fondazione banfi

VIII Edizione

SUMMER SCHOOL SANGUIS JOVIS

HERITAGE

Frontiera del valore tra terroir e storytelling

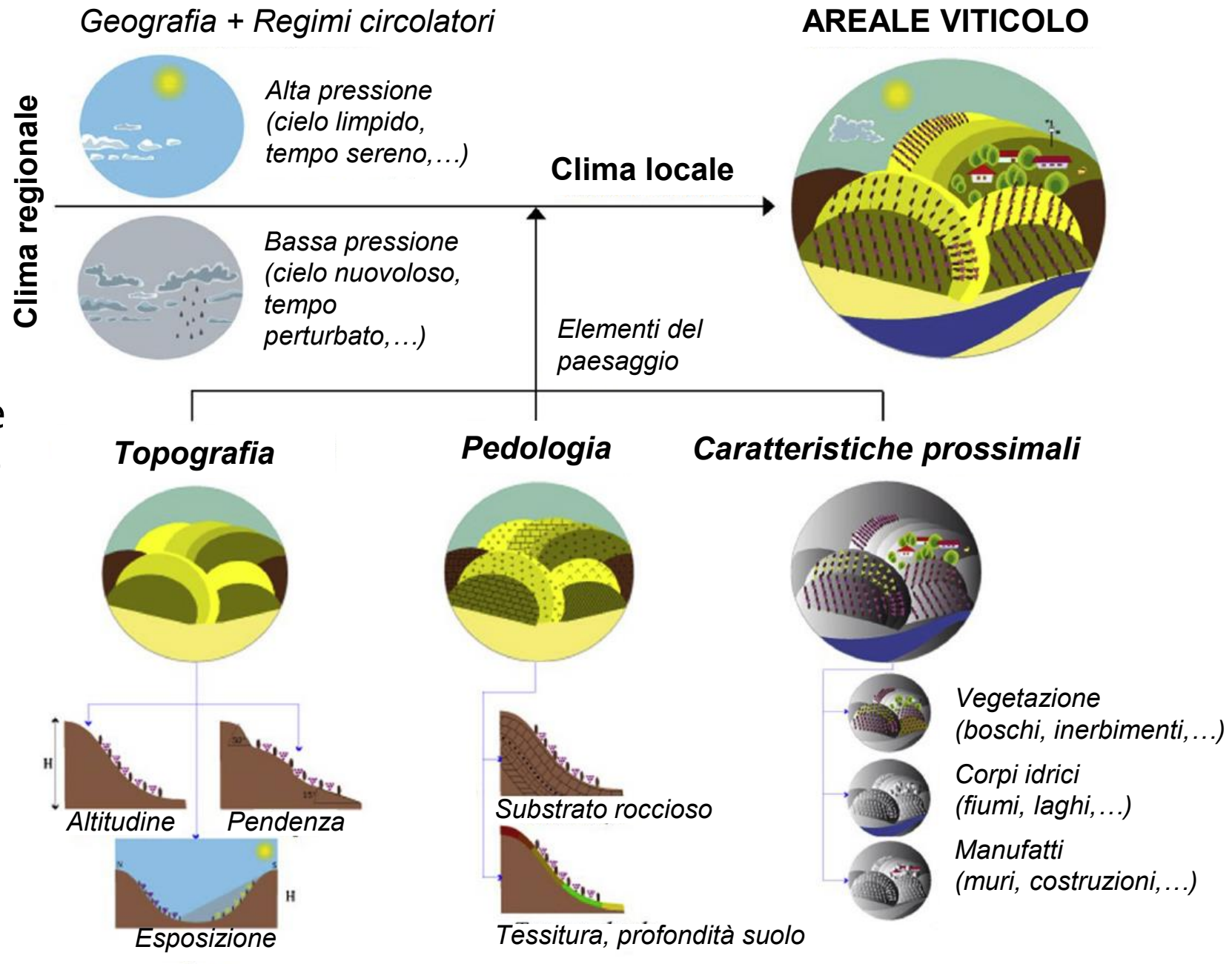
Risorse climatiche e viticoltura sostenibile

Prof. Gabriele Cola
Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali
Universita' degli Studi di Milano

AGROECOSISTEMA VITICOLO

L'AGROECOSISTEMA VITICOLO

A partire dalle condizioni climatiche zonali, il clima locale che caratterizza le aree viticole è il risultato dell'influenza di differenti elementi del paesaggio che variano fortemente nello spazio.



IL TERROIR

COMPONENTE FISICA
(clima, topografia, geologia, suolo,…)
COMPONENTE BIOLOGICA
(varietà vite, portainnesto, microbiologia suolo,…)
COMPONENTE CULTURALE, SOCIO ECONOMICA, POLITICA
(tradizione, mercato,…
ATTIVITÀ UMANE
TERROIR

CAMBIAMENTO CLIMATICO E TERROIR

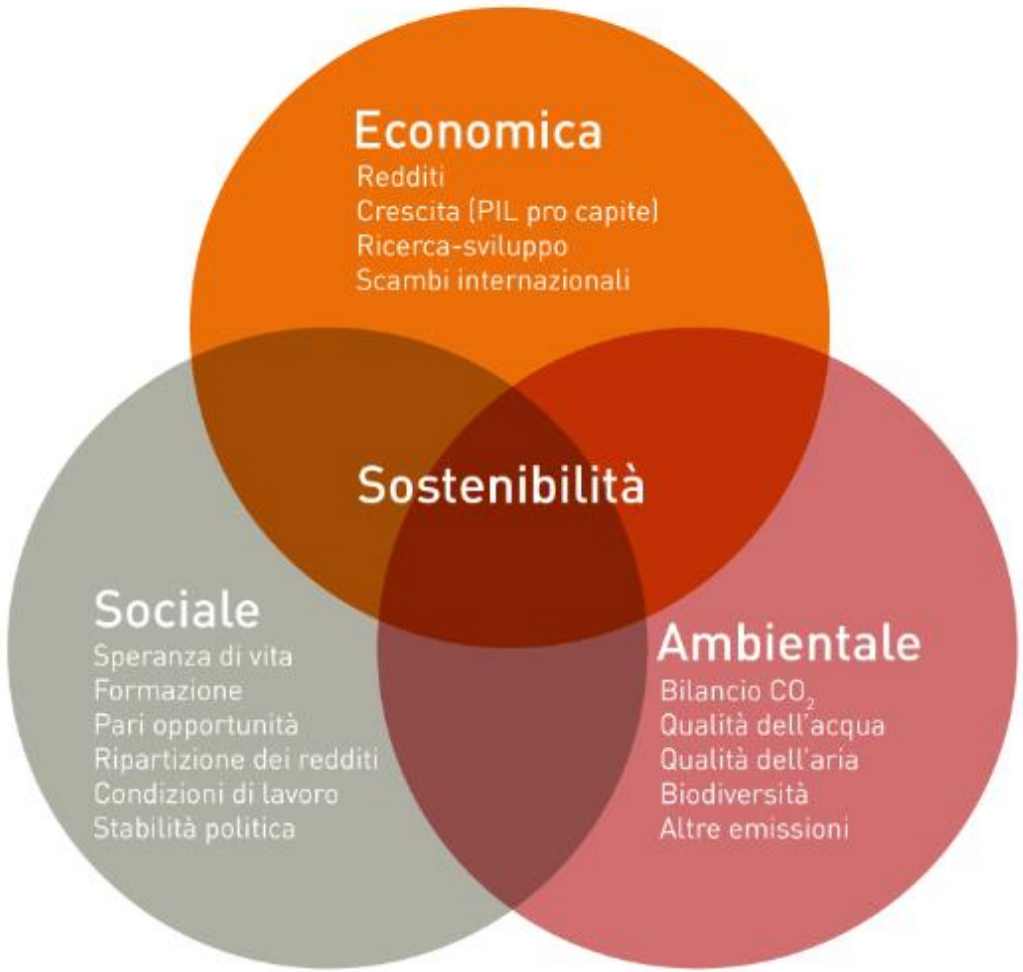
L'azione antropica modifica il sistema Amosfera-Pianta-Suolo con effetti sulla funzionalità del suolo e la sua idoneità per uno specifico uso

Mentre l'uomo può agire direttamente sulla pianta e sul suolo per perseguire l'obiettivo produttivo in campo, il clima e i suoi effetti possono essere affrontati solo in maniera indiretta.

Quando gli effetti dei cambiamenti climatici non possono essere gestiti in modo ordinario, è necessario introdurre nuovi approcci e nuove tecniche (adattamento) per garantire l'espressione del terroir

Approcci e tecniche devono essere sostenibili nel medio e lungo termine

LA SOSTENIBILITÀ

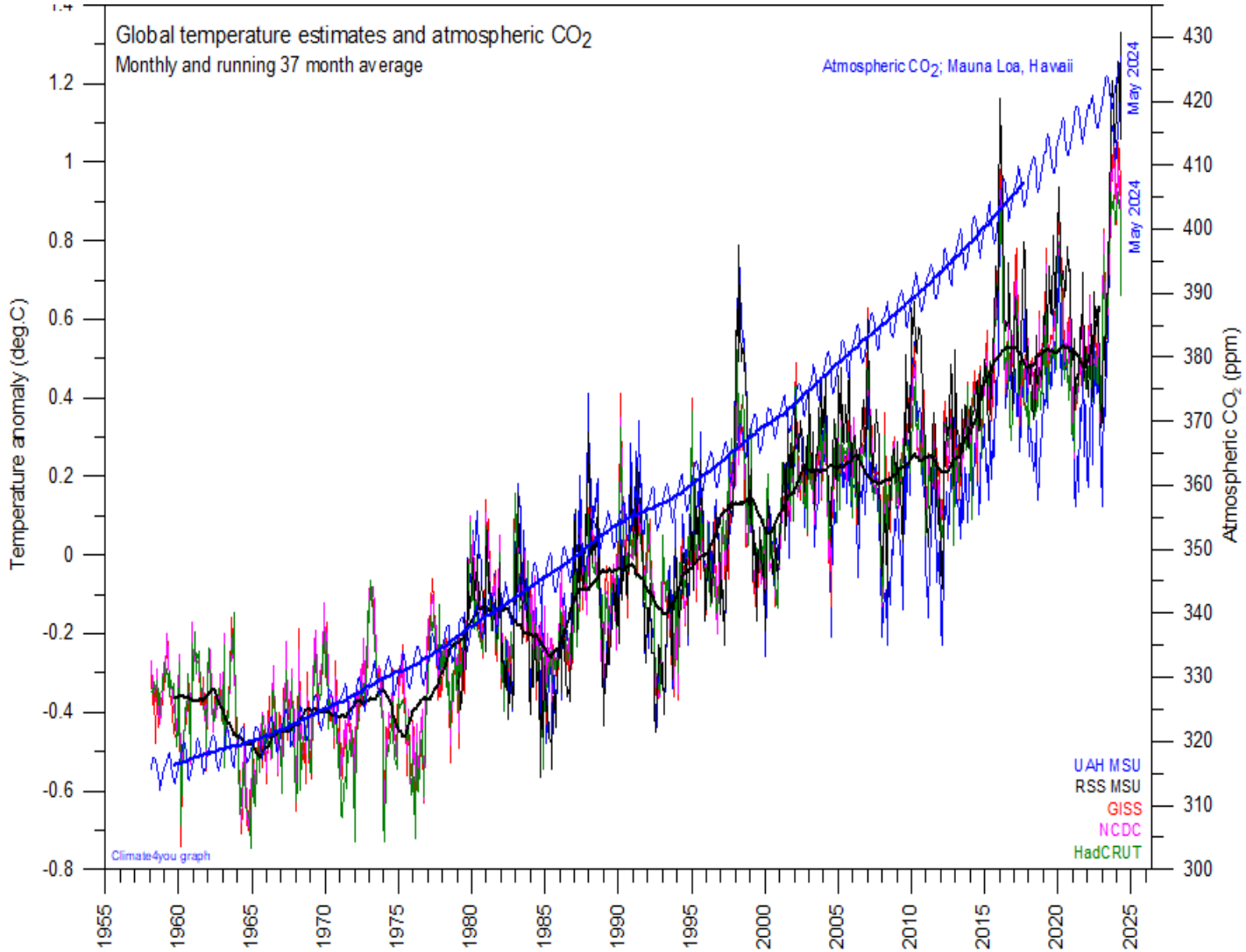


Fonte: economiesuisse, sulla base di Passet (1979)
www.economiesuisse.ch

CONTESTO CLIMATICO

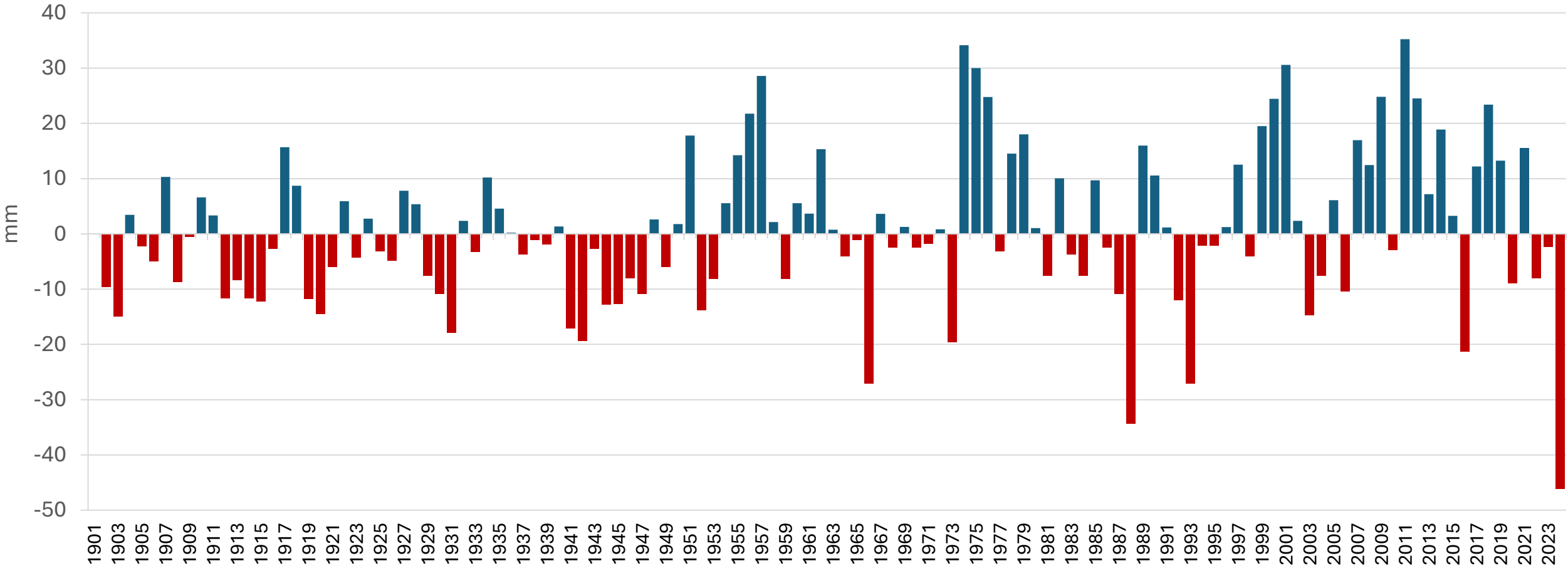
L'ATTUALE FASE CLIMATICA A LIVELLO GLOBALE

TEMPERATURE GLOBALI



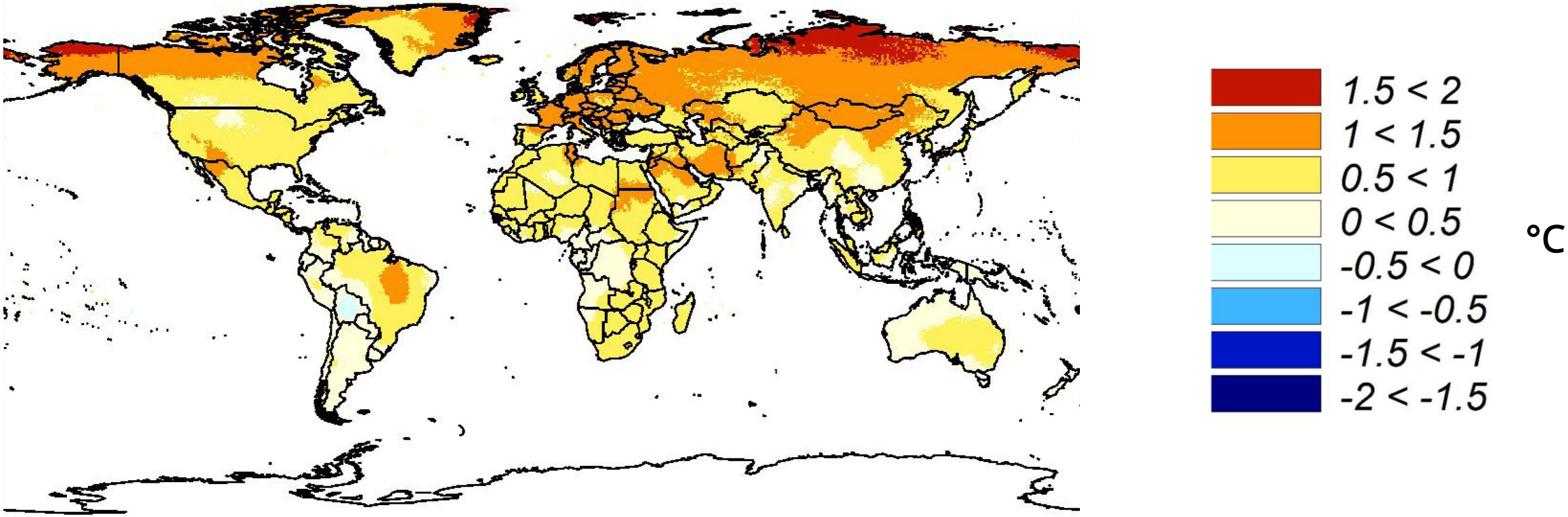
L'ATTUALE FASE CLIMATICA

ANOMALIA DELLE PRECIPITAZIONI GLOBALI ANNUE



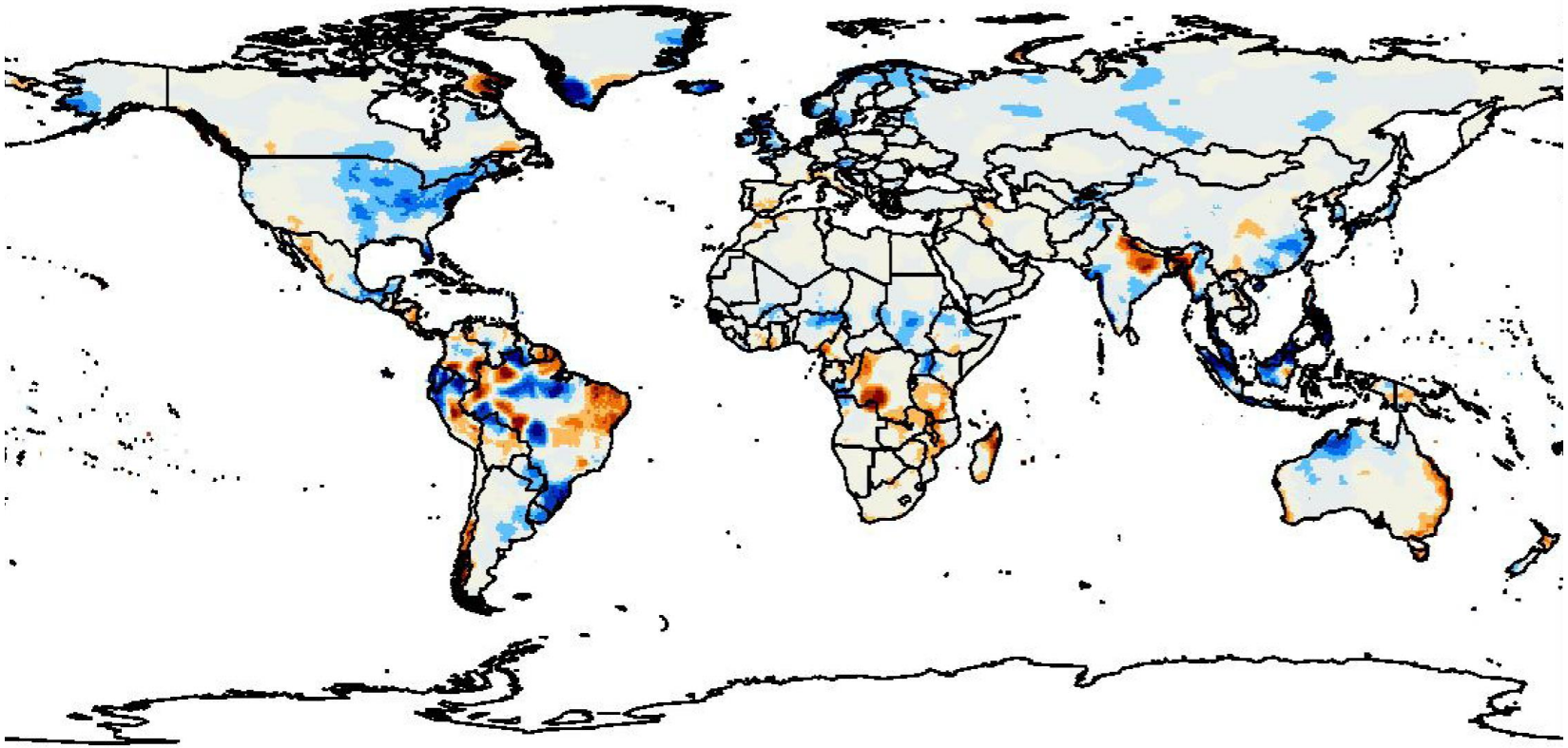
L'ATTUALE FASE CLIMATICA

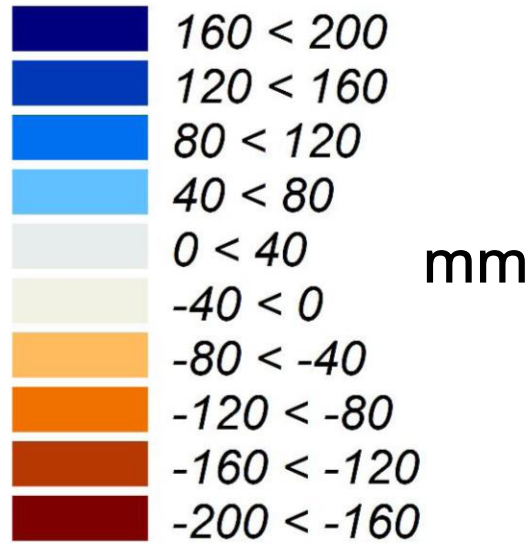
TEMPERATURA MEDIA ANNUA [°C] – VARIAZIONE 1991-2020 Vs 1961-1990



L'ATTUALE FASE CLIMATICA

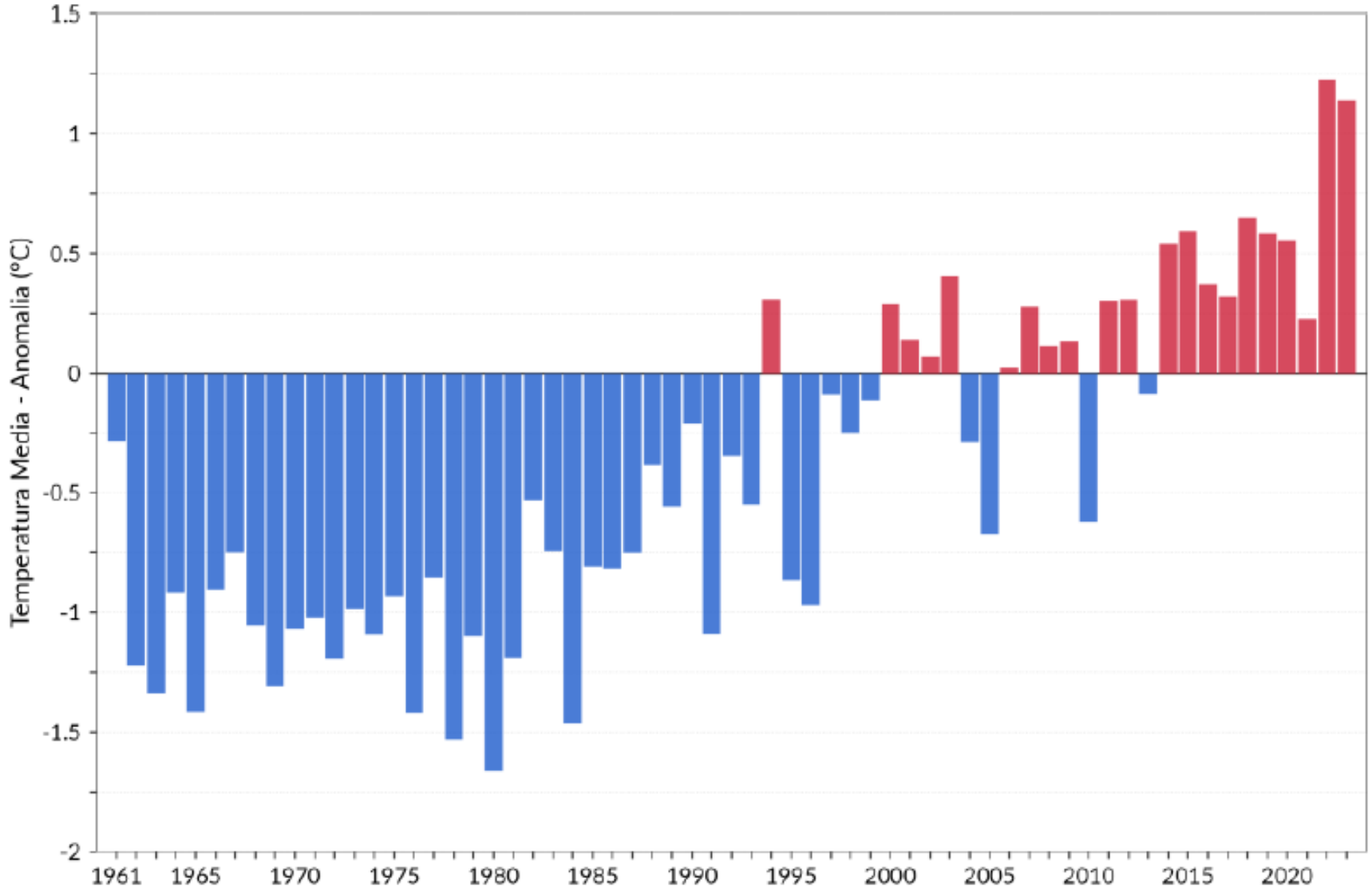
MEDIA PRECIPITAZIONE CUMULATA ANNUE [mm] – VARIAZIONE 1991-2020 Vs 1961-990





IL CAMBIAMENTO CLIMATICO IN ITALIA – LE TEMPERATURE

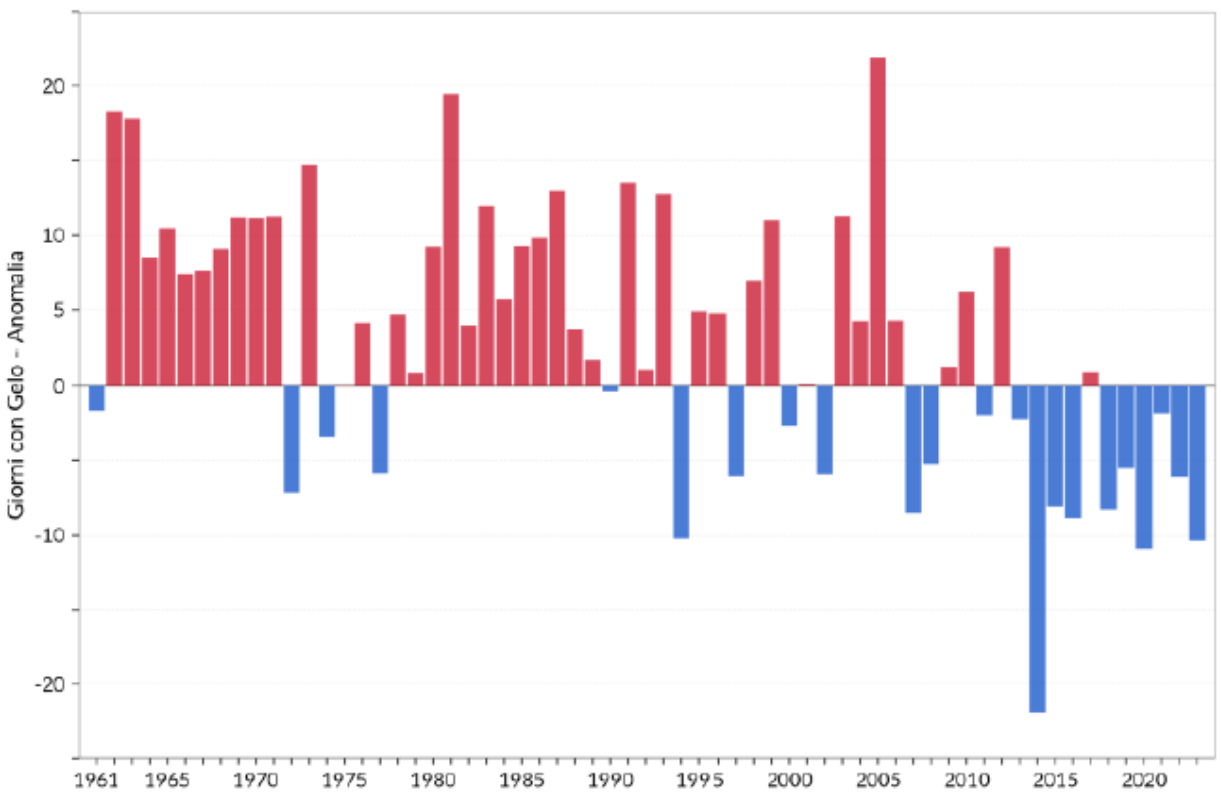
Figura 3.8: Serie delle anomalie medie in Italia della temperatura media rispetto al valore normale 1991-2020.



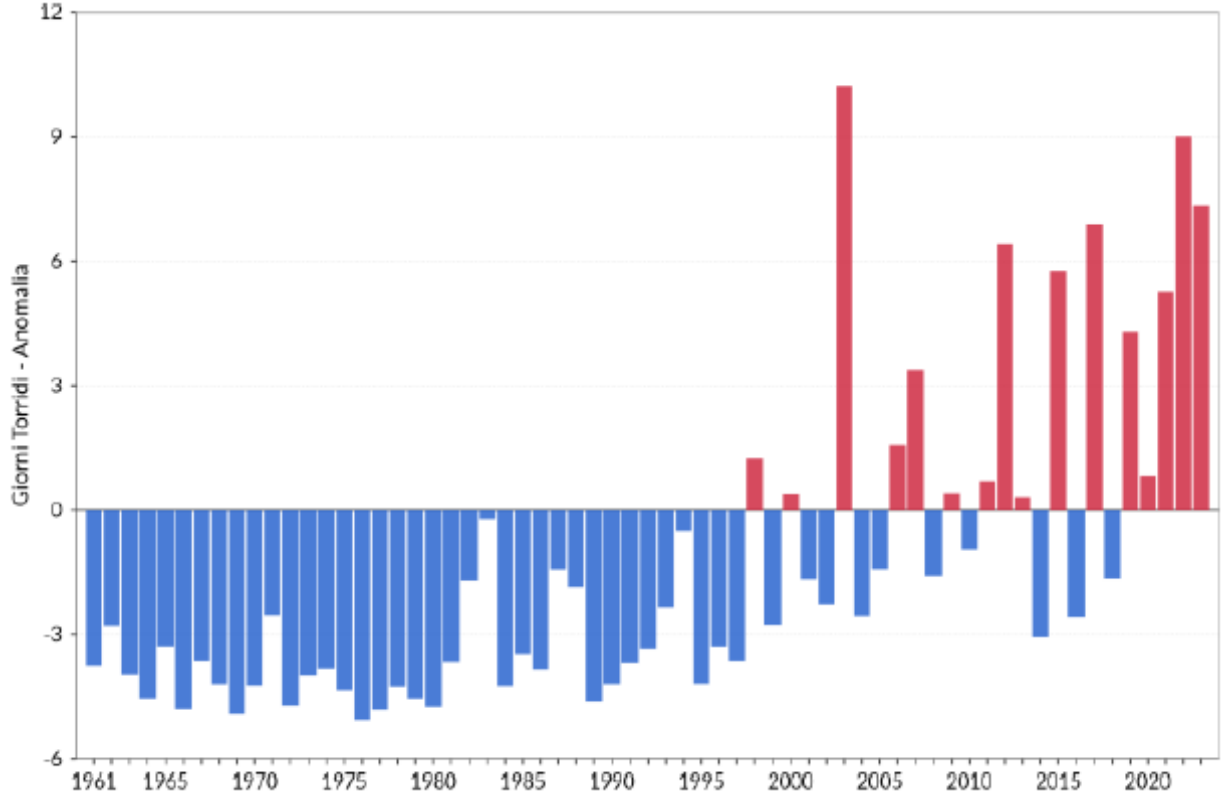
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati SCIA.

IL CAMBIAMENTO CLIMATICO IN ITALIA – EVENTI TERMICI ESTREMI
Giorni di gelo e giorni torridi (anomalia vs 1991-2020)

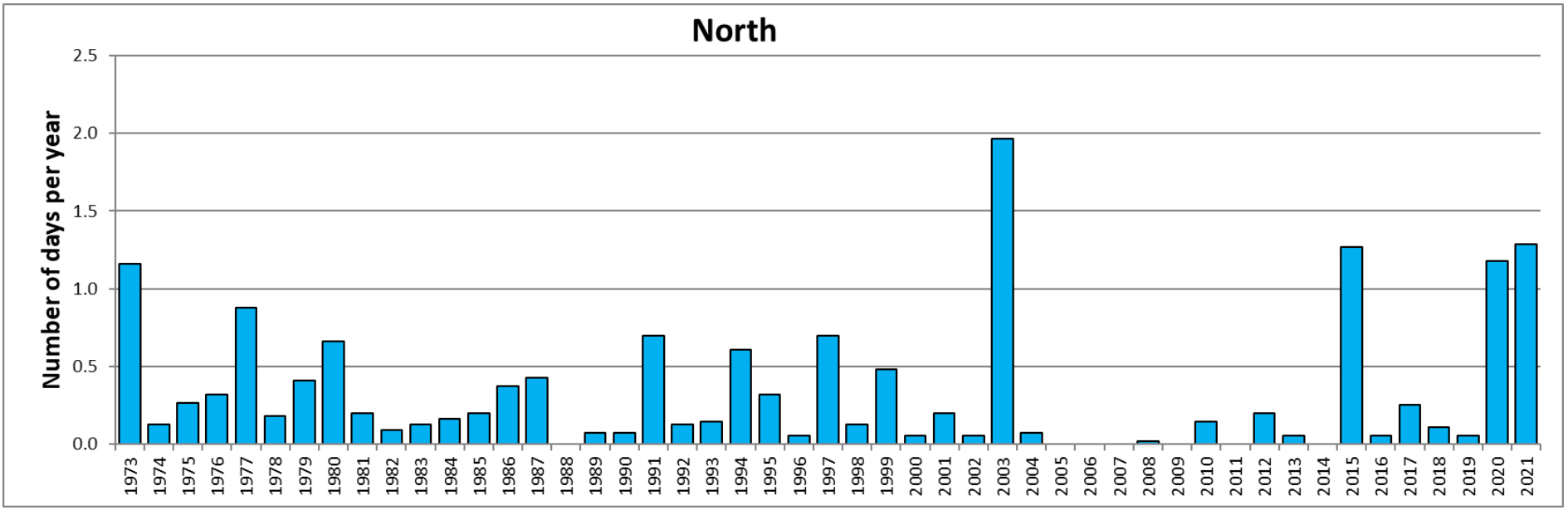
Giorni con Tmin < 0°C

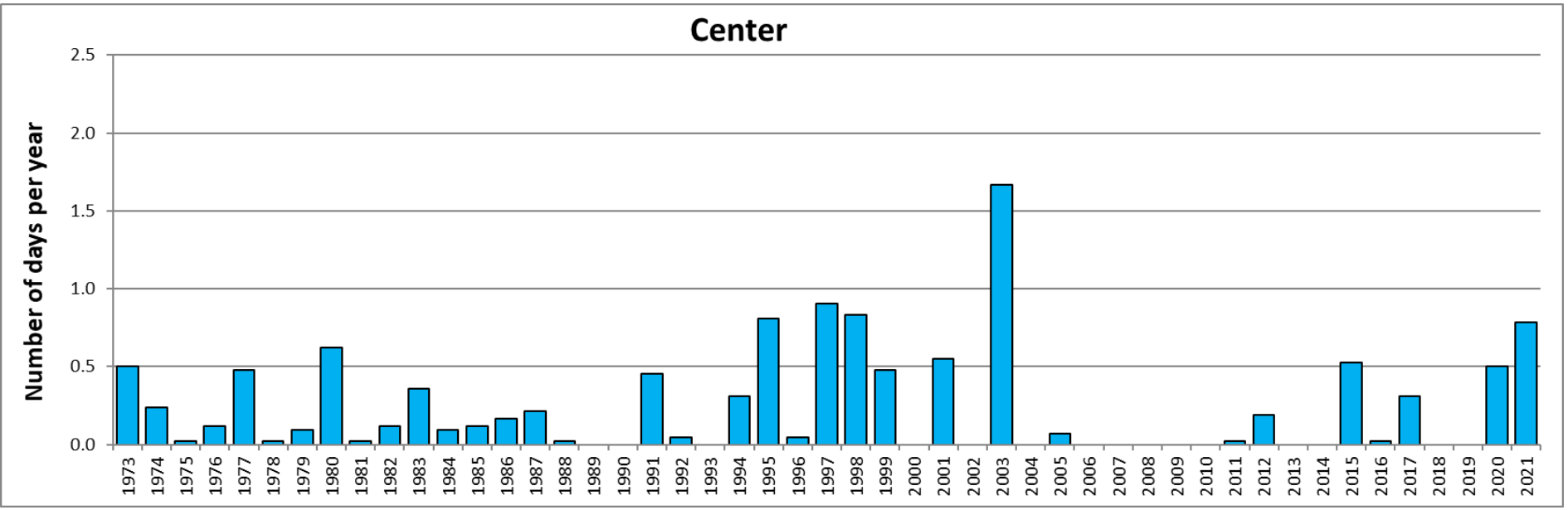


Giorni con Tmax > 35°C



LE GELATE TARDIVE (Aprile-Maggio)





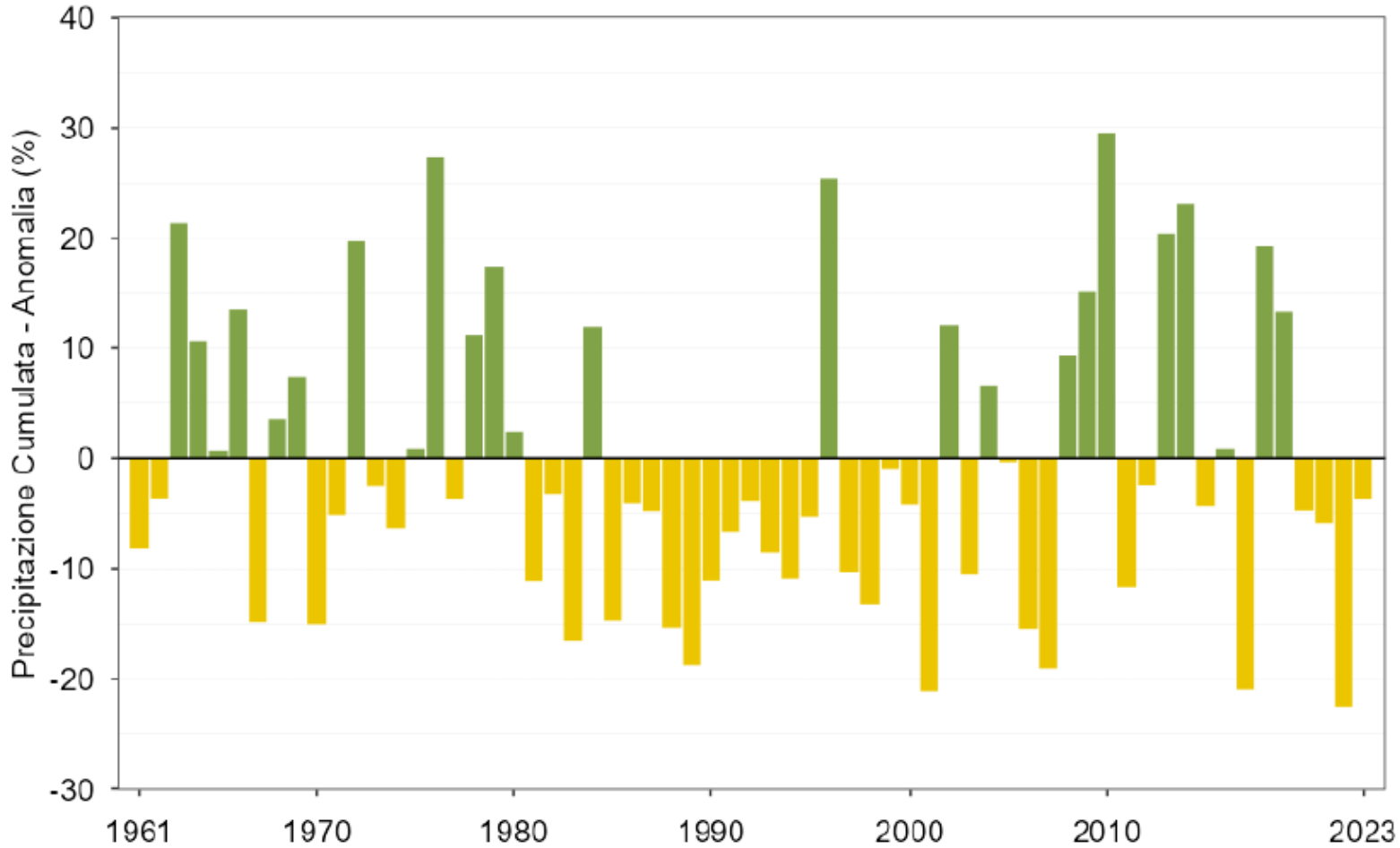
Le gelate sono il risultato di complessi fenomeni che agiscono a diverse scale da quella sinottica circolatoria a quella locale.

La fenomenologia delle gelate tardive non mostra trend significativi.

Fondamentale nel determinare il danno della gelata è la suscettibilità della pianta, funzione dello stadio fenologico della stessa.

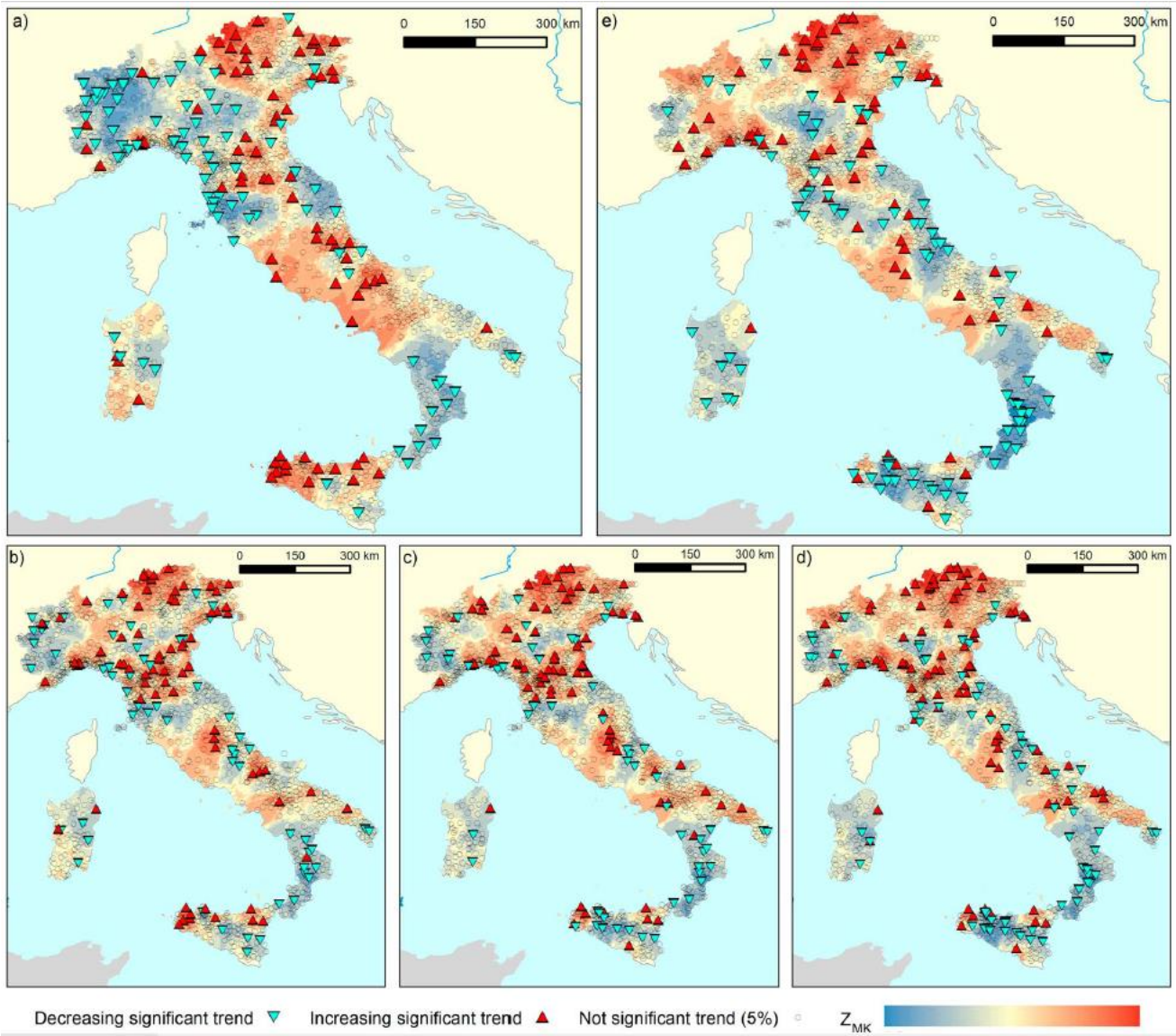
IL CAMBIAMENTO CLIMATICO IN ITALIA – LE PRECIPITAZIONI

Figura 5.7: Serie delle anomalie medie in Italia, espresse in valori percentuali, della precipitazione cumulata annuale rispetto al valore normale 1991-2020.



Fonte: Elaborazione ISPRA su valutazioni del BIGBANG.

IL CAMBIAMENTO CLIMATICO IN ITALIA – LE PRECIPITAZIONI ESTREME



3. Rain gauges showing significant trend at a 5% significance level for (a) 1-, (b) 3-, (c) 6-, (d) 12-, and (e) 24-hr durations. The background color nts the spatial distribution of the Mann-Kendall test statistic, interpolated using Ordinary Kriging with spherical variogram.

5000 stazioni sparse sull'intero territorio italiano sul periodo 1915-2015.

Nel 90% delle stazioni si osserva intensità stazionaria, nel 5% in aumento, nel 5% in diminuzione

FREQUENZA

tutti i trend osservati non sono significativi

- > **CLIMA STAZIONARIO**

INTENSITÀ

ASSENZA DI UN CHIARO TREND A LIVELLO NAZIONALE

Geophysical Research Letters RESEARCH LETTER
10.1029/2019GL083371

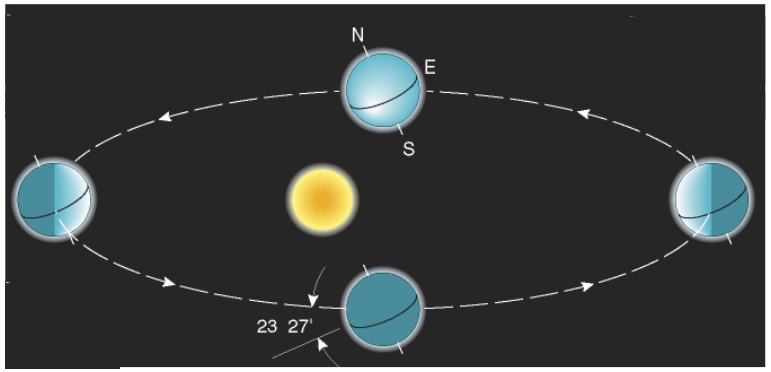
Evidence for Increasing Rainfall Extremes Remains Elusive at Large Spatial Scales: The Case of Italy

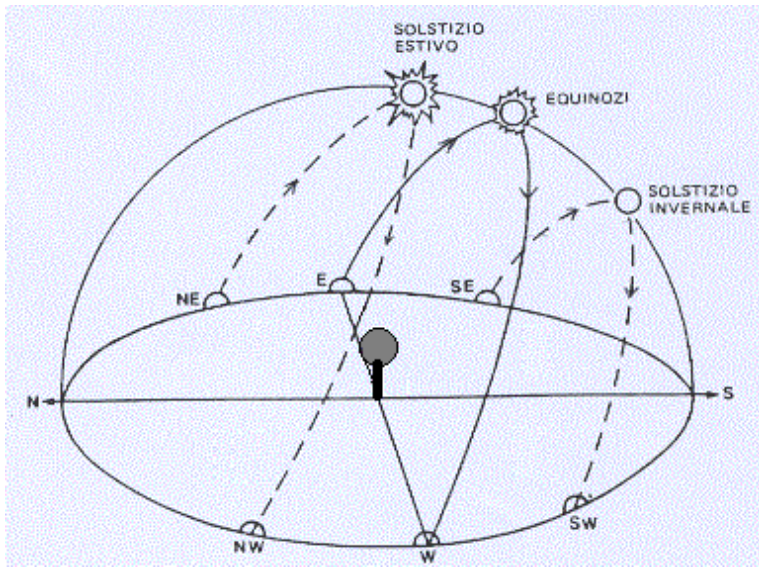
A. Libertino[1], D. Ganora[1], and P. Claps[1] [1]Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino, Torino, Italy

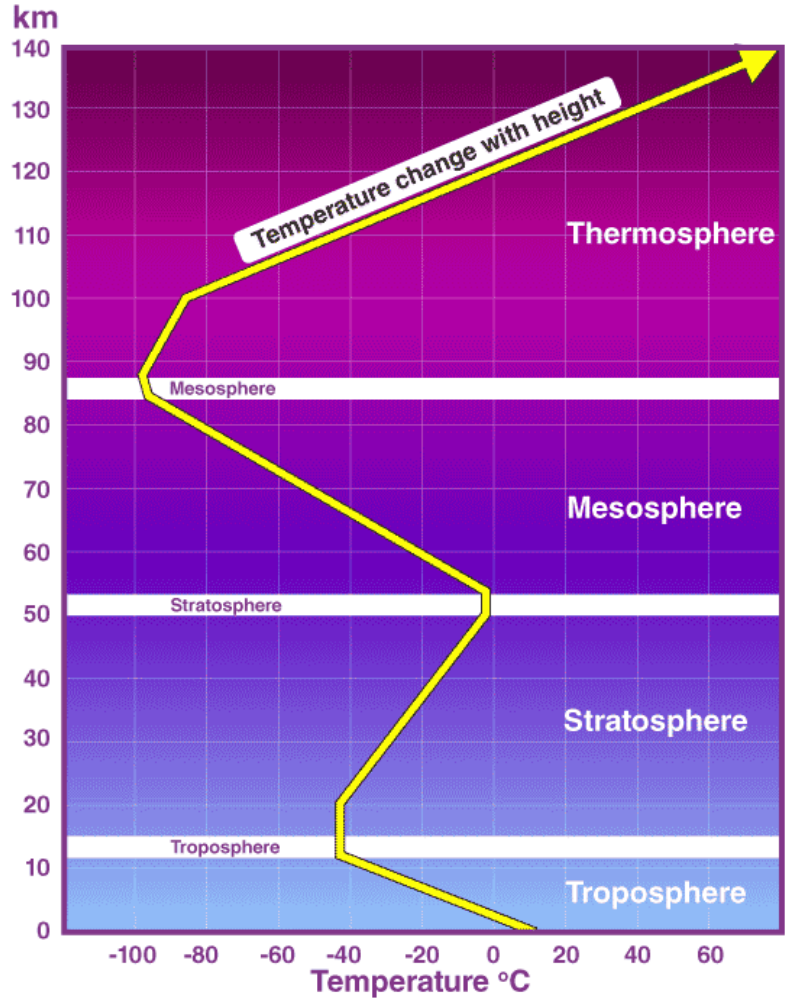
VARIABILI ATMOSFERICHE E VITE

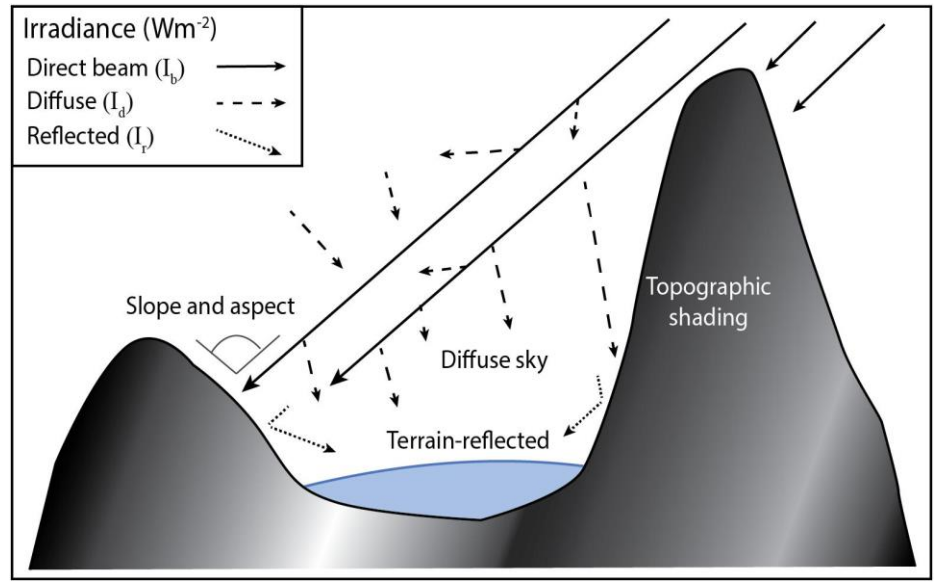
VARIABILITÀ NELLO SPAZIO E NEL TEMPO DELLE VARIABILI ATMOSFERICHE

EFFETTI ASTRONOMICI ATMOSFERICI E TOPOGRAFICI



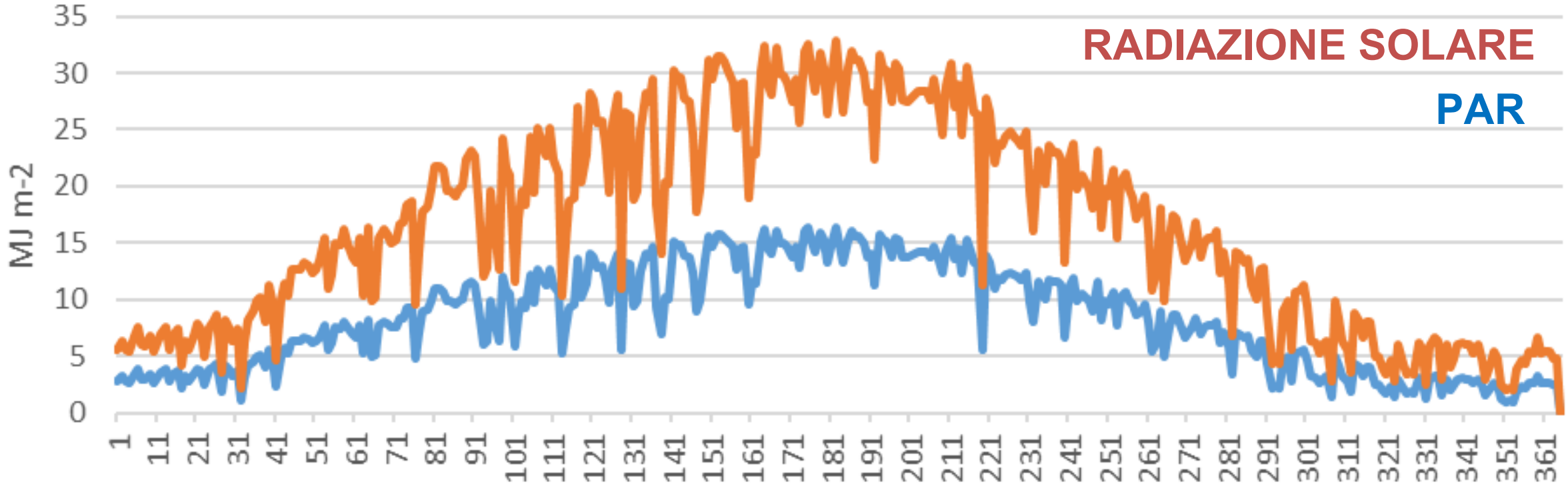


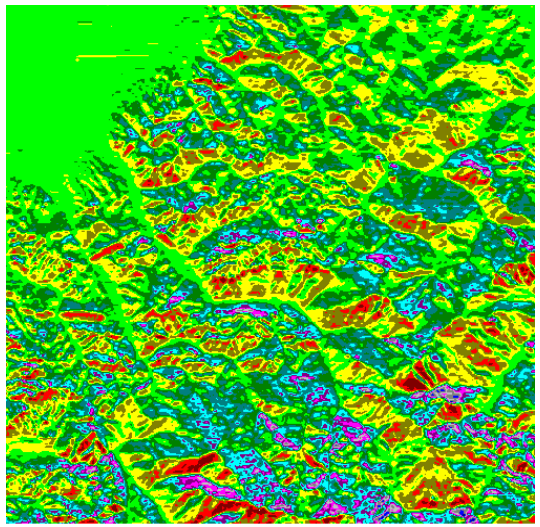


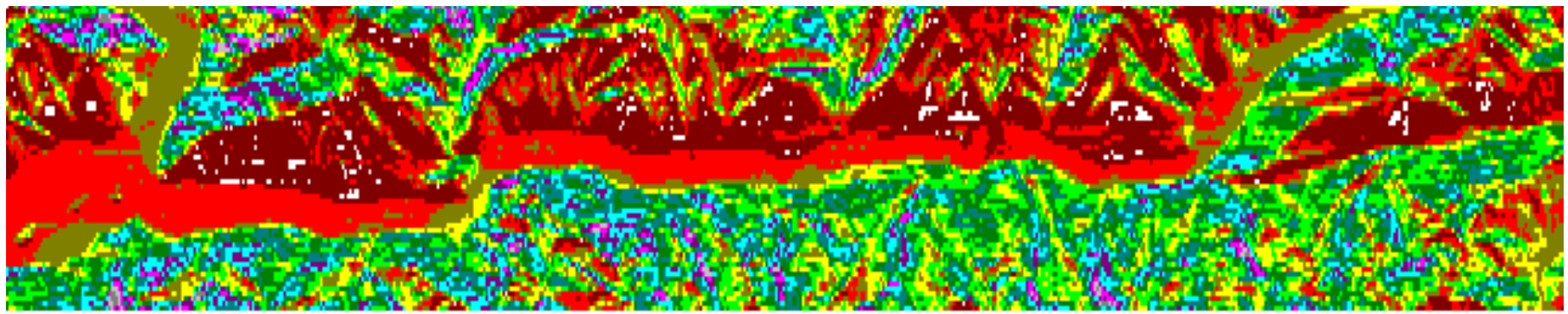


Diversi fattori alle diverse scale contribuiscono alla determinazione della temperatura che in ogni momento caratterizza un punto nello spazio

VARIABILITÀ NELLO SPAZIO E NEL TEMPO DELLE VARIABILI ATMOSFERICHE







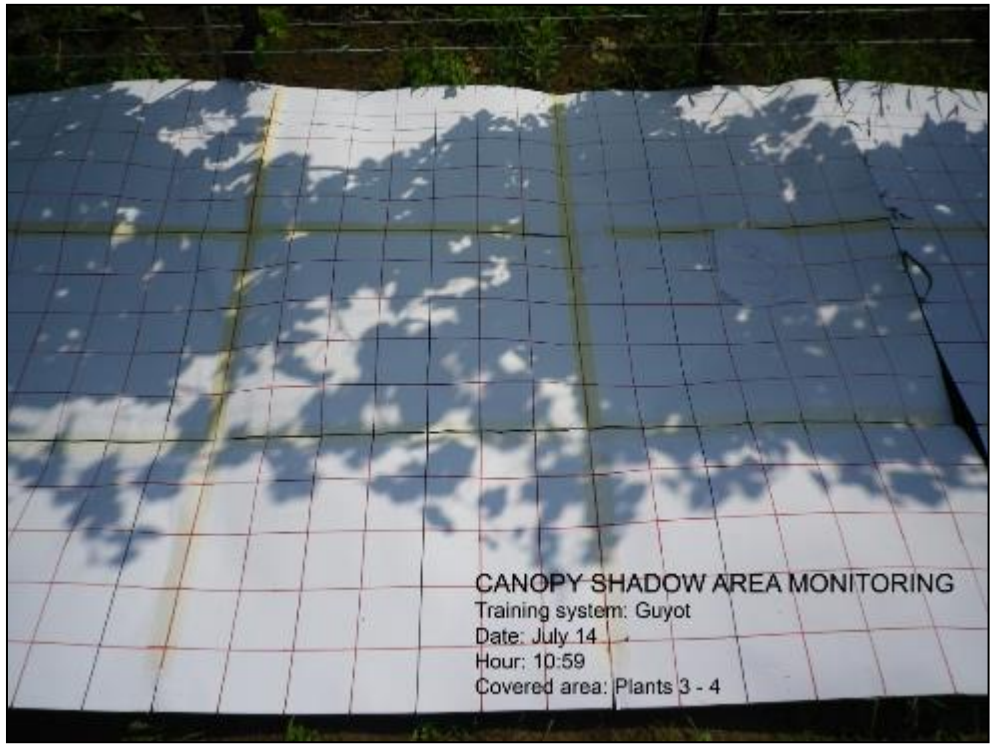
INTERCETTAZIONE LUMINOSA DA PARTE DEL FILARE

mezzogiorno solare

pomeriggio

EFFETTO DELL’ORA DEL GIORNO

INTERCETTAZIONE LUMINOSA DA PARTE DEL FILARE

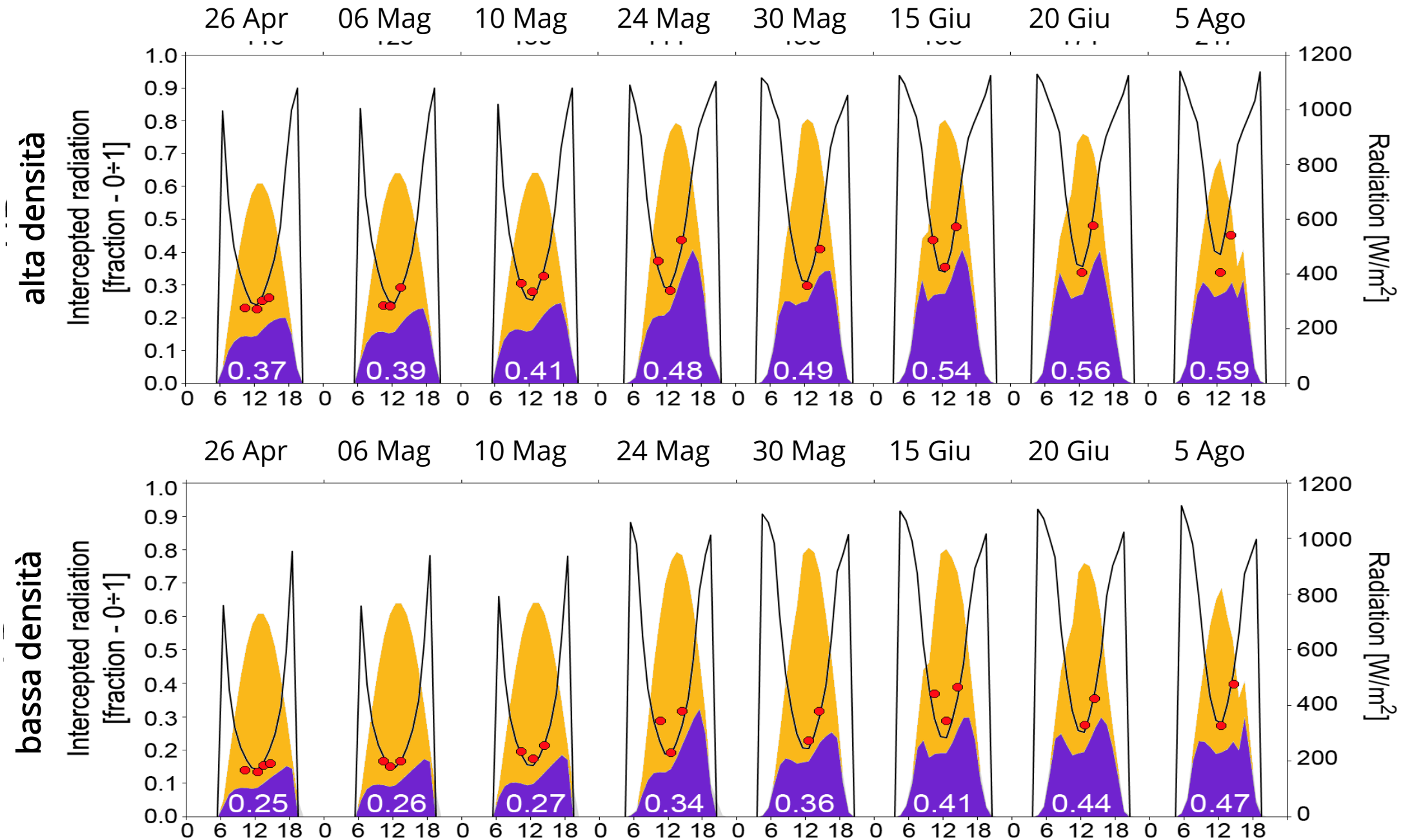


bassa densità

alta densità

EFFETTO DELLA DENSITÀ DELLA CHIOMA

DENSITÀ DELLA CHIOMA E INTERCETTAZIONE DELLA RADIAZIONE



LE FORME D'ALLEVAMENTO ED IL LORO RAPPORTO CON LA RADIAZIONE

PERGOLA

TENDONE

ALBERELLO

GUYOT

CORDONE

LYRA

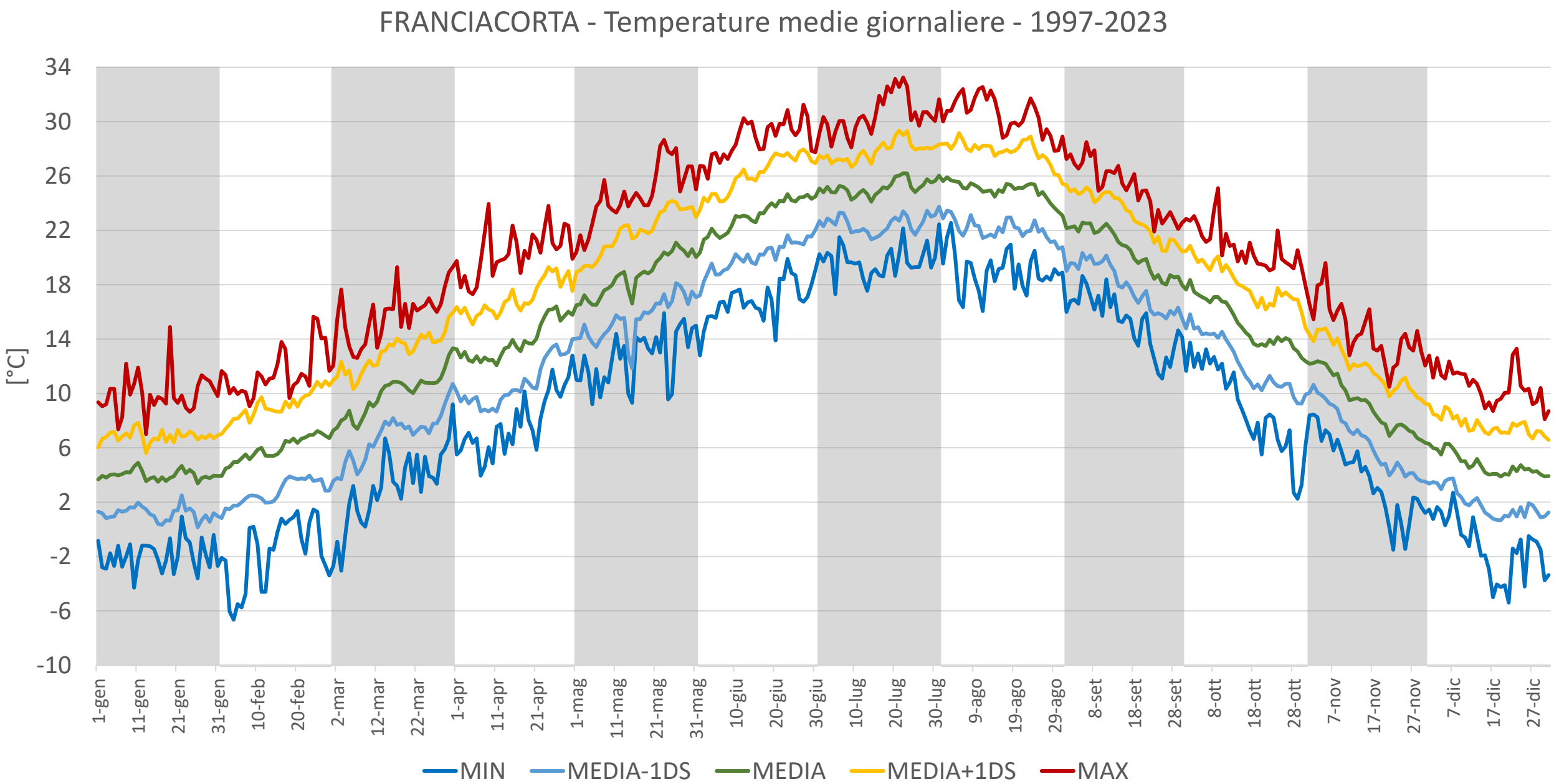
GLI EFFETTI DELLA RADIAZIONE

La radiazione influenza in primo luogo la fotosintesi della pianta e quindi la sua produzione

L'eccesso radiativo può determinare lesioni agli organi della vite - scottature, particolarmente dannose quando riguardano gli acini (qualità delle uve).

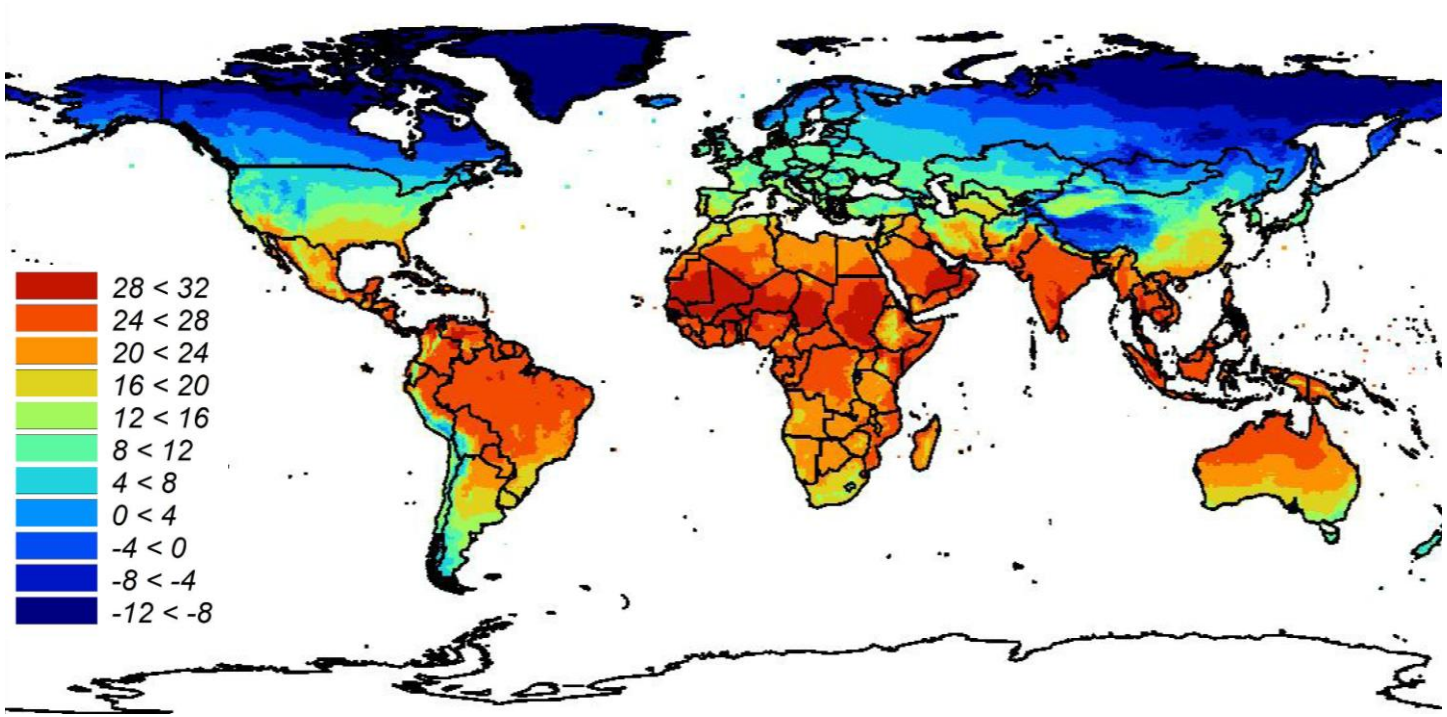
Alti livelli radiativi determinano un alto consumo idrico che, in concomitanza con alte temperature e scarsità di precipitazioni può determinare siccità e stress idrico (stress multiplo estivo).

VARIABILITÀ NELLO SPAZIO E NEL TEMPO DELLE VARIABILI ATMOSFERICHE



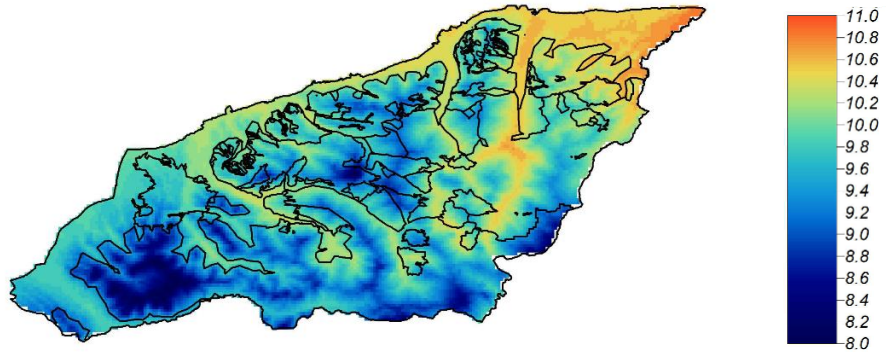
VARIABILITÀ SPAZIALE TEMPERATURA

TEMPERATURA MEDIA ANNUA (1991-2020)

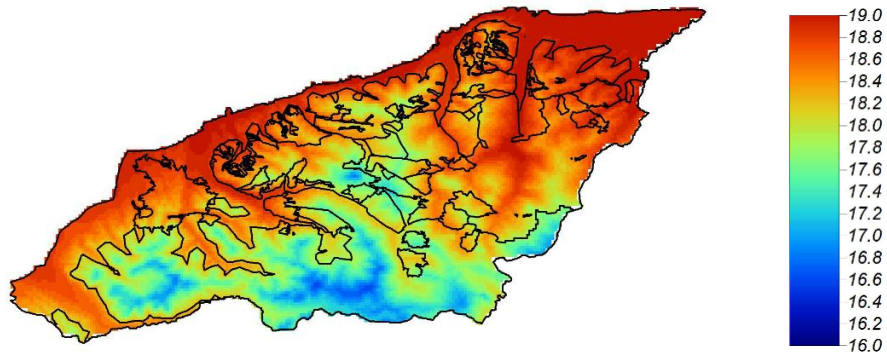


OLTREPÒ PAVESE (2001-2020)

Temperatura minima

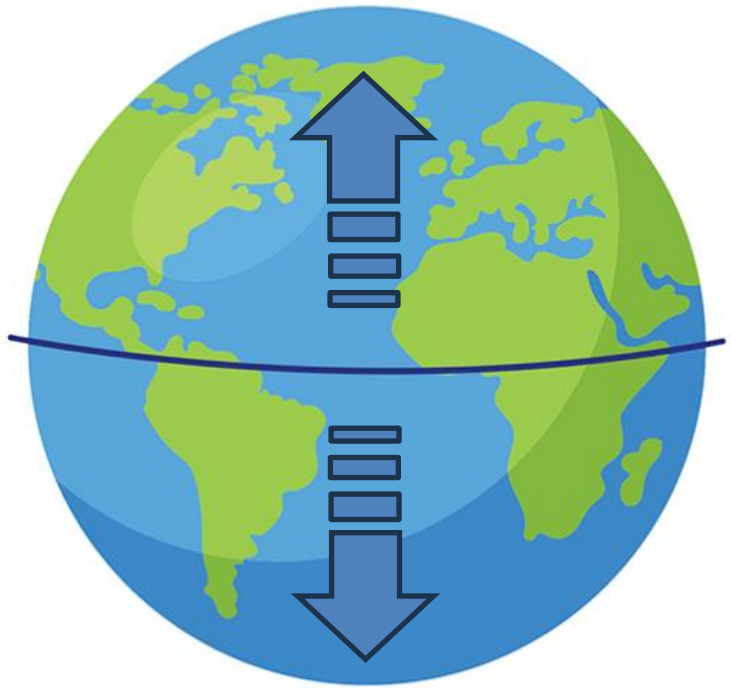


Tempertaura massima

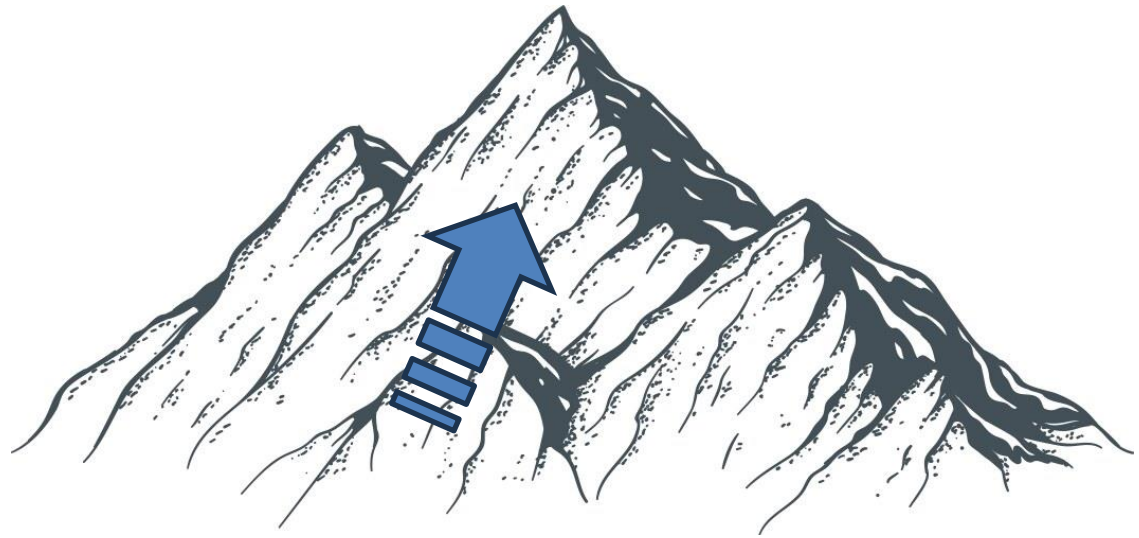


EFFETTI DEL RISCALDAMENTO

SPOSTAMENTO LATITUDINALE



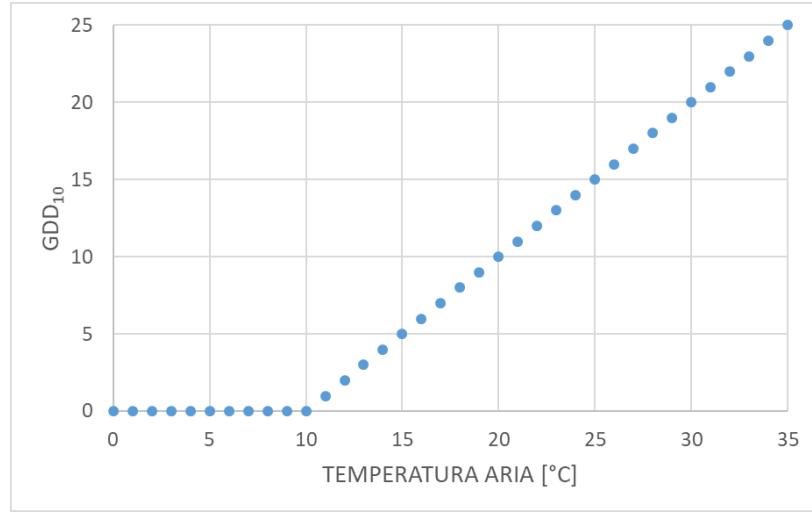
SPOSTAMENTO ALTITUDINALE



RISORSE TERMICHE PER LA VITE – INDICE DI WINKLER

Sommatoria termica a base 10 °C calcolata sul periodo

- Emisfero Nord: 1 Aprile – 31 Ottobre
- Emisfero Sud: 1 Ottobre – 30 Aprile

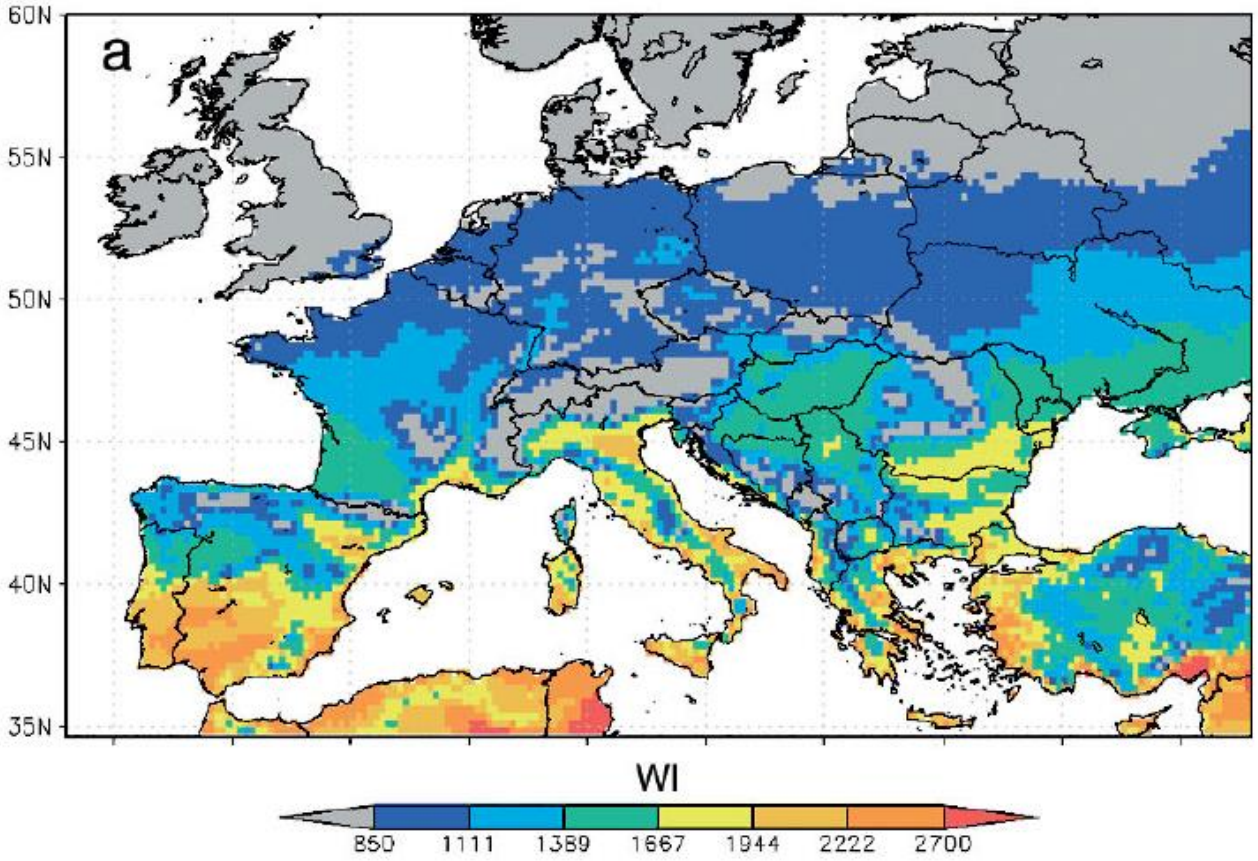


Zone	caratteristiche	Siti	Indici climatici aprile - ottobre		Vitigni di riferimento
1	Temperata fresca	Geisenheim (D), Vienna (A) Dijon (F)	T media ΣT attive	< 17.0 °C < 1.390	Sauvignon Pinot n. Chardonnay Gamay
2	Temperata	Bordeaux (F), Napa (USA), Trento (I), Santiago (Cile), Budapest (U)	T media ΣT attive	17.1-18.5 °C 1.390-1.670	Riesling Cabernet franc Cabernet s. Merlot
3	Temperata calda	Montpellier (F) Siena (I)	T media ΣT attive	18.6-20.0 °C 1.670-1.950	Trebbiano Sangiovese Sirah
4	Calda	Perpignan (F), Bari (I), Mendoza (Arg)	T media ΣT attive	20.1-21.5 °C 1.950-2.220	Primitivo Catarratto Nero d'Avola
5	Molto calda	Cadice (E), Atene (Gr) Fresno (U.S.A.), Algeri, Trapani (I)	T media ΣT attive	> 21.5 °C > 2.220	Sultanina Tauriga n.

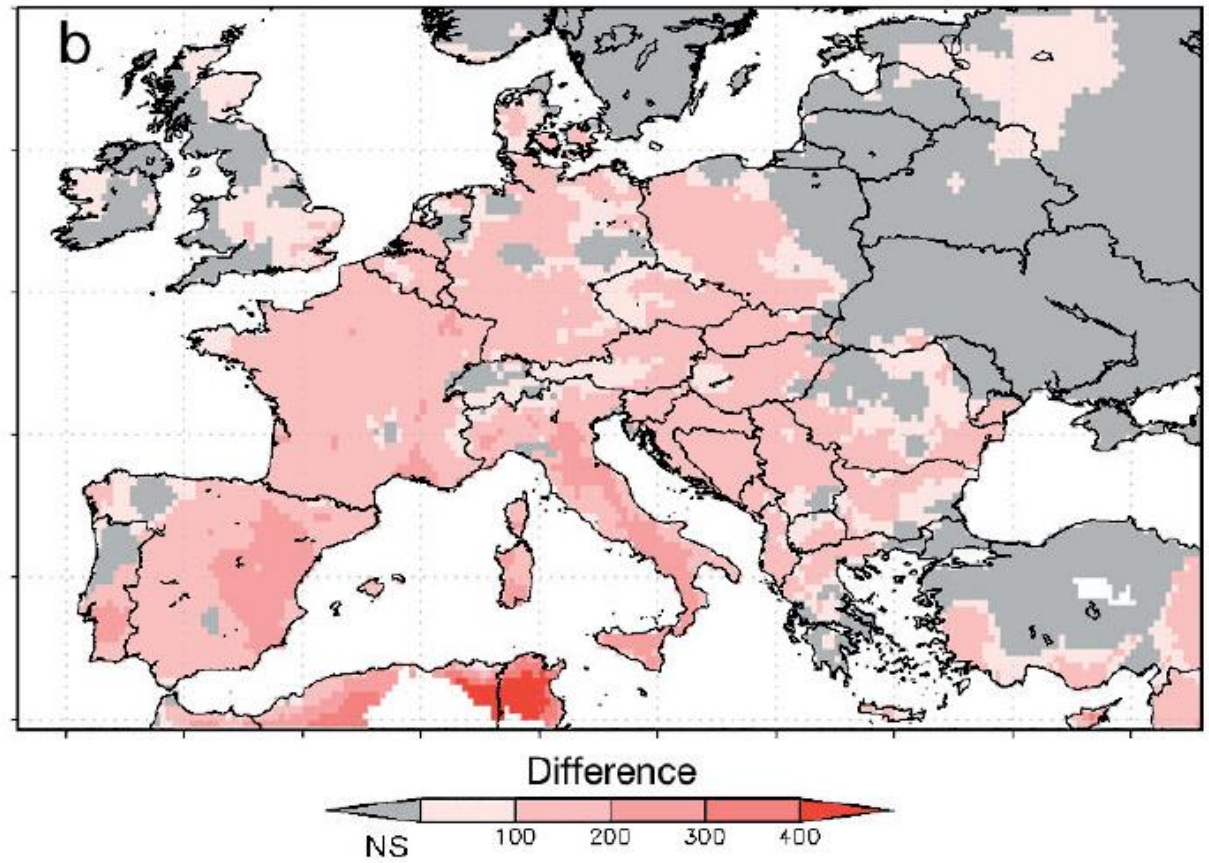
SOMMATORIE TERMICHE	VITIGNI NERI	VITIGNI BIANCHI
1.200 - 1.400	Gamay - Pinot Nero	Chardonnay - Riesling Traminer Aromatico
1.400 - 1.600	Cabernet Franc Cabernet Sauvignon Gamay - Grignolino - Malbech Merlot - Pinot Nero - Ciliegiolo	Albana - Chardonnay - Riesling Pinot Bianco - Sauvignon Trebbiano Toscano
1.600 - 1.800	Cabernet Sauvignon Lambrusco Grasparossa Grignolino - Malbech - Refosco Ruby Cabernet - Sangiovese	Albana - Montuni - Pignoletto Pinot Bianco - Riesling Italico Sauvignon - Trebbiano Toscano Trebbiano Romagnolo
1.800 - 2.000	Aleatico - Barbera - Nebbiolo Lambrusco di Sorbara Lambrusco Salamino Refosco - Ruby Cabernet Sangiovese	Malvasia Bianca - Montuni Moscato Bianco - Pignoletto Trebbiano Romagnolo

INDICE DI WINKLER IN EUROPA
dato storico

1950-2009



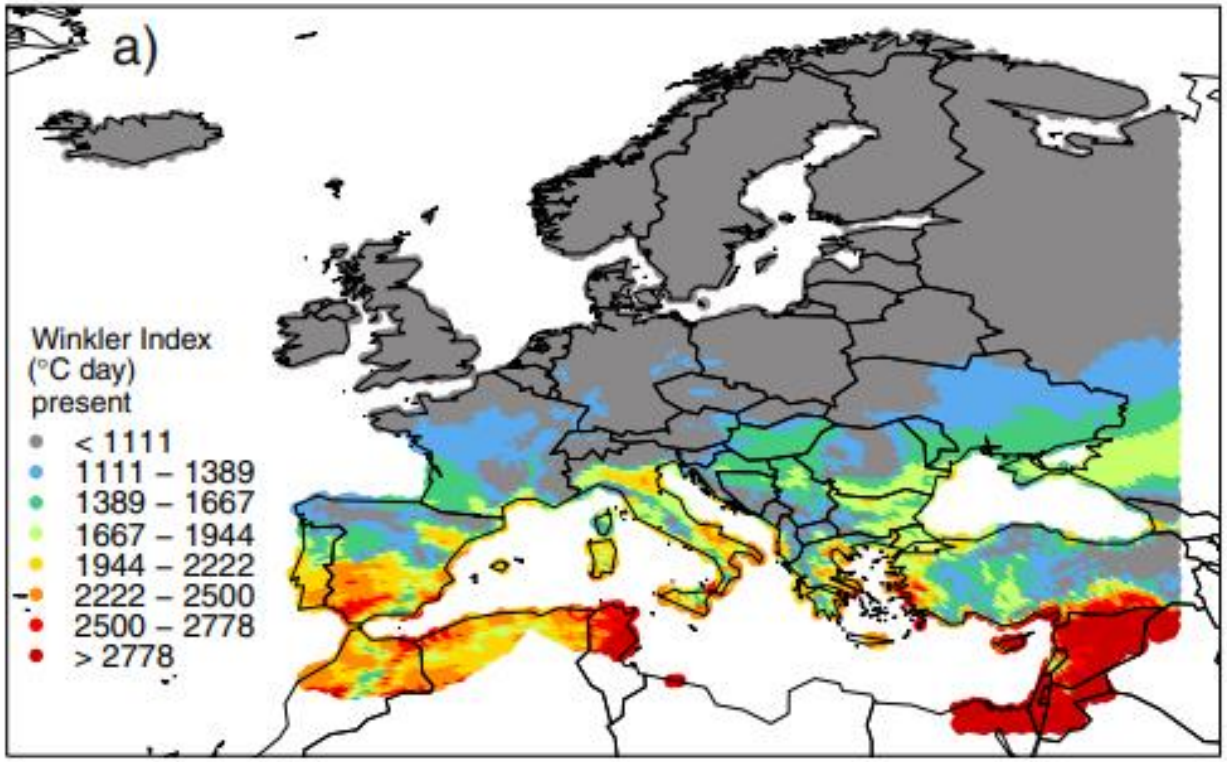
Incremento 2009-1980 Vs 1950-1979



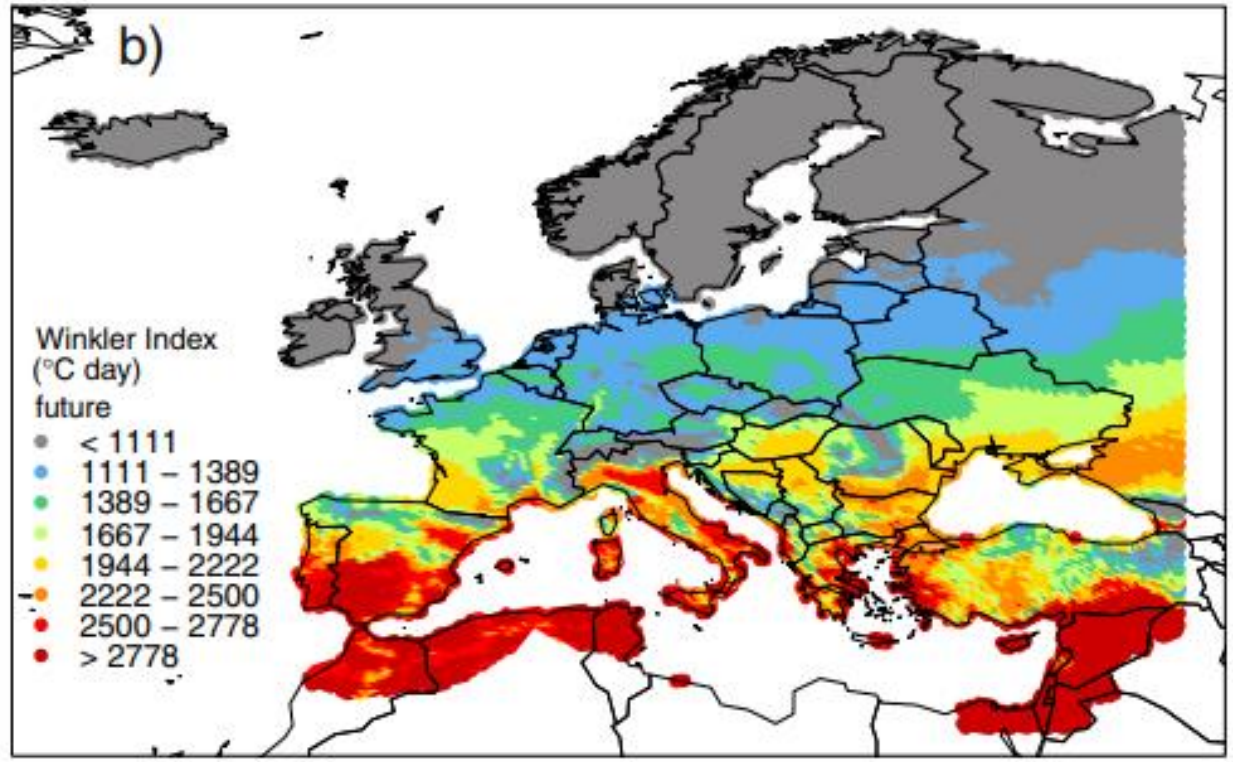
Dalla seconda metà degli anni ‘80 si osserva in Europa l’incremento del valore medio dell’indice di Winkler per tutti gli areali viticoli

INDICE DI WINKLER IN EUROPA
proiezione

Present (1981–2005)



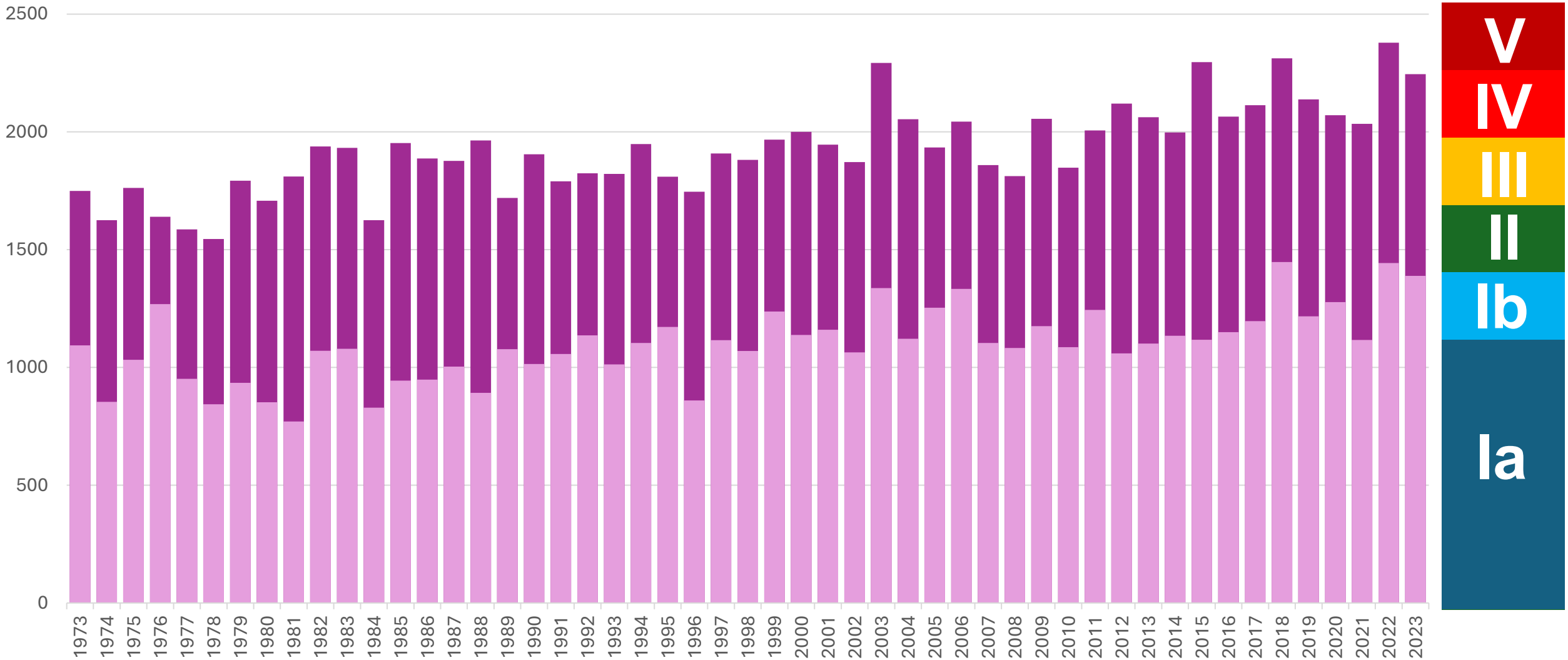
Future projected (2046–2070, RCP8.5)



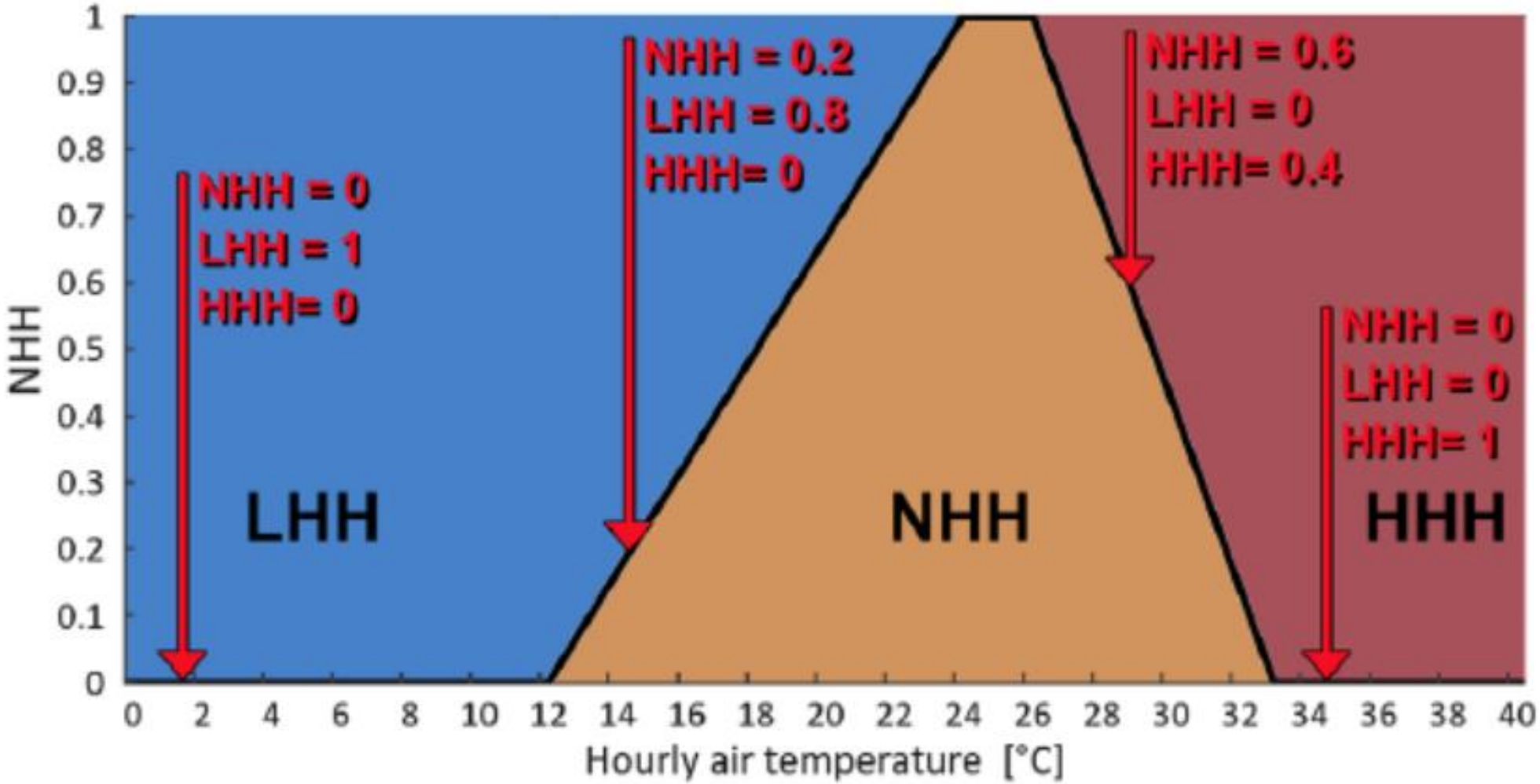
Le proiezioni climatiche evidenziano un generalizzato incremento dell'indice di Winkler con uno spostamento latitudinale verso Nord delle attuali classi

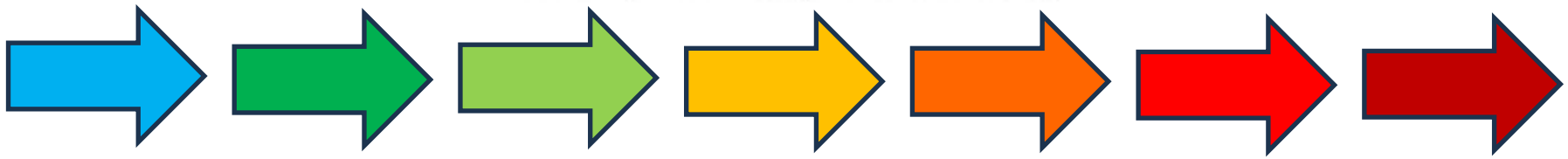
N.B. – L'indice di Winkler non considera lo stress termico da alte temperature

INDICE DI WINKLER - REIMS E ROVERETO

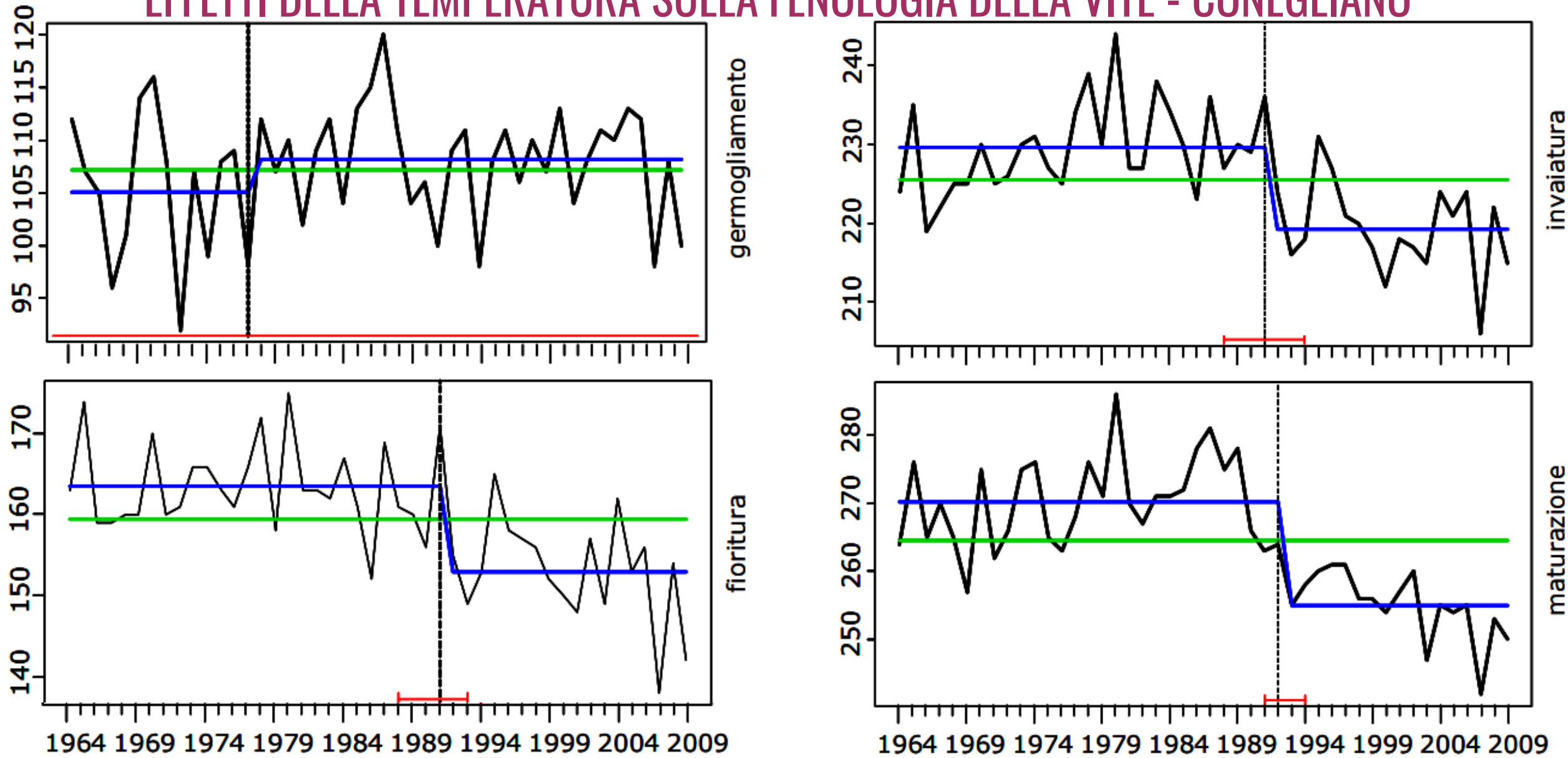


EFFETTO DELLA TEMPERAURA SULLA VITE – ORE NORMALI DI CALDO



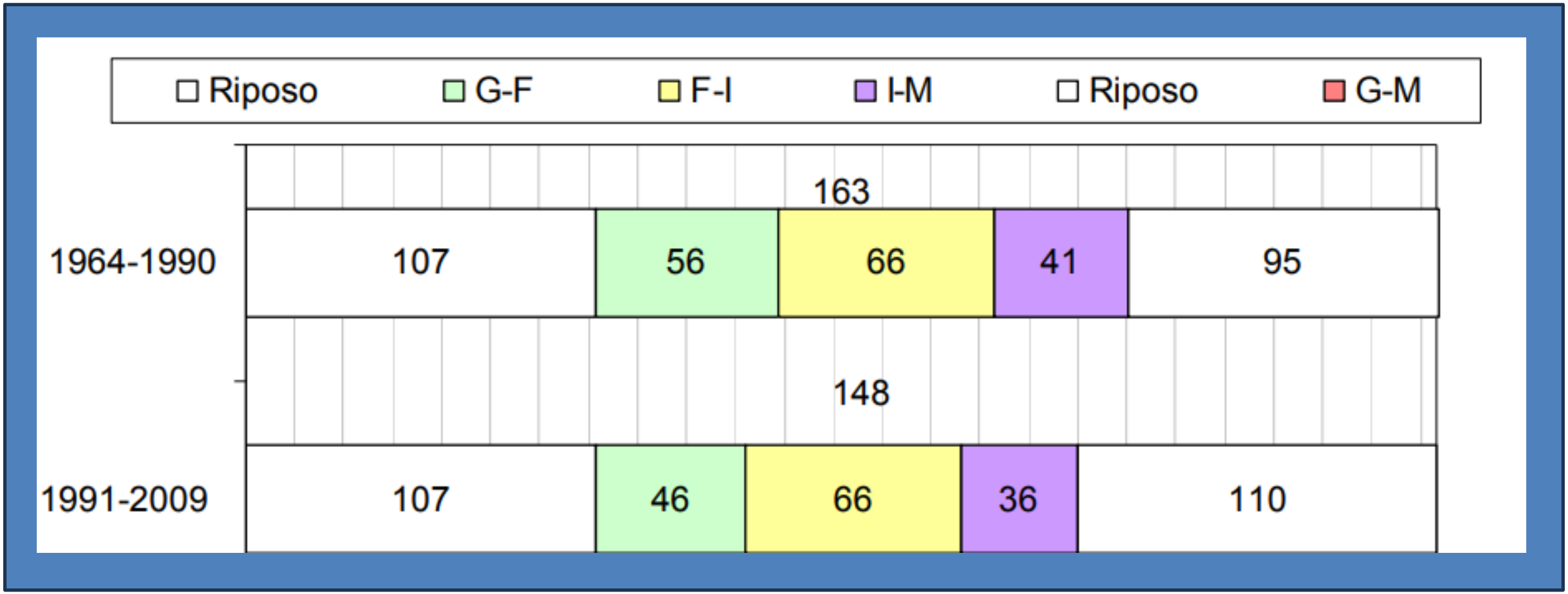


EFFETTI DELLA TEMPERATURA SULLA FENOLOGIA DELLA VITE - CONEGLIANO

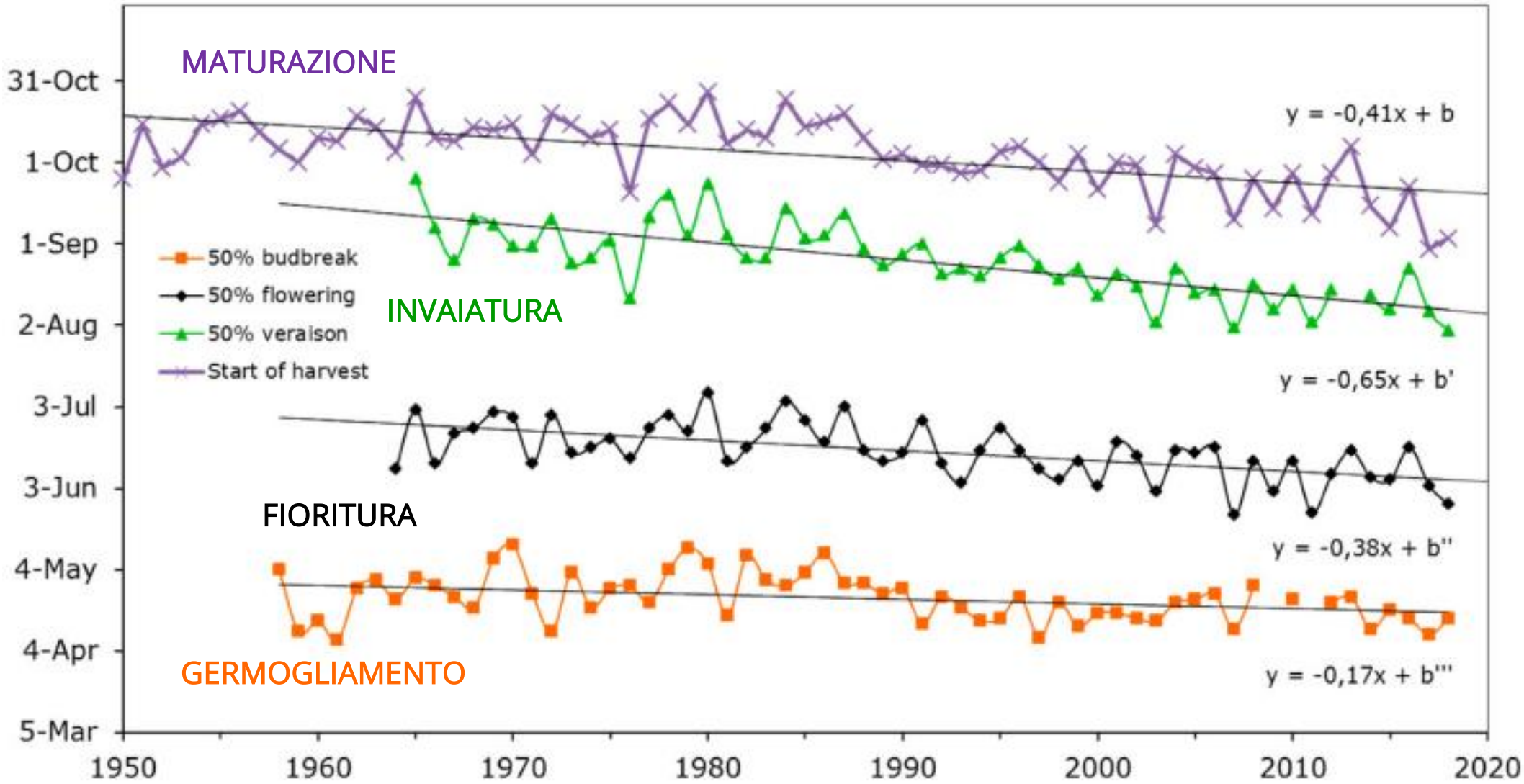


Tomasi e Lovat, , **La risposta fenologica della vite ai cambiamenti climatici. Il "proxy" di Conegliano**

EFFETTI SULLA FENOLOGIA DELLA VITE - CONEGLIANO

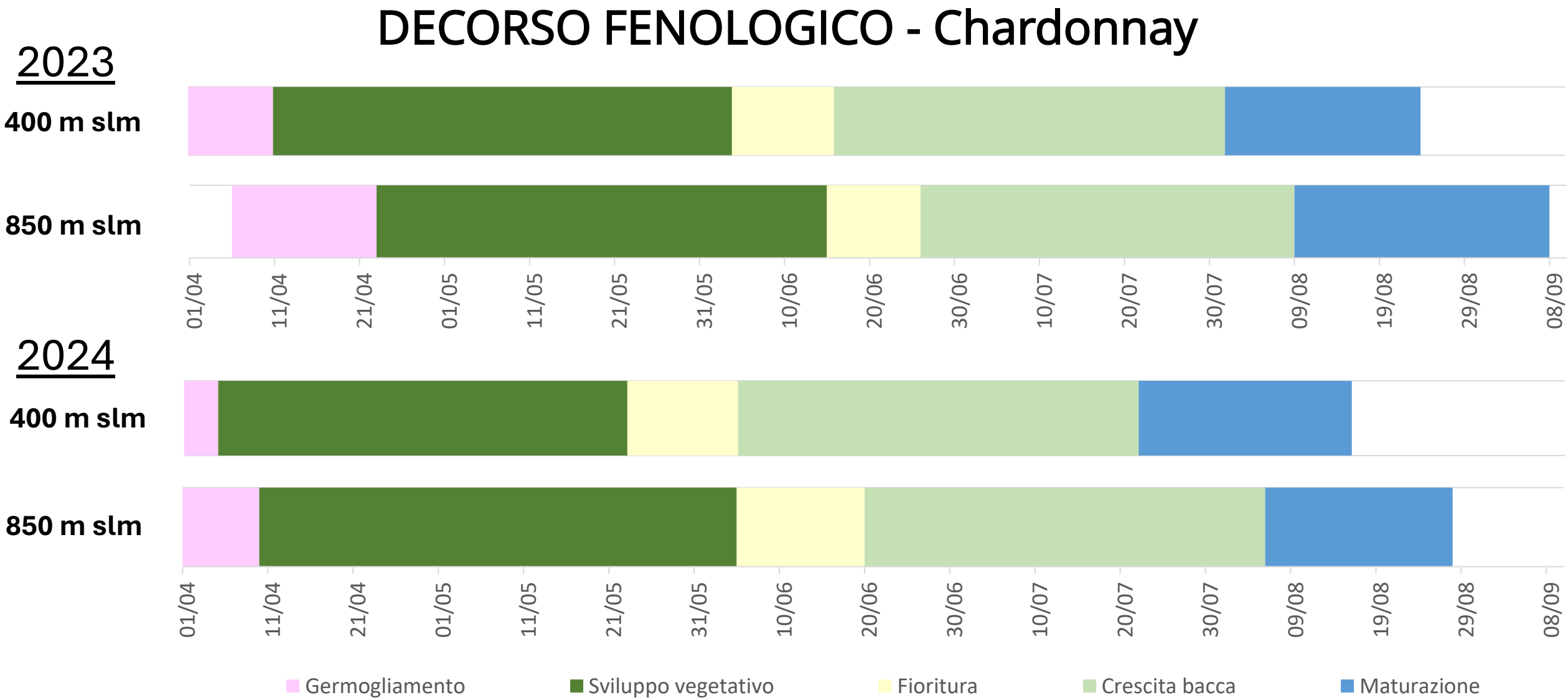


EFFETTI SULLA FENOLOGIA DELLA VITE – ALSAZIA (Riesling)

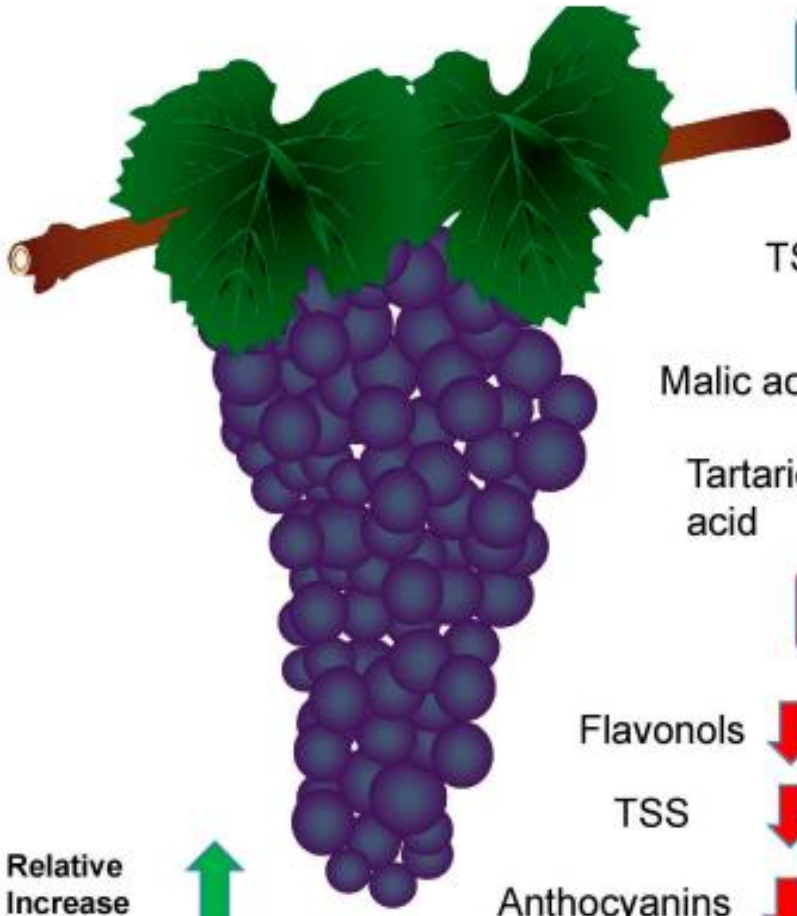


van Leeuwen et al., 2019, An Update on the Impact of Climate Change in Viticulture and Potential Adaptations. Agronomy 9 (514)

EFFETTO DELL'ALTITUDINE SULLA FENOLOGIA DELLA VITE
Appennino di Gubbio (PG)



EFFETTI DELLA TEMPERATURA SULLA MATURAZIONE DELLE UVE



Optimum temperature (≈ 25°C)

Proanthocyanidins → | Titratable acidity ↑

TSS ↑ | Flavonols ↑ | Sugar ↓

Malic acid ↑ | Anthocyanins ↑ | Alcohol ↓

Tartaric acid → | Sugar : Acid ↓

High temperatures (>30°C)

Flavonols ↓ | Amino acids ↓ | Sugar ↑

TSS ↓ | Titratable acidity ↓ | Alcohol ↑

Anthocyanins ↓ | Thiol 3-sulfanyl precursors ↓ | Malic acid ↓

Proanthocyanidins → | Tartaric acid →

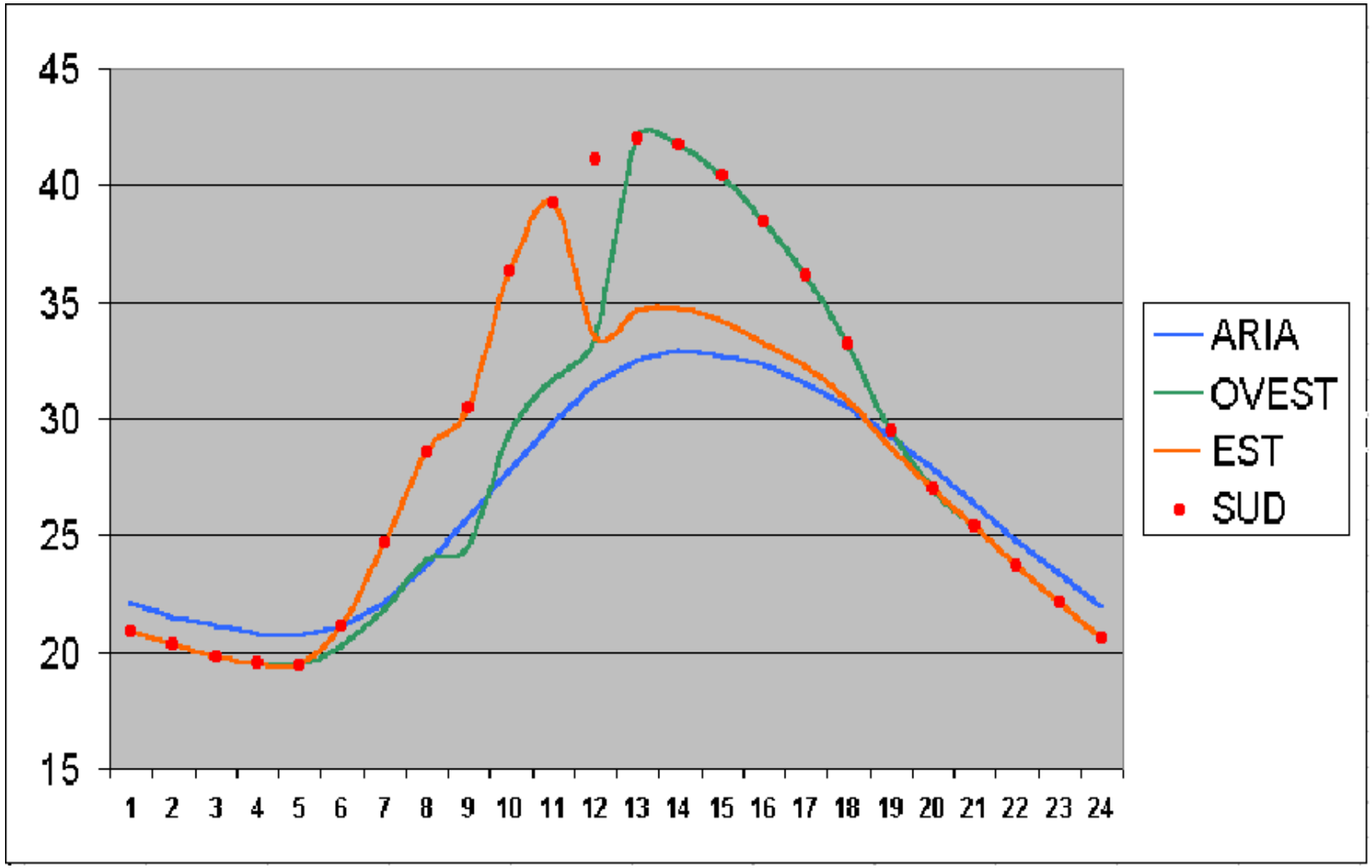
Sugar : Acid ↑

Relative Increase ↑

Relative Decrease ↓

No or Variable Effect →

TEMPERATURA DEL GRAPPOLO

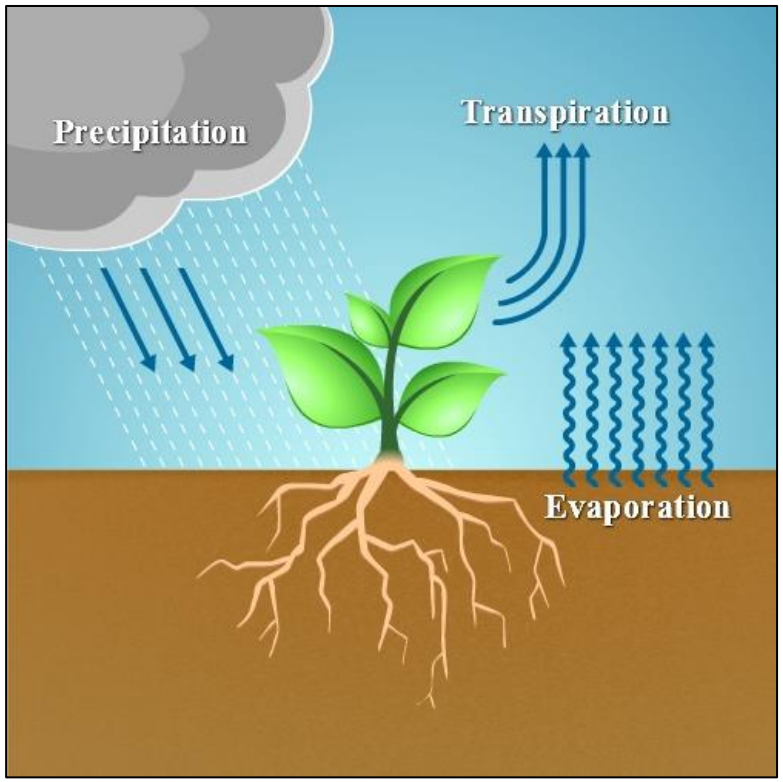


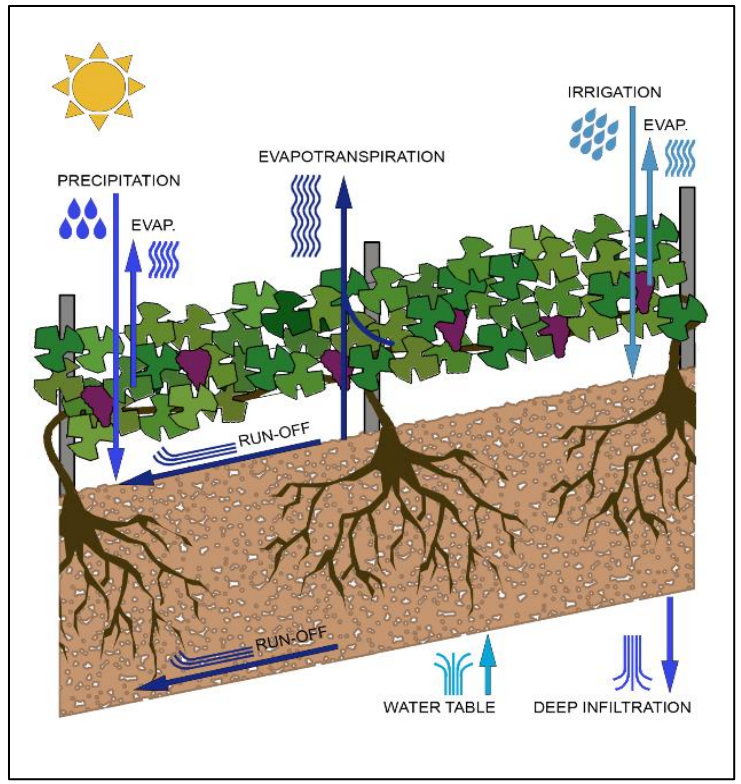
Un grappolo esposto alla radiazione solare diretta può raggiungere temperature fino a 10°C superiori a quelle dell'aria, raggiungendo valori assai elevati, ai quali i processi metabolici si interrompono.

Dal punto di vista esclusivamente termico, nella maggior parte dei contesti, la condizione ideale per il grappolo è quella ottenuta con l'ombreggiamento di uno strato fogliare.

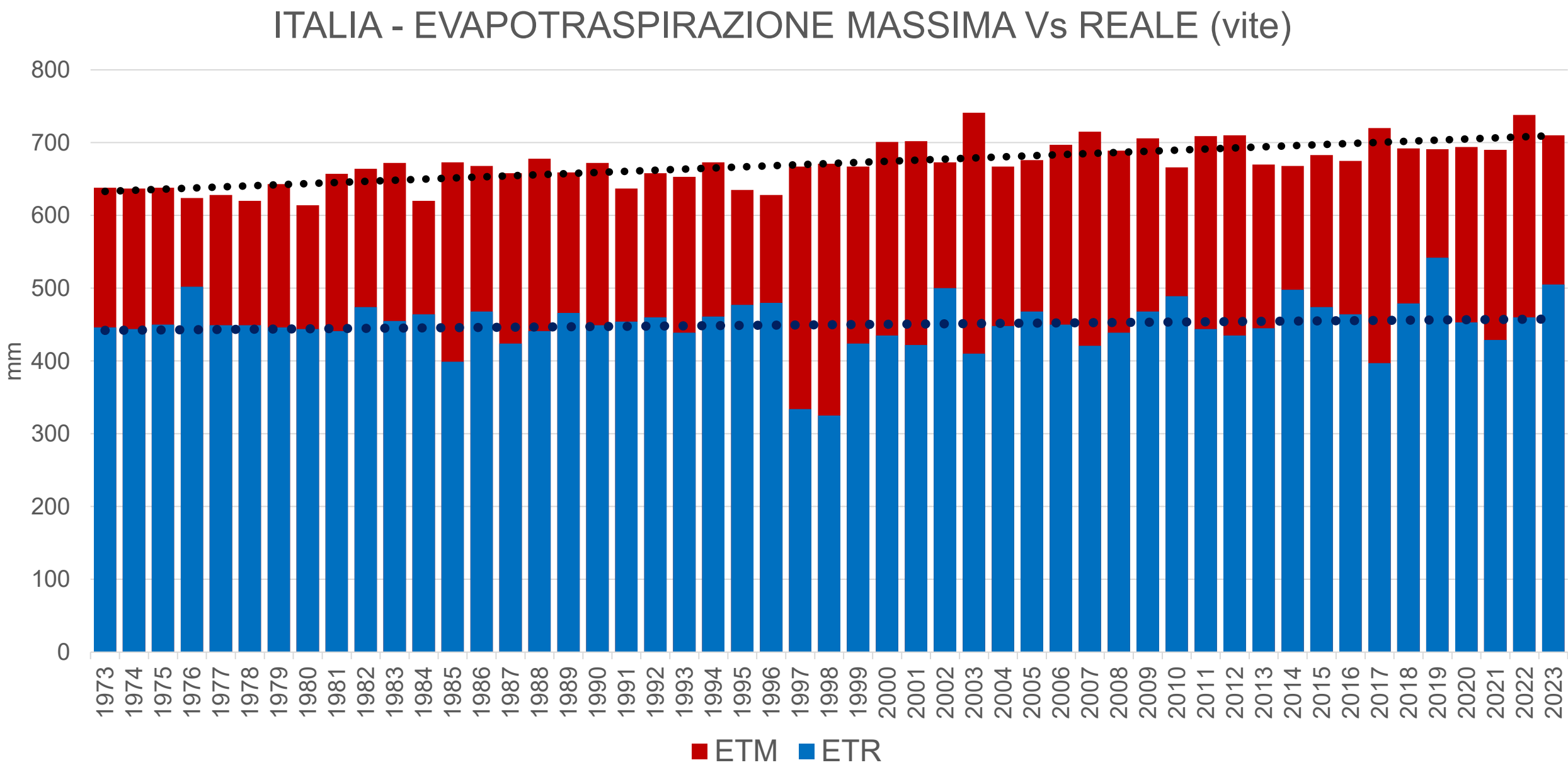
LA RISORSA IDRICA - EVAPOTRASPIRAZIONE E BILANCIO IDRICO

L’aumento delle temperature determina una maggiore richiesta evapotraspirativa da parte dell’atmosfera
La vite quindi può muovere più acqua dal suolo verso l’atmosfera
In presenza di acqua nel suolo -> più evapotraspirazione -> più fotosintesi -> più produzione
Quando la disoponibilità idrica è limitata -> precoce stress idrico -> Maggiore siccità





EVAPOTRASPIRAZIONE E BILANCIO IDRICO



BILANCIO IDRICO – REIMS Vs ROVERETO

REIMS – STRESS IDRICO

	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
Gen	6	0	0	0	1	0	1	4	0	0	0	0	5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0
Feb	0	0	0	0	0	1	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	0	0	3	0	4	3	0	0
Mar	2	1	0	0	1	1	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	2	1	0	0
Apr	3	2	0	0	5	1	4	6	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Mag	0	3	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0
Giu	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	2	5	0	0	0	1	0	2
Lug	3	0	11	1	0	4	0	0	0	0	5	14	0	0	0	0	9	0	1	0	0	12	0	13	3	11	2	2	9	0
Ago	8	1	12	0	22	9	0	8	0	11	15	11	0	0	0	8	11	8	0	0	0	22	0	13	27	16	25	0	24	0
Set	4	1	9	0	12	12	0	4	8	10	19	22	0	4	0	17	0	11	9	2	0	1	4	1	27	26	25	0	18	13
Ott	2	0	3	0	0	0	0	1	11	12	15	18	0	7	6	7	0	16	0	8	0	0	11	0	26	6	0	1	3	10
Nov	0	0	2	0	0	0	0	1	0	8	8	16	0	0	0	0	0	20	0	0	0	1	1	0	9	0	0	0	0	0
Dic	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	6	13	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ROVERETO – STRESS IDRICO

	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
Gen	2	1	2	1	1	1	0	3	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	4	0	1	0	1	0	0	2	0	1
Feb	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0	1	2	1	0	0	1	4	1	2	2	0	1	0	1	1	0
Mar	0	1	0	0	0	1	1	3	1	0	2	0	1	0	0	1	0	2	0	2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
Apr	0	0	0	8	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
Mag	0	0	7	18	0	0	4	1	1	21	1	0	1	13	0	4	0	19	2	2	0	15	3	0	1	1	2	0	14	0
Giu	13	1	15	15	0	4	11	21	0	23	1	17	17	0	1	19	9	2	12	0	16	17	0	9	0	3	2	11	20	8
Lug	8	7	1	0	1	17	10	16	0	0	18	4	14	5	0	2	19	18	5	9	1	13	0	0	7	11	2	12	23	5
Ago	11	27	0	3	14	9	3	13	1	15	22	2	1	5	0	15	2	14	18	20	2	16	0	0	9	0	2	0	3	0
Set	1	5	0	21	4	6	5	0	0	18	9	4	0	0	0	11	1	9	1	2	1	4	0	0	0	0	0	0	0	1
Ott	1	0	1	27	2	2	2	0	1	2	4	1	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	3
Nov	1	3	3	5	0	1	6	0	5	3	2	1	0	1	4	0	5	2	4	3	4	0	2	1	2	7	0	2	2	2
Dic	1	0	2	1	0	1	1	0	1	2	2	1	1	0	4	4	3	1	1	1	2	0	0	2	0	1	3	0	2	2

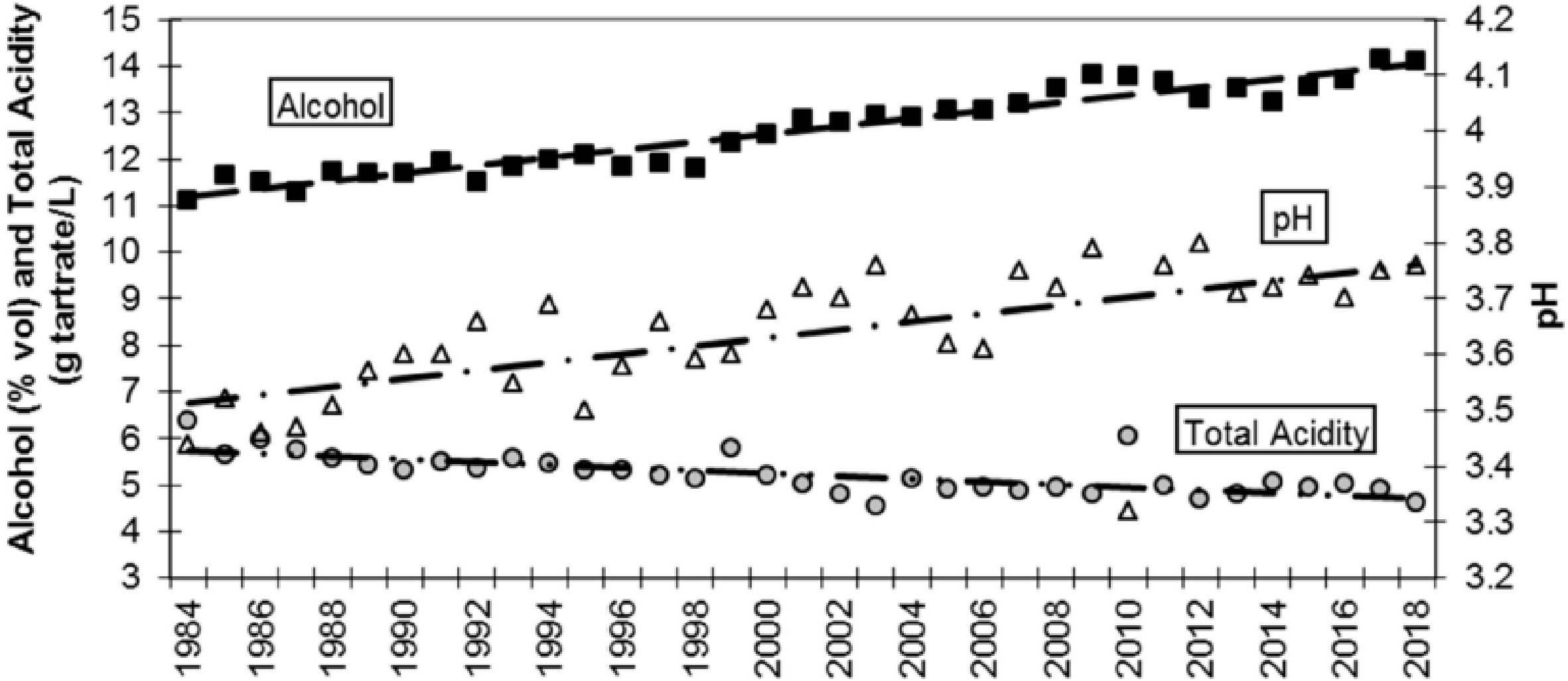
EFFETTI SU VITE E VINO

EFFETTI DEGLI STESS AMBIENTALI SULLA MATURAZIONE DELLE UVE

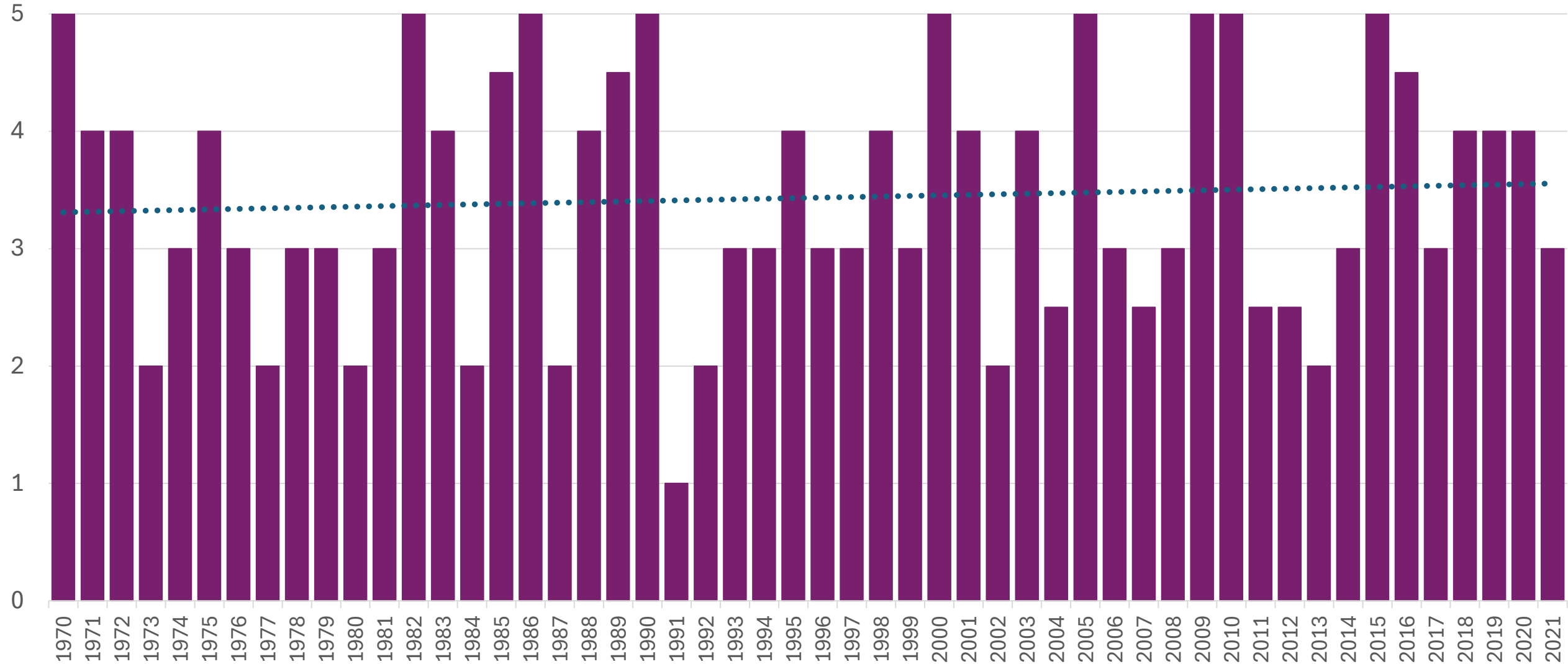
- *Blocco del metabolismo primario (zuccheri, acidi, amminoacidi) come conseguenza delle alte temperature e della siccità.*
- *Necrosi dei tessuti, disseccamento, scottatura da alte temperature e alto livello radiativo*
- *Anticipo della maturazione tecnologica (metabolismo primario) come conseguenza delle elevate temperature, così come da condizioni di stress idrico,*
- *Disaccoppiamento della maturazione tecnologica e fenolica - antociani e tannini non maturano nella stessa misura in cui accadrebbe in anni più freschi, caratterizzati da un più lento accumulo zuccherino*
- *Calo sensibile di acido malico e sbilanciamento del rapporto zuccheri-acidità e aroma-acidità per perdita per respirazione causata da temperature notturne elevate*
- *Stress ossidativo causato da stress biotici e abiotici (calore, siccità, eccesso idrico, eccesso radiativo, squilibri nutritivi, salinità), con morte cellulare e necrosi dei tessuti.*

EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULLA COMPOSIZIONE DEL VINO

Languedoc

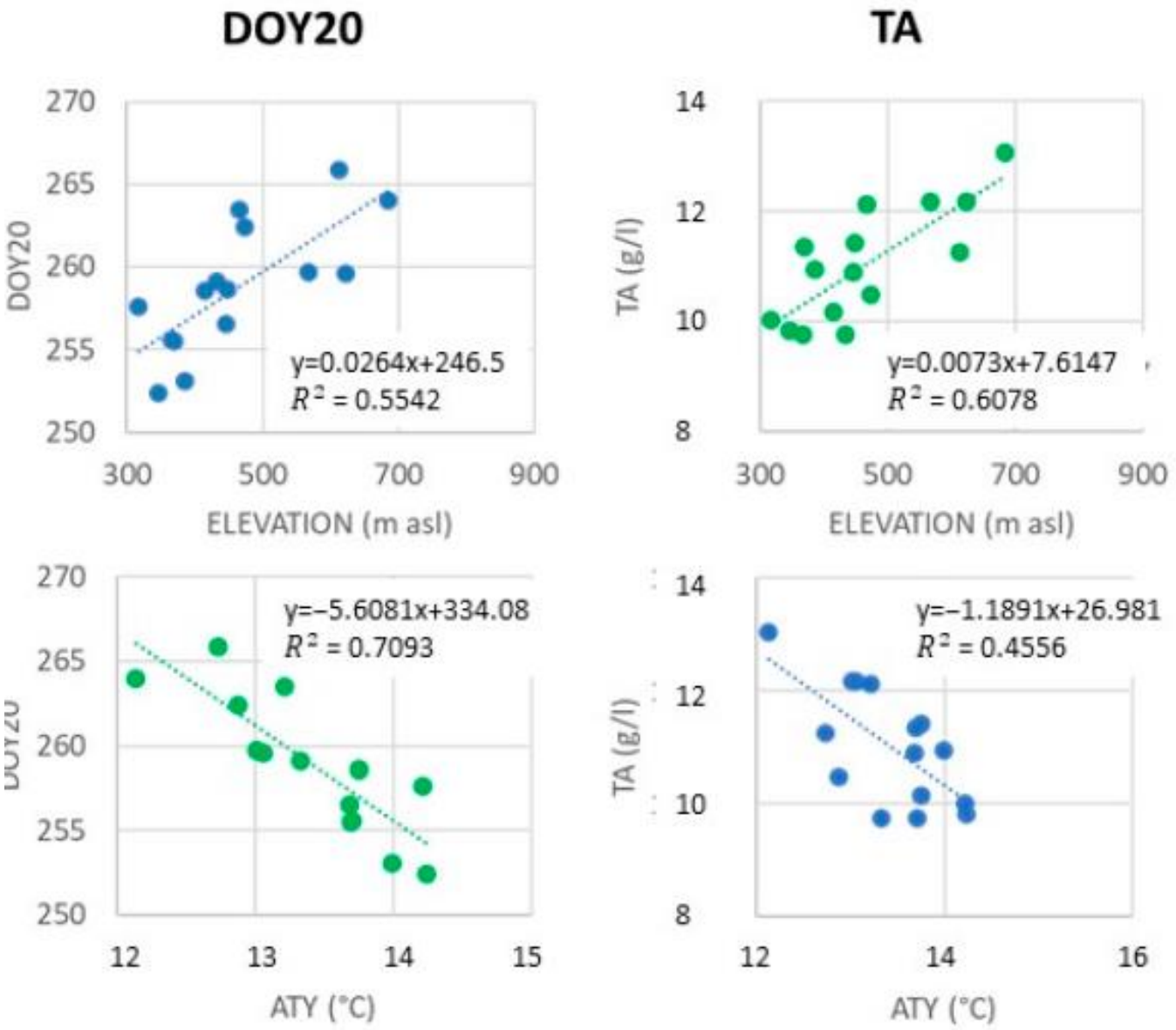


Qualità del vino - Bordeaux



https://www.idealwine.com/it/saga_millesime/table_notation
https://www.italysfinestwines.it/migliori-annate-vini-bordeaux/

EFFETTO DELLA ALTITUDINE SULLA MATURAZIONE DELLA VITE
Valtellina



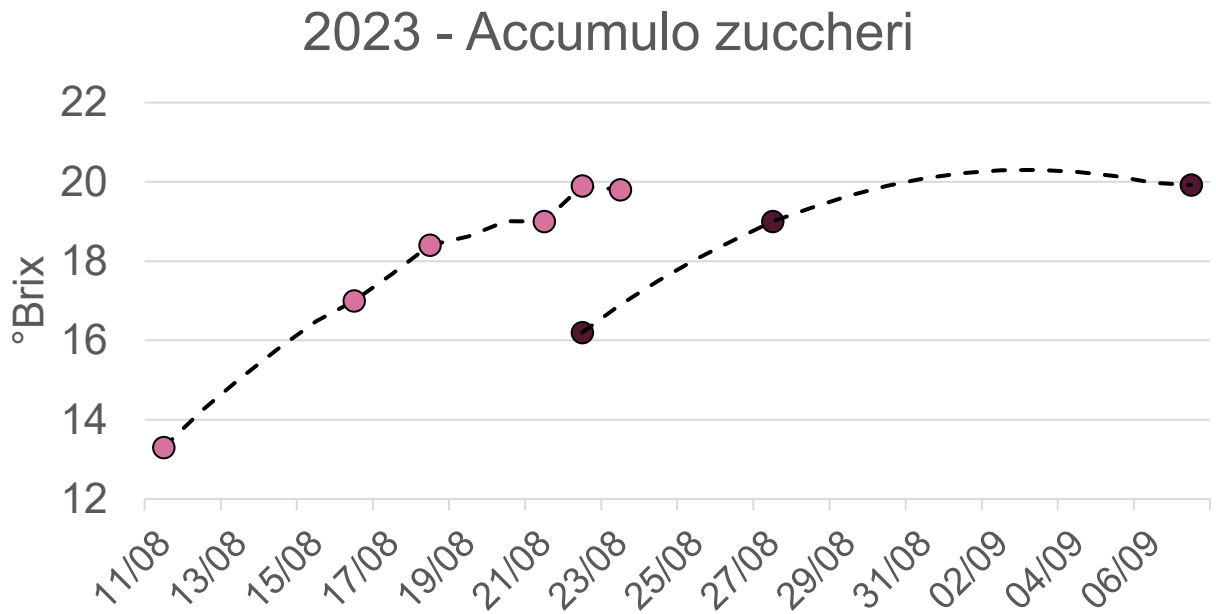
In Valtellina, altitudine e temperatura media annua (strettamente dependente dalla prima) mostrano una forte relazione con la data di raggiungimento del livello zuccherino di 20°Brix (DOY20) e con il livello di acidità totale.

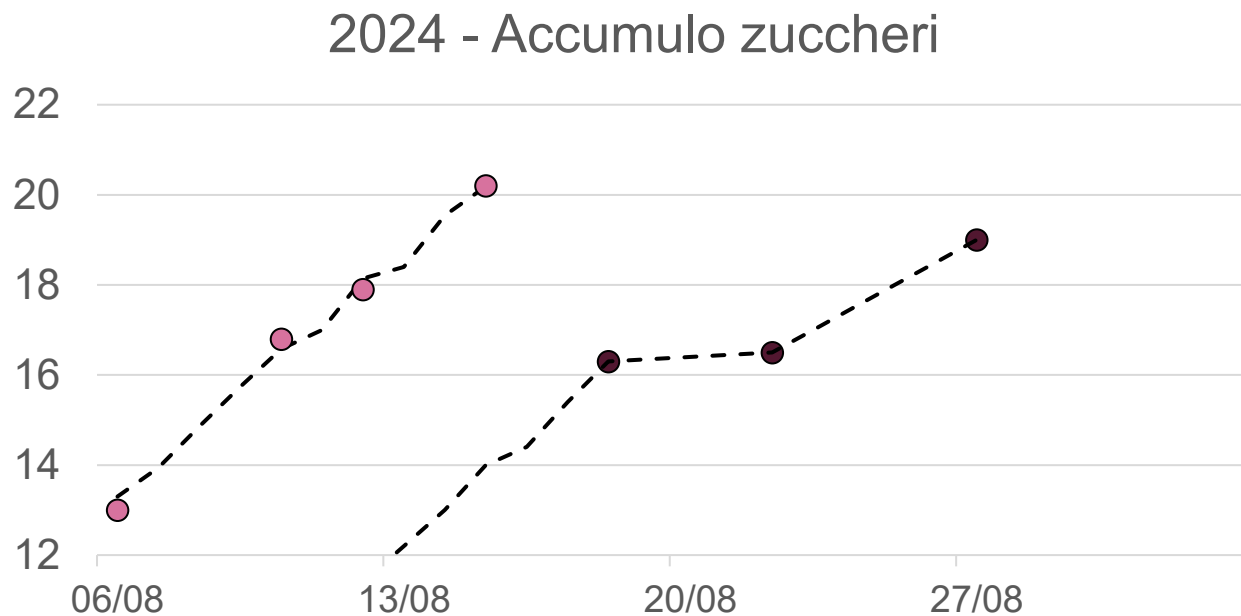
In questo specifico contesto geografico (vallata Est-Ovest, con vigneti prevalentemente esposti a Sud), l'altitudine spiega buona parte della variabilità della maturità tecnologica di Nebbiolo

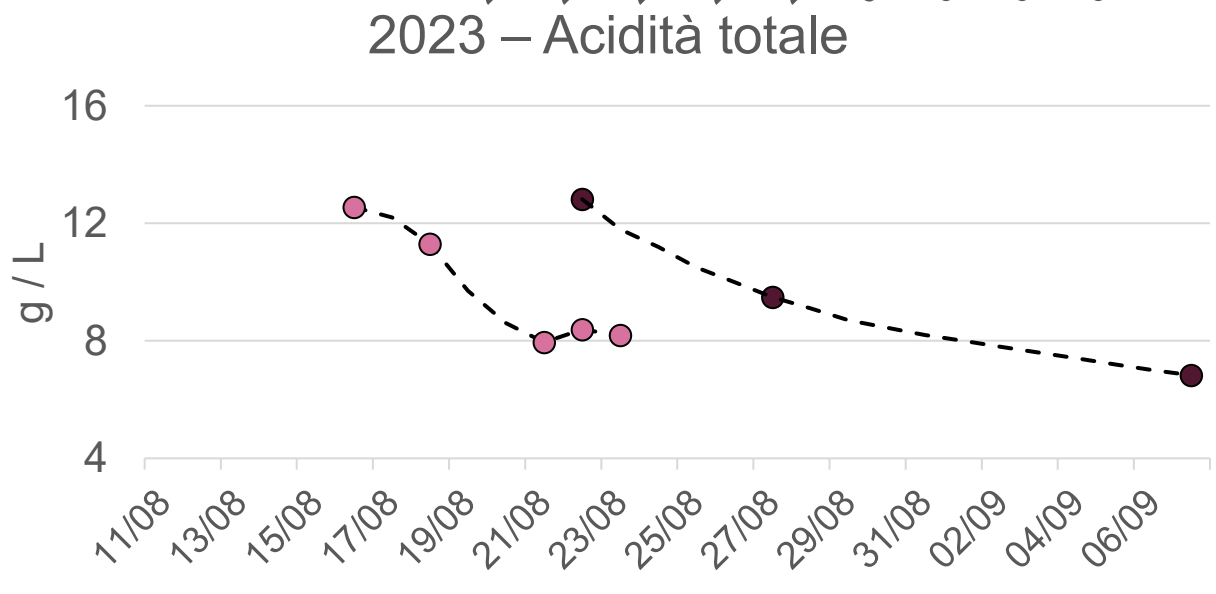
400 m slm

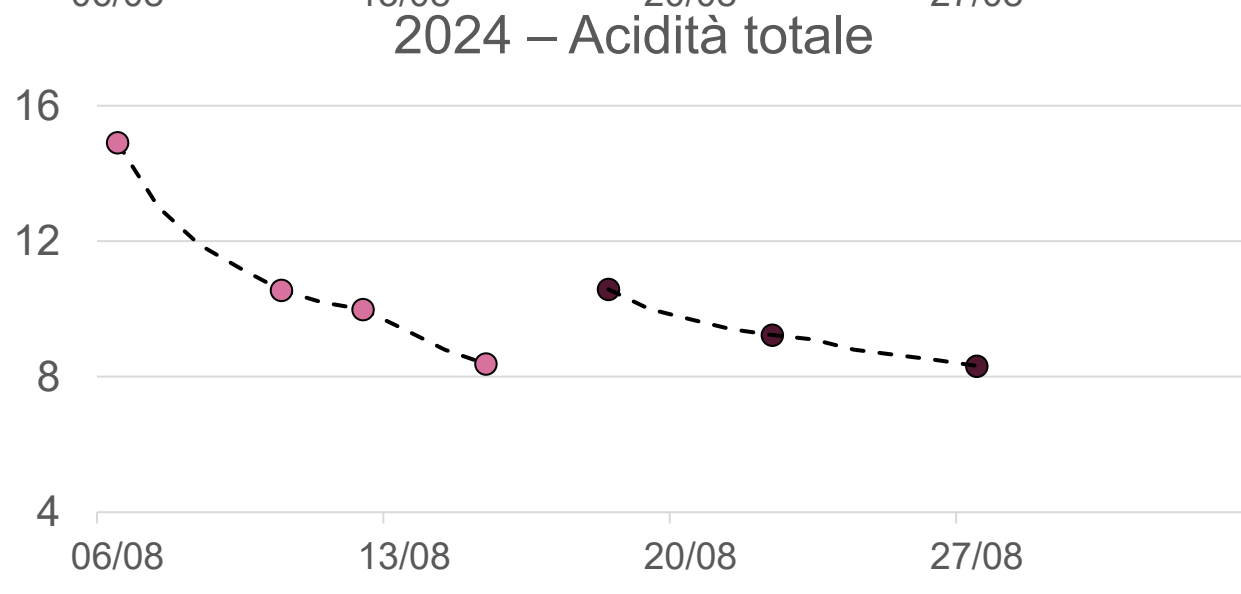
850 m slm

EFFETTO DELLA ALTITUDINE SULLA MATURAZIONE DELLA VITE
Appennino di Gubbio (PG)









ADATTAMENTO

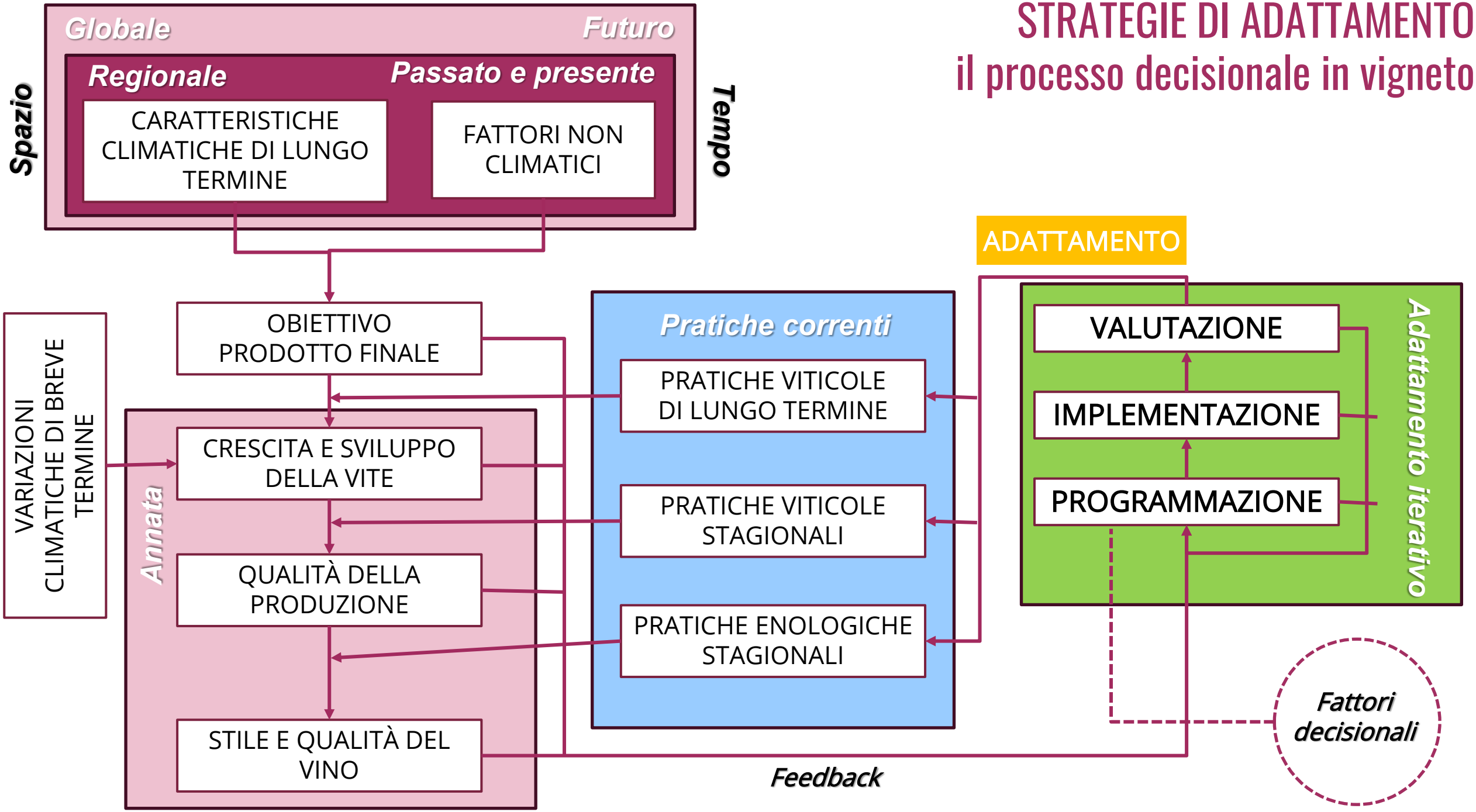
STRATEGIE DI CONTRASTO DEGLI EFFETTI NEGATIVI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Mitigazione - rendere meno gravi gli impatti dei cambiamenti climatici prevenendo o diminuendo l'emissione di gas a effetto serra (GES) nell'atmosfera. La mitigazione si ottiene riducendo le fonti di questi gas (ad esempio mediante l'incremento della quota di energie rinnovabili o la creazione di un sistema di mobilità più pulito) oppure potenziandone lo stoccaggio (ad esempio attraverso l'aumento delle dimensioni delle foreste). In breve, la mitigazione è un intervento umano che riduce le fonti delle emissioni di gas a effetto serra e/o rafforza i sink di assorbimento.

In ambito viticolo questo si traduce nell'adozione di pratiche/azioni a basso impatto lungo tutta la filiera produttiva: dalla realizzazione del vigneto, alla sua gestione, al trasferimento delle uve in cantina, alla loro trasformazione, fino alla commercializzazione.

Adattamento - adottare misure adeguate per prevenire o ridurre al minimo i danni che possono essere causati dagli effetti avversi dei cambiamenti climatici / sfruttare le opportunità positive che questi possono determinare.

STRATEGIE DI ADATTAMENTO
il processo decisionale in vigneto



STRATEGIE DI ADATTAMENTO

ADATTAMENTO ALLE ALTE TEMPERATURE

- riduzione del rapporto fra area fogliare/carico produttivo
- potatura invernale tardiva
- aumento dell'altezza del tronco
- cambio della forma d'allevamento
- cloni tardivi
- portinnesti con effetto ritardante
- adozione di varietà tardive
- spostamento ad altitudine superiore

ADATTAMENTO ALLO STRESS IDRICO

- adozione di portinnesti resistenti/tolleranti allo stress idrico
- adozione di varietà resistenti/tolleranti allo stress idrico
- cambio della forma d'allevamento
- irrigazione
- gestione del suolo
- inerbimenti controllati

Esempi di gestione degli stress termici e idrici

TELI OMBREGGIANTI

IRRIGAZIONE MULTIFUNZONE

APPLICAZIONE CAOLINO

STRATEGIE DI ADATTAMENTO E RICERCA SCIENTIFICA

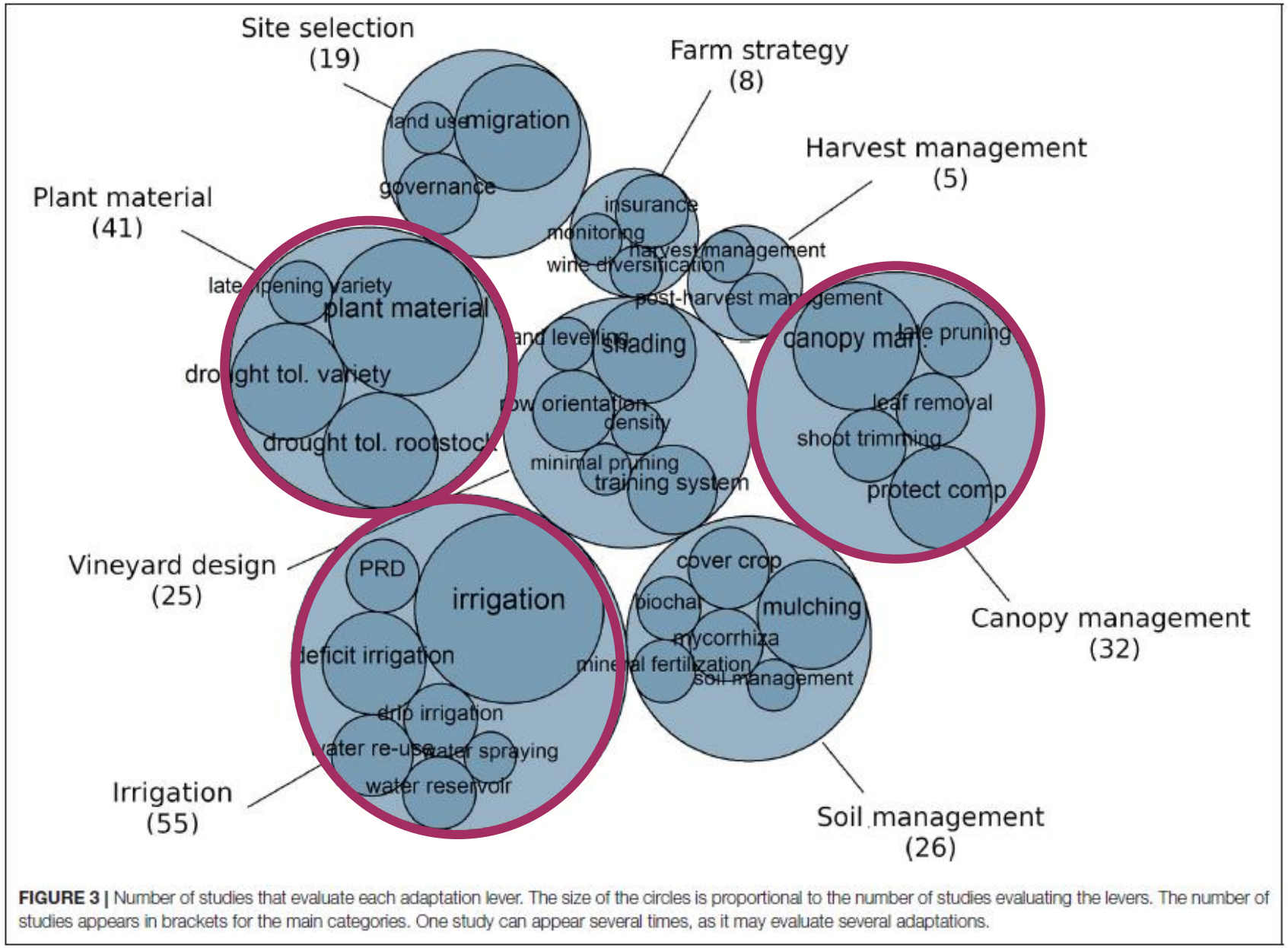


FIGURE 3 | Number of studies that evaluate each adaptation lever. The size of the circles is proportional to the number of studies evaluating the levers. The number of studies appears in brackets for the main categories. One study can appear several times, as it may evaluate several adaptations.

ADATTAMENTO

Irrigazione multifunzionale

Irrigazione di soccorso

Schermatura dalla radiazione

Gestione del suolo

Gestione della chioma

Difesa

Gestione della vendemmia

ADATTAMENTO

BREVE MEDIO LUNGO

RESILIENZA

PRIORITÀ

Selezione del sito

Orientamento filari

Portinnesto

Varietà

Forma d'allevamento

STRATEGIE DI ADATTAMENTO E SOSTENIBILITÀ

- I cambiamenti climatici determinano variazioni nelle variabili guida degli ecosistemi e degli agroecosistemi
- Le variazioni possono avere effetti positivi o negativi a seconda dell'ambiente e dell'obiettivo produttivo
- L'adattamento di un processo produttivo alle nuove condizioni si ottiene attraverso mirate e specifiche strategie
- Non esistono strategie vincenti a priori – ogni strategia va calata nello specifico contesto ambientale – verificando la stabilità dei cambiamenti osservati
- È fondamentale valutare le esternalità positive e negative di ogni azione adottata – una misura di adattamento potrebbe essere efficace ma non sostenibile

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

fondazione banfi
SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

fondazionebanfi.it