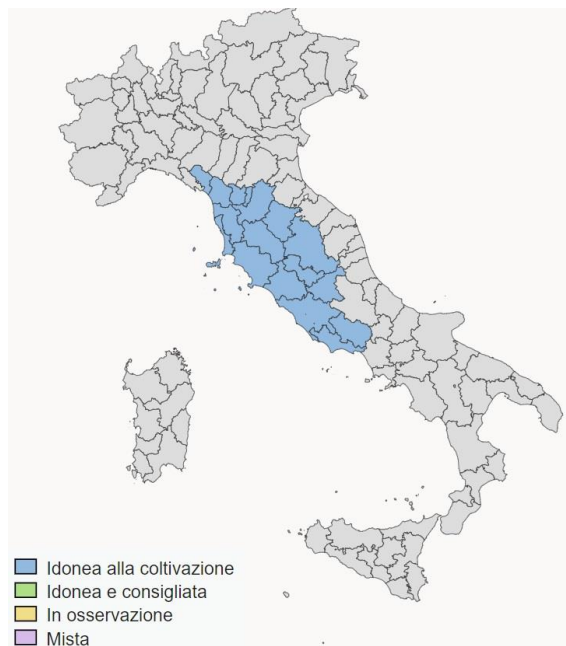


## INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

Il Verdicchio è un vitigno a bacca bianca iscritto al Catalogo Nazionale delle Varietà di Vite italiano con la denominazione ufficiale “Verdicchio Bianco”, codice 254. Il vitigno, diffuso con questa denominazione in Italia Centrale e in particolare nelle Marche, è risultato essere geneticamente identico al Trebbiano di Soave (codice 239), diffuso in Nord Italia, e al Verdello (codice 253), diffuso in Centro Italia; pertanto, le tre denominazioni sopra riportate sono sinonimie del medesimo genotipo. Verdicchio Bianco è ammesso alla coltivazione nelle regioni Marche, Umbria, Abruzzo, Lazio, Toscana, Emilia-Romagna, Sardegna, Molise, Puglia e Calabria, a cui si aggiungono Lombardia e Veneto, se si considerano anche le regioni in cui è autorizzato il Trebbiano di Soave (Figure 0-1 e 0-2). In uvaaggio può essere quindi utilizzato in numerose Denominazioni d’Origine e Indicazioni Geografiche come componente da taglio. Il ruolo da protagonista lo ricopre nella viticoltura ed enologia marchigiana, dove può vantare quattro denominazioni d’origine dedicate: Verdicchio dei Castelli di Jesi DOC, Verdicchio dei castelli di Jesi Riserva DOCG, Verdicchio di Matelica DOC e Verdicchio di Matelica Riserva DOCG, in cui la sua presenza nell’uvaaggio totale deve essere non minore del 85%.



**Figura 0-1: Regioni in cui sono ammesse alla coltivazione le varietà Verdicchio (a sinistra) e Trebbiano di Soave (a destra), dal sito del registro nazionale delle varietà di vite**



**Figura 0-2: Regioni ammesse alla coltivazione della varietà Verdello, dal sito del registro nazionale delle varietà di vite ([www.catalogoviti.politicheagricole.it](http://www.catalogoviti.politicheagricole.it))**

Come indicato nel sito dell’Istituto Marchigiano di Tutela Vini ([www.imtdoc.it](http://www.imtdoc.it)), il Verdicchio nelle Marche impegna circa 3000 ettari vitati, concentrati principalmente nella provincia di Ancona e in piccola parte in quella di Macerata. Negli ultimi anni le denominazioni d’origine del Verdicchio sono diventate sempre più conosciute e appetibili a livello nazionale e internazionale, in particolare il Castelli di Jesi che può contare su quantità di prodotto molto maggiori rispetto al Matelica, limitato a 300 ettari vitati. I volumi di produzione dell’annata 2021, visionabili sul sito dell’ente certificatore Valoritalia ([www.valoritalia.it](http://www.valoritalia.it)), ammontano a 6.679 hl per il Castelli di Jesi Riserva DOCG e a 134.673 hl per il Castelli di Jesi DOC. Il crescente interesse generale per il vitigno, e per il territorio, di conseguenza, lo hanno eletto prodotto di punta della regione, nonché suo biglietto da visita. Questa ribalta mediatica impone uno sforzo collettivo per centrare le aspettative dei consumatori, mantenendo alti gli standard produttivi e qualitativi, riuscendo a soddisfare la domanda del mercato con un prodotto di alta qualità a prezzi sostenibili. In azienda questo si traduce nell’adottare tecniche produttive e di trasformazione sempre più efficaci, sostenibili economicamente e ambientalmente. Nell’ambito produttivo, in vigneto, la programmazione di piani gestionali e d’intervento sempre più funzionali passa necessariamente attraverso la conoscenza approfondita dei

meccanismi che regolano il ciclo annuale della vite, così da prevedere gli andamenti vegeto-produttivi ed agire di conseguenza.

Il germogliamento è la prima fase del ciclo annuale e di conseguenza influenza tutte le fasi successive, da qui si comprende l'importanza della comprensione di tutti quei meccanismi e stimoli che lo regolano. La ripresa dell'attività della vite dopo la stagione avversa è annunciata dal fenomeno del pianto, che consiste nella perdita di linfa grezza dai tagli recenti di potatura, spesso associata all'idratazione delle mucillagini presenti nei vasi xilematici che erano rimasti occlusi dalle tulle durante l'inverno. Il pianto della vite avviene a causa dell'ingresso di acqua nelle radici, attratta dal potenziale osmotico dei vasi conduttori, ricchi di soluti, che genera una pressione positiva che obbliga l'acqua ad uscire dai tagli, non avendo ancora superficie fogliare da cui poter traspirare. Vi sono differenze tra varietà più o meno precoci, ma per il Verdicchio generalmente nella prima decade di aprile le gemme si schiudono e inizia l'accrescimento del germoglio: il primordio fuoriesce dalla gemma, si distendono foglie e internodi, l'apice meristematico inizia a differenziare nuovi nodi e, in un secondo momento, vi è l'emissione degli anticipati, che nel caso del Verdicchio sono di grande vigoria. La velocità di accrescimento del germoglio aumenta fino alla fioritura, che avviene generalmente l'ultima decade di maggio, e può toccare picchi massimi di +6/7 cm al giorno, dopodiché diminuisce, fino ad azzerarsi all'invaiaitura, a fine luglio. Tutto questo processo è alimentato principalmente dalle riserve di carboidrati dell'anno precedente, accumulate nei tessuti; la superficie fotosintetizzante, infatti, non è ancora in grado di sostenere la crescita della chioma e vi è un deficit negativo tra produzione e consumo di carboidrati.

Il germogliamento è fortemente influenzato dal decorso termico, sia nella determinazione della data di inizio, attraverso il soddisfacimento del fabbisogno in caldo, sia nell'andamento: temperature maggiori velocizzano i processi di distensione e divisione cellulare e quindi accelerano lo sviluppo fenologico della vite; si considera 10° C la temperatura al di sotto della quale non vi sono fenomeni di crescita rilevanti e per cui l'attività di assorbimento radicale è scarsa. La valutazione dell'andamento fenologico può essere stimata attraverso vari modelli che si basano sul decorso termico stagionale, come l'accumulo delle ore normali di caldo o dei gradi giorno. Il germogliamento rappresenta la fase iniziale della formazione della chioma della vite, ovvero dell'entità della superficie fotosintetizzante che permetterà di far maturare l'uva; un suo decorso rapido o rallentato anticipa o ritarda i tempi di tutte le fasi successive, al netto del dell'andamento meteorologico. Sempre in questo periodo avvengono l'induzione e la differenziazione delle gemme ibernanti, che nella successiva stagione vegetativa

determineranno la produzione, e si sviluppano fitopatologie che possono compromettere il raccolto dell'anno.

Con questa sperimentazione ci si pone l'obiettivo di creare un nesso tra i dati raccolti, relativi al germogliamento e alla crescita dei germogli, e i dati meteorologici con lo scopo di decifrare il processo di reazione della vite agli stimoli ambientali legati all'andamento termico e pluviometrico. Inoltre, bisogna considerare la notevole estensione geografica dell'area del "Verdicchio dei Castelli di Jesi" e l'eterogeneità del suo territorio: 4 valli fluviali che si estendono per 31 km nel punto di maggiore ampiezza, le distanze dal mare che vanno da 10 a 30 km, altitudini medie tra 80 e 450 m fino a massimi di 600 m. I "castelli" sono terre vocate alla pluralità che al loro interno custodiscono una grande variabilità climatica, pedologica e ambientale che donano al Verdicchio molte interpretazioni diverse. Attraverso i dati raccolti si punta a comprendere le differenze climatiche nelle varie sottozone della DOC e capire come queste possono influenzare il ciclo vegetativo della vite, in particolare il germogliamento e l'allungamento dei germogli.

# Capitolo 1: MATERIALI E METODI

## 1.1 L'oggetto d'analisi: le parcelle

L'indagine è stata svolta su 9 vigneti monovarietali di Verdicchio localizzati all'interno dell'area della Denominazione d'Origine "Verdicchio dei Castelli di Jesi", situati in più Comuni così da poter rappresentare al meglio l'eterogeneità del territorio su cui insiste la DOC. Ogni vigneto è identificato da una sigla di quattro lettere. L'altitudine a cui si trovano i vigneti sotto osservazione varia da un minimo di 147 m slm per FIMA a un massimo di 364 m slm per RIPA ben rappresentando le quote tipiche della collina Marchigiana (Tabella 1-1).

**Tabella 1-1: informazioni geografiche dei vigneti, da Google Earth**

VIGNETO	COMUNE	LATITUDINE (N)	LONGITUDINE (E)	ALTITUDINE (m)
FIMA	Serra de Conti	43°35'05.3"	13°03'44.8"	147
FOGE	Cupramontana	43°26'35.0"	13°04'53.0"	312
PANI	Corinaldo	43°38'22.3"	13°02'31.5"	168
POLI	Arcevia	43°34'18.0"	12°56'57.6"	277
RIPA	Cupramontana	43°26'36.5"	13°06'24.5"	364
RIZO	Arcevia	43°32'28.4"	13°00'07.3"	215
ROSS	Arcevia	43°30'10.6"	13°00'27.6"	235
SAMA	Serra de Conti	43°32'48.1"	13°03'02.6"	250
TOBO	Staffolo	43°25'21.0"	13°12'34.5"	257

Tutti i vigneti sono allevati a contropalliera e presentano sistemi di potatura che variano tra Guyot (singolo o doppio), Capovolto (singolo o doppio) e Sylvoz. Le distanze d'impianto risultano variabili così come le strategie di gestione del suolo dell'interfilare, che possono essere omogenee all'interno del vigneto, come nel caso di FIMA, FOGE, POLI e RIPA, che sono inerbiti o di PANI e TOBO che sono lavorati. Altri vigneti (RIZO, ROSS e SAMA) sono invece gestiti ad interfilari alterni: un interfilare inerbito è contiguo ad un interfilare lavorato (Tabella 1-2). Le misurazioni sono state eseguite su parcelle campione, una per vigneto, individuate per il loro livello di NDVI rappresentativo per l'intero vigneto, basandosi sui dati registrati dai satelliti Sentinel-2 nel triennio 2019-2021. Le informazioni derivanti dalle mappe

di vigore sono state inizialmente verificate in campo attraverso l'osservazione diretta e la loro validazione potrà tuttavia essere completata solo nell'inverno 2023-2024 con i rilievi del peso del legno di potatura. Le parcelle sono state individuate su 4 filari contigui e comprendono le viti presenti in due spazi interpalo così da interessare un'area di almeno 100 m<sup>2</sup>. Per i rilievi fenologici e dell'allungamento dei germogli sono state individuate 10 viti, divise equamente nei 2 filari centrali, non necessariamente contigue tra loro ma comunque sempre all'interno della parcella.

**Tabella 1-2: caratteristiche d'impianto e gestionali dei vigneti oggetto della presente indagine. La gestione del suolo dell'interfilare può essere omogenea all'interno del vigneto o ad interfilari alterni (Alternata), in cui un interfilare inerbito è contiguo ad un interfilare lavorato.**

Vigneto	Sistema d'allevamento	Sistema di potatura	Gestione interfilare	Interfila (m)	Distanza sulla fila (m)
FIMA	Controspalliera	Guyot	Inerbito	3	2
FOGE	Controspalliera	Guyot doppio	Inerbito	3	1,5
PANI	Controspalliera	Capovolto	Lavorato	3	2,5
POLI	Controspalliera	Sylvoz	Inerbito	3	2
RIPA	Controspalliera	Guyot	Inerbito	2,8	1
RIZO	Controspalliera	Capovolto	Alternata	3	1,05
ROSS	Controspalliera	Capovolto	Alternata	2,7	1,1
SAMA	Controspalliera	Capovolto	Alternata	3	1
TOBO	Controspalliera	Guyot	Lavorato	2,8	1,1

## 1.2 Metodologia dei rilievi

Il primo rilievo ai vigneti presi in esame è stato effettuato tra il 26 e il 28 aprile 2023 e per quest'elaborato si considerano i dati fino al rilievo del 18 e 19 giugno 2023. Il periodo preso in esame va quindi dalla ripresa vegetativa delle viti fino al periodo post fioritura e allegagione, quando la velocità di accrescimento dei germogli inizia a diminuire a causa della competizione dovuta alla presenza degli acini e di eventuali fattori ambientali come l'insufficienza idrica e temperature superiori ai valori ottimali. I rilievi sono stati effettuati con cadenza pressoché settimanale, ciò non è stato sempre possibile a causa dell'elevata frequenza ed entità delle piogge, che a volte non hanno permesso lo svolgimento delle attività di rilievo. Delle 10 viti campione di ogni vigneto sono state monitorate le 8 gemme distali del capo a frutto, per sistemi di potatura bilaterali è stato preso in considerazione quello rivolto a monte, nel caso di Sylvoz quello distale. Le fasi fenologiche sono state valutate secondo Baggiolini: la fase A identifica la gemma dormiente ancora ferma dal riposo vegetativo, la fase B la gemma con punta

cotonosa ovvero con il tomento che fuoriesce dalle perule, la fase C la gemma con punta verde, dovuta al primordio del germoglio in distensione, la fase D la gemma con i margini fogliari visibili e la fase E quando la prima foglia risulta spiegata. Raggiunta quest'ultima fase non sono state rilevate le fasi successive ed è iniziata la misurazione della lunghezza dell'asse vegetativo principale e il conteggio delle foglie spiegate, solo quelle emesse dall'asse principale. Le femminelle originatisi dalle gemme pronte non sono state prese in esame e non sono state rimosse, così da mantenere gerarchie e correlazioni vegetative inalterate in tutte le viti campione. Nei casi in cui la gemma o il germoglio osservato hanno interrotto il loro sviluppo, come nella Figura 1-1, (a causa di danni da freddo, danni da larve di lepidotteri del genere *Noctua*, danni da grandine ecc.) i rilievi sono proseguiti sullo sviluppo della gemma di controcchio o sulla femminella che ha assunto il ruolo di nuovo apice principale.



***Figura 1-1: germoglio di Verdicchio privo di apice meristemico, dalla parcella PANI***

A causa di queste avversità, dove le viti non sono riuscite a dare una risposta vegetativa al danno adeguata, si sono dovuti prendere in osservazione in un secondo momento i 9° nodi in alcune viti, e viti in più in alcune parcelle, così da poter avere un dato significativo dell'unità campione, seppur mancante dei dati precedenti. Proseguendo nella stagione vegetativa, a partire dal rilievo del 9 maggio, sono stati applicati dei nastri rossi nell'internodo tra il 5° e il 6° nodo dei primi 6 germogli distali di dimensioni tali che permettessero l'applicazione. Una volta individuati, i rilievi sono proseguiti solo su questi germogli, scartando gli altri 2. Il posizionamento dei nastri è stato scalare: inizialmente possibile solo sui vigneti più avanti

nel germogliamento, ha richiesto settimane di attesa prima di poter essere effettuato sui più arretrati. Ciò ha permesso di velocizzare e rendere più corretto il conteggio delle foglie spiegate, questo perché in molti casi la prima foglia è di dimensioni estremamente ridotte, tali da rischiare di sfuggire alla conta, ed è soggetta a necrotizzare e cadere, rendendo scorretto il conteggio successivo. Dal rilievo del 30 maggio si è iniziato a stimare la percentuale di fioritura e, poi quella di allegagione. Nel rilievo del 19 e 20 giugno, i germogli che avevano raggiunto una lunghezza tale da superare di 30 cm l'ultimo filo sono stati cimati, con questa operazione terminano le misurazioni per i germogli interessati. Per avvalorare e arricchire i dati numerici è stata individuata una vite per ogni parcella, che è stata puntualmente fotografata ad ogni rilievo effettuato così da avere la progressione visiva dell'accrescimento della chioma durante il germogliamento, dalla schiusura delle gemme alla cimatura. Tutti i dati raccolti in campo sono stati inseriti in un foglio di calcolo elettronico per poter essere elaborati e interpretati.

### **1.3 Acquisizione dei dati meteorologici**

I dati relativi all'andamento meteorologico sono stati ricavati dalla rete di monitoraggio meteo-idro-pluviometrica della Protezione Civile delle Marche. Sono state individuate delle stazioni nell'area dei vigneti campione, così da suddividerla in più sottozone, e attraverso i dati di temperatura media mensile e precipitazione cumulata mensile del periodo gennaio 2012 – dicembre 2022 è stata effettuata una caratterizzazione climatica delle sottozone, con un duplice scopo: individuarne le differenze climatiche ed avere una serie storica di dati significativi da confrontare ai dati del periodo gennaio 2023 – giugno 2023, così da poter inquadrare il decorso meteorologico di quest'annata rispetto a quelle passate. Le stazioni meteo sono state selezionate in base alla vicinanza alle parcelle esaminate e alla simile quota altimetrica, così da avere dati il più rappresentativi possibile per le varie sottozone dell'area esaminata:

- Stazione Colle (codice 119), per la zona collinare tra i fiumi Esino e Misa, la parte centrale
- Stazioni Corinaldo (stazione 1790 fino a aprile 2014, poi sostituita dalla stazione 705), nella valle del Cesano, la parte più settentrionale, più vicina alla costa
- Stazione Pergola (codice 108), per l'entroterra della valle del Cesano
- Stazione Appignano (codice 402), per la zona a sud del fiume Esino, la più meridionale dell'area

I valori termici e pluviometrici relativi alla singola parcella sono stati forniti dalle stazioni meteorologiche installate in ogni vigneto campione dal partner di progetto, la cooperativa



Terre Cortesi Moncaro. Le stazioni sono dotate di un termometro, che ha fornito temperatura minima, media e massima giornaliera, e di un pluviometro, che ha fornito la precipitazione cumulata giornaliera, per un periodo che va dal 1 gennaio 2023 al 14 giugno 2023. Tutti questi dati sono stati sottoposti ad un processo di validazione, attraverso un confronto diretto con quelli provenienti dalla rete di monitoraggio meteo-idro-pluviometrica della Protezione Civile; questa operazione ha permesso di eliminare alcuni valori nettamente “fuori scala. Per la validazione dei dati pluviometrici, oltre a quelle già elencate, sono state consultate anche le seguenti stazioni:

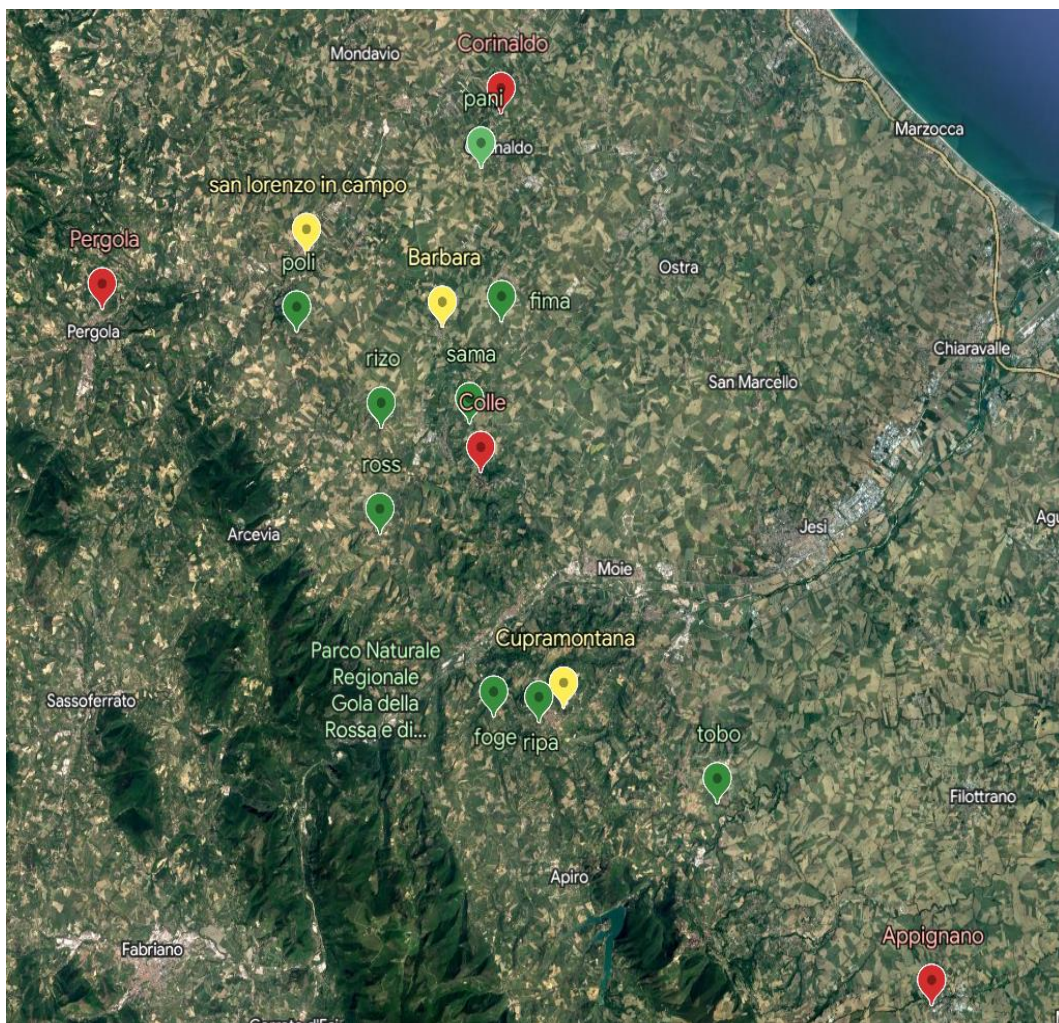
- Stazione Cupramontana (codice 118)
- Stazione Barbara (codice 618)
- Stazione San Lorenzo in Campo (codice 615)

Le caratteristiche salienti delle stazioni della rete di monitoraggio meteo-idro-pluviometrica della Protezione Civile delle Marche impiegate nella presente indagine sono riportate in Tabella 1-3.

***Tabella 1-3: dati delle stazioni meteo della rete di monitoraggio meteo-idro-pluviometrica della Protezione Civile delle Marche da cui sono state prelevati i dati meteorologici, usati per i diversi scopi sopra elencati***

Nome stazione	Codice Stazione	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Altitudine (m)	Codice sensore termico	Codice sensore pluviom.
Colle	119	43°32'	13°3'	350	1272	1270
Corinaldo	1790	43°38'	13°2'	203	no	2144
Corinaldo	705	43°39'	13° 2'	218	2966	2964
Pergola	108	43°34'	12°50'	242	2906	1198
Appignano	402	43°21'	13°20'	195	1896	1894
Cupramontana	118	43°26'	13°6'	510	no	1263
San Lorenzo in Campo	615	43°36'	12°57'	160	no	2847
Barbara	618	43°34'	13°1'	186	no	2858

La localizzazione geografica dei vigneti oggetto di indagine e quella delle stazioni della rete di monitoraggio meteo-idro-pluviometrica della Protezione Civile delle Marche impiegate nella presente indagine sono riportate in Figura 1-1.



***Figura 1-2: Localizzazione vigneti e stazioni meteo: in verde i vigneti campione, in rosso le stazioni utilizzate per la caratterizzazione climatica, in giallo le altre stazioni utilizzate per la validazione***

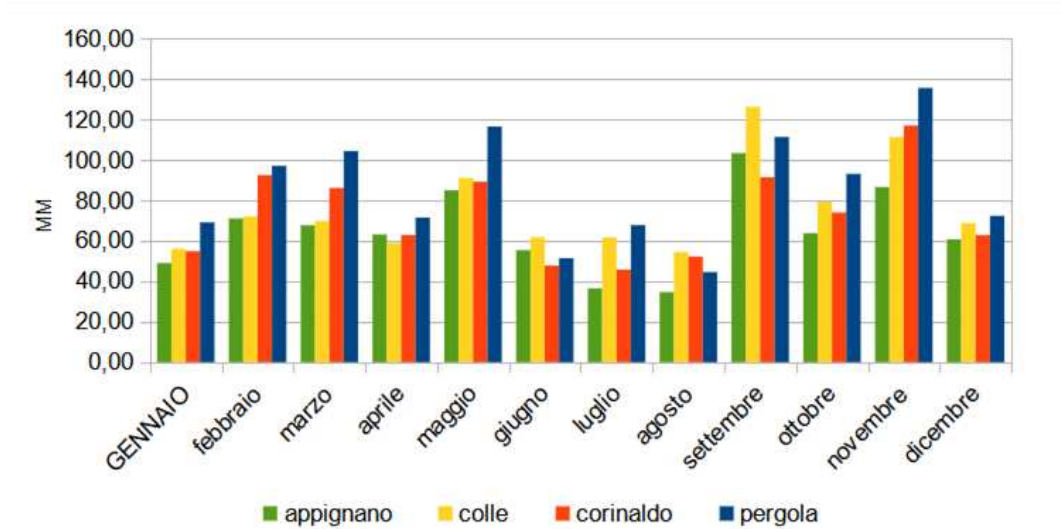
## Capitolo 2: CARATTERIZZAZIONE CLIMATICA DELL'AREA E DECORSO METEOROLOGICO DEL 2023

### 2.1 Caratterizzazione climatica

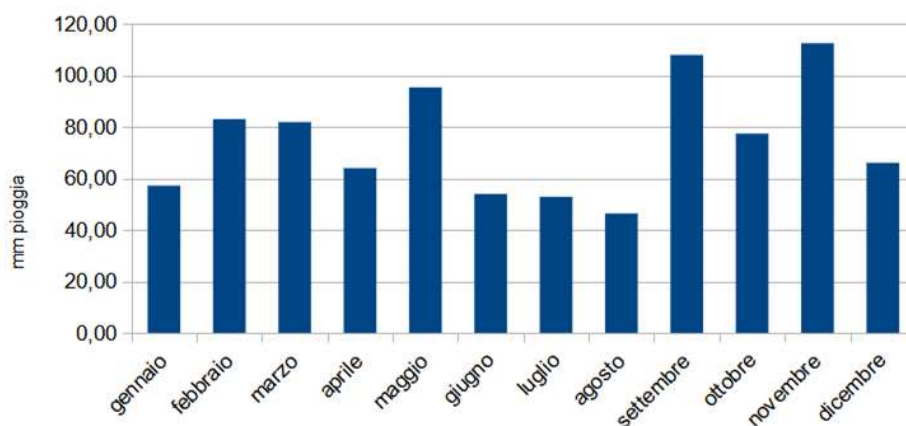
La caratterizzazione climatica dell'area in cui si sono stati svolti i rilievi si è resa necessaria per poter contestualizzare il decorso meteorologico annuale del 2023 rispetto ad una serie storica di dati. Sono stati considerati i dati termici e pluviometrici medi mensili del periodo 2012 – 2022 prelevati dalle stazioni meteorologiche di Corinaldo, Colle, Appignano e Pergola.

#### 2.1.1 *Precipitazioni*

Dai dati del periodo 2012-2022 emerge che nella zona esaminata generalmente le precipitazioni sono concentrate nella stagione primaverile e in quella autunnale, intervallate dalla stagione invernale che risulta essere meno piovosa, con valori medi di circa 60 mm cumulati nei mesi di dicembre e gennaio. Febbraio, in tutte le stazioni, è caratterizzato da un aumento delle precipitazioni, così come marzo, mentre in aprile vi è un lieve calo delle precipitazioni, tendenza riscontrata in tutte le località esaminate. Maggio è caratterizzato da abbondanti precipitazioni, con valori cumulati medi vicini ai 100 mm; questo è l'ultimo apporto corposo prima della stagione estiva, che, come ci si potrebbe aspettare, risulta la più arida con minimi localizzati principalmente in agosto, o luglio, dai 30 ai 45 mm a seconda delle stazioni. Con l'arrivo della stagione autunnale, nel mese di settembre vi è il ritorno di precipitazioni abbondanti, con valori medi mensili del periodo 2012-2022 sopra i 100 mm per tutte le 4 stazioni, così come nel mese di novembre, eccetto per Appignano, mentre ad ottobre vi è una lieve diminuzione. La precipitazione media annuale della zona esaminata, ovvero la media delle medie del periodo 2012-2022 delle 4 stazioni, è di 899 mm.



**Figura 2-1: precipitazione cumulata mensile da 4 stazioni, medie del periodo 2012-2022 (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**



**Figura 2-2: Precipitazione cumulata mensile, media tra 4 stazioni (Colle, Corinaldo, Appignano, Pergola) per il periodo 2012-2022 (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**

Tra le varie sottozone l'andamento è molto simile, ma vi sono delle peculiarità che vengono presentate di seguito per ogni stazione.

**Pergola** risulta la località più piovosa nella media 2012-2022 in quasi tutti i mesi dell'anno e presenta la media annuale più consistente. Solo in tre delle 11 annate considerate le precipitazioni annue sono state minori di 1000 mm. Il 2013, con 1219 mm, è stato l'anno con più precipitazioni, il 2022, con 825 mm, quello meno piovoso. Durante gli anni le cumulate mensili più elevate sono oscillate tra i 145 e i 289 mm e sono state registrate alla fine

dell'inverno (febbraio), nei mesi primaverili di marzo e maggio, in cui più volte sono stati superati i 100 mm, e nei mesi autunnali, in particolare a novembre, il mese con la maggiore entità cumulata del periodo 2012-2022. I minimi annuali di precipitazione, compresi tra 34 e 4 mm, mostrano più variabilità nella distribuzione: li troviamo principalmente nei mesi estivi di giugno e agosto, ma anche (in due annate) a dicembre e, infine, a febbraio e ottobre. Luglio si dimostra meno arido rispetto agli altri mesi estivi: nella media del periodo 2012-2022 raggiunge i 68 mm e non è mai stato il mese più siccitoso dell'anno, anzi, per ben 2 volte sono stati superati i 100 mm di pioggia caduta (Tabella 2-1).

**Tabella 2-1: Precipitazione cumulata mensile (mm) del periodo 2012-2022 della stazione di Pergola (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Media
Gennaio	26	103	77	48	82	115	36	92	37	96	47	<b>69</b>
Febbraio	96	127	92	172	117	104	195	20	34	50	61	<b>97</b>
Marzo	30	121	124	213	145	68	192	33	116	37	69	<b>104</b>
Aprile	106	68	99	75	69	73	60	87	48	49	52	<b>71</b>
Maggio	76	146	130	137	141	98	112	247	106	24	65	<b>116</b>
Giugno	20	79	60	78	101	23	60	8	82	21	35	<b>51</b>
Luglio	50	34	143	5	83	27	45	205	55	56	41	<b>68</b>
Agosto	24	32	20	53	81	15	34	17	81	76	55	<b>44</b>
Settembre	161	66	155	92	67	92	56	135	167	27	207	<b>111</b>
Ottobre	119	113	66	210	101	29	79	48	87	158	13	<b>93</b>
Novembre	244	289	108	63	76	145	86	141	79	135	125	<b>136</b>
Dicembre	76	41	98	4	7	119	69	66	146	115	55	<b>72</b>
<b>Totale</b>	<b>1.030</b>	<b>1219</b>	<b>1171</b>	<b>1149</b>	<b>1069</b>	<b>909</b>	<b>1023</b>	<b>1098</b>	<b>1038</b>	<b>845</b>	<b>825</b>	<b>1034</b>

**Appignano** risulta la località meno piovosa nel periodo esaminato, con la media delle precipitazioni cumulate mensili quasi sempre inferiore a quella delle altre stazioni esaminate. Ovviamente, anche l'entità delle precipitazioni annuali è la più bassa rispetto alle altre stazioni. Nel periodo 2012-2022 non sono mai stati raggiunti i 900 mm di precipitazione annuale e solo in 3 annate sono stati superati gli 800 mm. Il 2012, con 713 mm, è stato l'anno più arido, e il 2014, con 867 mm, è stato l'anno con più precipitazione. Le cumulate mensili massime negli anni sono variate tra 131 e 245 mm, capitando principalmente nei mesi primaverili e autunnali, ma anche a giugno (206 mm nel 2019) e luglio (135 mm nel 2016). I valori minimi delle precipitazioni cumulate mensili di ogni anno risultano inferiori a quelli delle altre località, variando tra 1 e 28 mm e in ben 8 casi su 11 non hanno superato i 10 mm. I mesi più siccitosi sono stati quelli estivi di giugno e agosto e i mesi invernali di gennaio e febbraio (tabella 2-2).

**Tabella 2-2: Precipitazione cumulata mensile (mm) del periodo 2012-2022 della stazione di Appignano (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	<i>Media</i>
Gennaio	17	63	51	44	34	103	17	81	7	90	31	<b>49</b>
Febbraio	91	89	68	105	65	80	131	17	25	30	81	<b>71</b>
Marzo	18	71	93	114	100	46	124	46	83	34	15	<b>68</b>
Aprile	94	21	132	53	69	53	23	85	65	37	63	<b>63</b>
Maggio	44	139	96	73	60	65	120	206	79	29	24	<b>85</b>
Giugno	8	90	59	44	135	25	91	3	86	21	46	<b>55</b>
Luglio	24	27	111	3	47	22	38	4	51	32	43	<b>36</b>
Agosto	1	21	28	77	27	7	19	23	32	88	57	<b>35</b>
Settembre	176	37	95	25	36	190	70	97	117	49	245	<b>103</b>
Ottobre	69	64	24	143	87	40	60	50	69	95	1	<b>64</b>
Novembre	102	157	65	35	40	119	36	80	55	172	91	<b>87</b>
Dicembre	70	60	47	2	4	76	68	57	101	101	81	<b>61</b>
<b>Totale</b>	<b>713</b>	<b>838</b>	<b>867</b>	<b>719</b>	<b>704</b>	<b>826</b>	<b>797</b>	<b>748</b>	<b>771</b>	<b>778</b>	<b>778</b>	<b>776</b>

**Corinaldo** presenta un livello di precipitazione intermedio tra quello di Pergola e quello di Appignano e un'ampia variabilità nella quantità annuale. Durante il periodo analizzato, infatti, la cumulata annuale maggiore è stata di 1182 mm, caduta nel 2014, la minore 668 mm, caduta nel 2020, che è anche il valore più basso registrato tra le 4 stazioni. Nella stazione di Corinaldo, in ben 4 annate non sono stati superati gli 800 mm, mentre per 3 annate sono stati raggiunti i 1000 mm. La media annuale si attesta a 876 mm. Le cumulate mensili massime negli anni sono oscillate tra 137 e 211 mm, e sono state registrate per lo più in autunno e primavera, in particolare a febbraio e maggio, che tra l'altro risultano tra i mesi con l'entità media più elevata (92 e 89 mm rispettivamente), insieme a settembre e novembre (91 e 117 mm rispettivamente). Le cumulate mensili minime si registrano principalmente nei mesi estivi (9 volte su 11) e solo in due casi in autunno. L'entità media delle precipitazioni cumulate dei mesi estivi è compresa tra 46 e 52 mm, valori molto prossimi ai 55 e 63 mm di gennaio e dicembre, che portano a ritenere il periodo invernale non particolarmente piovoso (Tabella 2-3).

**Montecarotto**, la località in cui si trova la stazione Colle, durante il periodo 2012-2022 ha mostrato un livello di precipitazione intermedio, con una cumulata annuale media di 911 mm: il massimo vi è stato nel 2013, con 1133 mm caduti e il minimo nel 2018 e nel 2019, entrambe le annate con 797 mm. Anche in questa stazione è stata registrata una discreta variabilità tra gli anni. I valori più elevati delle precipitazioni cumulate mensili di ogni anno sono stati registrati principalmente in autunno (6 casi su 11), o in inverno (2 casi, una volta a dicembre ed una a febbraio), ma anche a luglio. I livelli massimi delle precipitazioni cumulate mensili di ogni anno vanno da 98 a 394 mm registrati a settembre 2022, quando la zona è stata toccata dal nubifragio che ha causato l'alluvione nella valle del Misa. Il mese in cui è capitata la cumulata minima è variato spesso durante il periodo 2012-2022, impedendo di identificare un periodo stabilmente più siccitoso. Infatti, la precipitazione media mensile dell'intero periodo

esaminato è stata maggiore di 50 mm in tutti i mesi dell'anno e con valori molto vicini tra loro, eccetto per i mesi autunnali in cui vi è un netto aumento delle quantità. Ciò permette ipotizzare una distribuzione della precipitazione durante l'anno più omogenea rispetto alle altre località, senza la presenza di un periodo arido fisso negli anni (Tabella 2-4).

**Tabella 2-3: Precipitazione cumulata mensile (mm) del periodo 2012-2022 della stazione di Corinaldo (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Media
Gennaio	20	80	75	39	74	97	27	73	33	54	31	<b>55</b>
Febbraio	211	103	78	108	101	104	200	16	16	22	58	<b>92</b>
Marzo	23	125	133	152	127	54	161	26	59	27	61	<b>86</b>
Aprile	101	40	131	91	65	41	27	52	49	46	49	<b>63</b>
Maggio	40	131	137	160	110	50	76	171	49	21	37	<b>89</b>
Giugno	9	74	47	48	160	19	35	14	84	13	21	<b>48</b>
Luglio	24	21	134	3	66	20	38	129	31	31	5	<b>46</b>
Agosto	27	89	45	71	37	2	38	26	52	102	84	<b>52</b>
Settembre	197	57	126	61	26	163	37	100	48	62	128	<b>91</b>
Ottobre	90	83	63	154	79	29	90	29	60	134	2	<b>74</b>
Novembre	204	163	110	61	77	140	63	84	89	152	145	<b>117</b>
Dicembre	81	38	102	5	4	96	60	64	98	47	96	<b>63</b>
<b>Totale</b>	<b>1.027</b>	<b>1003</b>	<b>1182</b>	<b>953</b>	<b>926</b>	<b>814</b>	<b>852</b>	<b>785</b>	<b>668</b>	<b>711</b>	<b>716</b>	<b>876</b>

**Tabella 2-4: Precipitazione cumulata mensile (mm) del periodo 2012-2022 della stazione di Colle (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**

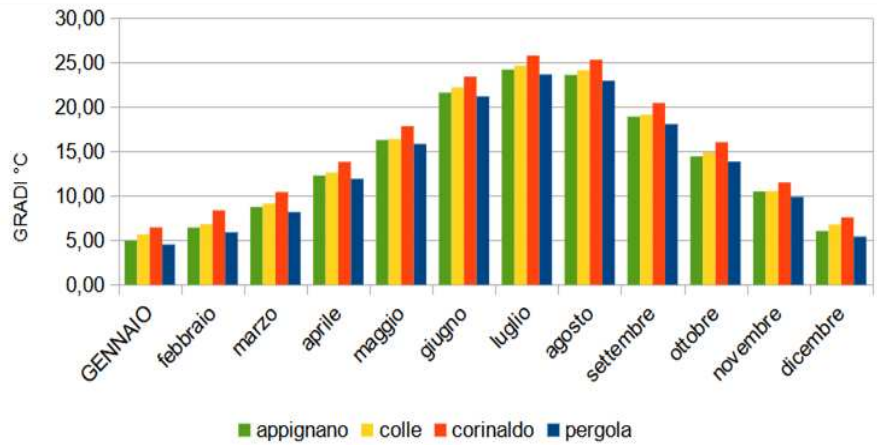
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Media
Gennaio	28	78	74	38	74	80	19	82	28	76	40	<b>56</b>
Febbraio	83	91	71	115	86	106	123	15	21	26	56	<b>72</b>
Marzo	23	98	84	121	103	54	113	29	76	23	43	<b>70</b>
Aprile	87	53	90	63	67	61	30	57	45	51	42	<b>59</b>
Maggio	51	101	91	142	105	48	104	201	78	18	64	<b>91</b>
Giugno	29	137	82	91	105	47	35	9	89	33	22	<b>62</b>
Luglio	22	94	125	51	117	83	60	2	59	38	26	<b>62</b>
Agosto	14	54	32	105	117	48	44	15	74	62	35	<b>54</b>
Settembre	199	104	122	55	20	157	50	151	94	44	394	<b>126</b>
Ottobre	102	77	51	185	60	27	88	79	69	131	2	<b>79</b>
Novembre	169	182	98	32	52	137	67	91	72	198	124	<b>111</b>
Dicembre	65	63	84	4	4	100	64	67	98	112	96	<b>69</b>
<b>Totale</b>	<b>871</b>	<b>1133</b>	<b>1004</b>	<b>1002</b>	<b>910</b>	<b>948</b>	<b>797</b>	<b>797</b>	<b>803</b>	<b>812</b>	<b>942</b>	<b>911</b>

### 2.1.2 Temperature

L'andamento delle temperature medie mensili del periodo 2012-2022 mostra un progressivo aumento da gennaio a luglio, che risulta essere il mese più caldo dell'anno, seguito



da agosto, con valori intorno ai 25°C. Le temperature diminuiscono poi durante l'autunno per raggiungere i livelli minimi nei mesi di dicembre e gennaio, con valori medi di 4-5°C (Figura 2-3).



**Figura 2-3: Temperature mensili medie del periodo 2012-2022 per 4 stazioni meteo (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**

Le differenze tra gli andamenti termici delle varie sottozone e tra gli anni del periodo 2012-2022 risultano essere molto più contenute rispetto a quelle viste in precedenza per gli andamenti pluviometrici. La temperatura, infatti, è meno soggetta a variabilità annuale rispetto alla precipitazione ed è anche più costante nello spazio. Le curve termiche delle stazioni considerate sono risultate relativamente costanti e ripetitive negli anni, tanto da restituire dei valori medi con differenze stabili in tutti i mesi dell'anno. Ciò ha permesso di classificarle, dalla più calda alla più fredda.

**Corinaldo** risulta essere la sottozona più calda, con valori medi mensili che salgono dai 6,46 °C di gennaio ai 25,80 °C di luglio per rimanere elevati anche ad agosto (25,33 °C) e scendere progressivamente durante i mesi autunnali. Durante la stagione vegetativa, da aprile a novembre, la temperatura media mensile ha sempre superato il valore soglia di 10°C, per poi scendere sottosoglia durante i mesi invernali. In 4 dei 9 anni esaminati (2014, 2015, 2017 e 2019), la temperatura media di marzo è risultata superiore a 10°C. Nell'intero arco temporale 2014-2022, gennaio 2017 è stato il mese più freddo, con una media di appena 3,52°C, mentre luglio 2015 il più caldo, con una media di 27,84°C (Tabella 2-5). Gennaio, seguito da dicembre (7,58 °C) e febbraio (8,37 °C) è il mese più freddo dell'anno, mentre luglio e agosto sono i mesi più caldi. Le temperature medie mensili di Corinaldo, la stazione più vicina al mare (10 km) delle 4 esaminate, hanno costantemente superato quelle delle altre stazioni.



**Tabella 2-5: Temperatura media mensile (°C) del periodo 2012-2022 della stazione di Corinaldo (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**

Mese	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Media
Gennaio	ND	ND	ND	7,97	7,33	3,52	8,34	4,66	7,48	6,15	6,21	<b>6,46</b>
Febbraio	ND	ND	ND	6,77	9,71	8,99	3,83	8,54	10,97	8,98	9,15	<b>8,37</b>
Marzo	ND	ND	13,05	10,01	9,88	12,59	8,13	12,19	9,99	9,66	8,41	<b>10,43</b>
Aprile	ND	ND	14,04	13,97	14,51	14,29	15,95	13,38	14,23	11,68	12,47	<b>13,84</b>
Maggio	ND	ND	17,13	18,96	16,94	18,39	18,59	14,7	18,3	17,54	20,05	<b>17,84</b>
Giugno	ND	ND	22,47	22,65	21,56	24,68	22,26	25,25	21,86	24,86	25,3	<b>23,43</b>
Luglio	ND	ND	22,76	27,84	25,55	26,09	25,48	25,78	24,85	26,72	27,09	<b>25,80</b>
Agosto	ND	ND	23,87	24,59	23,57	27,3	25,71	26,04	26,06	25,57	25,27	<b>25,33</b>
Settembre	ND	ND	18,92	20,86	21,01	18,85	21,14	20,66	21,06	21,17	20,49	<b>20,46</b>
Ottobre	ND	ND	17,1	14,93	14,19	16,24	16,12	17,33	15,38	14,29	18,84	<b>16,05</b>
Novembre	ND	ND	12,81	11,2	11,54	10,45	11,1	12,57	11,07	10,77	12,11	<b>11,51</b>
Dicembre	ND	ND	7,94	7,57	6,95	7,03	6,49	8,69	7,51	7,35	8,72	<b>7,58</b>

**Montecarotto** (stazione Colle) ha presentato temperature medie mensili che permettono di classificarla come la località più calda dopo Corinaldo. Durante la stagione, la temperatura media mensile ha sempre superato il valore soglia di 10°C da aprile ad ottobre. Per scendere sottosoglia durante i mesi invernali. In 4 degli 11 anni esaminati (2012, 2014, 2017 e 2019), la temperatura media di marzo ha superato la soglia dei 10°C. Anche per la stazione Colle il mese più freddo è gennaio (5,67 °C), seguito da dicembre (6,77 °C) e febbraio (6,82 °C), mentre quello più caldo è luglio (24,67 °C) seguito da agosto (24,14 °C). Nel periodo 2012-2022 gli estremi termici sono stati registrati nel gennaio 2017 con una temperatura media mensile di appena 2,59 °C, mentre nel luglio 2015 è stato raggiunto il massimo della temperatura media mensile, 26,77 °C. (Tabella 2-6).

**Appignano** ha mostrato temperature medie mensili generalmente più basse di quelle di Corinaldo e di Montecarotto. Tuttavia, durante la stagione, la temperatura media mensile ha sempre superato il valore soglia di 10°C da aprile ad ottobre, per scendere sottosoglia durante i mesi invernali e più raramente a novembre. In 3 degli 11 anni esaminati, (2012, 2017 e 2019) la temperatura media di marzo ha superato la soglia dei 10°C. Anche in questo caso, il mese più freddo è gennaio (4,95 °C), seguito da dicembre (6,04 °C) e febbraio (6,44 °C), mentre quello più caldo è luglio (24,22 °C) seguito da agosto (23,62 °C). Nel periodo 2012-2022 gli estremi termici sono stati registrati nel gennaio 2017 con una temperatura media mensile di appena 2,36 °C, mentre nel luglio 2015 la temperatura media mensile ha toccato il tetto massimo stabilizzandosi sui 26,31 °C (Tabella 2-7).

**Tabella 2-6: Temperatura media mensile (°C) del periodo 2012-2022 della stazione di Colle (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**

Mese	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Media
Gennaio	5,41	5,57	7,82	7,15	6,56	2,59	7,44	3,55	6,17	4,92	5,23	<b>5,67</b>
Febbraio	2,15	5,27	9,27	5,85	9,21	8,13	2,73	7,23	9,51	7,67	8,04	<b>6,82</b>
Marzo	11,95	8,15	10,51	9,02	9,01	11,29	7,04	10,46	8,43	7,84	6,89	<b>9,14</b>
Aprile	12,29	13,32	13,03	12,93	13,8	13,15	14,65	11,8	12,47	10,31	11,09	<b>12,62</b>
Maggio	16,11	15,16	16,15	18,03	16,09	17,32	17,15	13,12	16,72	16,14	18,69	<b>16,43</b>
Giugno	23,78	20,26	21,46	21,65	20,63	23,28	20,71	23,72	20,47	23,43	24,95	<b>22,21</b>
Luglio	26,21	23,8	21,98	26,77	24,54	24,81	24,07	24,28	23,22	25,25	26,48	<b>24,67</b>
Agosto	25,93	23,87	22,81	23,46	22,21	25,67	24,04	24,52	24,37	24	24,67	<b>24,14</b>
Settembre	19,09	19,94	17,96	19,65	19,65	17,45	19,64	18,9	19,22	19,6	19,6	<b>19,15</b>
Ottobre	15,29	15,43	16,09	13,94	13,43	14,72	14,79	15,87	13,84	12,69	17,83	<b>14,90</b>
Novembre	11,3	10,26	12,28	10,5	10,82	9,25	9,98	11,19	9,61	9,56	11,31	<b>10,55</b>
Dicembre	5,23	7,3	7,45	7,56	6,59	5,71	5,85	7,54	6,51	6,22	8,53	<b>6,77</b>

**Tabella 2-7: Temperatura media mensile (°C) del periodo 2012-2022 della stazione di Appignano (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**

Mese	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Media
Gennaio	4,17	5,12	6,88	6,26	6,31	2,36	6,77	3,67	4,74	4,51	3,71	<b>4,95</b>
Febbraio	2,02	4,78	9,13	5,54	8,79	7,96	3,41	6,37	8,5	7,52	6,78	<b>6,44</b>
Marzo	10,65	8,59	9,74	8,76	9,14	10,53	7,58	10,38	8,08	7,12	5,75	<b>8,76</b>
Aprile	12,68	13,55	12,47	12,16	13,54	12,4	14,22	11,5	11,53	10,05	11,11	<b>12,29</b>
Maggio	15,67	15,66	15,63	17,54	15,86	16,74	17,47	13,61	16,23	16,57	18,36	<b>16,30</b>
Giugno	23,22	19,65	20,34	20,64	20,1	23,06	20,75	22,85	19,89	22,69	24,67	<b>21,62</b>
Luglio	26,18	22,99	21,21	26,31	24,28	24,5	23,71	24,03	22,49	25,08	25,62	<b>24,22</b>
Agosto	25,5	22,82	22	20,75	22,46	25,42	23,93	24,16	24,13	24,31	24,37	<b>23,62</b>
Settembre	19,37	19,23	17,71	18,28	19,56	18,03	19,17	18,93	19,36	19,17	19,39	<b>18,93</b>
Ottobre	15,75	15,32	15,9	12,56	13,7	14	14,75	14,91	13,16	12,74	16,22	<b>14,46</b>
Novembre	11,66	10,81	11,91	9,85	10,41	9,04	9,93	11,32	9,43	10,39	10,83	<b>10,51</b>
Dicembre	4,71	5,22	6,73	6,06	5,11	5,29	5,03	7,05	6,39	6,08	8,8	<b>6,04</b>

**Pergola** ha presentato temperature medie mensili generalmente più basse rispetto alle altre tre stazioni esaminate. La temperatura media mensile ha superato il valore soglia di 10°C da aprile ad ottobre in tutti gli anni esaminati, tranne il 2021, quando è rimasta a 9,68 °C nel mese di aprile. In nessuno degli 11 anni esaminati la temperatura media di marzo ha superato la soglia dei 10°C. Anche in questo caso il mese più freddo è gennaio (4,52 °C), seguito da dicembre (5,42 °C) e febbraio (5,89 °C), mentre quello più caldo è luglio (23,67 °C) seguito da agosto (22,97 °C). Nel periodo 2012-2022 gli estremi termici sono stati registrati nel

gennaio 2017 con una temperatura media mensile di appena 1,33 °C e nel luglio 2015 quando la temperatura media mensile si è stabilizzato sui 25,58 °C (Tabella 2-8).

**Tabella 2-8: Temperatura media mensile (°C) del periodo 2012-2022 della stazione di Pergola (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**

Mese	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Media
Gennaio	3,24	4,37	6,87	6,01	5,56	1,33	6,85	2,82	4,33	4,6	3,77	<b>4,52</b>
Febbraio	0,33	3,73	8,98	4,79	8,87	7,41	2,77	5,45	8,65	7,06	6,78	<b>5,89</b>
Marzo	9,61	7,75	9,17	8,19	8,39	9,95	7,18	9,91	7,96	6,7	5,21	<b>8,18</b>
Aprile	12,03	12,91	12,09	11,55	13,32	12,07	13,89	11,44	11,29	9,68	10,84	<b>11,92</b>
Maggio	14,75	14,52	15,21	17,09	15,22	16,31	17,01	13,4	16,35	16,4	18,09	<b>15,85</b>
Giugno	22,44	19,1	20,19	20,11	19,52	22,83	20,26	22,85	19,83	22,69	23,41	<b>21,20</b>
Luglio	25,18	22,32	21,05	25,58	23,07	24,26	23,38	23,65	22,22	24,97	24,71	<b>23,67</b>
Agosto	24,04	22,35	21,45	22,34	20,81	24,64	23,21	23,48	23,68	23,66	22,98	<b>22,97</b>
Settembre	18,2	18,24	16,85	18,35	17,84	17,14	18,75	18,21	18,37	18,63	18,34	<b>18,08</b>
Ottobre	14,31	14,61	14,85	13,12	12,45	13,18	14,19	14,8	12,87	12,04	16,11	<b>13,87</b>
Novembre	10,78	9,89	11,41	8,73	9,47	8,45	9,45	11,18	9,17	10,08	10,01	<b>9,87</b>
Dicembre	3,92	4,87	6,32	5,2	4,42	4,93	4,33	6,79	6,44	5,5	6,85	<b>5,42</b>

Nel periodo 2012-2022 il valore più basso della temperatura media mensile è stato registrato nel gennaio 2017 in tutte le 4 stazioni. Nel mese di luglio 2015 è stato invece registrato il valore più elevato delle temperature medie mensili, nuovamente in tutte le 4 stazioni prese in esame. Nel loro insieme i dati mostrano che la stazione di Corinaldo presenta le disponibilità termiche più elevate, seguita da quella di Montecarotto e poi da quella di Appignano. La stazione di Pergola mostra invece le minori disponibilità termiche, almeno nel periodo esaminato, che va dal 2012 al 2022. Le precipitazioni, come nelle attese, presentano una variabilità decisamente più ampia di quella delle temperature.

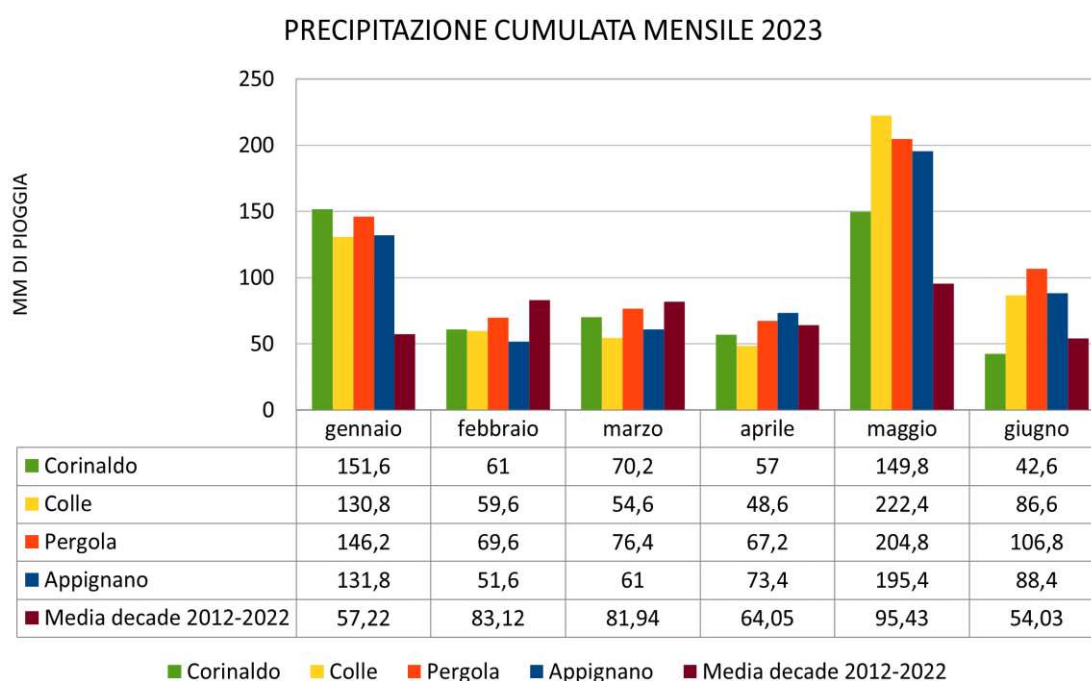
## 2.2 Decorso meteorologico della stagione 2023 a confronto con il periodo di riferimento 2012-2022

La valutazione dell'anno 2023 è stata effettuata sui dati dal 1 gennaio 2023 al 19 giugno 2023, quindi nei valori riferiti al mese di giugno non sono considerati i dati dell'ultima decade del mese. I dati sono stati recuperati dalle stesse stazioni che li hanno forniti per la caratterizzazione climatica del periodo 2012-2022: Corinaldo, Colle, Appignano e Pergola.

### 2.2.1 Decorso pluviometrico

L'andamento pluviometrico da gennaio a giugno 2023 si è nettamente discostato dai dati del periodo di riferimento 2012-2022 in modo particolare per la maggiore entità delle

precipitazioni cumulate mensili di gennaio e di maggio. A gennaio 2023 sono caduti da 131 a 151 mm di pioggia rispettivamente per le stazioni di Montecarotto (Colle) e di Appignano, a fronte di valori che nel periodo 2012-2022 si sono aggirati tra 49 e 69 mm (media 57 mm). Anche maggio 2023 si è dimostrato molto più piovoso rispetto al periodo di riferimento: sono caduti da 150 a 222 mm a fronte degli 85-116 mm del periodo di riferimento (Figure 2-4 e 2-5). Sebbene febbraio e marzo siano stati leggermente meno piovosi della media e aprile sia stato quasi in media, i primi 5 mesi del 2023 hanno avuto un apporto idrico complessivo che si è attestato tra i 490 mm di Corinaldo e i 564 mm di Pergola, valori ben superiori a quelli medi del periodo 2012-2022.

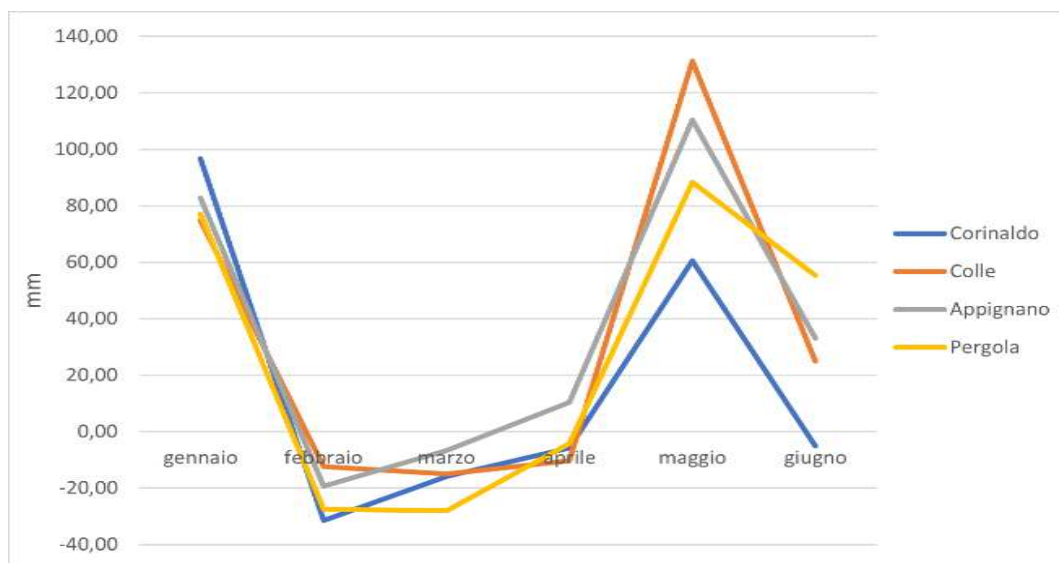


**Figura 2-4: precipitazione cumulata mensile (mm) del 2023 e media della decade 2012-2022 per 4 stazioni meteo (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**

Nei primi 19 giorni di giugno 2023 le precipitazioni cumulate hanno superato il dato medio del 2012-2022. L'esame dei valori cumulati dell'intero mese di giugno (dati non riportati in figura) porta le precipitazioni al di sopra dei 100 mm per le stazioni di Montecarotto (100,6 mm), Appignano (125,6 mm) e Pergola (132,6 mm). Solo per la stazione di Corinaldo le precipitazioni di giugno 2023 hanno superato di appena 18 mm la media del periodo 2012-2023. Nello specifico, l'andamento pluviometrico nei mesi esaminati per le varie sottozone è stato il seguente:

**Pergola**, la località con più precipitazione nel periodo 2012-2022, pur avendo ricevuto rispetto alle altre più millimetri solo nel mese di aprile, si conferma essere la più umida, con una cumulata di 671 mm misurati al 19 giugno. Aggiungendo i dati dell'ultima decade di giugno, nel primo semestre 2023 sono caduti ben 696,6 mm di pioggia (+37% rispetto alla media del periodo 2012-2022). I 151 mm caduti a gennaio 2023 non trovano precedenti nella serie storica, dove solo in 2 annate erano stati superati i 100 mm. Febbraio e marzo risultano al di sotto del dato del periodo 2012-2022, ma con differenze non eccezionali, mentre il dato di aprile è molto simile. I 204 mm caduti a maggio quasi raddoppiano la media del periodo 2012-2022, ma la differenza risulta più contenuta rispetto ad altre stazioni, a causa della media già di per sé alta (116 mm), infatti per ben 7 volte sono stati superati i 100 mm e vi è un precedente nel 2019 con 247 mm caduti. Giugno emerge essere il mese più eccezionale, poiché durante il decennio solo nel 2016 erano stati superati 100 mm, mentre nel 2023 al 19 giugno già si erano cumulati 106 mm, saliti a 132 al 30 giugno.

A **Montecarotto**, la stazione di Colle ha misurato 602 mm di precipitazione al 19 giugno 2023. Aggiungendo i dati dell'ultima decade di giugno, nel primo semestre 2023 sono caduti a Montecarotto ben 696,6 mm di pioggia (+37% rispetto alla media del periodo 2012-2022), A gennaio sono caduti 130 mm, dato eccezionale poiché nel periodo 2012-2022 il valore più alto raggiunto era stato 82 mm; febbraio, marzo e aprile invece hanno avuto valori di poco inferiori alla media. A maggio, con 222 mm misurati, è stata la stazione che ha ricevuto più pioggia e che più si è discostata dalla media del periodo di riferimento, come risulta evidente nella Figura 2-5. Al 19 giugno 2023 già è stata superata la media della serie storica, al cui interno sono comunque presenti 2 annate con più di 100 mm di precipitazioni a giugno.



**Figura 2-5: differenza tra le precipitazioni cumulate mensili del 2023 registrate da 4 stazioni meteo con le medie mensili del periodo 2012-2022 (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**

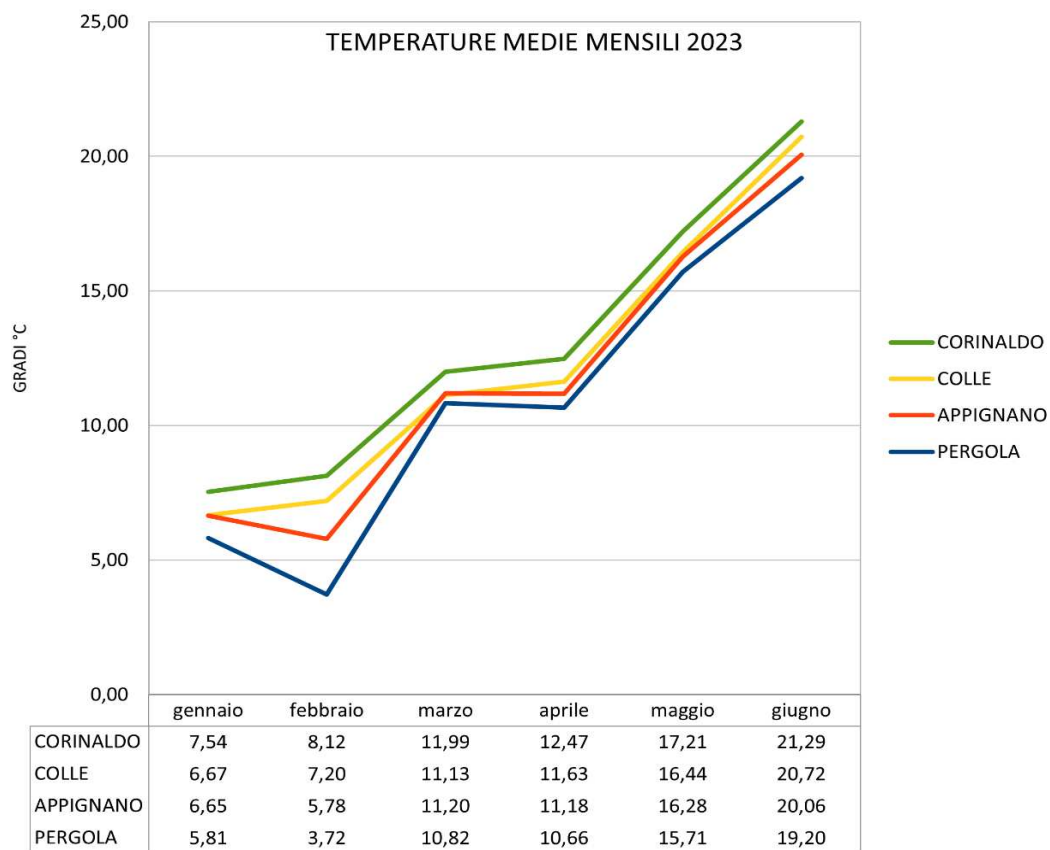
Ad **Appignano** nel 2023 sono caduti 601 mm alla data del 19 giugno: a gennaio sono caduti per la prima volta più di 100 mm, febbraio e marzo sono stati leggermente sotto la media mentre aprile, con 73,4 mm, ha mostrato una piovosità maggiore della media del periodo 2012-2022. A maggio 2023 sono caduti 195 mm, un valore vicino ai 206 mm che erano caduti nel 2019. Già al 19 giugno 2023 le precipitazioni hanno raggiunto a media del periodo 2012-2022, che anche nel giugno 2016 ha presentato valori particolarmente elevati (136 mm).

**Corinaldo** con 532 mm risulta essere la località con meno precipitazione cumulata al 19 giugno 2023. A gennaio 2023 sono stati misurati 151,6 mm, il dato più alto tra le 4 stazioni e anche qui non erano mai stati superati i 100 mm nel periodo 2012-2022. Nei mesi di febbraio, marzo e aprile i dati sono stati di poco sotto la media. A maggio sono caduti 149 mm, un valore simile a quelli che la stazione aveva registrato a maggio nel 2015 e nel 2019, ma pur sempre superiore a quello della media 2012-2022. Corinaldo è stata la stazione meno piovosa a maggio 2023, così come nelle prime due decadi di giugno, quando sono caduti 42,6 mm, valore di poco inferiore a quello medio dell'intero mese di giugno nel periodo 2012-2022..

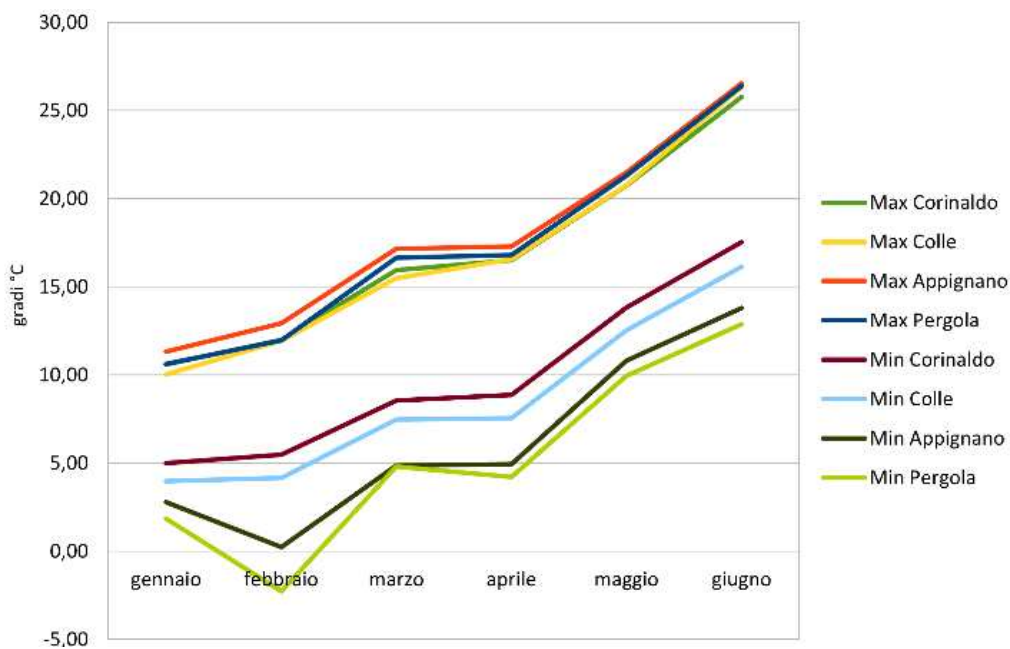
### 2.2.2 Decorso termico

La temperatura media di gennaio 2023 è risultata compresa tra i 5,81 °C di Pergola e i 7,54 °C di Corinaldo mostrandosi più elevata di quella del periodo 2012-2022 (da +1,0 °C per Montecarotto a + 1,7°C per Appignano). A febbraio la temperatura media è salita leggermente nelle stazioni di Montecarotto e di Corinaldo (7,20 °C e 8,12 °C rispettivamente), mentre si è

abbassata per Appignano e Pergola (5,78 °C e 3,72 °C rispettivamente). L'abbassamento delle temperature medie di febbraio nelle stazioni di Appignano e Pergola è dovuto a un forte calo delle temperature minime a fronte di temperature massime mensili che sono state piuttosto simili tra le 4 stazioni. Per tutte le stazioni la temperatura media di marzo 2023 si è collocata sopra lo zero di vegetazione della vite, fissato a 10°C. Corinaldo con 11,99 °C è stata la stazione più calda e Pergola con 10,82 °C quella più fredda. I valori di marzo 2023 hanno superato la media del periodo di riferimento 2012-2022 per valori compresi tra + 1,56 °C di Corinaldo e + 2,64 °C di Pergola (Figure 2-6, 2-7 e 2-8). Ad aprile le temperature medie sono rimaste pressoché invariate rispetto a marzo, scendendo di almeno un grado al di sotto della media 2012-2022. A maggio la temperatura media è salita posizionandosi tra i 15,71 °C di Pergola e i 17,21 °C di Corinaldo e mostrando valori prossimi alla media 2012-2022 per tutte le stazioni tranne Corinaldo, che è stata meno calda (-0,63 °C). Nei primi 19 giorni di giugno 2023 la temperatura media si è assestata tra i 19,20 °C di Pergola e i 21,29 °C di Corinaldo. Le temperature medie dell'intero mese di giugno 2023, pur aumentando rispetto ai valori dei primi 19 giorni (tra un minimo di 20,77 °C a Pergola e un massimo di 22,72 °C di Corinaldo), sono rimaste appena al di sotto della media del periodo di riferimento 2012-2022 per le stazioni di Montecarotto e di Appignano (-0,03 °C e -0,22 °C rispettivamente). Differenze un poco più ampie rispetto alla media del periodo 2012-2022 sono state registrate a Pergola (-0,43 °C) e a Corinaldo (-0,71 °C). Complessivamente si può dire che l'andamento termico della primavera 2023 (mesi di marzo, aprile e maggio) è stato caratterizzato da un inizio piuttosto caldo nel mese di marzo che è stato poi quasi compensato da un aprile più freddo e da un maggio poco al di sotto della media del periodo 2012-2022. I gradi giorno accumulati da marzo a maggio 2023 salgono dalle 222 unità di Pergola alle 267 di Appignano, per poi passare alle 284 unità di Montecarotto e finire a 359 unità a Corinaldo. La disponibilità termica del primo semestre 2023 si eleva nettamente con il contributo del mese di giugno e passa dalle 545 unità di Pergola alle 741 di Corinaldo. . Possiamo affermare che la caratterizzazione termica condotta per il periodo 2012-2022 è stata confermata anche nel 2023: Corinaldo è stata la stazione più calda e Pergola quella più fresca, mentre Montecarotto e Appignano si sono collocati in una posizione intermedia rispetto ai due estremi.

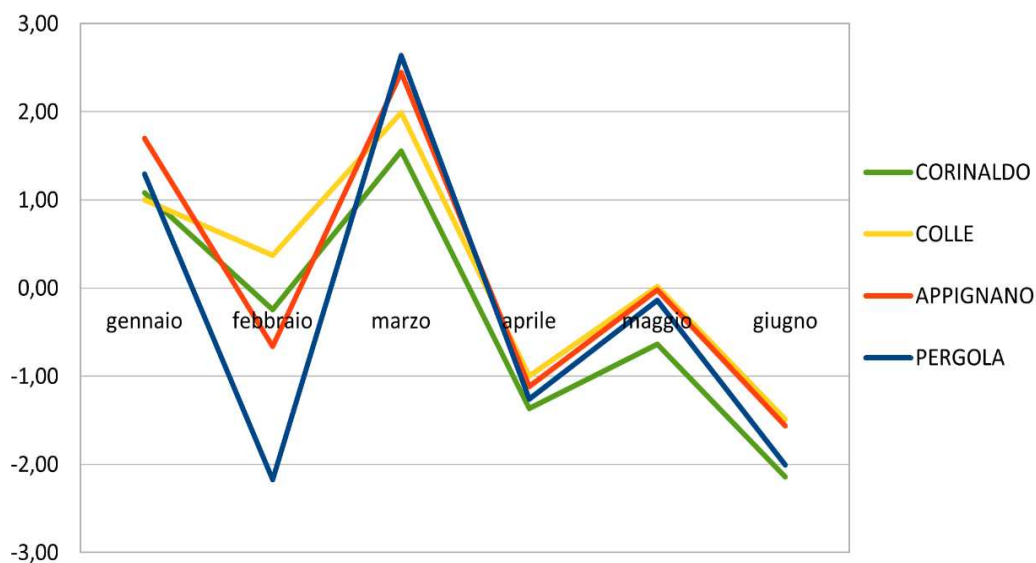


**Figura 2-6: Andamento delle temperature medie mensili nel 2023 per 4 stazioni meteo (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**



**Figura 2-7: Andamento delle temperature massime e minime medie mensili nel 2023 per 4 stazioni meteo (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**





**Figura 2-8: Differenze tra le temperature medie mensili del 2023 e le medie del periodo 2012-2022 misurate da 4 stazioni meteo (dati rete di monitoraggio della Protezione Civile Marche)**

### 2.3 Andamento meteorologico 2023 secondo le stazioni meteorologiche delle parcelle

Ogni vigneto campione è stato fornito di stazione meteorologica che ha giornalmente registrato la precipitazione cumulata, la temperatura media, minima e massima. Sono stati ottenuti questi dati per il periodo che va dal 1 gennaio 2023 al 14 giugno 2023, quindi nei valori riferiti al mese di giugno non sono considerati i dati della seconda metà del mese. In fase di discussione, i dati sull'andamento del germogliamento saranno affiancati a questi dati meteorologici, poiché specifici per ogni parcella esaminata.

Le precipitazioni cumulate mensili registrate dalle varie stazioni risultano essere abbastanza variabili, seppur riconducibili all'andamento stagionale generale del 2023, precedentemente individuato grazie ai dati delle stazioni meteo della Protezione Civile Marche, ed è possibile riconoscerne una comune tendenza. Aprile, maggio e giugno sono i mesi in cui, dopo il germogliamento, le viti dispongono di una superficie fogliare traspirante, vi è quindi un buon tasso di assorbimento radicale, che si traduce in una necessità di acqua nel suolo. In particolare, dal mese di maggio questa necessità idrica aumenta poiché aumentano le quantità di acqua traspirata dalla superficie fogliare, a causa delle maggiori temperature e a causa del suo costante aumento in superficie. Quest'anno i volumi delle precipitazioni dei mesi di maggio e giugno sono stati tali da soddisfare abbondantemente il fabbisogno idrico delle

viti, per cui l'allungamento dei germogli non è stato minimamente influenzato da carenze o stress idrici che avrebbero potuto rallentarne l'andamento. Possiamo dire quindi che la temperatura sia stata il principale fattore ambientale che ha regolato l'andamento della crescita dei germogli, influenzandolo in modo preponderante.

L'andamento delle temperature medie registrate dalle varie stazioni è stato coerente con quello delle 4 stazioni meteorologiche della Protezione Civile: le medie mensili della temperatura di febbraio (da un minimo di 6,48 °C di TOBO a un massimo di 7,86 °C di FIMA), superano di poco quelle di gennaio (da un minimo di 6,50 °C di TOBO a un massimo di 7,20°C di FIMA), e, come atteso, stanno ben al di sotto dei 10 °C. Questo valore soglia è stato nettamente superato a marzo (da un minimo di 11,03 °C di TOBO a un massimo di 11,89 °C di FIMA), mese piuttosto caldo rispetto alla media, quando tutte le stazioni hanno registrato valori superiori a 11 °C. Aprile ha presentato temperature comprese tra un minimo di 11,14 °C di RIPA e un massimo di 12,35 °C di PANI), di fatto solo poco più alte di marzo. Maggio ha fatto registrare un sensibile aumento delle temperature che sono variate tra un minimo di 16,15 °C di RIPA e un massimo di 17,43 °C di FIMA. Le temperature dei primi 14 giorni di giugno sono passate da un minimo di 19,08 °C di RIPA a un massimo di 20,86 °C di FIMA (Tabella 2-9).

**Tabella 2-9: temperatura media mensile (°C) rilevata nel 2023 da 9 stazioni meteorologiche installate nelle parcelle esaminate**

Parcelle	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	1-14 Giugno
FIMA	7,20	7,86	11,89	12,26	17,43	20,86
FOGE	6,43	7,71	11,77	nd	nd	nd
PANI	6,97	7,77	11,36	12,35	16,63	20,06
POLI	6,68	7,37	11,20	11,57	16,61	19,97
RIPA	6,56	7,42	11,06	11,14	16,15	19,08
RIZO	6,81	7,48	11,42	11,87	16,74	20,12
ROSS	6,87	7,43	11,45	11,67	16,38	19,81
SAMA	7,02	7,78	11,61	12,15	16,96	20,42
TOBO	6,50	6,48	11,03	11,23	16,19	19,55

Passando a confrontare tra loro i diversi vigneti, emerge che solo nel vigneto TOBO, il più vicino alla stazione meteorologica di Appignano, è stato riscontrato un abbassamento della temperatura da gennaio a febbraio, così come era stato registrato dalle stazioni della Protezione civile di Pergola e Appignano.

I vigneti con la minore disponibilità termica sono stati TOBO e RIPA, entrambi nella parte meridionale dell'area DOC dei Castelli di Jesi a quote comprese tra i 257 m slm di TOBO e i 364 m slm di RIPA.

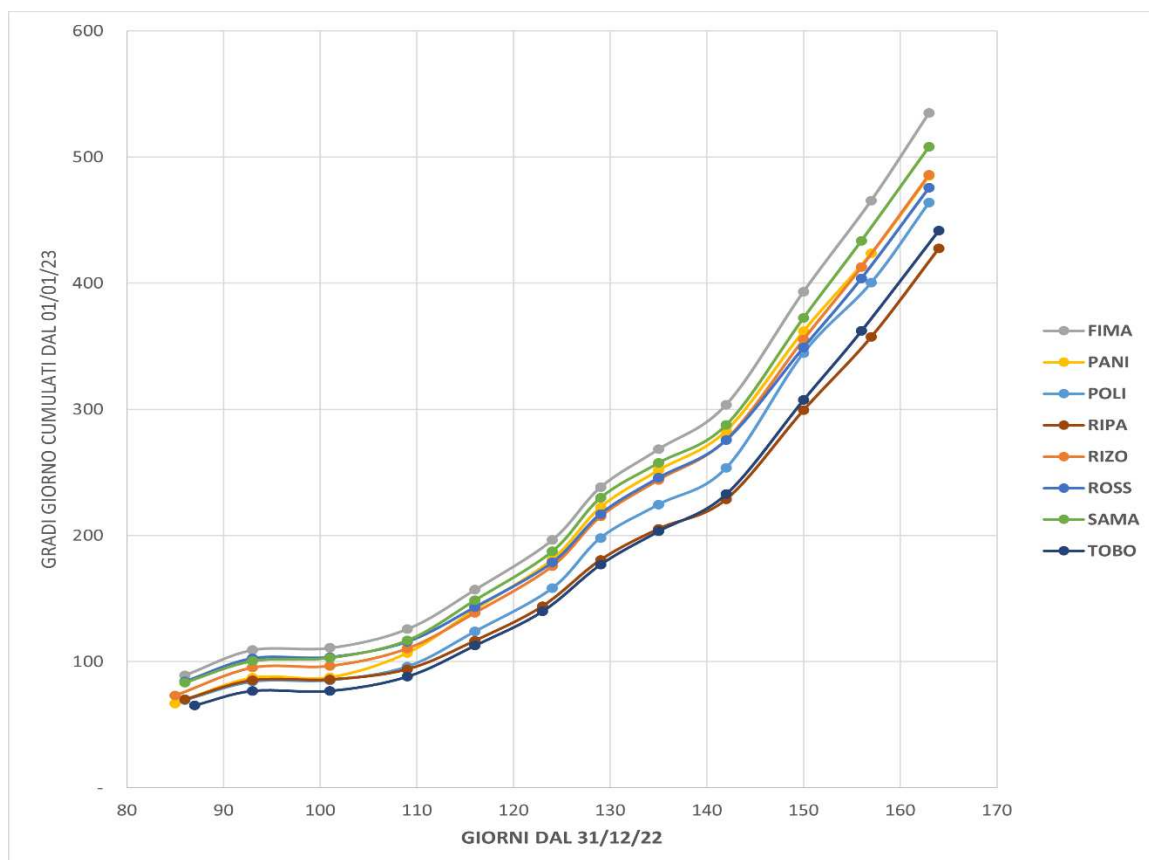
Il vigneto con la disponibilità termica più alta è stato FIMA, posto a soli 147 m slm, seguito da SAMA (250 m slm), fatta eccezione per aprile, che ha visto la temperatura più alta nel vigneto Pani, il più litoraneo di quelli sotto indagine ed uno di quelli alle quote più basse (168 m slm).

Le vigne più fresche, ovvero TOBO e RIPA, sono situate entrambe a sud del fiume Esino, e possono essere associate alla stazione meteorologica di Appignano.

Le vigne più calde, ovvero FIMA e SAMA ricadono entrambe nel comune di Serra de Conti e si trovano nella zona settentrionale della DOC del Verdicchio dei Castelli di Jesi.

Le parcelle di SAMA e ROSS distano entrambe 4 km circa da RIZO e condividono la stessa quota, ma dai dati è possibile individuare una netta differenza: ROSS risulta avere dei valori estremamente simili a quelli di RIZO, con una differenza tra le medie mensili massima di 0,36°C, mentre SAMA mostra dei valori costantemente maggiori in tutto il periodo; ciò può essere imputato alla maggiore vicinanza di quest'ultimo alla costa.

Per descrivere e rappresentare le disponibilità termiche nelle varie parcelle viene utilizzato il modello dell'accumulo dei gradi giorno (GG) a partire dal 1 gennaio 2023, che consiste nella sommatoria delle temperature media giornaliere diminuite di 10°C, ovvero la temperatura soglia sopra alla quale si hanno fenomeni di crescita rilevanti nella vite; per T medie minori di 10°C il contributo alla sommatoria è nullo, non vi sono diminuzioni. Nella Figura 2-9 sono rappresentate le ricostruzioni dei vari andamenti degli accumuli di gradi giorno nelle diverse parcelle, nel periodo in cui sono stati svolti i rilievi fenologici., mentre nella Tabella 2-10 sono indicati i valori dei GG cumulati nelle parcelle alle date dei rilievi fenologici svolti. Ciò che emerge conferma quello precedentemente detto, con le curve di TOBO e RIPA nettamente al di sotto delle altre, mentre FIMA e poi SAMA sono quelle con i valori di GG cumulati costantemente maggiori. È interessante notare che POLI nella prima fase risulta essere più affine agli andamenti di TOBO e RIPA, poi, procedendo nella stagione, si discosta da quest'ultime, assumendo valori maggiori, sempre più simili a ROSS e RIZO. Al 14 giugno 2023 gli accumuli di gradi giorno variano da un massimo di 566 GG per FIMA a un minimo di 444 GG per RIPA, che con TOBO risultano essere gli unici vigneti a non oltrepassare il valore di 500 GG cumulati.



**Figura 2-9: differenti andamenti degli accumuli di gradi giorno registrati dalle stazioni meteo posizionate nelle varie parcelle esaminate.**

**Tabella 2-10: gradi giorno (GG) cumulati dal 1° gennaio 2023 alla data dei vari rilievi nelle parcelle esaminate (dati dalle stazioni meteo dei vigneti)**

	FIMA	PANI	POLI	RIPA	RIZO	ROSS	SAMA	TOBO
RIL. 1	89,23	66,94	69,50	69,99	73,28	84,26	83,38	65,44
RIL. 2	109,26	87,33	84,18	85,11	95,32	102,59	100,43	76,88
RIL. 3	110,89	87,64	85,28	85,73	96,68	103,55	102,97	76,88
RIL. 4	125,77	106,89	96,03	93,86	110,45	115,74	116,77	88,18
RIL. 5	156,97	141,36	123,84	116,53	138,73	143,16	148,55	112,79
RIL. 6	196,37	181,00	158,15	143,90	175,59	178,58	187,33	139,87
RIL. 7	238,26	222,43	198,11	180,62	215,10	217,07	229,79	176,94
RIL. 8	268,38	251,78	224,55	205,26	244,07	245,74	257,46	203,39
RIL. 9	303,70	283,13	253,56	228,65	275,99	275,50	287,57	232,78
RIL.10	393,23	361,92	344,63	299,35	355,25	348,91	372,33	307,43
RIL. 11	465,43	423,59	400,33	357,39	412,85	403,81	433,60	362,26
RIL. 12	534,92	485,06	463,99	427,59	485,83	475,64	508,06	441,75
RIL. 13	566,74	515,92	493,06	443,67	515,46	503,49	538,12	459,35

## Capitolo 3: RISULTATI E DISCUSSIONE

### 3.1 Andamento del germogliamento nelle parcelle

Il primo giro di rilievo nei vigneti è stato effettuato tra le giornate del 26,27,28 marzo 2023 (giorni 85, 86, 87 dell'anno 2023) e subito si sono rese evidenti nette differenze nella distribuzione delle varie fasi fenologiche delle gemme tra le parcelle. Con superamento di una fase fenologica si intende il momento in cui più del 50% delle gemme della parcella hanno raggiunto quella determinata fase fenologica. Al primo rilievo TOBO era ancora fermo alla fase A, FOGE, RIZO e ROSS avevano raggiunto la fase B e tutte le altre avevano superato la fase C, eccetto FIMA che già aveva più del 50% delle gemme in fase D, attestandosi fin da subito come la parcella più anticipata nel germogliamento. Le date in cui sono avvenuti i superamenti di fase sono state stimate a partire dai dati rilevati per calcolare l'incremento giornaliero e individuare il giorno in cui è avvenuto il superamento della soglia del 50%. (Tabella 3-1)

**Tabella 3-1: data, espressa in giorni trascorsi dal 31/12/22, in cui è avvenuto il superamento di fase fenologica da parte delle gemme nelle varie parcelle, inteso come quando almeno il 50% delle gemme della parcella hanno raggiunto la fase fenologica.**

	FIMA	FOGE	PANI	POLI	RIPA	RIZO	ROSS	SAMA	TOBO
FASE B		<86				<85	<86		88
FASE C		87	<85	<86	<86	87	100	<86	100
FASE D	<86	92	88	90	91	91	101	90	107
FASE E	89	104	93	100	103	101	107	98	112

La schiusura delle gemme si è protratta, per la maggior parte delle parcelle, per i due rilievi successivi, il 03/04/23, giorno 93, e il 11//04/23, giorno 101. FIMA, la parcella con le disponibilità termiche più elevate, al giorno 89 già aveva superato la fase E, mentre per TOBO, la parcella con le disponibilità termiche minori, è stata quella che vi ha impiegato più tempo,

dovendo attendere fino al giorno 112; in questo periodo vi erano quindi ben 23 giorni di ritardo tra le due parcelle. Il germogliamento è avanzato in modo relativamente costante tra le parcelle; i vigneti che al primo rilievo erano risultati fenologicamente più avanti sono stati gli stessi che hanno superato la fase E per primi, e viceversa. Questi diversi andamenti sono stati influenzati dalle diverse disponibilità termiche delle varie parcelle, ciò trova conferma nel fatto che FIMA e TOBO sono rispettivamente la più anticipata e la più tardiva nel germogliamento, ma vi sono certamente anche altri fattori. Infatti, le differenze nelle date di superamento delle fasi fenologiche non sempre trovano riscontro diretto nelle differenze tra i vari andamenti termici, valutati attraverso il modello dell'accumulo dei gradi giorno dal 1° gennaio 2023, mediante i dati delle stazioni meteo posizionate nei vigneti campione. (Tabella 3-2)

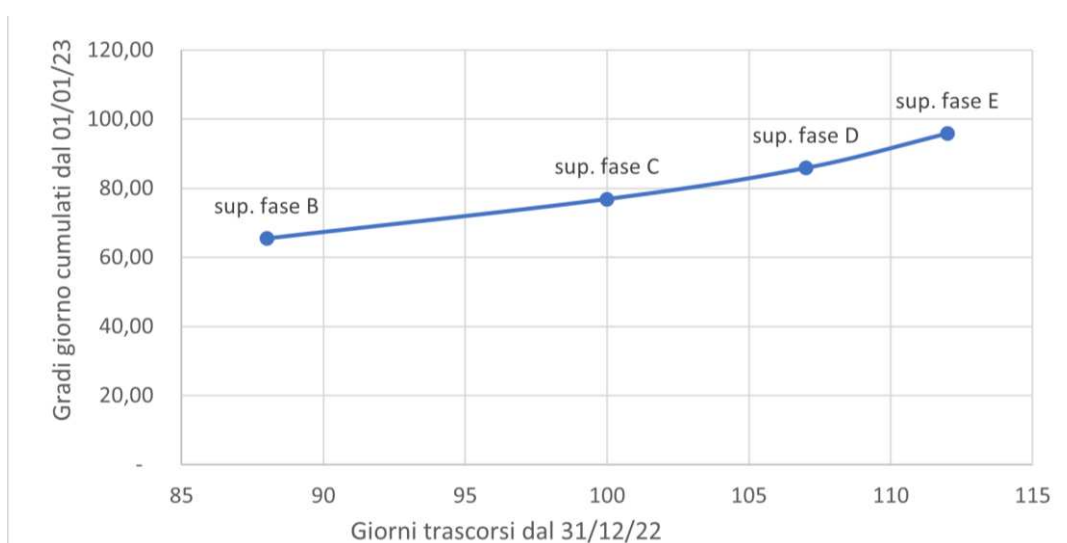
La stazione meteo del vigneto FOGI ha registrato dati solo fino al 27 marzo e quindi la parcella non può essere rapportata a nessun dato termico specifico, viene quindi esclusa da qualsiasi tipo di valutazione contenente dati relativi all'andamento termico.

**Tabella 3-2: gradi giorno (GG) cumulati dal 01/01/23 al giorno in cui è avvenuto il superamento di una determinata fase fenologica per le parcelle esaminate**

	FIMA	PANI	POLI	RIPA	RIZO	ROSS	SAMA	TOBO
FASE B								65,44
FASE C					79,64	103,55		76,88
FASE D		71,30	75,97	79,92	89,44	103,55	90,64	85,87
FASE E	98,19	87,33	85,28	92,25	96,68	114,38	100,43	95,87

Come risulta evidente dalle Tabelle 3-1 e 3-2, diverse parcelle hanno superato la medesima fase in date diverse e con disponibilità termiche diversificate. FIMA è stata la prima a superare la fase E, con più di 10 giorni di anticipo rispetto alle altre, anticipo dovuto al fatto che al giorno 89 già aveva accumulato 98,19 GG, valore che le altre parcelle hanno raggiunto circa 10-15 giorni dopo. Per sottolineare la differente risposta delle varie parcelle alle disponibilità termiche è interessante questo caso: RIPA ha superato la fase D il giorno 91 con 79,92 GG cumulati, dato molto simile a RIZO, con 79,64 GG cumulati nel giorno 87, in cui ha però superato la fase C, dovendo aspettare 4 giorni e raggiungere 89,44 GG per superare la fase D. ROSS ha richiesto 103,55 GG per superare la fase C e 114,38 GG per completare il superamento della fase E, più di ogni altra parcella, ed è anche stata la più ritardata dopo TOBO. POLI ha richiesto solamente 85,28 GG per superare la fase E, rivelandosi la parcella

meno esigente in fatto di calore in questa fase. TOBO al primo rilievo presentava ancora la maggioranza delle gemme in fase A ed è stata la parcella che ha richiesto maggior tempo per arrivare al superamento della fase E, avvenuto il giorno 107; la causa di questo rallentamento è probabilmente stata la minore T media rispetto alle altre località, che ha determinato un ritardo di oltre 10 giorni nell'accumulo dei gradi giorno. Ciò ha però permesso di individuare tutte le date di superamento delle varie fasi fenologiche; nella Figura 3-1 si può notare l'andamento lineare del grafico, a testimonianza del fatto che l'andamento termico ha un'influenza diretta sul germogliamento, che però è comunque influenzato anche da altri fattori.



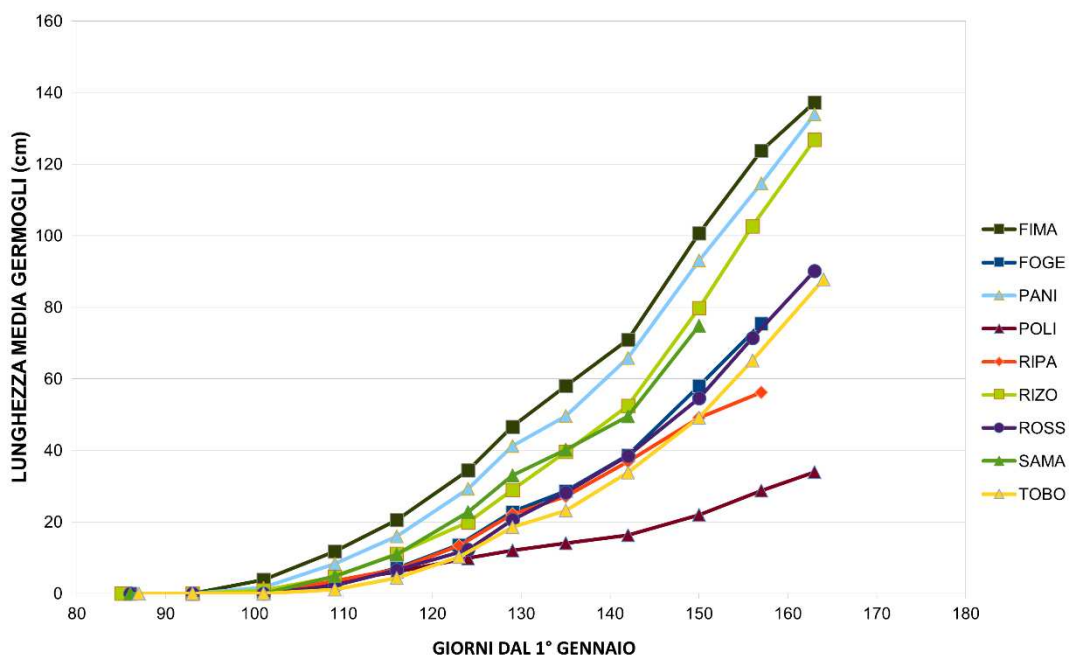
**Figura 3-1: successione dei superamenti di fase nella parcella TOBO rispetto alla data e all'andamento termico, espresso in gradi giorno cumulati dal 01/01/23**

È interessante notare che i vigneti a sud dell'Esino, e quindi i più meridionali della zona, TOBO, RIPA e FOGI, sono stati cronologicamente gli ultimi nel superare la fase E, insieme a ROSS, che, considerato il tempo e i GG impiegati mostra un comportamento anomalo rispetto alle altre parcelle, dovuto forse al genotipo e/o problemi di vigoria. In sintesi, con la sola esclusione di ROSS, tutte le parcelle hanno superato la fase E con un accumulo di GG compreso tra 87 e 100 unità.

### 3.2 Andamento temporale dell'allungamento dei germogli e dell'emissione di foglie

Già dal rilievo del 11 aprile 2023, giorno 101, le parcelle di FIMA, RIZO, PANI, POLI e SAMA avevano superato la fase E, giungendo al termine del germogliamento vero e proprio e avviandosi verso la fase dell'allungamento dei germogli. Le più vigorose tra queste, ovvero FIMA, RIZO e PANI, già mostravano germogli sviluppati che sono stati oggetto della raccolta dei primi dati relativi alla lunghezza (massimi rilevati: 9 cm di lunghezza, in tutti e 3 i vigneti, e 6 foglie spiegate per FIMA). L'evoluzione temporale della lunghezza dei germogli nei nove vigneti di Verdicchio sotto osservazione è riportata in Figura 3-2.

Nel rilievo del 19 aprile 2023, giorno 109, tutte le parcelle avevano germogli sviluppati che sono stati misurati: la lunghezza media più elevata è stata rilevata nel vigneto di FIMA (11,70 cm), mentre quella minore è stata registrata a TOBO (1,14 cm). Nella Figura 3-3 è apprezzabile la differenza visiva tra i germogli delle parcelle RIZO e POLI. Tutte le parcelle avevano superato la fase fenologica E e raggiunto la media di 1 foglia emessa, eccetto TOBO.



*Figura 3-2 Evoluzione temporale della lunghezza dei germogli di Verdicchio nei vigneti sotto osservazione.*



Nel rilievo del 26 aprile 2023, giorno 116, gli allungamenti si sono fatti più intensi, permettendo già di individuare due differenti ritmi di crescita tra i vigneti: FIMA, PANI, RIZO e SAMA, nell'ordine, erano i vigneti con maggiore velocità di allungamento (vigore), in cui la lunghezza media dei germogli aveva già oltrepassato i 10 cm (massimo assoluto di 20,53 cm per FIMA), mentre FOGE, RIPA, ROSS, POLI e TOBO, nell'ordine, quelli meno vigorosi (minimo di 4,38 cm di media per TOBO). Questi due gruppi, individuati sulla base della vigoria mostrata nell'allungamento dei germogli, hanno mantenuto le differenze tra loro per la maggior parte del periodo di osservazione.



***Figura 3-3: lunghezza dei germogli nelle parcelle RIZO (a sinistra) e POLI (a destra) alla data del 19 aprile 2023, giorno 109.***

Il sesto giro di rilievi è stato effettuato tra il 3 e il 4 maggio 2023, rispettivamente i giorni 123 e 124. FIMA, con un accrescimento di +13,9 cm, aveva raggiunto 34 cm di lunghezza media dei germogli, il valore più alto tra le parcelle, seguito da PANI a 29 cm, mentre POLI e TOBO avevano germogli di circa 10 cm di lunghezza. Nel giorno di rilievo, l'accumulo di GG variava tra le parcelle da un massimo di 196 per FIMA a un minimo di 139 per TOBO.

Il 9 maggio 2023, giorno 129, è stato effettuato il settimo rilievo. Le differenze tra i vigneti riguardo le lunghezze si erano accentuate ancor di più: FIMA (47 cm) e PANI (41 cm)

continuavano a presentare i germogli più lunghi, SAMA (33 cm) e RIZO (29 cm) li seguivano con valori intermedi rispetto a un gruppo omogeneo dei meno vigorosi composto da FOGÉ (23 cm), RIPA (22 cm), ROSS (21 cm) e TOBO (19 cm). POLI presentava la lunghezza media dei germogli inferiore, con soli 12 cm. Segnaliamo, nello specifico, che, nonostante FIMA avesse mostrato la più elevata lunghezza media dei germogli, i valori massimi assoluti di questo parametro sono stati sempre registrati nella parcella PANI; ciò è certamente dovuto al tipo di potatura adottato, che nel caso di PANI prevedeva l'arcatura del capo a frutto, mentre nella parcella FIMA il capo a frutto era posizionato sulla orizzontale, come accade tipicamente nel sistema di allevamento a Guyot, che assicura una crescita più uniforme dei germogli lungo il capo a frutto. Diversamente nel caso di PANI, l'arcatura del capo a frutto, tipica del capovolto, ha generato, come era da attendersi, una maggiore disformità di crescita dei germogli, che assumono un'accentuata spinta vegetativa sulla curva.

POLI e ROSS, situate nella zona a nord del fiume Esino hanno mostrato accrescimenti simili a quelli delle parcelle FOGÉ, RIPA e TOBO, poste nella zona a sud dell'Esino.

Il **15 maggio 2023**, giorno 135, è stato svolto l'ottavo rilievo e il **22 maggio 2023**, giorno 142, il nono. Nel periodo compreso tra i giorni 116 e 142 l'allungamento dei germogli è proseguito in modo lineare per tutte le parcelle. Il giorno 142, FIMA (71 cm) e PANI (66 cm) erano i vigneti con le maggiori lunghezze medie dei germogli più elevate ed avevano oramai nettamente distaccato RIZO (52 cm) e SAMA (49 cm), a loro volta seguiti dal gruppo formato da FOGÉ (39 cm), ROSS (38 cm), RIPA (37 cm) e TOBO (34). POLI aveva germogli di lunghezza media di appena 16, cm e presentava velocità di accrescimento decisamente basse. Nel periodo successivo al **22 maggio 2023** è stato rilevato un netto aumento nel ritmo d'allungamento dei germogli, che si è mantenuto inalterato nella maggior parte dei casi fino all'ultimo rilievo condotto il 12 e 13 giugno 2023 (giorni 163 e 164). Nel giro di tre settimane, la lunghezza dei germogli è quasi raddoppiata in tutte le parcelle; il giorno 163 FIMA e PANI si erano assestati su valori pari rispettivamente a 137 e 134 cm facendosi praticamente raggiungere da RIZO (129 cm). SAMA, che fino al 30 maggio aveva presentato lunghezze del germoglio molto simili a quelle di RIZO è stato danneggiato da una grandinata ai primi di giugno che ha bloccato la lunghezza dei germogli sui 90 cm.

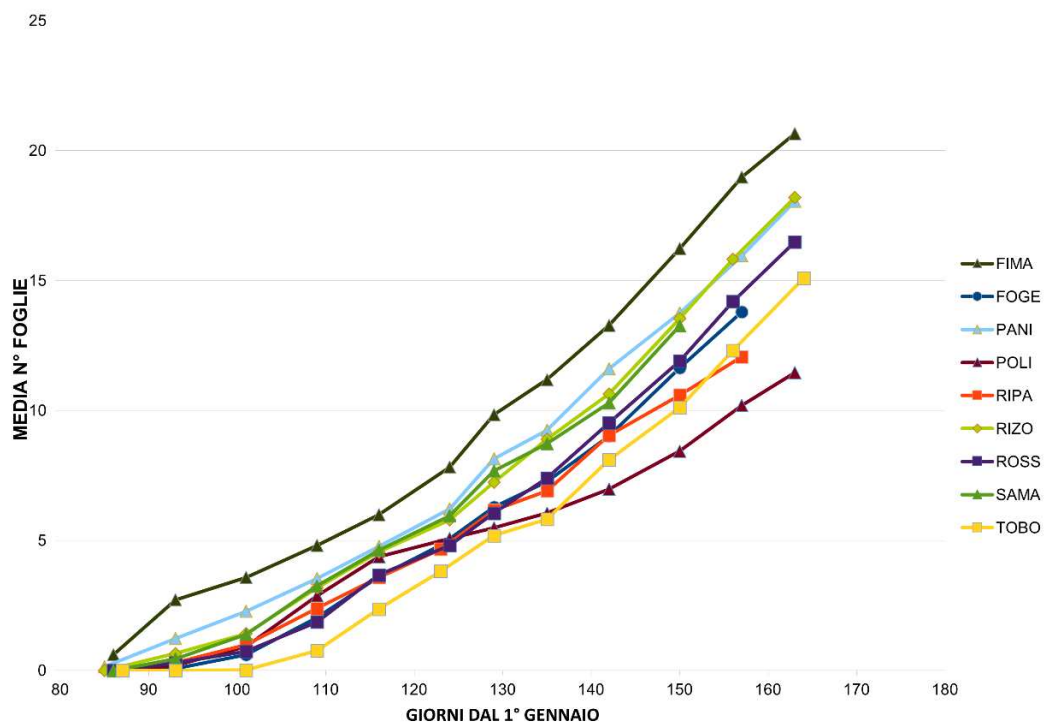
Anche i vigneti RIPA e FOGÉ sono stati danneggiati da una grandinata, che si è verificata nella prima decade di giugno e che ha comportato un arresto dell'allungamento dell'asse centrale di gran parte dei germogli campione. Alla data del 12 giugno 2023 la lunghezza media dei germogli di ROSS e TOBO si aggirava su valori di 88 e 90 cm (Fig.3-2). POLI rappresenta

un caso a parte in quanto la lunghezza media dei suoi germogli era di appena 34 cm alla data 12 giugno 2023 (Fig.3-2).

La valutazione della crescita dei germogli dei vigneti SAMA, FOGE e RIPA si è fermata al periodo antecedente gli eventi grandinigeni che hanno comportato la cimatura di numerosi germogli.

L'evoluzione temporale dello sviluppo del germoglio in termini di emissione di foglie è riportata in Figura 3-4, dal cui esame emerge subito che questo parametro presenta una variabilità più contenuta rispetto a quella riscontrata a carico della lunghezza dei germogli.

I risultati del terzo rilievo fenologico, condotto l'11 aprile 2023 (giorno 101), mostrano bene il diverso grado di sviluppo fenologico dei nove vigneti sotto osservazione: il numero medio di foglie emesse per germoglio varia da un minimo di 0,01 per TOBO a un massimo di 3,58 per FIMA, seguito da PANI con 2,48. I restanti vigneti si collocano in posizione intermedia con valori compresi tra 0,60 e 1,41.



**Figura 3-4: Evoluzione temporale dell'emissione di foglie da parte dei germogli di Verdicchio nei vigneti sotto osservazione.**

Nel quarto rilievo del 19 aprile 2023 (giorno 109), FIMA confermava il suo anticipo fenologico presentando il maggior numero di foglie emesse (4,81), così come TOBO continuava ad essere il vigneto più tardivo in termini di sviluppo dei germogli (appena 0,76

foglie emesse). I restanti vigneti si collocavano su una fascia intermedia con un numero di foglie emesse per germoglio compreso tra 1,86 e 3,53.

Nel quinto rilievo del 26 aprile 2023, giorno 116, nuovamente FIMA confermava il suo anticipo fenologico presentando il maggior numero di foglie emesse (5,99), così come TOBO continuava ad essere il vigneto più tardivo in termini di sviluppo dei germogli (appena 2,56 foglie emesse). I restanti vigneti, che pure avevano evidenziato differenze nella lunghezza dei germogli, si collocavano su una fascia intermedia con un numero di foglie emesse per germoglio compreso tra 3,58 e 4,77.

Nel sesto gruppo di rilievi, condotto il 3 e il 4 maggio 2023 (giorni 123 e 124), FIMA presentava in media 7,83 foglie per germoglio, nuovamente il valore più alto tra le parcelle, mentre TOBO continuava ad essere il vigneto con i germogli provvisti del più basso numero di foglie (3,81) a conferma di un ritardo fenologico che non era ancora stato recuperato.

Il settimo rilievo, condotto il 9 maggio 2023, giorno 129, pur confermando l'anticipo fenologico di FIMA (9,84 foglie emesse/germoglio) e il ritardo di TOBO (5,19 foglie emesse/germoglio) mostra alcune novità: POLI ha rallentato il suo sviluppo ed è stata quasi aggiunta da TOBO; PANI, RIZO e SAMA cominciano a presentare uno sviluppo leggermente superiore (7,24-8,14 foglie emesse/germoglio) di quello di FOGÉ, RIPE e ROSS (6,05-6,28 foglie emesse/germoglio).

Le tre settimane successive al rilievo del 9 maggio vedono un buon ritmo di emissione delle foglie in tutti i vigneti fatta eccezione per POLI, che al rilievo del 30 maggio 2023 (giorno 150) ha mostrato una media di sole 8,44 foglie emesse per germoglio. Alla stessa data, il numero delle foglie emesse per germoglio ha raggiunto 16,24 unità per FIMA, seguito da PANI, RIZO e SAMA con 13,26-13,75 unità, che presentano livelli un poco più alti di quelli di FOGÉ, RIPE, ROSS e TOBO (10,11-11,91 foglie emesse/germoglio). Pertanto, si può affermare che alla fine di maggio TOBO ha recuperato il ritardo fenologico che aveva nei confronti di FOGÉ, RIPE e ROSS.

Nelle prime due settimane di giugno lo sviluppo dei germogli è stato seguito in tutte le parcelle che non avevano subito danni da grandine (i rilievi di giugno non sono stati considerati nel caso dei tre vigneti grandinati: FOGÉ, RIPE e SAMA). All'ultimo rilievo effettuato il 12 e il 13 giugno 2023 FIMA continuava ad avere i germogli dotati del maggior numero di foglie (20,7) seguito dal gruppo PANI e RIZO (18,1-18,2). ROSS e TOBO avevano germogli mediamente dotati di 15-16, mentre POLI chiudeva con appena 11 foglie (Fig.3-2).

Al termine delle attività di rilievo emerge che i vigneti FIMA, PANI, RIZO e SAMA sono stati i più vigorosi e rapidi nello sviluppo fenologico, confermando quanto osservato fin dai

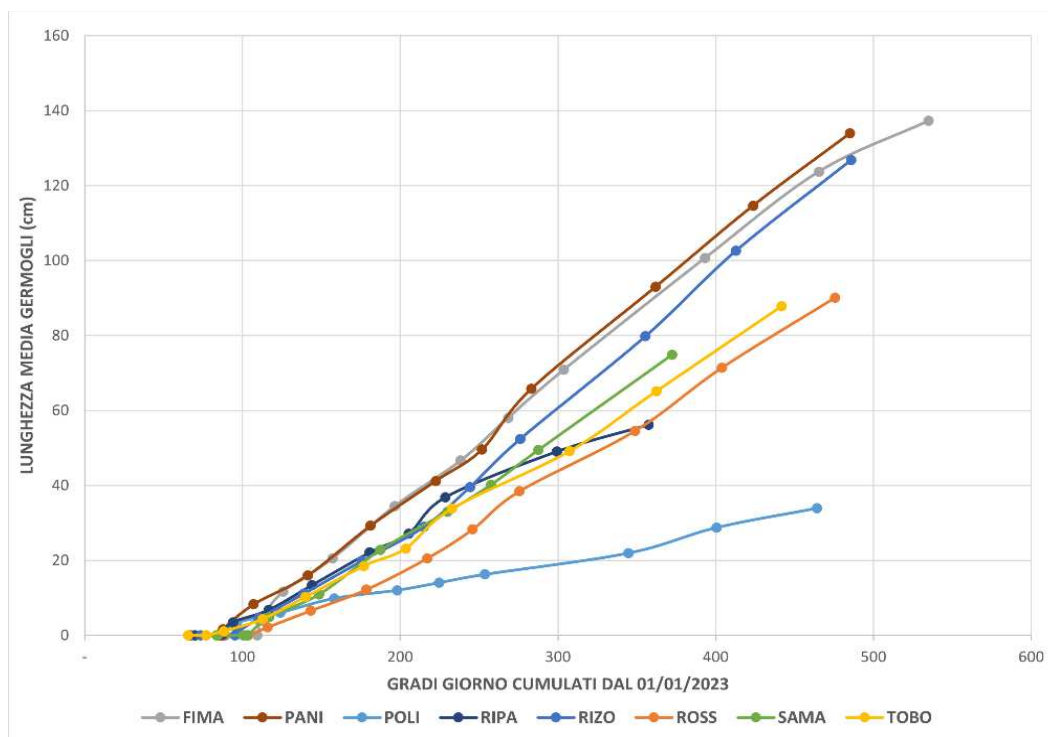
primi rilievi. TOBO, FOGE e ROSS hanno mostrato meno vigoria, mantenendo ritmi di sviluppo minori ma comunque seguendo lo stesso andamento della crescita dei vigneti più anticipati. RIPA, invece, dopo un inizio simile alle altre parcelle del gruppo “meno vigoroso”, dal rilievo del giorno 142 ha iniziato a modificare il suo andamento, mostrando un calo del tasso di accrescimento, sia relativo all’allungamento dei germogli che all’emissione delle foglie; ciò è stato probabilmente dovuto al sopraggiungere di difficoltà nell’assorbimento radicale, dovute a una condizione di asfissia radicale. La parcella, infatti, sembrerebbe trovarsi in un punto dove il livello di falda risulta essere molto vicino alla superficie: anche a distanza di una settimana dall’ultima pioggia l’acqua ristagnava sul suolo, questo ha fatto sì che per tutto il mese di maggio e giugno il terreno non si è mai asciugato. Inoltre, in quelle settimane, il vigneto è stato fortemente colpito dalla Peronospora, che, oltre a seccarne molti grappoli, ha quasi interamente colpito la fascia fogliare basale, riducendone la superficie fotosintetizzante. L’andamento dell’accrescimento di POLI è stato inizialmente ambiguo: lo sviluppo fenologico è stato relativamente rapido, classificandosi come la quarta parcella a superare fase E, nel giorno 100, e mantenendo un numero medio di foglie emesse maggiore alle parcelle del gruppo “meno vigoroso” fino al rilievo del 9 maggio, giorno 129, mentre l’allungamento dei germogli è stato fin da subito estremamente ridotto, inizialmente maggiore solamente a TOBO, che però godeva di disponibilità termiche molto minori. Questa scarsa vigoria può essere imputata alla forma allevamento del vigneto, il Sylvoz, che ha determinato un’eccessiva arcuatura dei capi a frutto, che risultavano essere in posizione verticale, come osservabile nella Figura 3-2, ma sicuramente anche ad una condizione di scarsa fertilità che molto probabilmente attanaglia il suolo del vigneto; infatti, neanche i germogli posti in curva, esenti dal condizionamento della piegatura del capo a frutto, mostravano segni di vigoria.

### **3.3 Allungamento dei germogli ed emissione delle foglie in funzione dell’accumulo termico**

Come enuncia la legge di Liebig o legge del fattore minimo, la crescita vegetale è controllata e regolata non dall’ammontare di tutti i fattori disponibili, ma dalla disponibilità del fattore presente in minor quantità, ovvero il fattore limitante. Nella fase di accrescimento dei germogli, assumendo che la dotazione di micro e macro elementi nel suolo sia ottimale, il fattore limitante può essere individuato nella disponibilità idrica e nella temperatura. Nei primi sei mesi del 2023 le abbondanti precipitazioni hanno fatto sì che le viti non abbiano sofferto carenze di acqua in grado di influenzare l’accrescimento dei germogli; ne risulta quindi che la temperatura abbia svolto il ruolo di fattore limitante, regolando i ritmi di differenziazione degli

apici meristematici e d'allungamento degli internodi, ovvero l'accrescimento del germoglio. Ciò risulta vero fino alla fioritura e allegagione, quando lo sviluppo degli acini inizia a consumare carboidrati, sottraendoli allo sviluppo vegetativo; questa variazione negli equilibri interni della pianta va' a modificare il rapporto tra crescita vegetativa e temperatura, che non risulta più essere il solo fattore limitante. Il modello dell'accumulo dei gradi giorno (GG) dal 1 gennaio è un utile strumento per registrare e conteggiare tutte quelle temperature in grado di sostenere i processi di sviluppo vegetativo nelle viti.

L'evoluzione della lunghezza dei germogli in funzione del cumulo termico in GG è riportata in Figura 3-5, dal cui esame emerge chiaramente che, come era nelle attese, il limitato allungamento dei germogli del vigneto POLI non può essere imputato ad una limitazione termica, ma ad un insieme di altri fattori che riguardano la tecnica colturale sia per quel che attiene la gestione della chioma, sia per quel che riguarda la gestione del suolo e dei nutrienti. L'evoluzione della lunghezza dei germogli in funzione dell'accumulo termico assume un andamento quasi lineare in tutte le parcelle con una sola eccezione di RIPA, per la quale si evidenzia un cambio di pendenza dopo il superamento dei 200 GG, dovuto all'insorgere di altri fattori limitanti, che sono andati a modificare la relazione tra temperatura e allungamento dei germogli.



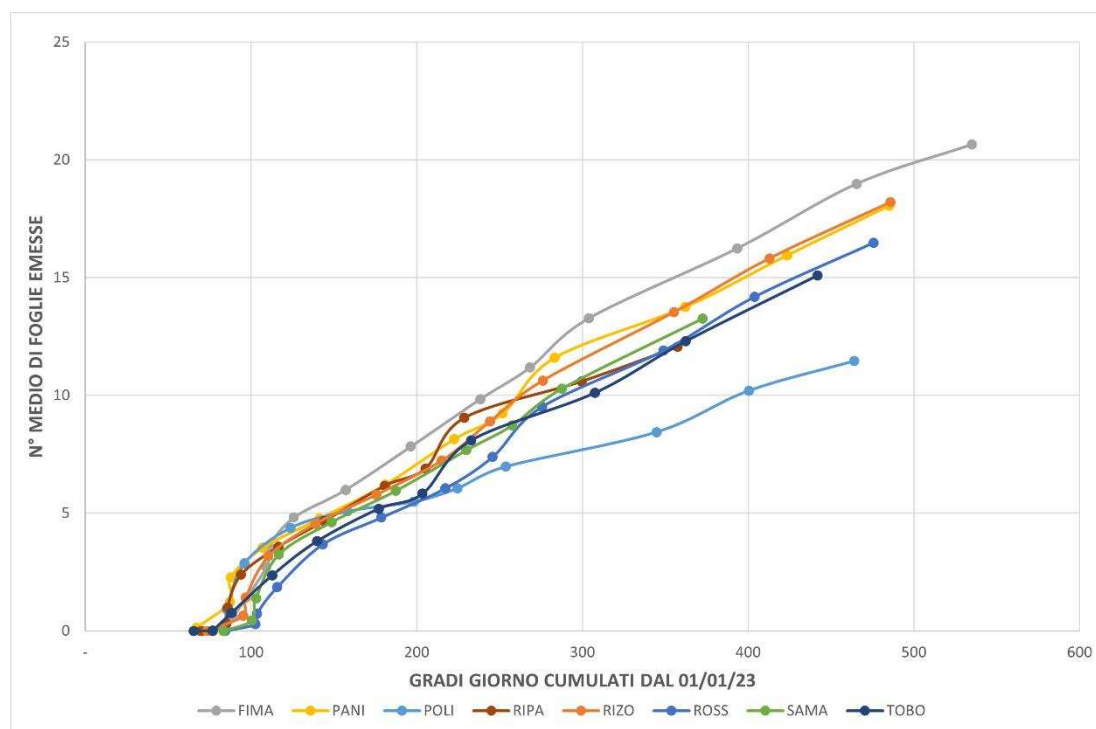
**Figura 3-5: Evoluzione della lunghezza dei germogli di Verdicchio in funzione del cumulo termico in GG.**

La differente vigoria delle parcelle è rappresentata visivamente in Figura 3-5 dalla pendenza delle linee, ed è la variante che esprime e modula la relazione tra l'andamento termico e l'accrescimento dei germogli. A parità di GG cumulati, il vigneto più vigoroso sarà più avanti nella crescita dei germogli, mentre il meno vigoroso sarà più arretrato. L'inizio dell'allungamento dei germogli è avvenuto a valori di circa 90 – 100 GG cumulati, che corrisponde con quanto richiesto dalle parcelle per completare il superamento della fase E, ovvero il termine del germogliamento. Le parcelle FIMA e PANI, che avevano viti più vigorose, si sono discostate dalle altre già a partire da 110-120 GG; a parità di cumulo termico, PANI, ha mostrato lunghezze medie del germoglio superiori a quelle di FIMA, che era stato il vigneto con le disponibilità termiche più elevate. RIZO, i cui germogli avevano raggiunto all'ultimo rilievo una lunghezza di poco inferiore a quella di PANI e FIMA presenta pendenze che lo avvicinano ai due vigneti più vigorosi, ovvero PANI e FIMA.

La valutazione della lunghezza media dei germogli raggiunta con la medesima disponibilità termica, fissata a 400 GG, consente di caratterizzare il vigore esistente nei vigneti liberando il campo dagli effetti delle diverse disponibilità termiche degli stessi. POLI presenta una vigoria molto bassa con germogli lunghi di appena 29 cm di lunghezza dopo avere accumulato 400 GG. Con la medesima disponibilità termica RIPA tocca i 60 cm, mentre ROSS raggiunge i 70 cm, poco al di sotto dei 75 cm di TOBO. ROSS e TOBO possono essere considerati vigneti di vigoria medio-bassa. La ridotta vigoria della parcella ROSS va a confermare le osservazioni precedentemente fatte riguardo la sua arretratezza nello sviluppo, nonostante le discrete disponibilità termiche, che l'hanno fatta associare nella crescita alle parcelle a sud dell'Esino, caratterizzati da T minori. I vigneti PANI, FIMA e RIZO possono essere considerati di vigore medio-alto avendo raggiunto una lunghezza media del germoglio di 97-107 cm a fronte di un cumulo termico di 400 GG. È chiaramente visibile dalla Figura 3-5 il cambio di pendenza nell'ultimo segmento della rappresentazione di FIMA, che corrisponde al calo della velocità di allungamento dei germogli che si registra dopo l'allegagione.

L'andamento dell'emissione delle foglie da parte dei germogli di Verdicchio è stato messo in relazione con il cumulo termico registrato nei diversi vigneti (Figura 3-6), dal cui esame emerge chiaramente che il limitato allungamento dei germogli del vigneto POLI non può essere imputato ad una ridotta emissione di foglie nelle fasi iniziali dello sviluppo dei germogli, né ad una limitazione termica. Solo dopo aver spiegato le prime 4-5 foglie i germogli del vigneto POLI hanno rallentato l'emissione di nuove foglie in assenza di limitazioni termiche. In generale l'emissione delle prime 4 lamine fogliari avviene con un cumulo termico piuttosto basso, compreso tra 120 e 150 GG.

Dopo avere emesso le prime 4-5 foglie i germogli di Verdicchio proseguono il loro sviluppo emettendo nuove foglie con una progressione lineare in funzione del cumulo termico fin verso la prima settimana di giugno quando il cumulo termico va a collocarsi tra 400 e 500 GG. Nell'anno di indagine, un cumulo termico di 400 GG ha portato i germogli di Verdicchio del vigneto POLI ad emettere circa 10 foglie a fronte delle poco più di 12 di RIPA, delle circa 14 di TOBO e ROSS, delle 15 di RIZO e PANI e delle oltre 16 di FIMA.



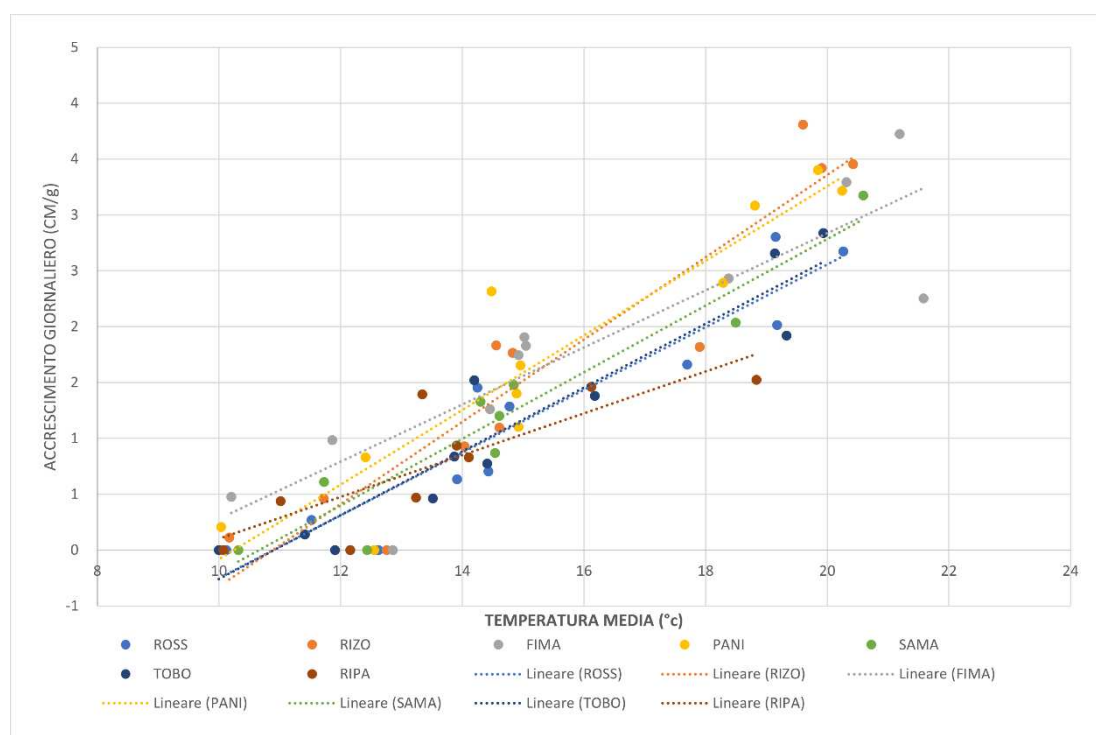
**Figura 3-6: Evoluzione dell'emissione di foglie da parte dei germogli di Verdicchio in funzione del cumulo termico in GG.**

Questi primi risultati sono in parte confortanti per future applicazioni a modelli di simulazione perché mostrano un prevalente andamento lineare sia dell'allungamento dei germogli e dell'emissione delle foglie in funzione del cumulo termico. Tuttavia, esiste una importante variabilità dovuta alle caratteristiche del vigneto e alle tecniche colturali impiegate anche quando si opera su una stessa varietà e con sistemi di allevamento non troppo diversificati. Gestione del suolo, scelte di potatura, epoche di intervento contribuiscono a modificare il ritmo di crescita delle viti e dovranno essere presi in esame. Le condizioni colturali del vigneto influiscono in maniera più blanda sull'emissione delle lamine fogliari rispetto a quanto accade per l'allungamento dei germogli.



### 3.4 Studio delle relazioni tra temperatura media dell'aria e velocità di crescita dei germogli

La quantificazione della relazione che lega temperatura media dell'aria e velocità di allungamento dei germogli è stata condotta attraverso lo studio della regressione e il calcolo dei coefficienti di determinazione (Figura 3-7 e Tabella 3-3). La ridotta crescita dei germogli della parcella POLI ci ha indotto ad escluderla dalle presenti valutazioni, mentre per la parcella RIPA sono stati inseriti solamente i dati fino al rilievo del giorno 142, ovvero fino al momento che ha preceduto il rallentamento della crescita dei germogli.



**Figura 3-7: Relazione tra temperatura media dell'aria e velocità di allungamento dei germogli di Verdicchio nel 2023.**

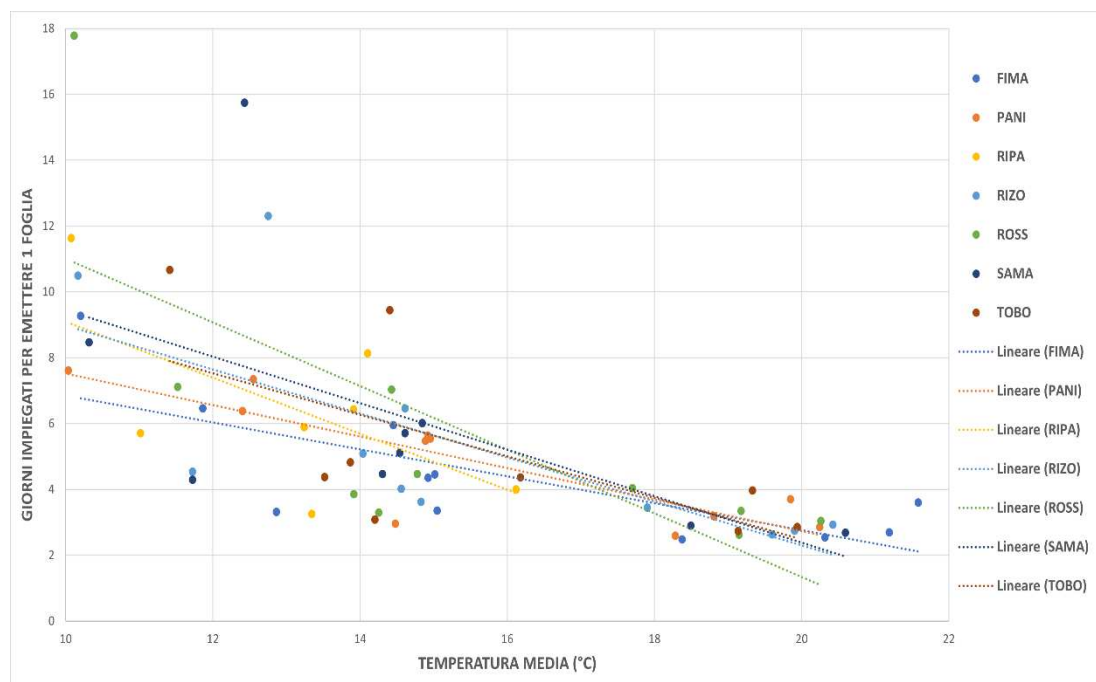
**Tabella 3-3: Equazioni delle rette di regressione ( $y=ax+b$ ) calcolate tra la temperatura media dell'aria ( $x$ ) e la velocità di allungamento dei germogli e coefficiente di determinazione  $R^2$**

	FIMA	PANI	RIPA	RIZO	ROSS	SAMA	TOBO
Coefficiente a	0,2557	0,334	0,2413	0,3682	0,2808	0,2979	0,2854
Coefficiente b	-2,2768	-3,4232	-2,4443	-4,0062	-3,0585	-3,1756	-3,1135
$R^2$	0,78	0,86	0,66	0,89	0,89	0,91	0,90

Il coefficiente angolare (a) rappresenta la pendenza della retta e risulta compreso tra un minimo di 0,2557 per FIMA e un massimo di 0,3682 per RIZO. Le pendenze di ROSS, SAMA e TOBO sono tra loro molto simili (comprese tra 0,2808 e 0,2979) e si collocano in posizione intermedia tra i massimi di RIZO e PANI (0,334) e i minimi di FIMA e RIPA (0,2443). I coefficienti di determinazione R<sup>2</sup> risultano molto elevati, compresi tra 0,86 e 0,91, per 5 vigneti (PANI, RIZO, ROSS, SAMA e TOBO) e più contenuti per FIMA (0,78) e per RIPA (0,66), ma comunque abbastanza elevati da ritenere rappresentativo il modello di regressione lineare.

Per fare un esempio relativo alla parcella SAMA: un incremento di 1 °C della temperatura media dell'aria ci fa presumere un incremento della velocità di allungamento dei germogli di +0,30 cm/giorno. Il coefficiente di determinazione è invece un indice che viene utilizzato per verificare la validità di un modello di regressione lineare: più è prossimo a 1 più il modello risulta predittivo verso i valori attesi, che in questo specifico caso significa poter predire i valori della velocità d'allungamento conoscendo la temperatura media dell'aria.

Analogamente a quanto fatto per la velocità di allungamento, è stata studiata la relazione che esiste tra temperatura media dell'aria e tempo necessario affinché venga emessa una lamina fogliare (Figura 3-8 e Tabella 3-4). Nuovamente, la ridotta crescita dei germogli della parcella POLI ci ha indotto ad escluderla dalle presenti valutazioni, mentre per la parcella RIPA sono stati inseriti solamente i dati fino al rilievo del giorno 142, ovvero fino al momento che ha preceduto il rallentamento della crescita dei germogli.



**Figura 3-8: Relazione tra temperatura media dell'aria e velocità emissione delle foglie di Verdicchio nel 2023.**

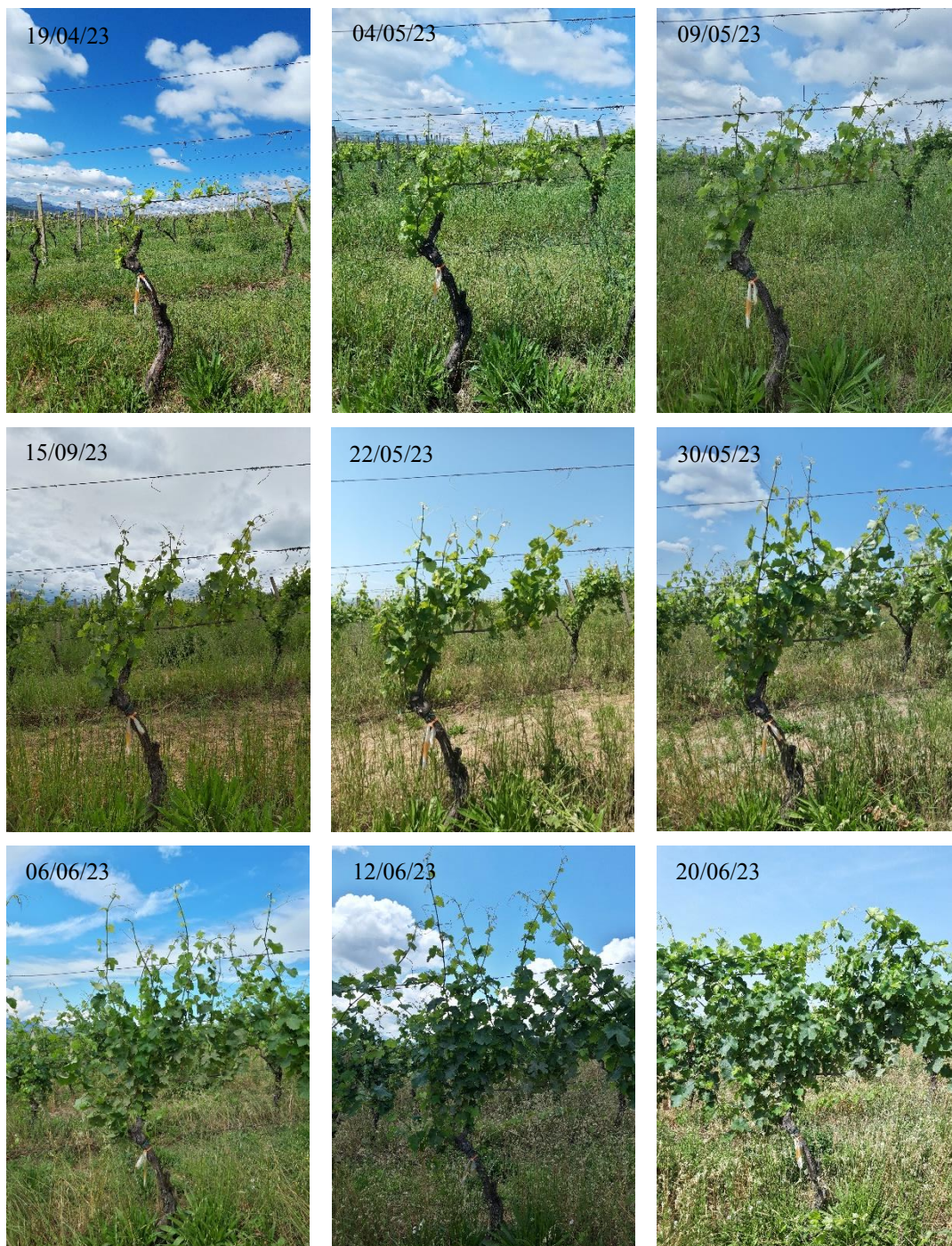
**Tabella 3-4: Equazioni delle rette di regressione ( $y=ax+b$ ) calcolate tra la temperatura media dell'aria ( $x$ ) e la velocità di emissione delle foglie e coefficiente di determinazione  $R^2$**

	FIMA	PANI	RIPA	RIZO	ROSS	SAMA	TOBO
Coefficiente a	-0,4089	-0,4782	-0,8505	-0,6683	-0,9667	-0,706	-0,6315
Coefficiente b	10,946	12,3	17,595	15,662	20,675	16,502	15,11
$R^2$	0,57	0,73	0,38	0,51	0,53	0,32	0,44

In questo caso il coefficiente angolare delle rette di regressione risulta compresa tra -0,4089 (FIMA) e -0,9667 (ROSS), mostrando una variabilità maggiore, riscontrabile anche nei valori assunti dall'incetta (coefficiente b). I coefficienti di determinazione  $R^2$  assumono valori tra un massimo di 0,73 (PANI) e un minimo di 0,32 (SAMA) e anche TOBO e RIPA hanno valori inferiori a 0,50, indici di una ridotta rappresentatività della regressione lineare.

### **3.5 Monitoraggio dello sviluppo della chioma**

I vigneti oggetto di indagine sono stati fotografati sistematicamente per ottenere una rappresentazione visiva dello sviluppo della chioma delle viti e mantenere una traccia delle condizioni del vigneto al momento dei rilievi. Per ogni vigneto sono state selezionate 9 date e le immagini sono state organizzate in un'unica Figura per poter seguire l'evoluzione di ciascuna parcella; le date in cui sono state scattate le foto sono indicate in sovrimpressioni. Le immagini relative all'evoluzione della crescita della chioma di ogni vigneto vengono riportate alle Figure da 3-9 a 3-17.



***Figura 3-9: sviluppo della chioma di una vite nella parcella FIMA***





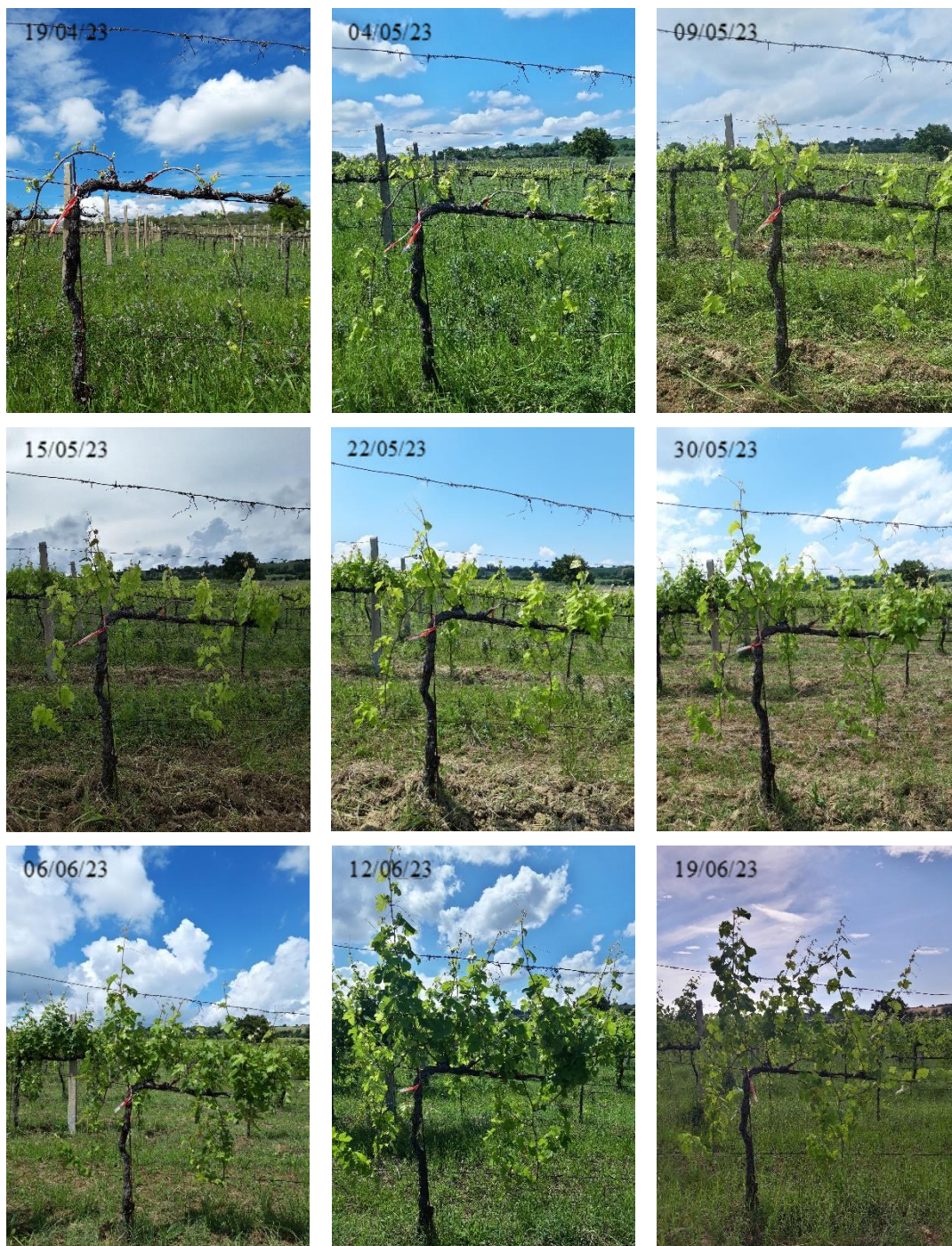
**Figura 3-10: sviluppo della chioma di una vite nella parcella FOGE**





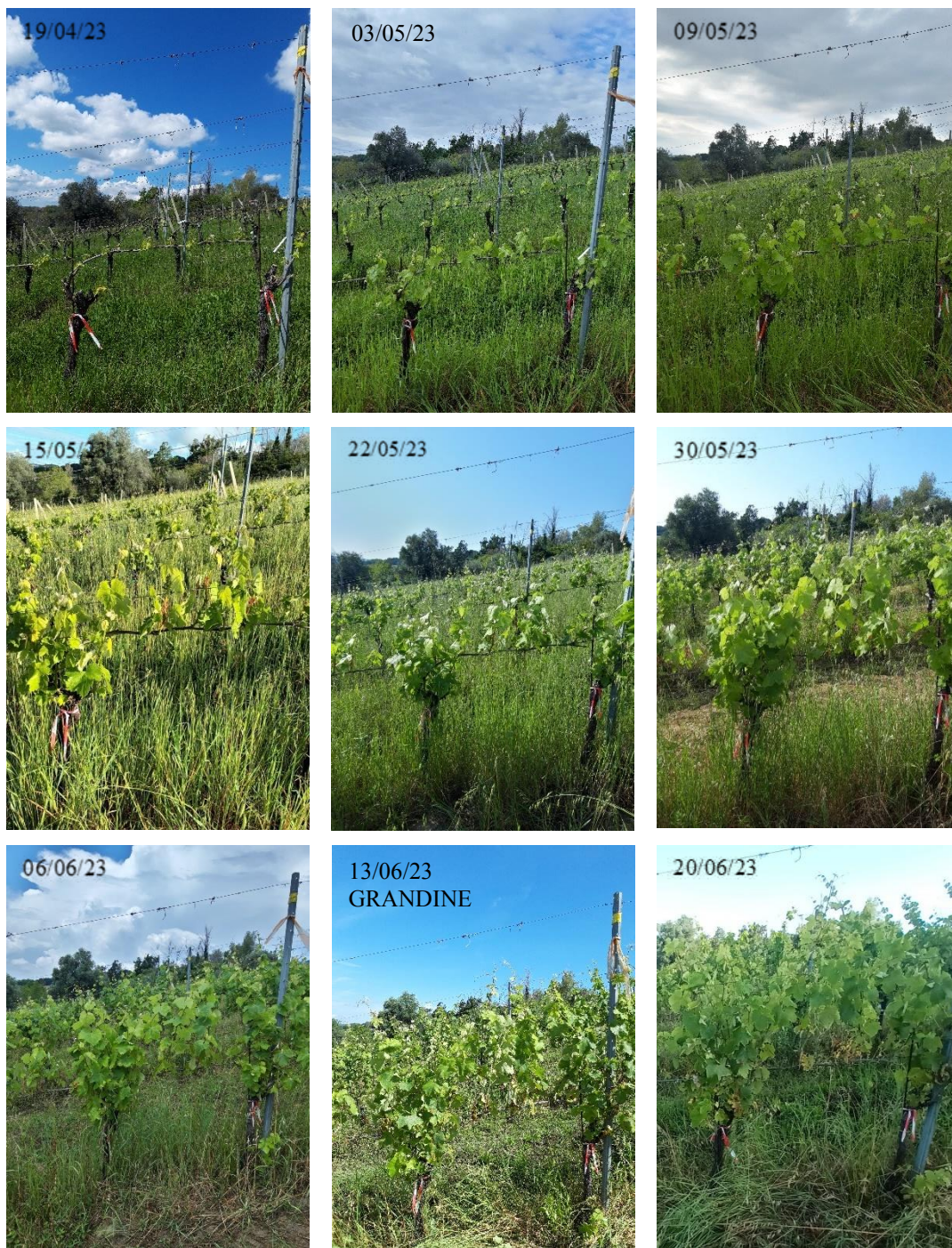
*Figura 3-11: sviluppo della chioma di una vite nella parcella PANI*





***Figura 3-12: sviluppo della chioma di una vite nella parcella POLI***





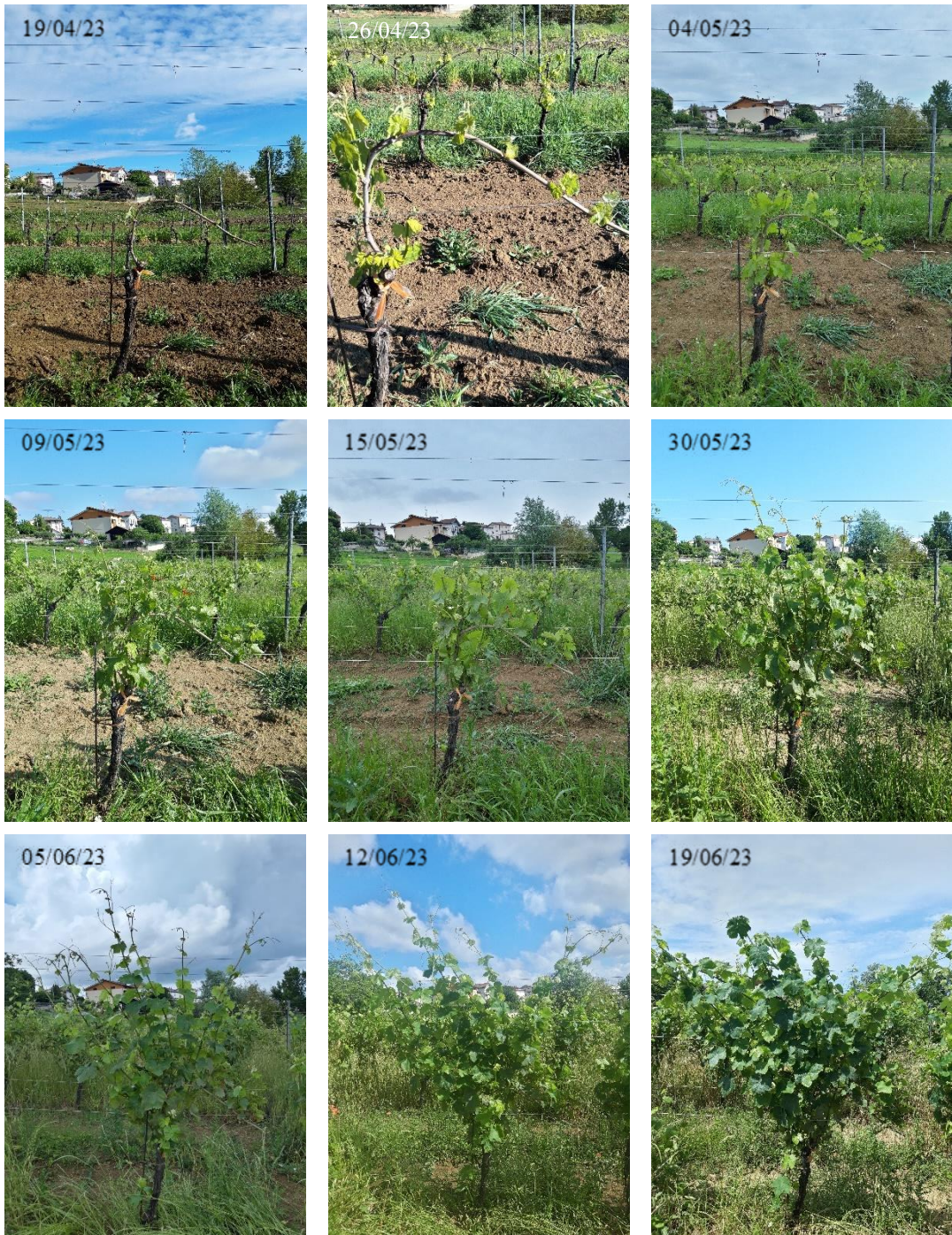
***Figura 3-13: sviluppo della chioma di una vite nella parcella RIPA***





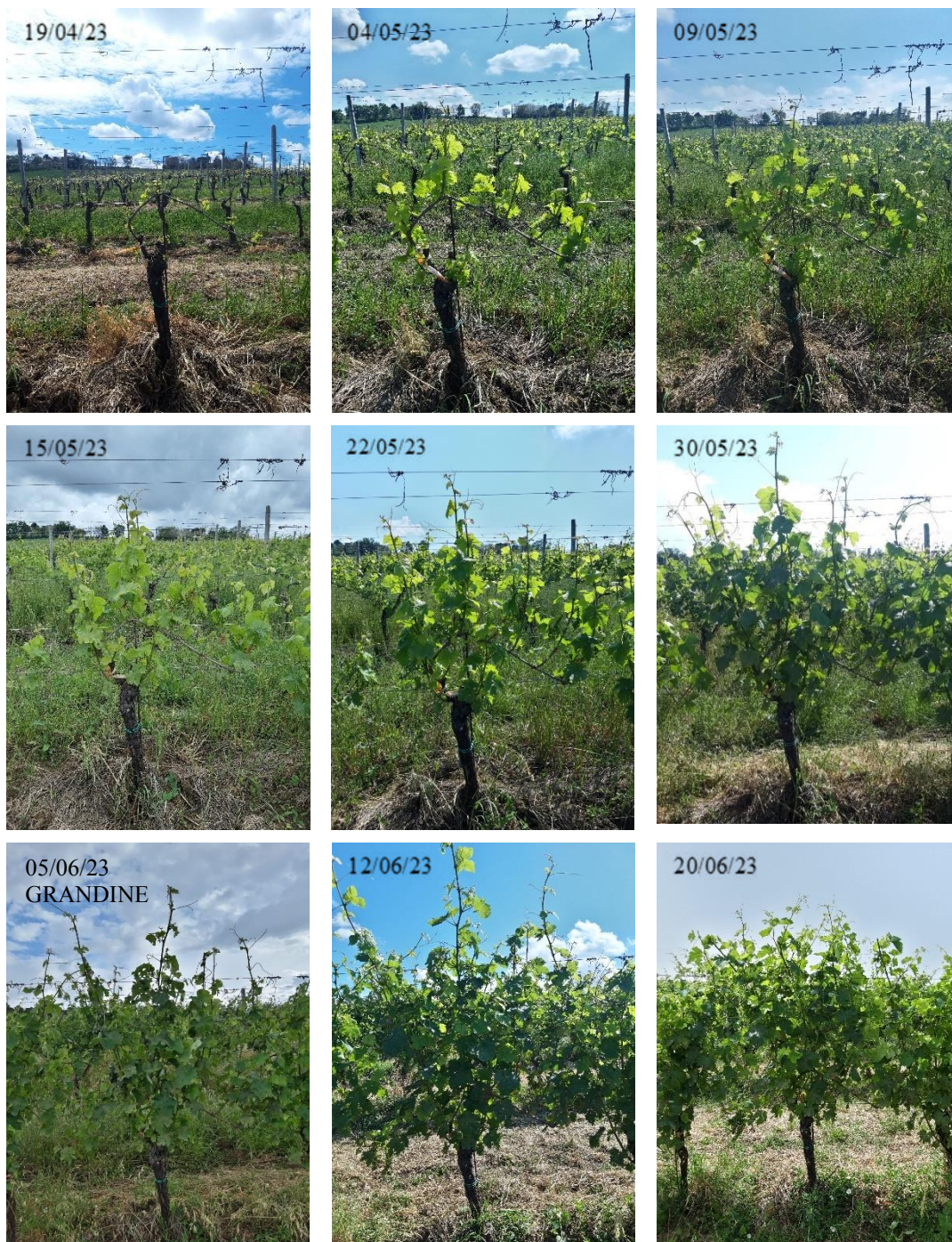
***Figura 3-14: sviluppo della chioma di una vite nella parcella RIZO***





***Figura 3-15: sviluppo della chioma di una vite nella parcella ROSS***





***Figura 3-16: sviluppo della chioma di una vite nella parcella SAMA***





***Figura 3-17: sviluppo della chioma di una vite nella parcella TOBO***

## CONCLUSIONI

L'attività di rilievo ed elaborazione dei dati svolta su 9 parcelle di Verdicchio nell'area della denominazione Castelli di Jesi nel 2023 ha permesso di individuare molteplici sviluppi e andamenti possibili nella crescita e nella fenologia per questa varietà, sempre più importante nel panorama vitivinicolo nazionale e internazionale, e quindi meritevole di uno studio sempre più approfondito e mirato. Inoltre, la caratterizzazione climatica effettuata nei vigneti esaminati ha permesso di evidenziare i differenti andamenti meteorologici all'interno dell'area dei Castelli di Jesi. Queste differenze ambientali influiscono pesantemente sullo sviluppo vegetativo della vite, e quindi sull'uva, fino a poter essere ritrovate nel vino, dove vanno a confluire all'interno di quelle specificità territoriali racchiuse all'interno del termine "Terroir". I dati raccolti durante il monitoraggio del germogliamento e dell'accrescimento dei germogli nella stagione 2023 hanno mostrato una grande variabilità tra i vigneti esaminati e, a seguito del confronto con i dati meteorologici, hanno dimostrato una chiara dipendenza dall'andamento termico. Questa relazione è stata valutata separatamente per l'allungamento dei germogli e per la formazione delle foglie, due processi distinti ma entrambi concorrenti alla crescita e allo sviluppo fenologico viti.

L'allungamento dei germogli della varietà Verdicchio risulta essere fortemente influenzato dal livello di vigoria delle piante e, in base a esso, sviluppa una relazione lineare con l'andamento termico, che ne regola gli incrementi secondo una correlazione costante, fino al periodo pre fioritura e allegagione; ciò è stato confermato anche dalla regressione lineare applicata al grafico della velocità d'allungamento associata alla temperatura media (Figura 3-7), in cui i valori di  $R^2$  si sono mostrati sufficientemente elevati da poter affermare che la temperatura svolge un ruolo primario nella determinazione della velocità d'allungamento del germoglio, secondo una relazione lineare.

L'emissione delle foglie per la varietà Verdicchio risulta essere sempre fortemente legata all'andamento termico, ma le minori differenze tra i valori delle parcelle ne indicano una minore dipendenza dal livello di vigoria delle viti, che è comunque apprezzabile seppur non ai livelli dell'allungamento. Emerge quindi come l'andamento fenologico sia più strettamente determinato dall'andamento termico. Dallo studio della regressione lineare del grafico che

associa le velocità di emissione fogliare con le temperature medie emerge una maggiore variabilità tra le parcelle e anche tra i dati della singola parcella, che restituiscono coefficienti di determinazione con valori tali da non permettere di riconoscere una relazione lineare tra le i dati. Ciò non significa che la temperatura non svolge una funzione regolatrice sul processo di formazione delle foglie, ma semplicemente che, in questi casi analizzati, la relazione esistente non è lineare.

La quantificazione di come la temperatura influisce sull'accrescimento del germoglio ha permesso di ottenere dati che, se verranno arricchiti e confermati con le osservazioni degli anni futuri, potranno fungere da base per lo sviluppo di modelli previsionali della crescita vegetativa, aggiungendosi agli strumenti a disposizione dei viticoltori per migliorare e rendere più efficaci le loro scelte gestionali. Inoltre, il cambiamento climatico sta modificando gli andamenti meteorologici annuali, che sempre più spesso mostrano forti discrepanze con i dati attesi e sono caratterizzati da eventi estremi; in questa situazione in continua trasformazione è importante conoscere e saper prevedere gli effetti dell'andamento termico sulla varietà, il Verdicchio in questo caso.

Infine, ciò che emerge è anche la grande variabilità climatica e geografica all'interna alla zona dei Castelli di Jesi, variabilità che dev'essere studiata, capita, conosciuta e "coltivata", attraverso lo studio di come il Verdicchio reagisce all'ambiente, con l'obiettivo di comprendere la vocazione di ogni singola sottozona e poter ambire a portare in cantina l'uva migliore, da vinificare nel modo più giusto per poter ottenere il prodotto migliore: tanti vini, tante interpretazioni, tanti Castelli che contribuiscono a far grande il Verdicchio dei Castelli di Jesi.

## SITOGRAFIA

[www.imtdoc.it](http://www.imtdoc.it)

[www.catalogoviti.politicheagricole.it](http://www.catalogoviti.politicheagricole.it)

[www.valoritalia.it](http://www.valoritalia.it)

[www.app.protezionecivile.marche.it](http://www.app.protezionecivile.marche.it)