

**STUDIO DELLE GELATE TARDIVE E PRECOCI  
VERIFICATE SI NELLA PIANURA VENETA  
NEL PERIODO 1992 – 2001**

**Analysis of late spring and early autumn frost events on Veneto  
Plain in the period 1992-2001**

M. Borin<sup>1</sup>, G. Tridello<sup>2</sup>, A. Barbi<sup>2</sup>

**Riassunto**

Utilizzando i dati acquisiti dalla rete agrometeorologica di pianura del Centro Meteorologico di Teolo, Azienda specializzata dell'ARPAV (Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto), si è iniziato uno studio volto all'individuazione e alla caratterizzazione delle gelate advettive, con i seguenti obiettivi: 1) valutare la frequenza, il periodo, la persistenza e la severità dei fenomeni; 2) verificare la distribuzione territoriale; 3) individuare le possibili conseguenze sulle colture presenti nel territorio; 4) trovare possibili correlazioni con le configurazioni bariche sul Mediterraneo e sul Continente Europeo nei giorni precedenti gli eventi di gelata.

In questo lavoro verranno presentati i risultati relativi ai primi due obiettivi. Dai dati raccolti da 70 stazioni, ben distribuite nella pianura veneta, sono stati selezionati e studiati 6 eventi di gelate tardive primaverili e 8 di gelate precoci autunnali. Si è osservato, nel complesso, che la distribuzione territoriale del fenomeno tende a ripetersi, evidenziando zone in cui gli abbassamenti di temperatura sono più consistenti. Sulla base di tale risultato, diviene possibile individuare zone a maggiore rischio di gelata ed elaborare, di conseguenza, bollettini agrometeorologici e consigli operativi ben calibrati sulle realtà locali.

**Abstract**

*A study was conducted on the plain using daily minimum temperature data collected by the agrometeorological network of the Teolo*

---

<sup>1</sup> Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali, Università di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), maurizio.borin@unipd.it

<sup>2</sup> Centro Meteorologico di Teolo – ARPA Veneto, Via Marconi 55, Teolo (PD)

*Meteorological Centre. Advective frosts were considered, looking at: 1) characterisation of frequency, period of occurrence, persistence and severity of the events; 2) spatial distribution over the territory; 3) possible consequences of frost on the crops; 4) possible relationships with meteorological maps of the Mediterranean Basin and European Continent in the days prior to the events. In this paper, results regarding the first two points are presented and discussed.*

*From data collected from 70 agrometeorological stations, well scattered over the Veneto Plain, 6 events of late spring frosts and 8 early autumn frosts were selected. The distribution of the events over the territory tends to be repeated from one event to another, thus originating zones with a higher risk of frost. On the basis of these results, agrometeorological bulletins and advice can be better calibrated to local conditions.*

## **Introduzione**

Come noto, le gelate fuori stagione rappresentano una delle avversità naturali più pericolose per l'agricoltura, anche perché i comparti maggiormente suscettibili al danno che esse provocano sono quelli più ricchi, come la frutticoltura, l'orticoltura e il vivaismo. Per contrastare l'effetto negativo delle gelate sono disponibili varie tecniche di intervento che presentano però un effetto limitato nel tempo e nello spazio. In aggiunta, esse sono diversamente efficaci a seconda che si tratti di gelate di tipo avvertivo o per irraggiamento, e può succedere che in certi casi l'adozione di un intervento non idoneo possa indurre danni superiori rispetto a quanto si verificherebbe in sua assenza.

Diviene quindi strategico caratterizzare la suscettività alla gelata di un determinato territorio, per definire dove il fenomeno presenta maggiore incidenza e orientare l'adozione dei sistemi di controllo più efficaci. Con queste finalità, le informazioni delle reti agrometeorologiche regionali offrono notevoli potenzialità, in quanto acquisiscono dati con continuità e con buona copertura spaziale. Le reti sono particolarmente idonee alla caratterizzazione delle gelate avvertive, poiché queste derivano da masse d'aria imponenti, in arrivo normalmente da Nord o da Est, che possono condizionare in modo diffuso i livelli termici raggiunti in un dato territorio.

Per eseguire uno studio siffatto è tuttavia necessario disporre di dati in serie storica sufficientemente lunga; nel caso specifico, la rete di telemisura dell'ARPAV, gestita dal Centro Meteorologico di Teolo, è operante dal 1992 e ha prodotto un patrimonio informativo grazie al quale è in corso uno studio di caratterizzazione delle gelate fuori stagione nella pianura veneta. Nella sua visione completa, esso persegue i seguenti obiettivi: 1) valutare la

frequenza, il periodo, la persistenza e la severità dei fenomeni; 2) verificare la distribuzione territoriale; 3) individuare le possibili conseguenze sulle colture presenti nel territorio; 4) trovare possibili correlazioni con le configurazioni bariche sul Mediterraneo e sul Continente Europeo nei giorni precedenti gli eventi di gelata. In questo lavoro verranno presentati i risultati relativi ai primi due obiettivi.

### **Materiali e metodi**

Lo studio è stato svolto a partire dalle misure disponibili di temperatura minima giornaliera registrate dalle 70 stazioni agrometeorologiche della rete di telerilevamento presenti nella pianura veneta (al di sotto dei 200 m di altitudine), nelle province di Padova, Rovigo, Treviso, Venezia, Vicenza e Verona, per gli anni dal 1992 al 2001.

La distribuzione spaziale delle stazioni agrometeorologiche risulta sufficientemente omogenea e rappresentativa di tutta la zona di pianura del Veneto (figura 1). La maglia quadratica varia da 9.32 km per la provincia di Verona a 16.57 km per quella di Venezia, ma si deve considerare che quest'ultima occupa la superficie più ampia (2470.6 km<sup>2</sup>) in quanto comprende anche la laguna.

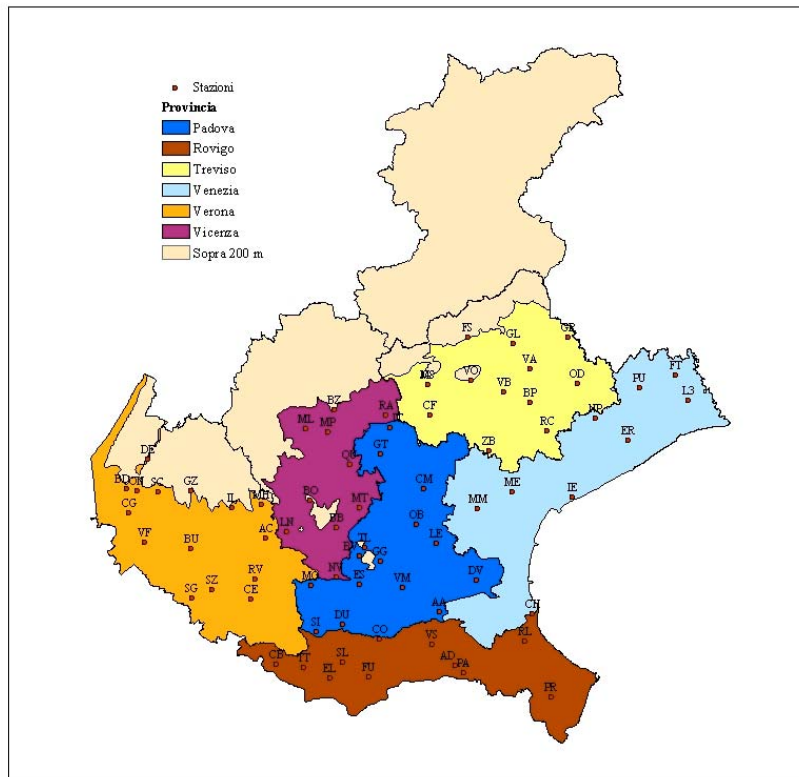


Figura 1. Distribuzione delle stazioni agrometeorologiche di pianura del CMT

Di tutte le stazioni, sono stati considerati i valori di temperatura minima giornaliera dei mesi di marzo e aprile per studiare le gelate tardive e di ottobre e novembre per quelle precoci. Da questo insieme di dati, si sono dovuti estrarre gli eventi riconducibili a gelate avvettive. Per tale operazione sono stati elaborati alcuni criteri, derivanti dalle peculiarità degli eventi oggetto di studio. In particolare, considerando che la gelata per avvezione è originata dall'arrivo di grandi masse d'aria fredda, ci si attende che essa si manifesti, nelle stazioni al suolo, con un abbassamento generalizzato dei livelli termici nel territorio e che tale la situazione sia ragionevolmente ben distribuita e persistente nel tempo. Di conseguenza, si è ritenuto di individuare un evento di gelata advettiva quando venivano soddisfatte contemporaneamente le seguenti tre condizioni:

**diffusione nel territorio:** come soglia per individuare questa situazione, si è assunto che, in un dato giorno, almeno nell'80% delle stazioni registri temperature inferiori o uguali allo zero;

**omogeneità di distribuzione:** per assicurarsi che le gelate siano distribuite in maniera sufficientemente omogenea sul territorio, si è stabilito

di considerare i giorni in cui almeno metà delle stazioni di ciascuna delle sei province registra temperature minori o uguali a zero;

**persistenza:** le condizioni dei due punti precedenti devono persistere per almeno due o più giorni consecutivi.

Si tratta, ovviamente, di criteri che contengono un certo empirismo, soprattutto nella scelta delle soglie, e che possono essere soggetti ad aggiustamenti, ma si è ritenuto che fossero sufficientemente selettivi per escludere dall'analisi il disturbo di eventuali eventi di gelata di origine radiativa.

Di ciascun giorno di gelata individuato con i precedenti criteri sono state realizzate estrapolazioni spaziali, producendo, con il metodo del kriging, le cartografie riportanti le isoterme di minime assolute e le isolinee di abbassamento termico dal giorno precedente la gelata ai giorni di gelo.

Infine, sono state prodotte anche cartografie di sintesi, sovrapponendo tutte le carte delle isoterme e delle isolinee di escursione termica.

### **Risultati**

Nel complesso, sono stati selezionati 6 eventi di gelate tardive, per un totale di 19 giorni e 8 di gelate precoci, con 32 giorni complessivi di temperatura minima sotto lo zero (tabella 1). Le prime si sono verificate solo nel mese di marzo e hanno fatto contare un numero di giorni di gelo decrescente con la stagione; specularmente, non vi sono stati eventi di gelate precoci in ottobre e con l'avanzare del mese di novembre è aumentato sia il numero di eventi per decade, sia il numero di giorni di gelo.

*Tabella 1. Eventi di gelate e corrispondente numero di giorni di gelo osservati nelle decadi di marzo-aprile (gelate tardive) e ottobre-novembre (gelate precoci)*

Gelate tardive			Gelate precoci		
Mese, decade	N° eventi	N° giorni	Mese, decade	N° eventi	N° giorni
Mar, 1°	2	9	Ott, 1°	0	0
Mar, 2°	3	7	Ott, 2°	0	0
Mar, 3°	1	3	Ott, 3°	0	0
Apr, 1°	0	0	Nov, 1°	1	2
Apr, 2°	0	0	Nov, 2°	3	11
Apr, 3°	0	0	Nov, 3°	4	19
totale	6	19	totale	8	32

L'applicazione dei criteri per discriminare gli eventi può avere portato, come accennato, ad una sottostima del fenomeno. A titolo di esempio, si

riportano due casi. Il primo riguarda l'andamento delle frequenze di giorni con gelo nel corso del bimestre marzo-aprile 1993 (figura 2). Si osserva che dal 3 al 17 di marzo la temperatura è scesa sempre sotto zero, ma solo i tre giorni dal 5 al 7 sono stati caratterizzati dal soddisfacimento contemporaneo dei tre criteri prima descritti. Nei successivi quattro giorni, la percentuale di stazioni con gelo rimaneva elevata, sempre superiore al 75%, ma solo il 10 essa superava la soglia dell'80%, per cui tale sottoperiodo non è stato incluso nella successiva analisi. In maniera analoga, l'andamento del periodo ottobre-novembre 2001 (Figura 3) mette in evidenza un primo periodo di tre giorni (16-18/11), dei quali il primo soddisfaceva i requisiti per classificare l'evento come gelata precoce, ma era seguito da due giorni in cui non veniva raggiunta la soglia dell'80% delle stazioni. Ancora, il 20/11 era un giorno isolato con gelata diffusa (più dell'80% delle stazioni totali e più della metà delle stazioni per singola provincia), ma solo il 24-25 sono state soddisfatte tutte tre le condizioni per individuare la gelata. In definitiva, di tutto il mese si è dunque individuato un solo periodo di due giorni.

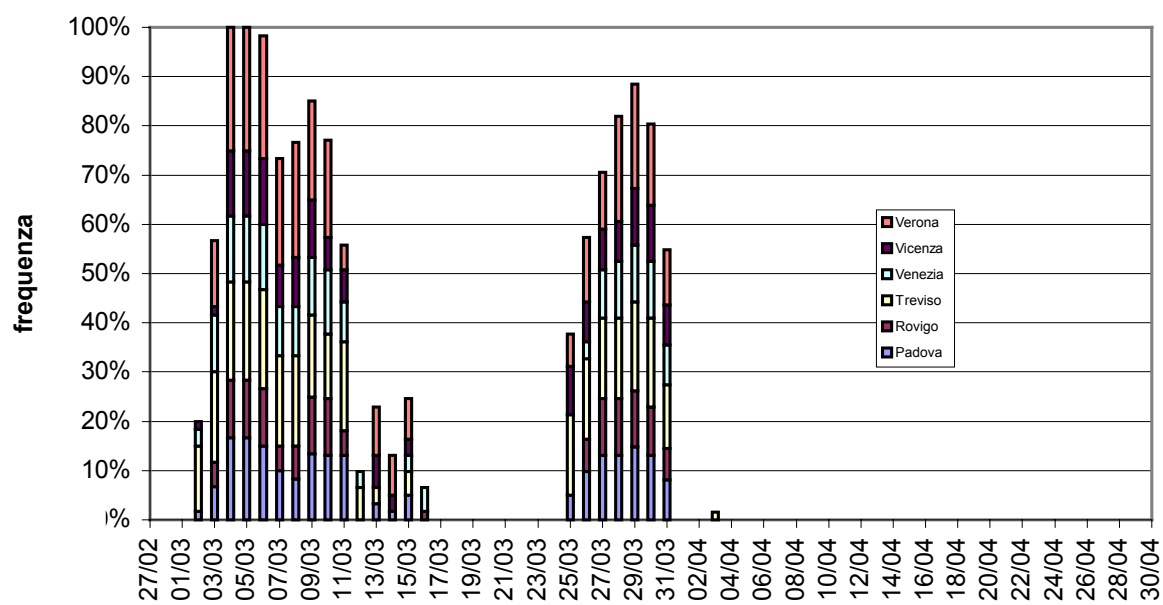


Figura 2. Percentuali di stazioni con temperatura minima inferiore a 0°C nel mesi di marzo-aprile 1993 nella pianura veneta

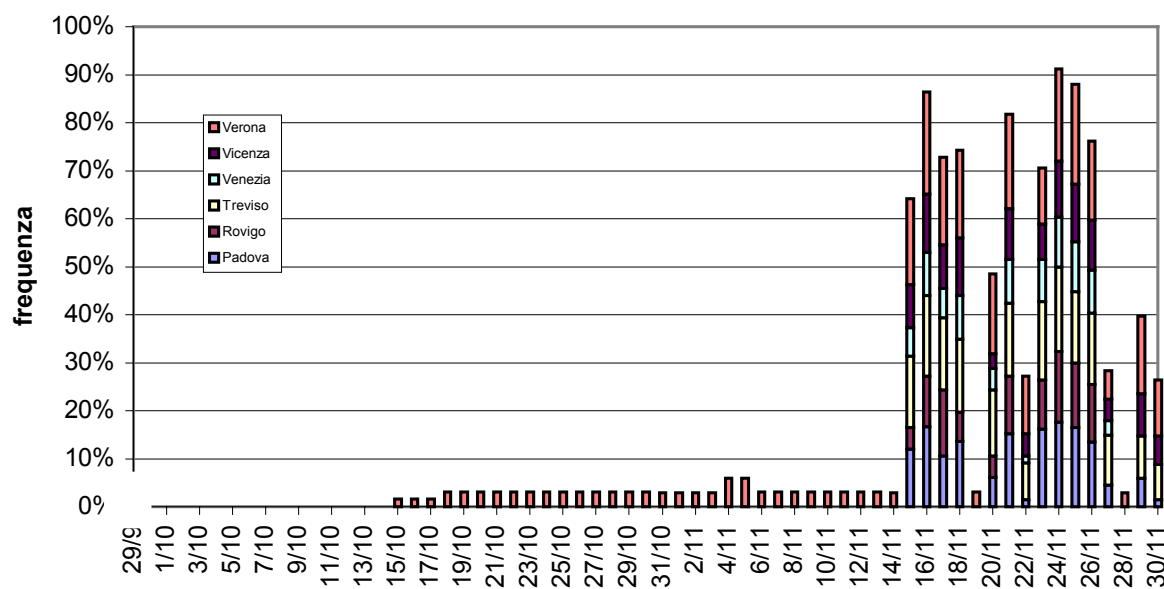
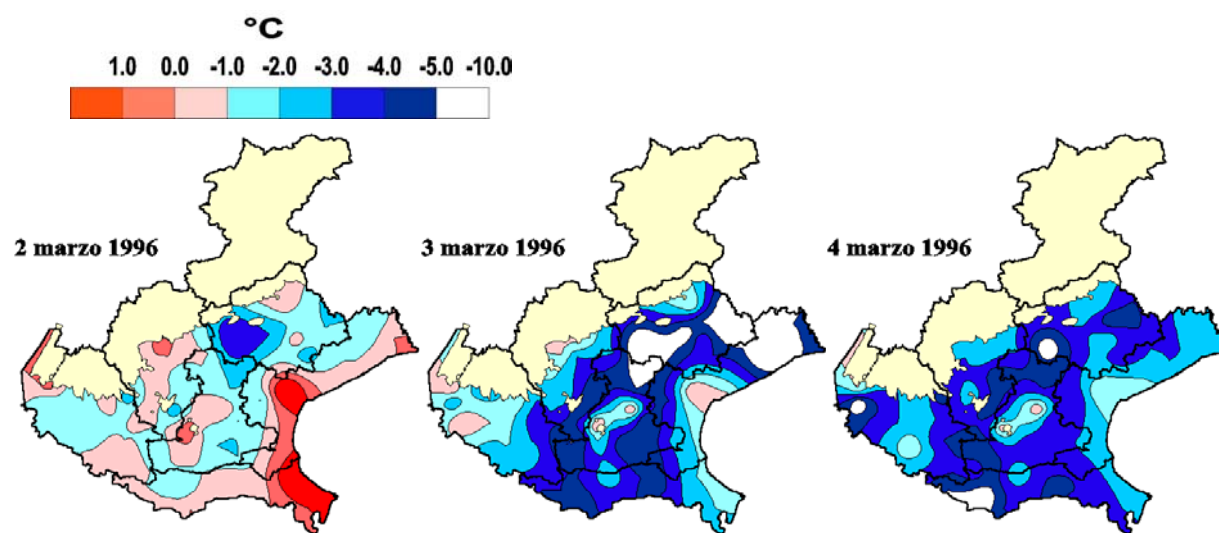


Figura 3. Percentuali di stazioni con temperatura minima inferiore a 0°C nel mesi di ottobre-novembre 2001 nella pianura veneta

Circa la distribuzione territoriale delle gelate e delle escursioni termiche, si riportano due esempi tipo.

Il primo riguarda un evento tardivo di notevole persistenza, verificatosi nel marzo 1996 (figure 4 e 5).



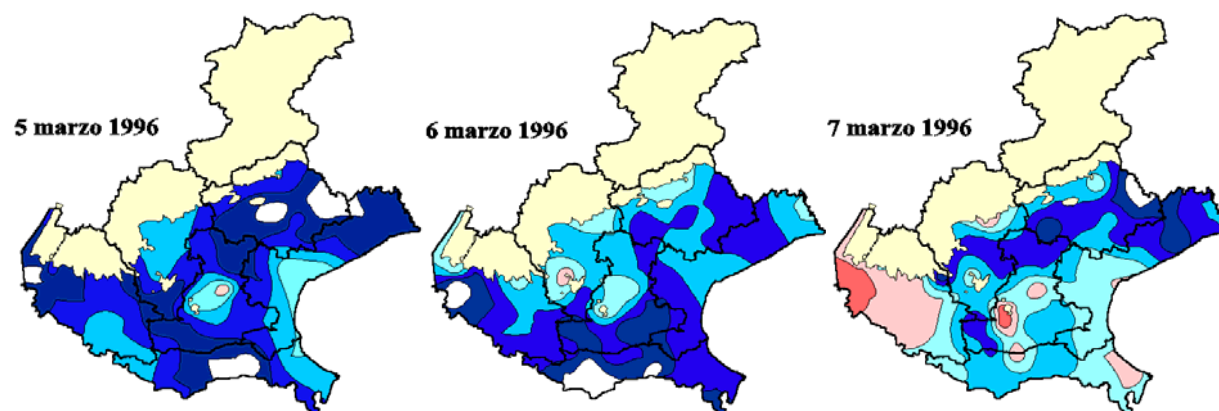


Figura 4. Gelata del 2-7 marzo 1996: distribuzione delle temperature minime nella pianura veneta

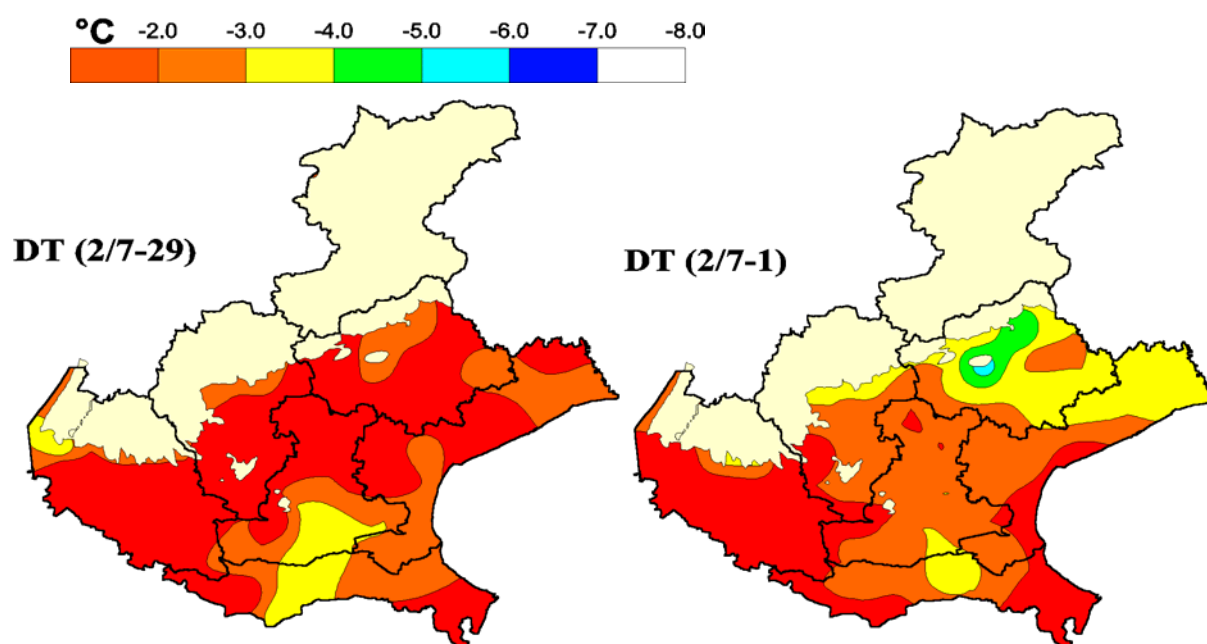


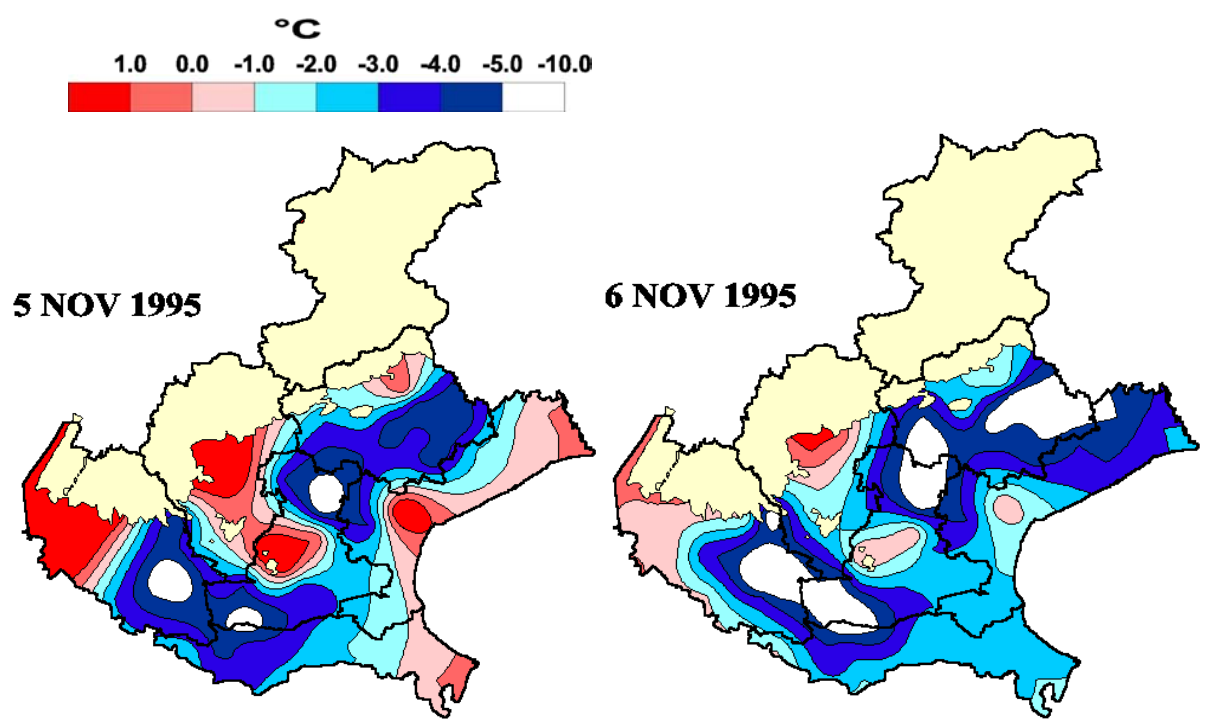
Figura 5. Gelata del 2-7 marzo 1996: escursioni termiche fra la temperatura media del periodo di gelo e i valori di temperatura registrati due giorni e un giorno prima dell'evento

Si osserva che già al primo giorno di gelo, la pianura presenta una notevole eterogeneità di condizioni: la fascia costiera è contraddistinta da temperature intorno allo zero, con alcune zone caratterizzate addirittura da minime sopra zero; la media pianura presenta valori compresi fra  $-1$  e  $-3^{\circ}\text{C}$  ed è già possibile individuare un'area, nel trevigiano, in cui la temperatura si attesta fra  $-3$  e  $-4^{\circ}\text{C}$ . Quindi, su distanze dell'ordine di alcune decine di km, esistono differenze di temperatura anche di  $5^{\circ}\text{C}$ . Il giorno successivo, le



temperature si abbassano mediamente di un paio di gradi, mantenendo, grosso modo, la stessa distribuzione. La situazione permane pressoché costante per altri due giorni, poi, al 6 marzo, si nota una tendenza all'innalzamento dei valori che si accentua il giorno successivo. Il 7 marzo è considerato ultimo giorno di gelata, in quanto, l'8, meno del 40% delle stazioni misurava valori sotto zero. Mediamente, gli abbassamenti di temperatura, valutati come differenza fra la media delle temperature minime dei giorni di gelata e i valori termici di uno e due giorni precedenti l'evento, sono stati dell'ordine di 2-3°C; dove però le minime hanno raggiunto i valori più bassi, anche le escursioni sono risultate più intense.

Relativamente alle gelate precoci, si presenta l'andamento dell'evento del 5-6 novembre 1995 (figure 6 e 7). Appaiono subito evidenti analogie con quanto descritto in precedenza, sia per quanto riguarda la distribuzione spaziale delle basse temperature, che relativamente alle isolinee di escursione termica.



*Figura 6. Gelata del 5-6 novembre 1995: distribuzione delle temperature minime nella pianura veneta*

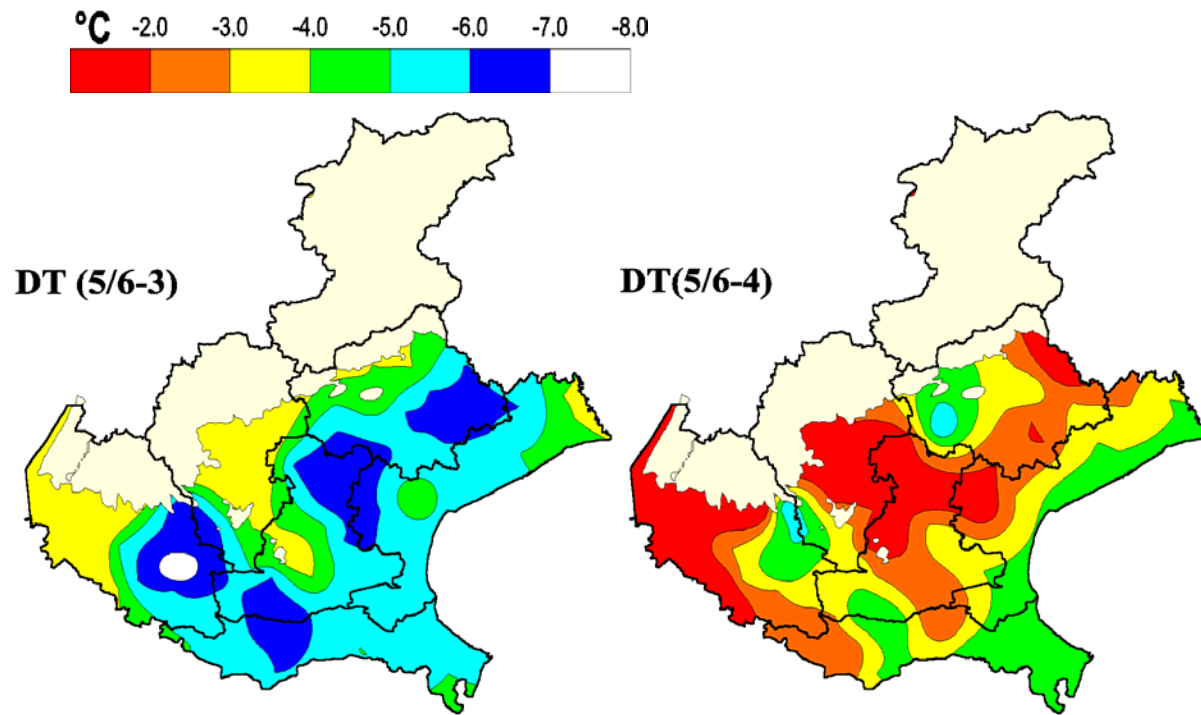


Figura 7. Gelata del 5-6 novembre 1995: escursioni termiche fra la temperatura media del periodo di gelo e i valori di temperatura registrati due giorni e un giorno prima dell'evento

Elaborando assieme i dati di temperatura minima di tutti i giorni di gelata emerge una distribuzione spaziale dell'evento che consente di evidenziare zone di differente suscettività al fenomeno (figura 8).

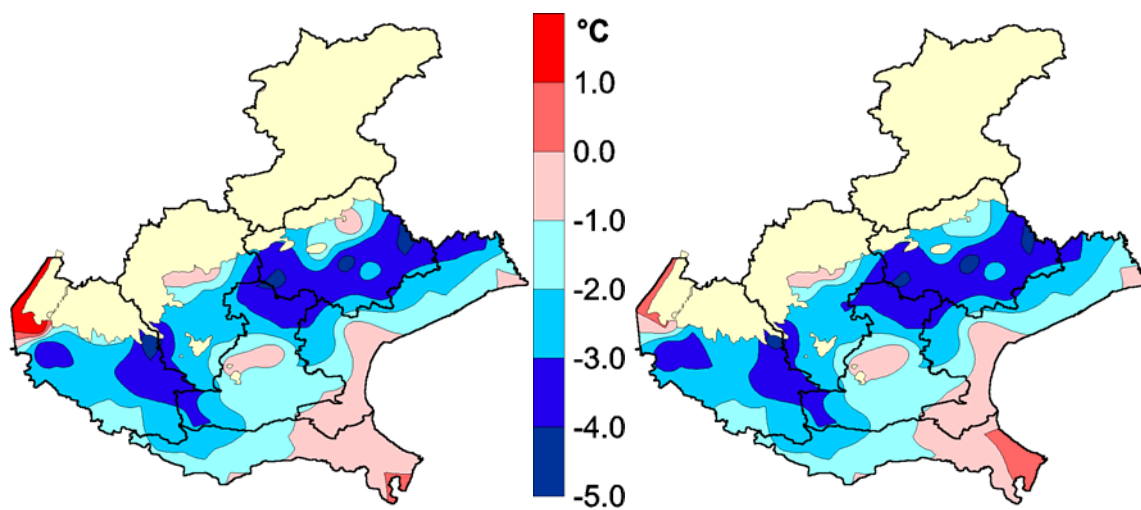
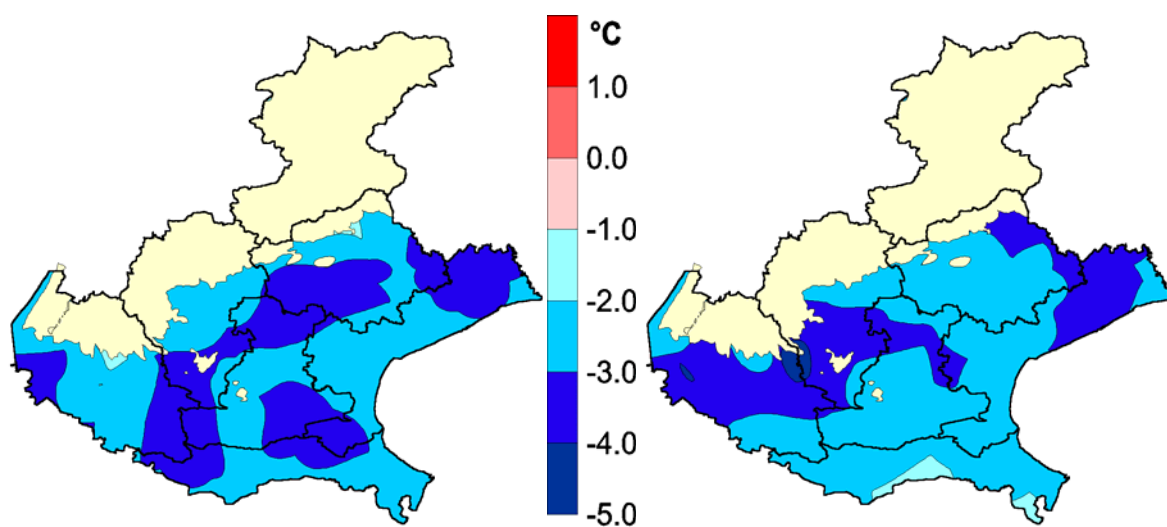


Figura 8. Distribuzione spaziale della media delle temperature minime di tutti gli eventi di gelata tardiva (sinistra) e precoce (destra)

Le cartografie relative alle gelate primaverili e a quelle autunnali sono molto simili e suggeriscono che l'arrivo delle masse d'aria fredda origina abbassamenti termici più accentuati nella fascia che va dall'alta pianura della provincia di Padova a tutta la bassa trevigiana e in due zone del veronese: la prima, più estesa, ai confini con i territori delle province di Padova e Vicenza, la seconda a sud del lago di Garda, nella zona di Valeggio sul Mincio. All'opposto, zone in cui il fenomeno si presenta meno severo sono quelle costiere, specialmente dal Delta del Po alla laguna di Venezia.

Considerando, infine, le escursioni termiche fra i giorni di gelo e quelli antecedenti, la distribuzione territoriale appena vista tende a confermarsi nel caso delle gelate tardive (figura 9); per quelle precoci, invece, la bassa trevigiana/alto padovano non compaiono fra i territori caratterizzati dai valori più elevati.



*Figura 9. Distribuzione spaziale della media delle escursioni termiche fra la media delle temperature minime dei giorni di gelata e la temperatura minima dei giorni precedenti il gelo. A sinistra: casi di gelate tardive, a destra gelate precoci*

## **Conclusioni**

Si è osservato, nel complesso, che la distribuzione territoriale delle gelate fuori stagione tende a ripetersi, evidenziando zone in cui gli abbassamenti di temperatura sono più consistenti. Ciò suggerisce che esistono interazioni significative fra la massa d'aria fredda causante il fenomeno e le caratteristiche fisiche della superficie su cui essa si muove.

Come conseguenza di tale interazione, si originano, nella pianura, situazioni alquanto differenziate, per cui su distanze di qualche decina di chilometri si instaurano gradienti termici anche di 4-5°C. Sulla base di tale risultato, diviene possibile individuare zone a maggiore rischio di gelata, valutare con più precisione i danni provocati ed elaborare bollettini agrometeorologici e consigli operativi ben calibrati sulle realtà locali. E' da rimarcare, infine, che la caratterizzazione delle gelate qui presentata può assumere significati ben più ampi di quelli legati al settore primario: basti pensare, ad esempio, alle possibili ricadute nel settore dei trasporti e della sicurezza stradale.

### **Ringraziamenti**

Gli autori ringraziano il Dr. Ermanno Zeffiro, che ha collaborato al lavoro nell'ambito della tesi di laurea.