

Attuazione dello studio di fattibilità

L'influenza dei cambiamenti climatici negli areali viticoli della Provincia di Torino: quali opportunità e quali limitazioni.

CUP J14B19001050003

Relazione conclusiva attività svolte
anno 2019/2020



L'influenza dei cambiamenti climatici negli areali viticoli della Provincia di Torino: quali opportunità e quali limitazioni.

CUP J14B19001050003

Progetto promosso da



In compartecipazione e con il contributo

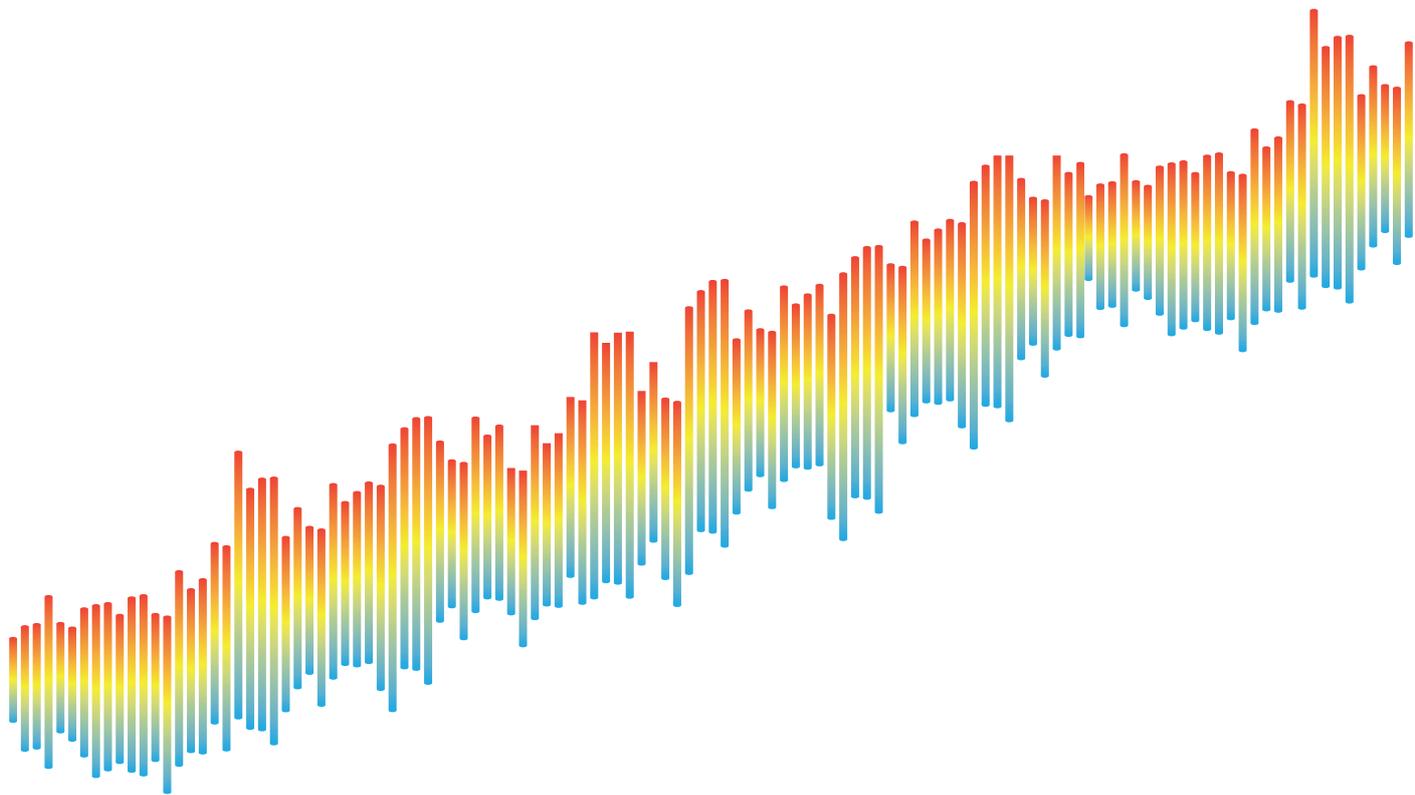


Realizzato da



In collaborazione con





1. <i>Introduzione</i>	9
1.1 <i>Comitato di pilotaggio</i>	13
2. <i>Attività svolte nel 2020</i>	15
2.1 <i>Raccolta ed elaborazione dei dati meteo</i>	15
2.2 <i>Analisi cartografica delle anomalie metereologiche</i>	17
2.2.1 <i>Interpretazione dei risultati cartografici suddivisi per aree doc</i>	22
3. <i>Anomalie termiche e fenologia della vite</i>	35
4. <i>Anomalie termiche e principali patogeni della vite (plasmopara viticola ed oidio)</i>	41
5. <i>Rilevi fenologici, fitopatologici e produttivi anno 2020</i>	47
6. <i>Interviste ai produttori vitivinicoli anno 2020</i>	51
7. <i>Considerazioni conclusive</i>	53
<i>Bibliografia consultata</i>	57



1. Introduzione

I cambiamenti climatici sono stati uno dei fattori più importanti nell'evoluzione del nostro pianeta. In migliaia di anni hanno determinato l'alternarsi naturale di ere caratterizzate da drastiche riduzioni delle temperature medie globali con periodi caratterizzati da climi più caldi e di tipo tropicale. Tali fenomeni hanno interessato oltre che la variabilità della temperatura anche il livello delle precipitazioni e la loro distribuzione nell'arco dell'anno con conseguenze sulla differente adattabilità delle specie animali e vegetali presenti sul nostro pianeta.

Anche le concentrazioni di gas ad effetto serra sono mutate nel corso del tempo per fenomeni naturali come le eruzioni vulcaniche, influenzando il riscaldamento o il raffreddamento del clima per la loro capacità di intercettare la radiazione terrestre e riflettere quella solare. I principali gas serra che possono influenzare il clima sono il vapore acqueo, l'anidride carbonica, il metano, il biossido di azoto e l'ozono. Tutti, ma in particolare la CO_2 , permangono a lungo nell'atmosfera dopo l'innalzamento della loro concentrazione e possono quindi influenzare il clima per periodi molto lunghi.

A partire dalla rivoluzione industriale però, a questi fattori di origine naturale, influenzanti le variazioni climatiche, si sono aggiunti quelli derivanti dall'attività antropica. L'impiego di combustibili fossili per le attività industriali e per gli spostamenti è sempre più diffusamente ritenuto responsabile dell'innalzamento della temperatura media del pianeta rilevato a partire dalla seconda metà del XX secolo. Anche l'industrializzazione dell'agricoltura ha comportato un aumento delle emissioni di gas ad effetto serra. In particolare, gli allevamenti di tipo intensivo e industriale e l'impiego di fertilizzanti azotati di origine chimica sono ritenuti responsabili dell'aumento nella nostra atmosfera dei livelli di metano e di biossido di azoto. Seppur in attesa di maggiori approfondimenti necessari al riguardo, vale la pena ricordare che il metano e il biossido di azoto hanno un potenziale di riscaldamento globale rispettivamente pari a 21 volte e a 296 volte quello della CO_2 .

I cambiamenti climatici possono interessare per alcuni aspetti vaste aree del pianeta

(ad esempio l'innalzamento medio delle temperature) ma anche manifestarsi a livello più o meno locale con anomalie nella distribuzione e nell'intensità delle precipitazioni e nell'alterazione dei cicli stagionali. Ovviamente tali fenomeni si ripercuotono in particolare sull'attività umana che è forse la più dipendente dall'andamento climatico: l'attività agricola, corresponsabile del fenomeno e per contro anche vittima del medesimo.

La viticoltura europea negli ultimi 30 anni è stata influenzata dal cambio climatico dovuto al mutato regime del grande vortice polare e di conseguenza delle grandi correnti occidentali che ha interessato le medie latitudini del nostro emisfero negli anni '80 del secolo scorso. Gli effetti di questo mutamento sono stati sia a livello termico con un aumento delle temperature medie annue europee di circa un grado, sia su altre variabili come la radiazione, la copertura nuvolosa e le precipitazioni.

Già in passato e a livello europeo, la storia dei cambiamenti climatici ha caratterizzato in positivo o in negativo l'evoluzione della viticoltura nelle differenti aree interessate da questa coltura. Dal '900 al 1300 D.C. (periodo caratterizzato da elevate temperature medie nel continente europeo) pare esistessero coltivazioni di vite sulle rive del mar Baltico e nel sud dell'Inghilterra. Nel Medio Evo la vendemmia avveniva circa un mese prima rispetto ad oggi. Tuttavia, alla fine di questo periodo di caldo inusuale durato circa 500 anni, iniziò la cosiddetta "piccola glaciazione" avvenuta tra il XIV e il XVII secolo che portò alla scomparsa della coltivazione della vite nel Nord Europa e nelle vallate alpine nonché all'introduzione nella regione francese dello Champagne del vitigno Chardonnay in sostituzione del Pinot nero e, nel Veneto, alla coltivazione di vitigni meno tardivi, più produttivi ma di minore qualità.

Studi inerenti gli andamenti stagionali della temperatura dell'aria fatti in 27 aree viticole del mondo hanno accertato un incremento di 1,3 °C nel corso degli ultimi 50 anni. Queste variazioni sono state maggiori in Europa e negli stati occidentali degli USA rispetto all'America Latina (Cile), al Sud Africa e all'Australia. In assoluto le variazioni più evidenti in Europa si sono registrate in Spagna con un incremento di 2,5 °C e nel sud della Francia.

Le previsioni sull'evoluzione del clima nei prossimi anni si basano su modelli matematici e su algoritmi che prendono in considerazione molteplici fattori e che non sempre producono ipotesi univoche sugli scenari futuri. Tuttavia, tutti i modelli, sulla base delle osservazioni fatte nell'ultimo trentennio, concordano sul fatto che il riscaldamento delle principali regioni viticole, continuerà. Le principali conseguenze potranno essere

un incremento della qualità dei vini prodotti in alcune zone, traslazioni ed ampliamenti delle zone vocate alla viticoltura ma anche l'impossibilità di produrre vini di alta gamma nelle aree soggette a maggiore surriscaldamento. Anche la distribuzione dei vitigni sul territorio potrà subire dei cambiamenti in rapporto alla differente adattabilità dei medesimi alle mutate condizioni climatiche. Alcuni modelli prevedono che le isoterme comprese tra 12° e 22° C slitteranno nei prossimi 30 anni verso i poli da 150 a 300 km e quindi in zone come quella di Barolo o della Borgogna si avrà un aumento della temperatura media da 0,9 a 1,4° C. Alcune aree, come ad esempio la regione di Bordeaux, potranno collocarsi al limite della fascia climatica ritenuta ottimale per la coltivazione dei vitigni a bacca rossa o addirittura al di fuori per quelli a bacca bianca.

Infine, alcuni modelli mostrano una tendenza all'aumento delle temperature medie invernali che potrebbero determinare una minore resistenza delle gemme al freddo e maggiori rischi di danni per gelate tardive.

Scendendo più nel dettaglio dei possibili rapporti futuri tra clima e vitigno, alcuni modelli prevedono che un aumento di due gradi delle temperature medie potrà portare a un anticipo dell'invaiaitura di un vitigno come il Syrah dalla seconda settimana di agosto alla terza di luglio e a un significativo mutamento degli aromi e dei profumi che rendono tipico un vino.

I cambiamenti climatici in corso potranno avere effetti negativi come quelli descritti ma anche ampliare le aree vocate per la viticoltura. Essendo noto che i vini migliori si ottengono da ristrette aree climatiche, nel futuro prossimo sarà fondamentale individuare in quale fascia climatica si posizionano le differenti aree vocate per la viticoltura e quale sarà il surriscaldamento previsto per le medesime. Da studi fatti si sa che la vocazionalità varietale cambia al variare della temperatura di soli 2-3°C mentre le previsioni di surriscaldamento parlano di variazioni previste tra 1° C e 7°C. Appare evidente che questi mutamenti climatici influenzeranno profondamente le vocazionalità dei differenti territori per la coltivazione della vite.

Non meno importante saranno le ripercussioni che si avranno sulla distribuzione e sull'intensità degli attacchi di patogeni e organismi animali legati alla vite. Alcune manifestazioni sono già evidenti come una maggiore incidenza del *Oidium spp* (mal bianco, patogeno favorito da climi caldo umidi) rispetto agli anni passati, l'insorgenza e una crescente virulenza di *Guignardia bidwellii* (Black Rot) in alcune aree viticole della provincia di Torino, una crescente presenza del mal dell'esca causata da *Phaemoniel-*

la clamidospora, Phaeoacremonium aleophyllum, Eutypa lata, un progressivo spostamento verso i mesi di agosto e settembre della presenza di adulti di *Scaphoideus titanus*, vettore della flavescenza dorata e la comparsa di *Drosophila suzukii*. Questi come altri fenomeni legati alle avversità della vite necessiteranno sempre più di un monitoraggio costante.

Il cambiamento climatico verificatosi nelle nostre zone negli ultimi 20 anni ha portato in generale degli effetti positivi per la coltivazione della vite, anticipando e intensificando la maturazione. Le stime per il futuro prevedono però un innalzamento da 1,5 a 2,5 gradi medi annuali, il che potrebbe comportare degli anticipi delle fasi fenologiche da 6 fino a 22 giorni, determinando ad esempio in certe zone, delle epoche di vendemmia addirittura a fine luglio. La coltivazione della vite è inoltre fortemente legata al territorio, per le differenti caratteristiche pedologiche che ne influenzano la qualità ma anche per i vincoli legati ai disciplinari di produzione e quindi difficilmente delocalizzabile.

Le attuali variazioni climatiche si manifestano con eccessi termici, elevate radiazioni ultraviolette e irregolari precipitazioni concentrate in pochi periodi dell'anno. Le conseguenze di tali fenomeni sulla fisiologia della vite sono stress idrici, scompensi nutrizionali, sfasamento delle fasi fenologiche, effetti ossidativi sull'attività fotosintetica e alterazioni nella componente aromatica e polifenolica dei vini ottenuti. Le prospettive di adattamento dovranno tenere conto delle mutate condizioni di vocazionalità territoriale ma anche delle possibili soluzioni offerte dall'innovazione tecnologica e dai progressi ottenuti dalla ricerca scientifica in questi ultimi anni, in particolare nello studio delle potenzialità offerte dai meccanismi di resistenza presenti naturalmente nella vite.

Anche nella nostra provincia, le produzioni viticole degli ultimi anni, hanno evidenziato una tendenza all'aumento della concentrazione zuccherina dei grappoli che si traduce in cantina in un deciso aumento della gradazione alcolica, presumibilmente per effetto dell'innalzamento della temperatura e dei più prolungati periodi di siccità persino in zone in passato poco vocate alla produzione vitivinicola.

Alla luce di quanto esposto, è stato avviato uno studio approfondito delle possibili conseguenze dei mutamenti climatici in corso e sulle ripercussioni che si potranno avere sulle produzioni vitivinicole con particolare riguardo a quelle di eccellenza, in termini di produttività, di relazione con le avversità di origine animale e vegetale, con il loro possibile quadro evolutivo e di cambiamenti nelle caratteristiche organolettiche dei vini.

La ricerca richiede per la sua complessità una gestione politica, tecnica e amministrativa. Per questo motivo è stato creato un **comitato di pilotaggio** le cui funzioni sono state:

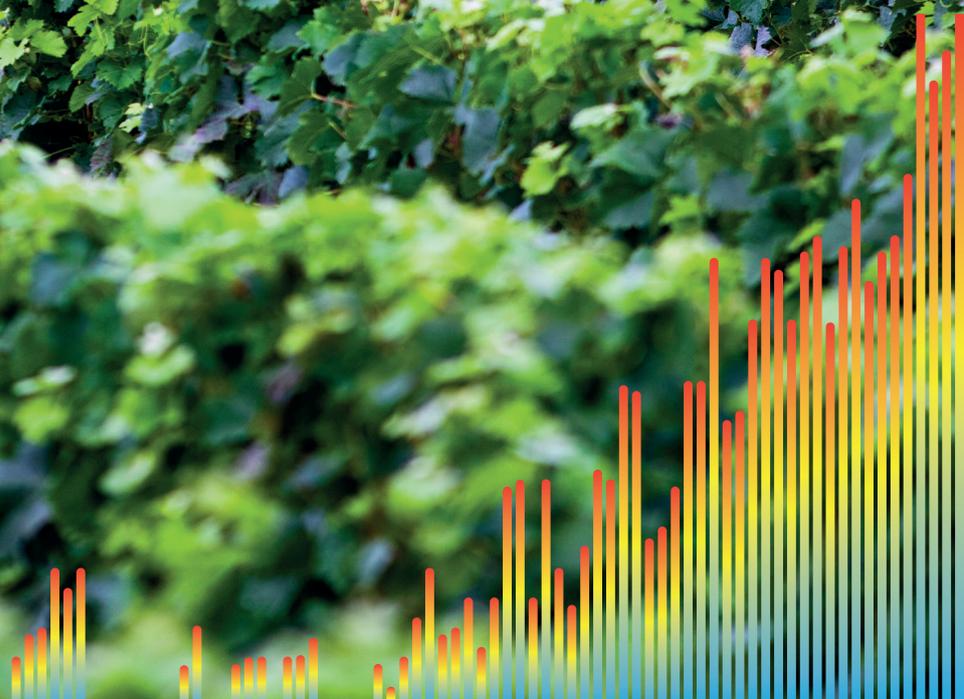
- monitorare il processo
- armonizzare e sviluppare le diverse attività
- verificare con cadenza regolare lo sviluppo delle stesse.

Il comitato di pilotaggio è stato nella pratica un tavolo di lavoro comune composto da diversi partner (CCIAA, CIA Torino, ARPA Piemonte, AIAB in Piemonte). L'organizzazione del comitato di pilotaggio e il coordinamento dei diversi partner è stato a cura di Enoteca Regionale di Caluso e CIA Agricoltori delle Alpi Provincia di Torino.

1.1 Comitato di pilotaggio

Il giorno 31 gennaio 2020 è stato costituito il Comitato di Pilotaggio, avente funzione di monitorare e coordinare le differenti fasi del progetto. Al comitato hanno partecipato i rappresentanti della Provincia CIA Agricoltori delle Alpi, dott. Forestale Petruzzello Antonello, dott.ssa Massarenti Elena, dott.ssa Barbuio Kezia, i membri del direttivo dell'associazione AIAB, dott. Pinna Massimo e dott. Agrotecnico Viotti Valerio, il rappresentante dell'ARPA dott. Loglisci Nicola.

Il comitato si è riunito periodicamente, circa ogni 15 giorni, impostando le attività delle diverse fasi previste dal progetto, per quanto riguarda l'anno 2020, e successivamente avendo una funzione di raccordo ed elaborazione tra i dati forniti da ARPA Regionale, inerenti i dati sulle variazioni di temperature medie annuali e stagionali relative alle quattro aree DOC della Provincia di Torino, al fine di realizzare una mappa tematica e poter quindi individuare i siti con maggiori anomalie climatiche.



2. Attività svolte nel 2020

2.1 Raccolta ed elaborazione dei dati meteo

Inizialmente è stata fatta un'analisi statistica dei dati meteo su tutto il territorio della provincia di Torino.

A tal fine, è stata utilizzata la ricca e densa rete di monitoraggio di ARPA Piemonte che copre, in modo omogeneo, tutto il territorio regionale. Per una corretta analisi sul clima, tuttavia, è necessario che le lunghe serie storiche non presentino problematiche che possano creare delle discontinuità nel dato. Infatti, il monitoraggio delle variabili meteorologiche di una singola località può risentire di problematiche tecnico/logistiche che tendono a "sporcare" la serie storica del dato stesso, alterandone la veridicità nelle analisi delle tendenze del clima (es. sostituzione di un sensore o spostamento

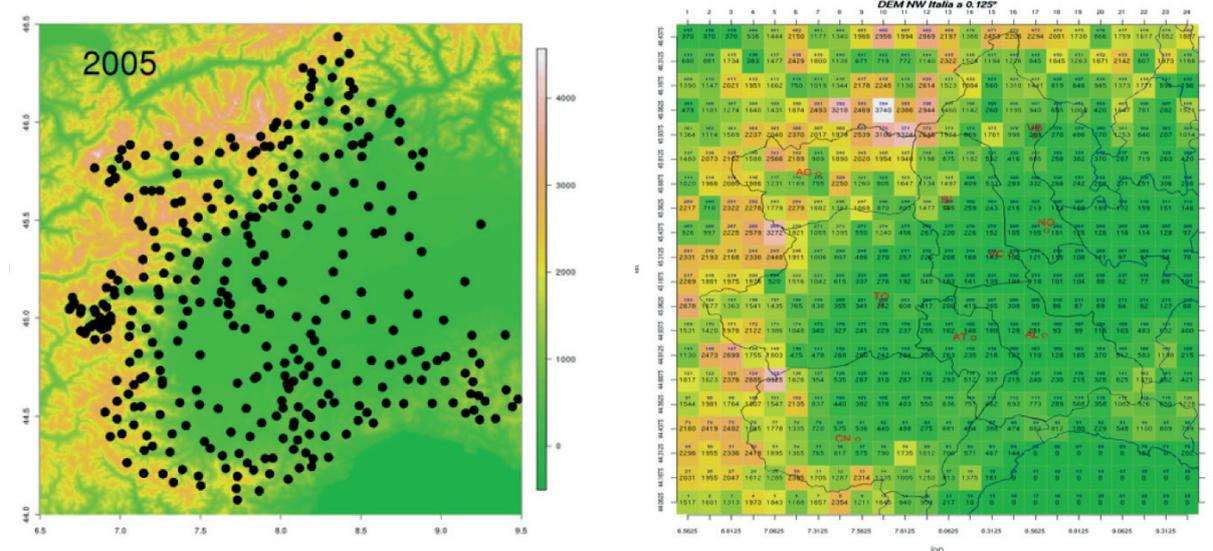


Figura 1. Densità delle stazioni meteorologiche della rete ARPA Piemonte presenti sul territorio regionale al 2005 (a sinistra) e griglia regolare scelta per la ricostruzione dei dati climatologici (a destra)

fisico della stazione di monitoraggio). Per ovviare a tale problema, si è preferito passare ad un'analisi del clima su griglia a maglia regolare. Il Piemonte è stato, dunque, suddiviso in punti griglia equidistanti con una risoluzione spaziale orizzontale di 14 km. Su ciascun punto del grigliato così definito, sono state calcolate le serie storiche termo-pluviometriche ricostruendo i dati della rete di monitoraggio di ARPA Piemonte con una tecnica statistica avanzata denominata *Optimal Interpolation*.

Il risultato di questa indagine ha portato alla creazione e fornitura da parte di ARPA Piemonte di dati su maglia regolare e mappe georiferite dei trend delle temperature minime e massime sul territorio della provincia di Torino. Le tendenze di tali variabili meteorologiche sono state calcolate dapprima sull'intero periodo climatico 1958-2018 come richiesto da CIA, e successivamente sul periodo più recente 1999-2018.

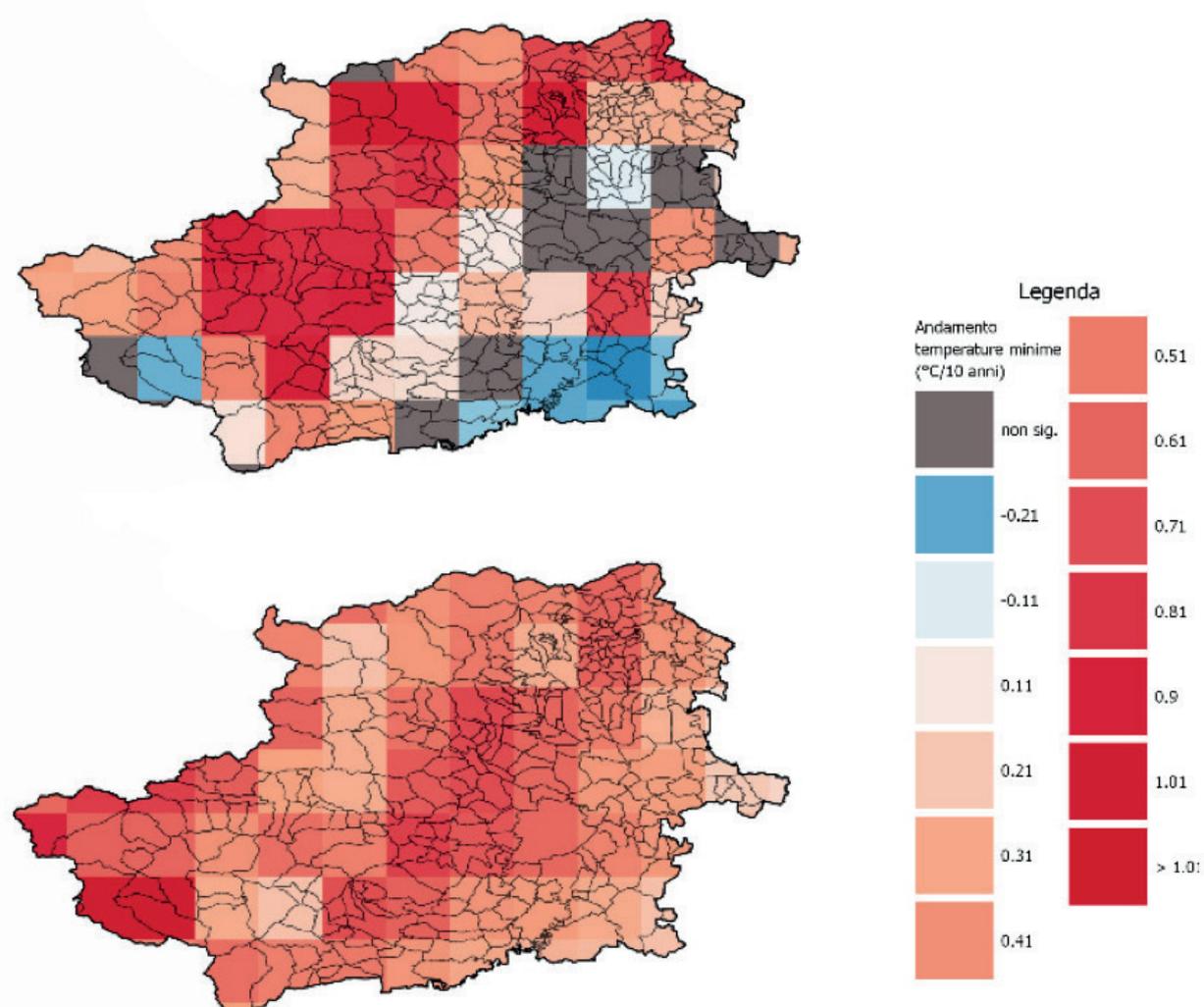


Figura 2. Tendenza delle temperature minime (in alto) e massime (in basso) ricostruite sul grigliato a maglia regolare sulla provincia di Torino.

Successivamente, al fine di poter analizzare le tendenze climatiche su punti ben definiti del territorio provinciale, corrispondenti ad aziende agricole individuate da CIA e da AIAB, è stata fornita una consulenza per la selezione delle stazioni di misura afferenti alla rete agrometeo di Regione Piemonte e a quella di ARPA Piemonte più idonee per l'applicazione a valle dei modelli fitopatologici su peronospora ed oidio. Da questa selezione sono stati scaricati dal database ARPA Piemonte e successivamente forniti i dati giornalieri di temperatura e precipitazione della serie storica di Luserna San Giovanni. (Tale stazione è stata presa in considerazione in quanto la più vicina e simile per condizioni pedoclimatiche alla zona oggetto di studio del Pinerolese).

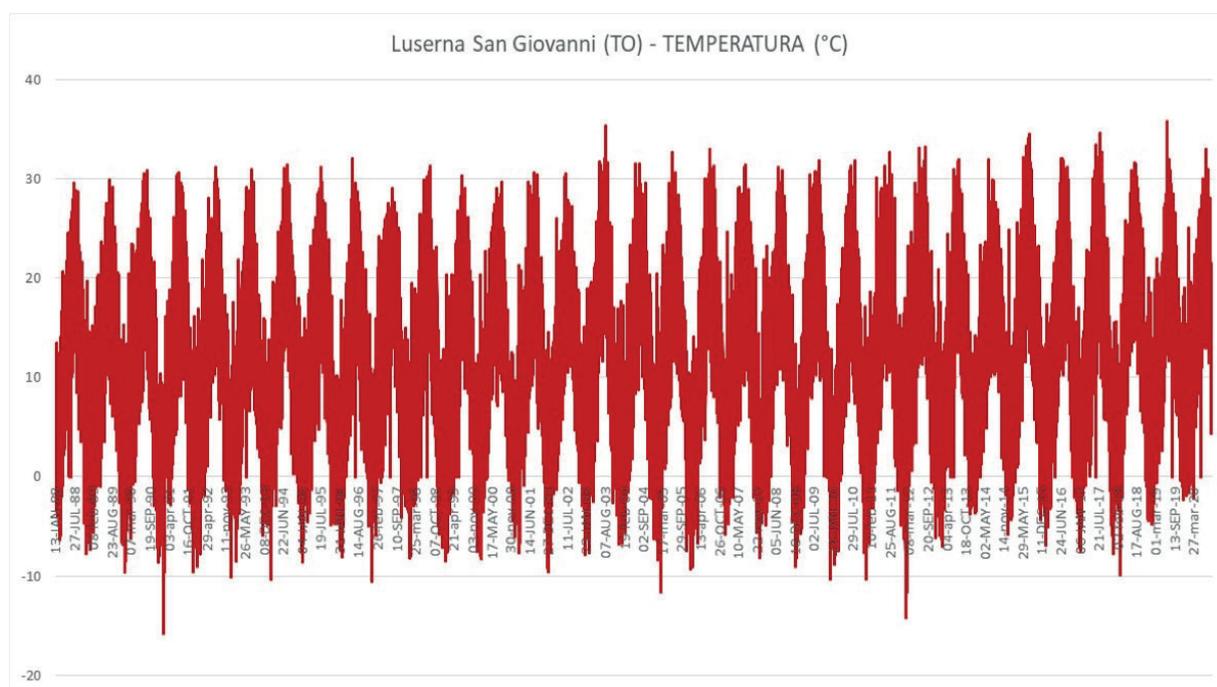


Figura 3. Dati di temperatura registrati dalla stazione di Luserna San Giovanni (TO) dal 1988 al 2020

2.2 Analisi cartografica delle anomalie meteorologiche

I dati forniti dall'ARPA sulle variazioni delle temperature nel periodo 1999 – 2018 sono stati la base per la rielaborazione cartografica delle anomalie climatiche della Provincia di Torino. La rappresentazione cartografica è stata realizzata attraverso l'utilizzo di un programma GIS denominato QGIS 3.6.

Il *Geographic Information System* (GIS) (anche detto sistema informativo geografico o anche sistema informativo territoriale) è un sistema informativo computerizzato che permette l'acquisizione, registrazione, analisi, visualizzazione, restituzione, condivisione e presentazione di informazioni derivanti da dati geografici (geo-riferiti). È quindi un sistema informatico in grado di associare dei dati alla loro posizione geografica sulla superficie terrestre e di elaborarli per estrarne informazioni. Per la rappresentazione dei dati in un sistema informatico occorre formalizzare un modello rappresentativo flessibile che si adatti ai fenomeni reali.

Nel GIS abbiamo tre tipi di informazioni:

- geometriche: relative alla rappresentazione cartografica degli oggetti rappresentati; quali la forma (punto, linea, poligono), la dimensione e la posizione geografica;
- topologiche: riferite alle relazioni reciproche tra gli oggetti (connessione, adiacenza, inclusione ecc...);
- informative: riguardanti i dati (numerici, testuali ecc...) associati ad ogni oggetto.

Il GIS prevede la gestione di queste informazioni in un database relazionale.

L'aspetto che caratterizza il GIS è quello geometrico: esso memorizza la posizione del dato impiegando un sistema di proiezione reale che definisce la posizione geografica dell'oggetto. Il GIS gestisce contemporaneamente i dati provenienti da diversi sistemi di proiezione e riferimento (es. UTM o Gauss Boaga).

Il **QGIS** (fino al 2013 noto come Quantum GIS) è un'applicazione *desktop GIS open source* che permette di visualizzare, organizzare, analizzare e rappresentare dati spaziali. Attualmente è il software GIS open source più diffuso al mondo.

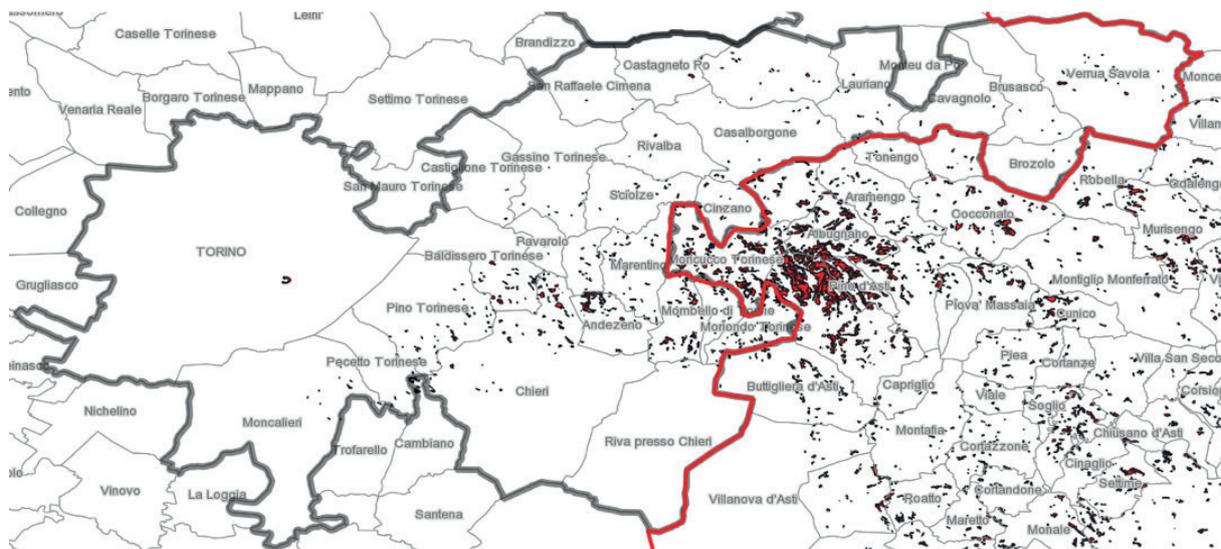
I risultati di tale lavoro sono riportati nel capitolo 2.2.1. La cartografia è stata realizzata sulle tre aree della provincia di Torino oggetto degli studi svolti nell'annualità 2019 – 2020:

1. Area denominata “Pinerolese”.

Tale area è rappresentata dai comuni Limitrofi al comune di Pinerolo, in cui i territori maggiormente vocati alla viticoltura sono presenti nei comuni di San Secondo, Bricherasio, Frossasco, Prarostino, Cumiana, Campiglione Fenile, Cavour.

2. Area denominata “Canavese”.

I comuni di quest'area maggiormente vocati alla produzione vitivinicola sono Caluso, Mazzè, Cuceglio, Agliè, Piverone, Bollengo, Settimo Vittone, Carema.



Area "Collina di Torino".

3. Area denominata "Collina di Torino".

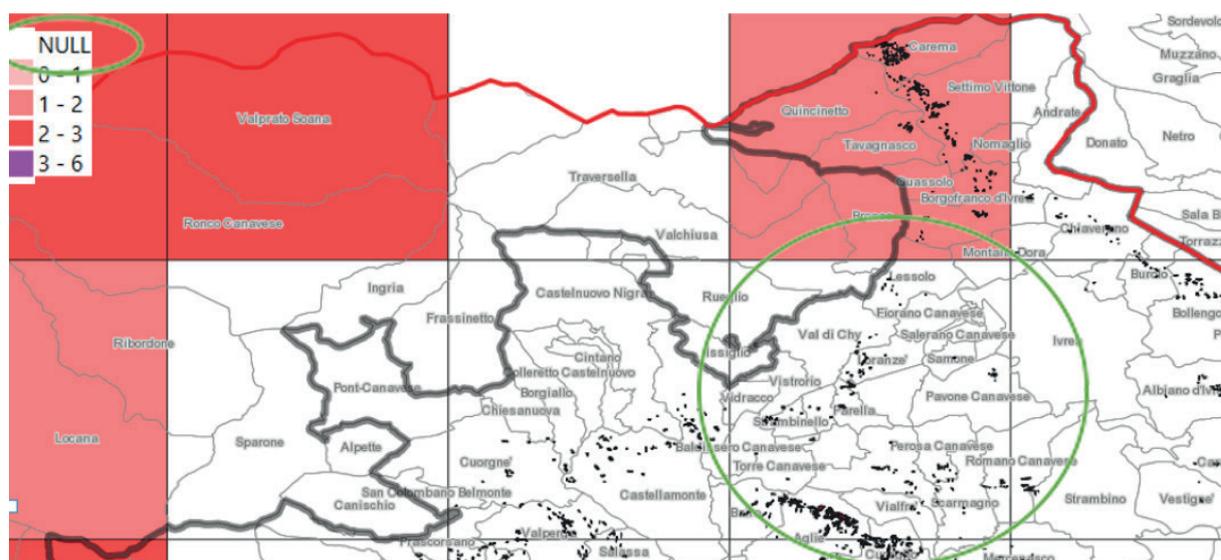
La viticoltura di questa area si concentra prevalentemente tra i comuni di Baldissero Torinese, Chieri, Andezeno, Mombello, Marentino ma troviamo anche un'altra forte concentrazione nell'area del comune di Cinzano.

Una quarta area corrispondente alla zona DOC della Val di Susa che completerebbe le aree DOC della Provincia di Torino, sarà inserita tra quelle oggetto di studio nelle attività previste nel 2021.

Dalle tre mappe su visualizzate si possono notare delle piccole aree rosse che corrispondono alle superfici vitate e quindi presumibilmente i territori all'interno del quale possono essere individuate le aziende vitivinicole. La mappatura delle aree vitivinicole ci è stata fornita dalla Regione Piemonte.

La finalità di queste indagini è stata la ricerca delle aree, tra i territori maggiormente vocati alla produzione vitivinicola delle tre DOC succitate, in cui nel ventennio preso in esame, si sono registrate le maggiori anomalie sulle temperature medie. Tali temperature sono state valutate in un primo momento sulle medie annuali delle temperature massime e delle temperature minime rilevate, suddivise nelle tre aree DOC ed in un secondo momento sulle medie stagionali (giugno-luglio-agosto, settembre-ottobre-novembre, dicembre-gennaio-febbraio, marzo-aprile-maggio) sempre delle temperature massime e minime.

Le aree con i diversi incrementi delle temperature, sulla cartografia realizzata, sono rappresentate da quadrati aventi lato di 15 Km; all'interno di tali aree sono state individuate le aziende oggetto di monitoraggio per il nostro studio. Nelle legende presenti



sulle mappe del capitolo 2.2.1 i diversi colori segnalano gli intervalli di incremento della temperatura (■ incremento da 1 a 2 gradi) nel periodo di riferimento (annuale e stagionale).

La rielaborazione dei dati attraverso la *Optimal Interpolation*, come tecnica di ricostruzione, in alcuni areali ha prodotto dati non significativi dal punto di vista statistico e quindi sono stati restituiti, sulle mappe, dei quadrati bianchi che, nelle legende allegate, sono stati denominati "NULL". In quelle zone non è stato possibile rilevare alcuna anomalia, anche se non possiamo escludere che non ci sia stata.

2.2.1 Interpretazione dei risultati cartografici suddivisi per aree DOC

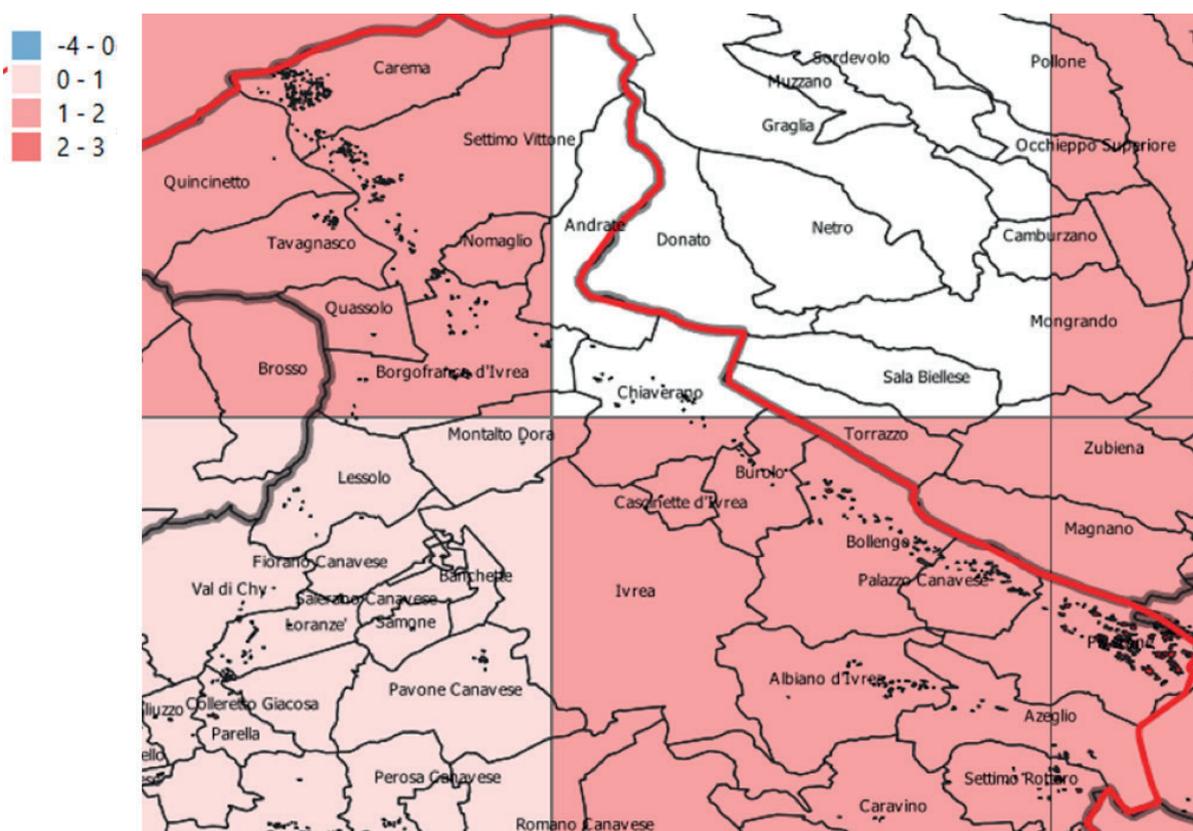
Area del Canavese

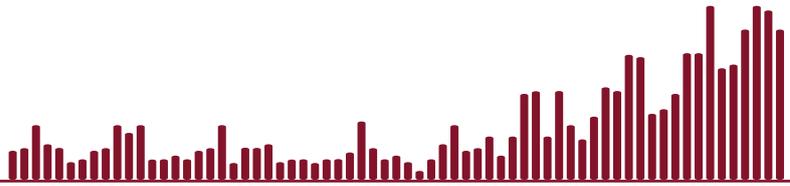


Anomalie riscontrate nel ventennio 1999 - 2018 inerenti alle temperature minime annuali.

Nella rilevazione delle temperature minime annuali, le maggiori anomalie riscontrate in territori vitati del Canavese, interessano per lo più la Serra di Ivrea dove variano da un minimo di 1 ad un massimo di 2 gradi in più.

Altre zone vitate sono state interessate da anomalie ma in misura minore od addirittura non significativa (da 0 a 1 grado)

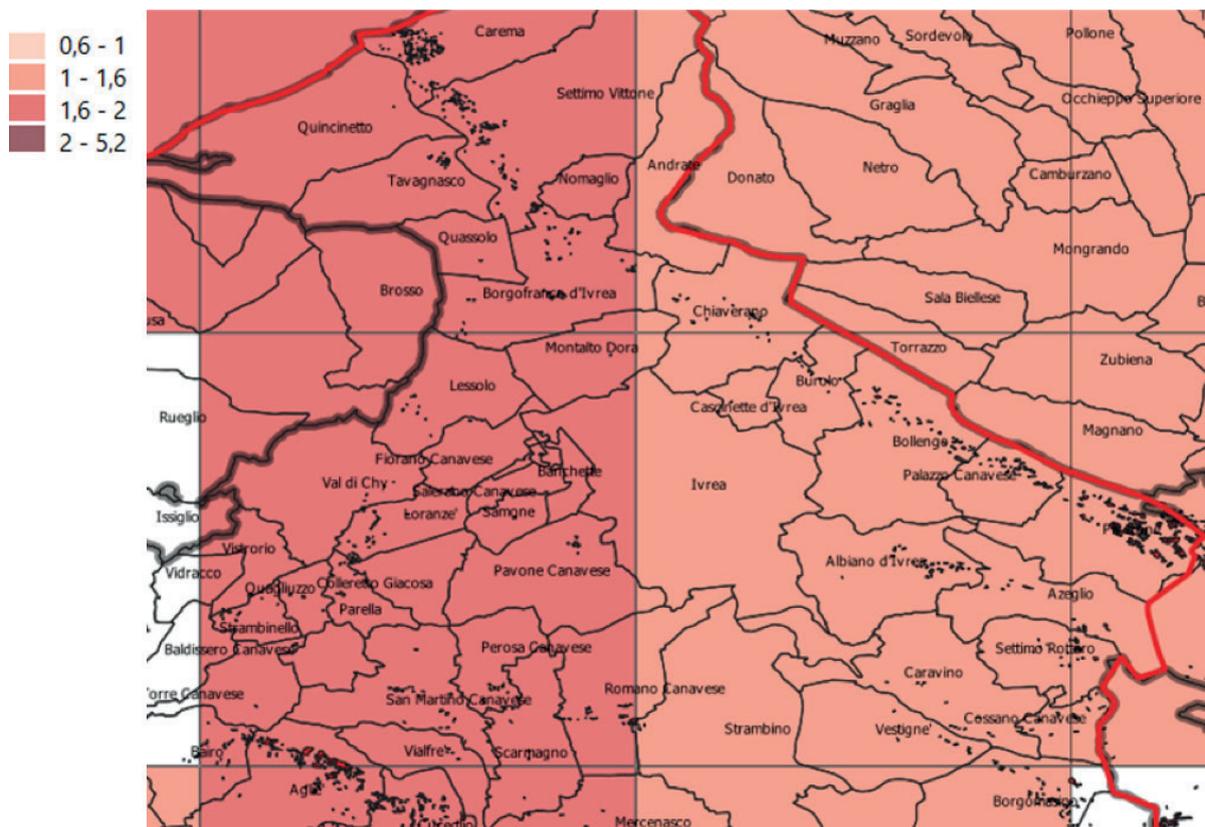




Anomalie riscontrate nel ventennio 1999 - 2018 inerenti alle temperature massime annuali.

Nella rilevazione delle temperature massime annuali, le maggiori anomalie sono state riscontrate sempre nell'area vitata della Serra d'Ivrea, con maggiore incremento (da 1,6 a 2 Gradi di aumento medio della temperatura nel ventennio di riferimento) nelle zone dei comuni di Carema, Settimo Vittone e Borgofranco d'Ivrea. Nel resto dei comuni della Serra (Chiaverano, Burolo, Bollengo) l'incremento è stato più moderato (da 1 a 1,6 gradi di aumento medio della temperatura nel ventennio di riferimento).

L'altro incremento sulle temperature massime medie si è potuto rilevare nell'area Sud-Ovest del Canavese (comuni di Cuceglio, Agliè, San Martino Canavese) che ha raggiunto l'incremento di 1,6/2 gradi.

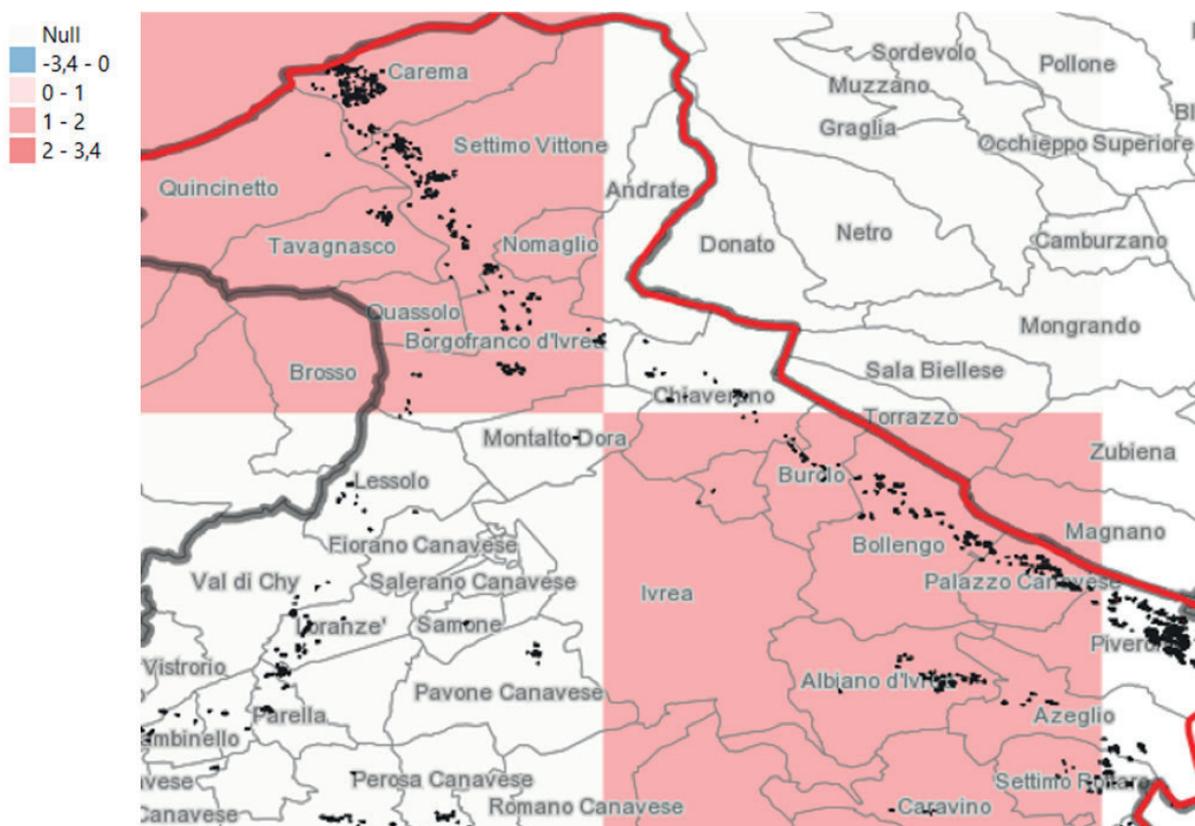


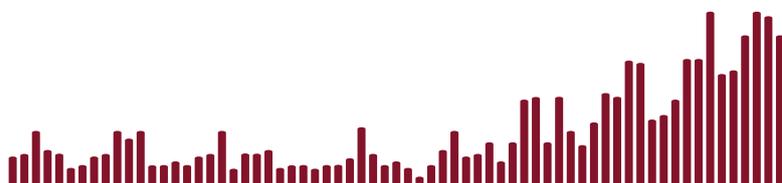


Anomalie riscontrate nel ventennio 1999 - 2018 inerenti alle temperature minime stagionali. Stagione settembre, ottobre, novembre.

Nella rilevazione delle temperature medie minime dei mesi di settembre ottobre novembre, le maggiori anomalie riscontrate in territori vitati del Canavese, interessano per lo più la Serra di Ivrea dove variano da un minimo di 1 ad un massimo di 2 gradi in più.

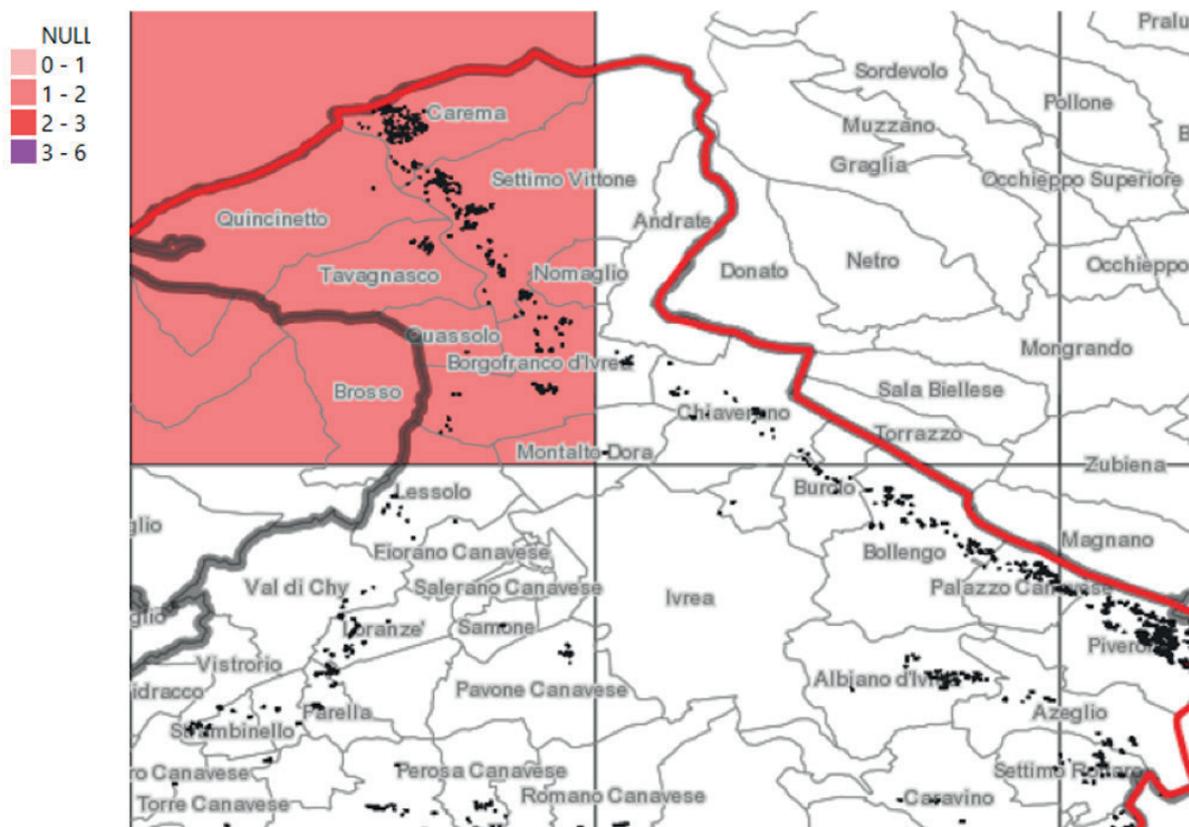
Le rilevazioni degli altri mesi non hanno prodotto dati significativi e quindi non è stato possibile rilevare anomalie.

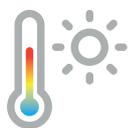




Anomalie riscontrate nel ventennio 1999 - 2018 inerenti alle temperature massime stagionali. Stagione giugno, luglio, agosto.

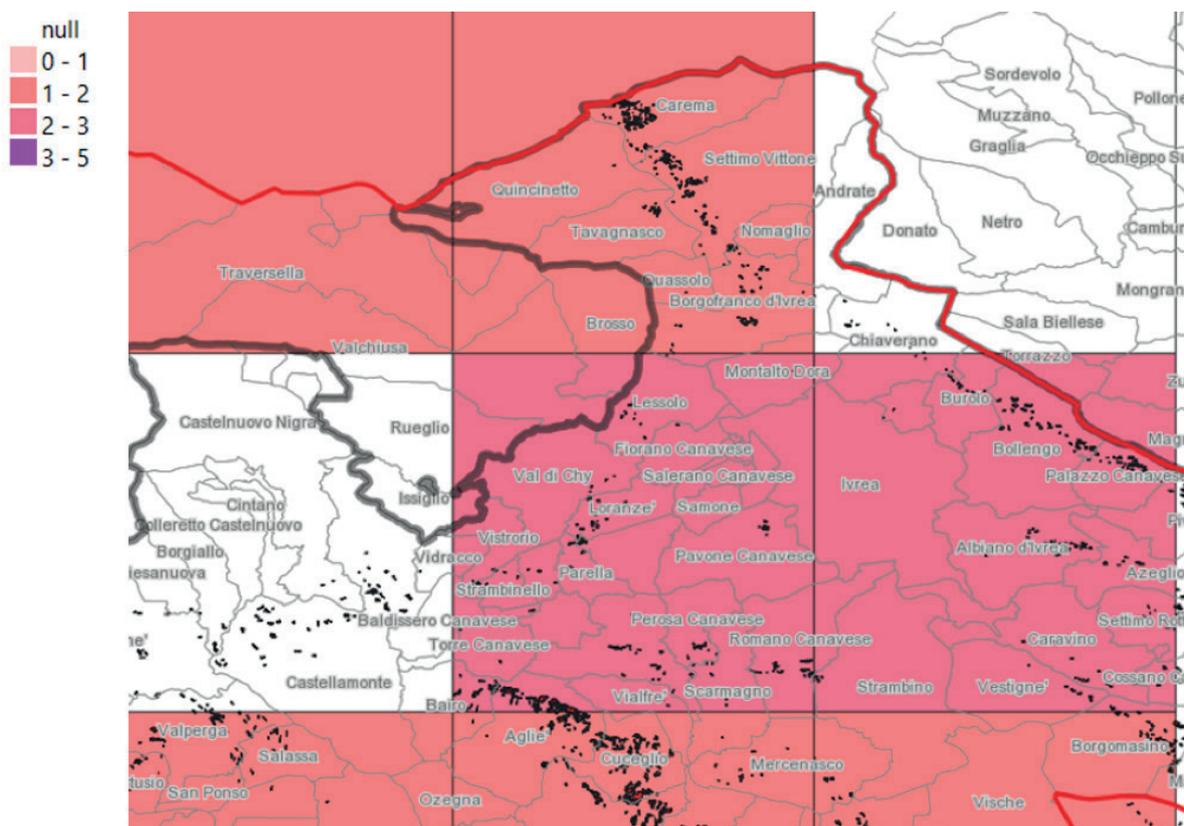
Nella rilevazione delle temperature medie massime dei mesi di giugno, luglio, agosto, le maggiori anomalie sono state riscontrate sempre nell'area vitata della Serra d'Ivrea, con maggiore incremento (da 1 a 2 Gradi di aumento medio della temperatura nel ventennio di riferimento) nelle zone dei comuni di Carema, Settimo Vittone e Borgofranco d'Ivrea.





Anomalie riscontrate nel ventennio 1999 - 2018 inerenti alle temperature massime stagionali. Stagione settembre, ottobre, novembre.

Nella rilevazione delle temperature medie massime dei mesi di settembre, ottobre novembre, le maggiori anomalie sono state riscontrate nell'area vitata della Serra d'Ivrea, con maggiore incremento (da 2 a 3 Gradi di aumento medio della temperatura nel ventennio di riferimento) nelle zone dei comuni di Burolo, Bollengo, Albiano d'Ivrea, Azeglio, Settimo Rottaro. Lo stesso incremento ha interessato le aree vitate dei comuni di Lessolo, Loranze', Pavone Canavese, Perosa Canavese Scarmagno e parte di Agliè (area Nord). Sempre nei comuni della Serra d'Ivrea (Carema, Settimo Vittone e Borgofranco d'Ivrea) le anomalie riscontrate sono state di minore incidenza (da 1 a 2 gradi di aumento medio della temperatura nel ventennio di riferimento); stesso incremento si è riscontrato nei comuni di Agliè (area sud), Cuceglio, San Giorgio Canavese, Orio Canavese, Candia Canavese, Vische, Caluso e Mazzè.

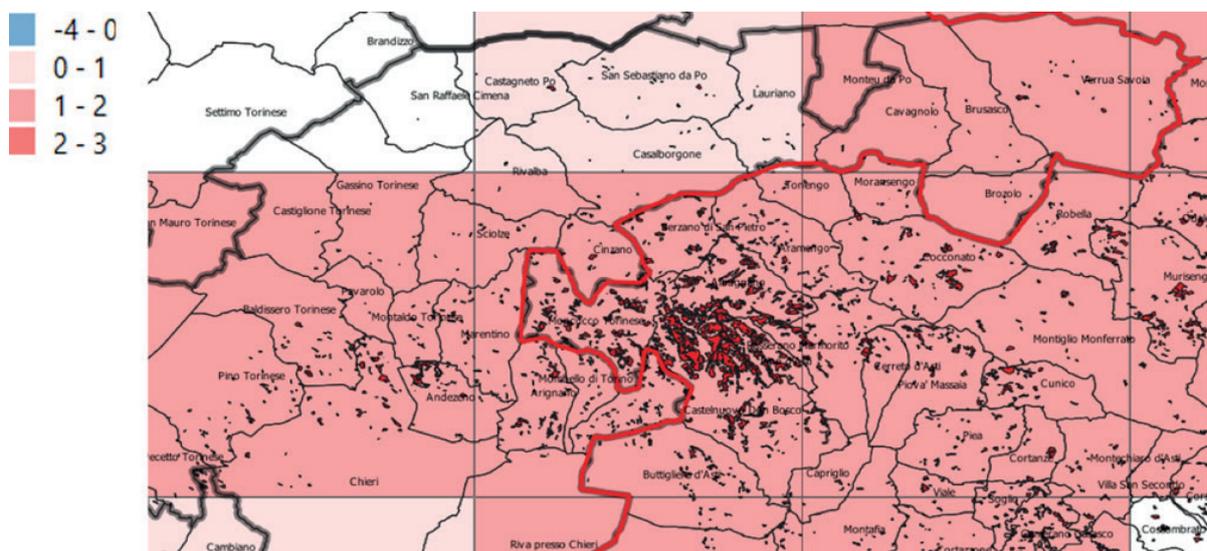


Area della Collina del Torinese



Anomalie riscontrate nel ventennio 1999 - 2018 inerenti alle temperature minime annuali.

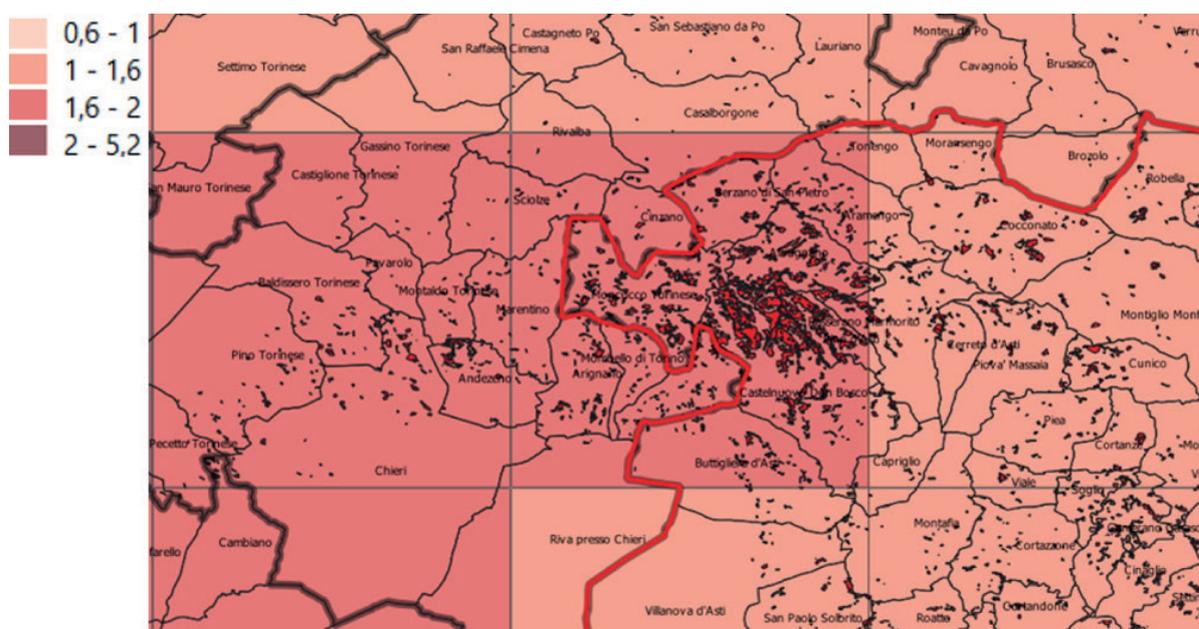
Nella rilevazione delle temperature minime annuali, praticamente tutti i comuni significativi dal punto di vista vitivinicolo hanno subito significative anomalie di temperature, con 1-2 gradi di aumento medio della temperatura nel ventennio di riferimento.

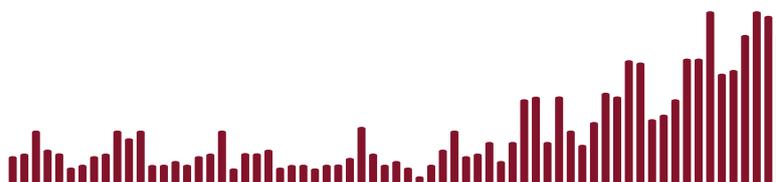




Anomalie riscontrate nel ventennio 1999 - 2018 inerenti alle temperature massime annuali.

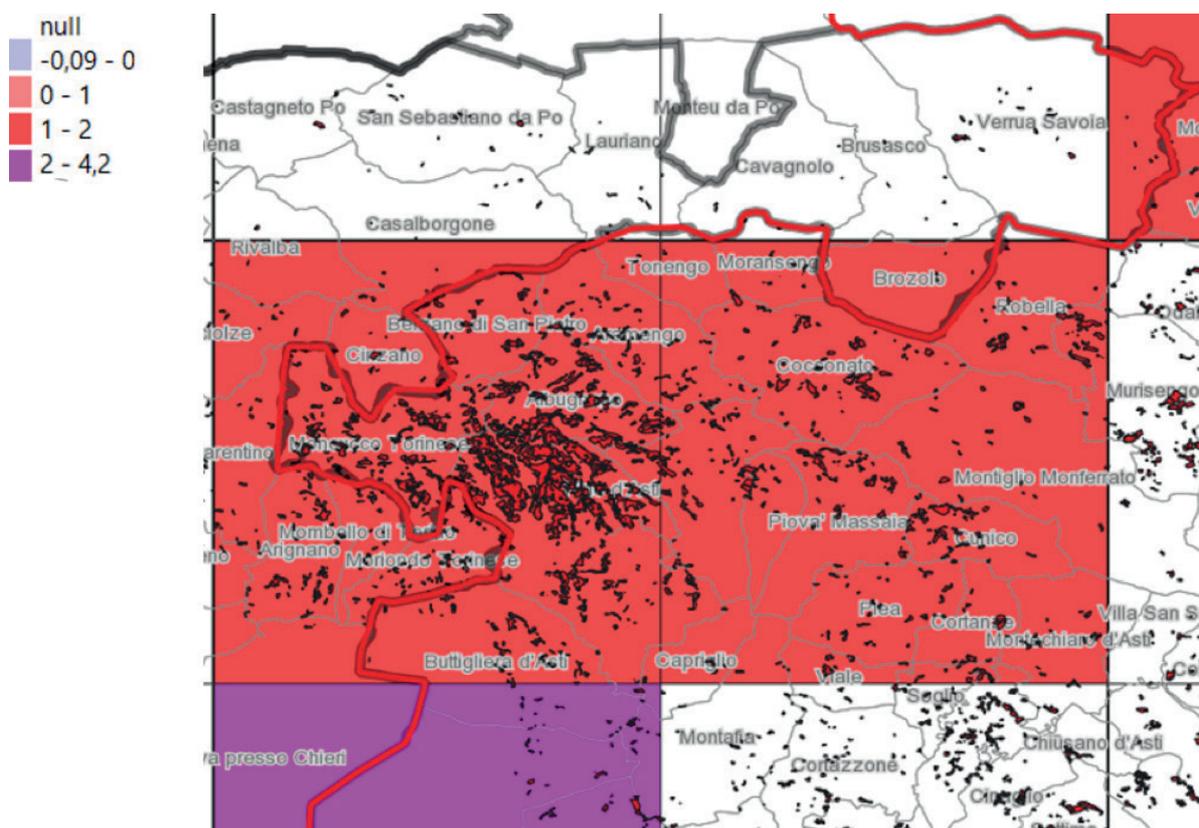
Nella rilevazione delle temperature massime annuali, le maggiori anomalie sono state riscontrate nei comuni di Pino Torinese, Chieri, Andezeno, Baldissero, Pavarolo, Montaldo di Torino, Marentino, Sciolze, Cinzano (da 1,6 a 2 Gradi di aumento medio della temperatura nel ventennio di riferimento). Nel resto dei comuni (Casalborgone, Verrua, San Sebastiano da Po, Lauriano) l'incremento è stato più moderato (da 1 a 1,6 gradi di aumento medio della temperatura nel ventennio di riferimento).





Anomalie riscontrate nel ventennio 1999 - 2018 inerenti alle temperature minime stagionali Stagione dicembre, gennaio, febbraio.

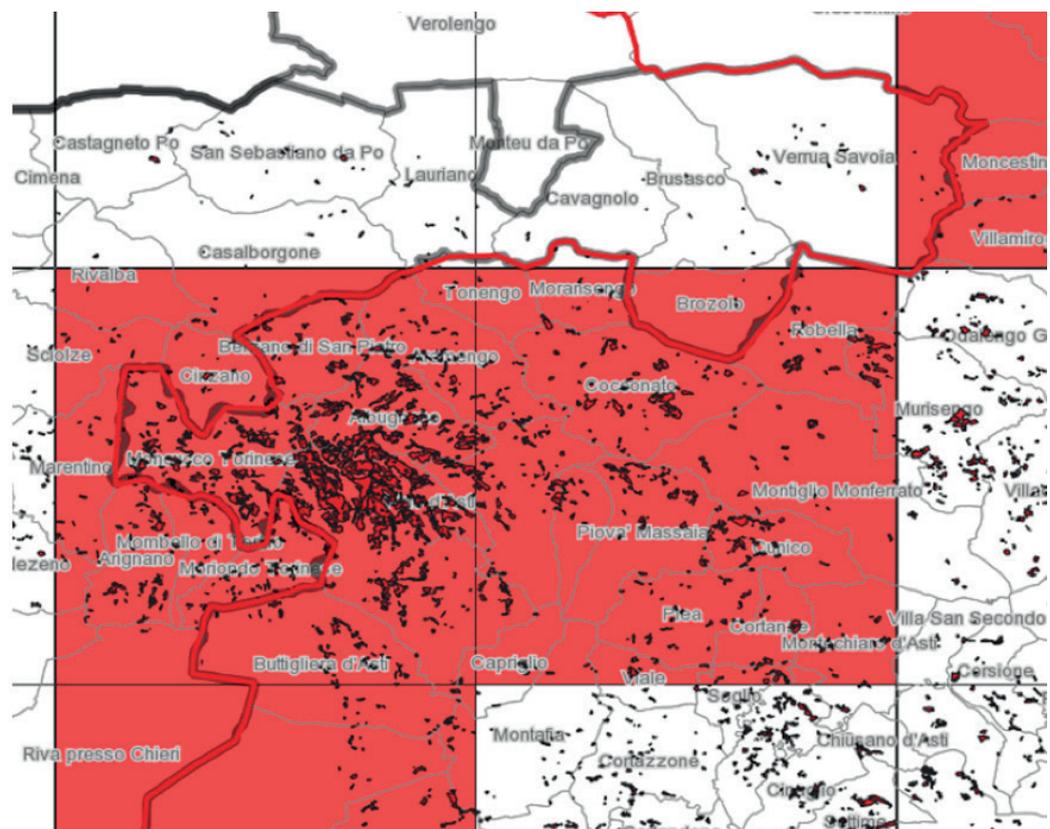
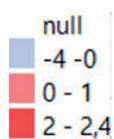
Nella rilevazione delle temperature medie minime dei mesi di dicembre, gennaio, febbraio, le maggiori anomalie riscontrate in territori vitati della collina di Torino si sono rilevate nei comuni di Sciolze, Marentino, Cinzano, Casalborgone, Moriondo, Mombello di Torino, Arignano, Riva presso Chieri (da 1 a 2 gradi di aumento medio della temperatura nel ventennio di riferimento). Nella parte a sud del comune di Riva, anche se non sono state rilevate superfici vitate, l'incremento delle temperature è addirittura arrivato da 2 a 4,2 gradi.

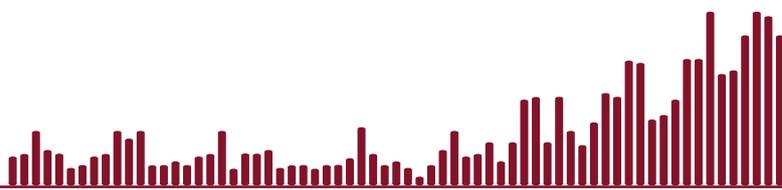




Anomalie riscontrate nel ventennio 1999 - 2018 inerenti alle temperature minime stagionali Stagione marzo, aprile, maggio.

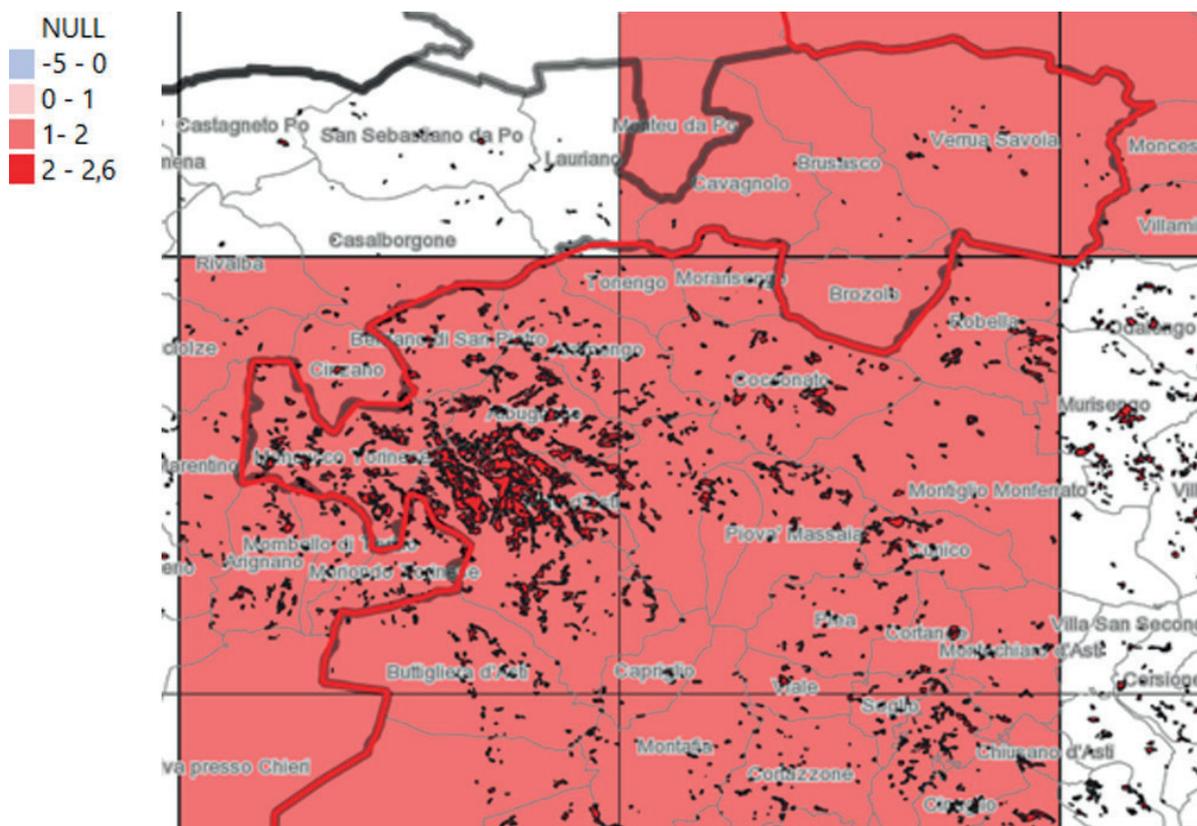
Nella rilevazione delle temperature medie minime dei mesi di marzo, aprile, maggio, le maggiori anomalie riscontrate in territori vitati della collina di Torino si sono rilevate nei comuni di Sciolze, Marentino, Cinzano, Casalborgone, Moriondo, Mombello di Torino, Arignano, Riva presso Chieri (da 2 a 2,4 gradi di aumento medio della temperatura nel ventennio di riferimento).





Anomalie riscontrate nel ventennio 1999 - 2018 inerenti alle temperature minime stagionali Stagione giugno, luglio, agosto.

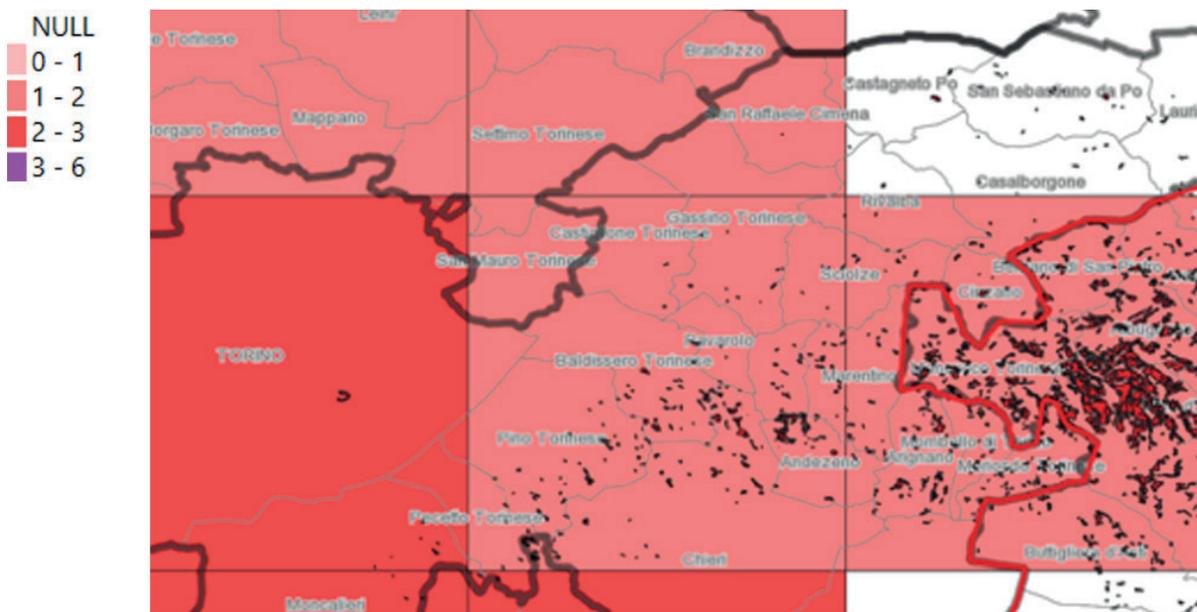
Nella rilevazione delle temperature medie minime dei mesi di giugno, luglio, agosto, le maggiori anomalie riscontrate in territori vitati della collina di Torino si sono rilevate nei comuni di Sciolze, Marentino, Cinzano, Casalborgone, Moriondo, Mombello di Torino, Arignano, Riva presso Chieri, Verrua Savoia, Brusasco, Brozolo (da 1 a 2 gradi di aumento medio della temperatura nel ventennio di riferimento).

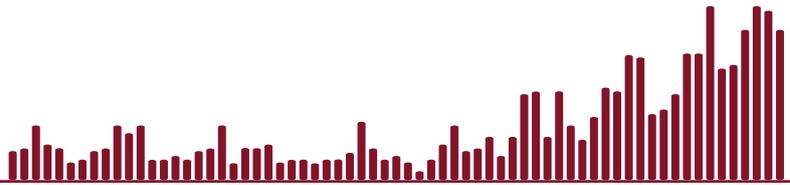




Anomalie riscontrate nel ventennio 1999 - 2018 inerenti alle temperature massime stagionali Stagione giugno, luglio, agosto.

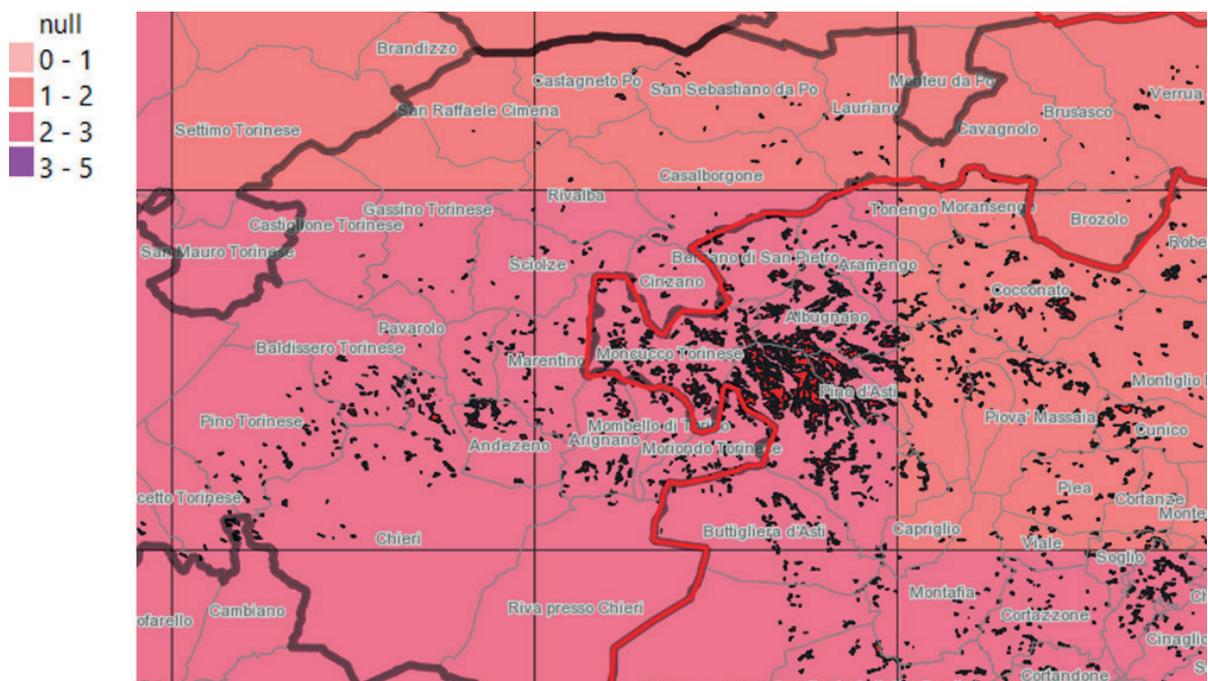
In tutti i comuni dell'area della collina torinese sono state riscontrate lievi anomalie sulle temperature medie massime (escludendo i comuni di San Sebastiano da Po, Castagneto Po, Lauriano, Verrua Savoia e la maggior parte del comune di Casalborgone, i cui dati non sono significativi dal punto di vista statistico). L'incremento varia da 0 ad 1 grado in più ma da un'analisi più dettagliata si è potuto rilevare un incremento medio di circa 0,5 gradi.





Anomalie riscontrate nel ventennio 1999 - 2018 inerenti alle temperature massime stagionali. Stagione settembre, ottobre novembre.

Nella rilevazione delle temperature medie massime dei mesi di settembre, ottobre, novembre, le maggiori anomalie riscontrate in territori vitati della collina di Torino si sono rilevate nei comuni del Chierese (Chieri, Pino torinese, Pecetto, Moriondo, Mombello di Torino, Arignano, Riva presso Chieri) e quelli limitrofi al comune di Cinzano (da 2 a 3 gradi di aumento medio della temperatura nel ventennio di riferimento). Più sensibili (da 1 a 2 gradi di aumento medio della temperatura nel ventennio di riferimento) sono stati gli incrementi nei comuni a nord della Collina Torinese (San Sebastiano da Po, Castagneto Po, Lauriano).

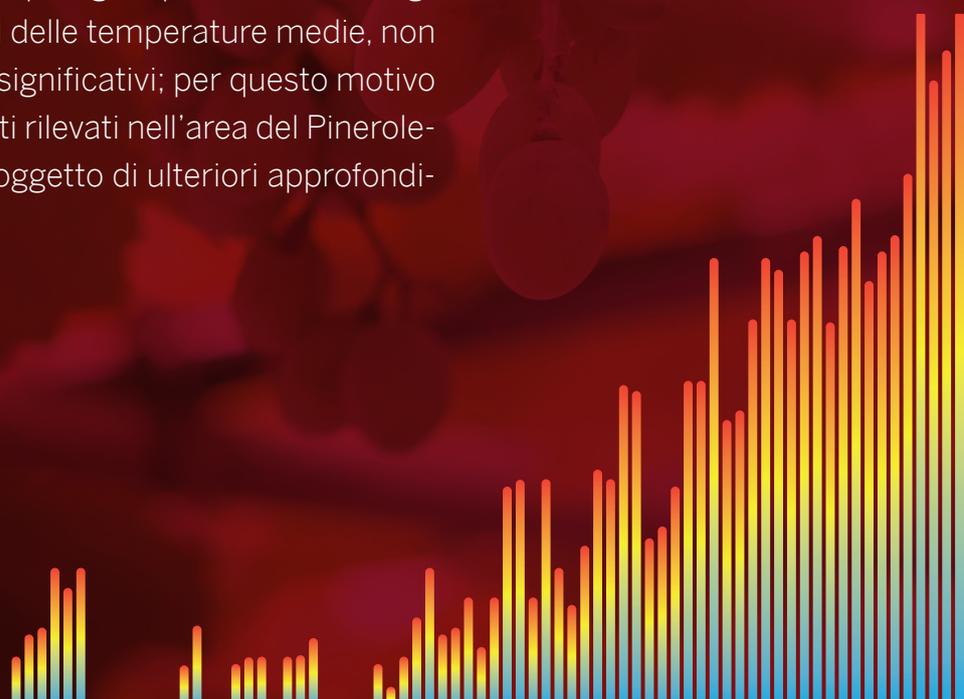




Tali indagini hanno rilevato che nell'ultimo ventennio, le aree vitate della provincia di Torino hanno subito, per la quasi totalità, un incremento delle temperature sia massime che minime di almeno un grado; la distribuzione stagionale di questo incremento è diversificato in relazione all'areale considerato. In base a questi dati abbiamo quindi individuato le aree vitate su cui gli incrementi sono risultati significativi nei periodi in cui la vite è maggiormente influenzata da variazioni climatiche.

Le aree in questione sono quelle di Carema e di Cinzano.

Come specificato nei precedenti paragrafi per alcune aree oggetto di studio sugli incrementi delle temperature medie, non è stato possibile restituire dati significativi; per questo motivo non abbiamo approfondito i dati rilevati nell'area del Pinerolese. Tale zona potrebbe essere oggetto di ulteriori approfondimenti nei progetti futuri.

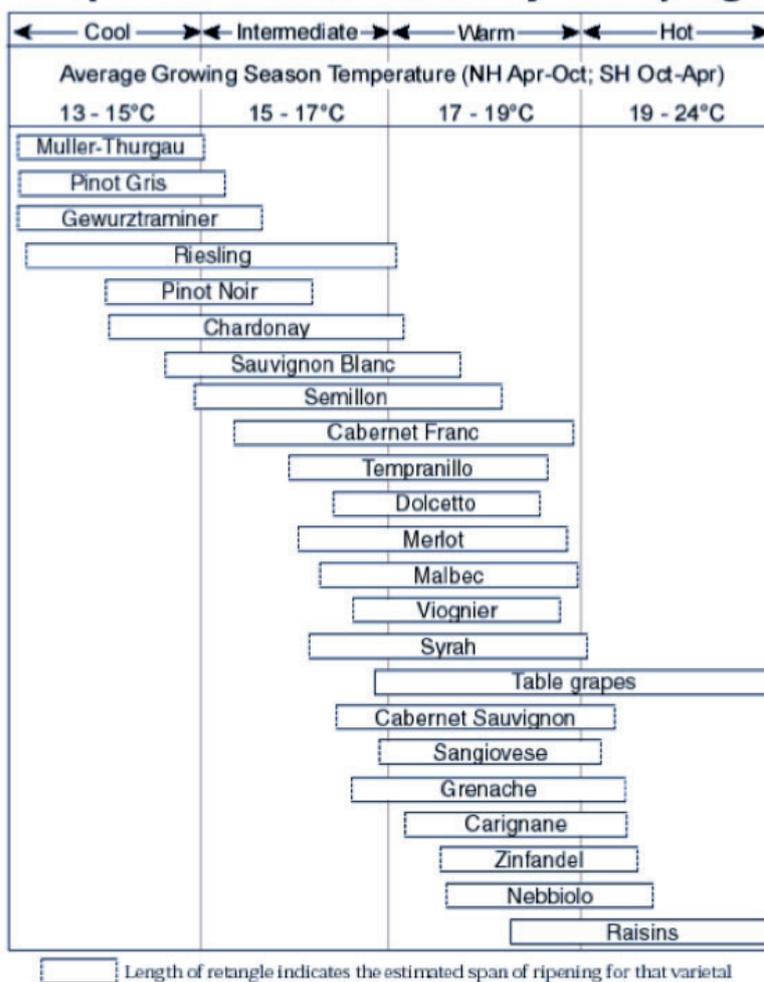


3. Anomalie termiche e fenologia della vite

Nelle nostre aree, così come nella maggior parte delle zone vitate mondiali, la vite si è adattata alle caratteristiche pedoclimatiche locali, sfruttando al massimo le condizioni di temperatura ed umidità per ottimizzare i suoi diversi stadi fenologici. Mutazioni nella distribuzione delle piogge, nelle temperature annuali ma soprattutto stagionali possono determinare variazioni importanti nel ciclo vegeto-produttivo e di conseguenza nelle caratteristiche qualitative del vino.

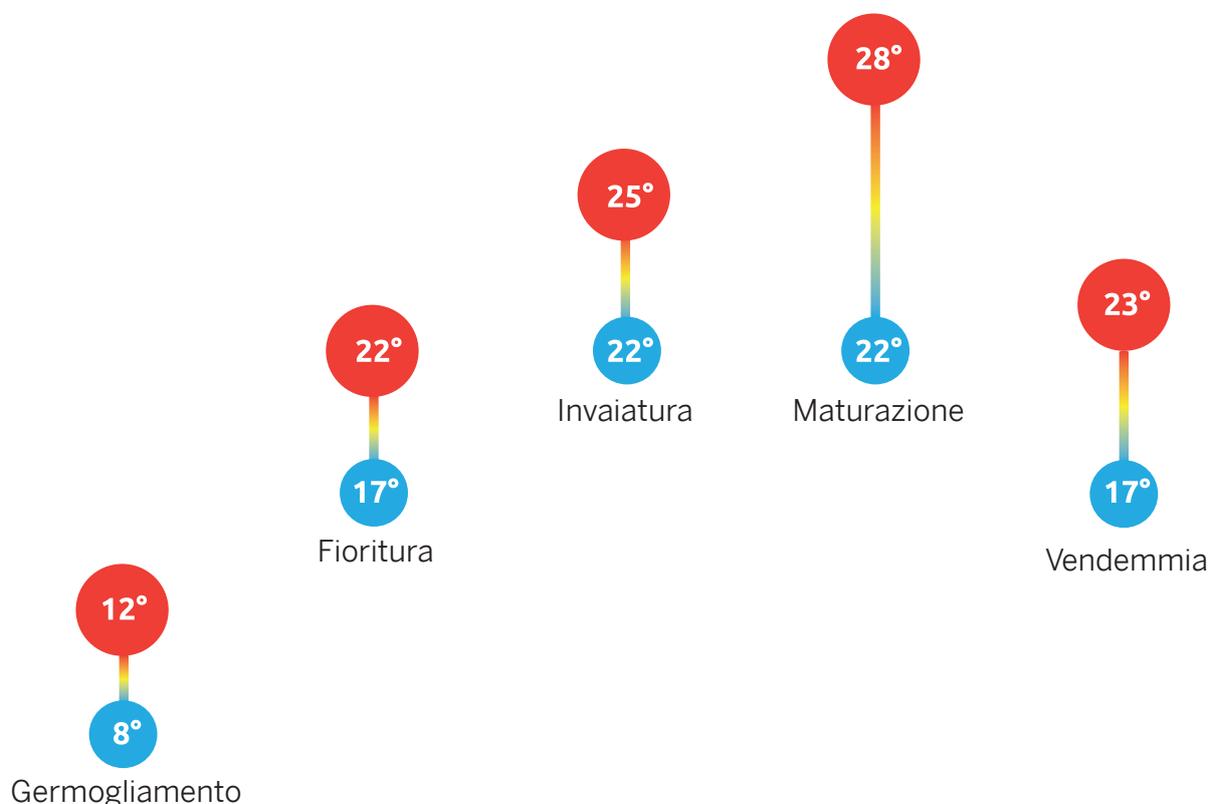
Ogni vitigno si sviluppa in modo ottimale in differenti "range" termici stagionali che procedono da temperature medie più fresche per i vitigni a bacca bianca verso temperature medie più elevate per i vitigni a bacca rossa come descritto nella seguente figura:

Grapevine Climate/Maturity Groupings



Schema dedotto da: JONES G.V., 2006. *Climate and Terroir: Impacts of Climate Variability and Change on Wine*. In *Fine Wine and Terroir - The Geoscience Perspective*. Macqueen, R.W., and Meinert, L.D., (eds.), Geoscience Canada Reprint Series n.9, Geological Association of Canada, St. John's, Newfoundland, 247 pp.

In linea generale è comunque considerato ottimale per la vite un clima che preveda le seguenti temperature a seconda dei differenti stadi di sviluppo:



Variazioni che si discostino da questi *range* possono determinare situazioni di stress e alterazioni delle qualità dei vini tipici di ogni zona.

Per la fase di germogliamento sono stati elaborati dei modelli che si basano sull'accumulo di "unità caldo" (*forcing units*) a partire da una data fissa e sono conosciuti come "*Thermal time models*".

Ad esempio, alcuni modelli considerano avviata la fase di germogliamento quando per cinque giorni consecutivi le medie di temperatura giornaliera superano i 10° C e per i successivi cinque giorni non ci sono temperature più basse di 10°C o non capitano eventi di freddo prolungato.

Altri modelli prendono in considerazione anche il periodo di riposo invernale che viene suddiviso in "dormienza" in cui il germogliamento è inibito da fattori endogeni e "quiescenza" in cui le gemme sono fisiologicamente pronte a svilupparsi ma solo con condizioni ideali di temperatura. La durata della dormienza si calcola in "unità freddo" (*chilling units*) calcolate sulla base della media giornaliera a partire dal 1° settembre e fino al raggiungimento di una sommatoria critica. Da questo momento inizia il calcolo delle "*forcing units*" che, raggiunta un'altra sommatoria critica, daranno origine al germogliamento. Le variazioni nelle temperature nella stagione invernale possono

di conseguenza alterare questo ciclo (allungandolo con temperature più miti o accorciandolo con temperature più basse) e determinare, nel caso di innalzamenti significativi delle temperature medie, una riduzione del periodo di accumulo delle riserve di carboidrati e di conseguenza successive situazioni di stress e di indebolimento della vite stessa, rendendola di conseguenza più soggetta ad attacchi patogeni.

Durante il periodo di fioritura, innalzamenti eccessivi della temperatura al di sopra dei valori ottimali, possono determinare abscissione dei grappolini con perdita parziale della produzione, inattivazione di enzimi e parziale o totale caduta dei fiori. Anche una concentrazione maggiore delle piovosità in questo periodo, come si è spesso verificato negli ultimi anni, comporta la mancata impollinazione o addirittura, per alcune cultivar, la trasformazione delle infiorescenze in viticci.

Le condizioni ottimali per le fasi successive all' invaiatura prevedono poi temperature più moderate e maggiori escursioni termiche tra il giorno e la notte, favorevoli l'accumulo degli zuccheri, un corretto equilibrio tra questi, la componente acidica, quella aromatica e quella fenolica. Cicli troppo brevi causati da temperature estive troppo alte determinano uno scadimento delle caratteristiche qualitative. Temperature superiori ai 35° C causano poi il rallentamento della fotosintesi, con conseguente minori colorazioni (per la minore produzione di antociani) e perdita parziale o totale della componente aromatica.

Le analisi sulle eventuali anomalie riscontrabili negli ultimi vent'anni, e nelle differenti fasi di sviluppo saranno oggetto di studio della prossima fase del progetto.

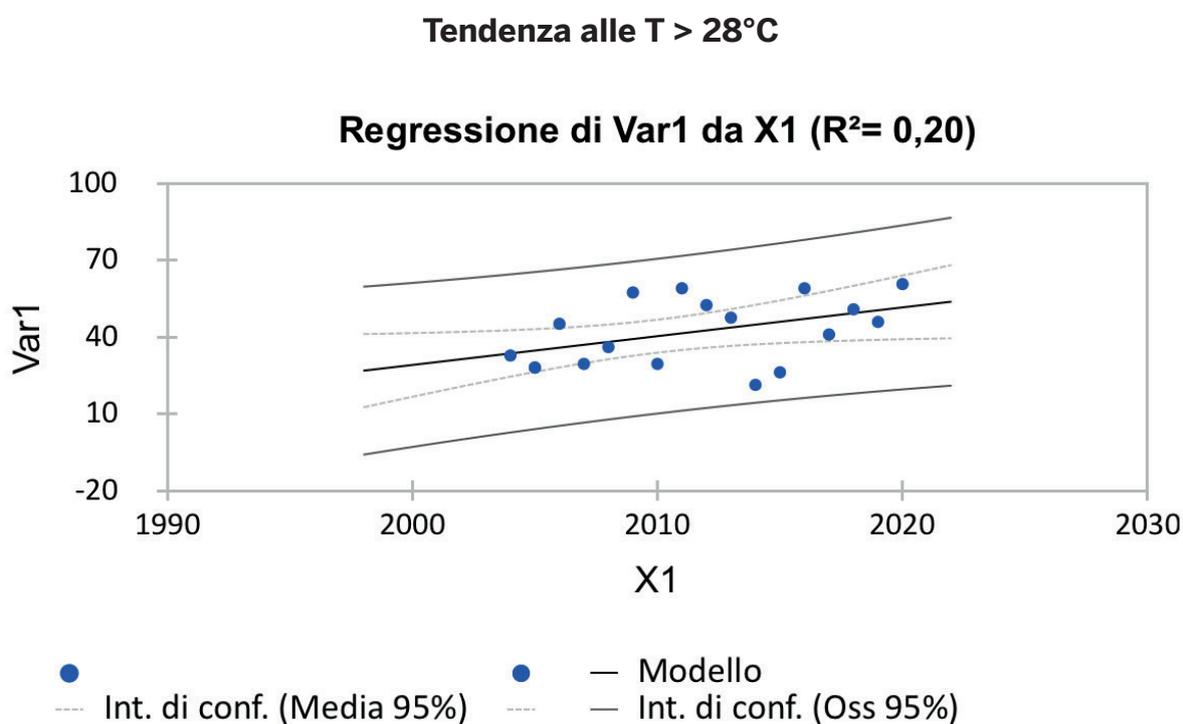
A titolo di esempio si riportano comunque quelle già evidenziate nella zona di Carema e in quella di Chieri inerenti la fase della maturazione con conseguenti prevedibili modificazioni nelle caratteristiche dei vini prodotti ancora da indagare.

Nelle due zone sono state prese in considerazione i giorni dei mesi di agosto e settembre (mesi in cui avviene la maturazione delle uve) degli ultimi vent'anni con le temperature massime che si discostavano dal *range* considerato ottimale (da 22°C a 28°C). I valori sono stati dedotti dalle centraline della RAM (rete Agrometeorologica Regionale) presenti nelle due zone trasformati poi in dati percentuali, mancando in alcuni anni i dati su tutti i 61 giorni dei mesi di agosto e settembre. Sui dati ottenuti è poi stata fatta un'analisi della varianza con regressione lineare per verificare una eventuale tendenza all'aumento o meno dei giorni con temperature superiori a quelle massime del range considerate ottimali per la maturazione (28°C) o inferiori a quelle minime (22°C).

I risultati ottenuti sono i seguenti.

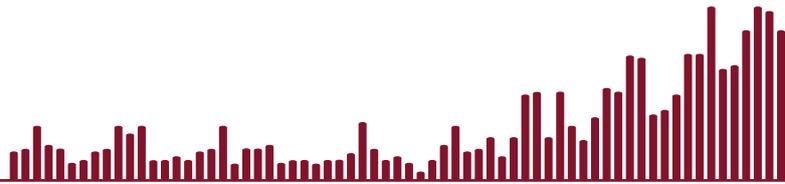
Zona di Carema.

La regressione lineare eseguita indica che negli ultimi vent'anni esiste una tendenza statisticamente significativa all'aumento dei giorni con temperature massime superiori ai 28°C mentre la tendenza a una diminuzione dei giorni con temperature massime inferiori ai 22°C non è significativa. Il risultato è evidenziato dal grafico seguente.



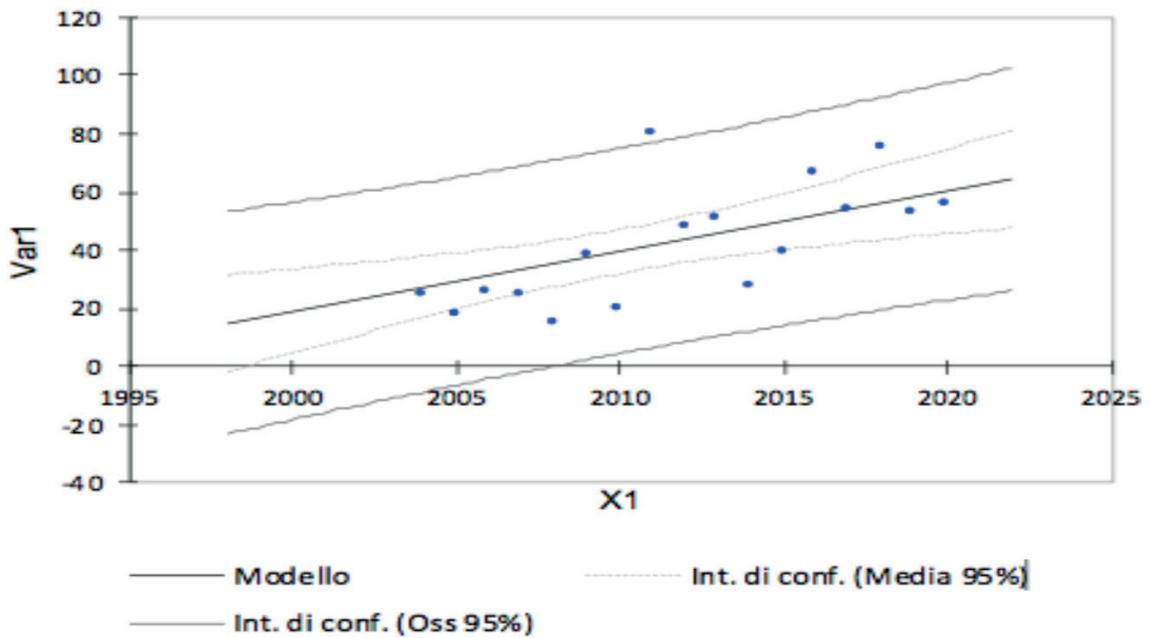
Zona di Chieri.

La regressione lineare eseguita indica che negli ultimi vent'anni esiste una tendenza statisticamente significativa all'aumento dei giorni con temperature massime superiori ai 28°C e a una diminuzione di quelli con temperature inferiori ai 22°C come evidenziato dai due grafici seguenti.



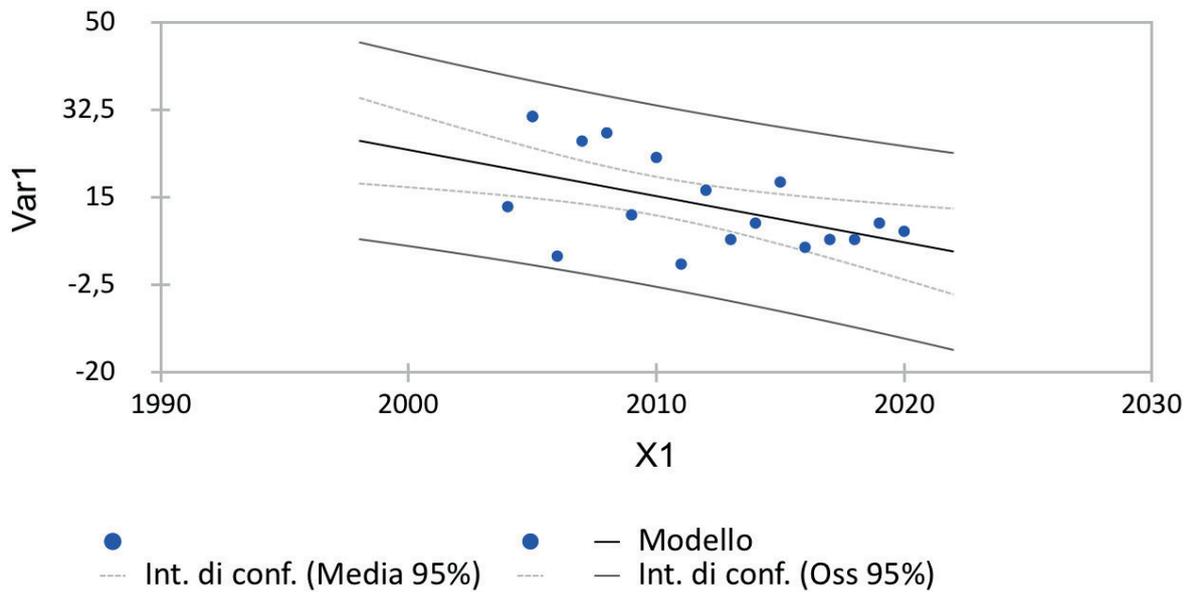
Tendenza alle T > 28°C

Regressione di Var1 da X1 ($R^2=0,39$)



Tendenza alle T < 22°C

Regressione di Var1 da X1 ($R^2=0,33$)





4. Anomalie termiche e principali patogeni della vite (*Plasmopara viticola* e Oidio)

Le due principali patologie infeudate alla vite nei nostri ambienti sono la peronospora *Plasmopara viticola* (Berk. & M. A. Curtis) Bed. & De Toni e l'oidio o mal bianco *Uncinula necator* (Schwein.).

Da ormai molti decenni si sa che i cicli vitali di questi patogeni sono legati strettamente a determinate condizioni climatiche, le cui variazioni possono determinare un aumento o una diminuzione della loro virulenza e del numero di infezioni possibili nel corso della stagione vegetativa della vite.

Sulla base delle conoscenze acquisite nel corso degli ultimi decenni, recentemente sono stati elaborati dei modelli matematici che, elaborando le diverse variabili climatiche rilevate da centraline elettroniche, sono in grado di prevedere con una buona approssimazione il rischio di infezione da peronospora e oidio.

Grazie alla partecipazione al progetto della società 3A di Torino che gestisce la RAM (Rete Agrometeorologica Regionale) e detiene gli algoritmi necessari per le previsioni di infezione, si è potuto applicare i suddetti modelli matematici ai dati climatici rilevati negli ultimi vent'anni dalle centraline meteorologiche presenti nelle aree oggetto di studio e verificare le eventuali variazioni avutesi nello sviluppo delle due principali patologie della vite: la peronospora e l'oidio.

I modelli impiegati sono stati i seguenti.

Peronospora.

Il modello Peronospora è un modello di simulazione dinamico delle infezioni primarie e secondarie della malattia.

I processi di simulazione considerati sono stati presi dalla bibliografia scientifica e tradotti in equazioni fisico-matematiche. Il diagramma relazionale del modello è riportato nella figura sottostante.

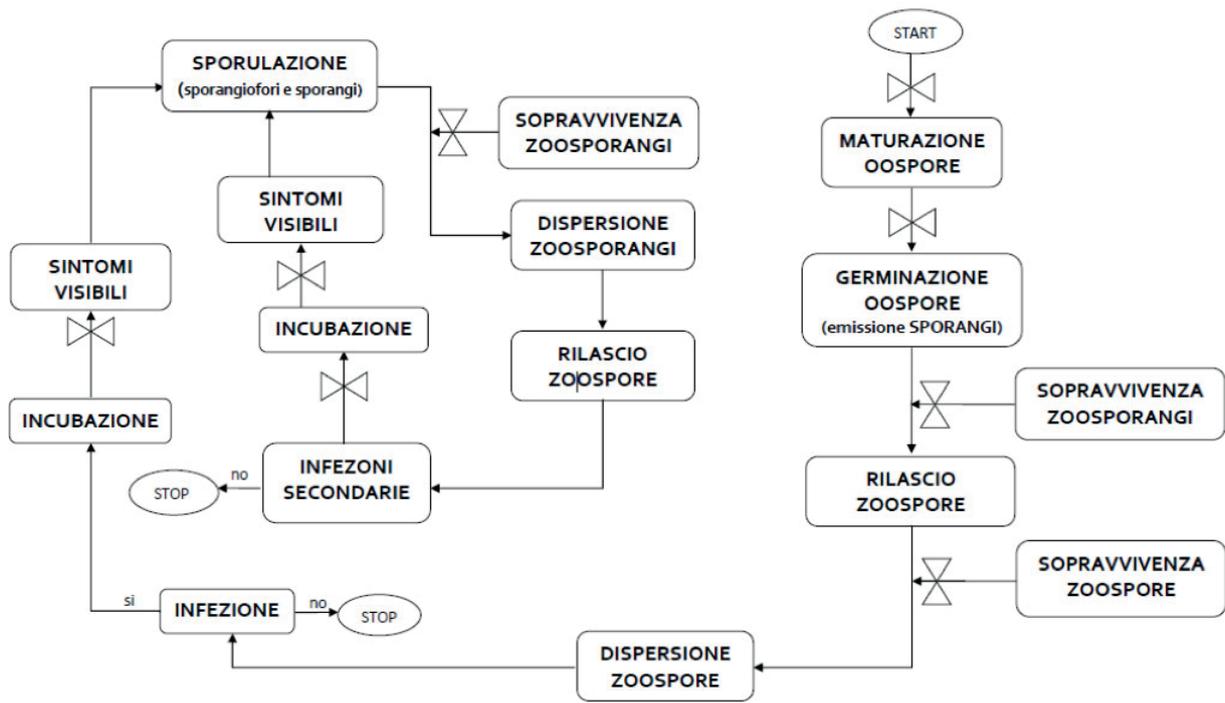


Figura 4: diagramma relazionale del modello

Si basa sui seguenti dati meteorologici a scala oraria:



Temperatura aria (°C)



Umidità aria (%)



Bagnatura foglia (min)



Precipitazione (mm)

Condizioni climatiche avverse in corrispondenza di ogni fase del ciclo infettivo primario e secondario possono portare all'interruzione del processo di infezione:

Blocco INCUBAZIONE per T_{min} giornaliera $< 8^{\circ}C$ oltre alle condizioni esistenti (tabella di Muller- Goidanich) di $T_{med} < 13.5^{\circ}C$ e $T_{med} > 26^{\circ}C$.

Le fasi del ciclo infettivo restituite dal modello sono le seguenti:

- Maturazione oospore
- Germinazione oospore
- Incubazione infezione primaria sporulazione
- Incubazione infezione secondaria

Oidio o Mal Bianco.

Il modello Oidio è stato sviluppato a partire dagli studi del modello tedesco Oidiag (Kast and Bleyer, 2010). I dati di input del modello sono:

- Stadio di sviluppo fenologico “foglie distese”
- Precipitazione giornaliera
- Temperatura media giornaliera
- Ore giornaliere di bagnatura fogliare
- Umidità media giornaliera

Gli output del modello si distinguono in due informazioni:

- La data di prima applicazione del fitofarmaco che tiene conto di 3 variabili:
 1. Stadio di sviluppo fenologico ‘Foglie distese’
 2. La media delle Temperature minime assolute dei 2 inverni precedenti (assunzione è che siano negative e minori di -5).

Il modello prende i dati dall’archivio meteo, se non è presente l’utente inserisce il dato in Configurazione del modello

3. La severità in campo della malattia nell’anno precedente. Scala da 0 a 5.
- L’intervallo massimo di tempo per le successive applicazioni del fitofarmaco a seconda dell’indice di rischio di infezione simulato dal modello

Per calcolare l’intervallo massimo di tempo per le successive applicazioni il modello calcola giorno per giorno 2 indici:

- IndiceRischioOntogenico
- IndiceRischioMeteo

Questi due indici si combinano in un indice di rischio finale (percentuale). Tale indice è il risultato della media pesata negli ultimi 7 giorni del prodotto $\text{IndiceRischioOntogenico} * \text{IndiceRischioMeteo}$

La curva ontogenica è stata ricalibrata sui territori del nord Italia usando dati sperimentali e un modello fenologico per la stima dei giorni di fioritura. Se il dato fenologico

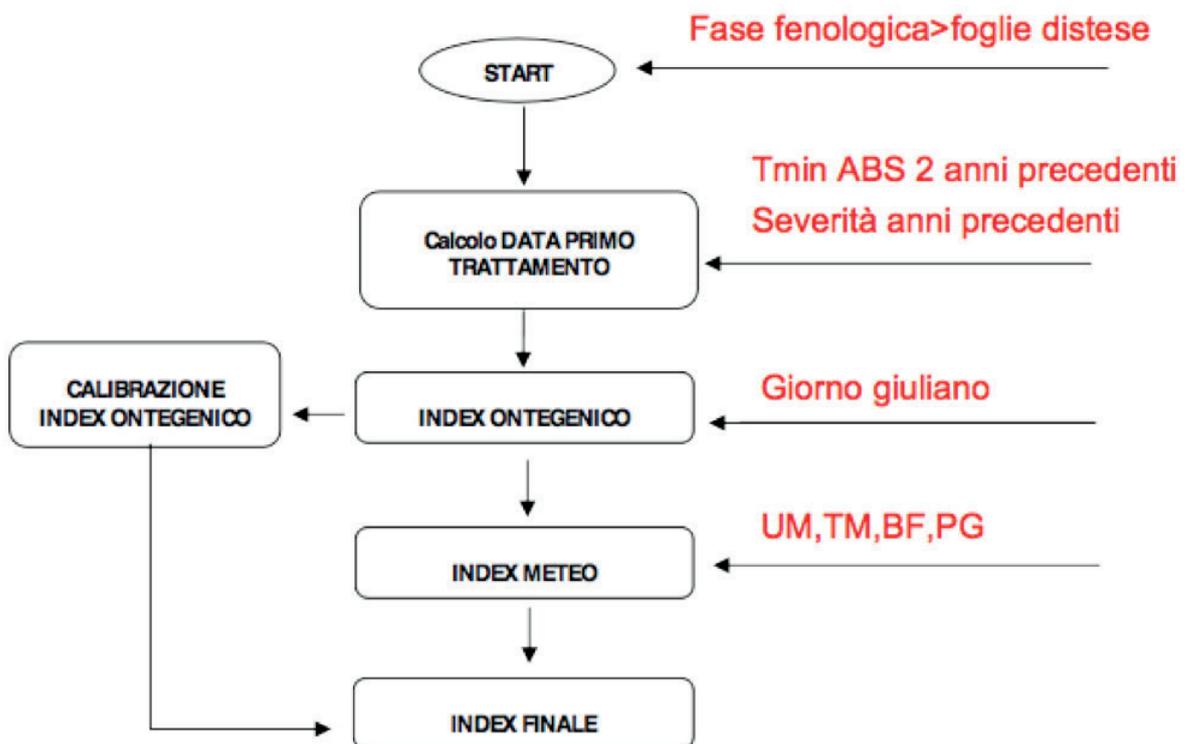
di fioritura è inserito nei monitoraggi dall'utente viene utilizzato il dato reale di campo, anziché la fase simulata dal modello di crescita.

L'intervallo di tempo massimo per le successive applicazioni segue la seguente logica, a seconda dell'Indice Finale di Rischio:

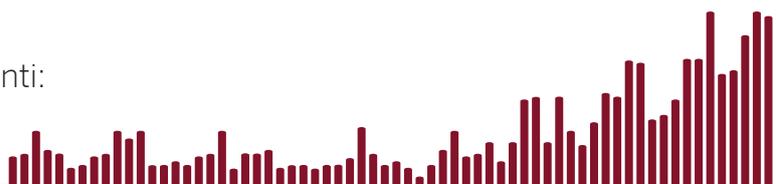
Indice finale	0-30%	31-60%	61/100%
Prodotti di Contatto	10-12 giorni	8-10 giorni	6-8 giorni
Prodotti Sistemici	>=14 giorni	10-14 giorni	8-10 giorni

L'intervallo si riferisce a partire dalla data di ultimo trattamento.

Diagramma relazionale e sviluppo:

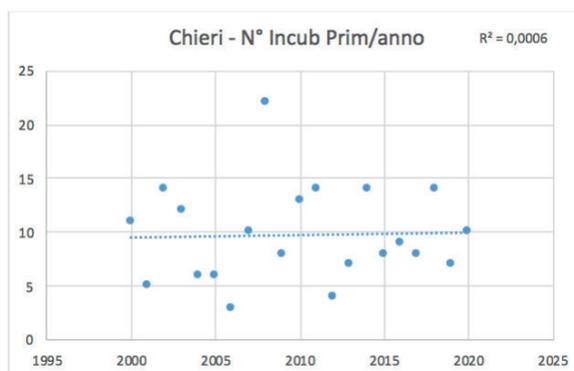
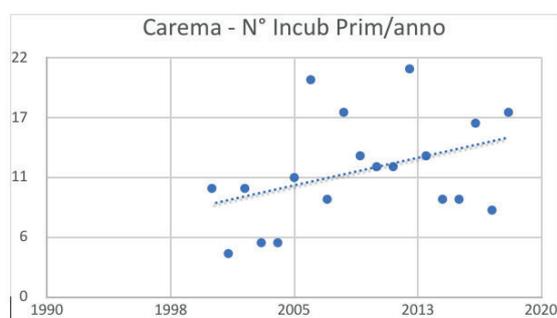


I risultati ottenuti sono i seguenti:



Peronospora.

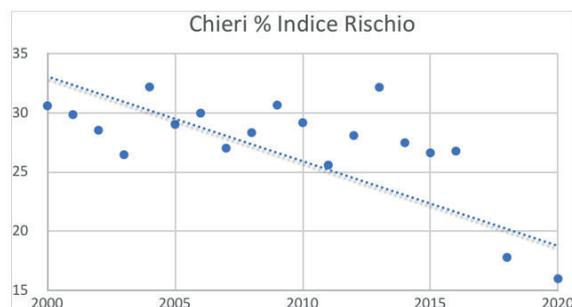
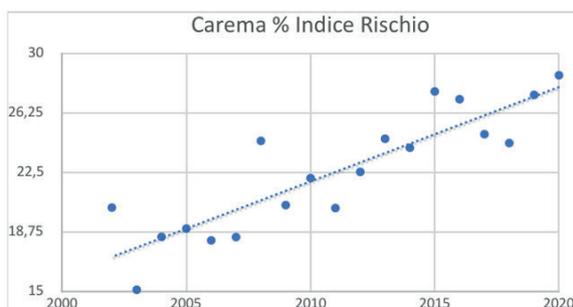
Le regressioni lineari eseguite nelle tre zone oggetto di studio (Carema, Chieri e Luserna San Giovanni¹) indicano che negli ultimi vent'anni esiste una tendenza statisticamente significativa all'aumento del numero di infezioni nella zona di Carema, una assenza di variazioni significative nella zona di Chieri mentre nella zona di Luserna San Giovanni l'analisi della varianza non ha dato risultati significativi.



Oidio o mal bianco.

Per ciò che riguarda questo patogeno i dati relativi alle regressioni lineari evidenziano un significativo aumento delle infezioni (ancora più rilevante rispetto a quello della peronospora) nella zona del Carema e per contro una diminuzione del numero di infezioni nella zona di Chieri.

Anche in questo caso l'analisi della varianza per quel che riguarda i dati del pinerolese non è stata statisticamente significativa.



¹ Il modello matematico è stato applicato ai dati della stazione meteorologica di Luserna San Giovanni che risultava la più vicina e più simile per condizioni pedoclimatiche alla zona oggetto di studio del Pinerolese).



5. Rilievi fenologici, fitopatologici e produttivi anno 2020

Durante la stagione viticola del 2020 sono stati effettuati dei rilievi sullo sviluppo fenologico, sulle patologie e sui dati produttivi nelle tre aree vitivinicole del Canavese, Chierese e Pinerolese in provincia di Torino. Sono state individuate tre aziende, una per ciascuna area, nelle quali sono stati ricercati dei vigneti pilota su cui effettuare i rilievi. Nell'area del Canavese il vigneto pilota è stato scelto nel comune di Settimo Vittone, nel Chierese nel comune di Cinzano e nel Pinerolese nel comune di Prarostino. In ogni azienda sono stati prescelti due vitigni su cui effettuare i rilievi, nel Canavese erbaluce e nebbiolo, nel Chierese freisa e barbera e nel Pinerolese arneis e dolcetto.

Per via della situazione di emergenza sanitaria legata al virus Sars CoV2 non sono stati eseguiti i rilievi nel periodo aprile-maggio.

Nella quarta settimana di giugno sono stati eseguiti i rilievi sui seguenti aspetti: fase pre-chiusura grappolo, patologie presenti, avversità di origine animale, fisiopatie.

A fine luglio i rilievi hanno interessato i seguenti aspetti: stato idrico della pianta, fase invaiatura grappolo, patologie presenti, avversità di origine animale, fisiopatie, n° grappoli per ceppo, morfologia del grappolo.

Nel mese di agosto sono stati osservati la fase maturazione, eventuali patologie presenti, eventuali avversità di origine animale, fisiopatie, la produzione stimata per ettaro (bianchi), il peso medio delle uve per pianta.

Tra il mese di settembre e ottobre sono stati valutati maturazione, patologie presenti, avversità di origine animale, fisiopatie, produzione stimata per ettaro (rossi), peso medio delle uve per pianta, gradi brix alla vendemmia, acidità totale, pH.

Nel periodo invernale 2020-2021 sarà eseguito il rilievo per individuare il peso medio del legno di potatura; nei vigneti campione sono state marcate le piante da cui asportare il legno di potatura per la pesatura. Le fasi fenologiche sono state definite utilizzando la scala BBHC adattata per la vite.

Per l'area del Canavese i vigneti sono stati scelti in una azienda di Settimo Vittone. Anche in questo caso si tratta di una medio-piccola azienda (circa 3 ha) a conduzione

biologica. Le uve prodotte sono tutte vinificate in azienda per la produzione dei seguenti vini DOC: Canavese Rosso e Erbaluce. Sono stati individuati due vigneti, il primo coltivato con il vitigno nebbiolo, allevato a pergola, su una superficie pianeggiante di circa 0,1 ha; il secondo coltivato a erbaluce, sempre allevato a pergola., su una superficie acclive di circa 0,1 ha.

Il primo rilievo è stato effettuato il giorno 22/06/2020, per entrambe le varietà lo sviluppo fenologico è stato individuato come nella fase BBCH 77, cioè di sviluppo dei frutti e in specifico quando gli acini incominciano a toccarsi (chiusura grappolo). Al secondo rilievo, effettuato il giorno 27/07/2020, entrambe le varietà si trovavano nella fase BBCH 80, cioè di inizio maturazione dei frutti. Il terzo rilievo è stato effettuato il 05/10/2020, solamente sulla varietà nebbiolo, che si trovava nella fase BBCH 85 di maturazione dei frutti e in specifico di "addolcimento" degli acini (15° Brix). Durante il rilievo è stato raccolto il dato sul grado zuccherino delle uve. Per quanto riguarda i rilievi fitopatologici è stato osservato lo sviluppo delle due principali patologie fungine, oidio e peronospora, sul nebbiolo è stata riscontrata l'insorgenza delle due patologie, sull'erbaluce è stato osservato solo lo sviluppo della peronospora; i dati saranno successivamente confrontati con l'andamento climatico. Sintomi di black rot sono stati rilevati sull'erbaluce. Su nebbiolo è stato rilevato uno sviluppo di marciume acido durante l'ultimo rilievo di ottobre. Non sono stati osservati sintomi da stress idrico.

Per il Chierese i rilievi sono stati effettuati in una vigna condotta da una azienda, situata nel comune di Cinzano. Il vigneto pilota si trova a una quota di 450 m s.l.m., con esposizione sud, la forma di allevamento è la controspalliera con potatura a guyot. L'azienda è di medie dimensioni (12 ha a vite), le uve prodotte sono tutte vinificate in azienda per la produzione delle denominazioni ricadenti nella DOC Collina Torinese con i vitigni freisa, barbera e malvasia e un vino bianco da uve chardonnay. Sono stati individuate due aree, una coltivata con il vitigno freisa e l'altra con il vitigno barbera. Il primo rilievo è stato effettuato il giorno 26/06/2020 su entrambe le varietà: la freisa si trovava nella fase BBCH 77, cioè di sviluppo dei frutti e in specifico con gli acini che cominciano a toccarsi (chiusura grappolo); la barbera nella fase BBCH 75, sviluppo dei frutti e in specifico acini delle dimensioni di un pisello (6 mm). Al secondo rilievo, effettuato il giorno 25/07/2020, entrambe le varietà si trovavano nella fase BBCH 79, cioè di sviluppo dei frutti con la maggior parte degli acini che si toccano. Il terzo rilievo è stato effettuato il 25/08/2020, sia la freisa sia la barbera si trovavano nella fase BBCH 83 di maturazione dei frutti e in specifico nella fase in cui tutte le bacche hanno cambiato consistenza e colore. Per quanto riguarda i rilievi fitopatologici in questo vigneto non sono state riscontrate patologie fungine né di altra natura. Durante il terzo rilievo è stata osservata una ustione da caldo su foglie e frutti. Non sono stati osservati sintomi da stress idrico.

Per il Pinerolese i rilievi sono stati effettuati in una vigna condotta da una azienda a conduzione biologica, situata nel comune di Prarostino. Il vigneto pilota si trova a una

quota di 450-500 metri slm, con esposizione sud e un sesto di impianto di 0,8x3,5 m, la forma di allevamento è la controspalliera con potatura a guyot. L'azienda è di piccole dimensioni (circa 1,5 ha vitati) a gestione familiare, le uve prodotte sono tutte vinificate in azienda per la produzione dei seguenti vini DOC: Pinerolese Dolcetto, Pinerolese Barbera-Syrah e Pinerolese Rosso, più un vino da tavola bianco. Sono stati individuati e segnati due filari, uno di vitigno dolcetto e l'altro di arneis. Il primo rilievo è stato effettuato il giorno 23/06/2020 su entrambe le varietà: il dolcetto si trovava nella fase BBCH 73, cioè di sviluppo dei frutti e in specifico acini delle dimensioni di un granello di pepe (4 mm); l'arneis nella fase BBCH 75, sviluppo dei frutti e in specifico acini delle dimensioni di un pisello (6 mm). Al secondo rilievo, effettuato il giorno 23/07/2020, entrambe le varietà si trovavano nella fase BBCH 79, cioè di sviluppo dei frutti con la maggior parte degli acini che si toccano. Durante il secondo rilievo sono stati inoltre conteggiati i grappoli per pianta, che sono risultati mediamente 7-8 per il dolcetto e 9-10 per l'arneis. Il terzo rilievo è stato effettuato il 27/08/2020, sia il dolcetto sia l'arneis si trovavano nella fase BBCH 85 di maturazione dei frutti e in specifico di "addolcimento" degli acini (15° Brix). Durante il quarto rilievo post-vendemmia del 27/10/2020 sono stati raccolti i dati sulla produzione media e sul grado zuccherino delle uve delle due varietà, inoltre sono stati raccolti i dati relativi alle caratteristiche del vino alla fine della fermentazione alcolica. Per quanto riguarda i rilievi fitopatologici è stato osservato lo sviluppo delle due principali patologie fungine, oidio e peronospora; su entrambe le varietà è stato riscontrato l'insorgenza delle due patologie, i dati saranno successivamente confrontati con l'andamento climatico. Sintomi di flavescenza sono stati rilevati anch'essi su entrambe le varietà su un numero esiguo di piante. Non sono stati osservati sintomi da stress idrico.



6. Interviste ai produttori vitivinicoli anno 2020

Nel corso della stagione sono state realizzate delle interviste ad alcuni produttori, attivi nelle tre aree vitivinicole del Canavese, Chierese e Pinerolese. Le interviste sono state condotte allo scopo di verificare le testimonianze dirette, sulla percezione degli eventuali cambiamenti di diversi parametri e aspetti, legati alla coltivazione della vite e alla produzione del vino con riferimento agli ultimi 20 anni. È stato redatto un questionario composto da 20 domande sugli aspetti legati alla gestione della vigna e 6 domande riguardanti l'attività di cantina. Le interviste sono state realizzate o direttamente nelle aziende con i titolari delle stesse, oppure in alcuni casi via telefono; nel primo caso oltre alla trascrizione delle risposte, le interviste sono state registrate.

Per la zona del canavese sono state intervistati 5 produttori nei seguenti comuni: Candia, Carema, Mazzé, Piverone e San Giorgio Canavese. Per la zona del pinerolese un produttore nel comune di Prarostino e uno nel comune di Pomaretto.

Dalle risposte dei viticoltori sono emersi i seguenti aspetti principali.

Nella maggior parte dei casi la superficie aziendale vitata è aumentata, poiché si tratta di aziende che si sono via via specializzate negli ultimi 20 anni. Solo in un caso la superficie è diminuita, in particolare è una azienda gestita come seconda attività per passione. Due aziende invece non hanno riportato variazioni della superficie.

Per quanto riguarda i vitigni solo in un caso sono stati introdotti nuovi vitigni, in particolare il Bian Ver e l'Albarossa, per maggiore resistenza alle malattie, buon grado zuccherino e adattabilità alla zona. La maggioranza delle aziende ha mantenuto i vitigni già presenti anche se in un caso è segnalato l'aumento della superficie a nebbiolo. È stato chiesto anche se sono cambiati i portinnesti, nella maggior parte dei casi sono rimasti gli stessi, in particolare il Kober. Due aziende hanno riportato l'introduzione e l'aumento dell'uso del Gravesac, che ha dato buoni risultati.

La totalità delle aziende ha affermato di aver notato un anticipo di una o più fasi vegetative e la maggior parte delle aziende ha indicato un anticipo su tutte le fasi vegetative dal germogliamento fino alla vendemmia. Un paio di aziende, pur avendo osservato

un anticipo più o meno importante dal germogliamento alla maturazione, non hanno voluto sbilanciarsi su un anticipo significativo della data di vendemmia. La maggior parte delle aziende ha indicato che tale anticipo è stato osservato in maniera uguale su tutti i vitigni.

Per quanto riguarda le patologie, le aziende del canavese hanno indicato un aumento del mal dell'esca e del black rot, mentre per oidio e peronospora non riferiscono variazioni significative. Solo una azienda del pinerolese, dove invece il mal dell'esca non risulta aumentato, ha riferito di aver notato un aumento dell'incidenza sia dell'oidio sia della peronospora. La maggior parte delle aziende ha segnalato invece un aumento generale della flavescenza dorata.

Quasi tutte le aziende hanno segnalato la comparsa e il graduale aumento della *Drosophila suzukii* tra gli insetti, molte aziende la cimice asiatica e una azienda una invasione di *Anomala vitis*. Solo una azienda ha riportato un aumento della presenza della tignoletta della vite.

Per quanto riguarda gli eventi atmosferici, solo una azienda ha riferito un aumento significativo di danni da gelate nell'ultimo ventennio, mentre un'altra azienda ha indicato un aumento delle grandinate.

Tutte le aziende tranne una hanno affermato di avere assistito ad un graduale aumento del grado zuccherino delle uve, in alcuni casi anche di 3 gradi Babo. Questo aumento è stato riscontrato un po' per tutti i vitigni coltivati. Alcune aziende hanno indicato anche una diminuzione dell'acidità.

Queste variazioni delle caratteristiche qualitative delle uve si ripercuotono ovviamente sulle caratteristiche qualitative dei vini: tutte le aziende, tranne quella che non ha indicato variazioni del grado zuccherino, hanno riportato un significativo aumento del grado alcolico, alcuni hanno indicato una diminuzione dell'acidità, una intensificazione del colore e un aumento della conservabilità dei vini.

È stato domandato alle aziende se c'è stato un aumento delle produzioni di vini bianchi rispetto ai rossi.; tre aziende hanno risposto in maniera affermativa a questa domanda, delle quali due sono nella zona del pinerolese.

Quasi tutte le aziende non si sono sbilanciate sulle motivazioni che possono aver portato a queste variazioni: hanno indicato che almeno il 50% è dovuto alla variazione delle tecniche enologiche e l'altro 50% circa può essere causato dalle variazioni climatiche, in particolare dall'aumento delle temperature.

7. Considerazioni conclusive

Il cambiamento climatico in atto è ormai un fenomeno generalmente accettato dalla maggioranza della comunità scientifica internazionale ed è oggetto di studio da parte di molti enti di ricerca. Tuttavia, la percezione dei suoi effetti nel futuro prossimo non sempre è così evidente negli organismi preposti alla gestione del territorio e alla formulazione delle politiche di sviluppo delle attività produttive. Quali scenari interesseranno i nostri territori nel prossimo futuro?

Spesso il cambiamento viene considerato come un fenomeno con ripercussioni più a livello globale che locale. Diventa quindi difficile ipotizzare i possibili cambiamenti che dovranno essere affrontati dalle comunità locali negli scenari futuri che ci aspettano. Indagini e studi come quelli realizzati dal gruppo di lavoro presente servono proprio a far aumentare la consapevolezza di chi è coinvolto nella gestione del territorio e a dare degli strumenti utili per la sua fruizione nel rispetto delle aspettative produttive sia della generazione attuale che di quelle future.

Lo studio sull'influenza dei cambiamenti climatici negli areali viticoli della provincia di Torino, il primo ad essere stato realizzato, ha fornito dati altamente significativi, utili per lavori ulteriori, sulle modificazioni avvenute negli ultimi vent'anni e sulle conseguenze che si sono avute e si avranno nella coltivazione della vite e nella produzione di vini di qualità.

Le variazioni in aumento delle temperature sia come media annuale che stagionale sono state in molte zone come quella di Carema o della Val di Susa (ancora da approfondire) superiori alle previsioni e indicano che questa tendenza continuerà nei prossimi anni. Le conseguenze saranno ad esempio un ripensamento sul divieto di impiego dell'irrigazione, specie nei primi anni di impianto o in annate particolarmente calde, una maggior attenzione alla scelta dei vitigni e dei portainnesti da impiegare nei nuovi impianti e un aggiornamento delle aree vocate per la produzione di vini DOC e DOCG. La maggiore insolazione che si verifica in genere nei mesi più caldi estivi comporterà una maggiore sensibilità delle uve alle ustioni da caldo con relativo scadimento della

qualità delle uve. Sarà quindi necessario avviare dei lavori che individuino le strategie migliori per mitigare questo fenomeno (impiego di sostanze antistress, cambiamento delle pratiche colturali, miglioramento delle resistenze indotte nella vite)

L'applicazione dei modelli matematici ai dati climatici degli ultimi vent'anni ha evidenziato come le zone con maggiori anomalie come quella di Carema abbiano conseguentemente subito modificazioni anche nelle problematiche fitosanitarie legate alla coltivazione della vite con una maggiore incidenza della peronospora ma soprattutto dell'oidio.

Sarà necessario estendere queste osservazioni anche all'area della Val di Susa che in questa prima fase non è stato possibile analizzare, approfondendo inoltre le conoscenze sulle altre zone, verificando gli effetti delle variazioni non solo annuali ma stagionali sia sulla fenologia della vite sia sui cambiamenti nelle patologie e nelle fisiopatie da stress legate ad aumenti delle temperature, variazioni nella distribuzione annuale e stagionale delle precipitazioni, variazioni nelle "unità di freddo" e siccità prolungate. Il cambiamento climatico ha inoltre determinato nelle nostre zone la diffusione di nuove avversità che vent'anni fa erano già presenti ma solo sporadicamente come il black rot *Guignardia bidwellii* (Ellis) Viala & Ravaz o del tutto assenti come la cimice asiatica *Halyomorpha halys* Stål o la mosca asiatica *Drosophila suzukii* Matusumura.

Quali potranno essere le risposte possibili a questi mutamenti nelle problematiche fitosanitarie legate alla coltura della vite?

In un'ottica di sostenibilità occorrerà sperimentare nuove strategie alternative a quelle chimiche attraverso prove di campo e attività dimostrative che offrano alle aziende viticole le necessarie informazioni e tecnologie innovative che consentano di mantenere i livelli produttivi senza per contro aumentare l'impatto ambientale.

Le informazioni ottenute e gli scenari possibili andranno successivamente correlati alle eventuali e probabili variazioni nelle caratteristiche qualitative dei vini prodotti nelle differenti zone DOC e DOCG. Analisi di laboratorio potranno dare utili indicazioni sulle eventuali modifiche avvenute in questi due decenni nelle caratteristiche dei vini prodotti sia in senso peggiorativo ma anche migliorativo.

Infine, la prosecuzione della raccolta dati sui vigneti campione individuati nel corso del 2020 e l'estrapolazione dei modelli matematici sui prossimi 10 anni consentirà di individuare i possibili scenari climatici e le conseguenti variazioni nella fenologia e nelle patologie della vite a cui potranno andare incontro i viticoltori della provincia torinese; le attività di campo previste dal progetto consentiranno di offrire delle soluzioni possibili per la mitigazione delle conseguenze negative delle anomalie individuate ma anche di offrire degli utili strumenti per la revisione dei disciplinari di produzione e per una eventuale ridefinizione delle aree vocate.

Bibliografia consultata

- **MODELLI MATEMATICI PER L'ANALISI DELLA VARIABILITÀ SPAZIO-TEMPORALE DELLA FENOLOGIA DELLA VITE.** Dottorato di ricerca in viticoltura, enologia e marketing delle imprese vitivinicole ciclo XXIV, Università degli Studi di Padova
- Salinari, F., et al. **"PERONOSPORA DELLA VITE E VARIAZIONI DEL CLIMA IN PIEMONTE: INDAGINE STORICA E PROIEZIONI FUTURE."** (2004)
- Botarelli, L. **"RISCHIO CLIMATICO E DESERTIFICAZIONE"** (2007) *Italian journal of agrometeorology* (1) – supplemento
- Bosello, Francesco, Luca Marazzi, and P. A. L. D. Nunes. **"LE ALPI ITALIANE E IL CAMBIAMENTO CLIMATICO: ELEMENTI DI VULNERABILITÀ AMBIENTALE ED ECONOMICA, E POSSIBILI STRATEGIE DI ADATTAMENTO."** Report prepared for the APAT Workshop on "Cambiamenti climatici e ambienti nivo-glaciali: scenari e prospettive di adattamento", Saint-Vincent. 2007.
- Jones, Gregory V. **"IL CAMBIAMENTO CLIMATICO: OSSERVAZIONI, PROIEZIONI E CONSEGUENZE SULLA VITI-VINICOLTURA 1."** *Italus Hortus* 15.1 (2008): 3-13.
- Di Lena, Bruno, et al. **"ANALISI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI IN ALCUNE AREE VITICOLE DELLA REGIONE ABRUZZO."** *Italus Hortus* 17.3 (2010): 461-466.
- Zottele, Fabio, and Etienne Delay. **"È POSSIBILE DESCRIVERE LA RESISTENZA DEI PAESAGGI VITATI DI MONTAGNA UTILIZZANDO UN TERRITORIO VIRTUALE? IL CASO TRENINO."** *Territoires du vin* 6 (2014).
- Biancotti, Augusto, Massimiliano Fazzini, and Simona Fratianni. **"CLIMA E TERROIR IN DUE DIVERSE AREE DELLE ALPI ITALIANE: LA VALLE DI SUSÀ (PIEMONTE) E LA VAL D'ADIGE (TRENINO)."** *Bollettino della Società Geologica Italiana, Volume Speciale* 6 (2006): 211-219.
- Puglisi, A., F. Pastore, and S. Orlandini. **"ANALISI DELLA VARIABILITÀ CLIMATICA IN DIFFERENTI ZONE DEL TERRITORIO ITALIANO. IMPLICAZIONI PER LA VITICOLTURA."** *Rivista Italiana di agrometeorologia*, 9.1, (2005): 70 – 71
- Cicogna, Andrea, and Enrico Peterlunger. **"FRIULI VENEZIA GIULIA: SCELTE VARIETALI IN VITICOLTURA IN RELAZIONE ALLE MUTATE CONDIZIONI CLIMATICHE."** *Atti XIII Convegno Nazionale di Agrometeorologia* (2010): 99-100.

