

INDICI DI RISCHIO PER LE AVVERSITÀ ATMOSFERICHE DELLE COLTURE AGRARIE

Risk indexes for atmospheric adversities of agrarian cultures

Vittorio Rossi e Paolo Racca

Ce.St.A.A. - Centro Studi Avversità Atmosferiche - Università Cattolica del S.Cuore, Piacenza

Email: paoloracca@hotmail.com

Riassunto

Le serie storiche di dati meteorologici possono essere organizzate ed elaborate allo scopo di definire appropriati stimatori del rischio legato al verificarsi di danni alle colture agrarie da avversità atmosferiche; possono essere così individuati valori estremi, costruite frequenze, probabilità, disegnati grafici o mappe.

Tali indici di rischio sono uno strumento di indubbia utilità sia per gli agricoltori, per la scelta di azioni di difesa (attiva o passiva) a tutela della produzione, sia per gli assicuratori, per la progettazione di coperture assicurative e per la formulazione dei relativi tassi.

Vengono riportati tre esempi relativi al gelo invernale sul carciofo, alle gelate primaverili sui fiori di melo, al vento sul mais.

Abstract

The time series of meteorological data could be organised and elaborated to define appropriate risk indexes evaluating the probability of crop yield losses due to atmospheric stresses; extreme values can be determined, frequencies or probabilities can be calculated, graphics or maps can be drawn.

These indexes are an useful tool for the farmers, for the choice of actions (active or passive) for the protection of crop production, and for the insurance companies, for the planning of the insurance offer and for the formulation of the relative rate.

In the present work, three examples are shown: frost injuries to the artichoke during winter, and to the apple blossoms in spring, wind injuries to corn.

Introduzione

Le serie storiche di dati meteorologici possono essere organizzate ed elaborate in modo tale da mettere a punto appropriati stimatori del

rischio legato al verificarsi di danni alle colture agrarie dovuti ad avversità atmosferiche. Tali stimatori possono essere costruiti mediante indici di frequenza, distribuzioni di probabilità o altre statistiche, calcolate nei periodi di suscettibilità delle colture, tenendo conto dei livelli critici dei vari fattori meteorologici.

Gli indici di rischio costituiscono uno strumento di indubbia utilità sia per gli agricoltori che per gli assicuratori. Gli agricoltori possono utilizzarli per scegliere le più opportune azioni di difesa, siano esse di difesa attiva o passiva, allo scopo di tutelare la produzione o il proprio reddito. Le Assicurazioni possono ricorrere agli indici di rischio per la progettazione di coperture assicurative rispondenti alle esigenze degli assicurati, per la definizione delle franchigie e la formulazione dei relativi tassi.

Nel presente lavoro vengono descritti tre esempi.

1. Danni da gelo invernale a carciofo

1.1 Definizione della problematica

Gli abbassamenti di temperatura che si verificano tra la fine di dicembre ed i primi di febbraio possono causare notevoli danni al carciofo, che in questo periodo si trova nella fase di formazione dei capolini. Gli effetti del gelo possono essere molto gravi, in quanto capaci di compromettere anche interamente la produzione ancora presente sulla pianta al momento dell'evento atmosferico. Le piante colpite dal gelo sono riconoscibili già 24-36 ore dopo la gelata per il piegamento della parte distale, che fa assumere una forma pendente al capolino. Tale sintomo compare principalmente sulle piante che hanno i capolini primari (sull'asse centrale) e secondari (sulle ramificazioni laterali) già formati e non più protetti dalle foglie. I tessuti dello stelo, in modo particolare quelli vicino al capolino, perdono turgidità e, sull'epidermide, si formano lesioni longitudinali che interessano buona parte dello stelo. Il tessuto parenchimatico sotto l'epidermide, che si distacca facilmente, si presenta di colore violaceo.

I capolini appaiono normali; i più scoperti possono presentare divaricazione delle brattee e distacco dell'epidermide delle stesse. Col trascorrere del tempo, però, la parte più alta delle brattee

dei capolini si presenta raggrinzita, disidratata ed in fase di incipiente disseccamento. In sezione, sia i capolini che gli steli, presentano tessuti più o meno intensamente imbruniti, a seconda dell'entità della gelata. Sulle foglie si può notare un raggrinzimento dell'epidermide, presenza, specie sulla nervatura centrale della pagina inferiore, di piccole lesioni ed ancora areole clorotiche o allessamento del margine del lembo.

L'entità del danno è funzione dell'abbassamento termico, da 0 a -4°C si verificano danni alle foglie ed ai capolini, da -4 a -8°C si hanno danni al fusto, mentre temperature di circa -10°C provocano gravi danni alle radici e possono determinare la morte della pianta.

1.2 Perdite di produzione

Le gelate danneggiano, di norma, il prodotto presente sulla pianta al momento dell'evento; solo in piante molto giovani (cioè di piante che non hanno ancora formato capolini) gli effetti della bassa temperatura sono tali da compromettere sia la produzione in atto che quella futura. I capolini solo lievemente danneggiati (gelate comprese tra 0 e -4°) sono commerciabili e commestibili; quelli gravemente danneggiati (abbassamenti oltre i -4°C), ossia con il parenchima interno imbrunito, non sono commerciabili. Le foglie non subiscono generalmente gravi danni e le piante non vengono devitalizzate; in alcuni casi, esse reagiscono alla gelata con un aumento dell'attività vegetativa, il ricaccio di numerosi polloni e producendo capolini sulle ramificazioni secondarie.

1.3 Analisi meteorologica del rischio di gelata

E' stata effettuata un'analisi di dati meteorologici della Sardegna, terza regione italiana per la produzione di carciofo, più soggetta di altre al rischio di gelate. In prima istanza, sono stati presi in considerazione i dati meteorologici della stazione di Cagliari, con particolare riferimento ai 5 mesi invernali corrispondenti al periodo di raccolta del carciofo (da novembre a marzo). Sono state considerate 19 stagioni di raccolta (dal 1975-76 al 1993-94) e, per ogni mese, è stato conteggiato il numero di giorni con temperatura uguale o inferiore a 0°C (tabella 1).

Tabella 1 - Numero di giorni con temperatura inferiore a 0°C – Cagliari

Anni	nov	dic	gen	feb	mar	Totale
1975-76	0	0	1	0	0	1
1976-77	0	0	1	0	0	1
1977-78	0	0	4	0	0	4
1978-79	0	0	5	1	0	6
1979-80	0	0	0	0	0	0
1980-81	0	4	6	2	0	12
1981-82	0	1	0	0	0	1
1982-83	0	0	3	1	0	4
1983-84	0	1	1	3	1	6
1984-85	0	0	4	0	0	4
1985-86	0	0	2	1	0	3
1986-87	-	-	-	-	0	-
1987-88	0	0	0	0	2	2
1988-89	2	3	0	0	0	5
1989-90	0	0	-	0	0	-
1990-91	0	0	0	-	-	-
1991-92	0	0	0	1	0	1
1992-93	0	0	0	2	0	2
1993-94	0	0	0	0	0	0
<i>Media</i>	<i>0.1</i>	<i>0.6</i>	<i>1.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.2</i>	

- dato mancante

Dall'analisi dei dati si può rilevare che il mese con maggior numero di giorni di gelo è gennaio, con una media di 1.7 giorni, seguito da febbraio (0.7 giorni) e dicembre (0.6 giorni). Sono però stati rilevati giorni con temperatura inferiore a 0°C anche in novembre (2 giorni nel 1987-88) e marzo (2 giorni nel 1987-88, 1 giorno nel 1983-84). Per ciò che riguarda le singole stagioni di raccolta, la più fredda è stata l'annata 1980-81, con 12 giorni di gelo, mentre in due sole stagioni (1979-80 e 1993-94) non si è verificato alcun evento gelivo. Esprimendo i valori ottenuti come probabilità di gelata (ossia la probabilità percentuale che si verificano temperature minime uguali o inferiori allo 0) si rilevano comunque valori molto bassi: l'1.7% a gennaio è la probabilità più alta; lo 0.1% a novembre quella più

bassa. Analizzando serie storiche più ampie (medie climatiche) è stata costruita una probabilità di gelata ancora più attendibile, che si discosta poco dalla variabilità annuale. In figura 1 è riportata la probabilità di gelata per 6 stazioni, di cui 5 site in prossimità della costa ed una all'interno dell'isola. Per la lettura del grafico, bisogna

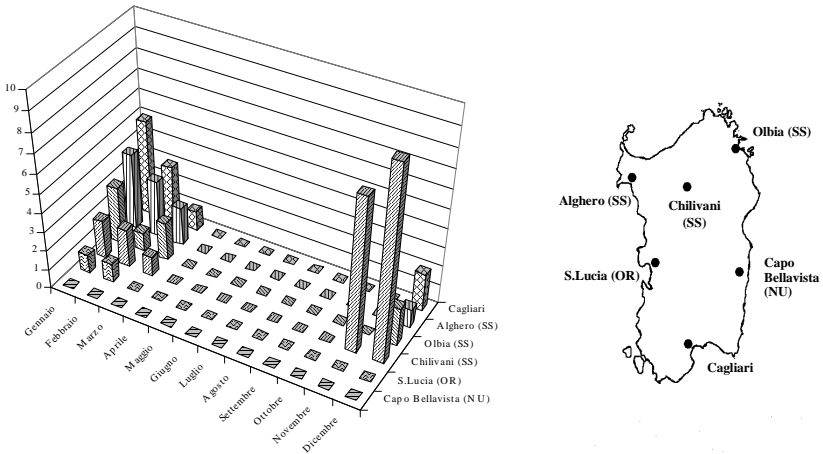


Figura 1 - Probabilità di gelata (%) in 6 località della Sardegna e loro ubicazione

considerare che, per esempio, una probabilità del 5% in dicembre corrisponde a 1.6 giorni di gelo, come media dei valori climatici.

La maggior probabilità di gelata (5%) nel mese di gennaio è a Cagliari, seguono Alghero – SS (4%), Olbia – SS (3%), Chilivani – SS (2%), S.Lucia – OR (2%) e Capo Bellavista – NU (0%).

Il mese di febbraio presenta un valore di probabilità del 3% per Alghero e Cagliari, del 2% per Chilivani, mentre la probabilità più bassa è per Olbia e S.Lucia (1%). Il mese di marzo presenta un aumento della probabilità di gelata a Olbia, che raggiunge lo stesso valore di Alghero (2%); stessa probabilità a Chilivani e Cagliari (1%), mentre S.Lucia ha probabilità pari a 0. A novembre una sola località (Chilivani), quella più all'interno dell'isola, presenta un

valore di probabilità abbastanza alto (8%). A dicembre vi sono valori di probabilità superiori a 0 solo in 4 stazioni: Chilivani (11%), Cagliari e Olbia (2%) e Alghero (1%). Capo Bellavista presenta probabilità di gelata sempre pari a 0.

Dai dati riportati si può trarre la conclusione che esiste un basso rischio di gelata, dato che si verificano pochi eventi gelivi per annata, ma che tale rischio è costante negli anni ed esteso a tutte le zone di coltivazione del carciofo nell'isola. Ciò può avere influenza negativa, soprattutto sulle colture autunno vernine di cultivar quali Masedu, *Spinoso Sardo*, *Catanese* e *Violetto di Provenza*.

2. Danni da gelate primaverili alla fioritura del melo2.

2.1 Definizione della problematica

I fiori sono fra gli organi del melo più sensibili alle basse temperature; la loro sensibilità varia in relazione alla fase fenologica, alla loro posizione sul corimbo florale ed alla localizzazione dello stesso sulla pianta.

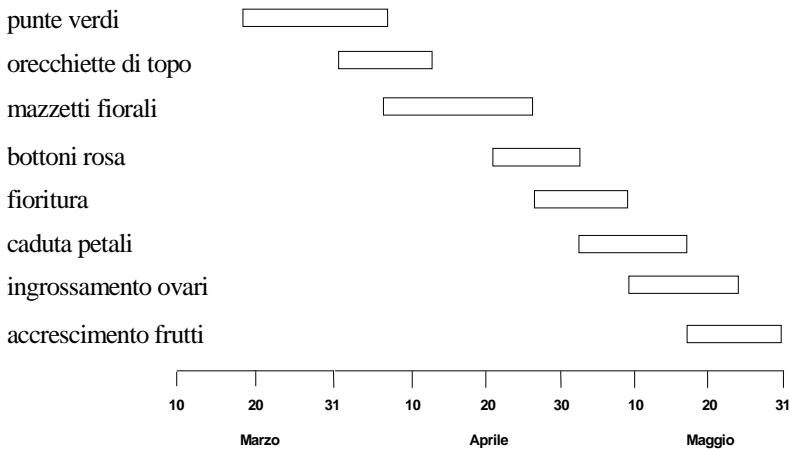


Figura 2 - Dinamica delle fasi fenologiche del melo (secondo Fleickinger) rilevata in Val di Non (TN) nel quinquennio 1985-1989

La sensibilità del melo aumenta infatti col progredire della fioritura (figura 2). La temperatura critica varia da -6 a -7°C dalle punte verdi

alle orecchiette di topo, da -4.9 a -2°C nelle fasi di mazzetti fiorali a bottoni rosa, da -3.2 a -1.7°C in piena fioritura e da -2.7 a -1.1°C durante l'allegagione.

Nella fase di mazzetti fiorali il sintomo caratteristico è l'allessatura e l'imbrunimento dei boccioli fiorali, che interrompono lo sviluppo, disseccano e quindi cadono. Nelle fasi di bottoni rosa e piena fioritura, il sintomo tipico è l'imbrunimento degli organi fiorali la cui sensibilità decresce secondo l'ordine: ovario, stilo e stimma, stami ed antere, petali e sepalì. Il sintomo più importante è l'imbrunimento del gineceo, cui consegue la mancata allegagione del fiore. Per rilevare tale sintomo è necessario sezionare il fiore a livello dell'ovario; può capitare infatti che, se non sono danneggiati gli altri organi fiorali, il fiore termini normalmente la fioritura e cada come i fiori non fecondati.

I danni alle antere rivestono scarsa importanza pratica poiché, in genere, il polline prodotto dalle antere illese è sufficiente a garantire l'impollinazione. Sulle foglie si possono formare vesciche per distacco dell'epidermide; di conseguenza le foglie danneggiate accrescendosi si presentano rugose.

La sensibilità dei frutti decresce a partire dall'allegagione. Nelle prime fasi di accrescimento la zona più sensibile è quella seminale, poi diventano più sensibili i tessuti epidermici. Quando sono colpite, le cellule epidermiche muoiono e suberificano; in genere la suberificazione non interessa tutto il frutto, ma una parte ad anello lungo la zona equatoriale o in prossimità dell'emisfero calicino, a causare la classica "cinghiatura". Meno frequentemente, le suberificazioni possono presentarsi sparse su tutta la superficie del frutto.

2.2 Perdite di produzione

Risulta difficile stabilire una precisa relazione tra gravità dei danni da gelate primaverili e perdite di produzione dei frutti; infatti, in condizioni normali, solo un certo numero di fiori viene fecondato e forma frutti che giungono alla raccolta. Nel melo il rapporto fiori/frutti maturi è abbastanza elevato e varia da cultivar a cultivar, con le condizioni climatiche e le tecniche colturali. Oltre al gelo, possono influire negativamente sull'allegagione anche piogge ripetute ed intense, scarsità di insetti pronubi o di piante

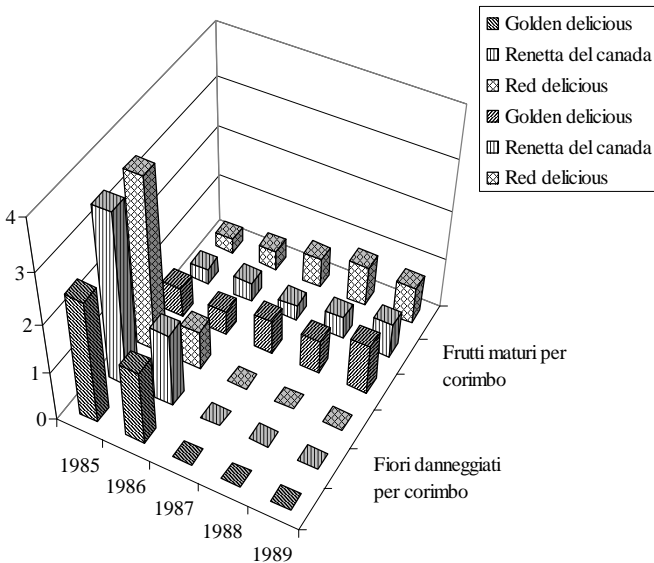


Figura 3 - Numero fiori danneggiati dalle basse temperature e frutti maturi per corimbo su tre varietà di melo [Val di Non (TN)].

impollinatrici, infestazioni di insetti o infezioni fungine. Di conseguenza, è comunemente accettato che le piante possano subire un certo danno ai fiori senza che la produzione ne sia ridotta in misura proporzionale.

A conferma di questo, nella figura 3 sono riportati dati sui fiori realmente danneggiati dalle gelate primaverili e sui frutti maturi

rilevati in 5 anni di sperimentazione su *Golden Delicious*, *Renetta del Canada* e *Red Delicious* in Val di Non (TN). Si può notare come la produzione di frutti sia stata più elevata negli anni privi di eventi gelivi durante la fioritura (1987, 88 e 89) che negli anni 1985 e 86, durante i quali le basse temperature hanno determinato gravi danni ai fiori. Le differenze produttive non risultano però proporzionali all'entità dei danni e variano da varietà a varietà, essendo più marcate in *Golden Delicious* e *Red Delicious* che in *Renetta del Canada*.

2.3 Analisi meteorologica del rischio di gelata

Sono stati presi in considerazione dati meteorologici della stazione di S.Michele all'Adige (Trento) (dati rilevati dalla Stazione Sperimentale Agraria Forestale), con riferimento al periodo fra la ripresa vegetativa e l'allegagione del melo, da marzo a maggio.

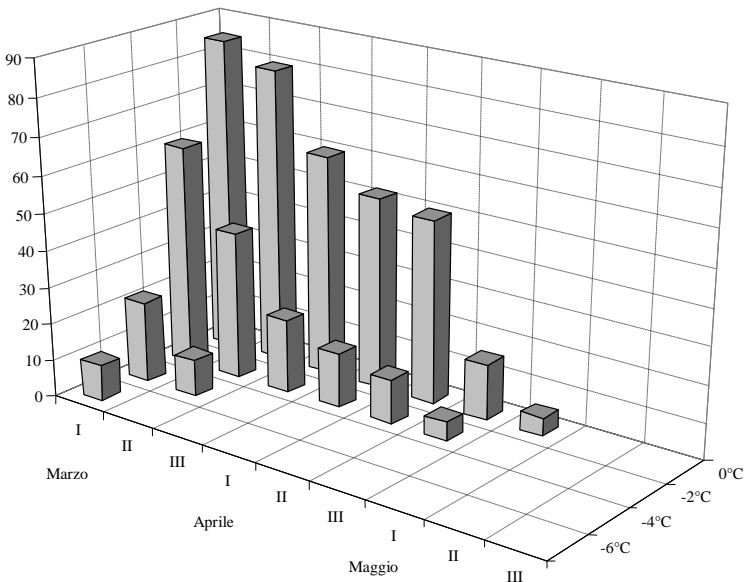
Tabella 2 - Numero di giorni con temperatura inferiore o uguale a 0°C - S.Michele all'Adige (TN)

Anno	Mar			Apr			Mag			Tot.
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1987	9 -7.8	8 -6.3	4 -2.7	2 -2.1	0	0	0	0	0	23
1988	8 -5.4	5 -2.6	1 -1	0	0	0	0	0	0	14
1989	5 -2.9	0	0	0	0	0	0	0	0	5
1990	9 -4.9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
1991	0	0	2 -1.6	0	1 -1.2	1 -0.3	0	0	0	4
1992	6 -2.3	7 -2.1	2 -2.7	0	0	0	0	0	0	15
1993	6 -4.8	2 -1.5	3 -4.0	1 -0.9	0	0	0	0	0	12
1994	1 -1.1	0	0	1 -0.5	0	0	0	0	0	2
1995	3 -1.0	1 -0.9	3 -0.8	0	0	0	0	0	0	7
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
media	4.7	2.3	1.5	0.4	0.1	0.1	0	0	0	9.1

E' stato esaminato un periodo di 10 anni (1987-1996) e sono stati tabulati (per decade) il numero di giorni con temperatura inferiore o uguale a 0°C e la minima assoluta per decade (tabella 2). Tale soglia, pur essendo superiore alla temperatura critica per il danneggiamento dei fiori, può essere considerata un buon stimatore del rischio di gelata, in ragione del fatto che, nelle condizioni di campo, l'abbassamento di temperatura dovuto all'irraggiamento notturno è sovente più accentuato di quanto rilevato nelle capannine meteorologiche.

Analizzando i dati del periodo considerato si può notare che il mese più freddo è marzo ed il numero di giorni con temperature uguali o inferiori allo 0 è molto elevato nella prima decade; il mese di aprile presenta (soprattutto nella prima decade) alcuni giorni di gelo, mentre in maggio la temperatura non scende mai sotto lo zero.

Per ciò che concerne i singoli anni, il più freddo è il 1987 (con 23 giorni di gelo), seguito da 1992 (15 giorni), 1988 (14) e 1993 (12), mentre l'anno con le gelate più tardive è il 1991 con 2 giorni di gelo



in aprile. Il 1994 (con 2 giorni di gelo) e il 1996 (con nessun giorno di gelo) sono gli anni più caldi.

Figura 4 - Probabilità di gelata (%) nel periodo di fioritura del melo
 Nel grafico di figura 4 è rappresentata la probabilità (%) di gelata con riferimento a temperature minime uguali o inferiori alle soglie termiche di -6, -4, -2 e 0°C.

Analizzando la probabilità in funzione delle soglie termiche di danneggiamento dei fiori si evidenzia come il rischio maggiore sia concentrato nella prima e seconda decade di marzo.

Successivamente, le soglie -6 e -4°C non sono più superate, ma esiste ancora un rischio di gelata fino a -2°C per tutto il mese di aprile. Temperature comprese tra 0 e -2°C possono verificarsi fino alla prima decade di maggio.

In conclusione, combinando la suscettibilità dei fiori in rapporto alla dinamica delle fasi fenologiche con le probabilità di gelata è possibile definire che: nelle prime fasi della ripresa vegetativa il rischio di gelata è mediamente abbastanza basso (0-10% con riferimento alle soglie -4, -6°C), ma è possibile che nei versanti più esposti o nei meleti più precoci si verifichino gravi danni; nelle fasi di mazzetti fiorali e bottoni rosa il rischio è più alto (fra il 15 e il 40% considerando la soglia di 0°C); in piena fioritura il rischio si abbassa (5-15%) e tende poi ad annullarsi.

3. Danni da vento forte al mais

3.1 Definizione della problematica

L'effetto meccanico del vento sulle piante erbacee, ed in particolare sui cereali, si manifesta con l'allettamento.

Nel mais, l'allettamento consiste nello spostamento permanente del culmo dalla posizione eretta: il culmo rimane integro e l'intera pianta si inclina verso il suolo, scalzando parzialmente l'apparato radicale (si parla, in questo caso, di allettamento delle radici). Nei casi più gravi, la pianta può assumere portamento parallelo al terreno. In altri casi, il culmo può subire piegature o rotture (allettamento del culmo), ma ciò si verifica difficilmente in condizioni normali; esso si manifesta di norma su piante senescenti, quando il culmo ha perso resistenza ed elasticità, oppure in seguito all'interferenza di altri fattori, quali pioggia, parassiti o malattie. I culmi verdi sono in grado

di reagire all'allettamento: grazie alla curvatura di uno o più nodi basali (fenomeno noto come ginocchiatura), gli internodi più alti riassumono la posizione eretta.

I principali fattori in grado di determinare l'allettamento delle piante di mais sono la velocità del vento e la fase fenologica; un alto tenore igrometrico del suolo ed una precaria situazione fitosanitaria possono influenzare il tipo di allettamento: il primo favorisce l'allettamento delle radici, il secondo l'allettamento del culmo. L'interazione fra velocità del vento e stadio fenologico del mais è rappresentata in figura 6. Considerando il periodo riproduttivo, la forza del vento necessaria per causare allettamento aumenta dalla fioritura maschile, fino a raggiungere il massimo dopo circa 15 giorni; successivamente decresce e si stabilizza nell'ultimo periodo della maturazione.

3.2 Perdite di produzione

L'allettamento può causare perdite di produzione sia dirette,

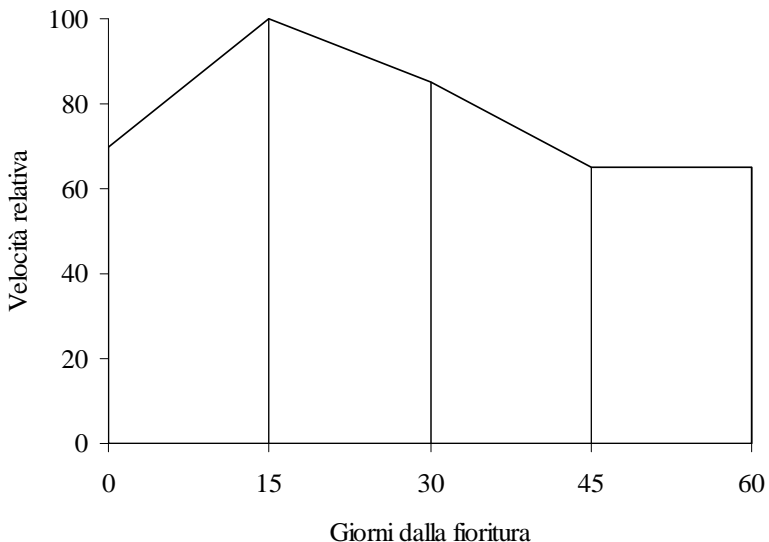


Figura 6 - Velocità relativa del vento necessaria per causare l'allettamento di piante di mais in differenti fasi fenologiche, espresse come giorni dalla fioritura maschile.

interferendo con l'accumulo di sostanza secca nelle cariossidi, sia indirette, creando difficoltà alla raccolta e determinando un microclima più umido a livello della coltura, il quale favorisce lo sviluppo di alcune malattie e riduce il grado di essiccamento delle cariossidi in campo.

L'entità delle perdite di produzione varia in base all'incidenza del fenomeno (% di piante allettate sul totale di quelle presenti), alla sua gravità (angolo di inclinazione rispetto al suolo) ed al momento in cui esso si verifica, in rapporto allo sviluppo fenologico delle piante. Durante la fase di levata le piante sono relativamente più soggette all'allettamento, in quanto non hanno ancora terminato lo sviluppo delle radici di sostegno, che favoriscono un fermo ancoraggio al suolo. La pianta allettata però recupera rapidamente la posizione eretta, prima dell'emissione delle infiorescenze, e difficilmente riduce in modo significativo la produzione di granella. Le maggiori perdite produttive si verificano quando l'allettamento si determina alla fine della fase vegetativa o all'inizio di quella riproduttiva; in questo caso, le piante producono un minor numero di cariossidi. Durante la maturazione le perdite si riducono e consistono, in prevalenza, in un ridotto peso unitario delle cariossidi. Al termine della maturazione, quando il culmo inizia a disseccare, la sensibilità all'allettamento (ed in particolare alla rottura o alla piegatura del culmo) aumenta nuovamente; i danni diretti sono limitati, ma quelli indiretti possono essere molto elevati, in termini di perdite alla raccolta per spighe sfuggite alla mietitrebbia e per rotture di cariossidi troppo umide.

Un esempio delle perdite di produzione in mais allettato è riportato in tabella 3. I dati provengono da una ricerca condotta in Pianura Padana, nel triennio 1994-96, utilizzando gli ibridi *Rio Grande* e *Samanta* (di classe 600), allettati artificialmente nelle fasi fenologiche di levata (infiorescenza femminile = 2 cm), fioritura maschile, maturazione latte e maturazione latteo-cerosa. Le piante sono state portate a mano quasi parallele al suolo, con parziale fuoriuscita delle radici dal terreno, esercitando una pressione sufficiente a partire dagli internodi basali.

Tabella 3 - Perdite dirette di produzione in piante di mais allestite artificialmente (sono escluse le perdite indirette di raccolta, dato che le piante sono state raccolte manualmente)

Fenofase di allestimento	Produzione t/ha	Perdite %
Testimone	13.50	-
Levata	12.19	10
Fioritura	9.48	30
Maturazione lattea	10.63	21
Maturazione latteo-cerosa	10.26	24

Le perdite dirette di granella risultano limitate nelle piante allestite durante la levata (-10% rispetto al testimone eretto), massime in corrispondenza della fioritura maschile (-30%) ed intermedie durante la maturazione (21-24%).

3.3 Analisi meteorologica del rischio di allestimento.

L'analisi è fatta, a titolo esemplificativo, per due zone maidicole della Lombardia: a) la zona di Brescia **Errore. Il segnalibro non è definito.**, utilizzando una serie di dati sulla velocità massima giornaliera del vento al suolo, negli anni dal 1980 al 1990, elaborati mensilmente in modo da ottenere, da aprile a settembre, il numero di giorni con velocità del vento superiore a 28 nodi, che corrisponde alla classe 7 della scala di Beaufort (vento forte: 50-61 km/h) (tabella 4); b) la zona di Bergamo, impiegando una serie di dati sulla velocità massima mensile del vento al suolo, negli anni dal 1962 al 1981, elaborati mensilmente in modo da evidenziare, da aprile a settembre, il valore massimo rilevato, in km/h (tabella 5).

Il valore di 0 km/h (vento forte) non può essere considerato un indice direttamente correlato al verificarsi dell'allestimento, in quanto la velocità del vento capace di determinare il fenomeno, dipendendo da numerosi fattori, è difficilmente generalizzabile. Esso però può ugualmente essere considerato uno stimatore corretto del rischio, in quanto, facendo riferimento alle condizioni di assicurazione, indica

la frequenza dei casi in cui, in presenza di allettamento, è dovuto un risarcimento.

Tabella 4 – Giorni con velocità del vento maggiori di 50 km/h (zona di Brescia).

Anni	apr	mag	giu	lug	ago	set	Totale
1980	3	-	0	2	0	1	6
1981	4	4	-	0	3	1	12
1982	3	0	2	2	3	0	10
1983	2	1	1	1	0	1	6
1984	7	7	0	3	3	0	20
1985	4	1	3	2	1	0	11
1986	5	-	-	-	-	-	-
1987	5	3	2	6	2	2	20
1988	1	0	1	3	1	0	6
1989	5	1	5	2	3	0	16
1990	5	2	4	3	2	0	16
<i>Media</i>	<i>4.0</i>	<i>2.1</i>	<i>2.0</i>	<i>2.4</i>	<i>1.8</i>	<i>0.4</i>	<i>12.8</i>

- dato mancante

Tabella 5 - Velocità massima del vento, in km/h (zona di Bergamo). In neretto i valori uguali o superiori a 50 km/h.

Anni	apr	mag	giu	lug	ago	set
1962	76	71	74	78	48	81
1963	56	59	48	76	78	30
1964	60	48	66	55	66	54
1965	56	61	76	71	60	58
1966	41	52	72	47	92	47
1967	71	56	57	56	48	43
1968	59	47	68	79	115	82
1969	80	36	41	56	71	26
1970	64	37	32	74	38	36
1971	32	36	48	65	61	31
1972	43	50	47	36	43	26
1973	71	49	34	55	54	21
1974	43	44	45	56	53	64
1975	40	30	-	72	61	88
1976	39	35	57	70	52	49
1977	54	36	71	76	51	35
1978	33	42	76	44	54	46
1979	56	71	36	42	58	26

1980	42	38	46	41	110	21
1981	43	37	31	49	36	61

- dato mancante

Dalla tabella 4 si evince che, fra aprile e settembre, si verificano, in media 13 giorni con vento uguale o superiore a 50 km/h (pari al 7% dei giorni), con massimi di 20 giorni (nel 1984 e nel 1987). Il numero di eventi risulta maggiore nel mese di aprile rispetto agli altri mesi ed in particolare ad agosto.

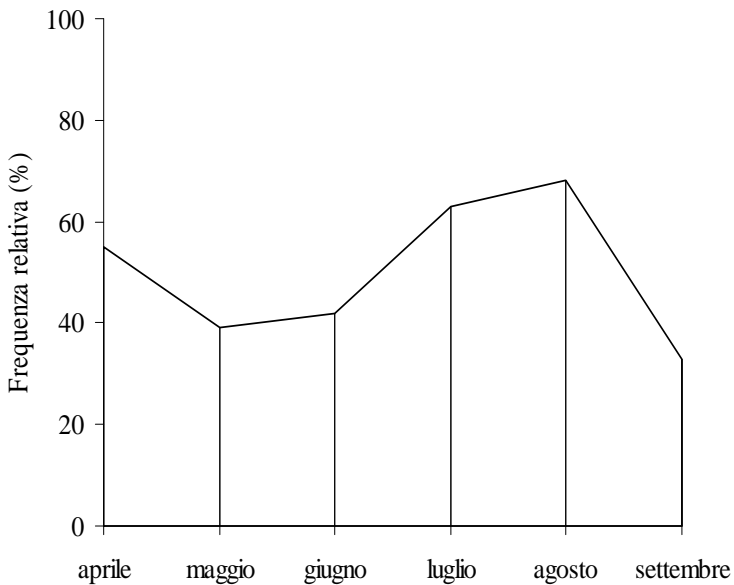


Figura 7 - Frequenza relativa (%) degli anni in cui la velocità massima del vento è stata uguale o superiore a 50 km/h nei mesi da aprile a maggio (riferimento alla tabella 5).

Dalla tabella 5 risulta, inoltre, che le velocità massime del vento al suolo possono superare, anche di molto, la velocità di 50 km/h, con punte di oltre 110 km/h (nel 1968 e nel 1980).

Inoltre, in tutti gli anni della serie storica di dati di tabella 5 è presente almeno un mese in cui la velocità del vento è stata forte.

Per quanto concerne la distribuzione mensile dei venti (figura 7), i mesi di luglio e agosto sono quelli in cui più frequentemente (70 e 75% degli anni, rispettivamente) ricorrono venti forti; ciò è particolarmente significativo in considerazione del fatto che, proprio in quel periodo, si collocano le fasi fenologiche del mais in cui l'allettamento provoca i danni di maggiore entità. Nei mesi di giugno e settembre la frequenza degli eventi è minore (47% e 35% degli anni, rispettivamente). In questi periodi le piante sono, orientativamente, in levata ed in fine maturazione, che sono fasi di alta sensibilità all'allettamento; mentre nel primo periodo i danni produttivi sono limitati, nell'ultimo periodo tali danni possono essere anche gravi.

Il complesso dei dati riportati indica chiaramente come le colture di mais siano soggette, nel periodo della loro crescita, a numerosi casi di "vento forte"; ciò porta a considerare elevato il livello di rischio.

Considerazioni conclusive

I dati già oggi disponibili ed i metodi per la loro elaborazione consentono di trarre informazioni utili per le attività assicurative.

Per quanto concerne l'analisi sui dati storici, è possibile costruire appropriati stimatori del rischio legato al verificarsi delle avversità atmosferiche utili in sede di progettazione delle coperture assicurative, di determinazione delle franchigie e di formulazione dei tassi.

La stima del rischio per le diverse colture diffuse sul territorio nazionale è oggi ampiamente possibile per le basse e le alte temperature e per le precipitazioni (carenza o eccesso di pioggia); è fattibile, seppur con risoluzione territoriale inferiore, per il vento forte, mentre è limitata per i danni derivanti dalla radiazione solare (colpo di sole).

Si delineano dunque per i prossimi anni concreti spazi di collaborazione con i servizi agrometeorologici, le cui reti presentano una densità spaziale di notevole interesse per le attività di stima del rischio climatico per le colture.