

Relazione

PARTNER

Fondazione per il Clima e la Sostenibilità

PROGETTO “Ciliegiolo”

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 ciliegio 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 Ciliegio 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:

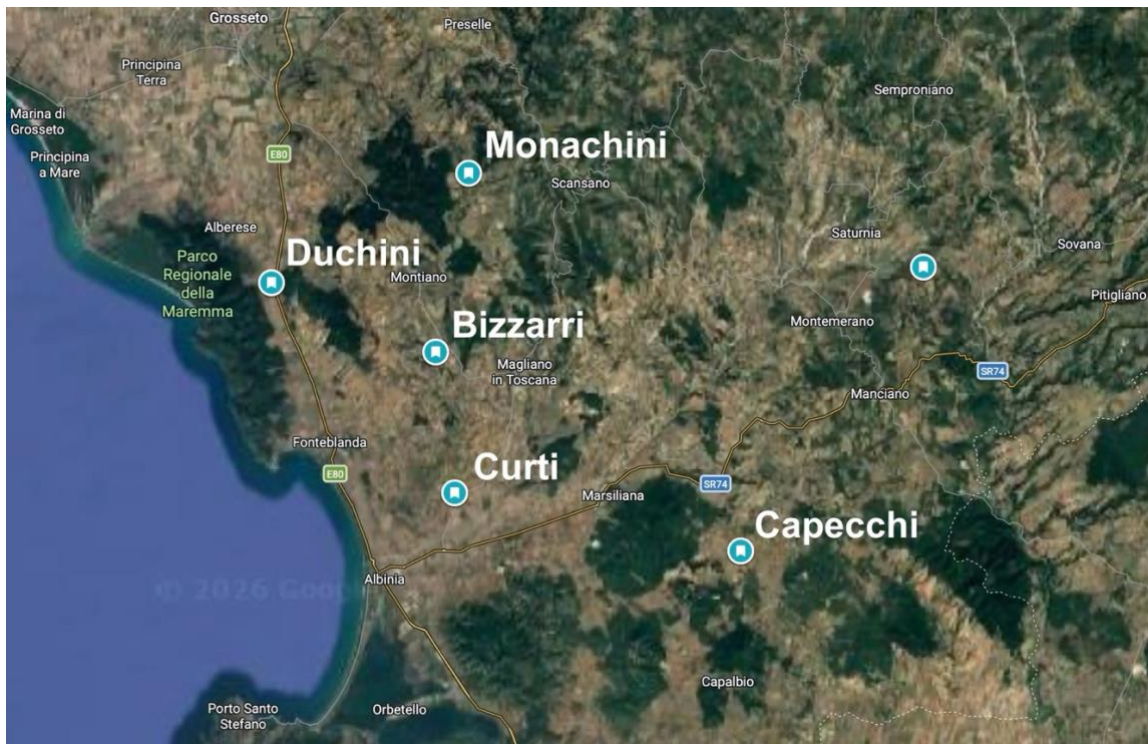
- Rispescia
- Capalbio
- Pitigliano
- Pomonte



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

Le stazioni termoigrometriche 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.

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

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 Ciliegio ci

Lo abbiamo adeguato al ciclo del ciliegio 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:

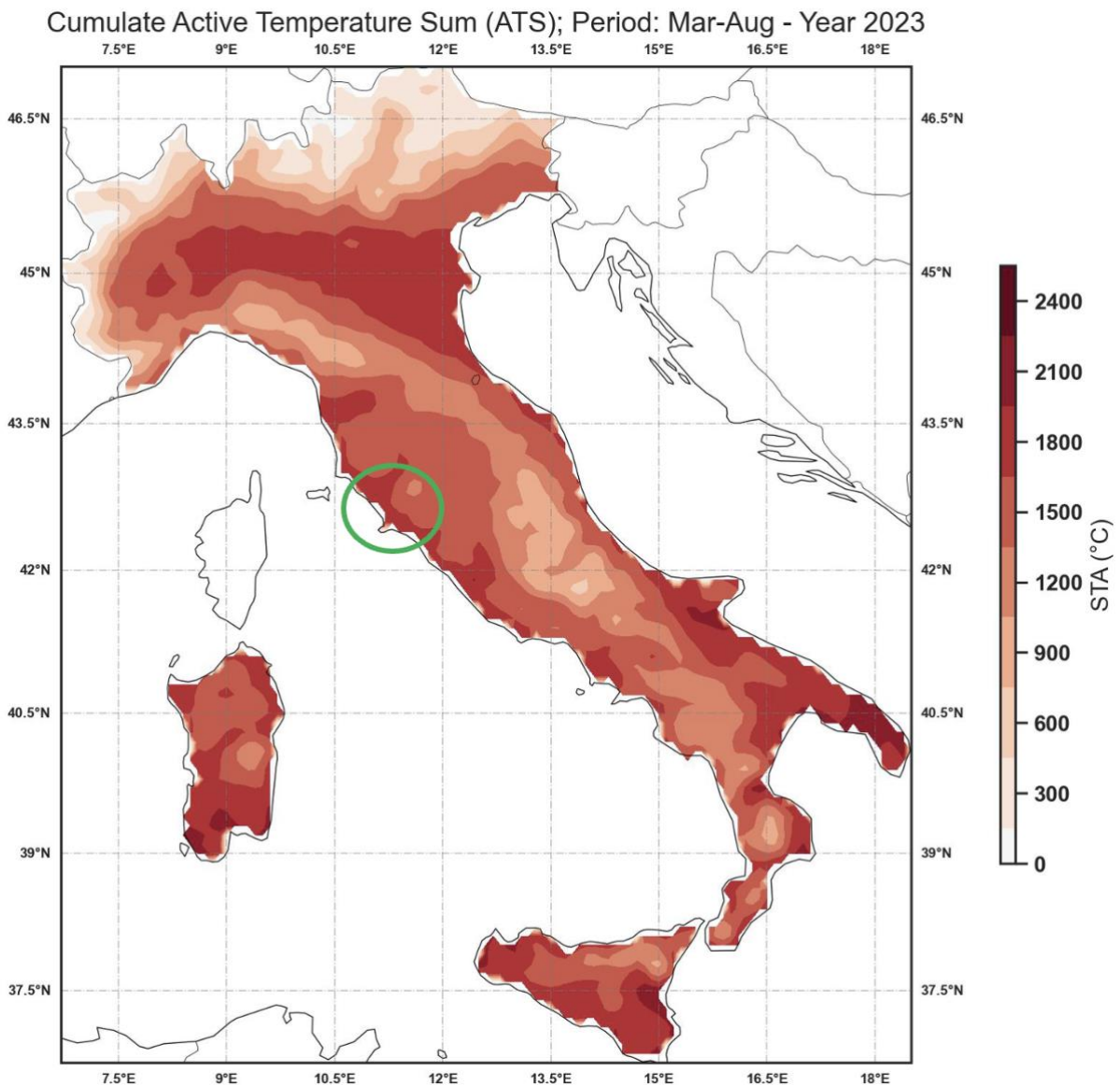
- fra marzo e agosto in collina le precipitazioni sono sensibilmente più abbondanti;
- fra marzo e agosto il 2023 è stato sensibilmente più piovoso rispetto al 2024 e 2025;
- nel periodo prevalentemente vegetativo, fra marzo e giugno, le precipitazioni sono state sopra la media in tutti e 3 gli anni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

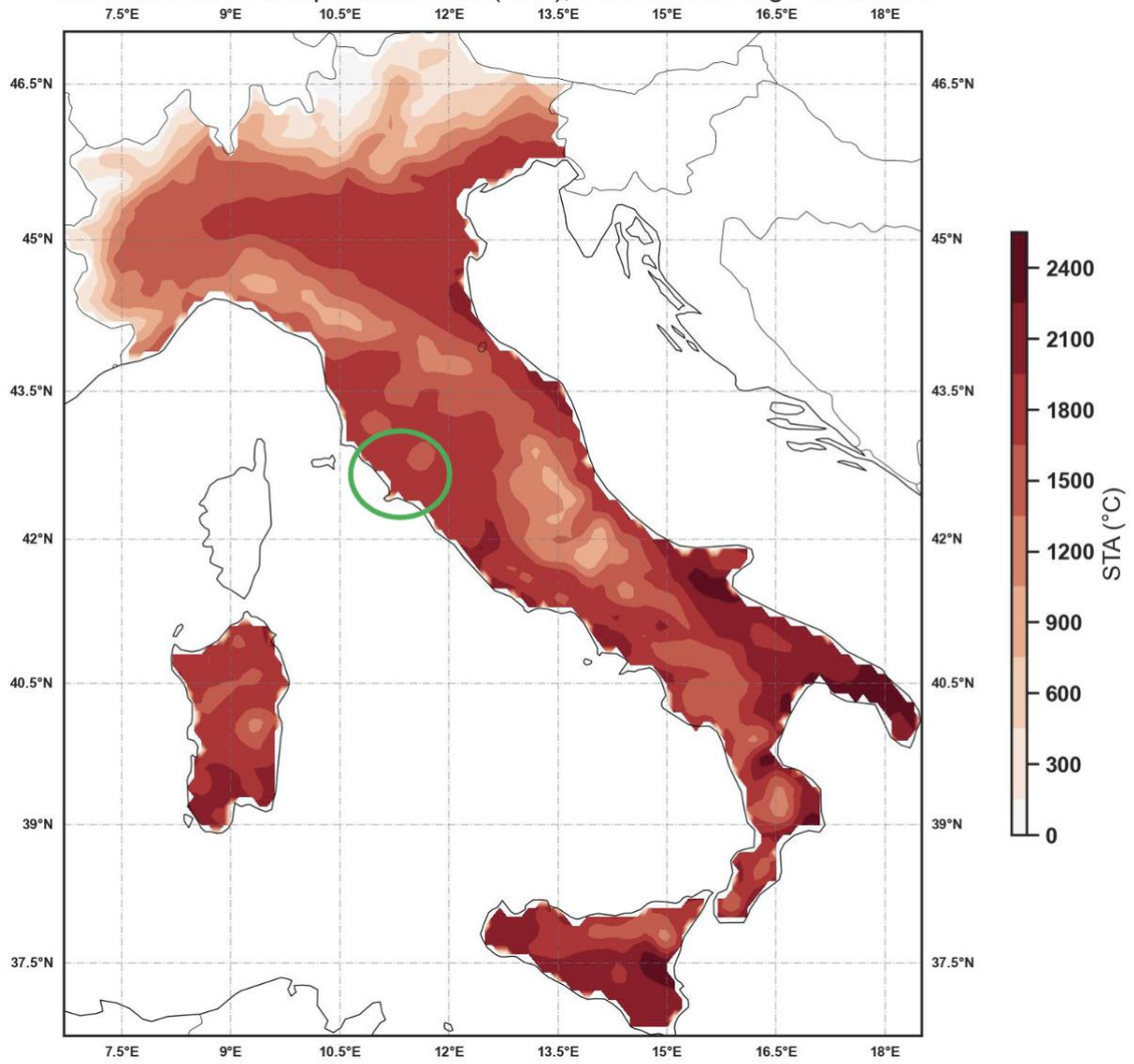
L'analisi agrometeorologica è stata prevalentemente focalizzata nel periodo vegeto-produttivo marzo-agosto, messo a confronto con il corrispondente periodo climatologico di riferimento (1991-2020). Normalmente in climatologia le anomalie registrate fanno riferimento ad una serie temporale di 30 anni (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.



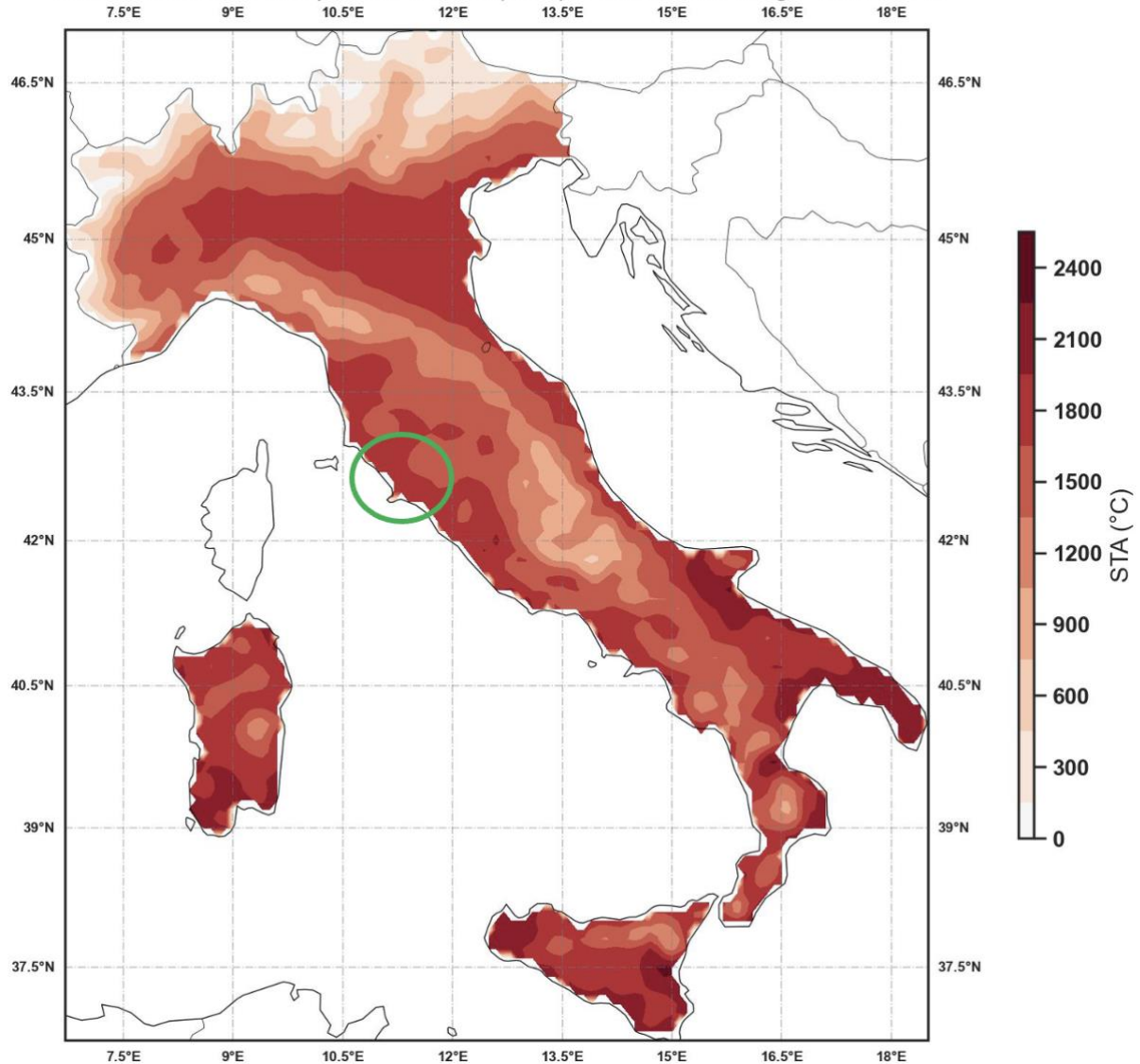
Somma delle temperature attive marzo-agosto del 2023

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



Somma delle temperature attive marzo-agosto del 2024

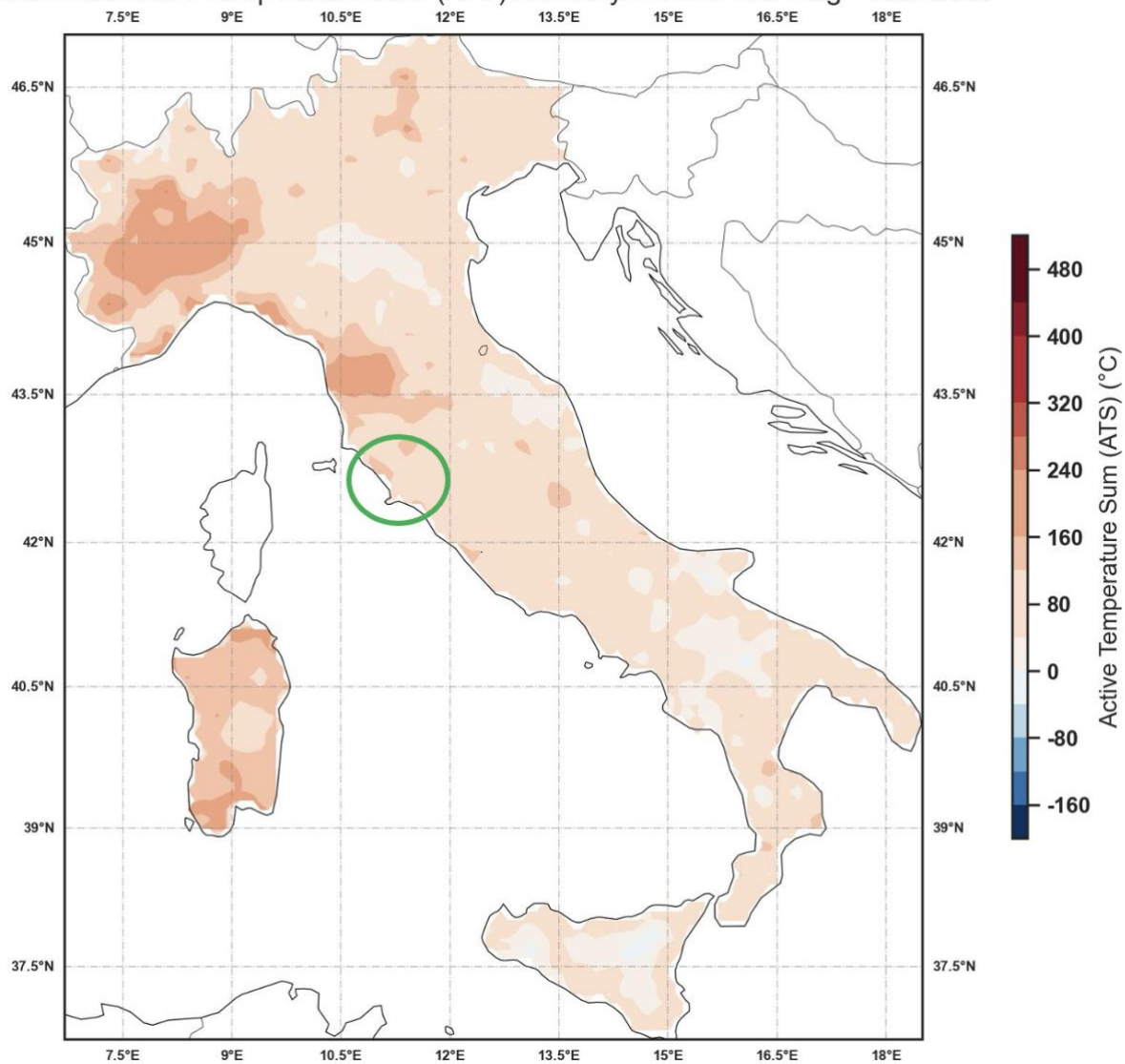
Cumulate Active Temperature Sum (ATS); Period: Mar-Aug - Year 2025



Somma delle temperature attive marzo-agosto del 2025

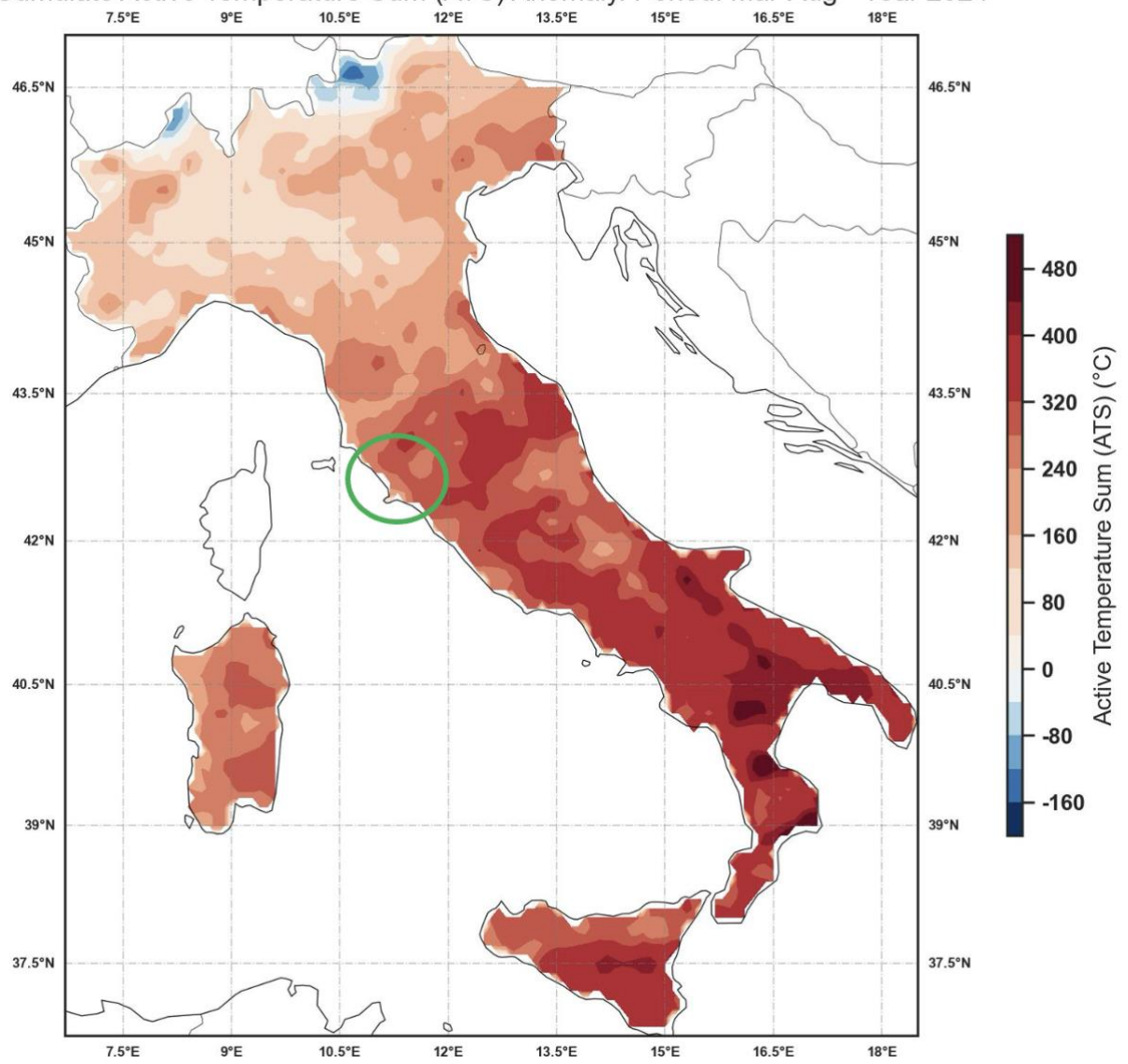
Sono poi state analizzate le anomalie della somma delle temperature attive marzo-agosto per i 3 anni di indagine. Tali anomalie sono calcolate come differenza rispetto alla media delle STA per il trentennio di riferimento 1991-2020. Le mappe mostrano come tutti gli anni analizzati abbiano anomalie positive 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



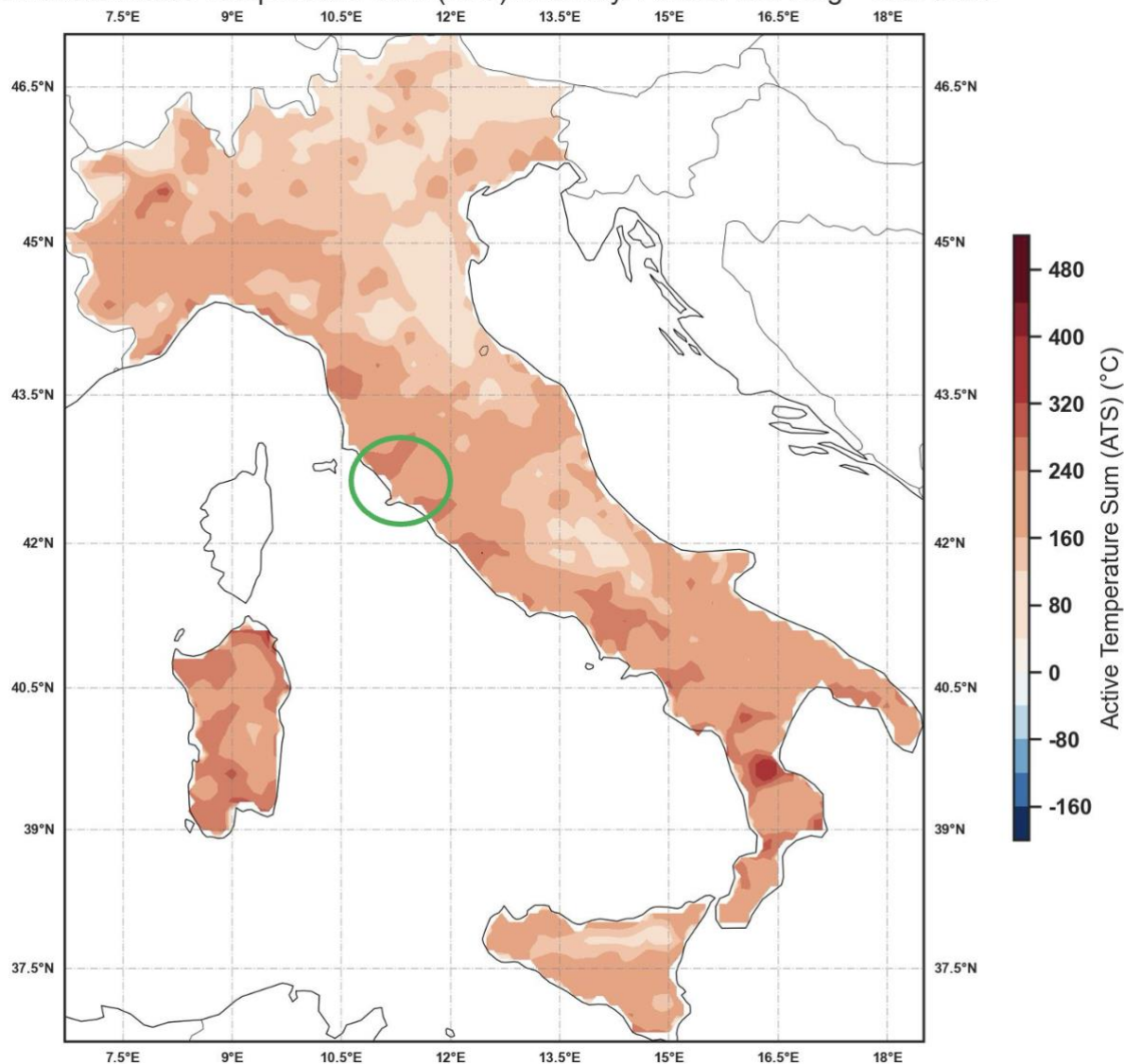
Anomalia della somma delle temperature attive marzo-agosto del 2023 rispetto al periodo di riferimento 1991-20220

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



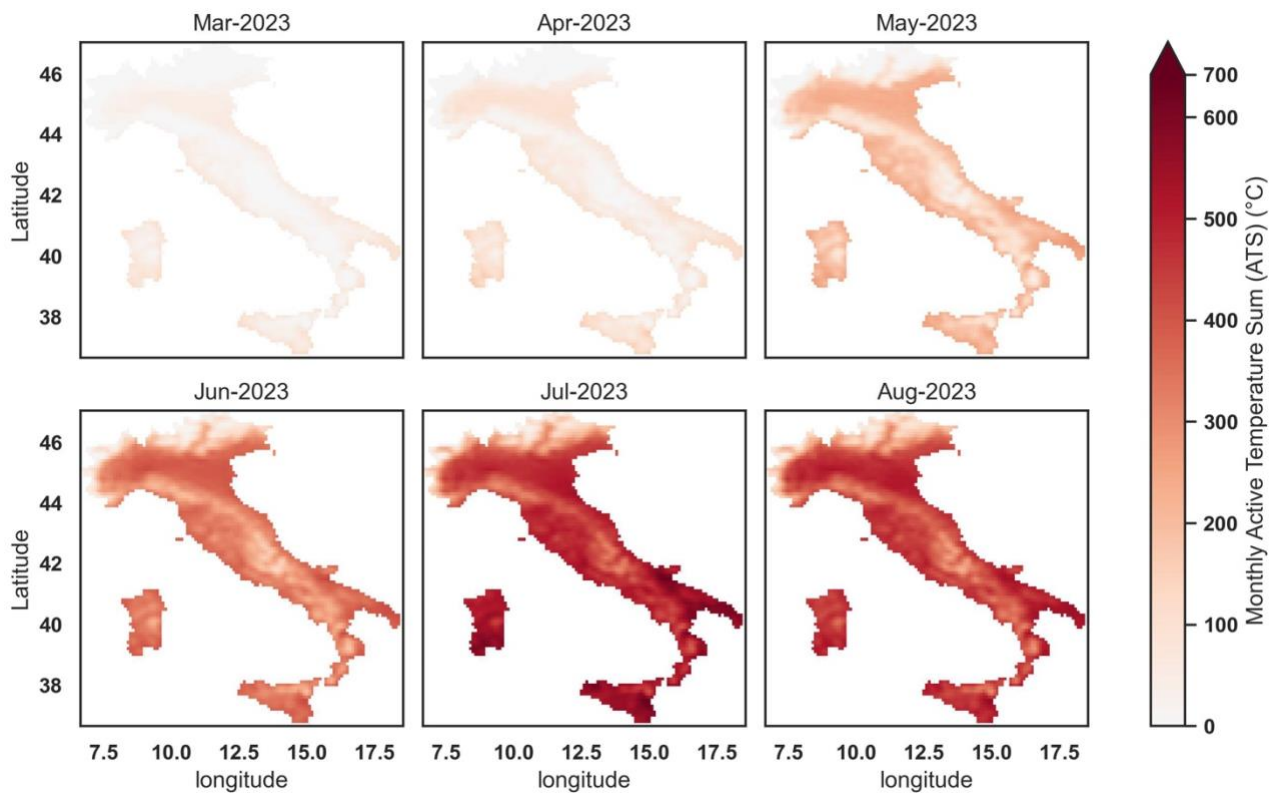
Anomalia della somma delle temperature attive marzo-agosto del 2024 rispetto al periodo di riferimento 1991-20220

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

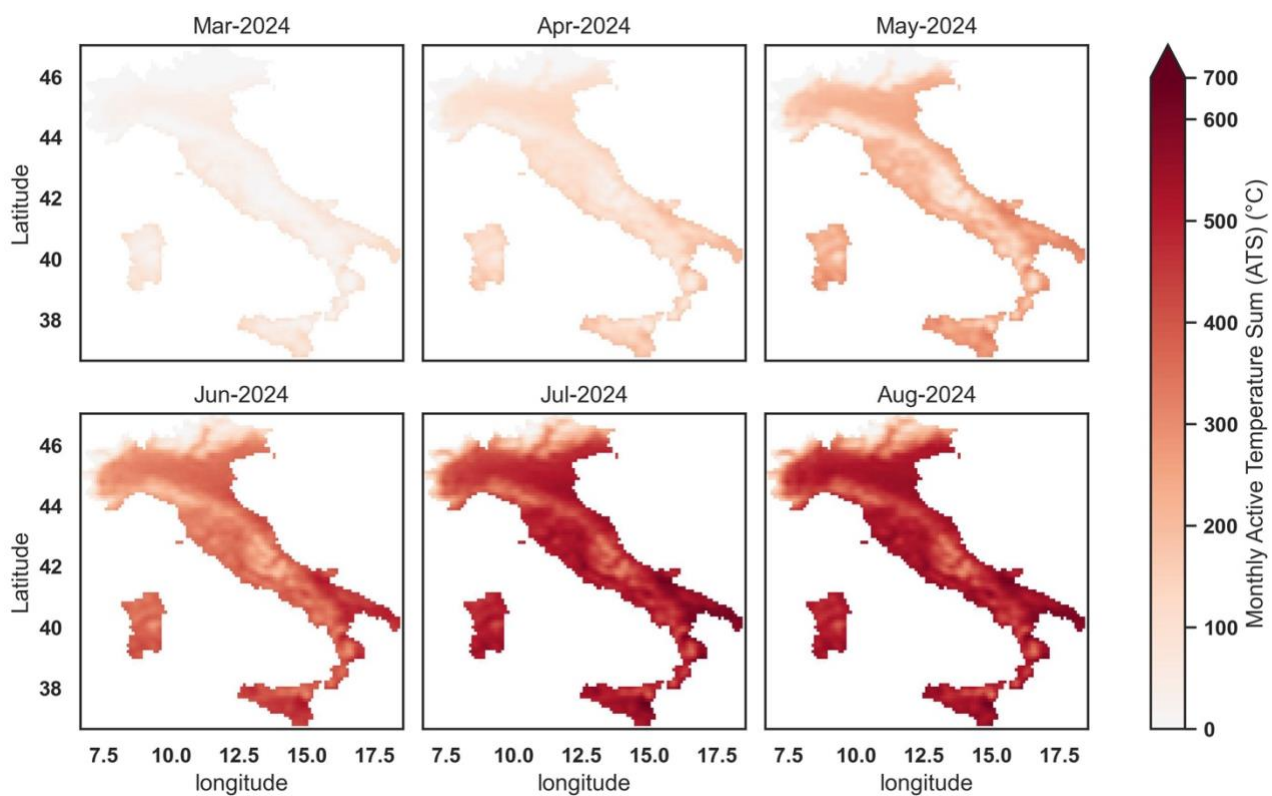


Anomalia della somma delle temperature attive marzo-agosto del 2025 rispetto al periodo di riferimento 1991-20220

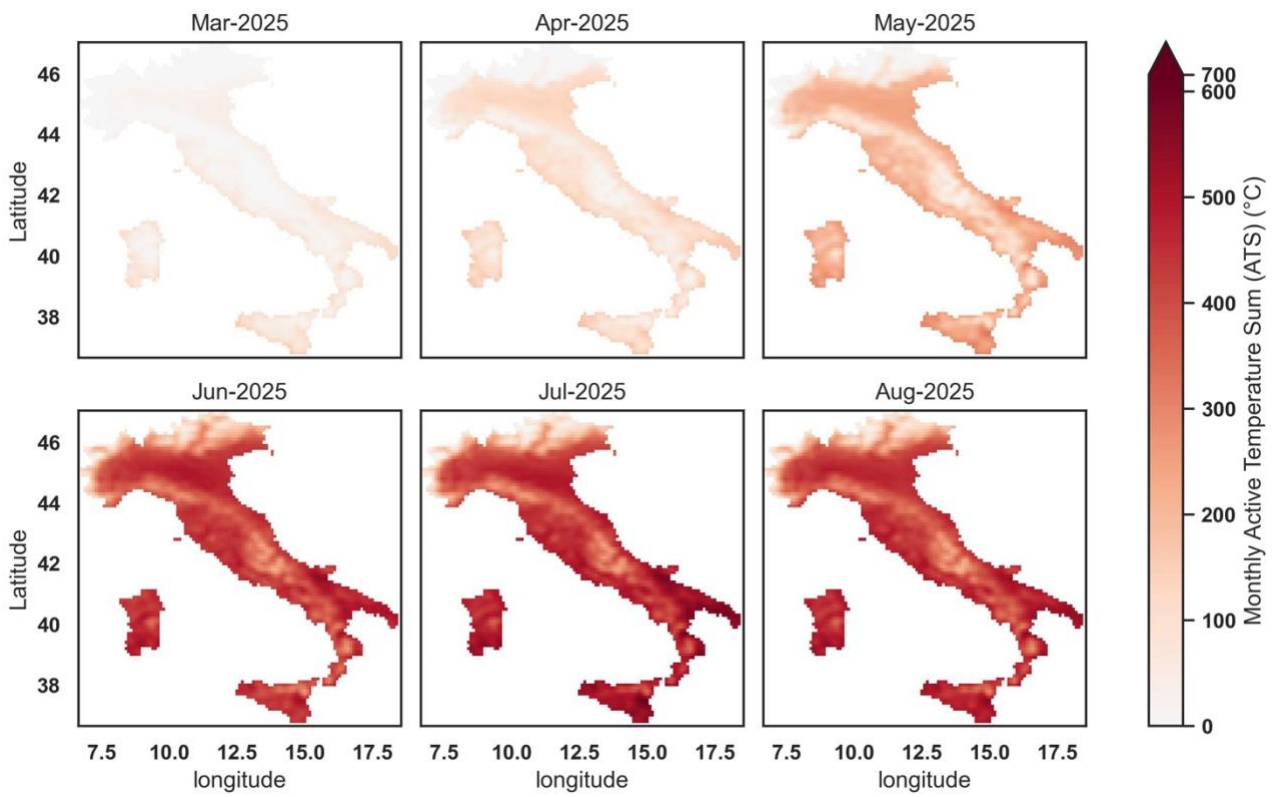
Le mappe di anomalia mensile evidenziano la variabilità delle disponibilità termiche entro la stagione vegeto-produttiva. In particolare le anomalie positive del 2024, oltre che più intense, si sono verificate in gran parte nel periodo di luglio e agosto quando la vite è sottoposta ai maggiori stress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



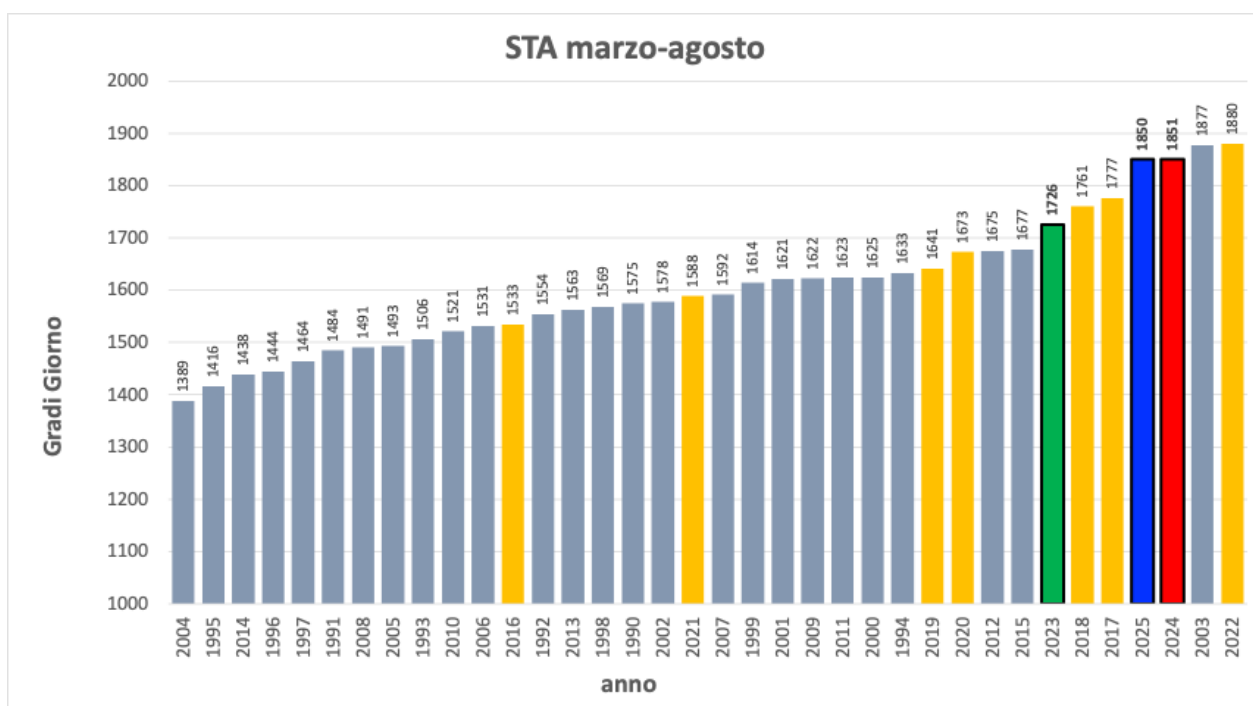
Anomalie mensili della somma delle temperature attive del 2025 rispetto al periodo di riferimento 1991-20220

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.

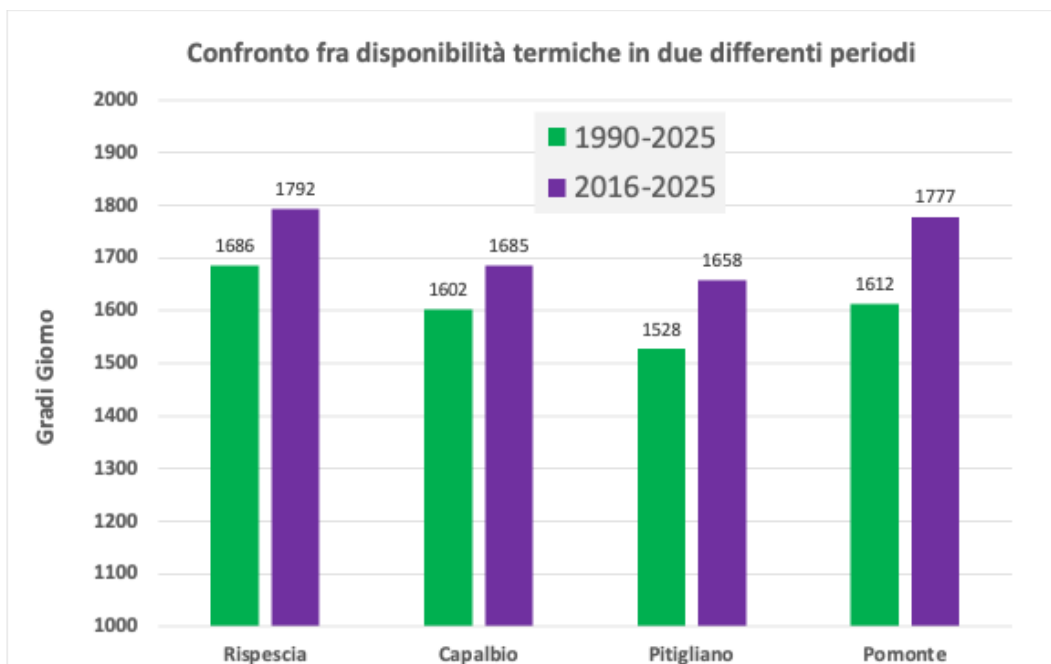
Le temperature attive

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.



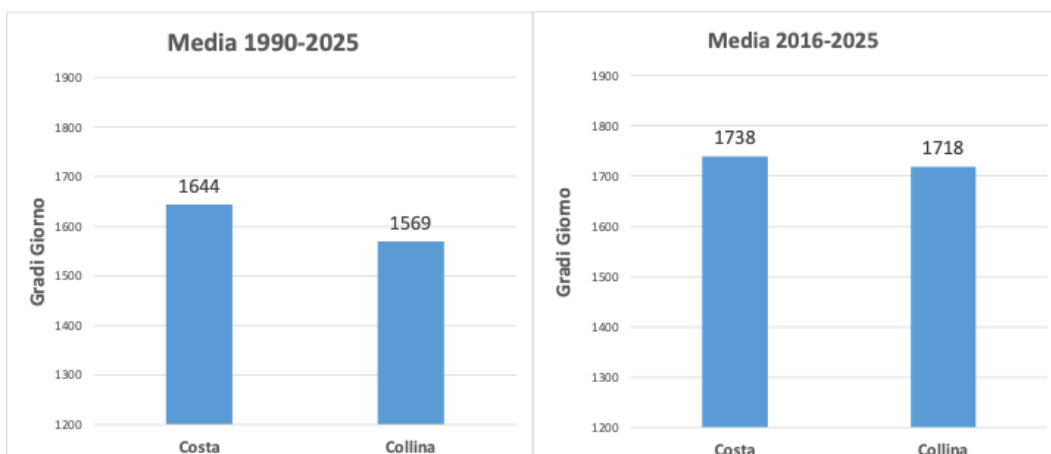
STA per il periodo marzo-agosto, in giallo le STA degli ultimi 10 anni in verde il 2023 in rosso il 2024 e in blu il 2025

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.

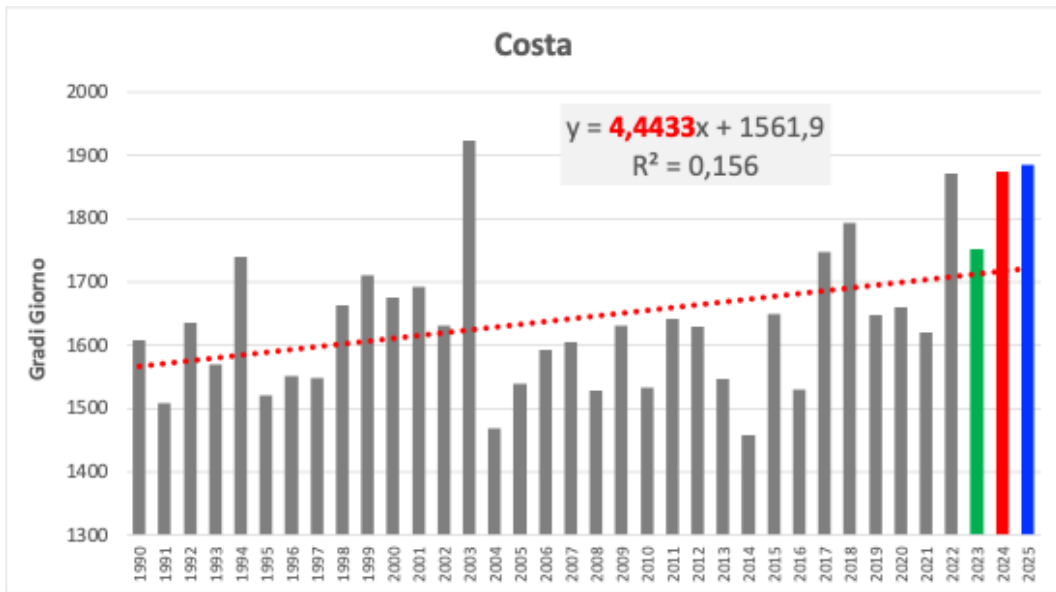


Confronto fra la somma delle temperature attive per il periodo marzo-agosto, calcolata per i periodi 1990-2025 e 2016-2025 in area costiera e collinare

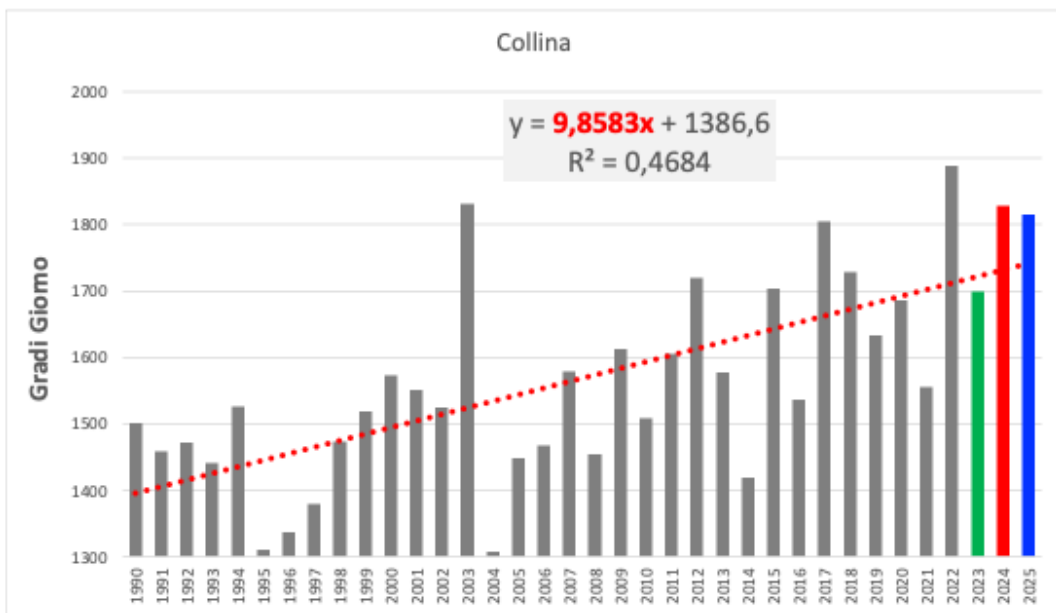
I dati mediati di Rispeccia e Capalbio, in rappresentanza dell'area costiera, hanno evidenziato un leggero trend all'aumento della STA ad un ritmo di 4,4 GG/anno.

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 (Rispeccia e Capalbio) dall'interno (Pitigliano e Pomonte).

Rispeccia																																				
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	246	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	178

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	118	215
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	113	152
apr-mag	90	143	86	60	90	102	110	89	95	84	75	65	87	59	117	72	37	27	83	54	145	37	93	81	47	28	57	18	102	162	53	59	29	110	71	82

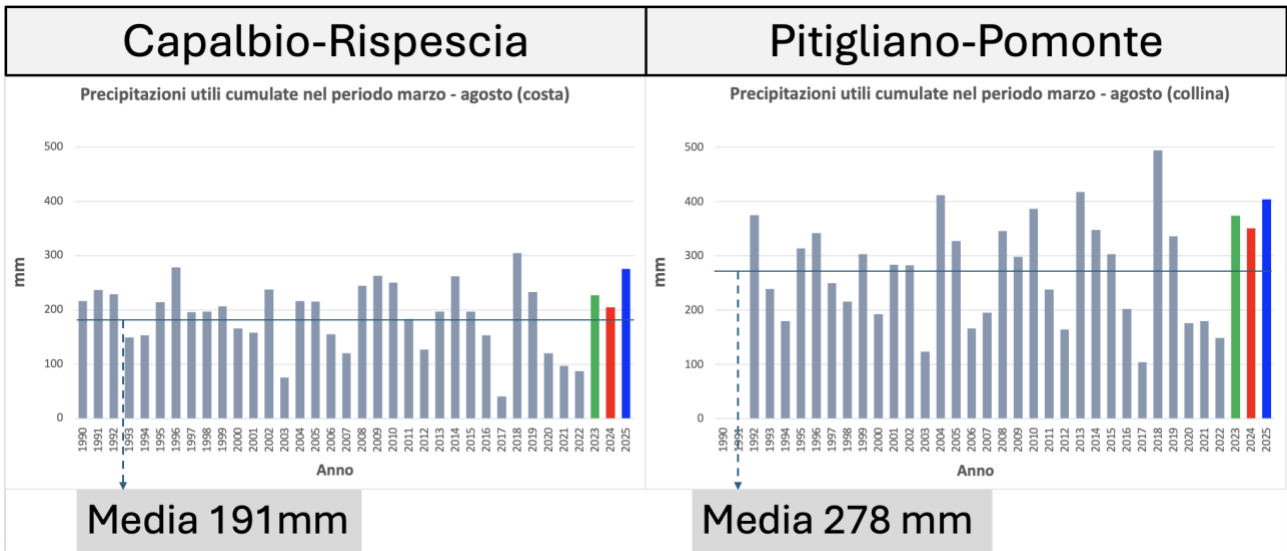
Pitigliano																																		
Sommatoria	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
mar-ago	375	200	175	364	425	284	290	296	208	303	256	118	526	376	192	204	317	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	16	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	14	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

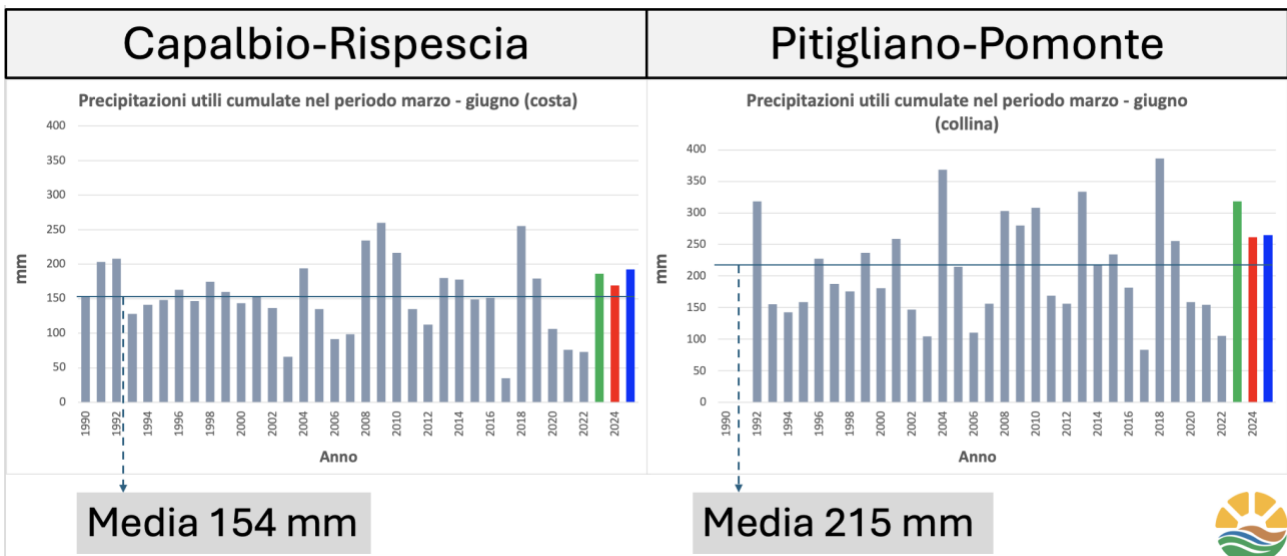
Cumulato delle precipitazioni utili (>30 mm/gg) per vari periodi calcolati per le 4 stazioni meteorologiche analizzate

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.

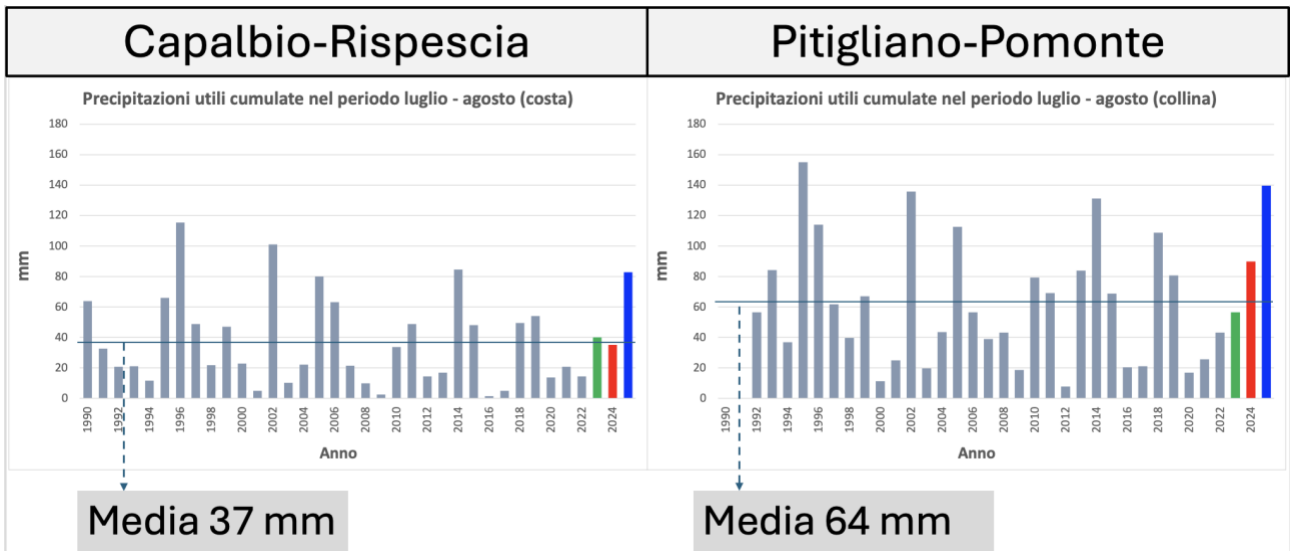


Cumulato delle precipitazioni utili (>30 mm/gg) per il periodo marzo-agosto, nell'area costiera e collinare

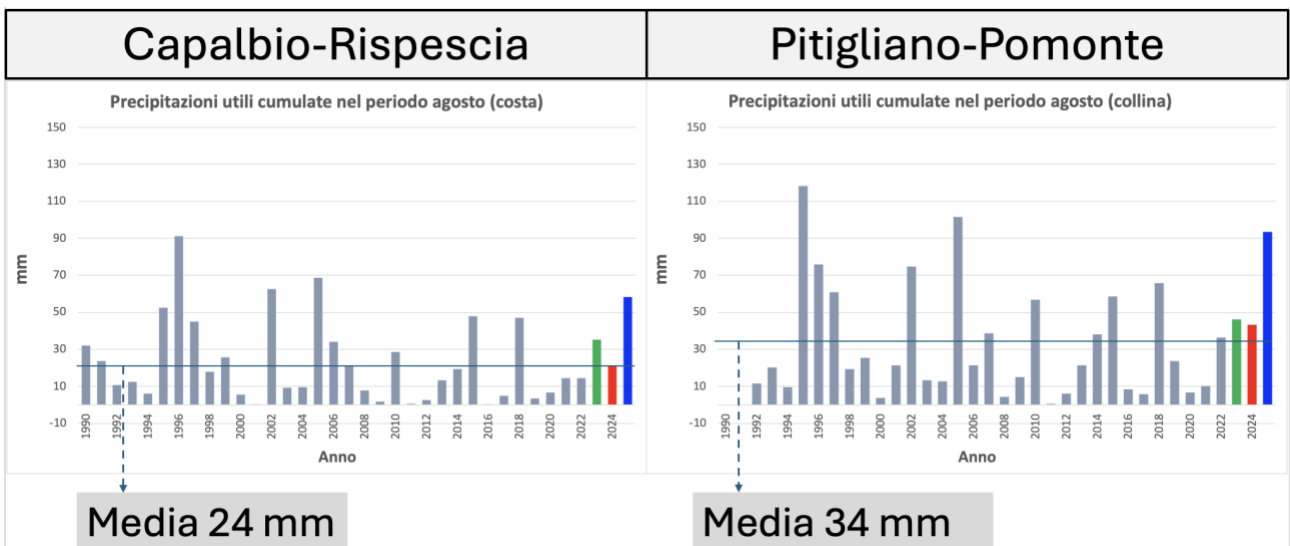


Cumulato delle precipitazioni utili (>30 mm/gg) per il periodo vegetativo marzo-giugno, nell'area costiera e collinare





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 termoisigrometriche 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.

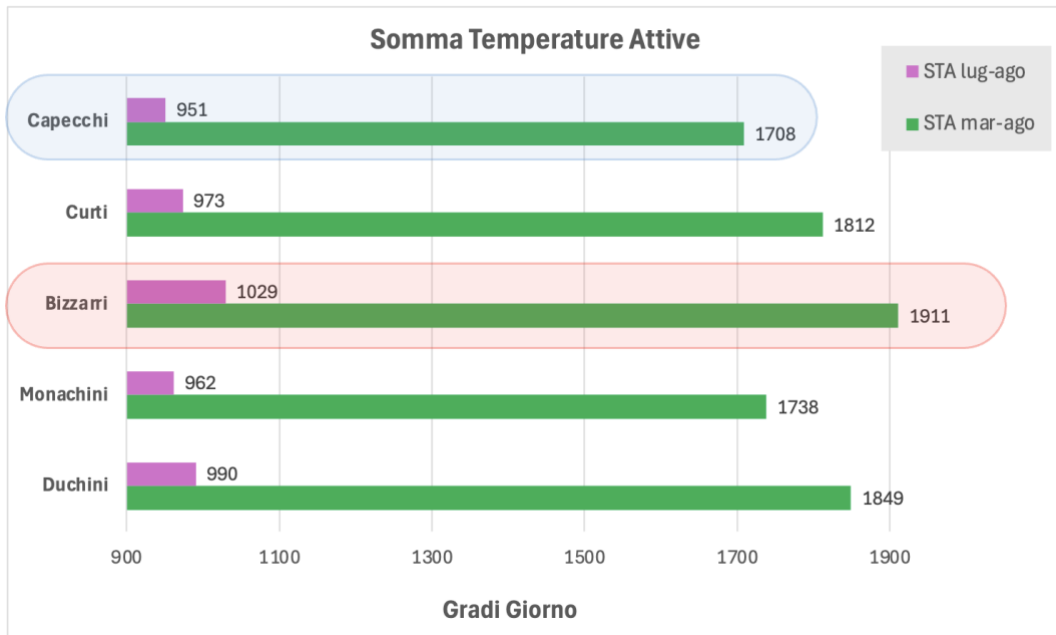
	2023					2024					2025				
	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi
STA apr-set						2059	1989	2192	2083	1959	2070	1990	2165	2063	1970
STA mar-ago						1895	1750	1935	1829	1709	1804	1726	1887	1795	1708
STA lug-ago						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.

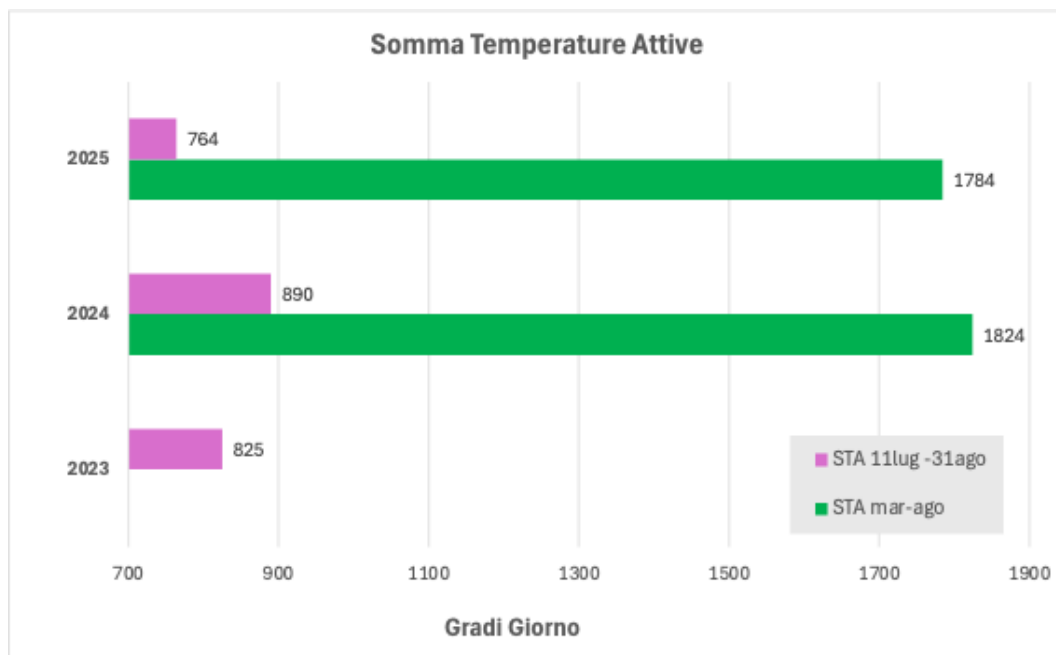


La STA media del 2024-2025 risulta più elevata nei vigneti prossimi alla costa

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.

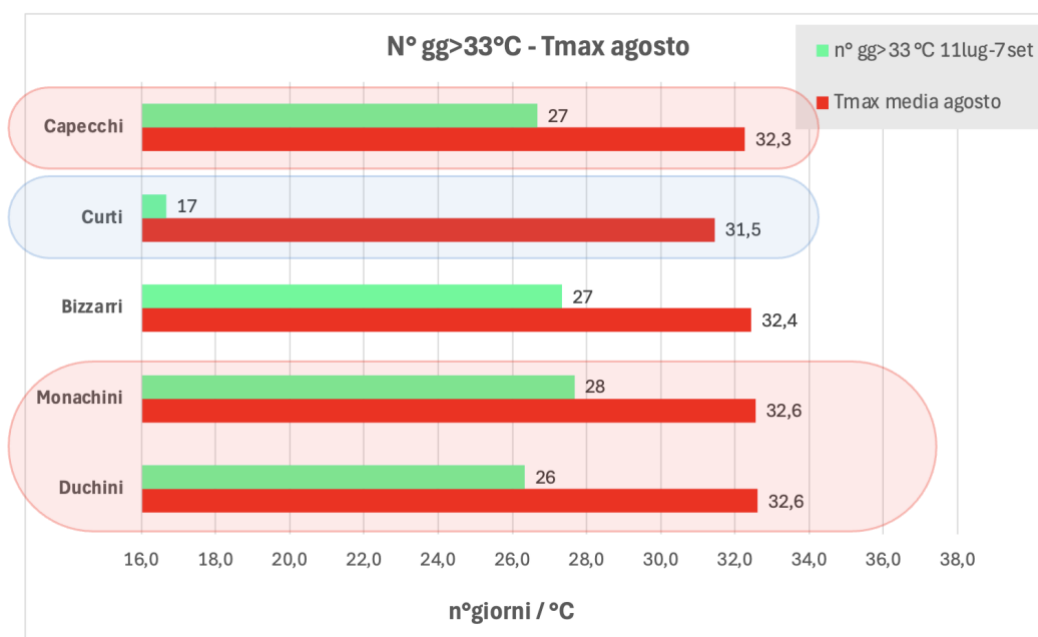
	2023					2024					2025				
	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi
Tmax massima	39,1	37,3	38,8	38,6	38,3	38,6	40,0	39,0	36,9	38,5	38,9	38,8	38,3	38,1	38,2
Tmax media agosto	32,0	31,6	31,8	31,2	31,9	34,0	34,1	33,9	32,8	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

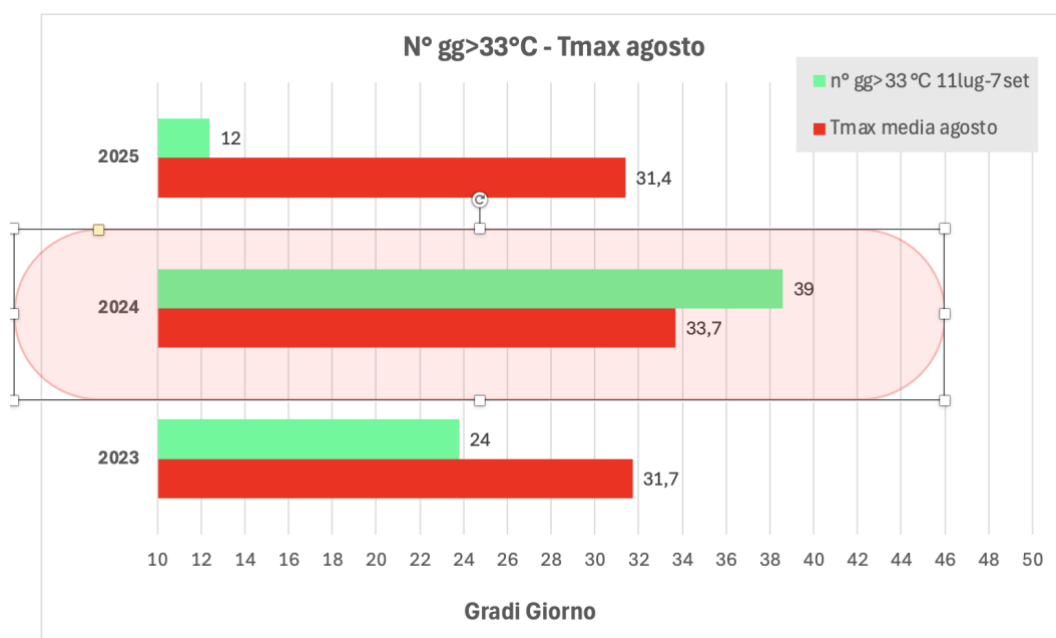


Tmax media nei 5 differenti vigneti

L'anno più caldo è stato nettamente il 2024. Nonostante il 2025 abbia mostrato STA molto elevate il periodo caldo è stato distribuito su un numero maggiore 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.

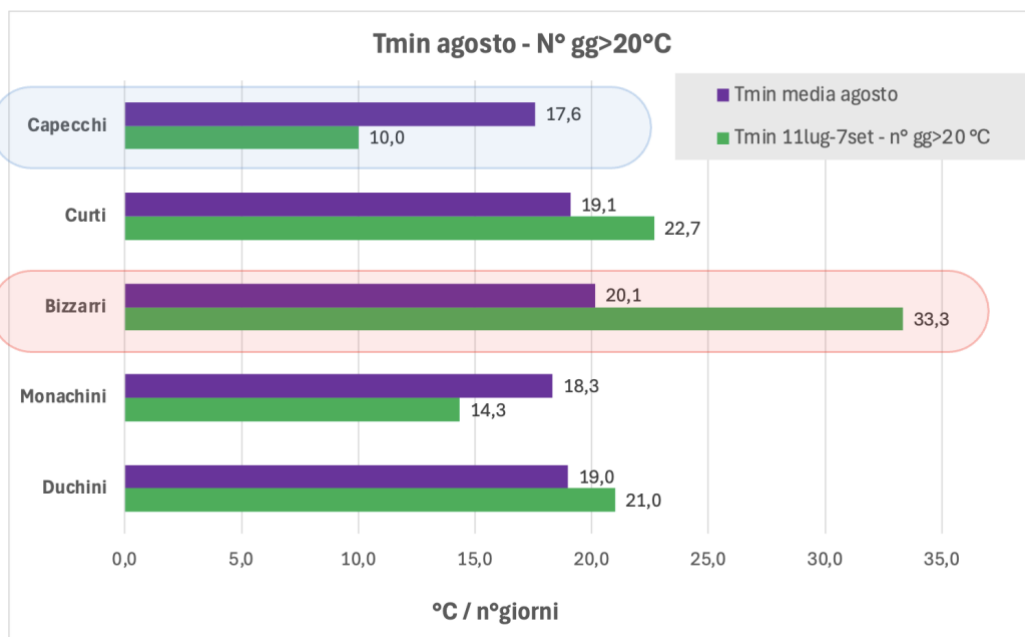
	2023					2024					2025				
	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi
Tmin massima	25,6	25,4	25,6	25,4	25,4	24,1	22,3	24,6	24,0	22,9	25,5	23,2	25,1	24,0	23,7
Tmin media agosto	18,0	17,4	19,3	18,2	16,6	20,6	19,7	21,8	20,7	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

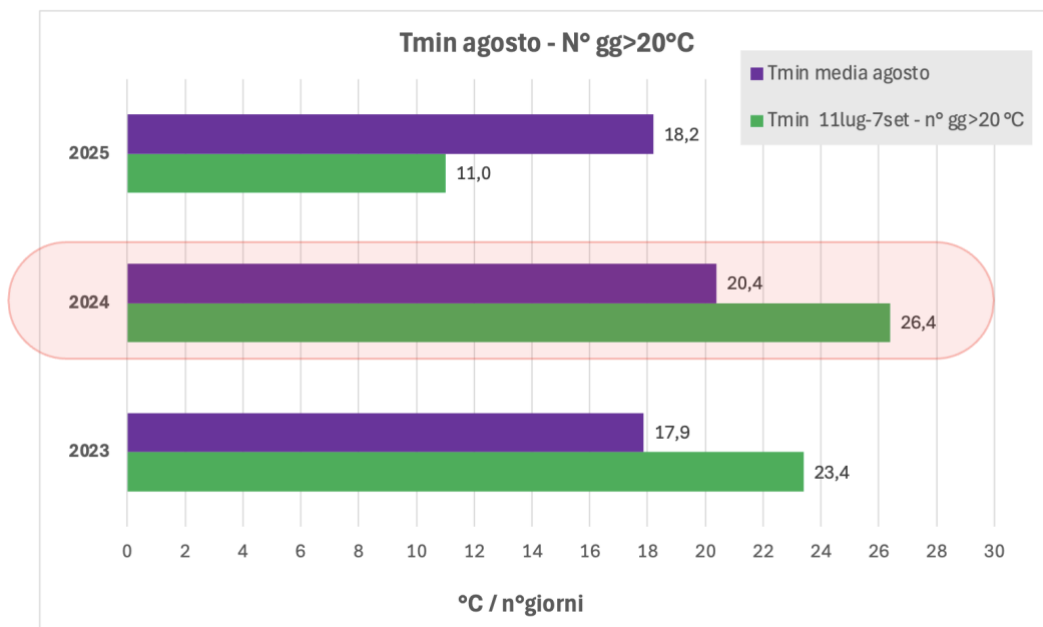


Tmin media nei 5 differenti vigneti

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.

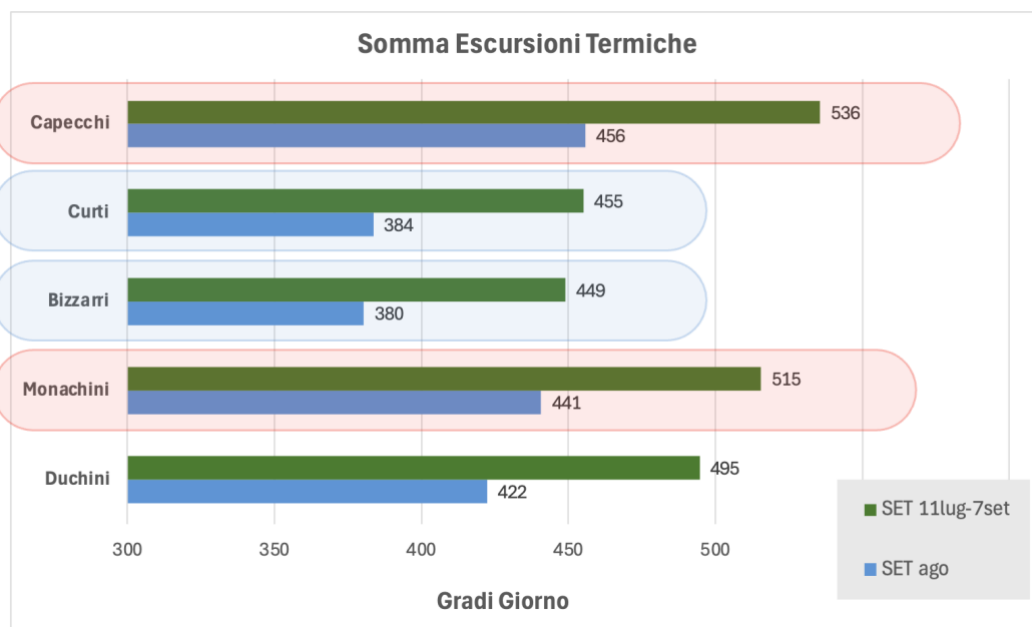
	2023					2024					2025				
	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi	Duchini	Monachini	Bizzarri	Curti	Capecchi
SET ago	436	440	389	405	477	415	448	375	375	448	416	435	377	371	443
SET 11lug-7set	476	480	429	446	519	503	533	454	458	536	505	534	464	462	552

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

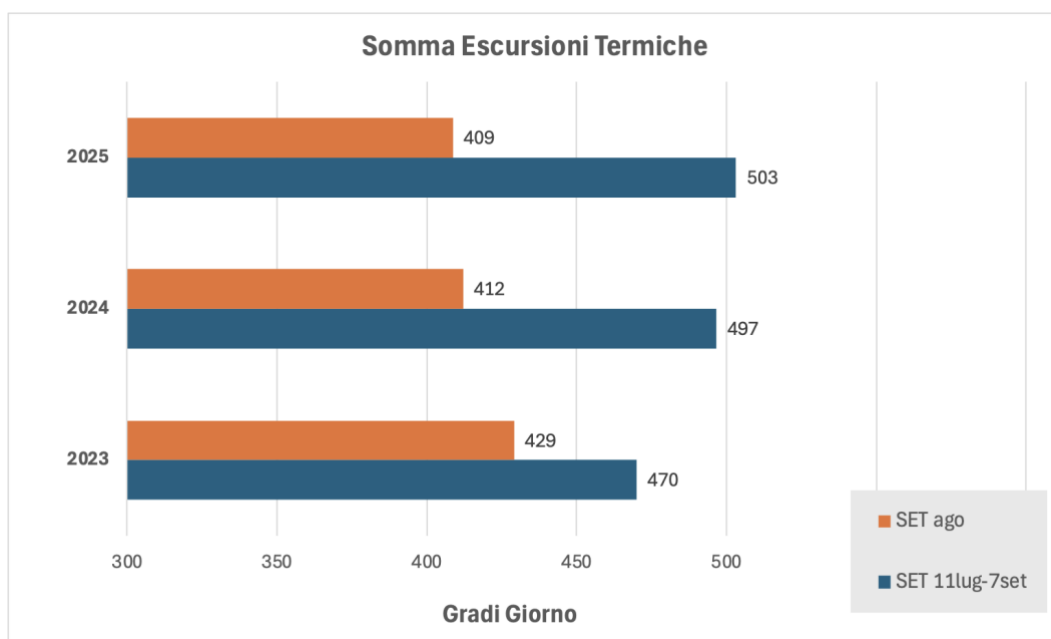


Tmin media nei 5 differenti vigneti

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.

