

CAPITOLO 4. Scenario di rischio eventi meteorologici avversi

ARGOMENTI TRATTATI:

TEMA 4.1. SCENARIO DI EVENTO

UNITÀ 4.1.1. CARATTERISTICHE GENERALI DEI FENOMENI

4.1.1.1. Introduzione

UNITÀ 4.1.2. I TEMPORALI

4.1.2.1. Fenomeno meteorologico

4.1.2.2. Caratteristiche di frequenza e prevedibilità

4.1.2.3. Effetti temibili attesi

4.1.2.4. Misure di autoprotezione

UNITÀ 4.1.3. VENTO FORTE

4.1.3.1. Fenomeno meteorologico

4.1.3.2. Caratteristiche di frequenza e prevedibilità

4.1.3.3. Effetti temibili attesi

4.1.3.4. Misure di autoprotezione

UNITÀ 4.1.4. NEVE

4.1.4.1. Fenomeno meteorologico

4.1.4.2. Caratteristiche di frequenza e prevedibilità

4.1.4.3. Effetti temibili attesi

4.1.4.4. Misure di autoprotezione

UNITÀ 4.1.5. FULMINAZIONI

4.1.5.1. Fenomeno meteorologico

4.1.5.2. Caratteristiche di frequenza e prevedibilità

4.1.5.3. Effetti temibili attesi

4.1.5.4. Misure di autoprotezione

UNITÀ 4.1.6. ONDATE DI CALORE

4.1.6.1. Fenomeno meteorologico

4.1.6.2. Caratteristiche di frequenza e prevedibilità

4.1.6.3. Effetti temibili attesi

4.1.6.4. Misure di autoprotezione

UNITÀ 4.1.7. ONDATE DI GELO

4.1.7.1. Fenomeno meteorologico

4.1.7.2. Frequenza del fenomeno e prevedibilità

4.1.7.3. Effetti temibili

4.1.7.4. Misure di autoprotezione

TEMA 4.2. MODELLO DI INTERVENTO

UNITÀ 4.2.1. METODOLOGIA

4.2.1.1. Approccio alla definizione del modello

UNITÀ 4.2.2. TEMPORALI, VENTO FORTE, FULMINAZIONI

4.2.2.1. Fase di attenzione

4.2.2.2. Fase di preallarme

4.2.2.3. Fase di allarme

UNITÀ 4.2.3. NEVE

4.2.3.1. Fase di attenzione

4.2.3.2. Osservazioni sulla operatività per la fase di attenzione

4.2.3.3. Fase di preallarme

4.2.3.4. Osservazioni sulla operatività in fase di preallarme

4.2.3.5. Fase di allarme





Tema 4.1. Scenario di evento

Unità 4.1.1. Caratteristiche generali dei fenomeni

4.1.1.1. Introduzione

Gli eventi meteorologici avversi comprendono fenomeni atmosferici di particolare intensità e rapidità di evoluzione, in grado di determinare situazioni di criticità sul territorio e sulla popolazione.

Tra questi rientrano i temporali intensi, spesso associati a precipitazioni abbondanti in tempi brevi, fulminazioni e raffiche di vento, che possono causare allagamenti localizzati, innalzamenti improvvisi dei livelli idrici, smottamenti e disservizi alle reti infrastrutturali.

Le grandinate possono provocare danni alle coperture degli edifici, ai veicoli, alle colture e alle infrastrutture, nonché condizioni di grave pericolosità per la circolazione stradale.

Gli eventi di vento forte e raffiche di burrasca possono causare la caduta di alberi, pali, strutture temporanee e coperture, con conseguenti rischi per l'incolumità delle persone e interruzioni dei servizi essenziali (energia elettrica, telecomunicazioni, viabilità).



Figura 30. Effetti del vento forte a seguito dell'evento del 24 luglio 22'3 in Via Pacini nella zona di Città studi a Milano

Le nevicate forti possono creare forti disagi nei centri urbani, così come le ondate di gelo e di calore.

Tali fenomeni, singolarmente o in combinazione, richiedono un attento monitoraggio, l'attivazione delle strutture di protezione civile e l'adozione di misure di prevenzione e gestione dell'emergenza finalizzate alla tutela della popolazione e alla riduzione degli impatti sul territorio.

Unità 4.1.2. I temporali

4.1.2.1. Fenomeno meteorologico

Nel territorio della Città Metropolitana di Milano, i temporali rappresentano una delle principali e più preoccupanti tipologie di evento meteorologico avverso. Ciò in ragione delle caratteristiche climatiche, morfologiche e insediative dell'area. Si manifestano prevalentemente nel periodo primaverile ed estivo, talvolta estendendo il periodo fino ad ottobre-novembre, spesso con intensità elevata e rapida evoluzione. Sono associati a nubi cumuliformi, torreggianti e di grande sviluppo verticale.

Dal punto di vista fenomenologico, il rischio da temporali forti è dunque associato allo sviluppo di sistemi temporaleschi intensi, talvolta organizzati in celle singole o multicellulari, in grado di produrre precipitazioni intense, raffiche di vento, grandinate e intensa attività elettrica.

Si tratta in generale della presenza di marcata instabilità atmosferica, afflusso di aria calda e umida nei bassi strati, ingresso di aria più fredda in quota, convergenze nei bassi strati e linee di instabilità.

Nel contesto metropolitano il fenomeno è molto insidioso a causa della forte tasso di esposizione sul territorio e della significativa impermeabilizzazione dei suoli. La dinamica dei fenomeni è rapida e localizzata, con potenziali effetti sulla sicurezza della popolazione e sulla funzionalità delle infrastrutture. Le altezze di precipitazione sono spesso significative sulle durate più brevi andando così a cimentare severamente i bacini con i tempi di corrivazione minori e, segnatamente, quelli tipici delle reti del drenaggio urbano.




Figura 31. Nubifragio estivo su Milano 12 luglio 2024.

4.1.2.2. Caratteristiche di frequenza e prevedibilità

La probabilità di occorrenza dei fenomeni è medio-alta nella stagione primaverile ed estiva (possibilità di più fenomeni nell'ambito della medesima stagione), la rapidità di insorgenza elevata, la prevedibilità puntuale medio-bassa.

Regione Lombardia considera specificamente l'occorrenza di fenomeni temporaleschi nelle allerte di protezione civile secondo gli usuali codici-colore.

L'impatto locale può essere significativo. Sono possibili effetti a cascata in termini di interruzioni delle reti dei servizi e forti disagi per la viabilità. Gli eventi si manifestano generalmente a scala locale con possibilità di estensione all'area vasta.



**Regione
Lombardia**

CENTRO FUNZIONALE MONITORAGGIO RISCHI NATURALI
Regione Lombardia
Piazza Città di Lombardia, 1 - 20124 - Milano
D.G. Sicurezza e Protezione Civile
U.O. Protezione Civile

ALLERTA di PROTEZIONE CIVILE n° 2025.65 del 07/07/2025 ore 13.35
Rischio IDRO-METEO

ALLERTA ARANCIONE RISCHIO TEMPORALI
ALLERTA GIALLA RISCHIO IDROGEOLOGICO

SINTESI METEOROLOGICA – LIVELLI DI CRITICITA' E DI ALLERTA – FASI OPERATIVE MINIME

Dalle ore centrali di oggi 07/07 si prevede una graduale ripresa delle precipitazioni a carattere di rovescio e temporale con asse di propagazione Sudovest-Nordest. Le precipitazioni risulteranno inizialmente sparse a partire dai rilievi, mentre, verso il tardo pomeriggio/sera, tenderanno ad essere diffuse e a intensificarsi, con formazione di linee temporalesche in rapido transito da Ovest a Est. I fenomeni temporaleschi saranno accompagnati, localmente e con media probabilità, da grandine di medie dimensioni e forti raffiche di vento. Si attendono venti in pianura inizialmente deboli, mentre, da metà pomeriggio-sera, in rinforzo in concomitanza ai passaggi temporaleschi con raffiche tra 40 e 70 km/h (i valori di raffica sono associati al passaggio dei fenomeni precipitativi). Si prevedono venti in montagna, sotto i 1500 metri, moderati o forti, con velocità medie sopra i 700 metri tra 40 e 70 km/h.

Per la giornata di domani 08/07 si prevedono ancora precipitazioni a carattere di rovescio e temporale. Nelle prime ore della notte si attendono precipitazioni diffuse sui settori centro-orientali, dove saranno possibili passaggi temporaleschi associati a fenomeni ancora di forte intensità, mentre sui settori occidentali saranno sparse. Dal primo mattino si prevedono precipitazioni in esaurimento da Ovest a Est, salvo residue. Dal pomeriggio si attende riattivazione sparsa, più probabile sui settori orientali e sui rilievi. In serata precipitazioni assenti o isolate residue. Si attendono venti in pianura da deboli a moderati nel pomeriggio, specie sulla pianura occidentale (velocità medie orarie tra 15 e 20 km/h, raffiche tra 40 e 45 km/h), verso sera tendenti ad attenuarsi fino a deboli. Venti in montagna sotto i 1500 metri dai quadranti settentrionali moderati o forti, con velocità medie sopra i 700 metri tra 40 e 70 km/h.

Zone omogenee di allertamento		Scenari di rischio	Decorrenza della criticità		Livelli di criticità / allerta previsti		Fase operativa minima
Codice	Denominazione		Data inizio	Data fine			
IM-01 (SO)	Valchiavenna	Idrogeologico	07/07/25 14:00	Prossimo aggiornamento	Verde Assente		-
		Idraulico	07/07/25 14:00	Prossimo aggiornamento	Verde Assente		-
		Temporali	07/07/25 06:00	09/07/25 00:00	Giallo Ordinaria		Attenzione

Figura 32. Esempio di allerta di protezione civile per rischio idrogeologico e temporali

4.1.2.3. Effetti temibili attesi

La forte localizzazione spaziale dei fenomeni comporta una distribuzione disomogenea degli effetti, con impatti anche molto differenti tra comuni limitrofi sul territorio metropolitano. La rapidità di formazione e dissipazione dei temporali riduce i tempi di preavviso operativo, rendendo necessarie attività di monitoraggio in tempo reale e una pronta attivazione delle strutture di protezione civile.

I temporali intensi sono frequentemente associati a raffiche di vento improvvise, talvolta di elevata intensità (downburst), che possono provocare la caduta di alberature, il danneggiamento di coperture, impianti e strutture temporanee, nonché interruzioni dei servizi essenziali, in particolare della rete elettrica e delle telecomunicazioni. Per questo aspetto si rimanda al paragrafo relativo ai fenomeni di vento forte.

La presenza di attività elettrica intensa comporta inoltre rischi per la sicurezza delle persone, per le infrastrutture e per gli impianti tecnologici. Anche in questo caso si rimanda al paragrafo specifico.

Possono essere presentarsi grandinate, con effetti significativi su veicoli, edifici, colture e superfici vetrate, nonché da criticità per la circolazione stradale e ferroviaria, particolarmente rilevanti in un contesto ad elevata densità infrastrutturale come quello metropolitano.



Figura 33. Grandinata su Turbigo 21 agosto 2025 (immagine Rai News)

La forte localizzazione spaziale dei fenomeni comporta una distribuzione spesso disomogenea degli effetti, con impatti anche molto differenti tra comuni limitrofi. La rapidità di formazione e dissipazione dei temporali riduce i tempi di preavviso operativo, rendendo necessarie attività di monitoraggio in tempo reale e una pronta attivazione delle strutture di protezione civile.

I più significativi effetti temibili attesi sono:

- allagamenti localizzati da sovraccarico o malfunzionamento della rete di smaltimento delle acque meteoriche;
- allagamento dei sottopassi stradali con interruzione della circolazione e fortissimo rischio per gli automobilisti che possono rimanere bloccati all'interno;
- caduta di rami e alberi;
- distacco di elementi non strutturali (coperture, pannelli e cartellonistica, insegne);
- interruzioni di servizi essenziali;
- significative difficoltà alla circolazione;
- rischio per l'incolumità delle persone per vento forte, grandine e fulminazioni.

4.1.2.4. Misure di autoprotezione

Le principali misure di autoprotezione sono sintetizzate nei punti seguenti:

- informarsi con continuità sulla dinamica della situazione attraverso le fonti regionali
- durante gli spostamenti in auto, seguire scrupolosamente le indicazioni della polizia locale, specialmente per quanto attiene all'accesso ai sottopassi, alle aree in corso di allagamento ovvero segnalate come potenzialmente pericolose;
- evitare la sosta all'aperto durante i fenomeni, in particolare nei pressi di strutture in elevazione che potrebbero attrarre i fulmini (tralicci, alberi,...);
- non sostare sotto alberi o strutture instabili che potrebbero cedere sotto l'azione del vento;
- mettere in sicurezza oggetti esposti al vento in giardini, verande o terrazzi;
- seguire le indicazioni delle autorità.

Unità 4.1.3. Vento forte

4.1.3.1. Fenomeno meteorologico

I fenomeni di vento forte sono in generale provocati dal passaggio di sistemi perturbati e fronti freddi, dalla presenza di gradienti barici intensi ovvero da raffiche discendenti associate a temporali, i cosiddetti *downburst*. Possono inoltre verificarsi effetti locali di canalizzazione urbana nei grandi centri abitati.

Nel periodo estivo il fenomeno è spesso associato a temporali intensi, mentre nei mesi freddi può accompagnare perturbazioni atlantiche o episodi di foehn.

Particolarmente significativi sono i fenomeni (generalmente stivi) associati ai temporali intensi. Si manifestano con raffiche improvvise, talvolta di elevata intensità, che possono provocare la caduta di alberature, il danneggiamento di coperture, impianti e strutture temporanee, nonché interruzioni dei servizi essenziali, in particolare della rete elettrica e delle telecomunicazioni.

Questo tipo di fenomeni vengono denominati “*downburst*”: si tratta di correnti discendenti molto intense che si origina all’interno del temporale. L’aria fredda e densa precipita rapidamente verso il suolo e, una volta impattato il terreno, si espande orizzontalmente in tutte le direzioni, generando raffiche di vento violente e improvvise.

A differenza dei fenomeni vorticosi non vi è rotazione dell’area che invece si espande linearmente in direzione radiale. È dunque un fenomeno profondamente diverso dalle trombe d’aria o dai tornado. Ha una durata relativamente breve, anche limitata a pochi minuti e, come accennato per le precipitazioni temporalesche, interessa un’area generalmente limitata. In questo caso si tratta *microburst* caratterizzati da estensione inferiore a circa 4 km. Altrimenti si parla di *macroburst*.

4.1.3.2. Caratteristiche di frequenza e prevedibilità

La probabilità dell’evento può considerarsi medio-alta, la rapidità di dispiegamento elevata. Il fenomeno è difficile da prevedere puntualmente e può generare criticità improvvise, richiedendo monitoraggio radar e in tempo reale, rapida attivazione del sistema di protezione civile, tempestiva informazione alla popolazione. L’evento può verificarsi sia a scala locale che in modalità diffusa.

Regione Lombardia considera specificamente l’occorrenza di fenomeni di vento forte nelle allerte di protezione civile secondo gli usuali codici-colore.

4.1.3.3. Effetti temibili attesi

Gli effetti temibili sono soprattutto quelli dovuti all’azione del vento su strutture staticamente o strutturalmente particolarmente vulnerabili. In particolare si ricorda:

- caduta di alberi, rami, tralicci e pali;
- distacco di coperture, pannelli, elementi non strutturali;
- interruzioni di energia elettrica e telecomunicazioni come effetto secondario di danni strutturali alle componenti degli impianti;
- difficoltà alla circolazione stradale e ferroviaria dovuta alla presenza di rami o altri oggetti sulla viabilità;



- danni a veicoli in sosta o in marcia, in quest'ultimo caso con particolare riferimento ai telonati in transito nei tratti più esposti;
- rischio per l'incolumità delle persone.

4.1.3.4. Misure di autoprotezione

Le misure di autoprotezione nel caso di vento forte riguardano

- informarsi con continuità sulla dinamica della situazione attraverso le fonti regionali
- evitare la sosta in prossimità di alberi e strutture instabili;
- mettere in sicurezza oggetti e arredi esterni nei giardini, balconi e verande di competenza;
- limitare gli spostamenti non necessari;
- prestare attenzione durante la guida;
- seguire le indicazioni delle autorità.

Unità 4.1.4. Neve

4.1.4.1. Fenomeno meteorologico

Le nevicate sono fenomeni meteorologici legati alla presenza di precipitazioni in forma solida, che si verificano quando una massa d'aria sufficientemente fredda interessa l'intera colonna atmosferica, dal suolo fino alle quote di formazione delle nubi.

Nel contesto della Pianura Padana e della Città Metropolitana di Milano, le nevicate sono generalmente associate a afflussi di aria fredda di origine artica o continentale, spesso da nord o nord-est, strutture depressionarie sul Mediterraneo occidentale o sull'arco ligure, che favoriscono la risalita di aria umida sopra uno strato freddo preesistente ovvero da situazioni di inversione termica e raffreddamento nei bassi strati, che consentono la caduta della neve anche con temperature prossime allo zero.

A quest'ultimo proposito, vale la pena di ricordare il cosiddetto "cuscinetto freddo" o "cuscino padano". Si tratta di uno strato di aria densa, fredda e pesante che ristagna nei bassi strati della Pianura Padana durante l'inverno. Il fenomeno è favorito dalla particolare conformazione orografica della pianura, chiusa a nord e a ovest dalle Alpi e a sud dagli Appennini. In seguito a irruzioni d'aria artica o continentale, il freddo entra nel "bacino" padano e vi rimane sostanzialmente "intrappolato". Grazie alla scarsa ventilazione, l'aria fredda si stratifica verso il suolo, creando temperature spesso inferiori allo zero in pianura anche quando l'aria in quota presenta temperature superiori.

Il "cuscinetto" è tipico per la formazione delle cosiddette "nevicate da scorrimento" o da "addolcimento". Quando una perturbazione atlantica mite e umida sopraggiunge da ovest, l'aria calda e leggera scorre sopra lo strato gelido preesistente. Anche se la pioggia inizia a cadere all'altezza delle nuvole (dove l'aria è più calda), nell'attraversare lo strato di aria gelida del cuscinetto cristallizza e raggiunge il suolo sotto forma di neve. Per questa ragione nella Pianura Padana può nevicare con temperature vicine o leggermente superiori allo zero proprio perché il "cuscino" protegge la colonna d'aria dal riscaldamento immediato portato dai venti meridionali.

Senza questo meccanismo, le perturbazioni invernali porterebbero quasi esclusivamente pioggia, come avviene frequentemente nelle altre regioni italiane.

4.1.4.2. Caratteristiche di frequenza e prevedibilità

Il clima del territorio metropolitano di Milano, come del resto quello generalmente padano, ha caratteristiche tali da generare neve, anche significativa ai fini degli scenari di protezione civile. Nelle ultime due decadi la frequenza e gli accumuli sono diminuiti in modo significativo, soprattutto rispetto alla metà del XX secolo, a causa del generale trend nell'incremento delle temperature e dell'effetto "isola di calore" nelle aree più densamente urbanizzate, come si è discusso nell'inquadramento climatologico disponibile nella Parte generale del Piano.

4.1.4.3. Effetti temibili attesi

I casi di vento forte si spiegano con

- velocità del vento che possono superare i 100 km/h;
- carattere repentino: la manifestazione del fenomeno, nella maggior parte dei casi non è graduale del vento e l'intensità raggiunge il picco in maniera estremamente rapida;
- nel caso del downburst, andamento lineare della direzione: le linee di flusso del vento seguono un *pattern* radiale, divergente dal punto di impatto della corrente discendente. Non vi è vorticosità come accade nelle trombe d'aria;
- potenziale fenomenologia eterogenea, il fenomeno può accompagnarsi e piogge intense o grandine.

Le conseguenze al suolo riguardano generalmente

- la caduta diffusa di alberi e rami, spesso orientati nella stessa direzione radiale;
- scopercchiamenti e danneggiamenti delle coperture degli edifici;
- abbattimento di pali, tralicci, cartellonistica e strutture temporanee;
- interruzioni dei servizi essenziali (energia elettrica, telecomunicazioni);
- danni a veicoli e infrastrutture
- pericoli per la popolazione all'esterno delle abitazioni



Figura 34. Una immagine della nevicata del 13 gennaio 1985 a Milano

Storicamente, la città registrava mediamente diversi giorni di neve all'anno, con accumuli totali medi di molte decine di centimetri in inverno. Negli anni più recenti gli accumuli medi sono più

bassi e le nevicate più sporadiche. Anche nella Pianura Padana in generale, fenomeni nevosi significativi sono diventati più rari negli ultimi anni, con alcuni inverni quasi senza accumuli degni di nota.

Tra gli eventi storici più significativi si ricordano quelli riportati nei punti seguenti.

- Tra il 13 e il 17 gennaio 1985, Milano fu colpita da una nevicata eccezionale: il manto nevoso raggiunse circa 90 cm di accumulo in città e punte superiori nei dintorni. Questo evento, ricordato nella sua globalità come il più significativo del XX secolo nell'area (e non solo), provocò forti disagi alla mobilità e al funzionamento dei servizi, con ripercussioni sulla vita quotidiana.
- Inverno 1946-1947: accumuli storicamente elevati (oltre 1 m in alcune stazioni) e freddo prolungato.
- Inverno 1954 e febbraio 1956: nevicate molto intense in tutta la Pianura Padana, con accumuli notevoli anche a Milano.
- 1978 e gennaio 2006: stagioni con più eventi nevosi significativi e accumuli importanti rispetto alla media recente.
- 28 dicembre 2020: uno dei più intensi eventi nevosi recenti, con accumuli di 20-30 cm e forte impatto sui trasporti e sull'organizzazione urbana.
- Anche nel 2024-2025 si sono verificati episodi di neve a Milano e provincia, con diverse giornate di precipitazioni nevose anche deboli o intermittenti, confermando che il fenomeno costituisca un rischio attivo, pur essendo meno intenso che nel passato.

Regione Lombardia considera specificamente l'occorrenza di fenomeni di vento forte nelle allerte di protezione civile secondo gli usuali codici-colore.

Le caratteristiche essenziali dei fenomeni, ai fini della valutazione degli effetti al suolo sono:

- persistenza del fenomeno: le nevicate possono protrarsi per più ore o giorni, determinando accumuli progressivi.
- Neve bagnata: frequente nel contesto metropolitano, comporta maggiore peso specifico e maggiori impatti su alberature e coperture.
- Transizione neve-pioggia-neve: tipica delle fasi marginali, con elevato rischio di formazione di ghiaccio.
- Effetti differiti: le criticità possono persistere anche a lungo dopo la cessazione delle precipitazioni, a causa del gelo notturno e del rigelo.

Come soglie operative di riferimento, in via del tutto indicativa, si possono assumere

- accumulo 0 – 5 cm: disagi localizzati alla circolazione, prime criticità su viabilità secondaria e marciapiedi.
- accumulo 5 – 15 cm: criticità diffuse alla viabilità urbana ed extraurbana, necessaria attivazione del Piano Neve e potenziamento delle operazioni di sgombero.
- Accumulo maggiore di 15 cm: emergenza a scala comunale o sovracomunale, possibili interruzioni dei servizi essenziali, difficoltà di accesso ai presidi sanitari e infrastrutture strategiche.

Per quanto attiene al fattore termico, sempre in via indicativa, si può assumere

- temperature prossime a 0 °C: elevato rischio di neve bagnata e formazione di ghiaccio.
- temperature minori di 0 °C persistenti: accumulo stabile del manto nevoso, rischio di rigelo e aumento della pericolosità per la circolazione.
- rapido calo termico post-evento: Criticità differite per gelo notturno, anche in assenza di nuove precipitazioni.

Nel contesto metropolitano, le nevicate possono determinare:

- compromissione della mobilità su rete stradale primaria e secondaria, svincoli, rampe, ponti e sottopassi;
- disservizi al trasporto pubblico e alla mobilità pendolare;
- rottura di rami e caduta di alberature, soprattutto in presenza di neve bagnata;
- interruzioni della fornitura elettrica e delle telecomunicazioni;
- difficoltà operative per i servizi di emergenza e di soccorso;
- aumento del rischio per la popolazione, in particolare per pedoni, anziani e soggetti fragili.

Per quanto attiene alle implicazioni operative, soprattutto alla scala dell'area vasta, occorre innanzitutto ricordare l'importanza di un'attenta e specifica campagna di comunicazione all'atto della previsione della prima nevicata dell'anno. Si tratta difatti di un evento che, generalmente, trova il territorio impreparato e che è bene sottolineare con indicazioni specifiche. Tra queste preparare il veicolo con pneumatici invernali, viaggiare solo se strettamente necessario, guidare con cautela mantenendo velocità ridotta, distanze aumentate ed evitando frenate brusche.

A casa, si consiglia di liberare marciapiedi e ingressi, spargere sale se gela, proteggere le tubature e prestare attenzione a lastre di neve dai tetti, evitando mezzi a due ruote. Le amministrazioni locali attiveranno i piani di sgombero neve dando priorità alle strade principali, coordinandosi con la Protezione civile metropolitana. Tale coordinamento è indispensabile tra i diversi soggetti titolari della viabilità e Città metropolitana.

4.1.4.4. Misure di autoprotezione

Le misure di autoprotezione possono essere sintetizzate nei punti seguenti suddivisi per le fasi antecedenti l'evento, in corso d'evento e successive all'evento.,

Prima dell'evento:

- Informarsi sulle previsioni meteorologiche e sugli avvisi di criticità regionali.
- Programmare gli spostamenti limitandoli ai soli indispensabili.
- Verificare la dotazione del veicolo (dotazioni invernali, liquido antigelo).
- Proteggere contatori e tubazioni esposte al gelo.
- Tenere a disposizione abbigliamento caldo, torce e dispositivi di emergenza.

In corso d'evento

- Informarsi sulle condizioni in atto, sulle previsioni meteorologiche e seguire gli avvisi di criticità regionali, seguire le indicazioni delle autorità e dei servizi di emergenza;
- Utilizzare calzature antiscivolo e abbigliamento adeguato.
- Evitare l'uso dell'auto se non strettamente necessario.
- Guidare con prudenza, mantenendo velocità ridotta e distanza di sicurezza.
- Durante gli spostamenti a piedi, prestare attenzione a marciapiedi e superfici scivolose.
- Non sostare sotto alberi o strutture che potrebbero cedere per il peso della neve.

Nella fase successiva all'evento

- Prestare attenzione a ghiaccio residuo e neve accumulata.
- Rimuovere la neve da accessi, marciapiedi e passi carrai di propria competenza, nei limiti delle disposizioni comunali.
- Segnalare situazioni di pericolo (rami, alberi, coperture instabili).



Unità 4.1.5. Fulminazioni

4.1.5.1. Fenomeno meteorologico

Le fulminazioni sono fenomeni atmosferici associati ai temporali intensi, caratterizzati da scariche elettriche tra nube e nube o nube e suolo, in grado di generare effetti diretti e indiretti sulla popolazione, sulle infrastrutture e sui servizi essenziali. Le condizioni ideali per lo sviluppo di fulmini sono i cumulonembi tipici dei fenomeni temporaleschi.



Figura 35. Intenso fenomeno elettrico su Milano nel giugno 2024 (Immagine Corriere della sera)

La scarica di un fulmine è un tipico fenomeno elettrostatico molto simile a livello fisico a quello che avviene tra due piastre di un condensatore piano quando la differenza di potenziale tra di esse supera la cosiddetta rigidità dielettrica del mezzo fisico frapposto. L'analogia delle piastre si riferisce alle nubi e la superficie terrestre, il mezzo dielettrico, all'aria atmosferica.

Il rischio da fulminazioni è legato non solo alla frequenza del fenomeno, ma anche alla densità dei fulmini, alla loro localizzazione spaziale e alla vulnerabilità degli elementi esposti. Dal punto di vista della pianificazione di protezione civile, le fulminazioni rappresentano un rischio puntuale ma potenzialmente molto pericoloso, in grado di innescare eventi a cascata quali incendi, blackout e malfunzionamenti impiantistici.

Nel contesto della Pianura Padana, e in particolare della Città Metropolitana di Milano, tali condizioni si verificano soprattutto nel periodo primaverile ed estivo, spesso in concomitanza con afflussi di aria calda e umida nei bassi strati, ingressi di aria più fredda in quota, linee temporalesche organizzate o celle temporalesche isolate ma molto intense.

Le fulminazioni possono precedere, accompagnare o seguire le precipitazioni, rendendo il fenomeno difficilmente percepibile come imminente dalla popolazione.

4.1.5.2. Caratteristiche di frequenza e prevedibilità

Il territorio lombardo, e in particolare l'area milanese, è tra quelli con maggiore densità di fulminazioni in Italia. L'occorrenza di questi eventi è associata a quella dei temporali e la loro previsione è di conseguenza analoga. Negli ultimi anni si è andata osservando:

- un'elevata frequenza stagionale dei temporali con intensa attività elettrica;
- una concentrazione degli eventi in episodi brevi ma molto intensi;

- una possibile tendenza all'aumento dell'intensità dei fenomeni, coerente con l'incremento dell'energia disponibile nei sistemi temporaleschi.

Nel contesto urbano metropolitano, la presenza diffusa di edifici, infrastrutture, reti tecnologiche e aree frequentate amplifica gli effetti potenziali delle fulminazioni.

Le informazioni sulla previsione di eventi portatori di fulminazioni si trovano sulle allerte regionali Idro-Meteo TEMPORALI.

4.1.5.3. Effetti temibili attesi

La probabilità del fenomeno è elevata soprattutto nel periodo primaverile ed estivo. La distribuzione spaziale del fenomeno nell'ambito dell'areale sul quale insiste la cella temporalesca è aleatoria e la prevedibilità temporale e spaziale del fenomeno è connessa e limitata a quella della zona e del periodo interessato dal temporale.

Le principali criticità associate alle fulminazioni sono:

- Rischio diretto per l'incolumità delle persone, in particolare in spazi aperti, parchi, aree sportive, cantieri e durante eventi all'aperto;
- Innesco di incendi, soprattutto su coperture, vegetazione secca e impianti elettrici;
- Danni a impianti e apparecchiature elettriche ed elettroniche, anche per sovratensioni indotte;
- Interruzioni dei servizi essenziali, in particolare energia elettrica e telecomunicazioni;
- Blocco o malfunzionamento di infrastrutture strategiche, sistemi di controllo, segnalamento e trasporto.

Nel territorio della Città Metropolitana di Milano, tali effetti risultano particolarmente rilevanti in relazione a:

- alta densità di reti tecnologiche interconnesse;
- presenza di strutture sensibili e strategiche;
- numerosi spazi pubblici e attività all'aperto.

Il rischio da fulminazioni, pur avendo una natura puntuale, può determinare criticità improvvise e diffuse attraverso effetti indiretti.

La gestione del rischio richiede il monitoraggio continuo delle condizioni temporalesche e dell'attività elettrica, eventualmente integrando le informazioni provenienti dal Centro Funzionale regionale e dei dati di rilevamento dei fulmini disponibili in tempo reale su pagine istituzionali³⁰ o commerciali³¹;

Particolare attenzione dovrà essere posta durante eventi, manifestazioni e attività all'aperto e in particolare su parchi, aree sportive e cantieri.

4.1.5.4. Misure di autoprotezione

- Le misure più significative di autoprotezione sono riportate nei punti seguenti:
- evitare di sostare all'aperto durante i temporali;
- allontanarsi da alberi isolati, strutture metalliche in elevazione e corsi d'acqua;
- sospendere attività sportive e ricreative all'aperto;

³⁰ <https://mappe.protezionecivile.gov.it/it/mappe-e-dashboard-rischi/piattaforma-radar/>

³¹ Si veda ad esempio https://www.blitzortung.org/it/live_dynamic_maps3.php



- rifugiarsi in edifici o veicoli chiusi;
- evitare l'uso di apparecchiature elettriche non protette.

Unità 4.1.6. Ondate di calore

4.1.6.1. Fenomeno meteorologico

Le ondate di calore sono eventi meteorologici caratterizzati da temperature elevate e persistenti, spesso associate ad alti valori di umidità e a condizioni di scarsa ventilazione. Nel contesto della Città Metropolitana di Milano, il fenomeno è amplificato dalle isole di calore urbane, dalla forte antropizzazione del territorio e dalla presenza di popolazione vulnerabile. Per un approfondimento in questo senso si rimanda alla Parte prima del Piano con riferimento ai capitoli sull'inquadramento climatologico del territorio e a quello sulla demografia.

Il fenomeno generatore può essere individuato nella persistenza di strutture anticicloniche subtropicali, nella subsidenza atmosferica e stabilità prolungata e nella assenza di ventilazione significativa. Il fenomeno determina l'accumulo progressivo di calore negli ambienti urbani, in particolare dove il tessuto è continuo e gli spazi verdi sono ridotti.

4.1.6.2. Caratteristiche di frequenza e prevedibilità

Un indicatore riconosciuto come *proxy* delle ondate di calore, definito dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO) ed usato sempre con maggiore frequenza nel nostro paese è il “numero delle notti tropicali”

Una “notte tropicale” è tale se la temperatura minima non scende mai al di sotto dei 20°C. Si tratta di un fenomeno che ostacola il raffreddamento del corpo umano e animale, aumentando il disagio, specialmente con l'aumento dell'umidità. Questo indicatore climatologico, definito dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO) e sempre più frequente in Italia, è un segnale del cambiamento climatico e dell'aumento degli estremi meteo, con un impatto significativo sulla salute, soprattutto in città a causa dell'effetto isola di calore.

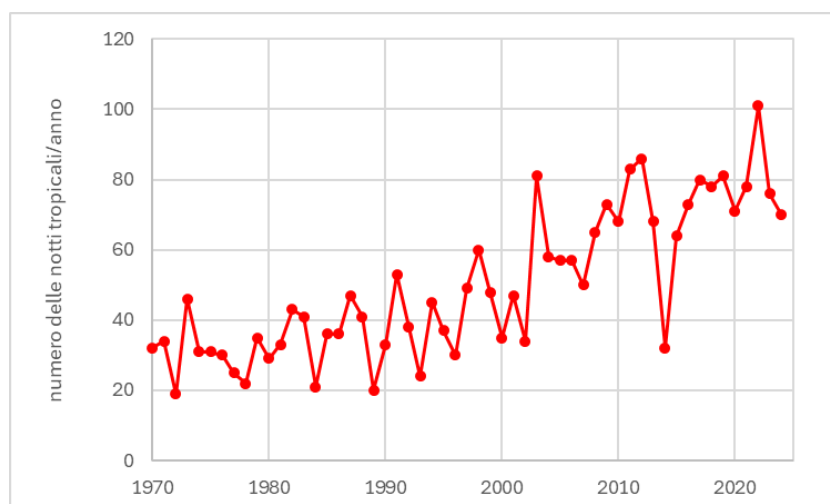


Figura 36. Numero delle notti tropicali registrato all'Osservatorio di Brera dal 1970 al 2024

Durante la “notte tropicale”, in assenza di sistemi di raffrescamento adeguati, il corpo fatica a dissipare il calore, causando stress e disturbi del sonno, specialmente per anziani, bambini e malati.

L'Italia registra un numero elevato e generalizzato di notti tropicali, con un aumento significativo soprattutto nelle grandi aree urbane come accade in vaste aree del territorio metropolitano. Sempre il numero delle notti tropicali costituisce un indice importante per misurare gli effetti del riscaldamento globale, con un aumento notevole negli ultimi decenni anche in mesi come giugno e settembre.

L'indiscutibile tendenza che si osserva nel grafico di Figura 36, oltre al trend globale di aumento delle temperature, dipende anche dalla progressiva urbanizzazione del territorio che incrementa a sua volta l'effetto “isola di calore urbana” e contribuisce al fenomeno.

È comprensibilmente problematico effettuare analisi statistiche su una serie non stazionaria come quella delle temperature a Brera che, come abbiamo visto nella Prima parte del Piano, mostra un chiaro trend a partire dagli anni '70 del secolo scorso. In generale si afferma che il mese più critico è luglio (40% delle occorrenze) seguito da agosto (35%) mentre i contributi di maggio, giugno e settembre sono stanzialmente marginali.

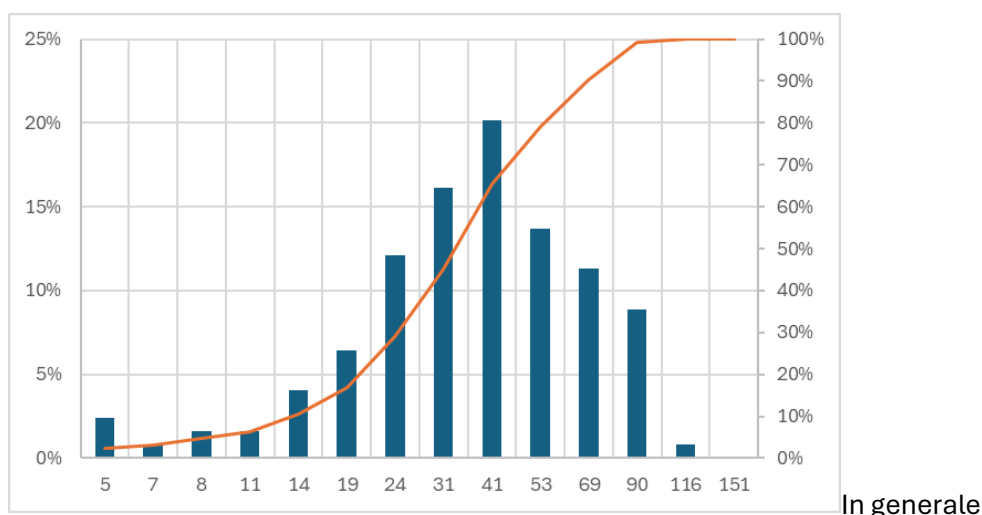


Figura 37. Frequenza delle notti tropicali

La probabilità di occorrenza è localizzata nel periodo primaverile e soprattutto estivo. L'evento è prevedibile alla scala dell'area vasta, mentre la prevedibilità puntuale è limitata.

4.1.6.3. Effetti temibili attesi

Gli effetti temibili relativi alle ondate di calore possono essere sintetizzati nei seguenti punti:

- stress termico e colpi di calore;
- aumento della mortalità e degli accessi ai servizi sanitari;
- incremento dei consumi energetici e rischio di blackout;
- peggioramento della qualità dell'aria;
- riduzione delle condizioni di vivibilità urbana.

La popolazione e le infrastrutture più esposte riguarda

- popolazione anziana, bambini, soggetti fragili;
- persone senza fissa dimora;



- lavoratori all'aperto;
- strutture sanitarie e socio-sanitarie;
- reti energetiche e idriche.

4.1.6.4. Misure di autoprotezione

- seguire le comunicazioni di protezione civile da parte del CFMR e sui media
- evitare di uscire all'aperto nelle ore più calde;
- indossare abiti leggeri e chiari
- Se all'esterno, individuare luoghi freschi nei quali sostare periodicamente (centri commerciali, biblioteche, locali pubblici);
- idratarsi frequentemente con acqua e frutta;
- proteggere ambienti interni dal calore, ad esempio abbassando le tapparelle;
- prestare la massima attenzione alle persone fragili.

Unità 4.1.7. Ondate di gelo

4.1.7.1. Fenomeno meteorologico

Con il termine “ondate di gelo” si indicano eventi caratterizzati da temperature molto basse e persistenti, spesso inferiori allo zero, che possono interessare ampie porzioni del territorio per più giorni consecutivi. Nel territorio metropolitano milanese, il fenomeno può determinare rilevanti criticità su mobilità, reti tecnologiche e popolazione fragile.

Il fenomeno è connesso all'afflusso di masse d'aria fredda di origine artica o continentale. È caratterizzato da aspetti quali cieli sereni e forte irraggiamento notturno, marcate inversioni termiche, scarsa ventilazione.

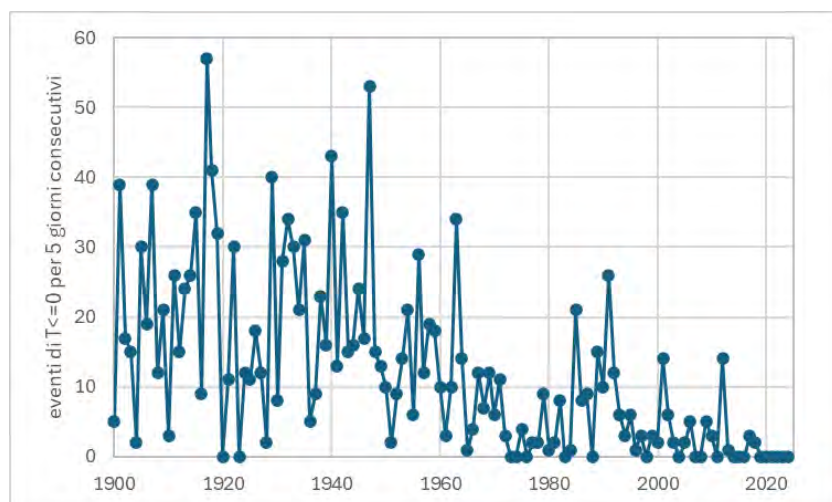


Figura 38. Andamento del numero di eventi di 5 giorni consecutivi con temperatura minima minore o uguale a zero

4.1.7.2. Frequenza del fenomeno e prevedibilità

Il grafico di Figura 38 riporta l'andamento del numero eventi di cinque giorni consecutivi con temperatura minima minore o uguale a zero. Si osserva un trend generalmente decrescente nelle ultime decadi.

Questo dato può considerarsi un proxy dell'andamento della frequenza delle ondate di gelo. Va tuttavia ricordato che l'osservatorio di Brera è collocato nel centro di Milano e dunque risente in maniera importante dell'isola di calore urbana e delle dinamiche proprie relative all'urbanizzazione. Pare comunque ragionevole ipotizzare un trend in diminuzione estendibile ad altre aree del territorio metropolitano. Questo non toglie che questo tipo di eventi siano comunque significativi per i loro eventi potenziali.

4.1.7.3. Effetti temibili

Gli effetti temibili riguardano le persone senza fissa dimora, in generale la popolazione fragile, anziani bambini per il rischio di ipotermia e congelamento in caso di lunga esposizione all'aperto. In tal senso vanno considerati anche i cantieri all'aperto con i rischi associati alla esposizione delle relative maestranze.

Sono poi da considerare le possibili rotture di rotture sugli impianti di adduzione idrica, specialmente quelli privati laddove i contatori siano esposti al freddo, la formazione di ghiaccio su strade e marciapiedi con conseguente rischio di cadute ed incidenti stradali. Sempre in tema di mobilità, si devono poi considerare i possibili rischi di interruzione del traffico ferroviario per l'azione del gelo prolungato su scambi e deviatoli.

È da tenere presente anche l'incremento del picco sui consumi energetici.

4.1.7.4. Misure di autoprotezione

Le misure di autoprotezione riguardano

- Informarsi con continuità dell'evoluzione della situazione
- proteggere adeguatamente persone e animali;
- prendersi particolare cura dei fragili;
- limitare spostamenti non necessari;
- prestare attenzione a superfici scivolose;
- proteggere impianti, tubazioni e contatori.

Tema 4.2. Modello di intervento

Unità 4.2.1. Metodologia

4.2.1.1. Approccio alla definizione del modello

La tematica relativa agli eventi meteorologici avversi è strettamente connessa a quella del rischio “Idro-meteo” di cui al capitolo precedente. I punti in comune sono sostanzialmente i seguenti:

- in entrambe i casi, le fenomenologie sono a forzante meteorologica;
- la catena dell’allertamento regionale, comprendente la previsione meteorologica, la valutazione e l’emissione delle allerte, è la stessa per entrambe le classi di fenomeni
- La forma di comunicazione delle allerte è la medesima e segue gli stessi canali;
- lo stesso vale per l’attività di monitoraggio e la relativa infrastruttura;
- gli effetti al suolo, almeno per alcuni dei fenomeni, sono sovrapponibili (pensiamo ad esempio agli allagamenti dovuti ai temporali e ai fenomeni alluvionali in generale);
- le azioni in capo ai diversi soggetti in capo al Sistema della Protezione civile sono analoghe per le due classi di rischio;

Per questa ragione, non volendo appesantire il testo con inutili ripetizioni, il modello di intervento per quanto riguarda le fasi operative, è quello riportato nel capitolo precedente. Si specializza altresì la tematica del rischio in esame attraverso gli aventi attivatori delle diverse fasi.

Unità 4.2.2. Temporali, vento forte, fulminazioni

4.2.2.1. Fase di attenzione

Il sistema regionale di allertamento segue procedure finalizzate all’aggiornamento ed alla verifica del quadro conoscitivo ed attiva la comunicazione con gli enti locali per la verifica dell’evoluzione dei fenomeni a scala locale.

L’evento attivatore è connesso con l’occorrenza di almeno uno dei seguenti eventi:

- emissione da parte del CFMR di livello di allerta “codice giallo”;
- segnalazioni da parte dei Comuni, dei responsabili degli ETS, di altre strutture operative del SNPC o di cittadini relative, a criticità che potrebbero evolvere in situazioni potenzialmente non gestibili a livello locale;

4.2.2.2. Fase di preallarme

L’attivazione della fase è connessa con l’occorrenza di almeno uno degli eventi:

- emissione da parte del CFMR di livello di allerta “codice arancione”;



- segnalazioni da parte dei Comuni, dei responsabili degli ETS, di altre strutture operative del SNPC o di cittadini relative a
 - singole criticità particolarmente significative e/o fenomeni che minacciano esposti di particolare rilievo o vulnerabilità
 - ovvero a molteplici o diffuse criticità
- che potrebbero evolvere in situazioni potenzialmente non gestibili a livello locale;

4.2.2.3. Fase di allarme

L'attivazione della fase operativa è connessa con l'occorrenza di almeno uno dei seguenti fattori:

- emissione da parte del CFMR di livello di allerta “codice rosso”;
- segnalazioni da parte dei Comuni, dei responsabili degli ETS, di altre strutture operative del SNPC o di cittadini relative alla evoluzione di criticità in atto non gestibili a livello locale;
- constatazione che l'evento in corso, nella sua dinamica, non può essere gestito mediante interventi attuabili in condizioni ordinarie dagli Enti e Amministrazioni competenti;
- constatazione della necessità di un intervento di Protezione Civile complesso e coordinato tra più Amministrazioni e soggetti;
- constatazione del fatto che l'evento richiede un intervento che deve essere fronteggiato con mezzi e poteri straordinari.

Unità 4.2.3. Neve

4.2.3.1. Fase di attenzione

Il sistema regionale di allertamento segue procedure finalizzate all'aggiornamento ed alla verifica del quadro conoscitivo ed attiva la comunicazione con gli enti locali per la verifica dell'evoluzione dei fenomeni a scala locale.

L'evento attivatore è connesso con l'occorrenza di almeno uno dei seguenti eventi:

- emissione da parte del CFMR di livello di allerta “codice giallo”;
- segnalazioni da parte dei Comuni, dei responsabili degli ETS, di altre strutture operative del SNPC o di cittadini relative, a criticità che potrebbero evolvere in situazioni potenzialmente non gestibili a livello locale;
- previsioni di nevicate e temperatura osservata attorno allo zero

4.2.3.2. Osservazioni sulla operatività per la fase di attenzione

Oltre le azioni generali previste nel modello di intervento idrogeologico, città metropolitana di Milano provvede

- a una valutazione congiunta con CCV-MI per preallertare adeguatamente le strutture del volontariato organizzato;
- alla predisposizione dei mezzi e materiali (sale, lame sgombraneve, spargisale)
- Informazione preventiva alla popolazione attraverso i canali istituzionali
- a valutare azioni di salatura preventiva

4.2.3.3. Fase di preallarme

L'attivazione della fase è connessa con l'occorrenza di almeno uno degli eventi:

- emissione da parte del CFMR di livello di allerta “codice arancione”;
- segnalazioni da parte dei Comuni, dei responsabili degli ETS, di altre strutture operative del SNPC o di cittadini relative a
 - singole criticità particolarmente significative e/o fenomeni che minacciano esposti di particolare rilievo o vulnerabilità
 - ovvero a molteplici o diffuse criticità

che potrebbero evolvere in situazioni potenzialmente non gestibili a livello locale;

- Nevicate moderate e persistenti su aree estese del territorio metropolitano

4.2.3.4. Osservazioni sulla operatività in fase di preallarme

Oltre le azioni generali previste nel modello di intervento idrogeologico, città metropolitana di Milano prevede:

- Attivazione del Piano Neve con l'avvio sistematico delle operazioni di sgombero e salatura
- Coordinamento con gestori della viabilità e dei servizi
- Comunicazioni alla popolazione sui canali istituzionali

4.2.3.5. Fase di allarme

L'attivazione della fase operativa è connessa con l'occorrenza di almeno uno dei seguenti fattori:

- emissione da parte del CFMR di livello di allerta “codice rosso”;
- segnalazioni da parte dei Comuni, dei responsabili degli ETS, di altre strutture operative del SNPC o di cittadini relative alla evoluzione di criticità in atto non gestibili a livello locale;
- constatazione che l'evento in corso, nella sua dinamica, non può essere gestito mediante interventi attuabili in condizioni ordinarie dagli Enti e Amministrazioni competenti;
- constatazione della necessità di un intervento di Protezione Civile complesso e coordinato tra più Amministrazioni e soggetti;
- constatazione del fatto che l'evento richiede un intervento che deve essere fronteggiato con mezzi e poteri straordinari.
- Nevicate intense o prolungate su aree del territorio metropolitano
- Accumuli attesi maggiori di 15 cm con temperature persistenti inferiori 0 °C

