

**PROGETTO PER INTERVENTI A SOSTEGNO DEI
PROCESSI DI INNOVAZIONE ORGANIZZATIVA E DI
PROCESSO PRODUTTIVO NEL SETTORE DELLA
COOPERAZIONE AGRICOLA E NEI CONSORZI
FORESTALI**

ACRONIMO DEL PROGETTO

CILIEGIOLO

TITOLO DEL PROGETTO

**Effetto dell'ambiente pedoclimatico di coltivazione sulla
qualità del vino da uve Ciliegiole prodotte in Maremma**

**Numero Istanza: N.
2022RTCOOPF00000007242604920000000001**

CUP ARTEA: 1158245

Sommario	
RELAZIONE TECNICO SCIENTIFICA.....	3
<i>Attività 2 “Caratterizzazione viticolo-climatica”</i>	3
Premessa	3
I dati meteorologici	3
Gli indici viticolo-climatici	4
Inquadramento dell’area di studio nel contesto italiano	6
La variabilità meteo-climatica nella serie storica	15
Le differenze fra i siti di studio	20
Conclusioni	29
<i>Azione 3 - gestione dei vigneti e campionamento delle uve</i>	31
<i>Azione 4 - Vinificazione delle uve e affinamento dei vini</i>	31
<i>Azione 5 - Analisi chimico-fisiche, chimiche, microbiologiche e sensoriali.</i>	32
5.1 <i>Analisi chimico-fisica del suolo</i>	32
5.2 <i>Analisi della maturità tecnologica e fenolica delle uve di Ciliegolo prodotte nei vigneti selezionati, loro vinificazione e affinamento dei vini ottenuti</i>	35
I metodi:	35
Risultati analisi maturità tecnologica e fenolica delle uve	35
Risultati delle analisi degli antociani e dei composti fenolici non antocianinici delle uve	44
5.3 <i>Analisi chimiche, microbiologiche e sensoriali sui vini.</i>	52
I metodi	52
Risultati delle analisi condotte sui vini alla svinatura	52
Risultati delle analisi effettuate sui vini in affinamento	65
Analisi sensoriali sui vini ottenuti	66
<i>Conclusioni</i>	68
<i>Attività 6: Disseminazione dei risultati ottenuti.</i>	68
La presenza online	68
Gli Eventi	70
Altre attività di comunicazione	70

RELAZIONE TECNICO SCIENTIFICA

Attività 2 “Caratterizzazione viticolo-climatica”

Premessa

L’area di studio è caratterizzata da un clima mite mediterraneo che impatta sul ciclo vegeto-produttivo della vite, determinando un anticipo delle fasi fenologiche. Il cilieggiolo si colloca fra i vitigni a maturazione abbastanza precoce. Ne risulta che molti dei descrittori delle caratteristiche agroclimatiche, utilizzati per la viticoltura in Centro-Nord Italia e nel resto d’Europa siano temporalmente inadeguati in quanto considerano la stagione vegeto produttiva fra aprile e ottobre o aprile e settembre.

Nel caso del Cilieggiolo risulta corretto comprendere il ciclo fra marzo e agosto, in considerazione anche del fatto che negli ultimi anni, a fronte del riscaldamento globale, la maturazione piena si verifica attorno ai primissimi di settembre.

I dati meteorologici

Per l’inquadramento agroclimatico sono state utilizzate tre differenti fonti di dati:

- **5 stazioni termoigrometriche** collocate presso altrettanti vigneti nell’areale maremmano, con acquisizione di dati orari, per il periodo luglio 2023 – settembre 2025;
- **4 stazioni termo-pluviometriche** della Regione Toscana con dati giornalieri di temperatura minima, massima e precipitazioni, per il periodo 1990-2025;
- **dati di reanalisi** giornalieri del database europeo Era5.

Le stazioni del Servizio Idrologico Regionale (SIR) della Regione Toscana impiegate nel presente studio sono state scelte in maniera da rappresentare l’area costiera e la collina interna. Le stazioni utilizzate sono state:

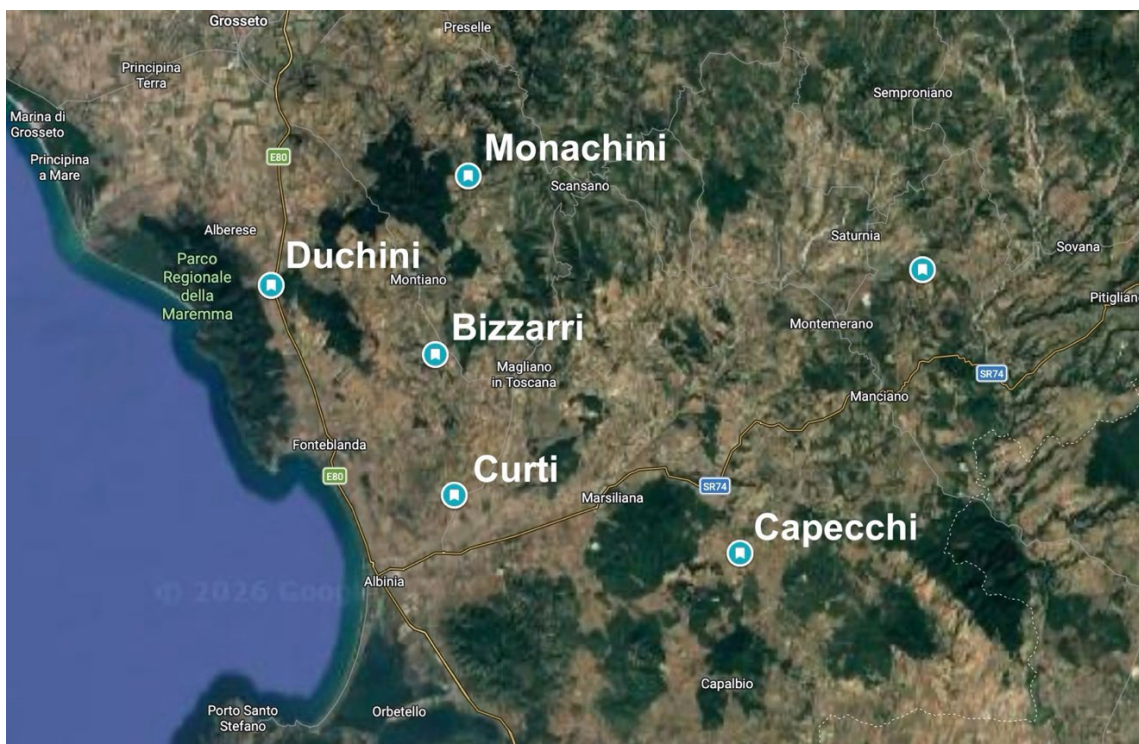
- Rispescia
- Capalbio
- Pitigliano
- Pomonte



Posizione delle stazioni meteorologiche della Regione Toscana utilizzate per il presente studio

Le stazioni termoisometriche sono state collocate l'11 luglio 2023 presso i seguenti vigneti:

- Duchini (42.639261, 11.130716)
- Monachini (42.691075, 11.258231)
- Bizzarri (42.607661, 11.237114)
- Curti (42.541879, 11.249339)
- Capecchi (42.514734, 11.430801)



Posizione delle stazioni termo-igrometriche collocate presso i 5 vigneti oggetto dello studio

L'analisi agroclimatologica si è basata su 2 criteri principali:

- Un'analisi della variabilità temporale che ha l'obiettivo di mettere in evidenza i trend temporali di variazioni dei principali indicatori, basandosi su serie storiche.
- Un'analisi spaziale volta a collocare l'areale di studio nel contesto italiano e a rilevare le differenze fra i 5 siti di studio.

Gli indici viticolo-climatici

La somma delle temperature attive (STA)

La lunghezza del ciclo di una pianta può essere misurata in termini di “necessità termiche”, essendo la temperatura dell'aria uno dei principali parametri da cui dipendono i processi fisiologici delle piante. Nella forma di calcolo più semplice, il fabbisogno termico necessario per completare il ciclo vegeto-produttivo, dalla germinazione o dal germogliamento alla maturazione, può essere calcolato considerando i gradi giorno (GG) utili per ciascun giorno del ciclo. Nella formula più semplice e più utilizzata i GG si determinano partendo dalla temperatura media giornaliera a cui si sottrae la temperatura base sotto la quale una determinata coltura non cresce e non si sviluppa.

Per la viticoltura, l'indice STA classico è calcolato utilizzando la temperatura base di

10 °C, in accordo con l'indice che Winkler ha usato per la sua classificazione. Sempre appellandosi al sistema utilizzato da Winkler, il periodo considerato è rappresentato dalla stagione vegetativa con decorrenza dall'1 aprile al 31 ottobre. L'indice di Huglin in maniera simile contempla anche le temperature massime e restringe il periodo vegeto produttivo ai mesi compresi fra aprile e settembre.

Per il presente studio sono state calcolate le sommatorie delle temperature attive (STA) per il periodo marzo-agosto.

$$STA = \sum_{\text{germinazione/germogliamento}}^{\text{maturazione}} (T_{\text{media giornaliera}} - T_{\text{base}})$$

Formula della somma delle temperature attive

Le analisi sono state svolte considerando i seguenti periodi:

- marzo –agosto (intero ciclo vegeto-produttivo)
- marzo-giugno (periodo con prevalente attività vegetativa)
- luglio – agosto (periodo di invaiatura e maturazione dell'uva)
- 11 luglio – 07 settembre (periodo invaiatura-maturazione considerando i dati disponibili per il 2023)

Le temperature massime (Tmax)

Le elevate temperature sono causa di varie manifestazioni fisiologiche non desiderate per molte specie vegetali. Per molti vitigni la soglia critica è rappresentata da 33-34°C che sono causa dell'aumento dei fenomeni ossidativi, aumento del tasso di respirazione e decremento dell'efficienza fotosintetica, proporzionali all'ampiezza dello scostamento della temperatura dai valori normali. Per considerare tale fenomeno si può utilizzare come indicatore il n° di giorni in cui le temperature massime eguagliano o superano le soglie critiche.

Le analisi sono state svolte considerando i seguenti indici:

- Tmax massima (dell'intero ciclo vegeto-produttivo)
- Tmax media di agosto (periodo maturazione)
- n° di giorni con Tmax > 30°C (dell'intero ciclo vegeto-produttivo)
- n° di giorni con Tmax > 33°C (dell'intero ciclo vegeto-produttivo)
- n° di giorni con Tmax > 33°C (periodo 11 luglio – 07 settembre)
- n° di giorni con Tmax > 35°C (periodo 11 luglio – 07 settembre)

Le temperature minime (Tmin)

Le temperature minime rappresentano un indice della temperatura notturna e sono importanti in quanto nei periodi molto caldi, come durante le ondate di calore, quando le piante sono sottoposte a forte stress evapotraspirativo durante le ore diurne, la temperatura notturna rappresenta un fattore chiave per la capacità di ristabilire una normale attività fisiologica.

L'analisi delle temperature minime (Tmin) è stata svolta considerando i principali indici agroclimatici influenti sul ciclo della vite. In particolare, sono stati presi in considerazione:

- Tmin massima registrata;
- Tmin media del mese di agosto;
- n° di giorni con Tmin > 20°C (notti tropicali) nel periodo luglio-agosto;
- n° di giorni con Tmin > 22°C (notti tropicali) nel periodo luglio-agosto;
- n° di giorni con Tmin > 20°C (notti tropicali) (periodo 11 luglio – 07 settembre)
- n° di giorni con Tmin > 22°C (notti tropicali) (periodo 11 luglio – 07 settembre);

La somma delle escursioni termiche (SET)

Il valore di questo indice è ottenuto dalla somma delle differenze tra i valori massimi e minimi giornalieri delle temperature registrate nelle diverse stazioni meteorologiche. Tale valore assume importanza nei processi di maturazione. Favorisce la traslocazione degli zuccheri dalle foglie agli acini.

Comunemente si usa confrontare i valori registrati nei mesi d'agosto e settembre, periodo nel quale si svolge la maturazione dei grappoli. Nel contesto del Cilieggiolo ci

Lo abbiamo adeguato al ciclo del cilieggiolo e ai dati disponibili calcolandolo per i periodi:

- agosto
- 11 luglio – 07 settembre

$$SET = \sum_{01/08}^{30/09} (t_{\max} - t_{\min})$$

Formula classica utilizzata in viticoltura della somma delle escursioni termiche

La somma delle precipitazioni utili

La sommatoria delle precipitazioni cumulate nei periodi e sottoperiodi del ciclo vegeto-produttivo forniscono un riferimento utile sia per comprendere le dinamiche produttive e qualitative sia per definire meglio gli interventi colturali idonei a far fronte alle differenti stagioni agroclimatiche.

Le precipitazioni cumulate sono state calcolate in funzione del concetto di pioggia utile. Le precipitazioni estreme sono causa sempre più frequente di anomalie fra pioggia caduta in un giorno e acqua disponibile per le colture. A tal fine sono state considerate utili le piogge fino a 30 mm al giorno, evitando di conteggiare i cumulati superiori che spesso non collimano con la capacità d'infiltrazione del suolo e si allontanano per scorrimento superficiale.

Nei tre anni di riferimento le precipitazioni sono state sempre nella media o superiori. In particolare, è possibile evidenziare:

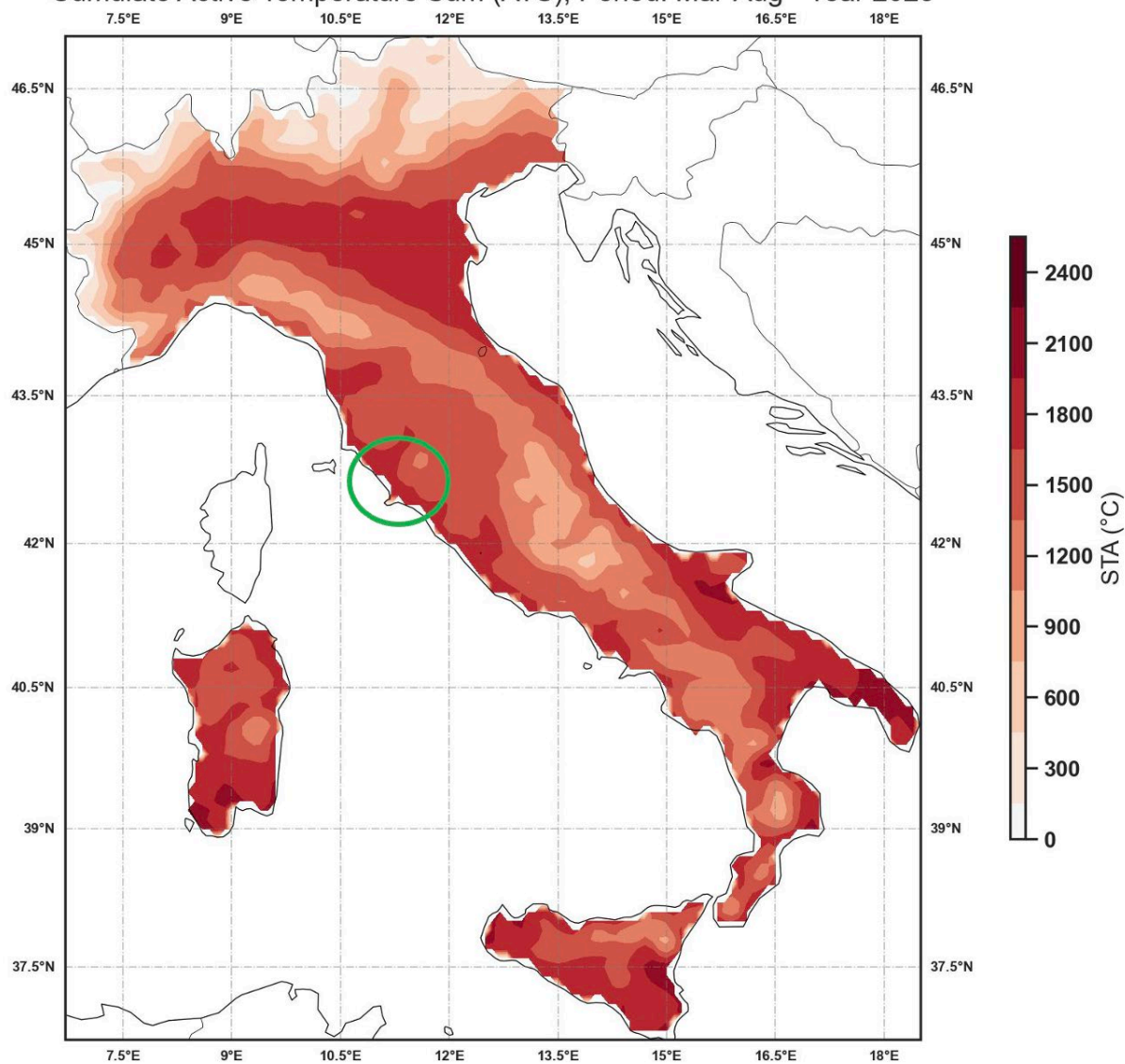
- fra marzo e agosto in collina le precipitazioni sono sensibilmente più abbondanti;
- fra marzo e agosto il 2023 è stato sensibilmente più piovoso rispetto al 2024 e 2025;
- nel periodo prevalentemente vegetativo, fra marzo e giugno, le precipitazioni sono state sopra la media in tutti e 3 gli anni ed in collina sono state sensibilmente più abbondanti che in pianura
- nel periodo prevalentemente produttivo, fra luglio ed agosto, le precipitazioni sono state in media o sopra la media in tutti e 3 gli anni ed in particolare nel 2023 sono state molto abbondanti.

Inquadramento dell'area di studio nel contesto italiano

L'analisi agrometeorologica è stata prevalentemente focalizzata nel periodo vegeto-produttivo marzo-agosto, messo a confronto con il corrispondente periodo climatologico di riferimento (1991-2020). Normalmente in climatologia le anomalie registrate fanno riferimento ad una serie temporale di 30 anni (i 3 decenni precedenti) in quanto su questa si basa la memoria delle nostre attività e le relative risposte degli organismi vegetali ed animali. Le variabili climatiche sono state estratte dal data set geografico, l'ERA5-Land, prodotto dal Copernicus Climate Change Service (C3S) dell'ECMWF. Le informazioni climatiche sono presenti in una griglia con pixel che presentano una risoluzione spaziale di circa 9 km.

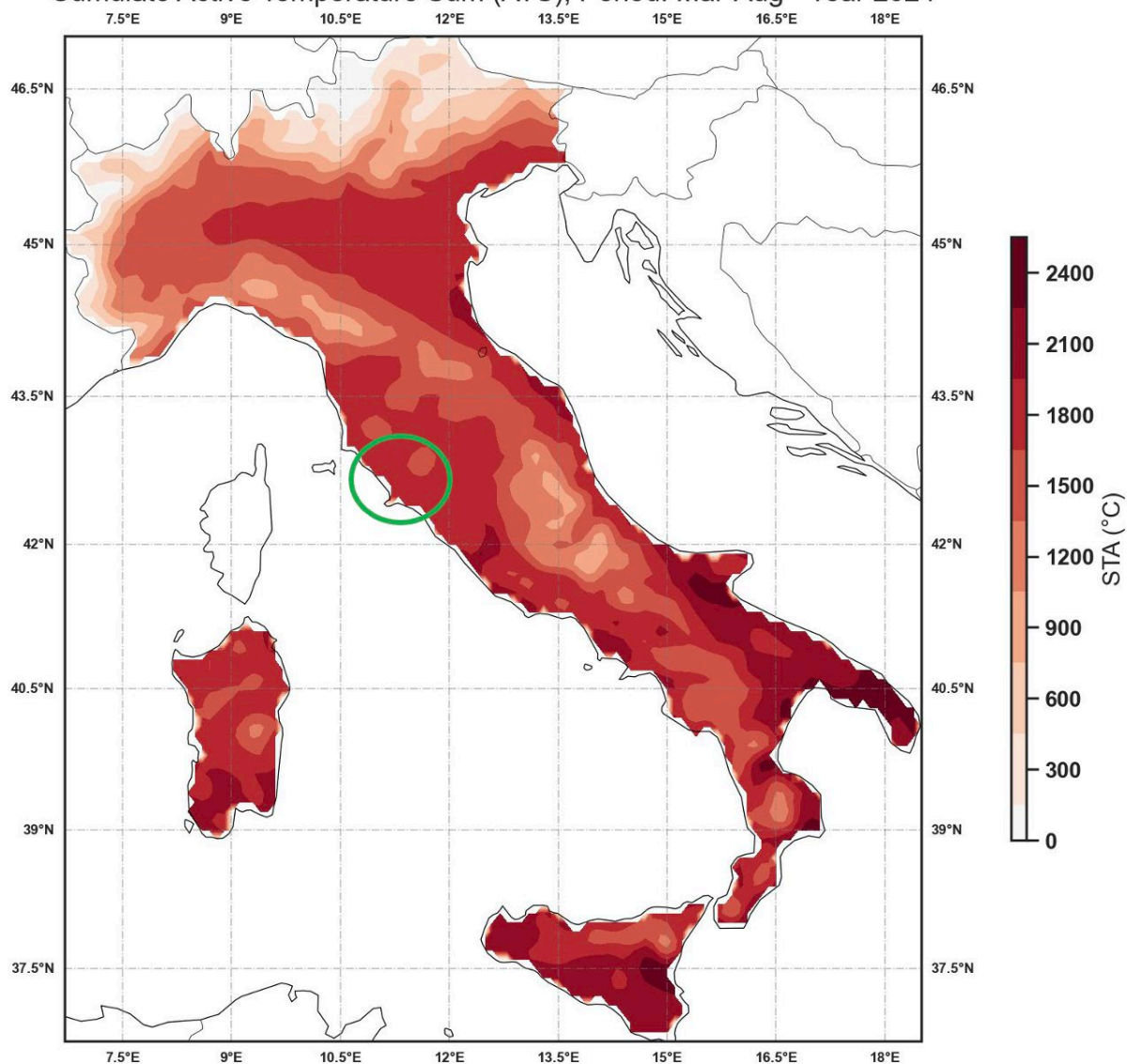
Le STA indicano che la variabilità delle disponibilità termiche varia nei tre anni di studio ed in generale l'area costiera raggiunge valori più elevati. In particolare nel 2024 la fascia dei 1800 gradi giorno (GG) interessa una vasta area anche del territorio collinare.

Cumulate Active Temperature Sum (ATS); Period: Mar-Aug - Year 2023



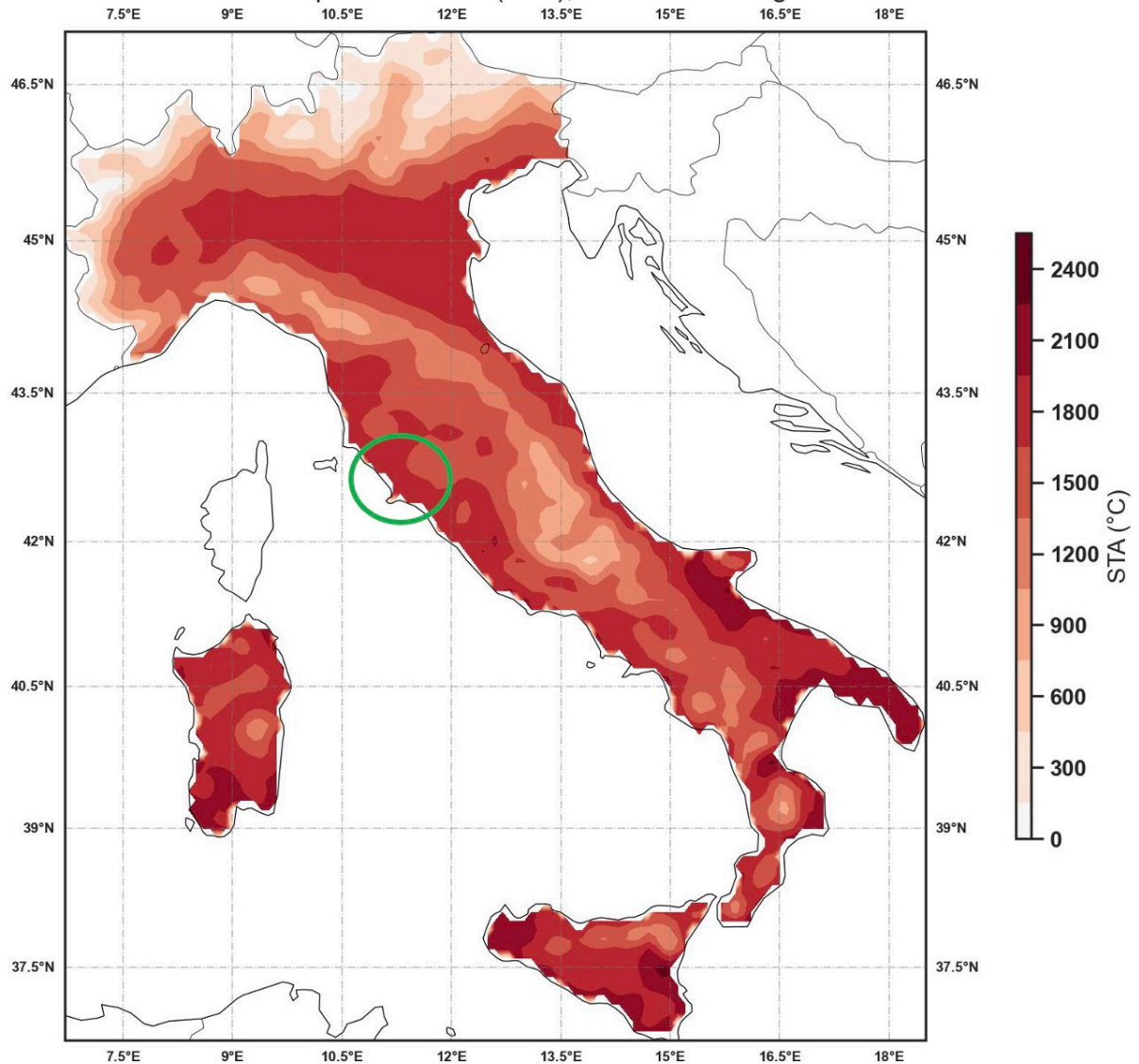
Somma delle temperature attive marzo-agosto del 2023

Cumulate Active Temperature Sum (ATS); Period: Mar-Aug - Year 2024



Somma delle temperature attive marzo-agosto del 2024

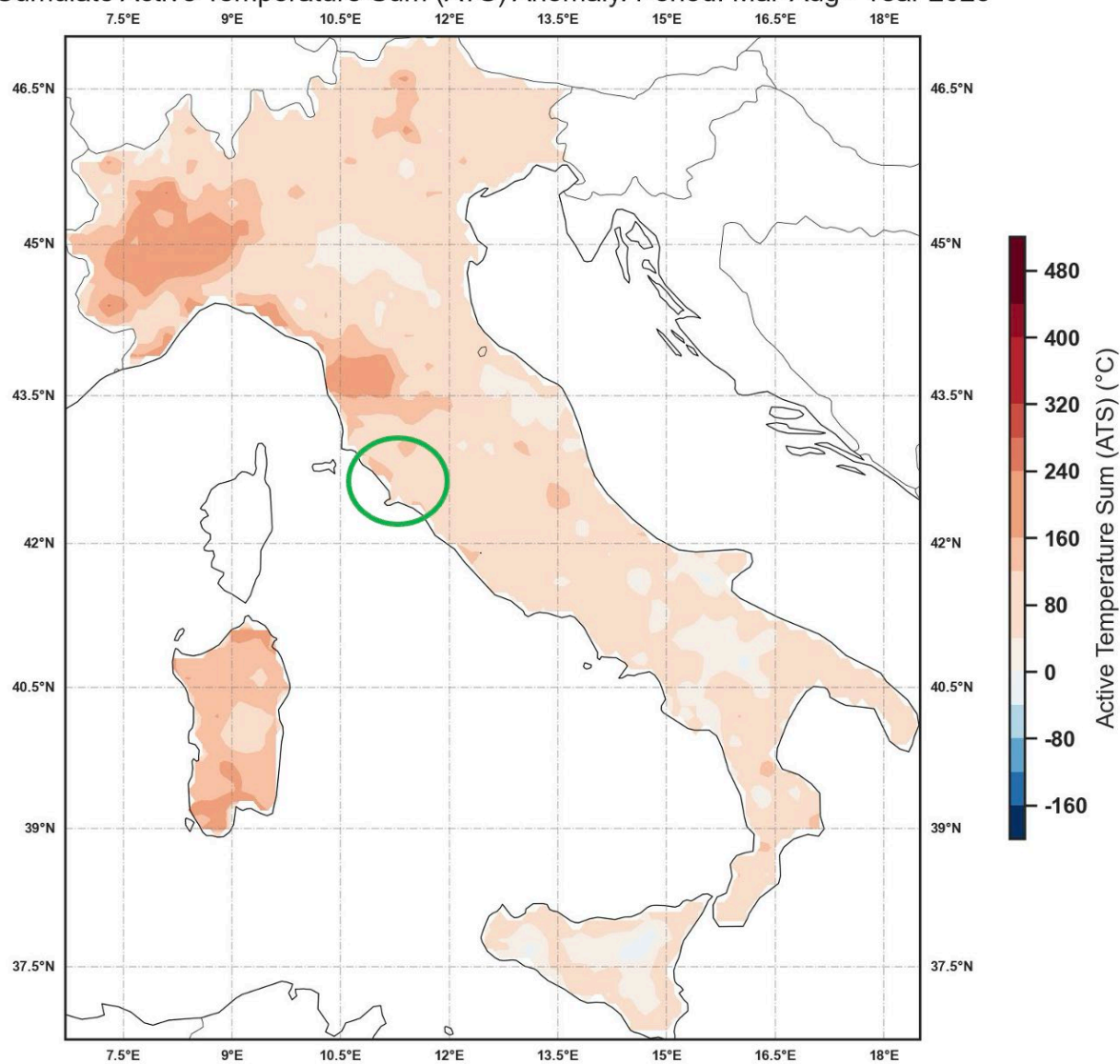
Cumulate Active Temperature Sum (ATS); Period: Mar-Aug - Year 2025



Somma delle temperature attive marzo-agosto del 2025

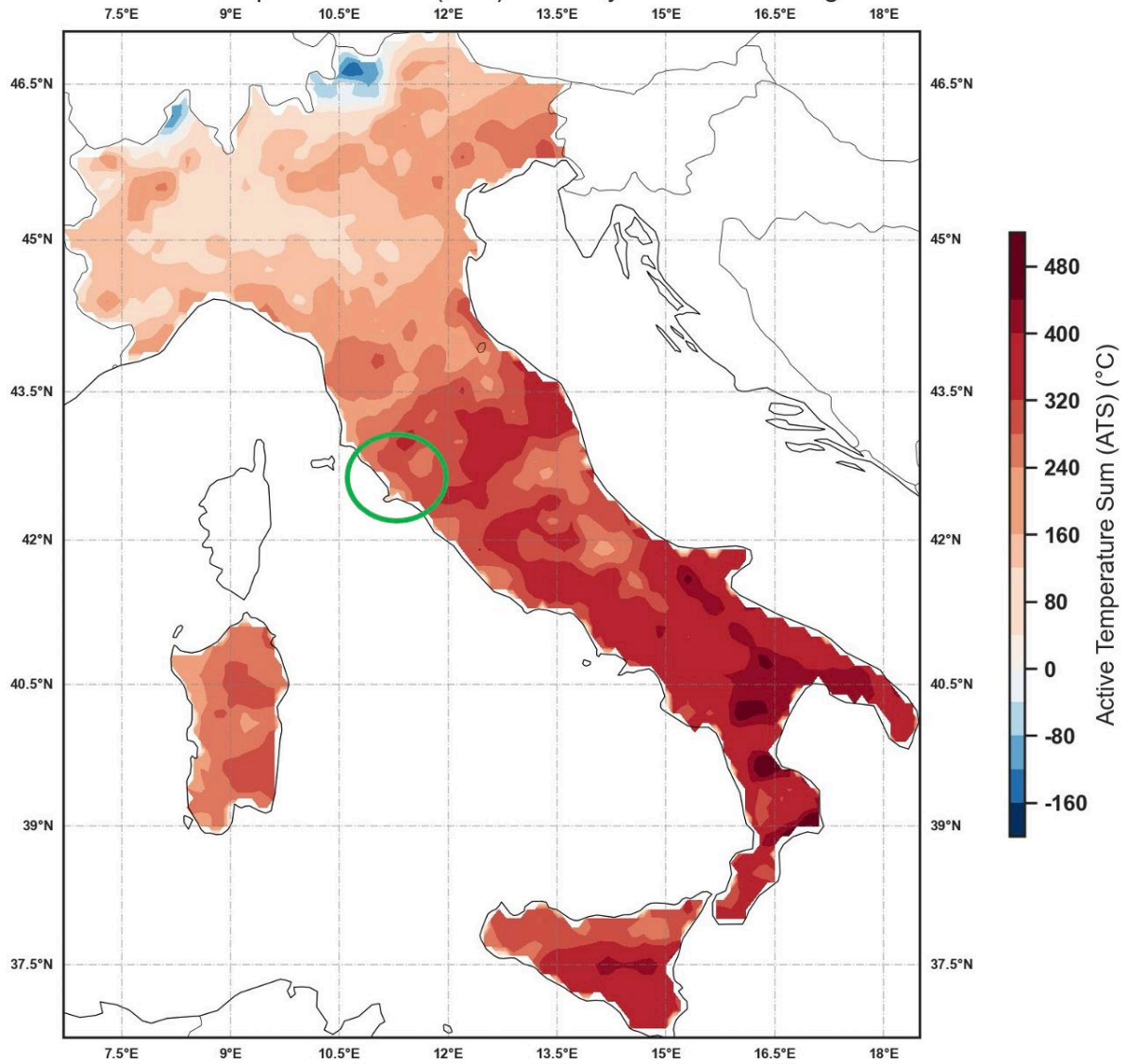
Sono poi state analizzate le anomalie della somma delle temperature attive marzo-agosto per i 3 anni di indagine. Tali anomalie sono calcolate come differenza rispetto alla media delle STA per il trentennio di riferimento 1991-2020. Le mappe mostrano come tutti gli anni analizzati abbiano anomalie positive con il 2023 abbastanza in linea con la media di riferimento mentre 2024 e in parte anche il 2025 sono stati sensibilmente più caldi.

Cumulate Active Temperature Sum (ATS) Anomaly. Period: Mar-Aug - Year 2023



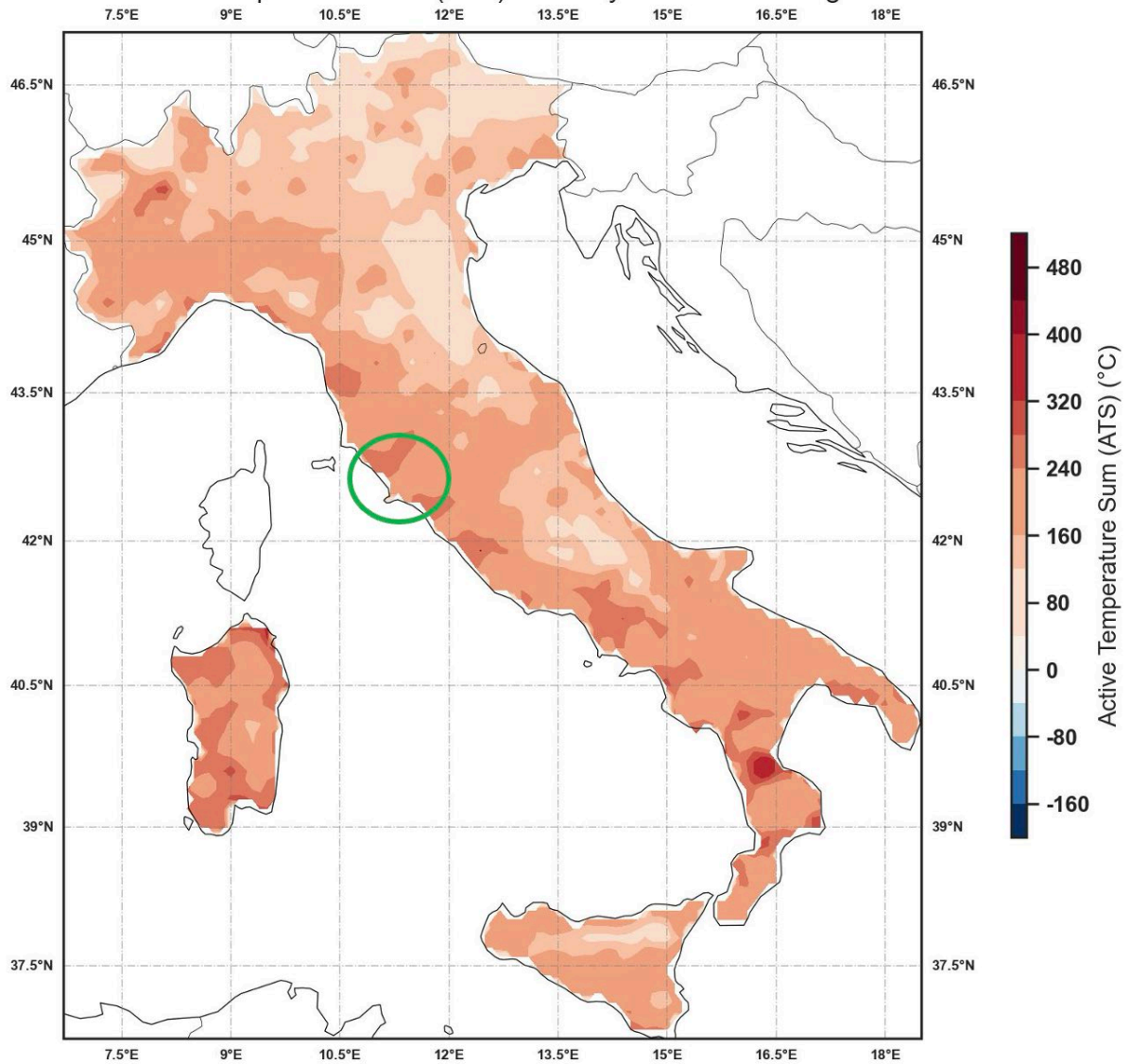
Anomalia della somma delle temperature attive marzo-agosto del 2023 rispetto al periodo di riferimento 1991-20220

Cumulate Active Temperature Sum (ATS) Anomaly. Period: Mar-Aug - Year 2024



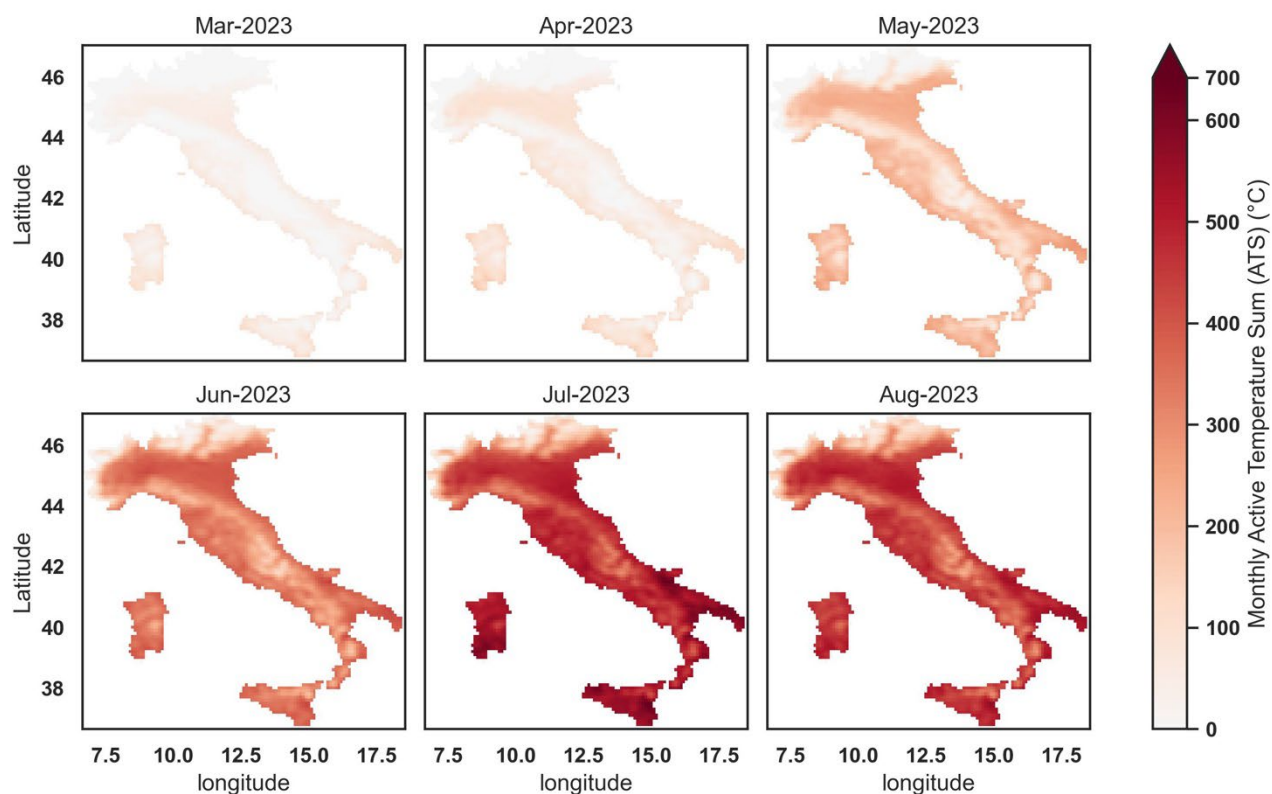
Anomalia della somma delle temperature attive marzo-agosto del 2024 rispetto al periodo di riferimento 1991-20220

Cumulate Active Temperature Sum (ATS) Anomaly. Period: Mar-Aug - Year 2025

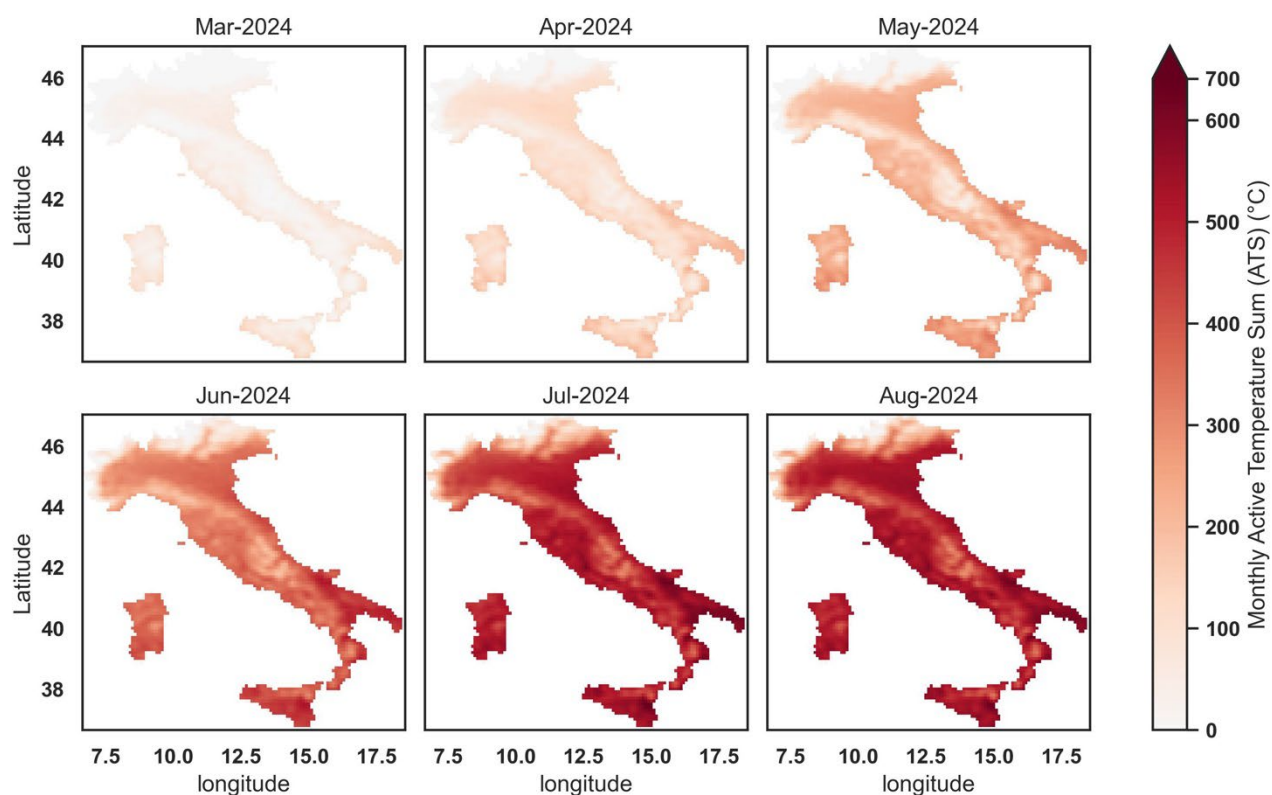


Anomalia della somma delle temperature attive marzo-agosto del 2025 rispetto al periodo di riferimento 1991-20220

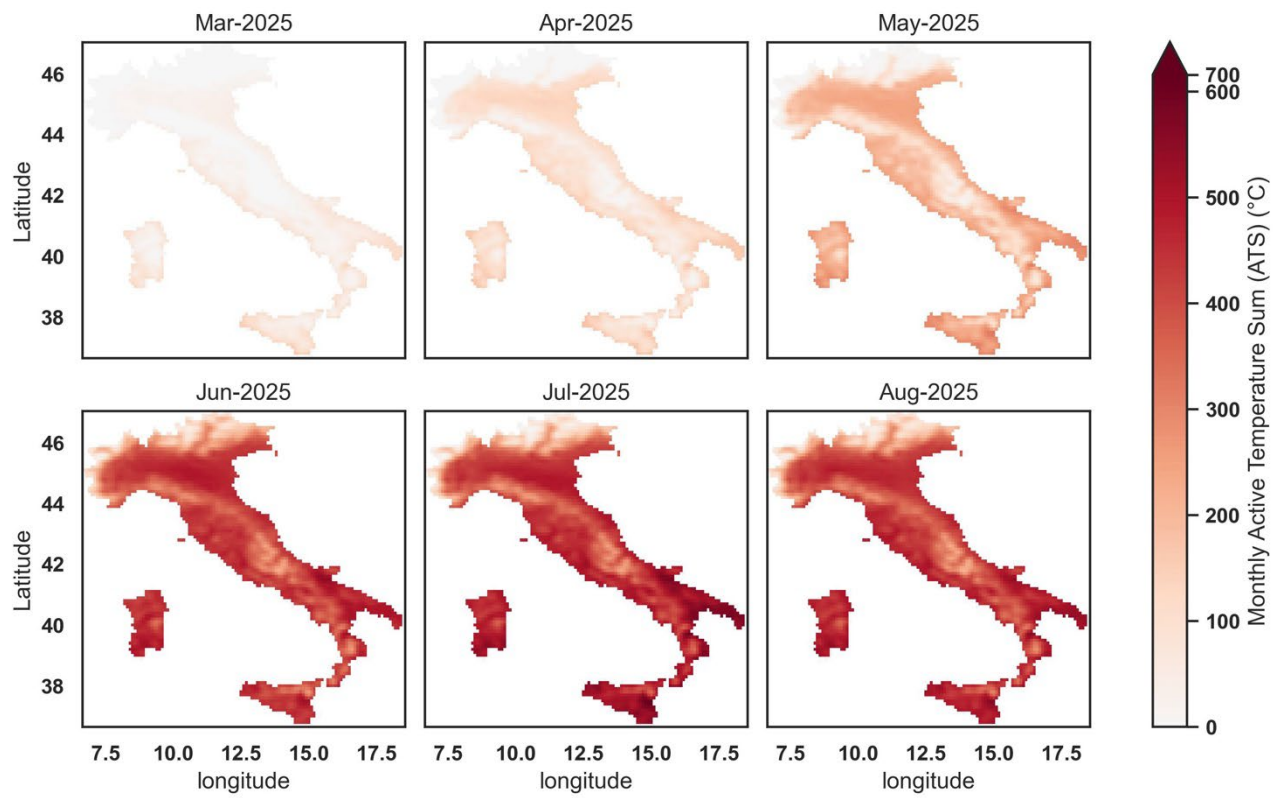
Le mappe di anomalia mensile evidenziano la variabilità delle disponibilità termiche entro la stagione vegeto-produttiva. In particolare le anomalie positive del 2024, oltre che più intense, si sono verificate in gran parte nel periodo di luglio e agosto quando la vite è sottoposta ai maggiori stress termici ed evapotraspirativi.



Anomalie mensili della somma delle temperature attive del 2023 rispetto al periodo di riferimento 1991-20220



Anomalie mensili della somma delle temperature attive del 2024 rispetto al periodo di riferimento 1991-20220



Anomalie mensili della somma delle temperature attive del 2025 rispetto al periodo di riferimento 1991-20220

La variabilità meteo-climatica nella serie storica

L'analisi dei dati di temperatura e precipitazioni misurati in 4 stazioni della Regione Toscana ha consentito di definire meglio le tre annate analizzate rispetto alla variabilità meteo-climatica del periodo 1990-2026.

Le temperature attive

La STA marzo-agosto dal 1990 al 2025 ha evidenziato come il progressivo innalzamento delle temperature sia causa di sempre maggiore disponibilità termica per il completamento del ciclo vegeto-produttivo, che si concretizza in un anticipo della maturazione e uno spostamento della stessa verso il periodo più caldo dell'anno. In particolare, il 2024 e il 2025 sono risultati rispettivamente il terzo e il quarto con maggiori GG degli ultimi 30 anni.

STA per il periodo marzo-agosto, in giallo le STA degli ultimi 10 anni in verde il 2023 in rosso il 2024 e in blu il 2025

In tutte e quattro le stazioni analizzate il periodo 2016-2025 ha fatto registrare sommatorie termiche sensibilmente superiori al periodo 1990-2025. È quindi evidente che la descrizione corretta delle caratteristiche climatiche del territorio oggetto di studio non derivi dai 30 anni di riferimento ma da un periodo molto più breve.

Confronto fra la somma delle temperature attive per il periodo marzo-agosto, calcolata per i periodi 1990-2025 e 2016-2025 in 4 stazioni della Regione Toscana

Il confronto fra le sotto aree collina e costa evidenzia come la costa abbia sommatorie termiche sensibilmente più elevate anche se nel breve periodo la distanza diminuisca.

Confronto fra la somma delle temperature attive per il periodo marzo-agosto, calcolata per i periodi 1990-2025 e 2016-2025 in area costiera e collinare

I dati mediati di Rispescia e Capalbio, in rappresentanza dell'area costiera, hanno evidenziato un leggero trend all'aumento della STA ad un ritmo di 4,4 GG/anno.

Anche nelle aree collinari (Pomonte e Pitigliano) il trend è positivo ed evidentemente più marcato, con un ritmo di incremento annuale di 9,8 GG.

Risulta quindi evidente come la differenza fra costa e collina nel tempo vada a diminuire, con le aree interne che si stanno riscaldando a ritmo maggiore rispetto a quelle costiere.

Trend della somma delle temperature attive per il periodo marzo-agosto, nell'area costiera

Trend della somma delle temperature attive per il periodo marzo-agosto, nell'area collinare

Le precipitazioni utili

I risultati sono stati raggruppati distinguendo la costa (Rispecchia e Capalbio) dall'interno (Pitigliano e Pomonte).

Rispecchia																																				
Sommatoria	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
mar-ago	196	254	237	184	128	215	274	156	185	231	159	189	244	64	207	255	144	146	318	297	284	196	131	201	329	232	148	45	345	251	139	106	93	248	291	337
giu-ago	95	62	62	60	54	96	122	60	51	76	60	13	115	8	39	104	83	49	73	67	69	73	8	34	156	63	51	12	111	64	31	44	27	72	89	104
lug-ago	81	45	39	36	16	75	109	21	26	37	22	9	91	7	30	90	77	33	16	4	52	36	6	33	111	51	1	10	51	62	17	38	27	27	65	103
lug	23	17	17	12	8	23	42	8	8	21	19	8	36	2	17	22	35	0	1	1	5	35	1	7	79	0	1	0	1	58	9	10	0	9	25	32
ago	58	28	22	24	8	53	68	13	18	16	3	0	55	6	13	68	43	33	15	3	47	0	4	26	32	51	0	10	50	4	8	28	27	17	40	71
mar-mag	101	192	175	124	75	120	153	97	134	155	99	176	131	56	168	150	61	98	245	231	215	122	123	167	174	169	98	33	235	187	108	62	66	176	202	233
mar-giu	115	209	198	148	112	140	165	136	159	194	137	180	154	56	177	164	66	113	302	294	231	160	125	168	218	181	147	35	294	189	122	68	66	221	225	234
apr-mag	65	162	82	69	72	81	110	89	96	95	62	119	121	42	113	99	28	60	149	106	149	36	119	102	113	94	44	14	122	179	65	53	49	137	92	128

Capalbio																																				
Sommatoria	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
mar-ago	237	219	221	115	178	213	283	236	209	183	172	127	229	88	226	176	167	94	170	228	217	172	123	193	195	162	157	36	264	215	102	88	81	205	138	213
giu-ago	82	35	61	7	87	65	131	127	25	68	52	8	121	13	35	72	53	13	21	67	20	72	24	5	93	65	49	0	57	46	16	13	6	63	7	65
lug-ago	48	21	3	6	7	57	122	77	18	58	23	2	111	13	14	70	49	10	4	1	15	62	23	1	58	45	2	0	47	46	11	4	2	53	5	63
lug	41	2	3	5	3	5	7	0	0	22	16	1	40	0	8	1	24	0	4	1	5	61	22	0	52	0	2	0	3	44	5	3	0	0	3	18
ago	7	19	0	1	4	53	115	77	18	36	7	0	70	12	6	69	25	9	0	0	10	1	1	1	6	45	0	0	44	3	5	1	2	53	2	45
mar-mag	155	184	161	108	91	149	152	109	184	116	121	120	108	74	190	104	114	81	149	161	196	100	99	188	102	97	109	35	207	168	85	74	75	142	110	150
mar-giu	189	199	218	109	171	156	161	159	191	126	149	126	119	75	212	106	117	84	166	227	202	110	100	192	137	117	155	36	217	169	91	83	79	152	133	152
apr-mag	90	143	86	60	90	102	110	89	95	84	75	65	87	59	117	72	37	27	83	94	145	37	93	81	47	28	57	18	102	162	53	59	29	110	71	82

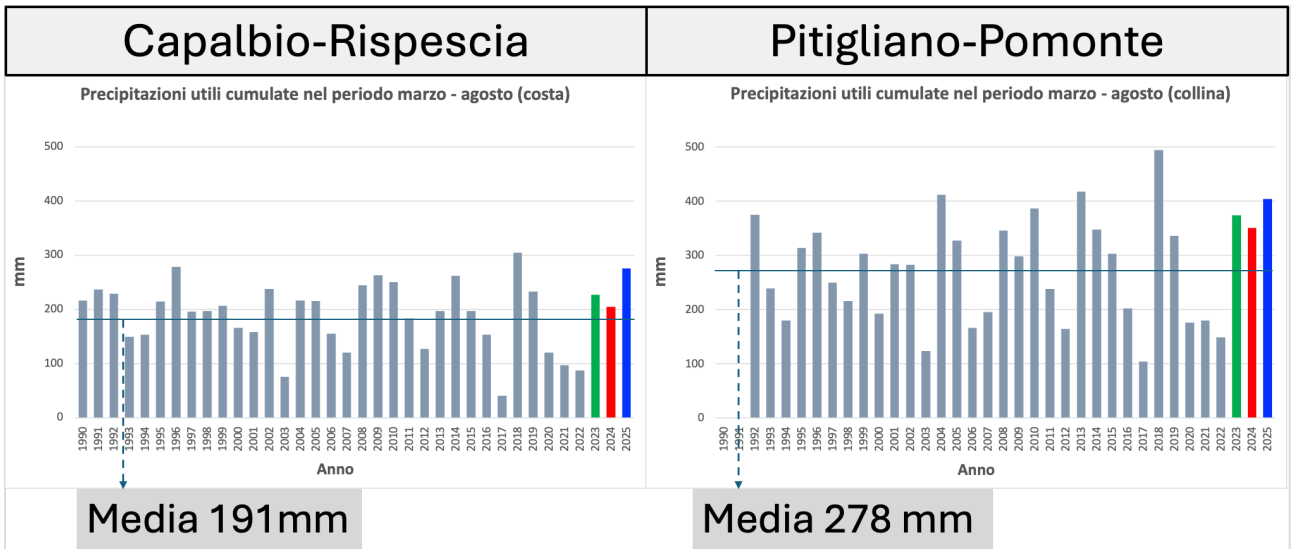
Pitigliano																																		
Sommatoria	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
mar-ago	375	200	175	364	425	284	290	296	208	303	256	118	526	376	192	204	317	325	451	306	173	477	404	319	238	133	569	352	208	181	162	388	366	453
giu-ago	130	37	74	228	179	110	74	74	60	48	143	43	86	165	62	58	65	90	106	145	13	131	211	109	84	37	158	84	83	64	55	140	115	183
lug-ago	57	10	45	198	153	59	45	52	11	31	111	24	41	139	54	28	16	26	85	78	6	84	154	66	23	29	125	82	27	23	54	59	102	180
lug	45	6	28	64	61	1	18	31	9	2	52	12	31	20	29	1	15	2	24	77	2	60	108	6	20	21	63	72	14	6	6	9	52	64
ago	12	5	17	134	92	58	27	21	2	29	60	11	10	119	25	27	1	25	61	1	3	25	45	60	3	7	62	10	13	17	48	50	50	116
mar-mag	245	163	101	136	246	174	216	222	148	255	114	74	440	211	130	146	252	235	346	161	160	346	193	211	154	96	411	268	125	117	107	248	251	270
mar-giu	319	190	130	167	272	225	245	244	197	272	145	94	485	237	139	176	301	299	366	228	167	393	251	253	215	104	445	269	181	158	108	329	264	273
apr-mag	150	102	101	98	184	140	133	123	74	177	104	65	288	132	45	78	167	123	239	48	151	219	127	66	73	41	227	263	46	105	66	196	115	154

Pomonte																																	
Sommatoria	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
mar-ago	279	185	263	259	216	142	312	177	265	310	131	299	279	141	187	376	272	323	170	155	358	292	288	167	75	420	321	144	179	136	361	336	355
giu-ago	231	79	141	97	101	40	129	55	32	171	32	78	104	84	56	127	87	84	73	34	111	161	111	42	21	142	80	54	82	56	101	89	109
lug-ago	158	30	113	76	65	34	83	12	19	161	16	46	86	59	50	70	11	74	60	10	83	109	71	18	13	93	79	7	28	32	54	78	99
lug	122	28	10	16	1	23	53	7	6	71	1	31	3	41	0	63	6	21	60	1	65	78	15	4	9	23	42	7	25	8	12	41	28
ago	36	2	103	60	64	12	30	6	14	90	15	16	84	18	50	8	6	53	0	9	18	31	57	14	4	70	37	1	3	24	42	37	71
mar-mag	49	106	122	162	115	102	183	123	233	139	99	221	175	57	131	248	185	239	97	141	247	132	177	125	54	278	242	90	97	80	260	248	246
mar-giu	121	155	150	184	151	108	229	165	246	149	115	253	193	82	137	305	260	249	110	145	275	184	216	148	62	328	242	136	151	103	307	258	256
apr-mag	21	106	84	121	107	73	106	73	143	122	71	155	96	38	63	149	81	190	23	138	147	80	92	58	20	155	232	45	90	39	197	131	160

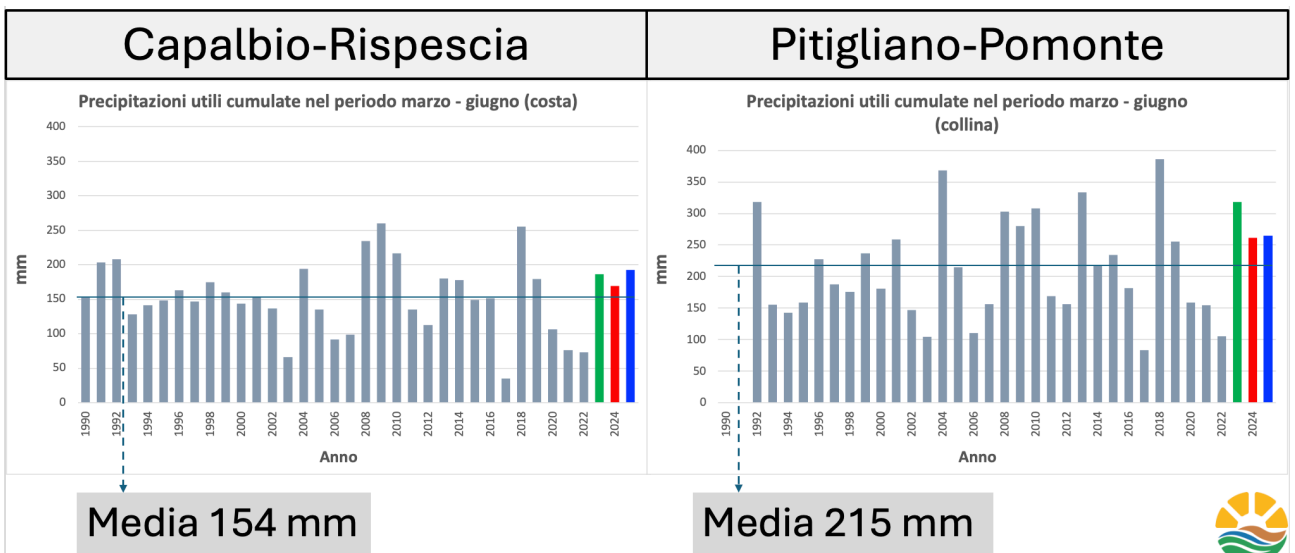
Cumulato delle precipitazioni utili (>30 mm/gg) per vari periodi calcolati per le 4 stazioni meteorologiche analizzate

Nei tre anni di riferimento le precipitazioni sono state sempre nella media o superiori. In particolare, è possibile evidenziare:

- fra marzo e agosto in collina le precipitazioni sono sensibilmente più abbondanti;
- fra marzo e agosto il 2025 è stato più piovoso rispetto al 2023 e 2024;
- nel periodo prevalentemente vegetativo, fra marzo e giugno, le precipitazioni sono state sopra la media in tutti e 3 gli anni ed in collina sono state sensibilmente più abbondanti che in pianura;
- nel periodo prevalentemente produttivo, fra luglio ed agosto, le precipitazioni sono state in media o sopra la media in tutti e 3 gli anni ed in particolare nel 2023 sono state molto abbondanti;
- nell'agosto 2025 le precipitazioni sono state abbondantemente sopra la media.

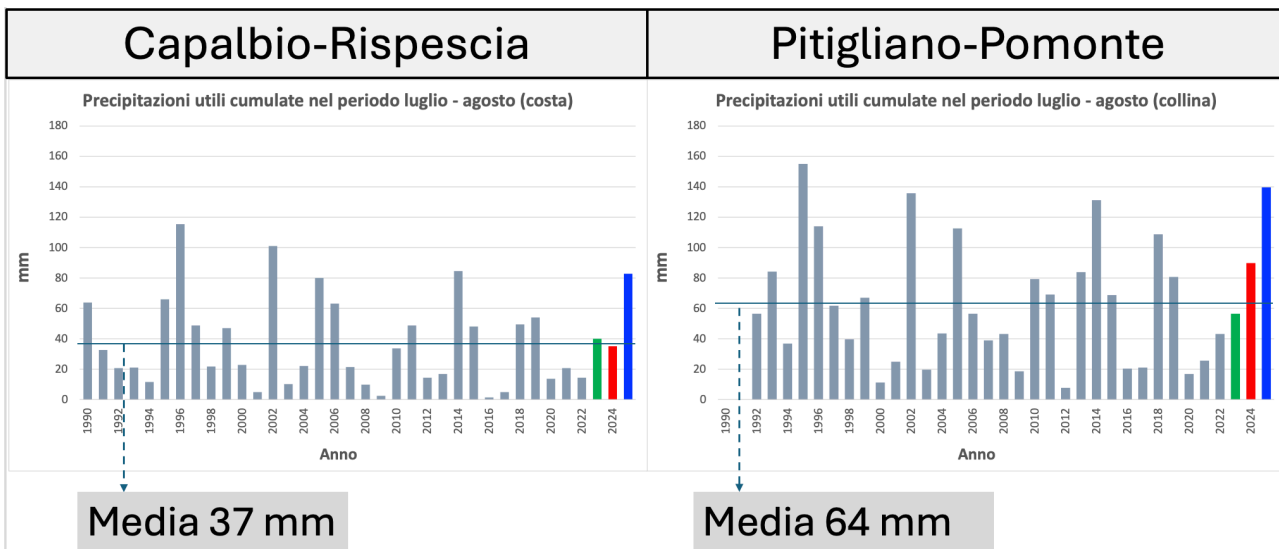


Cumulato delle precipitazioni utili (>30 mm/gg) per il periodo marzo-agosto, nell'area costiera e collinare

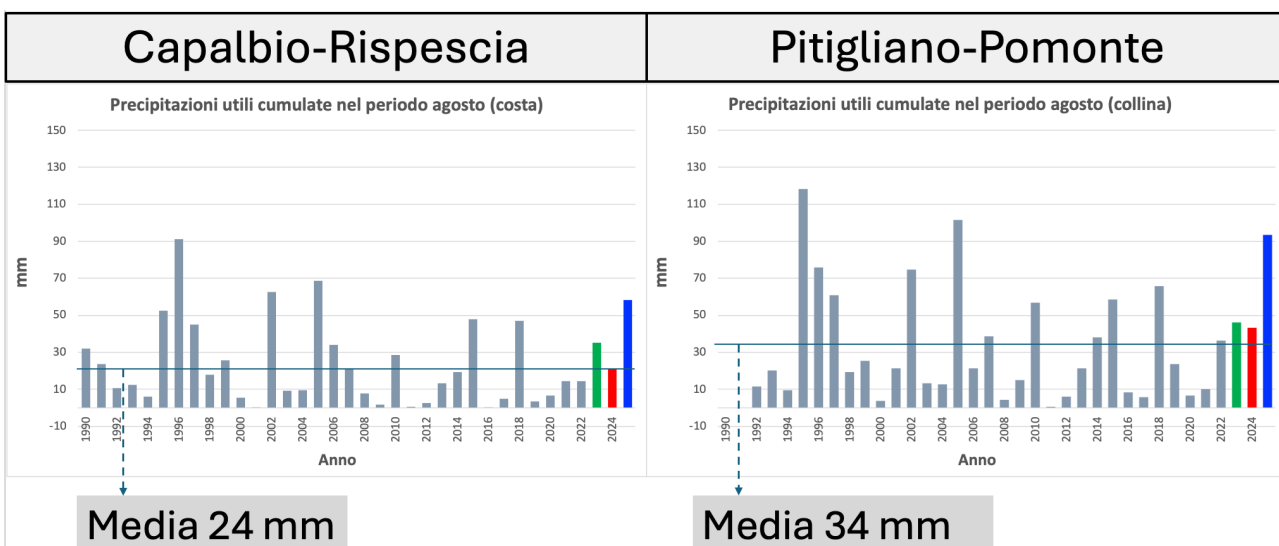


Cumulato delle precipitazioni utili (>30 mm/gg) per il periodo vegetativo marzo-giugno, nell'area costiera e collinare





Cumulato delle precipitazioni utili (>30 mm/gg) per il periodo invaiatura maturazione luglio-agosto, nell'area costiera e collinare



Cumulato delle precipitazioni utili (>30 mm/gg) per il periodo della maturazione, agosto, nell'area costiera e collinare

Le differenze fra i siti di studio

I valori rilevati dalle stazioni termoisometriche collocate nelle 5 aree di studio, a partire dal 11 luglio 2023 sono stati analizzati per avere un confronto prevalentemente basato sulla variabilità spaziale degli indicatori viticolo-climatici.

La somma delle temperature attive

I valori di STA calcolati per i differenti periodi, anni e località hanno messo in evidenza una notevole variabilità sia spaziale che nei differenti anni.

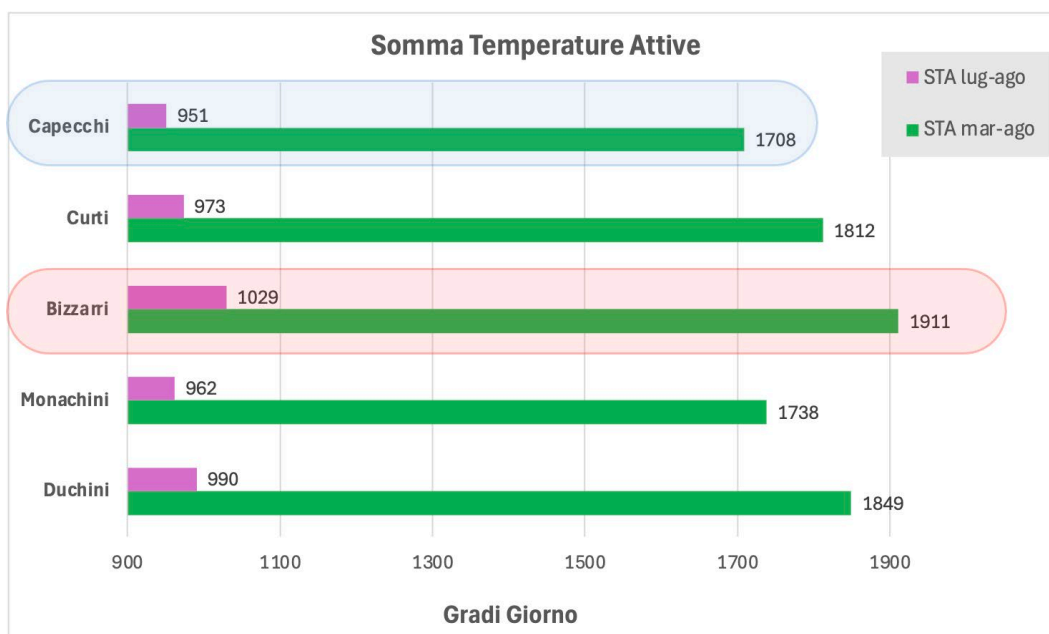
	2023					2024					2025				
	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi
STA apr-set						2059	1989	2192	2083	1959	2070	1990	2165	2063	1970
STA mar-ago						1895	1750	1935	1829	1709	1804	1726	1887	1795	1708
STA lug-ago						1042	1010	1088	1018	1000	939	914	971	929	903
STA 11lug -31ago	833	802	859	823	807	896	874	939	878	864	771	749	797	763	738

STA nei 5 differenti vigneti

Mediando i valori dei 2/3 anni per ciascuna delle 5 località emerge che fra la più calda e la più fredda c'è una differenza di circa 200 GG nel periodo marzo-agosto e le differenze si mantengono, proporzionalmente, quando passiamo al sottoperiodo della invaiatura-maturazione. Le maggiori disponibilità termiche sono state rilevate nel vigneto “Bizzarri” e le minori nel vigneto “Capecchi”.

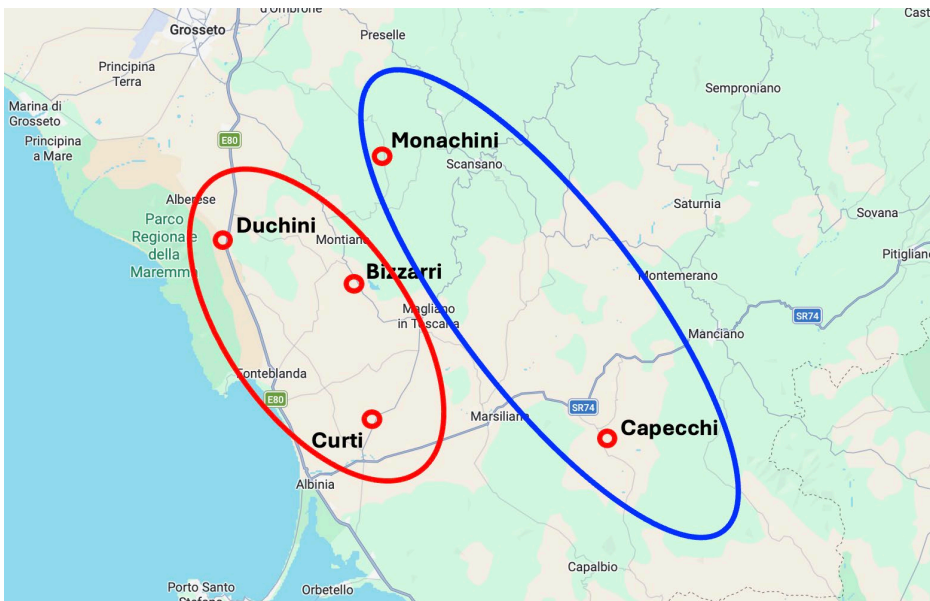
	Media anni				
	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi
STA apr-set	2065	1989	2178	2073	1965
STA mar-ago	1849	1738	1911	1812	1708
STA lug-ago	990	962	1029	973	951
STA 11lug -31ago	833	808	865	821	803

STA media nei 5 differenti vigneti



STA media del 2024-2025 nei 5 differenti vigneti

Le aree lungo la costa mostrano valori di STA più elevati rispetto alle aree collinari interne in tutti i periodi analizzati.



La STA media del 2024-2025 risulta più elevata nei vigneti prossimi alla costa

Il 2024 risulta il più caldo per l'intero periodo marzo-agosto, seguito da vicino dal 2025. Considerando il solo periodo 11 luglio - 7 settembre il 2024 risulta nettamente più caldo del 2025.

	Media 5 località		
	2023	2024	2025
STA apr-set		2056	2052
STA mar-ago		1824	1784
STA lug-ago		1031	931
STA 11lug -31ago	825	890	764

STA media dei 5 differenti vigneti nei 3 anni d'indagine

STA media dei 5 differenti vigneti nei 3 anni d'indagine

Le temperature massime

I valori di Tmax calcolati per i differenti periodi, anni e località hanno messo in evidenza una notevole variabilità sia spaziale che nei differenti anni.

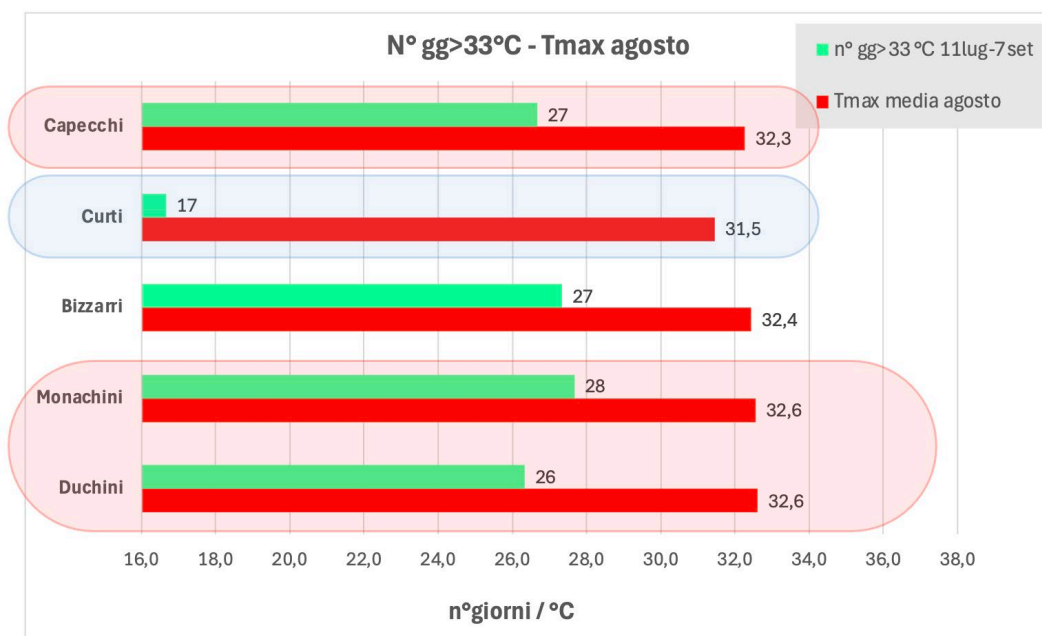
	2023					2024					2025				
	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi
Tmax massima	39,1	37,3	38,8	38,6	38,3	38,6	40,0	39,0	36,9	38,5	38,9	38,8	38,3	38,1	38,2
Tmax media agosto	32,0	31,6	31,8	31,2	31,9	34,0	34,1	33,9	32,8	33,7	31,8	31,9	31,6	30,4	31,2
n° gg>30°C apr-ago						66	62	63	61	62	60	65	61	55	57
n° gg>33°C apr-ago						46	46	45	27	44	31	34	30	16	28
n° gg>33 °C 11lug-7set	23	23	26	20	27	43	43	42	24	41	13	17	14	6	12
n° gg>35 °C 11lug-7set	14	12	14	9	11	20	21	17	6	16	8	9	8	2	7

Indici Tmax nei 5 differenti vigneti nei tre anni di studio

Non si può individuare nettamente quale sia la località con temperature massime estive più alte, sicuramente il vigneto “Curti” risulta quello con minor numero di giornate sotto le soglie critiche. Le differenze fra gli altri 4 vigneti sono minime.

	Media nei 3 anni				
	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi
Tmax massima	38,9	38,7	38,7	37,9	38,3
Tmax media agosto	32,6	32,6	32,4	31,5	32,3
n° gg>30°C apr-ago	63	64	62	58	60
n° gg>33°C apr-ago	39	40	38	22	36
n° gg>33°C 11lug-7set	26	28	27	17	27
n° gg>35°C 11lug-7set	14	14	13	6	11

Tmax media nei 5 differenti vigneti



Tmax media nei 5 differenti vigneti

L'anno più caldo è stato nettamente il 2024. Non ostante il 2025 abbia mostrato STA molto elevate il periodo caldo è stato distribuito su un numero maggiori di mesi mentre nel 2024 luglio e agosto sono stati nettamente più caldi con il triplo delle giornate con Tmax sopra la soglia dei 33°C. Il 2023 è risultato intermedio.

	Media 5 località		
	2023	2024	2025
Tmax massima	38,4	38,6	38,4
Tmax media agosto	31,7	33,7	31,4
n° gg>30°C apr-ago		63	60
n° gg>33°C apr-ago		42	28
n° gg>33 °C 11lug-7set	24	39	12
n° gg>35 °C 11lug-7set	12	16	7

Tmax media dei 5 differenti vigneti nei 3 anni d'indagine



Tmax media dei 5 differenti vigneti nei 3 anni d'indagine

Le temperature minime

Dall'analisi degli indici nelle 5 località e per i 3 anni emerge che le differenze fra gli indici viticolo-climatici sono elevate.

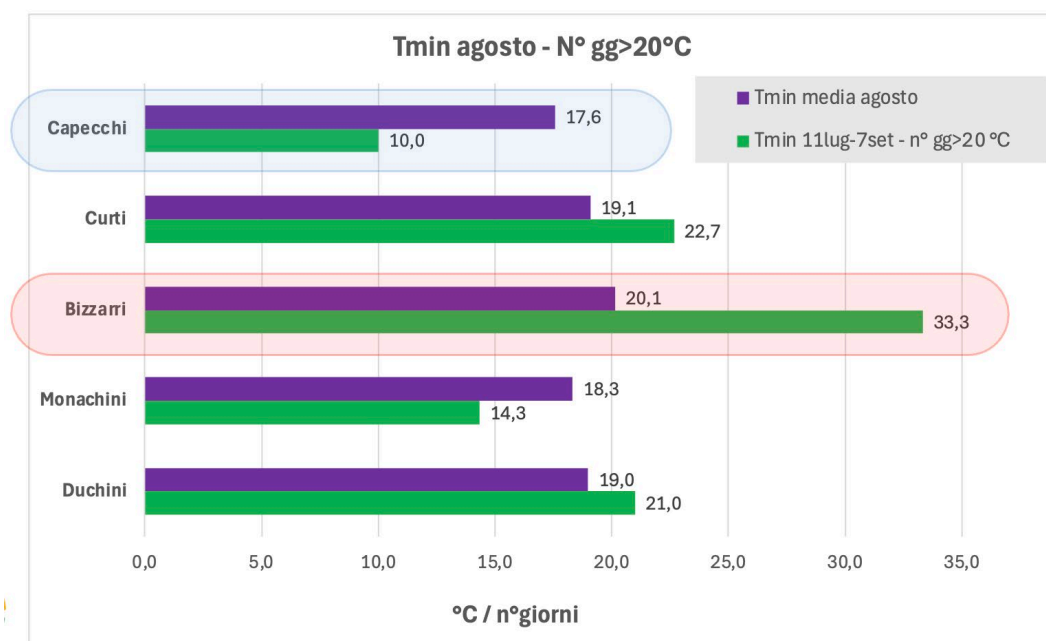
	2023					2024					2025				
	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi
Tmin massima	25,6	25,4	25,6	25,4	25,4	24,1	22,3	24,6	24,0	22,9	25,5	23,2	25,1	24,0	23,7
Tmin media agosto	18,0	17,4	19,3	18,2	16,6	20,6	19,7	21,8	20,7	19,2	18,4	17,9	19,4	18,4	16,9
Tmin lug-ago - n° gg>20 °C						28	17	48	30	10	17	12	28	17	9
Tmin lug-ago - n° gg>22 °C						4	0	21	6	1	2	4	9	5	3
Tmin n° gg>20 °C 11lug-7set	23	19	32	28	15	28	17	48	29	10	12	7	20	11	5
Tmin n° gg>22 °C 11lug-7set	10	7	15	8	7	4	0	21	6	1	2	3	5	2	2

Indici Tmin nei 5 differenti vigneti nei tre anni di studio

Considerando la media dei valori registrati nei tre anni si può affermare che il vigneto “Capecchi” è stato il più fresco mentre il vigneto “Bizzarri il più caldo. Le differenze di Tmin fra i due vigneti sono di 2,5 °C nella temperatura minima media di agosto e di circa 20 giorni nel numero di giorni con Tmin superiori a 20 °C.

	Media nei 3 anni				
	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi
Tmin massima	25,1	23,6	25,1	24,5	24,0
Tmin media agosto	19,0	18,3	20,1	19,1	17,6
Tmin lug-ago - n° gg>20 °C	22,5	14,5	38,0	23,5	9,5
Tmin lug-ago - n° gg>22 °C	3,0	2,0	15,0	5,5	2,0
Tmin 11lug-7set - n° gg>20 °C	21,0	14,3	33,3	22,7	10,0
Tmin 11lug-7set - n° gg>22 °C	5,3	3,3	13,7	5,3	3,3

Tmin media nei 5 differenti vigneti

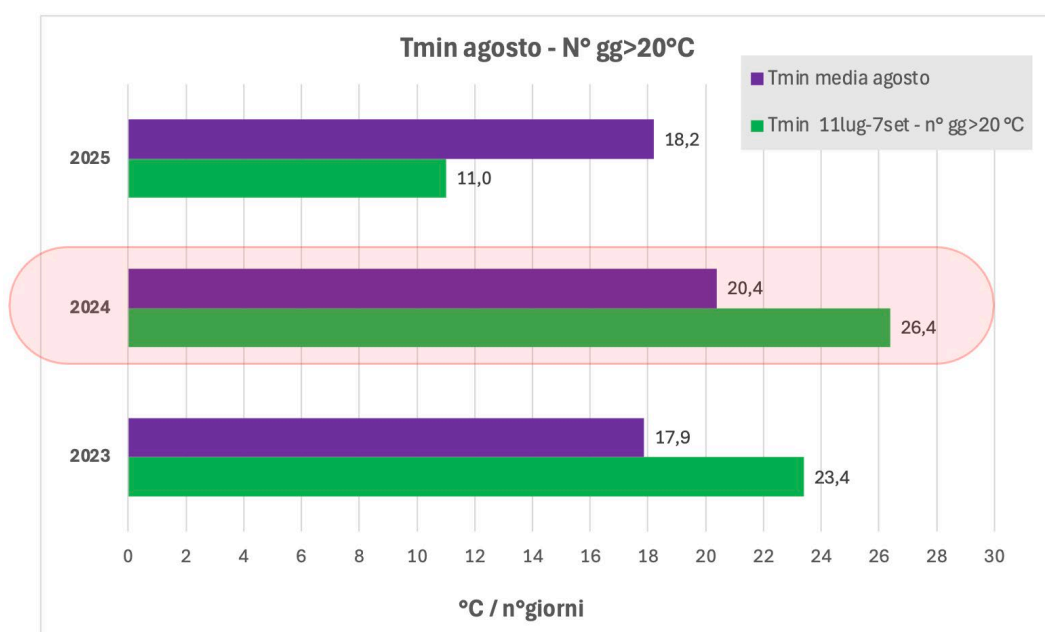


Tmin media nei 5 differenti vigneti

Il confronto fra i 3 anni di studio fa emergere come l'estate 2024 sia stata la più calda in termini di temperature minime.

	Media 5 località		
	2023	2024	2025
Tmin massima	25,5	23,6	24,3
Tmin media agosto	17,9	20,4	18,2
Tmin lug-ago - n° gg>20 °C		26,6	16,6
Tmin lug-ago - n° gg>22 °C		6,4	4,6
Tmin 11lug-7set - n° gg>20 °C	23,4	26,4	11,0
Tmin 11lug-7set - n° gg>22 °C	9,4	6,4	2,8

Tmin media dei 5 differenti vigneti nei 3 anni d'indagine



Tmin media dei 5 differenti vigneti nei 3 anni d'indagine

Le escursioni termiche

I valori di SET calcolati per i differenti periodi, anni e località hanno messo in evidenza una notevole variabilità spaziale e in misura minore nei differenti anni.

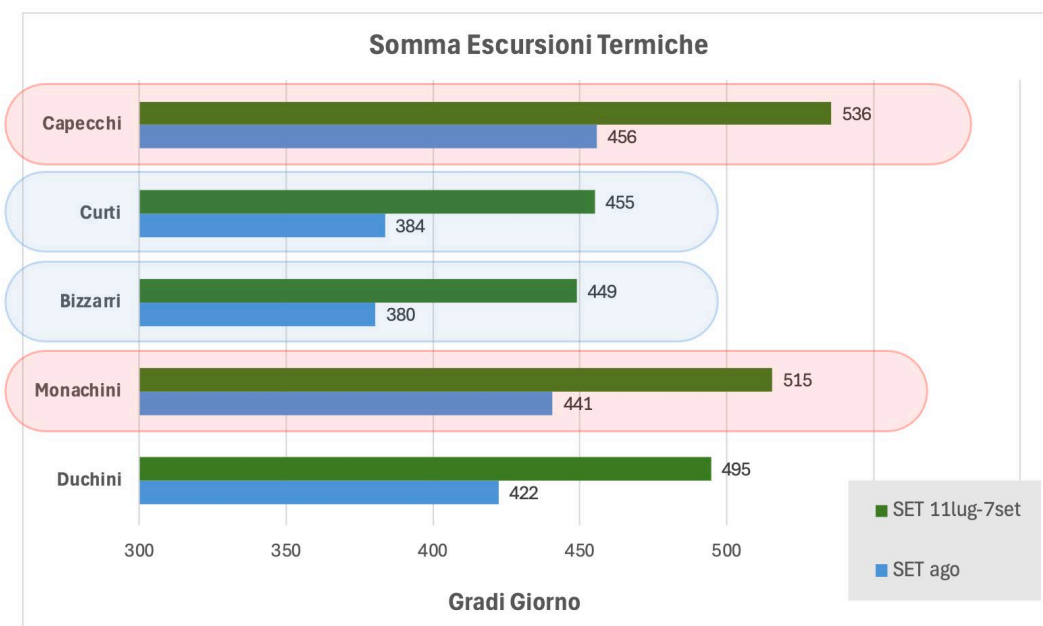
	2023					2024					2025				
	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi
SET ago	436	440	389	405	477	415	448	375	375	448	416	435	377	371	443
SET 11lug-7set	476	480	429	446	519	503	533	454	458	536	505	534	464	462	552

Indici SET nei 5 differenti vigneti nei tre anni di studio

La differenza fra i 5 territori ha messo in evidenza una distinzione fra le aree collinari, con “Capecchi” e “Monachini” e la fascia costiera con “Curti” e “Bizzarri” e in misura minore “Duchini”, che mostrano valori inferiori di SET.

	Media nei 3 anni				
	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi
SET ago	422	441	380	384	456
SET 11lug-7set	495	515	449	455	536

SET media nei 5 differenti vigneti

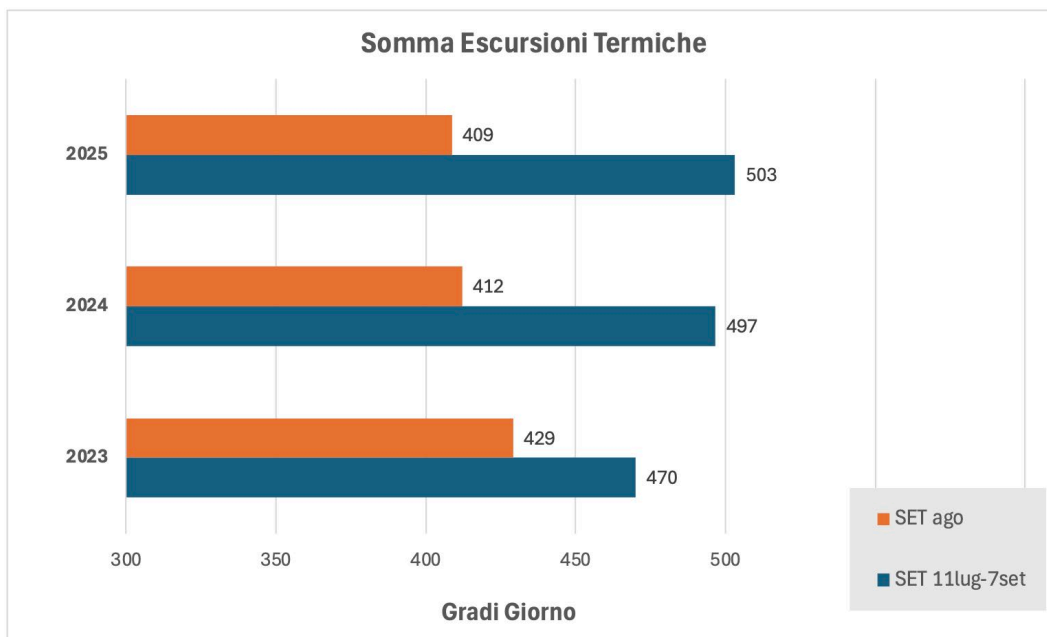


Tmin media nei 5 differenti vigneti

La variabilità fra i tre anni è stata molto limitata e variabile a seconda dei periodi considerati.

	Media 5 località		
	2023	2024	2025
SET ago	429	412	409
SET 11lug-7set	470	497	503

SET media dei 5 differenti vigneti nei 3 anni d'indagine



SET media dei 5 differenti vigneti nei 3 anni d'indagine

Conclusioni

L'analisi della variabilità temporale ha evidenziato:

La tendenza al riscaldamento è in atto maggiormente nelle aree interne;

Le aree collinari stanno progressivamente allineandosi alle aree costiere in termini di disponibilità termiche;

Il regime delle precipitazioni non indica variazioni importanti e gli ultimi anni sono stati più piovosi della media

L'analisi della variabilità spaziale ha evidenziato:

Le disponibilità termiche per la crescita e la maturazione sono più elevate lungo la costa e meno elevate all'interno;

Le temperature massime in luglio agosto sono elevate ovunque tranne da Curti;

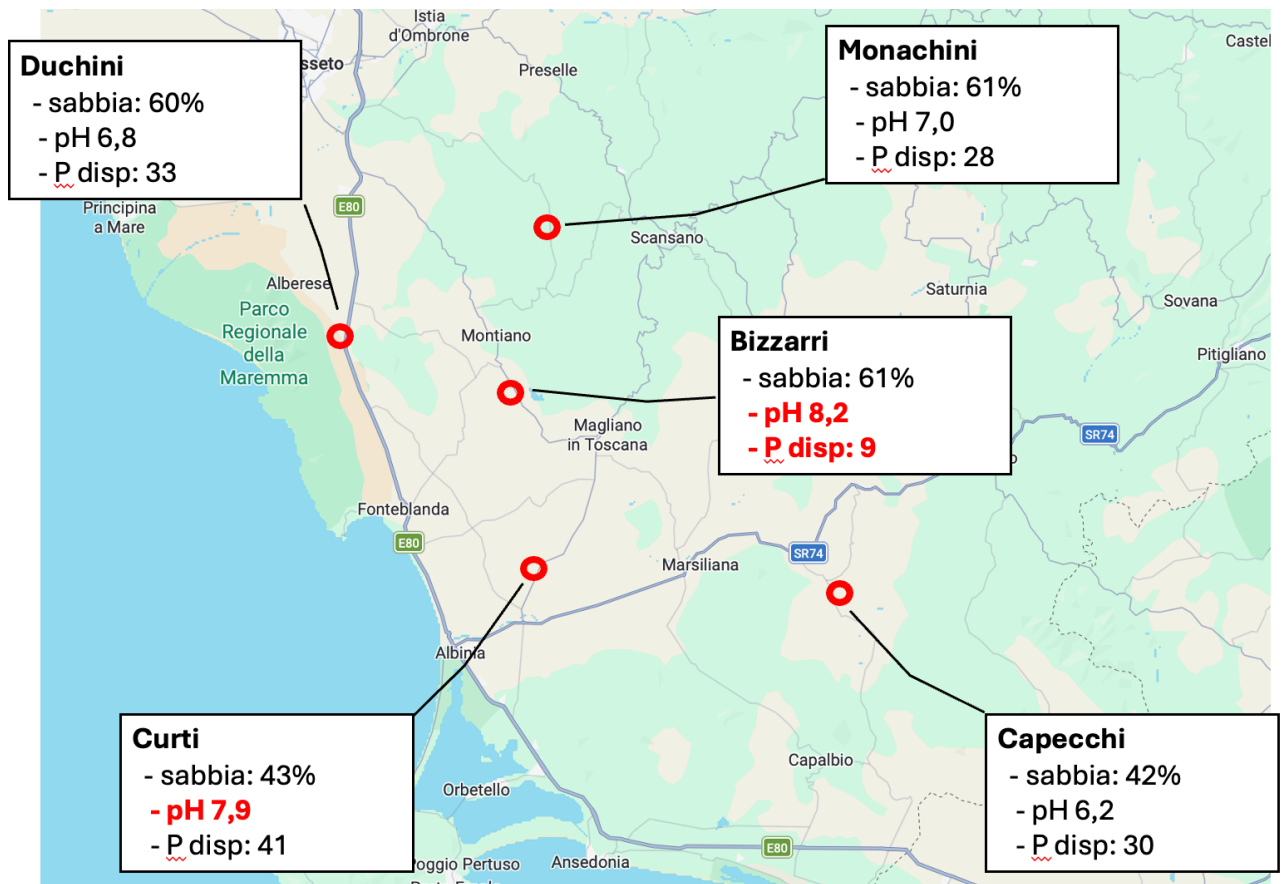
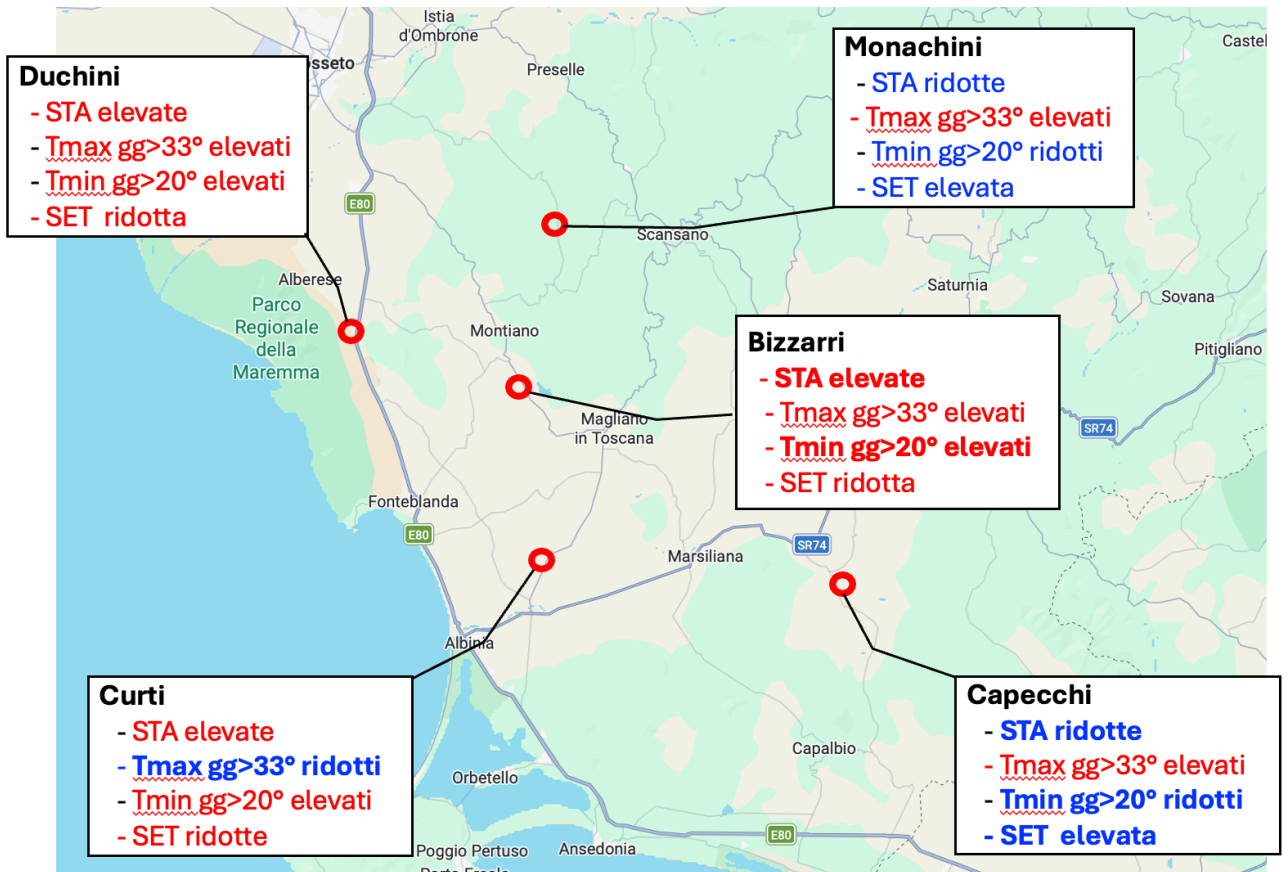
Le notti tropicali sono elevate lungo la costa e basse da Capecchi;

Il 2024 è risultato molto caldo per i vari indici viticolo-climatici, in particolare per il n° di giorni con temperature sopra la soglia critica;

Le piogge utili nei periodi luglio-agosto e agosto sono state molto abbondanti nel 2025;

La somma delle escursioni termiche assume valori maggiori nelle aree collinari con particolare rilievo nel vigneto "Capecchi" e valori contenuti in "Curti" e "Bizzarri".

In definitiva le differenze fra gli anni sono importanti al pari delle differenze fra le sottoaree soprattutto per gli indicatori di stress termico.



Azione 3 - gestione dei vigneti e campionamento delle uve

Il campionamento delle uve è stato eseguito nel 2023 (1 settembre) in prossimità della vendemmia dei 5 vigneti. Ogni campione era costituito da 1Kg di uva prelevato casualmente in 4-6 filari posizionati nella porzione centrale del vigneto. Il Campionamento è stato fatto con la supervisione di personale di FoodMicroTeam che ha gestito anche il trasporto refrigerato verso il laboratorio dove sono state eseguite le analisi necessarie

Nel 2024 sono stati eseguiti tre campionamenti su 5 vigneti in modo da seguire la cinetica della maturazione di ciascun vigneto. I campionamenti sono stati eseguiti in data 22 e 29 settembre e 4 ottobre, sempre con le metodiche sopra descritte.

Nel 2025 sono stati eseguiti tre campionamenti sui vigneti in modo da seguire e la cinetica della maturazione di ciascun vigneto. In questa annata si è aggiunto un sesto vigneto sito in zona Saturnia. I campionamenti sono stati eseguiti in data 20 e 27 settembre e 4 ottobre, sempre con le metodiche sopra descritte.

Nelle annate 2024 e 2025 il campione di uva prossimo alla vendemmia è stato oggetto non solo delle analisi di maturità tecnologica e fenolica ma anche di analisi approfondite sulla matrice fenolica.

Azione 4 - Vinificazione delle uve e affinamento dei vini

Le uve provenienti dai vigneti oggetto del progetto sono state vinificate secondo un identico protocollo per ridurre al minimo l'influenza della trasformazione sulle caratteristiche chimico-fisiche ed organolettiche dei vini. Il protocollo di vinificazione è stato messo a punto dai tecnici dell'azienda e da FoodMicroTeam.

I vari campionamenti dei vini effettuati alla svinatura e durante la conservazione sono stati eseguiti con procedure specifiche per mantenere il campione del vino in sterilità. Il campionamento è stato eseguito con la supervisione di personale di FoodMicroTeam, che ha gestito anche il trasporto refrigerato verso il laboratorio dove sono state eseguite le analisi necessarie.

Nel 2023 sono stati prelevati 5 campioni di vini Ciliegiolo provenienti da uve dei soci alla svinatura. Nel 2024 sono stati prelevati sempre alla svinatura 5 campioni di vini Ciliegiolo provenienti dalle vinificazioni delle uve di vigneti oggetto del progetto. Inoltre i migliori vini 2024 sono stati analizzati durante la conservazione (dicembre 2024 e marzo 2025).

Nel 2025 sono stati prelevati sempre alla svinatura 6 campioni di vini Ciliegiolo provenienti dalle vinificazioni delle uve di vigneti oggetto del progetto con l'aggiunta del nuovo vigneto sito presso Saturnia.

Azione 5 - Analisi chimico-fisiche, chimiche, microbiologiche e sensoriali.

5.1 Analisi chimico-fisica del suolo

I suoli dei 5 vigneti oggetto del progetto sono stati campionati da personale FoodMicroTeam seguendo il seguente schema: area omogenea larga 4 file, prelevati 14 campioni dalle file di viti, scartando il suolo superficiale e conservando il campione proveniente da una profondità di 10-30 cm; i campioni sono stati omogeneizzati in modo da ottenere un dato rappresentativo del vigneto oggetto di studio. I parametri presi in considerazione sono stati pH, tessitura, sostanza organica, acidità, Carbonio organico, Calcio, Magnesio, Potassio, Azoto, Fosforo assimilabile, Calcare totale, capacità scambio cationico, Boro, Conducibilità/salinità, granulometria, Ferro, Rame, Zinco, Manganese. La metodica utilizzata è stata “Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo” DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999.

Tabella 5.1.1. Analisi del suolo effettuata nell’annata 2023 nei vigneti oggetto di studio.

	Bizzarri	Capecchi	Curti	Duchini	Monachini
pH (in acqua)	8,2	6,2	7,9	6,8	7
Sabbia (2.0-0.02-mm in %)	61	42	43	60	61
Limo (2.0-0.02-mm in %)	19	25	23	19	21
Argilla (2.0-0.02-mm in %)	20	33	34	21	18
Calcare totale (%)	9,7	0	1	0	0
Azoto Totale (g/kg)	0,59	0,42	0,57	0,46	0,44
Sostanza organica (g/kg)	9,5	8,28	9,06	9,31	7,91
Carbonio organico (g/kg)	5,51	4,8	5,25	5,4	4,59
Rapporto C/N	9,3	11,4	9,2	11,7	10,4
Fosforo assimilabile (mg/kg)	9	30	41	33	28
Potassio Scambiabile (mg/kg)	95	299	199	182	105
Potassio Scambiabile (come K₂O mg/kg)	114	360	239	219	126
Magnesio Scambiabile (mg/kg)	69	720	309	128	849
Magnesio Scambiabile (come MgO mg/kg)	114	1194	512	212	1408
Calcio Scambiabile (mg/kg)	5321	2415	3656	1156	1709
Calcio scambiabile (come CaO)	7444	3379	5115	1617	2391
Sodio Scambiabile(mg/kg)	36	102	42	16	35
Rapporto Mg/K	2,3	7,8	5	2,3	26
Rapporto Ca/Mg	46,7	2	7,2	55	1,2
Rapporto Ca/K	109,5	15,8	35,9	12,4	31,8

Capacità Scambio Cationico (meq/100g)	27,5	29,2	21,5	9,2	15,9
Saturazione basica(meq/kg)	100	66	100	80	100

La caratterizzazione dei suoli condotta nell'annata 2023 ha permesso di definire l'impronta geologica dei cinque vigneti attraverso l'applicazione dei metodi ufficiali di analisi. L'elaborazione statistica tramite Analisi delle Componenti Principali (PCA 5.2.1,5.2.2 e 5.2.3) applicata ai suoli evidenzia una netta segregazione dei vigneti in base alle loro proprietà fisico-chimiche, distinguendo cluster definiti principalmente dalla tessitura e dalla dotazione minerale. Nello specifico, la proiezione dello Score Plot mostra come i vigneti Monachini e Duchini siano accomunati da una matrice tessutale sabbiosa (superiore al 60%), fattore che influenza direttamente la capacità di scambio cationico, risultata particolarmente contenuta nel vigneto Duchini (9,2 meq/100g).

Sul fronte minerale, la PCA individua correlazioni specifiche che isolano i profili di Capecchi per l'elevato contenuto di minerali. Al contrario, il vigneto Bizzarri si posiziona in un'area dello spazio statistico definita dall'elevata presenza di Calcio scambiabile (5321 mg/kg) e dal carattere sub-alcantino del suolo (pH 8,2), unico sito a presentare una quota significativa di Calcare totale pari al 9,7%.

L'analisi integrata delle variabili tessutali e minerali rivela che i vigneti Capecchi e Curti presentano una struttura più equilibrata verso le frazioni fini (Argilla superiore al 33%), riflettendo una maggiore capacità di trattenuta idrica e una dotazione di Fosforo assimilabile e Potassio decisamente più sostenuta rispetto ai siti sabbiosi. In sintesi, l'elaborazione statistica multivariata conferma che l'eterogeneità osservata nei mosti durante il triennio affonda le proprie radici in una diversità pedologica marcata.

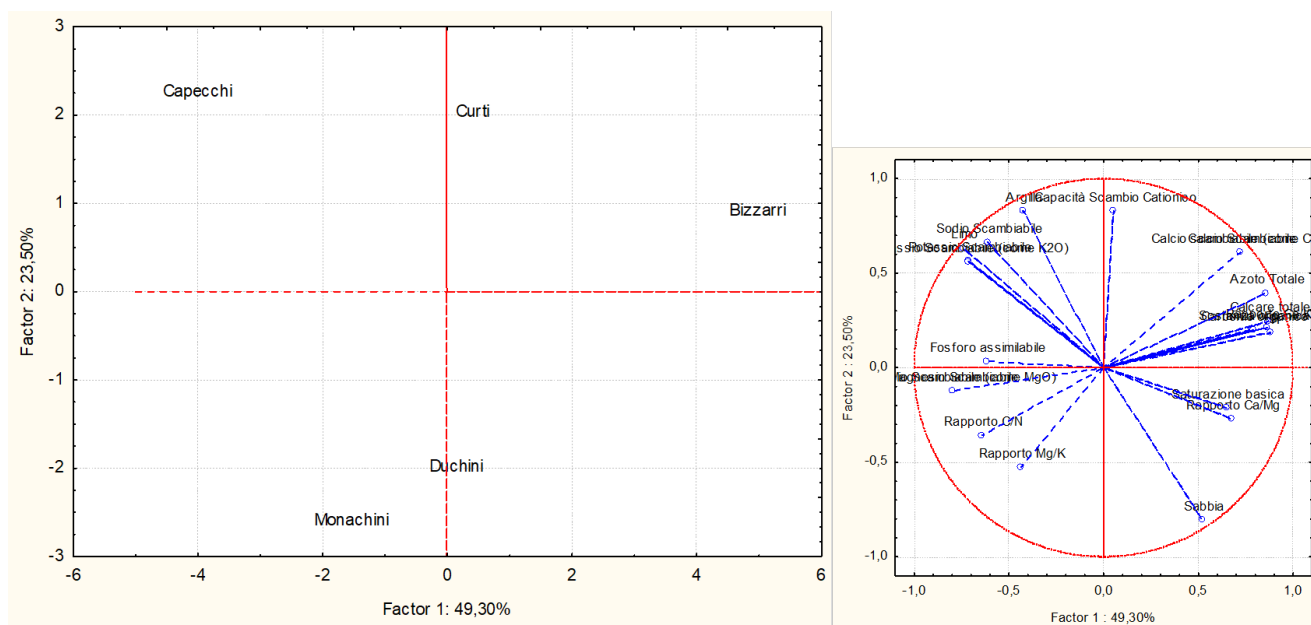


Figura 5.1.1. Analisi delle Componenti Principali (PCA) - SUOLI. Score Plot (a sinistra) mostra la distribuzione dei vigneti nello spazio definito dai primi due fattori principali, il Loading Plot (a destra) illustra l'influenza delle singole variabili.

PCA con Tessitura

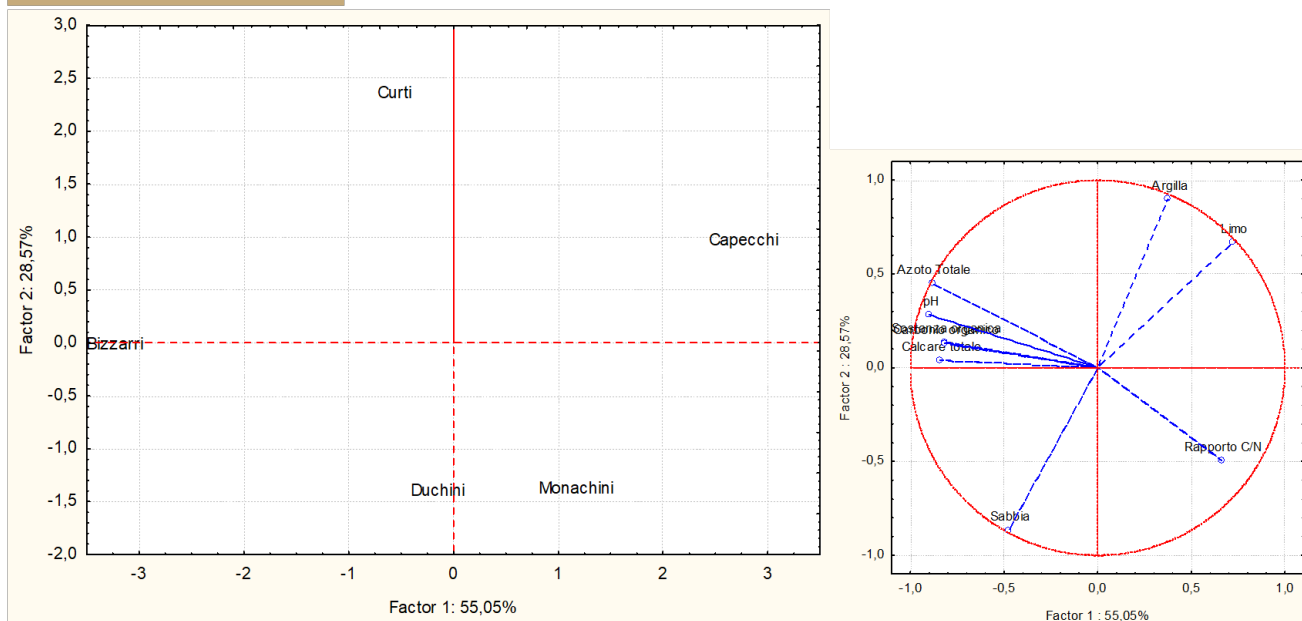


Figura 5.1.2. Analisi delle Componenti Principali (PCA) – SUOLI- SOLO VARIABILI TESSITURA. Score Plot (a sinistra) mostra la distribuzione dei vigneti nello spazio definito dai primi due fattori principali, il Loading Plot (a destra) illustra l'influenza delle singole variabili.

PCA con Minerali

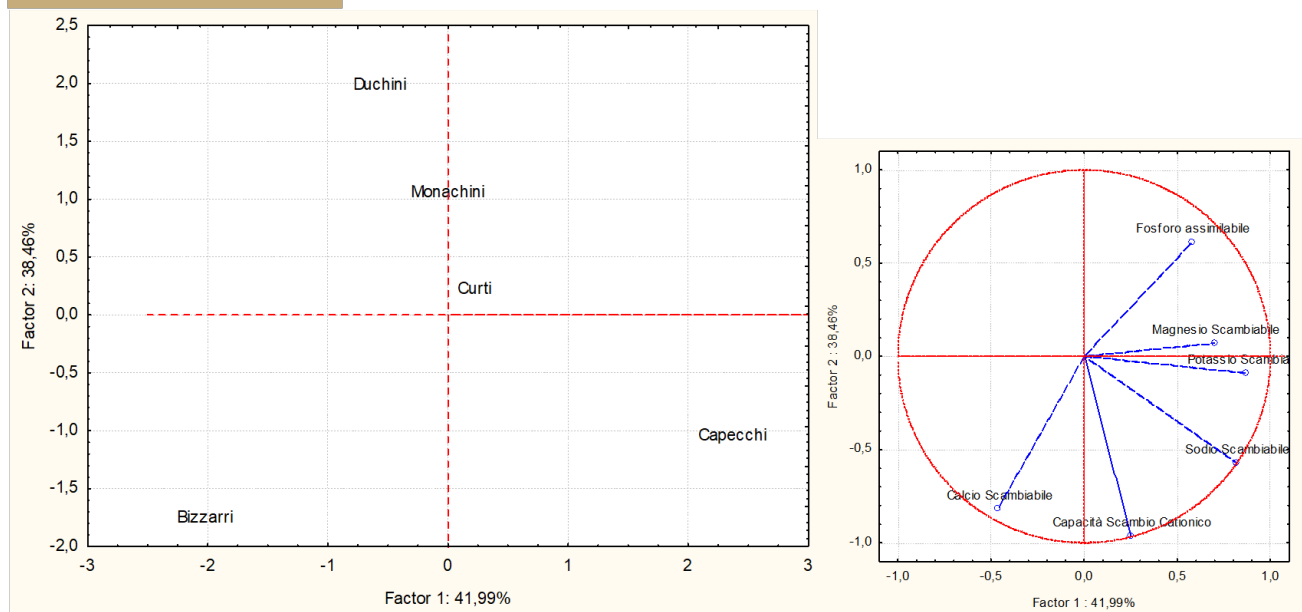


Figura 5.1.3. Analisi delle Componenti Principali (PCA) – SUOLI- SOLO VARIABILI MINERALI. Score Plot (a sinistra) mostra la distribuzione dei vigneti nello spazio definito dai primi due fattori principali, il Loading Plot (a destra) illustra l'influenza delle singole variabili.

5.2 Analisi della maturità tecnologica e fenolica delle uve di Ciliegiolo prodotte nei vigneti selezionati, loro vinificazione e affinamento dei vini ottenuti

Le attività di monitoraggio e analisi sono state condotte nel corso di tre annate produttive consecutive (2023, 2024 e 2025) per valutare l'evoluzione della maturazione delle uve. Nello specifico, durante le campagne 2023 e 2024, i campionamenti hanno interessato 5 vigneti rappresentativi; a partire dall'annata 2025, l'area di studio è stata estesa a 6 vigneti totali, a seguito dell'inserimento del vigneto di Bischi presso Saturnia.

I metodi:

Analisi della Maturità Tecnologica

La determinazione della maturità tecnologica è stata finalizzata al monitoraggio del bilancio zuccheri-acidi e della ricchezza a livello nutrizionale dei mosti. I principali parametri chimici, tra cui la concentrazione di zuccheri (g/L), l'acido malico (g/L), l'azoto prontamente assimilabile (azoto ammoniacale e amminoacidico, mg/L) e il profilo minerale in termini di potassio (K^+), magnesio (Mg^{2+}) e calcio (Ca^{2+}), sono stati analizzati mediante analisi enzimatica eseguita con strumentazione Hyperlab Service Plus.

Parallelamente, sono stati rilevati i seguenti parametri chimico-fisici: acidità totale (espressa in g/L di acido tartarico, tramite titolazione); pH e Indice zuccheri/acidi; Peso dei 100 acini, per la valutazione dello sviluppo della bacca.

Analisi della Maturità Fenolica

Per la valutazione della componente polifenolica, fondamentale per il potenziale qualitativo delle uve a bacca rossa, è stata applicata la metodica Glories. Tale protocollo ha permesso di determinare la concentrazione di antociani potenziali ed estraibili (mg/L); l'indice di maturità cellulare e la ricchezza in polifenoli totali; il grado di maturità dei vinaccioli e dei relativi tannini.

Profilo fenolico e antocianinico

Le uve prelevate in occasione dell'attività 3 sono state portate in laboratorio e immediatamente analizzate mediante HPLC per quantificare il profilo fenolico (identificazione e quantificazione di circa 30 composti) e il profilo antocianinico (identificazione e quantificazione di circa 10 composti). La definizione dei profili fenolici e antocianinici ha richiesto, prima dell'analisi mediante HPLC, un adeguato protocollo di estrazione.

Risultati analisi maturità tecnologica e fenolica delle uve

Uve 2023

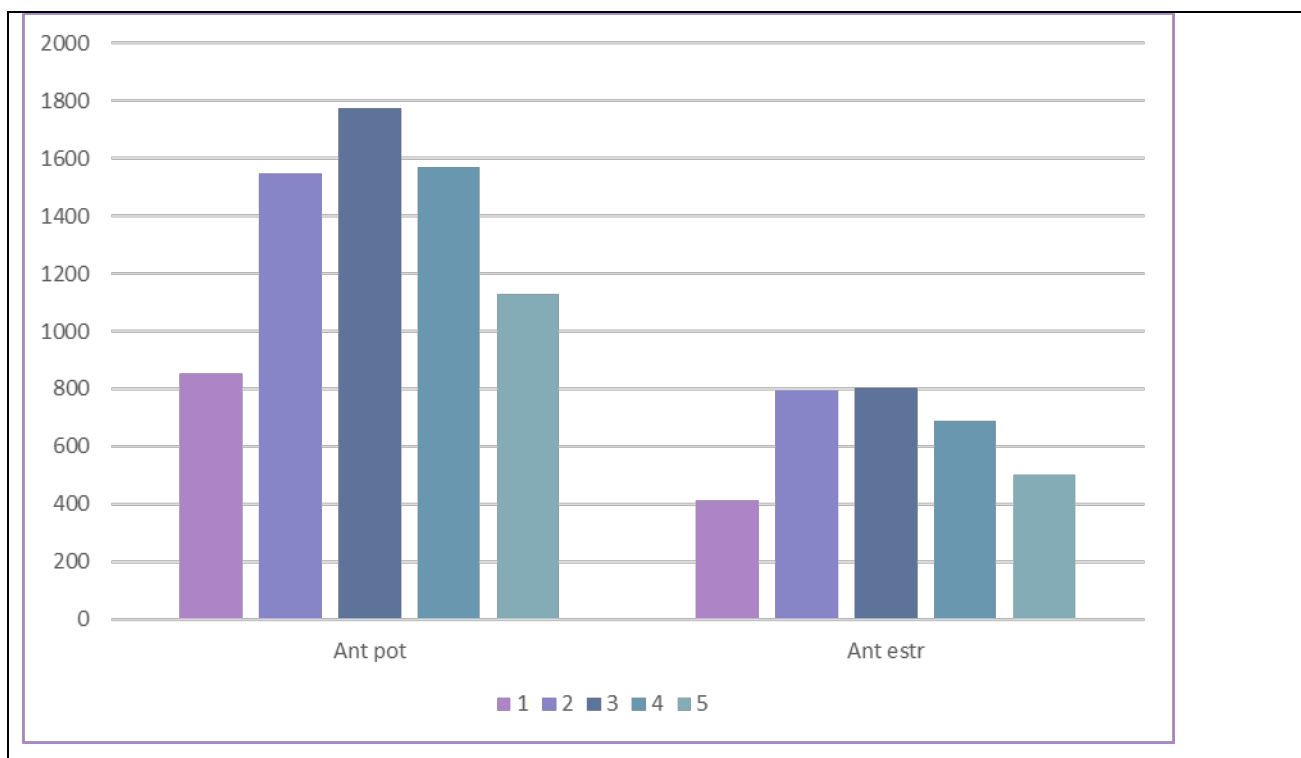
Le analisi delle uve nell'annata 2023 in prossimità alla raccolta si è caratterizzata per una marcata variabilità espressiva tra i diversi areali monitorati (tabella 5.2.1 e figura 5.2.1), delineando un quadro dove la posizione del vigneto ha giocato un ruolo cruciale nel determinare la velocità di maturazione. Al momento del campionamento del 1° settembre, i vigneti Monachini e Bizzarri si sono distinti come i più pronti dal punto di vista tecnologico, con concentrazioni zuccherine che hanno superato i 220 g/L. Al contrario, il vigneto Duchini ha mostrato un profilo più tardivo, caratterizzato da acini di dimensioni maggiori (312 g per 100 acini) ma con un accumulo di zuccheri ancora al di sotto dei 200 g/L, suggerendo un effetto di diluizione dei soluti.

Tabella 5.2.1 Parametri di Maturità Tecnologica e Fenolica - Annata 2023 dei principali indicatori chimici (zuccheri, acidità totale, pH, acido malico), nutrizionali (APA, minerali) e fenolici (antociani, RPT, maturità dei vinaccioli) rilevati in data 01/09/2023 (DOY 244) presso i cinque vigneti oggetto di studio.

Produttore/ vigneto	Data	DOY	Zuccheri (g/L)	Acidità totale (g/L)	pH	Indice z./Ac.	Ac malico (g/L)	APA	Ant. Pot.	Antoc. Estr.	Estraibilità%	RPT	dTpep	Mp	Peso 100 acini (g)	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
Duchini	01/09/2023	244	192	3,9	3,63	49,2	0,94	181	854	414	48,4	26,0	9,5	36,4	312,0	1339	54	66
Monachini	01/09/2023	244	228	3,9	3,63	58,5	1,03	199	1545	796	51,5	44,7	12,9	28,8	280,0	1455	82	62
Bizzarri	01/09/2023	244	223	4,5	3,47	49,6	0,51	196	1773	803	45,3	41,8	9,7	23,1	260,0	1351	60	73
Curti	01/09/2023	244	221	4,1	3,47	53,9	0,83	199	1569	689	43,9	33,5	5,9	17,7	298,0	1306	60	67
Capecchi	01/09/2023	244	204	4,0	3,63	51,0	1,54	113	1129	500	44,3	37,6	17,6	46,7	251,0	1476	73	63

Dal punto di vista della maturità fenolica, l'annata ha espresso un potenziale molto interessante, seppur eterogeneo. Il vigneto Bizzarri ha raggiunto il picco di antociani potenziali con ben 1773 mg/L, posizionandosi come il sito con la maggiore dotazione. Tuttavia, la facilità di estrazione di questi pigmenti non è stata uniforme: Monachini, pur avendo un potenziale assoluto leggermente inferiore, ha mostrato la migliore estraibilità percentuale (51,5%), segno di una degradazione delle pareti cellulari della buccia in fase più avanzata.

Sul fronte nutrizionale, i mosti hanno presentato in genere buone riserve di Azoto Prontamente Assimilabile (APA), con valori vicini ai 200 mg/L che lasciano presagire fermentazioni regolari. Fa eccezione il vigneto Capecchi, dove il valore di APA sensibilmente più basso (113 mg/L) ha rappresentato un campanello d'allarme per la gestione della cantina. Infine, la componente minerale è apparsa solida in tutti i siti, con livelli di Potassio costantemente elevati, superando la soglia dei 1300 mg/L.



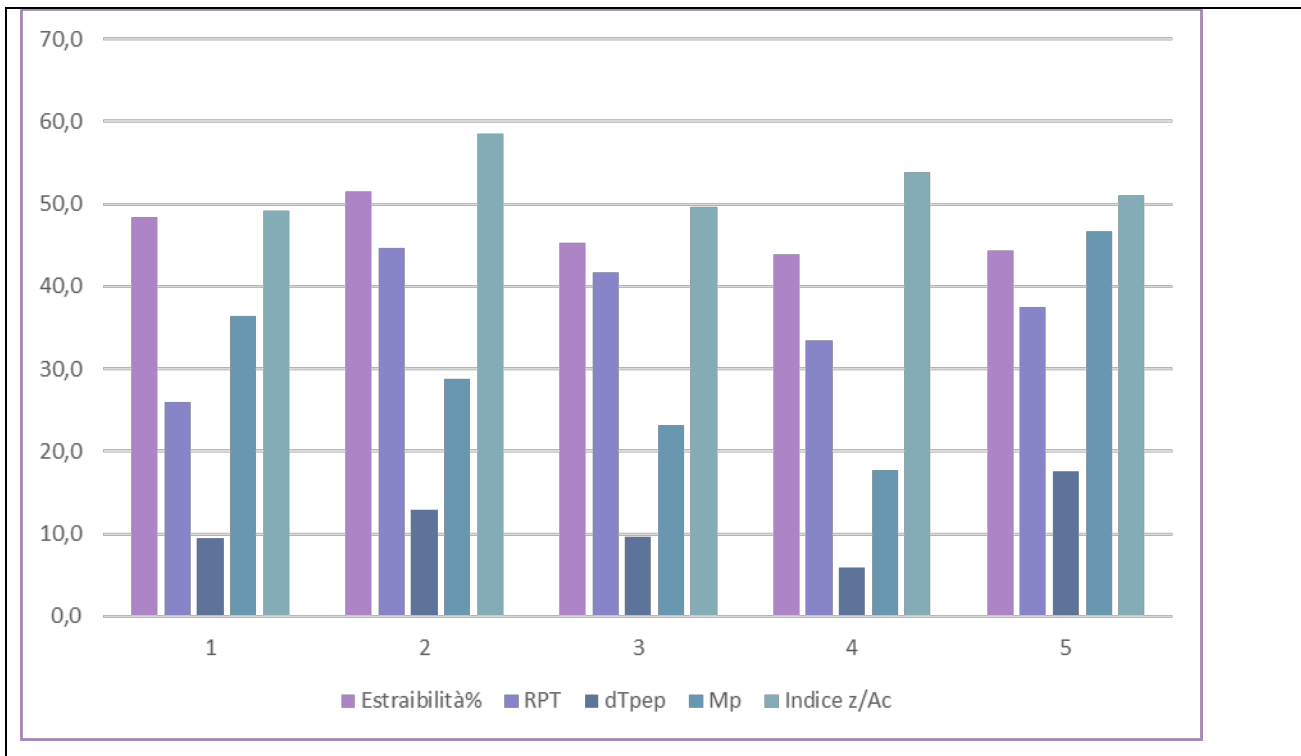


Figura 5.2.1 Confronto del potenziale antocianico tra i diversi vigneti nell'annata 2023 (Metodo Glories). Legenda aziende: 1 Duchini, 2 Monachini, 3 Bizzarri, 4 Curti, 5 Capecchi.

L'analisi statistica PCA (figura 5.2.2) sintetizza visivamente quanto osservato nei dati: i vigneti situati nei quadranti superiori (Bizzarri, Monachini e Capecchi) sono quelli che hanno raggiunto le caratteristiche tecnologiche più adeguate e mature. In particolare, Bizzarri e Monachini spinti da un ottimo accumulo di zuccheri e da un potenziale polifenolico superiore. Al polo opposto troviamo Duchini, la cui posizione nel grafico è fortemente condizionata dall'elevato peso degli acini, che ha agito da "zavorra" limitando la concentrazione zuccherina e fenolica. Capecchi occupa invece una posizione isolata in alto a destra: pur essendo tecnologicamente maturo, riflette un profilo acido e minerale molto specifico, con i valori più alti di acido malico e potassio della stagione.

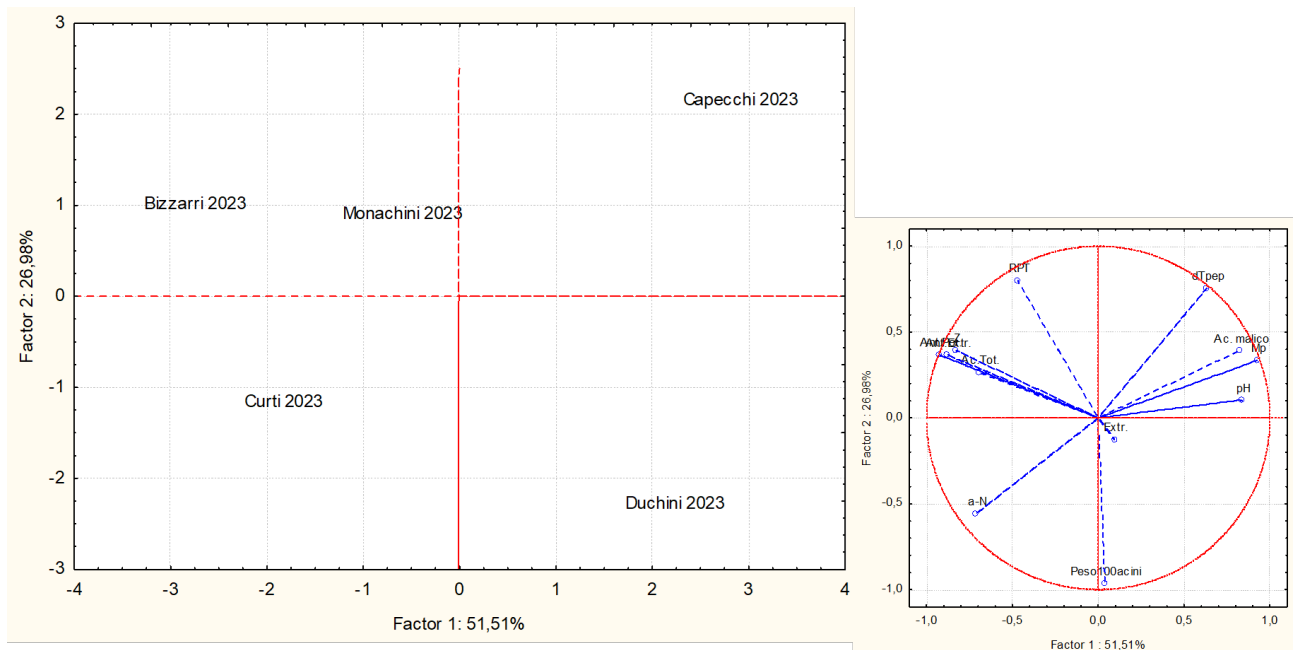


Figura 5.2.2 Analisi delle Componenti Principali (PCA) - Annata 2023. Score Plot (a sinistra) mostra la distribuzione dei vigneti nello spazio definito dai primi due fattori principali, il Loading Plot (a destra) illustra l'influenza delle singole variabili.

Uve 2024

L'andamento delle maturazioni per l'annata 2024 osservabile nelle figure 5.2.3 e 5.2.4 è stato caratterizzato da una progressione fisiologica regolare, monitorata attraverso campionamenti che hanno permesso di tracciare con precisione le cinetiche di accumulo dei metaboliti primari. Sotto il profilo zuccherino, si osserva una crescita lineare e costante per la maggior parte dei vigneti; tuttavia, nel caso specifico del vigneto Bizzarri, la curva di andamento non risulta visualizzata graficamente in quanto aveva già raggiunto l'ottimale stato di maturazione tecnologica al momento del primo campionamento, rendendo superflui i rilievi intermedi e procedendo direttamente alla raccolta. Tra gli altri areali, il vigneto Monachini (Vigneto 2) ha mostrato la pendenza più marcata, raggiungendo precocemente i target di concentrazione. Al contrario, il vigneto Duchini (Vigneto 1) ha manifestato un comportamento fenologico più tardivo, con una fase di accumulo che ha subito un'accelerazione significativa solo nell'ultima decade di agosto. Parallelamente, la dinamica di degradazione dell'acidità titolabile ha confermato la peculiare resilienza del vigneto Curti (Vigneto 4), il quale ha preservato i livelli di acidità più elevati del comparto sperimentale durante l'intero arco delle osservazioni, a differenza del vigneto Capecchi (Vigneto 5) che ha invece mostrato la caduta acida più repentina.

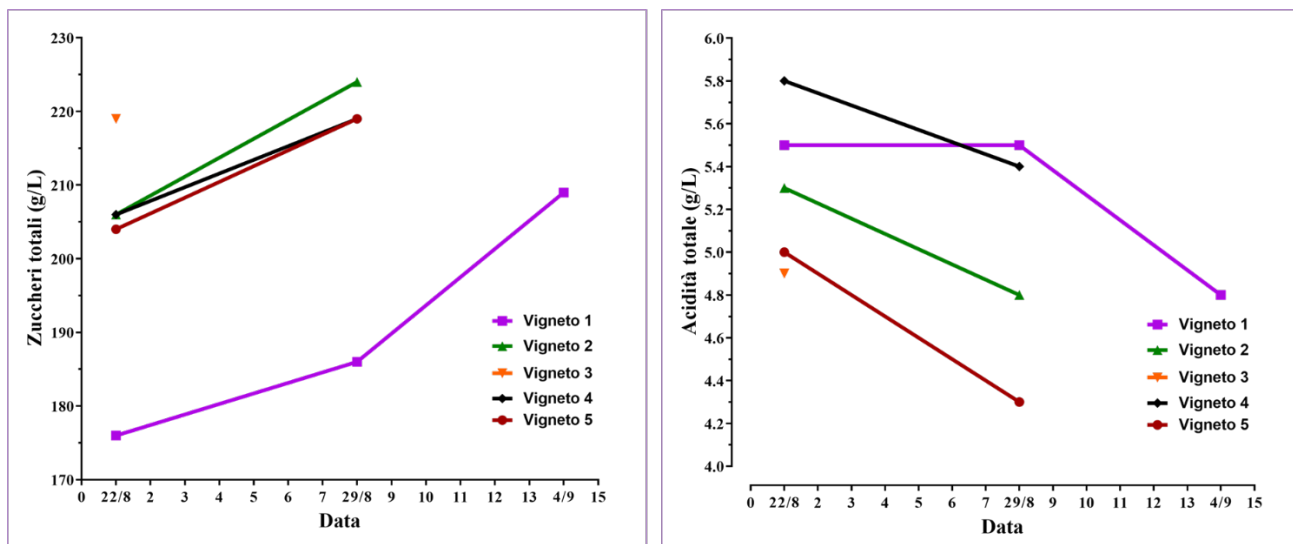


Figura 5.2.3 Andamento degli zuccheri a sx e acidità totale a dx tra i diversi vigneti durante la maturazione nell'annata 2024 Legenda aziende: 1 Duchini, 2 Monachini, 3 Bizzarri, 4 Curti, 5 Capecchi.

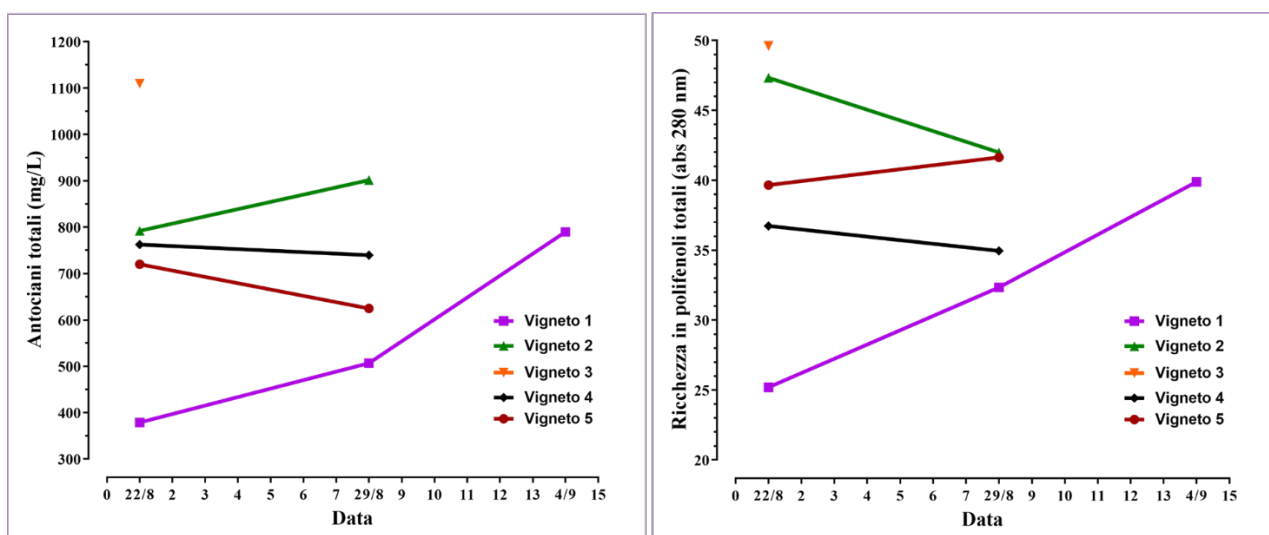


Figura 5.2.4 Andamento di antociani totali a sx e polifenoli totali a dx tra i diversi vigneti durante la maturazione nell'annata 2024 Legenda aziende: 1 Duchini, 2 Monachini, 3 Bizzarri, 4 Curti, 5 Capecchi.

Al raggiungimento dei punti finali in prossimità della raccolta, il quadro analitico ha restituito una visione di insieme di elevato equilibrio tecnologico, sebbene con differenziazioni sostanziali nel profilo minerale e fenolico. Il contenuto zuccherino si è stabilizzato su valori ottimali, con il picco di 224 g/L registrato a Monachini, mentre sotto il profilo fenolico il vigneto Bizzarri ha espresso la massima potenzialità dell'annata, sia in termini di antociani potenziali (1110 mg/L) che di ricchezza polifenolica totale (RPT 49,6). Un elemento tecnico di particolare rilievo è emerso dall'analisi della maturità cellulare: il vigneto Duchini ha fatto registrare un indice di estraibilità del 66,1%, il valore più alto dell'intera serie, indicando una degradazione delle pareti cellulari della buccia estremamente favorevole alla cessione del colore. Per quanto concerne il bilancio minerale, si è riscontrata un'elevata presenza di Potassio (K^+) in tutti i campioni, con valori spesso superiori ai 1600 mg/L, mentre il quadro nutrizionale legato all'Azoto Prontamente Assimilabile (APA) è risultato più eterogeneo, evidenziando carenze localizzate nei vigneti Monachini e Capecchi rispetto alla buona dotazione di Bizzarri e Curti.

Tabella 5.2.2 Parametri di Maturità Tecnologica e Fenolica - Annata 2024 dei principali indicatori chimici (zuccheri, acidità totale, pH, acido malico), nutrizionali (APA, minerali) e fenolici (antociani, RPT, maturità dei vinaccioli) presso i cinque vigneti oggetto di studio.

PRODUTTORE	Data	DOY	°Babo	Zuccheri (g/L)	Acidità (g/L)	pH	Indice z/Ac	Ac malico (g/L)	APA	Ant. Pot.	Ant. estr.	Estraibilità %	RPT	dTpep	Mp	Peso 100 acini (g)	K+
Duchini	04/09/2024	248	18,4	209	4,8	3,50	43,5	0,57	180	790	523	66,1	39,9	19,0	47,6	288,0	1508
Monachini	29/08/2024	242	19,6	224	4,8	3,60	46,7	0,68	121	901	489	54,2	39,0	19,4	49,8	270,0	1613
Bizzarri	22/08/2024	235	19,2	219	5,0	3,53	43,8	0,65	193	1110	585	52,7	49,6	26,2	52,8	246,0	1809
Curti	29/08/2024	242	19,2	219	5,4	3,60	40,6	0,92	193	740	372	50,4	35,0	20,1	57,4	328,0	1661
Capecchi	29/08/2024	242	19,2	219	4,3	3,67	50,9	1,12	109	625	333	53,3	41,6	28,3	68,0	270,0	1691

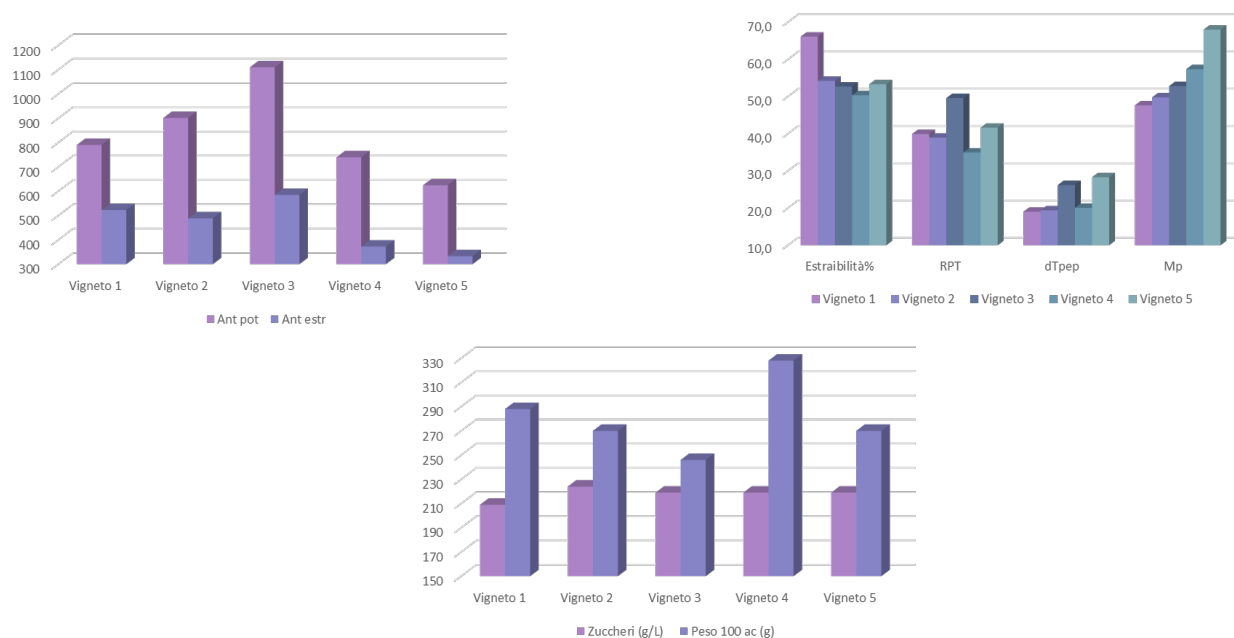


Figura 5.2.5 Confronto del potenziale di maturazione tra i diversi vigneti nell'annata 2024 (Metodo Glories). Legenda aziende: 1 Duchini, 2 Monachini, 3 Bizzarri, 4 Curti, 5 Capecchi.

Infine, l'elaborazione statistica tramite Analisi delle Componenti Principali (PCA) ha permesso di validare e sintetizzare l'eterogeneità osservata, segregando i vigneti in cluster distinti in base alle loro attitudini enologiche dominanti. La distribuzione spaziale nello Score Plot ha confermato il posizionamento dei vigneti Bizzarri e Monachini nell'area di massima maturità tecnologica e fenolica, riflettendo un'efficienza fotosintetica superiore. Il vigneto Curti si è distinto per la forte correlazione con i parametri di vigoria, evidenziata dal peso record degli acini (328 g), che ha determinato una parziale diluizione dei soluti. Al contrario, il vigneto Capecchi è risultato isolato per i suoi specifici parametri chimico-fisici, quali un pH più elevato e un metabolismo respiratorio degli acidi organici particolarmente accelerato. Tale elaborazione statistica sottolinea come, nonostante un andamento stagionale comune, le risposte specifiche di ogni areale abbiano generato profili di uva diversificati, offrendo diverse opzioni di gestione enologica in funzione dell'obiettivo finale.

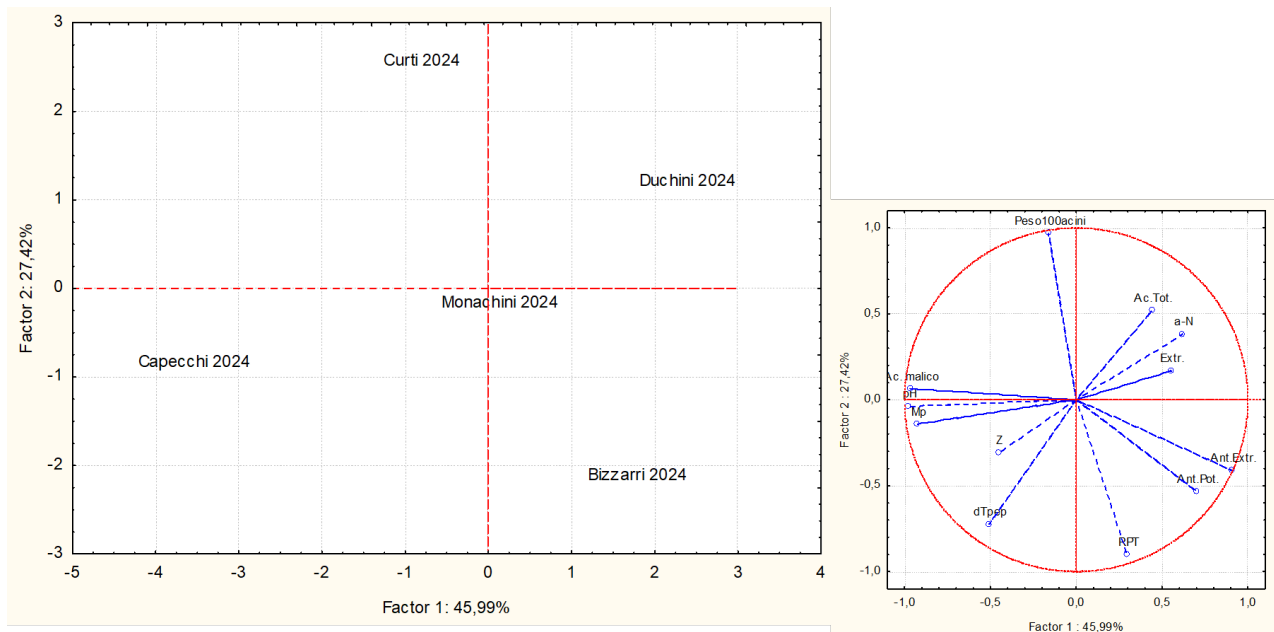


Figura 5.2.6 Analisi delle Componenti Principali (PCA) - Annata 2024. Score Plot (a sinistra) mostra la distribuzione dei vigneti nello spazio definito dai primi due fattori principali, il Loading Plot (a destra) illustra l'influenza delle singole variabili.

Uve 2025

L'andamento delle maturazioni per la campagna 2025 ha evidenziato cinetiche differenziate tra i vigneti, influenzate dalle specifiche risposte pedoclimatiche di ciascun areale. L'analisi delle curve di accumulo zuccherino in figura 5.2.7 mostra un avvio di monitoraggio (20 agosto) con valori già elevati per il vigneto Monachini, il quale ha però subito una parziale flessione nelle fasi intermedie. Al contrario, vigneti come Curti hanno manifestato una progressione più lineare e costante, raggiungendo il picco di concentrazione zuccherina a ridosso del 4 settembre con circa 228 g/L.

Per quanto riguarda il nuovo sito sperimentale Bischi, il rilievo finale si attesta su livelli intermedi (214 g/L), mostrando una buona attitudine all'accumulo. Sul fronte della degradazione acidica, si è assistito a una generale e fisiologica caduta dell'acidità totale, particolarmente marcata nel vigneto Capecchi, che ha chiuso la stagione con i valori più bassi del comparto (4,4 g/L)..

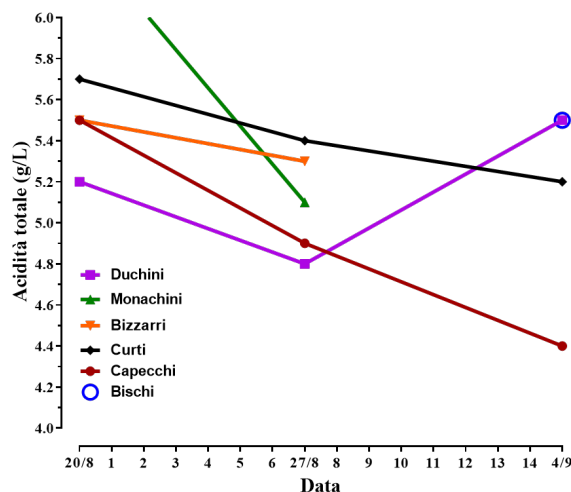
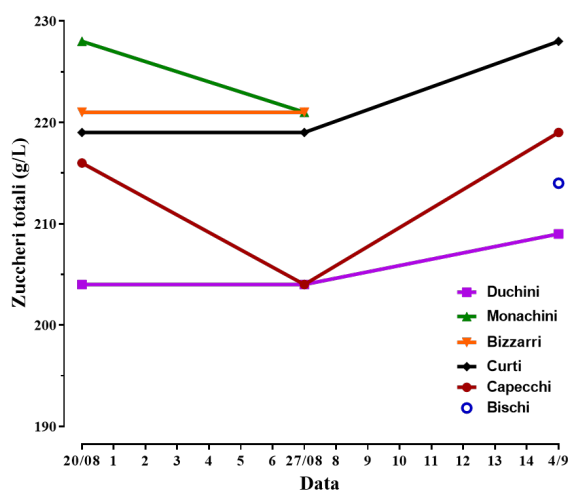


Figura 5.2.7 Andamento degli zuccheri a sx e acidità totale a dx tra i diversi vigneti durante la maturazione nell'annata 2025.

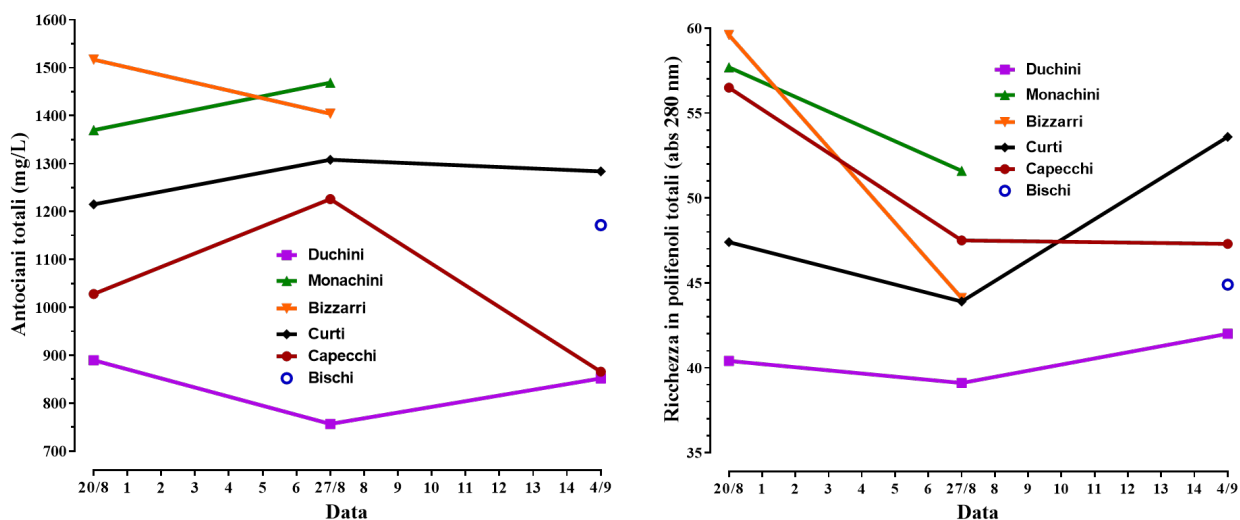


Figura 5.2.8 Andamento di antociani totali a sx e polifenoli totali a dx tra i diversi vigneti durante la maturazione nell'annata 2025.

Al raggiungimento dei punti finali prima della raccolta, il quadro analitico dei 5+1 vigneti restituisce parametri tecnologici e minerali di grande interesse. La concentrazione zuccherina media si è attestata su livelli ottimali per la vinificazione. L'Azoto Prontamente Assimilabile (APA), ha evidenziato una dotazione azotata (ammoniacale e amminoacidica) sufficiente a garantire il regolare decorso delle fermentazioni per quasi tutti i campioni. Sotto il profilo della maturità fenolica, l'applicazione della Metodica Glories ha permesso di confermare la ricchezza in polifenoli totali e antociani, con indici di estraibilità che descrivono bucce generalmente pronte alla cessione del colore e vinaccioli che hanno raggiunto un grado di lignificazione adeguato.

Tabella 5.2.3 Parametri di Maturità Tecnologica e Fenolica - Annata 2025 dei principali indicatori chimici (zuccheri, acidità totale, pH, acido malico), nutrizionali (APA, minerali) e fenolici (antociani, RPT, maturità dei vinaccioli) presso i sei vigneti oggetto di studio.

PRODUTTORE	Data	DOY	°Babo	Zuccheri (g/L)	Acidità (g/L)	pH	Indice z/Ac	Ac malico (g/L)	APA	Ant. Pot.	Ant. estr.	Estraibilità %	RPT	dTpep	Mp	Peso 100 acini (g)	K+	Mg ²⁺	Ca ²⁺
Duchini	04/09/2025	247	18,4	209	5,5	3,60	38,0	0,94	185	852	593	69,6	42,0	18,3	43,5	209,0	1808	73	98
Monachini	27/08/2025	239	19,4	221	5,1	3,58	43,3	1,01	96	1469	923	62,8	51,6	14,7	28,5	254,0	1796	83	80
Bizzarri	27/08/2025	239	19,4	221	5,3	3,52	41,7	0,61	104	1404	986	70,2	44,1	4,7	10,6	286,0	1740	64	94
Curti	04/09/2025	247	20,0	228	5,2	3,62	43,8	0,97	209	1284	866	67,5	53,6	18,9	35,3	228,0	1772	87	87
Capecchi	04/09/2025	247	19,2	219	4,4	3,73	49,8	1,39	118	866	732	84,5	47,3	18,0	38,0	219,0	1800	85	85
Bischi	04/09/2025	247	18,8	214	5,5	3,60	38,9	0,90	155	1172	845	72,1	44,9	11,1	24,7	214,0	1807	108	108

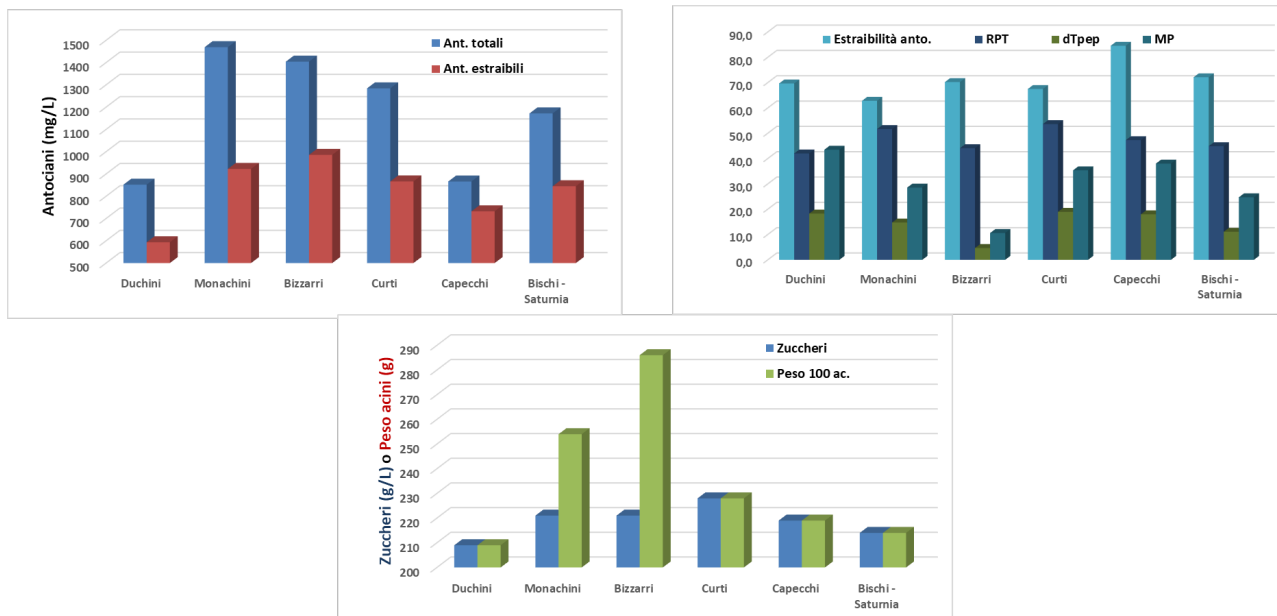


Figura 5.2.9 Confronto del potenziale di maturazione tra i diversi vigneti nell'annata 2025 (Metodo Glories).

L'elaborazione statistica tramite Analisi delle Componenti Principali (PCA) per l'annata 2025 ha permesso di definire con precisione l'identità enologica dei sei areali monitorati. La distribuzione spaziale dei campioni conferma come i vigneti mantengano le loro peculiarità: Bizzarri e Monachini continuano a presidiare i quadranti relativi alle caratteristiche tecnologiche più equilibrate, mentre Curti si conferma legato a parametri di maggiore vigoria e peso dell'acino. L'inserimento del vigneto Bischi nella matrice statistica ha rivelato un posizionamento interessante, collocandosi in un'area intermedia dello Score Plot che suggerisce un buon equilibrio tra accumulo zuccherino e tenuta acida, rendendolo un sito di notevole valore comparativo per il futuro. Tale elaborazione finale sottolinea l'efficacia del protocollo analitico nel discriminare le risposte agronomiche dei diversi vigneti, fornendo dati oggettivi per la gestione differenziata delle partite d'uva.

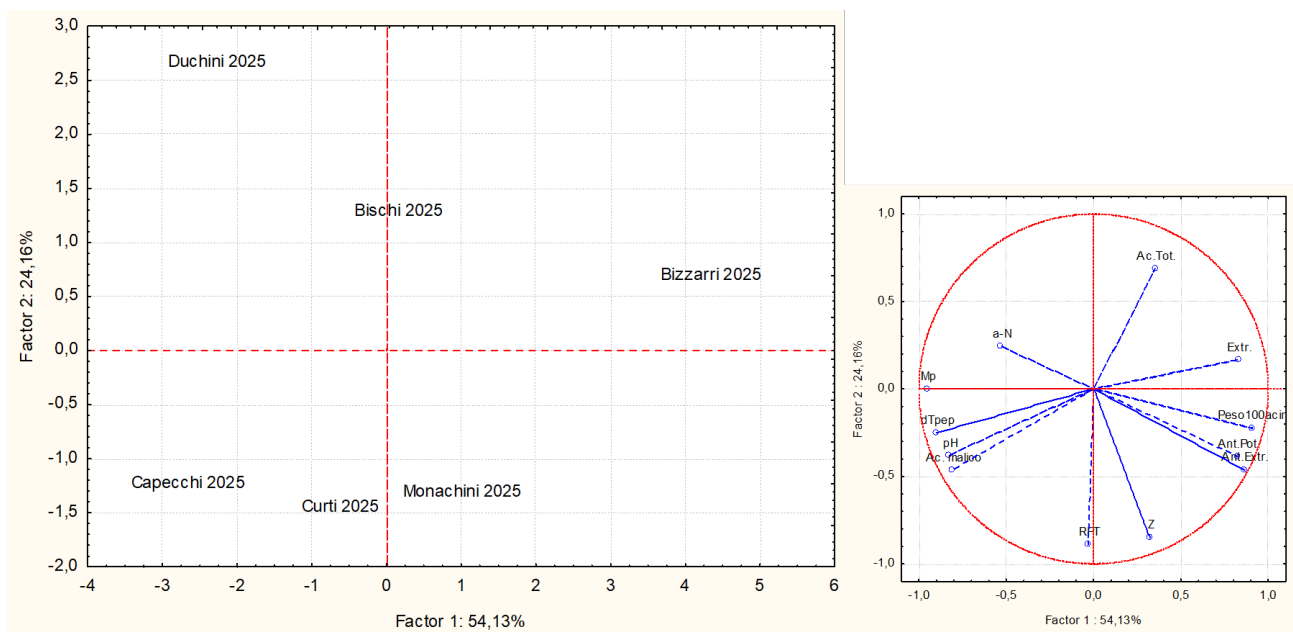


Figura 5.2.10 Analisi delle Componenti Principali (PCA) - Annata 2025. Score Plot (a sinistra) mostra la distribuzione dei vigneti nello spazio definito dai primi due fattori principali, il Loading Plot (a destra) illustra l'influenza delle singole variabili.

Confronto fra le annate

L'analisi comparativa del triennio evidenzia una netta distinzione tra le annate, con l'effetto annata che prevale sulle caratteristiche intrinseche dei singoli vigneti. Dal punto di vista statistico, come evidenziato dalla PCA globale, i campioni tendono a raggrupparsi per annualità: il 2023 si caratterizza per una spiccata eterogeneità e picchi di potenziale fenolico elevatissimi, mentre il 2024 e il 2025 mostrano una maggiore coerenza interna tra i vigneti, pur con una deriva verso profili differenti.

Un elemento di continuità nel triennio è rappresentato dal comportamento dei vigneti Bizzarri e Monachini, che si posizionano costantemente nei quadranti associati a una maturità tecnologica superiore, confermando un'attitudine agronomica d'eccellenza indipendentemente dalle fluttuazioni climatiche. Al contrario, Curti e Duchini mantengono una forte identità legata rispettivamente alla vigoria vegetativa, con acini più grandi, e a una maturazione più tardiva che tuttavia beneficia di un'estraibilità del colore molto elevata nelle annate più recenti.

L'inserimento nel 2025 del vigneto Bischi ha fornito un ulteriore termine di paragone, collocandosi in una posizione intermedia dello spazio statistico che suggerisce un equilibrio promettente tra accumulo zuccherino e parametri acidi.

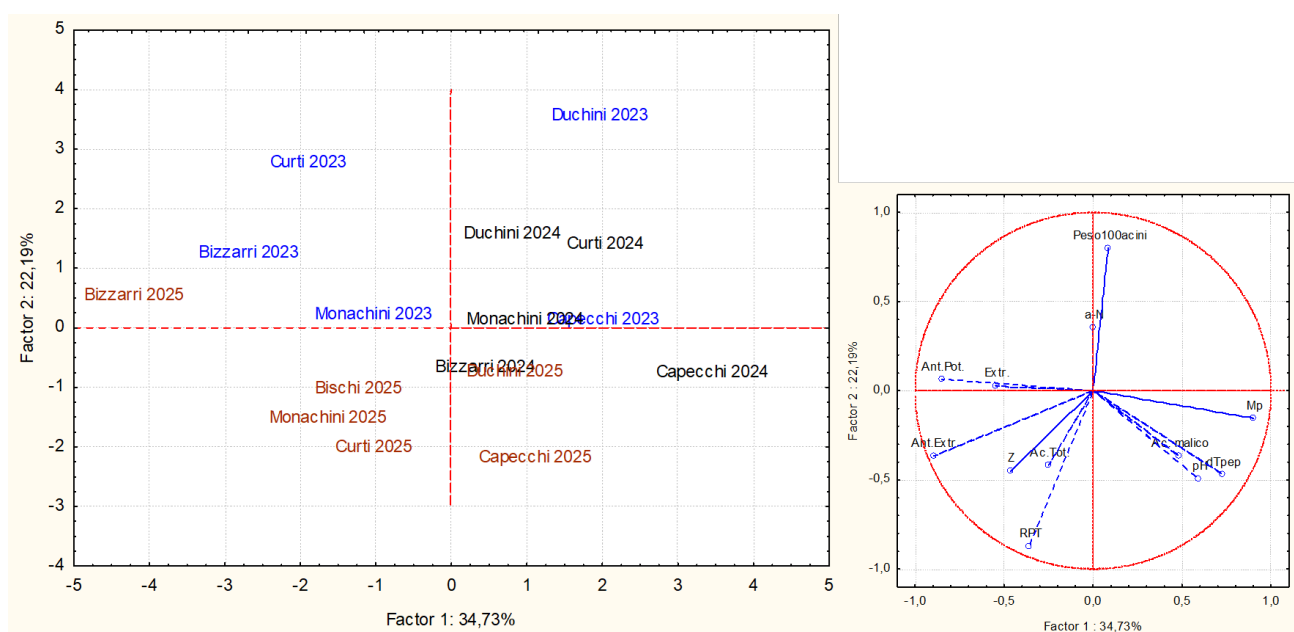


Figura 5.2.10 Analisi delle Componenti Principali (PCA) – Annate 2023-2024-2025. Score Plot (a sinistra) mostra la distribuzione dei vigneti nello spazio definito dai primi due fattori principali, il Loading Plot (a destra) illustra l'influenza delle singole variabili.

Risultati delle analisi degli antociani e dei composti fenolici non antocianinici delle uve

Uve 2024

Le uve sono state sottoposte ad estrazione con solvente organico in maniera da estrarre quantitativamente tutti gli antociani e i composti fenolici non antocianinici presenti negli acini, e gli estratti così ottenuti sono stati analizzati con HPLC. Con tale metodica è stato possibile determinare gli antociani e altri flavonoidi quali i flavonoli e i flavan-3-oli ma anche composti di natura non-flavonoidica come gli acidi idrossibenzoici, gli acidi idrossicinnamici e gli stilbeni. In tabella 5.2.4 sono riportati i contenuti in antociani delle uve del 2024. Le uve delle aziende Monachini e Capecchi erano le più dotate mentre quelle di Duchini le più povere in antociani.

Tabella 5.2.4 Composizione antocianinica delle uve 2024.

mg/Kg di uva	Duchini	Monachini	Curti	Capecchi
delfinina	63	67	63	62
cianina	57	53	34	37
petunina	65	79	71	67
peonina	105	151	108	104
malvina	245	407	401	328
Acetilati	8	10	8	2
Cumarilati	18	23	24	21
TOTALE	560	790	709	621

Nella tabella 5.2.5 sono riportati invece i profili antocianinici calcolati come abbondanza relativa sugli antociani totali. Il profilo antocianinico è considerata una caratteristica varietale controllata a livello genetico e viene utilizzato in alcuni casi per distinguere una varietà da un'altra. Ma se il vitigno è considerato il fattore che maggiormente determina il profilo antocianinico dell'uva, non è però possibile trascurare l'influenza dei fattori ambientali come l'esposizione alla luce, la temperatura, la disponibilità di acqua e azoto, l'altitudine e la tipologia del suolo, tutti fattori in grado di influenzare l'abbondanza e il contenuto di antociani e degli altri flavonoidi nell'uva. Nello specifico delle uve del 2024, il profilo antocianinico ha mostrato delle caratteristiche in comune indipendentemente dall'azienda dove sono state raccolte le uve. Le caratteristiche che potrebbero essere peculiarità tipiche del cilieggiolo sono le seguenti: prevalenza dell'antocianina malvina seguita nell'ordine da peonina, petunina, delfinina e cianina; derivati acilati, ottenuti dalla somma fra acetilati e cumarilati inferiori al 5% degli antociani totali.

Tabella 5.2.5 Profili antocianinici calcolati come abbondanza relativa delle uve 2024.

%	Duchini	Monachini	Curti	Capecchi
delfinina	11,3	8,5	8,9	10,0
cianina	10,1	6,7	4,7	6,0
petunina	11,5	10,0	10,0	10,8
peonina	18,7	19,1	15,2	16,7
malvina	43,7	51,6	56,6	52,8
Acetilati	1,5	1,3	1,2	0,4
Cumarilati	3,2	2,9	3,3	3,3

In tabella 5.2.6 è riportato il contenuto in composti fenolici delle uve 2024. I risultati hanno messo in evidenza una notevole variabilità di concentrazione soprattutto per le classi fenoliche che appartengono alla famiglia dei flavonoidi (flavonoli e flavan-3-oli). In effetti si tratta di molecole la cui biosintesi è fortemente influenzata da fattori ambientali e risente quindi molto del "terroir" di origine dell'uva. Questo ne giustifica la variabilità fra le uve raccolte in aziende diverse. Per quanto riguarda la somma, i valori più elevati sono stati riscontrati nelle uve di Monachini mentre quelli più bassi in quelle di Curti.

Tabella 5.2.6 Composti fenolici non antocianinici nelle uve 2024.

mg/Kg	Duchini	Monachini	Curti	Capecchi
Acidi idrossibenzoici e derivati				
ac gallico	4,1	3,8	6,4	5,5
ac protocatecuico	1,1	0,5	1,1	1,2
ac vanillico	10,7	9,6	8,9	8,8
ac siringico	5,7	4,2	5,5	4,3
metilgallato	1,0	0,6	0,9	0,6
etilgallato	1,4	1,6	1,1	0,8
Somma	23,9	20,3	23,9	21,3
Acidi Idrossicinnamici e derivati				
ac caffeico	1,6	0,9	1,5	1,0
ac t-p-cumarico	0,8	0,4	0,7	0,5
ac c p-cumarico	4,2	4,5	5,1	4,3
ac ferulico	1,2	5,1	2,7	4,4
ac t-caftarico	8,4	3,3	12,8	12,1
ac cis p-cutarico	0,5	0,5	0,7	0,6
ac trans p-cutarico	0,7	0,3	2,0	1,7
Somma	17,3	14,9	25,5	24,5
Stilbeni				
t-resv-glu	5,3	5,0	4,9	4,4
cis resv glu	0,0	0,0	0,0	0,0
trans resv	0,0	0,0	0,0	0,0
cis resv	0,0	0,0	0,0	0,0
Somma	5,3	5,0	4,9	4,4
Flavanoli				
catechina	24,3	12,3	21,4	16,6
epicatechina	34,7	24,6	44,5	34,8
epicat-3-gal	15,6	21,7	18,1	18,0
Somma	74,6	58,7	84,0	69,3
Flavonoli				
Miricetina-3-glucuronide	15,1	19,7	1,7	14,0
Miricetina-3-galattoside	30,1	30,1	12,6	31,5

Miricetina-3-glucoside	14,8	28,2	27,9	19,8
Quercetina-3-galattoside	5,6	8,4	11,3	0,3
Quercetina-3-glucuronide	26,8	27,9	7,3	27,5
Quercetina-3-glucoside	35,5	27,2	27,5	26,9
Campferolo-3-glucoside	3,5	0,0	1,8	2,1
miricetina	0,0	0,0	0,0	0,0
quercetina	0,0	0,0	0,0	0,0
campferolo	0,0	0,0	0,0	0,0
Somma	131,3	141,6	90,0	122,1
Alcoli				
tirosolo	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
triptofolo	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
diidrossifeniletanolo	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Somma	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Composti fenolici monomerici totali	252,5	240,4	228,3	241,6

Uve 2025: antociani e altri composti fenolici

La stessa caratterizzazione è stata effettuata sulle uve del 2025. Nella tabella 5.2.7 sono riportati i contenuti in antociani. Le uve dell'azienda Monachini erano le più ricche mentre quelle di Duchini le più povere in antociani.

Tabella 5.2.7 Composizione antocianinica delle uve 2025.

mg/Kg	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Saturnia
delfinina	58	110	76	81	65	76
cianina	57	82	67	75	59	56
petunina	62	119	89	92	75	87
peonina	127	223	174	184	167	150
malvina	304	560	460	475	390	445
Acetilati	10	13	11	10	9	8
Cumarilati	27	35	35	30	24	15
TOTALE	644	1142	913	946	789	838

Come precedentemente osservato per le uve del 2024, il profilo di tutte le uve (tabella 5.2.8) presenta delle caratteristiche comuni che risultano indipendenti dall'azienda: ancora una volta l'antocianina più abbondante è risultata la malvina seguita nell'ordine da peonina, petunina,

delfinina e cianina. Per quanto riguarda gli antociani acilati (cumarilati+acetati) non raggiungevano il 5% degli antociani totali.

Tabella 5.2.8 Contenuto in composti fenolici non antocianinici delle uve 2025.

%	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Saturnia
delfinina	9	10	8	9	8	9
cianina	9	7	7	8	7	7
petunina	10	10	10	10	10	10
peonina	20	20	19	19	21	18
malvina	47	49	50	50	49	53
Acetilati	1	1	1	1	1	1
Cumarilati	4	3	4	3	3	2

Il contenuto in composti fenolici appartenenti alla famiglia dei flavonoidi (tabella 5.2.9) ha mostrato una notevole variabilità per tutte le classi fenoliche come già evidenziato per le uve del 2024. Per quanto riguarda la somma, i valori più elevati sono stati riscontrati nelle uve di Curti mentre quelli più bassi in quelle di Bizzarri.

Tabella 5.2.9 Composti fenolici non antocianinici nelle uve 2025.

mg/Kg	Monachini	Duchini	Capecchi	Curti	Bizzarri	Saturnia
Acidi idrossibenzoici e derivati						
ac gallico	5,2	8,2	5,5	10,7	6,8	4,3
ac protocatecuico	0,7	0,7	0,5	0,8	0,4	0,6
ac vanillico	9,1	7,4	6,6	8,6	7,8	8,4
ac siringico	4,7	4,8	4,3	5,2	4,0	4,3
metilgallato	0,9	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8
etilgallato	0,5	0,8	0,7	0,7	0,7	0,5
Somma	21,1	23,2	18,5	26,8	20,6	18,8
Acidi Idrossicinnamici e derivati						
ac caffeico	2,4	1,9	2,7	2,2	2,6	2,4
ac t-p-cumarico	0,6	0,0	0,0	0,6	0,0	0,5
ac c p-cumarico	0,0	3,5	0,0	0,0	3,3	0,0
ac ferulico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

ac t-caftarico	5,5	4,5	1,3	5,7	2,1	5,1
ac cis p-cutarico	0,5	0,5	0,0	0,4	0,7	0,5
ac trans p-cutarico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Somma	9,0	10,3	3,9	9,0	8,9	8,6
Stilbeni						
t-resv-glu	19,0	10,6	14,0	15,8	22,2	17,8
cis resv glu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
trans resv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
cis resv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Somma	19,0	10,6	14,0	15,8	22,2	17,8
Flavanoli						
catechina	31,0	35,6	34,2	49,0	27,8	28,8
epicatechina	51,1	48,3	45,3	65,9	39,7	46,6
epicat-3-gal	24,7	13,0	14,6	19,0	0,0	23,5
Somma	106,8	96,9	94,1	133,9	67,5	98,9
Flavonoli						
Miricetina-3-glucuronide	17,6	11,7	15,8	14,5	15,5	16,1
Miricetina-3-galattoside	33,6	30,2	26,9	32,9	26,9	31,6
Miricetina-3-glucoside	34,9	19,3	28,9	29,6	33,1	31,9
Quercetina-3-galattoside	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Quercetina-3-glucuronide	44,4	37,6	38,2	36,8	33,5	40,7
Quercetina-3-glucoside	52,9	50,9	46,3	50,1	42,5	48,5
Campferolo-3-glucoside	3,9	5,5	5,0	3,2	3,3	3,3
miricetina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
quercetina	0,7	0,8	1,3	1,0	1,6	0,5
campferolo	0,1	0,0	0,2	0,1	0,2	0,1
Somma	188,2	156,0	162,7	168,2	156,7	172,7
Alcoli						
tirosolo	5,2	4,3	2,1	6,2	2,3	3,9
triptofolo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
diidrossifeniletanolo	10,0	7,9	9,0	11,9	9,6	8,7
Somma	15,2	12,2	11,1	18,1	11,9	12,6

**Composti fenolici monomerici
totali**

359,4 309,2 304,3 371,9 287,7 329,4

Confronto uve 2024-2025

Le uve delle due vendemmie sono state messe a confronto sia sulla base del contenuto totale di antociani che sulla base del contenuto in composti fenolici non antocianinici. I dati delle uve del progetto sono stati inoltre messi a confronto con dati di letteratura riguardanti le uve ciliegiolo limitatamente a quelli ad oggi disponibili, ovvero gli antociani totali.

Dal confronto emerge distintamente un effetto annata, con le uve del 2024 chiaramente meno dotate di antociani rispetto a quelle del 2025 (figura 5.2.11), accanto al quale però si nota anche un effetto azienda con le uve dell'azienda Duchini più povere in antociani in entrambe le annate, e quelle dell'azienda Monachini più dotate. Se confrontiamo i dati delle uve del progetto con quelli di letteratura (Palliotti et al. 2012) , i dati risultano all'interno dello stesso ordine di concentrazione.

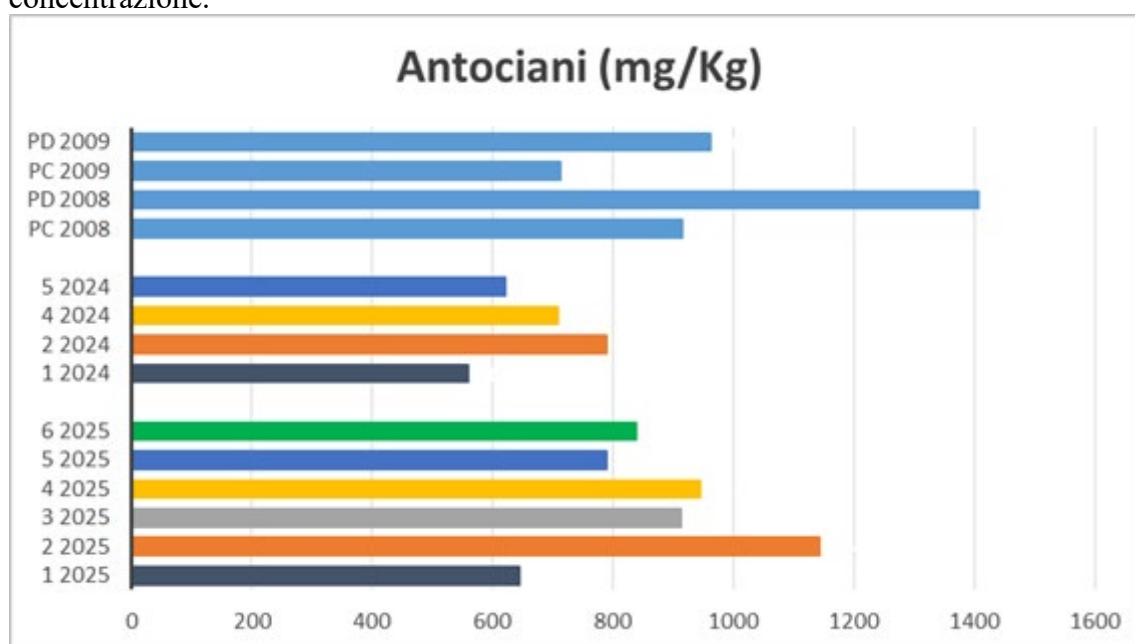


Figura 5.2.11 Confronto del contenuto antocianinico delle uve delle due annate 2024-2025, e di uve ciliegiolo riportate in un lavoro scientifico del 2012 (Palliotti et al. 2012). Legenda 1-Duchini, 2-Monachini, 3-Bizzarri, 4-Curti, 5-Capecchi, 6-Bischi

In maniera del tutto analoga anche per quanto riguarda i composti fenolici totali (somma di acidi idrossibenzoici, acidi idrossicinnamici, stilbeni, flavan-3-oli, flavonoli, alcoli fenolici) le uve del 2025 hanno superato quelle del 2024 (figura 5.2.12). Risulta evidente che le condizioni ambientali hanno influenzato la biosintesi e l'eventuale degradazione di antociani, flavonoli e flavan-3-oli allo stesso modo, ovvero conducendo a maggiori concentrazioni nel 2025 e a minori nel 2024.

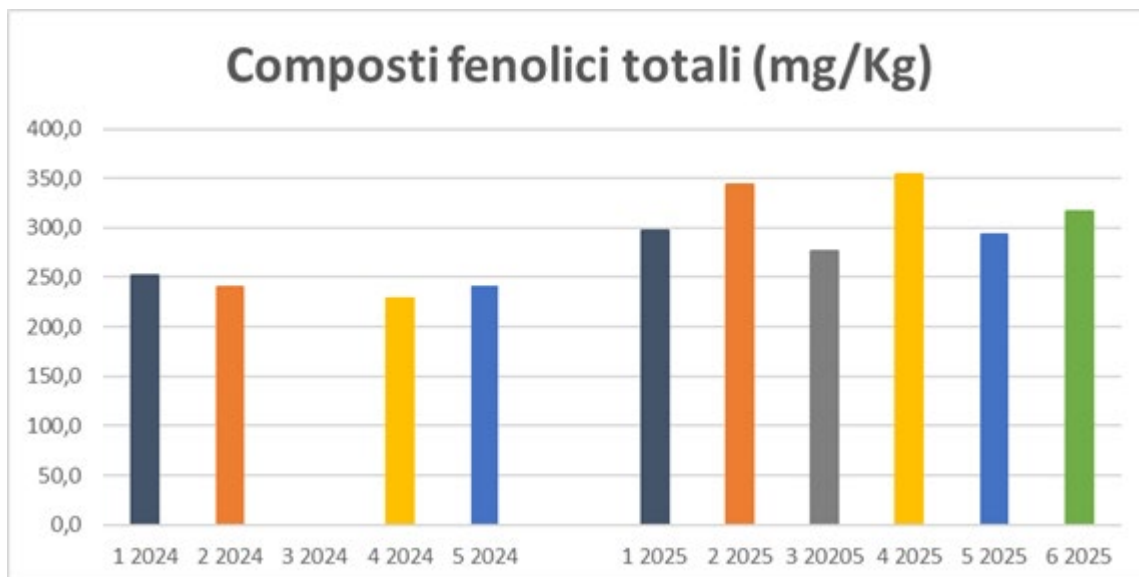


Figura 5.2.12 Composti fenolici totali (non antocianinici) nelle uve 2024-2025. Legenda 1-Duchini, 2-Monachini, 3-Bizzarri, 4-Curti, 5-Capecchi, 6-Bischi

Sono stati inoltre calcolati degli indici che sono considerati tipici delle varietà (Mattivi et al., 2006; Downey et al., 2003; Goldberg et al., 1998) riportati in tabella 5.2.10. L'indice denominato A ratio (antocianine trisostituite/disostituite) ha assunto in queste uve valori compresi tra 2.3 e 3.8 con una media di 2.7, mentre l'indice F ratio (quercetine/miricetine) tra 0.8 e 1.4 con una media di 1.1 e infine l'indice F3ol ratio (catechina/epicatechina) valori tra 0.5 e 0.8 con una media di 0.6. Questi indici potrebbero essere caratteristiche peculiari della varietà cilieggiolo, se venissero confermati anche analizzando uve raccolte in altre zone e in altre annate.

Tabella 5.2.10 Indici con rilevanza tassonomica (A ratio: rapporto antocianine trisostituite su disostituite; F ratio: rapporto quercetine su miricetine; F3ol ratio: rapporto catechina su epicatechina).

	A ratio	F ratio	F3ol ratio
Duchini 2024	2.3	1.1	0.7
Monachini 2024	2.7	0.8	0.5
Curti 2024	3.8	1.1	0.5
Capecchi 2024	3.2	0.8	0.5
Duchini 2025	2.3	1.4	0.7
Monachini 2025	2.6	1.1	0.6
Bizzarri 2025	2.6	1.0	0.7
Curti 2025	2.5	1.1	0.7
Capecchi 2025	2.3	1.2	0.8
Bischi 2025	3.0	1.1	0.6
Media	2.7	1.1	0.6
range	2.3-3.8	0.8-1.4	0.5-0.8

5.3 Analisi chimiche, microbiologiche e sensoriali sui vini.

I vini sono stati sottoposti ad analisi chimiche e microbiologiche. I risultati sono stati riportati combinando i dati ottenuti con l'HPLC con quelli ottenuti invece per via enzimatica allo scopo di incrementare la precisione analitica nella quantificazione di alcuni composti.

I metodi

I principali parametri presi in esame sono stati i seguenti: glucosio, fruttosio, etanolo, acidi organici (acido acetico, lattico, malico), glicerina, acidità volatile determinati per HPLC, solforosa, azoto prontamente assimilabile (azoto amminoacidico totale e l'azoto ammoniacale) determinati enzimaticamente, oltre a pH, acidità totale e solforosa determinate per titolazione. L'analisi enzimatica è stata condotta utilizzando l'analizzatore Hyperlab plus, uno strumento che ottimizza e rende più efficienti queste tipologie di analisi.

Negli svinati sono stati determinati anche i profili antocianinici e polifenolici mediante analisi HPLC e il colore (intensità e tonalità) mediante analisi spettrofotometriche classiche. Sono state condotte anche analisi microbiologiche per quantificare lieviti e batteri che saranno identificati al genere o alla specie di appartenenza in base alla necessità utilizzando analisi molecolari.

Risultati delle analisi condotte sui vini alla svinatura

Vini 2023

Nel 2023 sono stati analizzati dei vini prodotti nella cantina della cooperativa Terre d'Etruria a partire da uve ciliegiole dei soci ma non riconducibili alle aziende del progetto. Questi vini sono stati analizzati per raccogliere più dati su questa varietà che ad oggi risulta poco studiata (visti i pochi dati disponibili in letteratura) inserendo nello studio vini prodotti da altre aziende in un'altra vendemmia.

Da questa analisi è emersa una notevole variabilità del contenuto in antociani Icon valori che spaziavano da 110 a quasi 400mg/L.

Tabella 5.3.1 Composizione antocianinica dei vini 2023.

mg/L	13	64	65	Magliano	terre d'etruria
delfinina	12,3	4,7	10,2	10,5	6,2
cianina	3,6	2,5	3,5	3,7	2,4
petunina	17,9	6,6	16,1	17,3	10,6
peonina	22,0	8,3	16,5	19,2	7,9
malvina	132,4	50,3	130,0	150,5	74,3
Vitisine	1,8	1,5	1,4	2,1	0,9
Acetilati	1,3	4,8	0,0	0,8	4,7
Cumarilati	1,5	2,7	0,3	0,4	3,1
somma	303,0	285,8	259,2	397,5	110,0

Il profilo (tabella 5.3.2) invece, risultava molto simile fra i vini e coerente con quanto osservato per le uve del progetto nelle vendemmie 2024 e 2025. In particolare, l'antocianina più

abbondante è risultata la malvina seguita nell'ordine da peonina, petunina, delfinina e cianina. Per quanto riguarda gli antociani acilati non raggiungevano il 5% degli antociani totali.

Tabella 5.3.2 Profilo antocianinico dei vini 2023.

%	13	64	65	Magliano	terre d'etruria
delfinina	6,3	5,9	5,8	5,1	5,6
cianina	1,8	3,1	2,0	1,8	2,1
petunina	9,2	8,2	9,0	8,4	9,6
peonina	11,3	10,4	9,2	9,3	7,1
malvina	67,7	63,0	73,1	73,1	67,0
Acetilati	1,3	4,8	0	0,8	4,7
Cumarilati	1,5	2,7	0,2	0,4	3,1
Vitisine	0,9	1,9	0,8	1	0,8

Questa variabilità ha caratterizzato anche il contenuto in composti fenolici non antocianinici (tabella 5.3.3) con un vino dotato di 262.8mg/L e un altro di 474.6mg/L, con un rapporto vicino a 1:2. I

Tabella 5.3.3 Composti fenolici non antocianinici nei vini 2023.

mg/L	13	64	65	Magliano	Terre d'etruria
Acidi idrossibenzoici e derivati					
ac gallico	83,9	100,5	58,9	87,2	65,9
ac protocatecuico	4,7	4,5	4,9	4,0	4,3
ac vanillico	14,2	13,5	12,6	12,8	10,4
ac siringico	2,5	0,5	2,2	2,9	1,0
metilgallato	0,7	0,0	0,6	0,6	0,0
etilgallato	20,1	19,1	14,0	18,6	4,8
Somma	126,1	138,1	93,0	126,1	86,5
Acidi Idrossicinnamici e derivati					
ac caffeico	3,6	7,0	1,9	2,7	3,8
ac t-p-cumarico	1,2	1,1	0,7	0,7	0,1
ac c p-cumarico	1,9	1,0	1,7	1,7	0,5
ac ferulico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ac t-caftarico	46,7	39,8	41,6	39,1	24,7

ac cis p-cutarico	2,6	2,8	2,7	2,2	2,7
ac trans p-cutarico	7,5	6,8	7,5	14,0	11,4
Somma	63,6	58,4	56,1	60,3	43,1
<hr/>					
Stilbeni					
<hr/>					
t-resv-glu	25,0	9,8	32,5	39,2	0,0
cis resv glu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
trans resv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
cis resv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Somma	25,0	9,8	32,5	39,2	0,0
<hr/>					
Flavanoli					
<hr/>					
catechina	58,9	51,0	51,5	64,8	48,2
epicatechina	41,4	30,0	34,5	45,9	43,6
epicat-3-gal	64,7	24,4	46,3	45,3	0,0
Somma	165,0	105,4	132,3	156,0	91,8
<hr/>					
Flavonoli					
<hr/>					
Miricetina-3-glucuronide	0,0	0,0	0,0	0,9	3,9
Miricetina-3-galattoside	9,5	5,9	13,8	18,3	4,8
Miricetina-3-glucoside	20,2	7,6	18,8	23,9	1,3
Quercetina-3-galattoside	0,7	0,7	0,5	0,6	1,2
Quercetina-3-glucuronide	11,0	11,7	11,7	9,1	7,6
Quercetina-3-glucoside	1,2	1,3	6,6	8,5	0,9
Campferolo-3-glucoside	0,7	0,7	0,7	0,6	3,6
miricetina	1,4	1,3	0,8	1,0	0,5
quercetina	3,1	4,2	1,9	1,8	3,7
campferolo	0,1	0,6	0,3	0,3	0,4
Somma	47,9	34,2	55,1	65,1	28,0
<hr/>					
Alcoli					
<hr/>					
tirosolo	7,5	6,8	62,3	0,0	0,0
triptofolo	10,2	6,8	10,1	9,8	0,0
diidrossifeniletanolo	21,0	20,5	20,2	18,2	13,6
Somma	38,6	34,1	92,5	27,9	13,6
<hr/>					
Composti fenolici monomerici totali	466,3	380,0	461,6	474,6	262,8
<hr/>					

Vini 2024

I vini 2024 delle aziende partecipanti al progetto sono stati sottoposti ad analisi per valutare i principali parametri di fermentazione nei giorni immediatamente seguenti la svinatura. Parallelamente sono state eseguite anche le analisi microbiologiche (tabella 5.3.4).

I vini ottenuti non avevano un residuo zuccherino significativo (zuccheri <1g/L), il grado alcolico era compreso fra 12.5 e 12.9%, l'acido acetico era inferiore a 0.6g/L. L'acidità totale era compresa nel range 5.0-5.35 e il pH era compreso fra 3.62 e 3.85. La fermentazione malo-lattica era già terminata essendo il residuo di acido malico inferiore a 0.05g/L e il contenuto in acido lattico compreso tra 0.60 e 2.00g/L. Non erano presenti significative concentrazioni di molecole indici di alterazioni batteriche (mannitolo, 1,2-propandiolo e 1,3-propandiolo). L'indice di polifenoli totali (IPT) era compreso fra 41.30 e 49.46, con valori più elevati nel vino Monachini. Nello stesso vino risultava più elevato anche il valore di intensità di colore (7.77 contro 3.37 del vino Capecechi). L'analisi microbiologica era coerente con quella di vini svinati da poco e non presentava elementi di preoccupazione (popolazioni di batteri lattici costituite prevalentemente da *Oenococcus oeni*, assenza di batteri acetici, assenza di *Brettanomyces*).

Tabella 5.3.4 Analisi chimiche e microbiologiche dei vini 2024.

CAMPIONE:	Curti	Monachini	Capecechi
DATA	3/12	3/12	3/12
Ac. Totale (g/L)	5,35	5,20	5,00
pH	3,85	3,62	3,67
Ac. malico (g/L) ^{enz}	<0,05	<0,05	<0,05
Ac. Tartarico (g/L) ^{enz}	1,92	3,11	2,21
Glucosio (g/L)	0,10	0,07	0,09
Fruttosio (g/L)	0,28	0,24	0,26
Ac. D-L lattico (g/L)	2,00	0,60	1,45
Glicerina (g/L)	8,60	8,16	8,26
Ac. acetico (g/L)	0,55	0,40	0,35
Mannitolo (g/L) ^(h)	0,41	0,39	0,39
1,2-propandiolo (g/L) ^(h)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,3-propandiolo (g/L) ^(h)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Etanolo (%v/v)	12,50	12,90	12,70
SO2 libera (mg/L)	21	20	33
SO2 totale (mg/L)	40	62	78
K+(mg/L)	1552	1161	1314
Mg2+(mg/L)	75	83	75
Ca 2+(mg/L)	59	70	71

IPT	49,76	61,23	41,30
Intensità colore	5,35	7,77	3,37
Tonalità del colore	0,87	0,63	0,96
ANALISI MICROBIOLOGICHE (UFC/mL)			
<i>Lieviti totali</i>	1,05E+03	2,00E+02	<10
<i>S. cerevisiae</i>	9,20E+02	2,00E+02	<10
<i>Pichia spp</i>	1,30E+02	-	-
Batteri lattici (UFC/mL)	2,54E+05	2,40E+03	4,00E+04
Tipologia	<i>O.oeni</i>	<i>O.oeni</i>	<i>O.oeni</i>
Batteri acetici (UFC/mL)	80	<10	<10
Brett. Semina Campione TQ (UFC/mL)	<10	<10	<10

La composizione antocianinica dei vini 2024 è riportata in tabella 5.3.5. E' necessario mettere in evidenza la presenza nei vini di altre forme antocianiniche assenti invece nelle uve e che si formano durante il processo di vinificazione, come le vitisine e gli antociani polimerici.

Dalle analisi degli antociani è emerso un maggiore contenuto nei vini dell'azienda Monachini e un minor contenuto in quello di Duchini.

Tabella 5.3.5 Composizione antocianinica dei vini 2024.

mg/L	Duchini	Monachini	Curti	Capecchi
delfinina	3,3	12,0	5,9	4,1
cianina	1,4	7,8	3,0	2,5
petunina	7,0	16,8	11,1	8,3
peonina	6,6	23,0	13,1	10,4
malvina	70,3	120,4	125,0	95,4
Vitisine	1,1	2,8	1,4	1,2
Acetilati	8,7	3,3	4,1	3,2
Cumarilati	7,4	4,7	4,7	3,7
Polimeri	13,5	14,5	14,1	10,1
somma	119,3	205,4	182,3	138,9

Il profilo ha confermato le caratteristiche individuate in precedenza a parte il caso del vino Duchini che conteneva antociani acilati maggiori del 15%.

Tabella 5.3.6 Profilo antocianinico dei vini 2024.

%	Duchini	Monachini	Curti	Capecchi
dp	3,1	6,3	3,5	3,2
cy	1,3	4,1	1,8	2,0
pt	6,6	8,8	6,6	6,5
pn	6,3	12,0	7,8	8,1
mv	66,4	63,1	74,3	74,0
Acetilati	8,2	1,7	2,4	2,5
Cumarilati	7,0	2,5	2,8	2,9
Vitisine	1,0	1,5	0,8	0,9

In tabella 5.3.7 è riportato il contenuto in composti fenolici non antocianinici dei vini 2024. Il vino con il contenuto più elevato è risultato Monachini, gli altri hanno mostrato contenuti comparabili.

Tabella 5.3.7 Composti fenolici non antocianinici dei vini 2024.

	Monachini	Duchini	Capecchi	Curti
Acidi idrossibenzoici e derivati				
ac gallico	46,0	42,9	34,0	34,8
ac protocatecuico	6,6	4,0	3,1	4,5
ac vanillico	11,6	8,4	7,5	9,3
ac siringico	4,4	4,0	3,5	4,5
metilgallato	1,0	0,7	0,5	0,5
etilgallato	1,4	1,3	1,3	1,5
Somma	71,0	61,3	50,0	55,2
Acidi Idrossicinnamici e derivati				
ac caffeico	11,3	23,5	13,2	5,3
ac t-p-cumarico	0,0	2,7	0,9	0,1
ac c p-cumarico	1,3	0,4	0,6	0,4
ac ferulico	0,1	0,2	0,1	0,2
ac t-caftarico	26,8	12,9	12,3	18,7
ac cis p-cutarico	2,1	1,6	1,3	1,2
ac trans p-cutarico	2,4	0,7	0,5	1,5
Somma	43,9	42,1	28,8	27,4
Stilbeni				
t-resv-glu	0,9	0,5	0,5	0,7

cis resv glu	0,0	0,0	0,0	0,0
trans resv	0,0	0,0	0,0	0,0
cis resv	0,0	0,0	0,0	0,0
Somma	0,9	0,5	0,5	0,7

Flavanoli

catechina	30,8	16,1	22,2	25,5
epicatechina	11,1	9,4	10,0	15,7
epicat-3-gal	4,6	3,4	2,5	3,7
Somma	46,4	28,9	34,8	45,0

Flavonoli

Miricetina-3-glucuronide	3,5	1,2	1,6	1,9
Miricetina-3-galattoside	14,7	1,1	7,9	10,6
Miricetina-3-glucoside	7,5	4,1	5,9	8,0
Quercetina-3-galattoside	0,8	0,5	0,6	0,8
Quercetina-3-glucuronide	13,2	6,3	6,6	8,6
Quercetina-3-glucoside	6,5	0,7	3,4	4,5
Campferolo-3-glucoside	1,4	1,8	0,6	1,0
miricetina	1,1	0,0	0,9	0,0
quercetina	3,5	3,6	1,7	1,9
campferolo	0,7	0,9	0,5	0,4
Somma	52,9	20,3	29,7	37,6

Alcoli

tirosolo	42,7	26,5	40,2	30,6
triptofolo	2,2	1,3	3,7	1,8
diidrossifeniletanolo	3,0	9,4	7,6	3,8
Somma	47,8	37,3	51,6	36,2

Composti fenolici monomerici totali

262,9	190,4	195,4	202,1
-------	-------	-------	-------

Vini 2025

I principali parametri di fermentazione e le analisi microbiologiche dei vini del 2025 analizzati alla svinatura sono riportati nella tabella 5.3.8.

I vini ottenuti non avevano un residuo zuccherino significativo (zuccheri <1g/L) e il grado alcolico era compreso fra 12.0 e 12.9%. L'acidità totale era compresa nel range 4.8-6.5 e il pH era piuttosto elevato oscillando fra 3.51 e 3.92. La fermentazione malo-lattica era già terminata

essendo il residuo di acido malico inferiore a 0.05g/L e il contenuto in acido lattico è risultato molto variabile, con valori che oscillavano fra 0.13 di Bischi e 1.21g/L di Capecchi. Nei vini di Monachini è stata rilevata una concentrazione elevata di acido acetico, superiore a 1.0g/L. L'indice di polifenoli totali (IPT) ha mostrato valori molto variabili e compresi fra 42.44 e 67.67, con valori più elevati nel vino Bizzarri. Nello stesso vino risultava più elevato anche il valore di intensità di colore (11.78 contro 6.92 del vino Curti). L'analisi microbiologica era coerente con quella di vini svinati da poco e non presentava elementi di preoccupazione (popolazioni di batteri lattici costituite prevalentemente da *Oenococcus oeni*, assenza di batteri acetici, assenza di *Brettanomyces*) con l'unica eccezione del vino Duchini che presentava popolazioni di *Brettanomyces bruxellensis* dell'ordine di 10^4 UFC/mL. Il vino è stato opportunamente trattato per eliminare la contaminazione e sottoposto ad analisi per valutare la presenza di fenoli volatili. Tale analisi ha rivelato la presenza di 4-vinilfenolo, 4-vinilguaiacolo, 4-etilfenolo e 4-etilguaiacolo ma a concentrazioni abbondantemente sotto la soglia di percezione.

Tabella 5.3.8 Analisi chimiche e microbiologiche dei vini 2025.

	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Bischi
DATA 07/10/2025						
Ac. Totale (g/L)	6,2	6,5	5,4	4,8	4,7	6,2
pH	3,65	3,52	3,77	3,92	3,86	3,51
K ⁺ (mg/L) ^(enz)	1245	1136	1345	1421	1421	1226
Ca ²⁺ (mg/L) ^(enz)	75	73	74	71	72	89
Ac. malico (g/L) ^{enz}	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ac. tartarico (g/L) ^(h)	4,72	4,25	4,65	3,68	3,64	4,87
Glucosio (g/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Fruttosio (g/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Ac. D-L lattico (g/L)	0,89	0,82	0,94	1,21	1,21	0,13
Glicerina (g/L)	8,52	7,45	8,1	7,51	7,54	8,3
Ac. acetico (g/L)	0,85	1,33	0,7	0,64	0,48	0,34
Etanolo (%v/v)	12,2	12,4	13,4	12,3	12,0	12,9
SO2 libera (mg/L)	13	7	12	8	8	14
SO2 totale (mg/L)	26	18	31	22	20	31
IPT	49,23	49,72	67,67	45,18	42,44	51,8
Intensità colore	8,59	8,59	11,78	6,92	7,21	10,01
Tonalità del colore	0,74	0,66	0,7	0,89	0,92	0,71
analisi microbiologiche (UFC/mL)						

Lieviti totali						
S. cerevisiae	2,70E+04	8,60E+05	3,80E+05	8,32E+06	1,85E+06	1,20E+07
Kloeckera apiculata						
St. bacillaris						
Altri (indicare tipologia)	1,00E+04	1,60E+02	2,70E+02	2,40E+02	1,20E+02	1,60E+02
	Brett	Pichia	Pichia	Pichia	Pichia	Pichia
Batteri lattici (UFC/mL)	2,74E+07	3,72E+07	9,60E+06	4,00E+07	2,00E+07	2,56E+06
Tipologia	O.oeni	O.oeni	O.oeni	O.oeni	O.oeni	O.oeni
Batteri acetici (UFC/mL)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fenoli volatili						
4-vinilfenolo (mg/L)	85					
4-vinilguaiacolo (mg/L)	78					
4-etilfenolo (mg/L)	55					
4-etilguaiacolo (mg/L)	<10					

Per quanto riguarda l'analisi delle antocianine (tabella 5.3.9), i vini Bizzarri e Monachini hanno mostrato i valori più elevati, il vino Duchini quelli più bassi.

Tabella 5.3.9 Antociani nei vini 2025.

mg/L	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Bischi
delfinina	5,8	8,3	13,6	3,7	4,1	13,0
cianina	3,6	7,5	7,0	4,9	5,0	7,2
petunina	10,0	13,1	20,9	8,1	8,3	20,9
peonina	12,8	23,7	24,4	14,7	15,8	20,0
malvina	87,5	115,7	157,6	118,0	120,6	148,4
Vitisine	1,8	2,1	2,7	1,9	1,3	2,8
Acetilati	5,9	2,8	7,1	2,6	2,3	4,4
Cumarilati	8,2	5,0	12,4	3,1	4,2	8,3
Polimeri	18,0	17,5	23,3	12,6	12,2	16,5
somma	135,6	178,3	245,7	157,1	161,6	225,1

Il profilo ha confermato le caratteristiche individuate in precedenza nei vini 2024, confermando un maggiore contributo degli antociani acilati nel vino Duchini (tabella 5.3.10).

Tabella 5.3.10 Profilo antocianinico dei vini 2025.

%	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Bischi
dp	4,2	4,6	5,5	2,4	2,5	5,8
cy	2,7	4,2	2,9	3,1	3,1	3,2
pt	7,4	7,4	8,5	5,1	5,1	9,3
pn	9,4	13,3	9,9	9,4	9,8	8,9
mv	64,5	64,9	64,1	75,1	74,7	65,9
vitisine	1,4	1,2	1,1	1,2	0,8	1,2
Acetilati	4,4	1,6	2,9	1,7	1,4	2,0
Cumarilati	6,0	2,8	5,0	2,0	2,6	3,7

Per quanto riguarda i composti fenolici non antocianinici, nei vini 2025 non sono state rilevate concentrazioni significative di stilbeni (tabella 5.3.11). Il vino Bizzarri risultava quello più ricco di questi composti mentre gli altri avevano contenuti piuttosto simili.

Tabella 5.3.11 Composti fenolici non antocianinici dei vini 2025.

	Monachini	Duchini	Capecchi	Curti	Bizzarri	Bischi
Acidi idrossibenzoici e derivati						
ac gallico	32,4	46,0	33,3	43,0	56,2	44,7
ac protocatecuico	2,8	2,4	1,7	1,9	2,3	3,0
ac vanillico	3,0	8,3	2,6	5,7	6,6	5,4
ac siringico	1,9	6,1	2,7	4,0	5,9	3,9
metilgallato	0,9	0,5	1,0	0,5	0,7	0,9
etilgallato	0,5	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
Somma	41,5	63,6	41,6	55,3	72,0	58,3
Acidi Idrossicinnamici e derivati						
ac caffeico	4,1	10,5	3,6	4,2	7,9	4,9
ac t-p-cumarico	1,5	2,0	1,1	1,2	1,7	1,2
ac c p-cumarico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ac t-caftarico	34,3	31,0	21,3	22,0	38,5	38,6
ac cis p-cutarico	2,2	4,4	3,0	3,3	3,6	3,5

ac trans p-cutarico	2,1	2,4	1,8	1,4	2,8	2,7	
Somma	44,2	50,3	30,8	33,0	54,4	50,9	
Stilbeni							
t-resv-glu	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
cis resv glu	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
trans resv	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
cis resv	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Somma	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Flavanoli							
catechina	38,0	37,3	36,7	44,4	52,3	34,2	
epicatechina	9,5	23,8	15,7	19,8	27,3	18,9	
epicat-3-gal	7,0	10,9	8,0	7,2	21,4	10,7	
Somma	54,5	72,0	60,4	71,4	100,9	63,8	
Flavonoli							
Miricetina-3-glucuronide	2,7	2,2	1,9	1,8	4,6	3,7	
Miricetina-3-galattoside	5,1	5,8	4,5	5,9	10,8	8,7	
Miricetina-3-glucoside	9,4	7,1	9,4	9,5	13,8	12,5	
Quercetina-3-galattoside	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Quercetina-3-glucuronide	6,9	9,2	6,1	6,0	15,5	13,9	
Quercetina-3-glucoside	3,5	2,1	6,0	6,9	3,6	2,8	
Campferolo-3-glucoside	1,2	2,2	1,0	0,8	3,6	3,4	
miricetina	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
quercetina	2,8	4,0	2,8	2,1	6,3	5,9	
campferolo	0,5	0,7	0,5	0,4	1,4	1,0	
Somma	32,2	33,4	32,2	33,4	59,6	51,9	
Alcoli							
tirosolo	88,2	24,5	58,6	38,1	42,0	42,5	
triptofolo	5,1	3,3	3,9	3,2	5,1	3,5	
Somma	93,3	27,7	62,4	41,3	47,2	46,0	
Composti monomerici totali	fenolici	265,6	247,0	227,4	234,4	334,0	270,9

Confronto vini 2023-2025

In figura 5.3.1 è riportato il contenuto antocianinico di tutti i vini analizzati nel progetto. I vini del 2023 sono stati caratterizzati da concentrazioni mediamente più elevate, i vini del 2024 al contrario, da concentrazioni mediamente più basse. Se andiamo a veder più nel dettaglio all'interno dei vini del progetto, quelli di Duchini hanno avuto in entrambe le annate (2024 e 2025) il contenuto di antociani più basso.

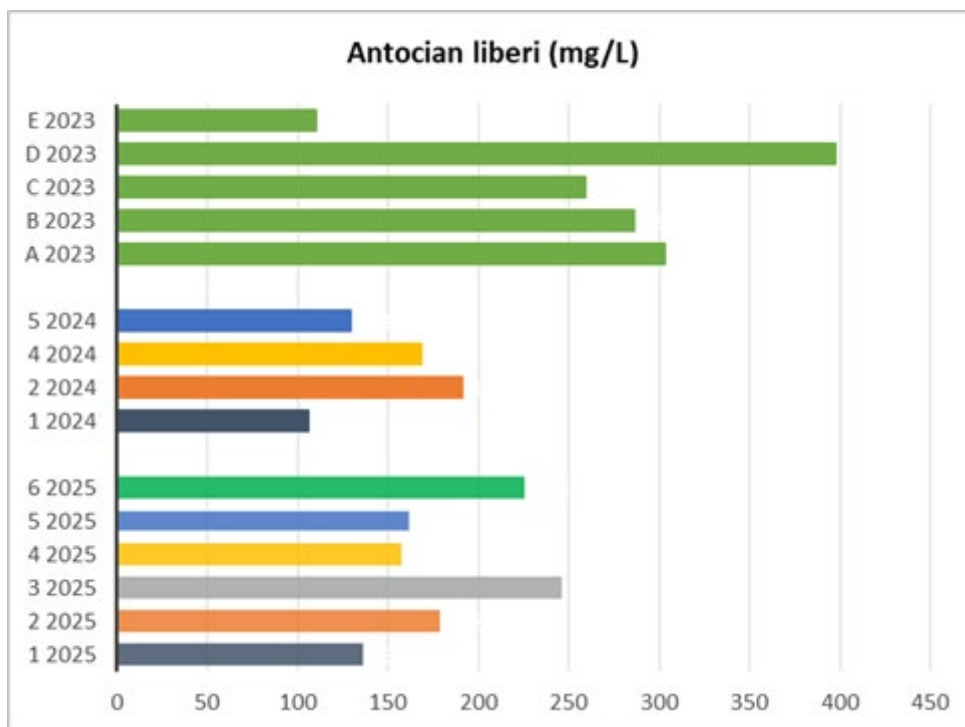


Figura 5.3.1 Antociani liberi nei vini 2023-25. Legenda: 1-Duchini, 2-Monachini, 3-Bizzarri, 4-Curti, 5-Capocchi, 6-Bischi; A-13, B-64, C-65, D-Magliano, E-Terre d'Etruria

Il profilo antocianinico dei vini ciliegio (figura 5.3.2) è risultato caratterizzato da alcune caratteristiche comuni a tutti i vini: malvina prevalente, seguita come abbondanza relativa da peonina, petunina, delfinina e cianina e basso contributo degli antociani acilati.

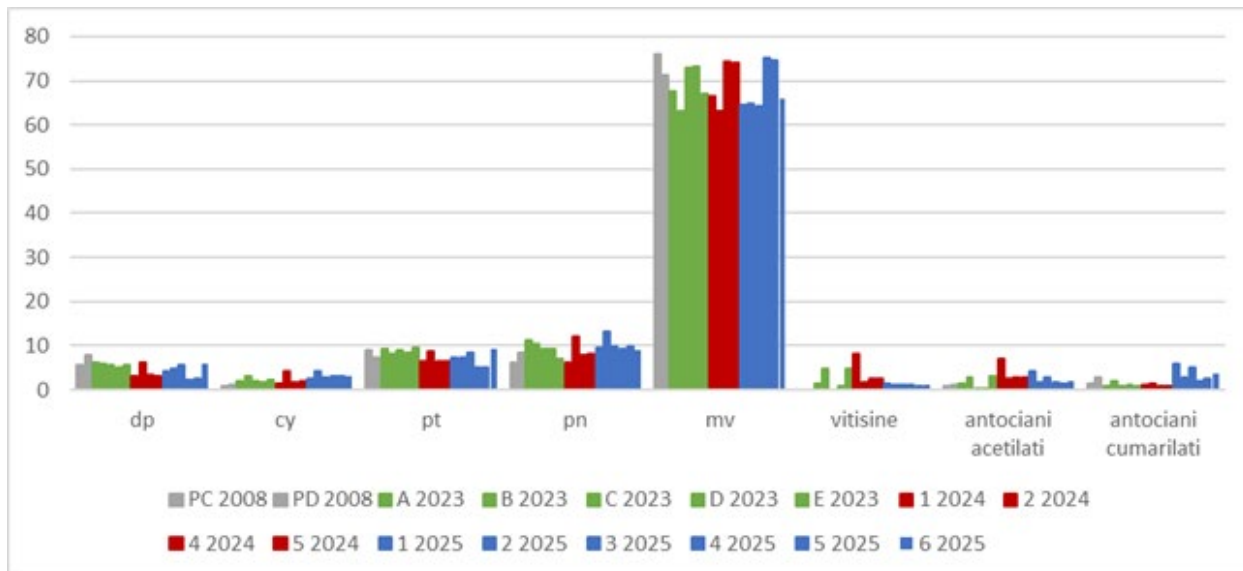


Figura 5.3.2 Profilo antocianinico dei vini ciliegiolo 2023-2025 e di vini descritti in bibliografia (Pallioti et al 2012). Legenda: 1-Duchini, 2-Monachini, 3-Bizzarri, 4-Curti, 5-Capecchi, 6-Bischi; A-13, B-64, C-65, D-Magliano, E-Terre d’Etruria

Come gli antociani, anche gli altri composti fenolici hanno mostrato lo stesso andamento caratterizzato da concentrazioni più elevate nei vini del 2023 e più basse in quelli del 2024 (figura 5.3.5).

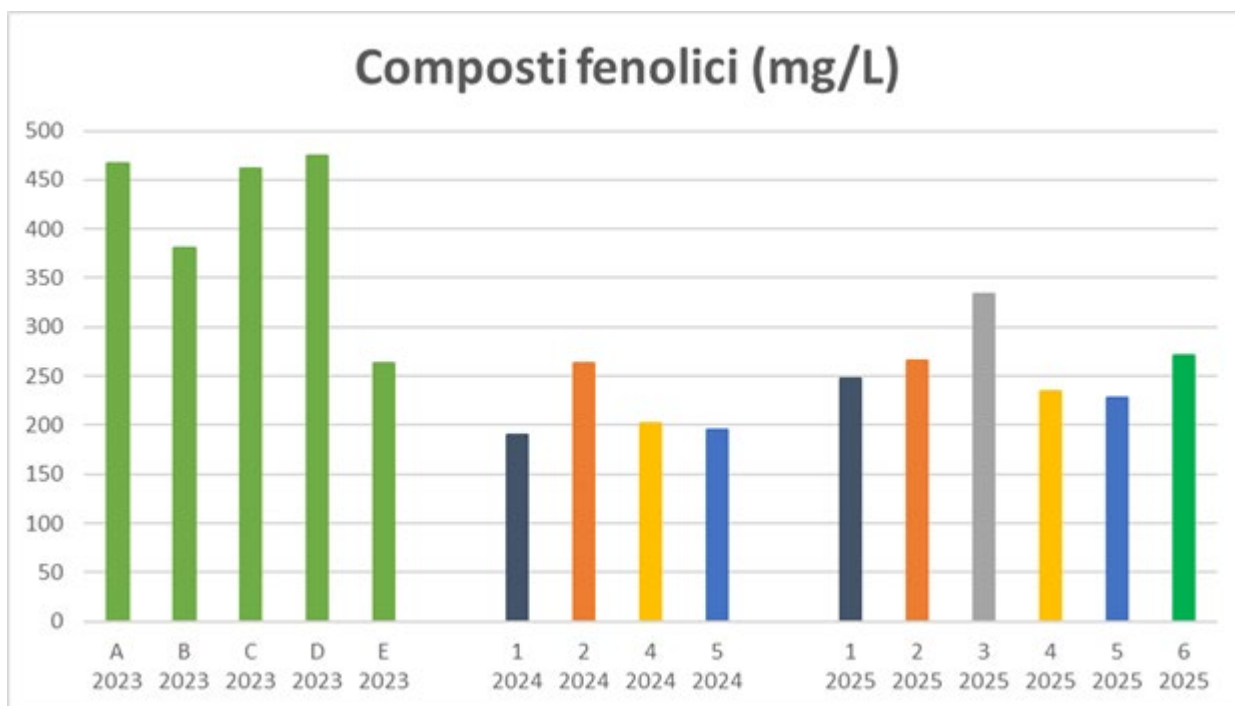


Figura 5.3.3 Composti fenolici nei vini 2023-25. Legenda: 1-Duchini, 2-Monachini, 3-Bizzarri, 4-Curti, 5-Capecchi, 6-Bischi; A-13, B-64, C-65, D-Magliano, E-Terre d’Etruria

Se sottoponiamo ad analisi delle componenti principali i risultati relativi alle varie classi di composti fenolici compresi gli antociani (figura 5.3.4) , emerge che i vini non si separano per annata. Si può evidenziare invece un effetto azienda particolarmente evidente per Curti e Capecchi (4 e 5) i cui vini 2024 e 2025 si vanno a posizionare molto vicini nel piano.

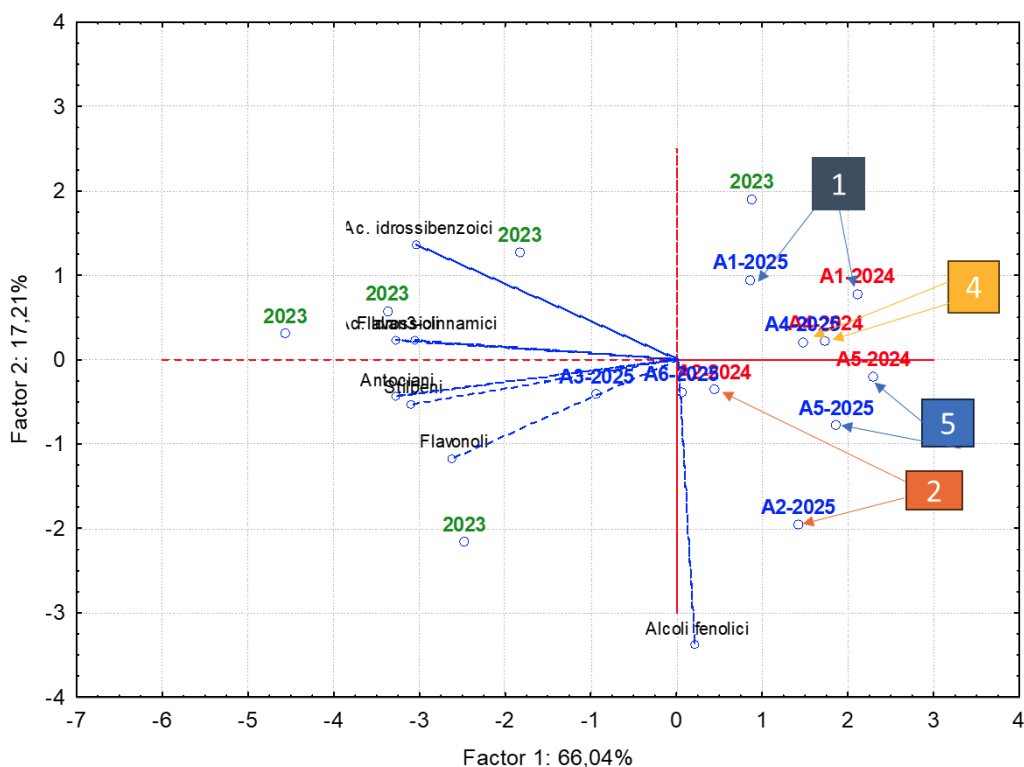


Figura 5.3.4 Analisi delle componenti principali utilizzando i dati delle classi fenoliche dei vini delle annate 2023-25. Legenda: 1-Duchini, 2-Monachini, 3-Bizzarri, 4-Curti, 5-Capecchi, 6-Bischi

Risultati delle analisi effettuate sui vini in affinamento

I vini del 2024 sono stati monitorati fino a marzo. A questa data è stato possibile effettuare l'analisi sul vino Monachini che è l'unico che è stato mantenuto integro fino a quella data.

Tabella 5.3.12 Analisi chimiche del vino Monachini 2024 nel periodo dicembre 2024-marzo 2025.

Monachini	(3-12-2024)	(12-03-2025)
Acidità totale (g/L)	5,2	5,1
pH	3,62	3,65
Etanolo (%)	12,9	12,7
Glicerina (g/L)	8,2	8,1
Acido acetico (g/L)	0,4	0,39
Acido malico (g/L)	<0,05	<0,05
Acido lattico (g/L)	0,6	0,69

Acido tartarico (g/L)	3,11	2,7
IPT	61,2	37,7
Intensità di colore	7,77	6,2
Tonalità di colore	0,63	0,72
K+ (mg/L)	1161	1103
Mg2+ (mg/L)	83	60
Ca2+ + (mg/L)	70	45

In questo lasso di tempo il vino ha subito un'evoluzione che ha portato a una diminuzione dell'indice di polifenoli totali e dell'intensità di colore (tabella 5.3.12).

Per quanto riguarda le analisi microbiologiche non sono state rilevate differenze significative fra i due campionamenti (tabella 5.3.13).

Tabella 5.3.13 Analisi microbiologiche 2024 nel periodo dicembre 2024-marzo 2025.

Monachini	(3-12-2024)	(12-03-2024)
S. cerevisiae (UFC/mL)	200	<10
Altri (UFC/mL)	130	40
tipologia	<i>Pichia</i>	<i>Pichia</i>
Brettanomyces (UFC/mL)	<10	<10
Batteri lattici (UFC/mL)	2400	8000
tipologia	<i>O. oeni</i>	<i>O. oeni</i>
Batteri acetici (UFC/mL)	<10	<10
SO2 libera (mg/L)	20	13
SO2 totale (mg/L)	62	68

Analisi sensoriali sui vini ottenuti.

I vini ciliegiole da vigneto ottenuti dalle microvinificazioni nel 2025 e il vino ciliegiole dell'azienda Monachini nell'annata 2024 (selezionato fra i 2024 dalla cantina attraverso un panel interno) sono stati sottoposti a caratterizzazione sensoriale durante l'affinamento (a circa 5 mesi dalla svinatura per i vini 2025). Il panel coinvolto ha utilizzato una scheda (messa a punto appositamente e ispirata a schede OIV) con i seguenti descrittori (valutabili secondo una scala da 1 a 5):

Limpidezza: misura della torbidità. Questo descrittore consente di valutare l'intensità della torbidità del vino.

Aspetto: valutazione dell'intero spettro delle proprietà visibili di un prodotto. Questo descrittore valuta l'intensità, il colore principale del prodotto, le sue sfumature (colori secondari), la sua viscosità (non tenendo conto della sua limpidezza).

Franchezza: valutazione del grado di sensazione percepita, al naso o al gusto, di un difetto del prodotto. Questo descrittore consente al degustatore di valutare la pulizia del vino. Nel penalizzare la genuinità, l'assaggiatore dovrà essere in grado di identificare i difetti che percepisce al naso o al gusto.

Intensità aromatica: Grado (magnitudo) della gamma di odori positivi percepiti al naso e al gusto. Questo descrittore permette di valutare l'influenza dello spettro delle percezioni olfattive e gustative che contribuiscono a migliorare la percezione qualitativa percepita al naso e al gusto. Allo stesso modo si classifica l'intensità del sapore che si percepisce dopo aver messo in bocca il campione.

Impressione generale (giudizio generale): corrisponde alla valutazione globale di un prodotto. Questo descrittore consente al degustatore di esprimere l'impressione che il prodotto lascia complessivamente, dando la possibilità di una classificazione alta o bassa. Secondo le informazioni fornite agli assaggiatori, questo descrittore permette anche l'analisi della difficile questione della tipicità.

I dati ottenuti sono stati conteggiati e elaborati e i risultati sono osservabili in figura 5.3.x. L'analisi dei dati derivanti dal panel test secondo il metodo OIV evidenzia un panorama qualitativo di alto profilo, con tutti i campioni che si attestano stabilmente tra gli 80 e i 92 punti della scala centesimale. Il grafico mette in luce il campione Capecchi 2025, che con una media superiore ai 90 punti si posiziona come il vino più apprezzato del set. Un aspetto centrale della valutazione riguarda il confronto tra le annate, dove il Monachini 2024, contraddistinto dal colore rosso, funge da riferimento storico rispetto alla prevalenza di campioni 2025. Sebbene quest'ultimo mantenga una media qualitativa molto competitiva intorno agli 86 punti, la sua ampia barra di errore segnala una marcata divergenza di opinioni tra i giudici, a differenza della maggiore concordanza riscontrata nel Monachini 2025. Gli altri prodotti in esame, come Bizzarri, Duchini e Curti, completano il quadro con performance solide, sebbene Curti presenti il punteggio medio più contenuto e una variabilità di giudizio che suggerisce caratteristiche sensoriali più divisive per il panel di esperti.

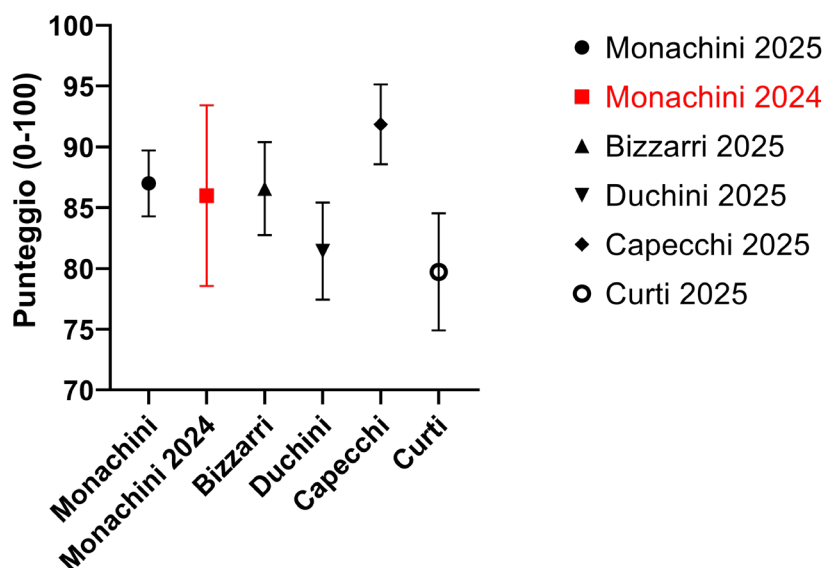


Figura 5.3.x Risultati del Panel Test sensoriale su scheda OIV (0-100). Il grafico confronta i punteggi medi (simbolo) ottenuti da diversi campioni. Il colore rosso identifica l'unico vino dell'annata 2024 (Monachini 2024), rispetto alla serie dei campioni 2025 (in nero). Le barre d'errore indicano lo scostamento dei giudizi dei degustatori rispetto alla media.

Conclusioni

In conclusione, viste le analisi climatiche, dei suoli e dei vini non è emerso tra i 5 vigneti oggetto del progetto, una zona eletta. Ciascun vigneto in relazione alle condizioni meteorologiche dell'annata, alle tecniche agronomiche, ai suoli, ha mostrato una peculiare qualità delle uve prodotte. Tra le 3 annate seguite sono stati evidenziati comportamenti diversi tra le 5 zone e una capacità di resistenza agli stress peculiare.

Per cui è emerso che per ciascun vigneto e per ciascuna annata vanno interpretati i dati relativi alla caratteristiche qualitative delle uve per gestire al meglio la trasformazione in vino.

Ovvero, non sono emersi terroir superiori ad altri, piuttosto le uve di ciascun vigneto devono essere vinificate al meglio per esprimere il loro potenziale.

Attività 6: Disseminazione dei risultati ottenuti.

La comunicazione del progetto Ciliegiole è stata strutturata attraverso un'integrazione coordinata di strumenti online e offline, con l'obiettivo di intercettare un pubblico ampio e qualificato di soggetti potenzialmente interessati e di assicurare un'efficace diffusione delle attività sperimentali svolte, valorizzandone contenuti tecnici, risultati conseguiti e possibili ricadute applicative. Le azioni di disseminazione, rivolte in particolare ai produttori primari, ai tecnici del settore vitivinicolo e agli stakeholder territoriali, hanno perseguito la finalità di promuovere la conoscenza del progetto, delle metodologie operative adottate e dei protocolli messi a punto nel corso delle attività. L'intento è stato quello di favorire il trasferimento delle competenze e delle evidenze scientifiche emerse dalla sperimentazione, supportando la loro potenziale applicazione nei contesti produttivi di riferimento.

La presenza online

La presenza online del progetto Ciliegiole è stata impostata secondo una logica integrata, combinando diversi strumenti digitali con l'obiettivo di garantire continuità informativa, differenziazione dei destinatari e ampia circolazione dei contenuti.

Sito web

È stata attivata una sezione dedicata all'interno del sito web del soggetto capofila, che ha rappresentato il riferimento stabile per la comunicazione istituzionale del progetto: <https://www.terretruria.it/progetto-ciliegiole>

In questa pagina sono stati illustrati obiettivi, attività e partenariati e sono stati progressivamente pubblicati materiali di approfondimento, documentazione degli eventi e aggiornamenti sui risultati della sperimentazione. La collocazione sul sito del capofila ha consentito di intercettare un pubblico già profilato e qualificato, costituito in larga parte dai soci e dagli operatori del comparto vitivinicolo. La struttura del sito è articolata in sezioni con funzioni informative e divulgative distinte. La pagina si apre con un'introduzione al progetto, che contestualizza il tema di ricerca – l'effetto dell'ambiente pedoclimatico sulla qualità del vino da uve Ciliegiole coltivate in Maremma – e presenta la genesi, la durata e il finanziamento dell'iniziativa. Seguono sezioni dedicate agli obiettivi generali e specifici del progetto e alla descrizione dei partner, evidenziando i ruoli e le competenze di ciascuno nel percorso di sperimentazione. Un'altra sezione illustra le azioni previste, con un elenco delle attività operative (monitoraggio pedoclimatico dei vigneti, campionamenti, vinificazioni sperimentali, analisi chimiche e sensoriali, ecc.), fornendo al visitatore una descrizione puntuale delle fasi progettuali.

La pagina comprende anche una sezione di documentazione, dove sono raccolti materiali relativi alle iniziative realizzate, come presentazioni e fotogallery degli incontri più significativi, che sono stati progressivamente pubblicati per favorire la trasparenza e la fruizione dei contenuti da parte di produttori, tecnici e altri stakeholder. Questa struttura consente all'utente di comprendere in modo organico le finalità, i metodi e i risultati del progetto, garantendo la disponibilità di informazioni aggiornate e facilmente reperibili per tutti i soggetti interessati.

Pagina Facebook

A supporto della presenza web è stato utilizzato il canale social Facebook, scelto per la sua capacità di intercettare in modo diretto il pubblico di riferimento del progetto, in particolare produttori, tecnici e stakeholder del comparto vitivinicolo (<https://www.facebook.com/progettoCiliegiolo/>). Attraverso la pubblicazione di post dedicati è stata garantita la diffusione tempestiva di aggiornamenti sulle attività in corso, la promozione degli eventi e la valorizzazione dei risultati progressivamente conseguiti, mantenendo coerenza tra i contenuti pubblicati sul sito istituzionale e la comunicazione social.

Inoltre, la piattaforma è stata utilizzata per proporre contenuti di approfondimento finalizzati a spiegare in modo più dettagliato la sperimentazione in atto, con focus specifici sugli aspetti legati al clima, al suolo, alle caratteristiche dell'uva e alla qualità del vino, così da rendere più accessibili e comprensibili anche i passaggi tecnico-scientifici del progetto. La comunicazione social ha avuto ridondanza anche grazie alla diffusione dei contenuti da parte dei partner del progetto.

La comunicazione diretta ai soci della Cooperativa

Parallelamente alla comunicazione pubblica online, sono state attivate azioni di informazione diretta rivolte ai soci della cooperativa capofila, attraverso la newsletter istituzionale e il gruppo WhatsApp dedicato. La newsletter ha raggiunto fino a 3.500 produttori, mentre il gruppo whatsapp 50.

In occasione dell'evento iniziale di progetto è stata diffusa una comunicazione tramite WhatsApp, finalizzata a garantire tempestività e capillarità nella diffusione dell'invito tra i soci.

Per l'evento finale è stata adottata una strategia di comunicazione articolata in più fasi:

- a circa un mese dall'iniziativa è stato inviato un "save the date" tramite gruppo WhatsApp, con l'obiettivo di favorire la pianificazione della partecipazione;
- a una settimana dall'evento è stato trasmesso un reminder completo di programma dettagliato, diffuso sia tramite WhatsApp sia tramite newsletter, così da intercettare l'intera platea dei soci attraverso canali complementari.

Successivamente allo svolgimento dell'evento finale, è stata inviata una newsletter dedicata con rimando ai contenuti conclusivi pubblicati sul sito web del progetto (presentazioni dei relatori e documentazione dell'incontro), al fine di garantire la massima accessibilità ai risultati anche ai soci non presenti.

La comunicazione di fine progetto, con le principali riflessioni emerse e il link per accedere a tutti i materiali prodotti dal progetto, è stata inviata sia tramite newsletter che sul gruppo whatsapp.

Gli Eventi

Le attività in presenza hanno previsto due principali momenti di incontro e confronto con soci, tecnici e stakeholder del territorio, organizzati in fasi differenti del progetto e con finalità complementari.

Workshop in itinere – 10 luglio 2025

Il primo evento, configurato come *workshop in itinere*, si è svolto il 10 luglio presso il Centro Enoturistico di Magliano in Toscana, a circa un anno dall'avvio delle attività progettuali. L'incontro ha avuto l'obiettivo di condividere lo stato di avanzamento della sperimentazione, illustrando l'impianto metodologico adottato, le attività di monitoraggio pedoclimatico e le prime evidenze emerse. Il workshop ha rappresentato un momento di confronto tecnico con i soci e con gli operatori del comparto, favorendo la partecipazione attiva e il progressivo allineamento tra ricerca e pratica produttiva.

I presenti all'evento sono stati 18.

Evento finale – 24 febbraio 2026

L'incontro conclusivo si è svolto il 24 febbraio presso Il Poderone nella sede di Terre dell'Etruria, a Magliano in Toscana (GR). L'evento è stato dedicato alla restituzione pubblica dei risultati finali della sperimentazione, con la presentazione delle analisi pedoclimatiche, agronomiche ed enologiche e l'approfondimento delle relazioni emerse tra ambiente di coltivazione e caratteristiche qualitative del vino da uve Ciliegiolo.

A conclusione dei lavori è stata organizzata una degustazione dei vini prodotti nell'ambito del progetto, finalizzata a integrare l'analisi tecnico-scientifica con l'esperienza sensoriale diretta, facilitando la comprensione concreta delle differenze riscontrate.

I presenti all'evento sono stati 16.

L'obiettivo della divulgazione attraverso il sito web, le comunicazioni dedicate e gli eventi pubblici è stato quello di contribuire alla creazione e diffusione di cultura e conoscenza sul territorio, con particolare riferimento alla valorizzazione e riscoperta del vitigno Ciliegiolo, ritenuto strategico per l'identità produttiva e qualitativa dell'area di riferimento.

Altre attività di comunicazione

In aggiunta alle azioni di comunicazione istituzionale e agli eventi pubblici, le attività di disseminazione si arricchiscono della realizzazione di strumenti specifici di identità visiva e di sintesi dei risultati, con l'obiettivo di rafforzare la riconoscibilità dell'iniziativa e facilitare la comprensione dei contenuti tecnico-scientifici. È stato innanzitutto sviluppato un logo progettuale, costituito da un lettering con font graziato, scelto per richiamare un registro formale coerente con la tradizione vitivinicola, e caratterizzato da una cromia ispirata alle tonalità del Ciliegiolo. La scelta di un segno tipografico essenziale ha consentito di mantenere un'identità sobria e istituzionale, facilmente applicabile ai diversi materiali di comunicazione (locandine, sito, presentazioni, infografica).

A conclusione delle attività è stata inoltre realizzata un'infografica di sintesi, nella quale sono state descritte e messe a confronto le caratterizzazioni di suoli, clima e vino relative alle annate 2024 e 2025, per ciascuna delle cinque aree di indagine (corrispondenti ai cinque produttori coinvolti). La scelta del linguaggio infografico – riconducibile all'ambito della *data visualization* – è stata motivata dalla volontà di rendere più accessibili e immediatamente leggibili risultati complessi, derivanti da analisi pedologiche, climatiche ed enologiche. Attraverso l'utilizzo combinato di segni grafici, codici colore coerenti e strutture comparative, l'infografica consente di: organizzare grandi quantità di dati in modo strutturato e sintetico; evidenziare relazioni e differenze tra aree e annate; facilitare l'interpretazione delle informazioni e rendere i contenuti

comprensibili anche a destinatari non specialisti, senza rinunciare alla correttezza tecnica. In un progetto che affronta il tema dell'interazione tra ambiente pedoclimatico e qualità del vino, la complessità dei dati raccolti richiede strumenti capaci di tradurre analisi articolate in rappresentazioni chiare e comparabili. L'infografica ha quindi svolto una funzione strategica di trasferimento delle conoscenze, contribuendo a rendere i risultati non solo disponibili, ma effettivamente fruibili da produttori, tecnici e stakeholder del territorio.