



Regione Lombardia

& TEMPORALI VALANGHE

Manuale di
autoprotezione

Edizione 2007

I quaderni di Protezione Civile

6

TEMPORALI & VALANGHE

La seconda ristampa del volume "Temporalì & Valanghe – Manuale di Autoprotezione", testimonia senza dubbio l'attenzione suscitata dagli argomenti esposti, ma ancor più sottolinea l'importanza del messaggio che, alla base di tutto, si vuole trasmettere: la maggiore sicurezza della popolazione dipende in modo fondamentale da una diffusa coscienza e conoscenza dei rischi e dei modi per gestirli, anche, e soprattutto, quando i fenomeni che ne sono all'origine sono improvvisi e difficilmente prevedibili. E, occorre ribadirlo, la migliore forza di intervento può ben poco di fronte ad alcune calamità se non è preceduta da un'altrettanto valida capacità di prevenzione e pianificazione.

La Protezione Civile della Regione Lombardia mette allora a disposizione con questo volumetto una preziosa raccolta di nozioni di base, norme di comportamento, direttive per facilitare e incentivare "l'autoprotezione" del cittadino così come per regolare l'attivazione delle strutture locali di Protezione Civile durante tutta la stagione dei temporalì.

Questa edizione, opportunamente aggiornata, non a caso esce in concomitanza con un evento particolarmente importante: la manifestazione "Valtellina 2007 – Venti anni di sviluppo e protezione del territorio", con cui Regione Lombardia si appresta a ricordare l'alluvione in Valtellina del 1987, punto di partenza per lo sviluppo successivo del sistema regionale di Protezione Civile.

L'insieme di iniziative che costituiscono la manifestazione, tra cui il Convegno Internazionale di apertura, vogliono rappresentare un'occasione unica di confronto internazionale, per una società moderna e dinamica come quella lombarda, che vuole trovarsi preparata di fronte alle sfide poste dal cambiamento climatico globale che, come ormai sembra confermato, potrà manifestarsi sulla nostra regione con una maggior frequenza di eventi meteorologici estremi.

Massimo Ponzoni

*Assessore alla Protezione Civile,
Prevenzione e Polizia Locale*



i Temporalì

- 6 Che cos'è un Temporale
- 7 Come si sviluppa un Temporale
- 10 I Temporalì in Lombardia
- 13 Come osservare un Temporale
- 15 Prevedere i Temporalì: possibilità e limiti
- 17 La lettura corretta dell'informazione meteo
- 20 Modalità di comportamento
- 26 Direttiva Temporalì

le Valanghe

- 30 La Neve
- 32 La Classificazione delle Valanghe
- 35 Tipologia delle Valanghe
- 39 Quando "cadono" le Valanghe?
- 40 Autosoccorso e Soccorso Organizzato
- 42 Bollettino Nivometeorologico
- 44 False Sicurezze

Introduzione

L'efficacia delle azioni, in qualsiasi campo, è spesso condizionata dall'efficienza nello scambio delle informazioni. E questa, a sua volta, dipende fortemente dall'uniformità di linguaggio, ossia dall'avere a disposizione un vocabolario comune, tra i diversi soggetti che interagiscono. Così, tra chi opera per gestire gli eventi legati alla meteorologia e prevenire o contrastare i loro effetti sull'uomo e sul territorio, è *fondamentale l'acquisizione di una base di conoscenze, magari minime, ma fortemente condivise*. Ecco quindi che questo manuale mette a disposizione prima di tutto alcune definizioni e nozioni di base su due fenomeni naturali di particolare interesse per la

nostra regione: i temporali, tipici dell'estate; le valanghe, più frequenti in inverno e primavera. Attraverso l'informazione e la preparazione tanto degli enti locali quanto dei singoli cittadini può così realizzarsi una attiva collaborazione con gli organi di protezione civile al fine di limitare (controllare e prevenire) i rischi associati. Ma non solo. Occorre perseguire il *buon utilizzo degli strumenti a disposizione*. L'elevata frequenza, e spesso la limitata estensione oltre alla ridotta prevedibilità di questi fenomeni, fanno sì che non si possano gestire i relativi rischi con i "classici" meccanismi di attivazione dello stato di preallarme o di allarme a livello provinciale, meccanismi generalmente riservati ad eventi di maggiore portata sia nello spazio che nel tempo. Troppi sarebbero i soggetti coinvolti rispetto alla necessità e troppi i falsi

allarmi percepiti dagli stessi. Per questo si propongono suggerimenti per la corretta interpretazione dei bollettini meteo e nivometeo e alcune istruzioni per l'osservazione diretta dei fenomeni e per la protezione dai rischi che essi comportano. Il manuale è completato dalla Direttiva Temporali, ossia da *indicazioni operative rivolte agli enti locali e alle prefetture*, allo scopo di fornire a questi soggetti uno strumento per intervenire efficacemente in tutte le situazioni di rischio legate ai temporali difficilmente gestibili a livello centrale. In altre parole, si definisce un meccanismo di allertamento finalizzato a questo tipo di evento e che non dipenda dall'emissione di un Comunicato (di preallarme) ma che derivi dalle indicazioni meteo previsionali (Bollettino di Vigilanza Meteorologica Regionale). A queste dovranno conseguire azioni, da parte delle autorità locali di protezione civile, possibili grazie alla preparazione sull'argomento.



La vulnerabilità (V) quantifica la possibilità che un sistema sia colpito da qualche evento esterno in un tempo ristretto.

Il pericolo (P) è una situazione di minaccia, una fonte di rischio, ad esempio un evento naturale come un temporale o una valanga.

Il rischio (R = V x P) è la probabilità che un determinato evento pericoloso possa coinvolgere persone, edifici, infrastrutture, porzioni di territorio vulnerabili provocando danni. Il grado di rischio, quindi, è direttamente proporzionale all'entità del danno che può determinare. Una pioggia intensa, come quella associata a un temporale, costituisce sempre un pericolo, ma può rappresentare un rischio quando agisce su una frana che minaccia un centro abitato o delle infrastrutture.



I TEMPORALI



Che cos'è un Temporale



I temporali derivano da nubi cumuliformi.

I fulmini sono tra i principali fenomeni che caratterizzano i temporali.

Il Glossario dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM), testo di riferimento internazionale in campo meteorologico, definisce così il temporale:

"scariche elettriche improvvise che si manifestano con un lampo di luce (fulmine) ed un suono secco o roboante (tuono). I temporali sono associati alle nubi convettive (cumulonembi) e sono solitamente accompagnati da precipitazioni in forma di rovescio, grandine o occasionalmente neve".

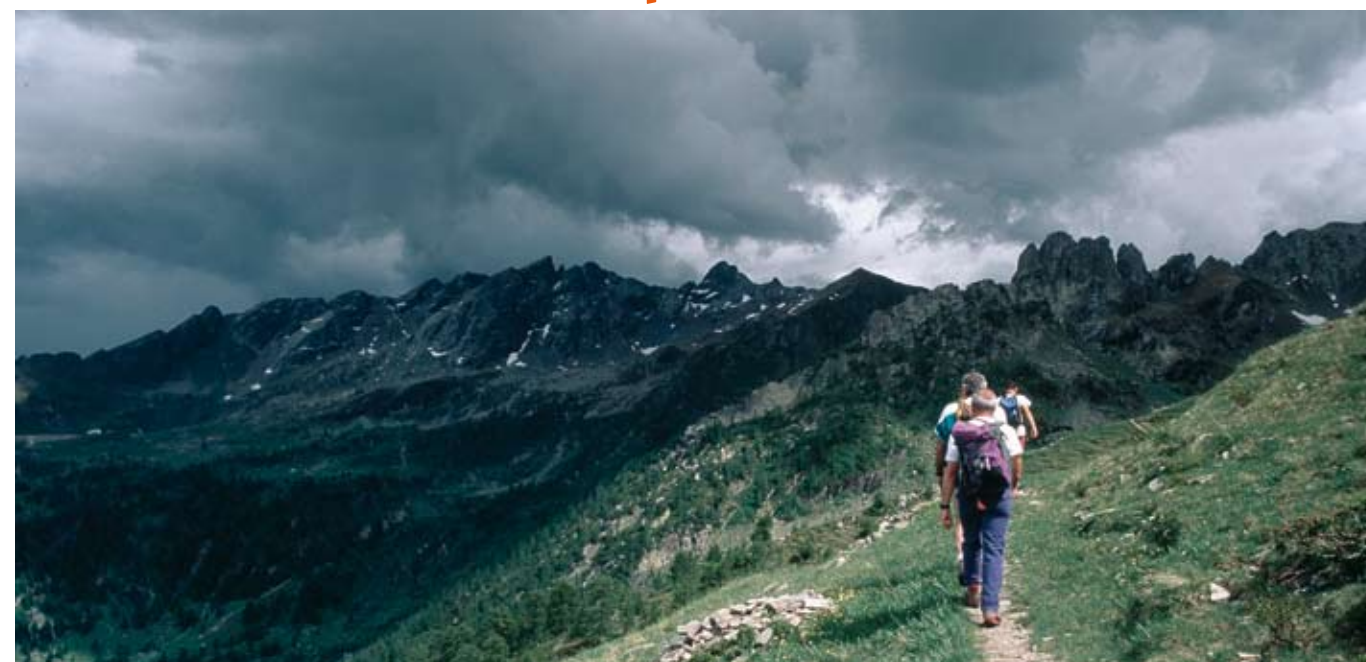
La definizione riportata dal Vocabolario della Lingua Italiana Zingarelli recita:

"perturbazione atmosferica locale, di breve durata, accompagnata da raffiche di vento, rovesci di pioggia, talvolta grandine e scariche elettriche".

Dunque, queste definizioni, unite alla nostra esperienza, ci permettono di affermare che quando si parla di temporale ci si riferisce ad un **insieme di fenomeni**, e quindi non ad una singola manifestazione atmosferica, che mostra caratteristiche di *rapidità, elevata intensità*, spesso violenza, e che si sviluppa su *aree relativamente ristrette*. Sono queste le caratteristiche che, associate alla elevata vulnerabilità della regione, si traducono in *rischi* per l'uomo e le sue attività, le infrastrutture, il territorio.



Come si sviluppa un Temporale



A seconda dei casi i temporali hanno estensione differente, si presentano isolati oppure in gruppi o linee, durano mezz'ora o persistono molto più a lungo, sono più o meno intensi. Ma il meccanismo di base che regola la loro formazione e la successiva evoluzione, si può riassumere in pochi passi.

Il primo di questi consiste nel sollevamento, a volte brusco, di una massa d'aria calda e carica di umidità. Il sollevamento può avvenire per effetto del "galleggiamento" di una grande "bolla" d'aria a contatto col suolo surriscaldato in un pomeriggio d'estate. Ma può anche riguardare un intero strato di decine o centinaia di metri di spessore ed essere forzato dalla spinta di correnti costrette a risalire il versante di una catena montuosa; o, ancora, può essere determinato da fenomeni termodinamici che si sviluppano nella fascia di contatto tra masse d'aria diverse (fronte) in seguito al sopraggiungere di una perturbazione. In tutti questi casi, la condensazione del vapore acqueo che porta alla formazione della nube (**cumulo**) comporta un ulteriore riscaldamento dell'aria aumentando ancor più la sua velocità di risalita. Questa dai 10 - 15 km/h iniziali alla base della nube, si porta rapidamente ai 35 km/h a 2 - 3000 metri di altezza fino a raggiungere in certi casi i 100 km/h. L'ascensione della bolla d'aria continua fino a quando essa si trova ad avere una temperatura maggiore rispetto a quella dell'aria circostante. La nube può raggiungere così i 10 - 12 km di quota, per poi iniziare a diffondersi orizzontalmente nella sua parte sommitale (**cumulonembo**). Durante questa fase di crescita, quando la nube ha raggiunto uno sviluppo verticale sufficiente, al suo interno iniziano a formarsi le gocce di **pioggia**, le quali tuttavia non cadono subito essendo trascinate verso l'alto dalle forti correnti ascensionali.

Il meccanismo di base che regola la formazione delle nubi temporalesche è indicato col termine generale di "convezione".

GLOSSARIO

CUMULO: nube isolata, generalmente densa e con contorni netti, che si sviluppa verticalmente in forma di cupole, torri, sporgenze crescenti, in cui la parte rigonfia superiore spesso somiglia ad un cavolfiore. Le parti illuminate dal sole sono per lo più di un bianco brillante e la base è relativamente scura e approssimativamente orizzontale.

CUMULONEMBO: nube densa e imponente a forte sviluppo verticale, in forma di montagna o di enorme torre. Almeno parzialmente la sua parte superiore è solitamente liscia o fibrosa o striata, e quasi sempre appiattita: questa parte spesso si allarga in forma di incudine o di vasto pennacchio. Sotto la base di questa nube, che spesso è molto scura, ci sono frequentemente nubi basse e frastagliate, e precipitazione talvolta in forma di striature che non raggiungono il suolo.

PIOGGIA: precipitazione di acqua liquida in forma di gocce di più di 0.5 mm di diametro o di gocce sparse più piccole.

FULMINE: manifestazione luminosa che accompagna una improvvisa scarica elettrica che ha luogo da, o dentro una nube.

TUONO: un suono secco o roboante che accompagna il fulmine. È originato dalla rapida espansione dell'aria lungo il canale seguito dalla scarica elettrica.

RAFFICA: breve ed improvviso aumento della velocità del vento rispetto al suo valore medio.

TORNADO: violento vortice di piccolo diametro. Si produce nei temporali molto intensi e si presenta come una nube ad imbuto che si estende dalla base di un cumulonembo fino al suolo.

ROVESCIO: precipitazione, spesso breve e intensa, derivante da nubi convettive. Un rovescio è caratterizzato da un inizio ed un termine improvvisi, e generalmente da variazioni di intensità rapide e notevoli.

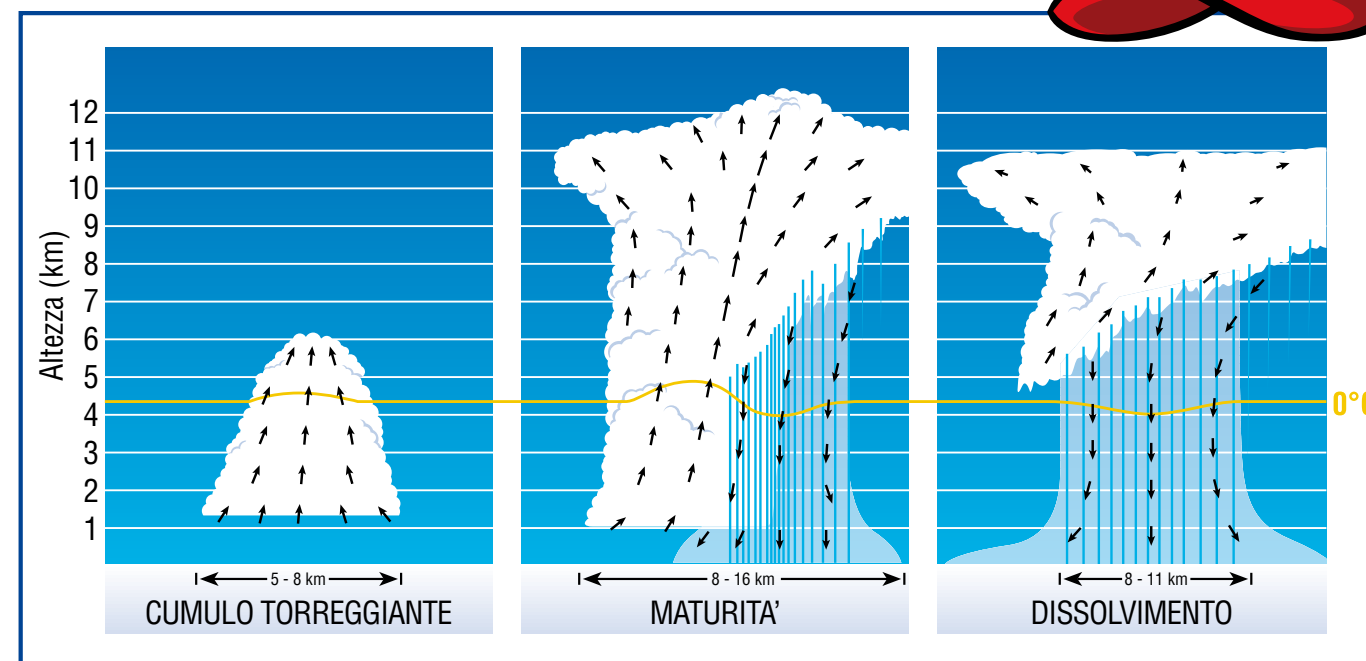
GRANDINE: precipitazione di particelle di ghiaccio trasparenti, o parzialmente o completamente opache, solitamente sferoidali, coniche o di forma e diametro irregolari, di dimensioni tra i 5 ed i 50 millimetri, che cadono dalle nubi sia singolarmente che unite in agglomerati irregolari.

La nube raggiunge la sua *maturità*, e può dirsi a tutti gli effetti "temporalesca", quando le gocce di pioggia iniziano a precipitare dando luogo ai tipici **rovesci**. Questi possono anche essere costituiti da neve oppure da **grandine**, formatasi nella parte alta della nube attraverso particolari processi di accrescimento dei caratteristici "chicchi". La precipitazione nella sua discesa trascina con sé aria fredda, innescando correnti discendenti che, giunte al suolo, si manifestano sovente con pericolose **raffiche di vento**. I violenti moti verticali in seno alla massa d'aria generano anche un altro effetto: la separazione delle cariche elettriche positive e negative con la conseguente generazione di enormi differenze di potenziale all'interno della nube e tra nube e suolo. È questa la causa dei **fulmini**, potentissime scariche elettriche (dell'ordine dei 100.000 Ampère), e dei **tuoni** ad essi associati. Manifestazione più rara è quella delle trombe d'aria e dei **tornado**, vortici di estensione limitata tendenti a svilupparsi in pianura piuttosto che in ambito montano, localmente distruttivi per l'elevata velocità del vento che li caratterizza (fino a 200 Km/h o superiori).

Infine, si può identificare una terza fase, quella di *dissolvimento*. La discesa di aria fredda e più secca gradualmente prende il sopravvento sulla risalita di aria caldo-umida andando così a interrompere l'alimentazione del temporale: gradualmente il vapore acqueo a disposizione diminuisce, le precipitazioni si riducono in intensità per poi esaurirsi ed infine la nube si dissolve, almeno parzialmente.

Non sempre si giunge alla fase del dissolvimento in tempi brevi. Ad esempio, forti venti in quota possono modificare il gioco delle correnti all'interno della nube facendo sì che l'aria fredda raggiunga il suolo ad una certa distanza dal nucleo originario e forzi un nuovo sollevamento di aria caldo-umida: così, in una sorta di reazione a catena, il temporale si rigenera su nuove aree e si allunga la durata complessiva dei fenomeni.

La nube temporalesca isolata evolve in tre fasi: cumulo torreggiante, maturità, dissolvimento.



I Temporali in Lombardia

ALCUNI MECCANISMI DELLE PRECIPITAZIONI OROGRAFICHE

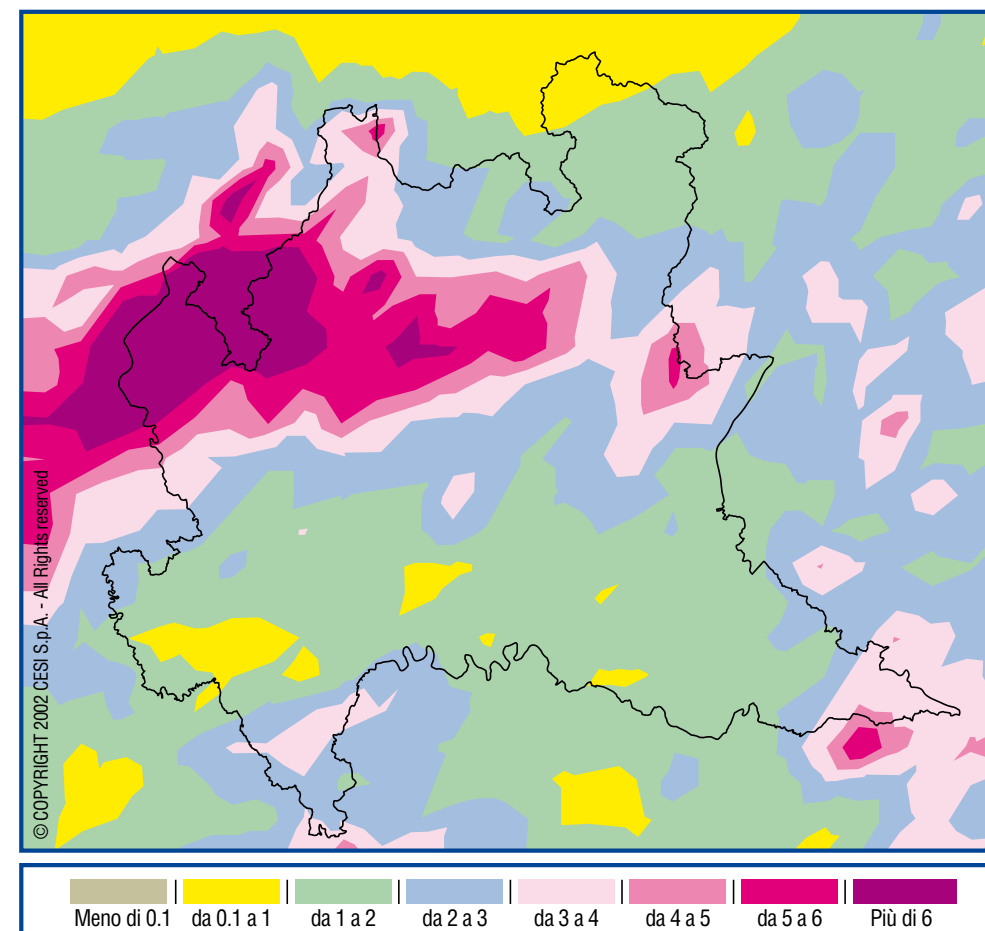
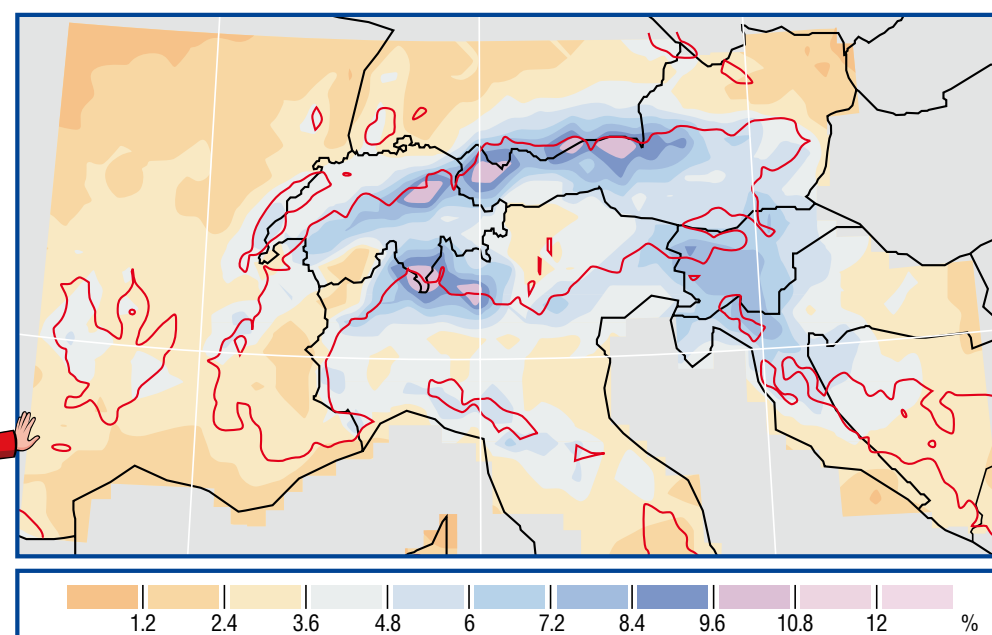
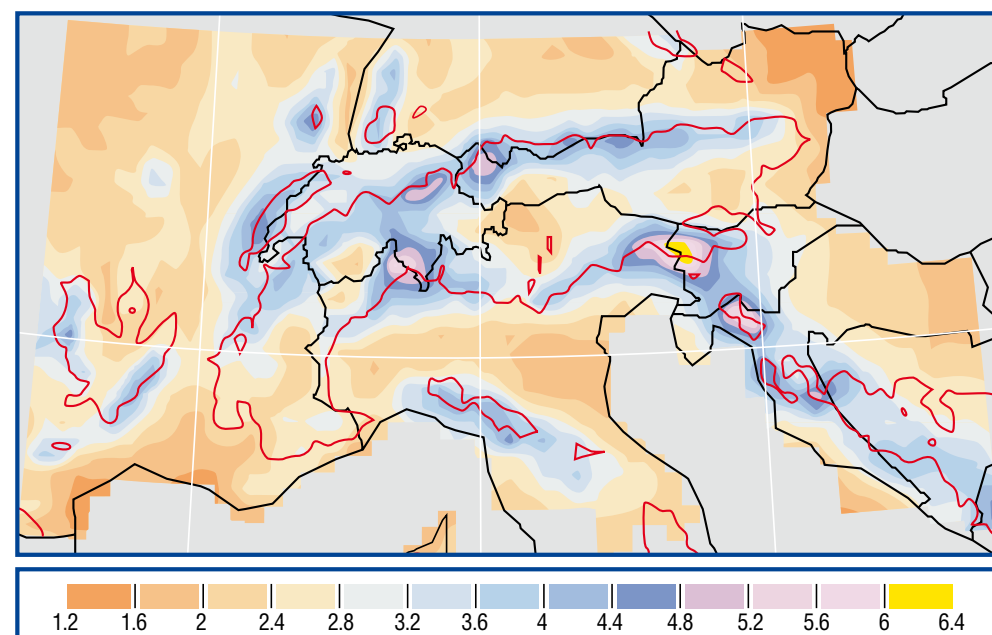


Sopra a destra:
Precipitazioni medie
nell'anno (mm/giorno).

A destra: Percentuale di
precipitazioni sopra i 20
mm/giorno nel mese di
agosto.

La catena alpina determina continue e importanti modificazioni sulla circolazione atmosferica con ripercussioni che si estendono ben oltre il territorio interessato dai rilievi stessi. Le precipitazioni, in particolare, possono essere originate da numerosi meccanismi di interazione con l'orografia, molti dei quali contemplano l'innescò della convezione, ossia dei moti verticali all'origine dei temporali. Sull'area alpina la distribuzione annuale delle precipitazioni mostra i massimi sulle **Prealpi ed in particolare, per quanto riguarda la nostra Regione, sull'area dei laghi Maggiore e di Como. Qui, e sulle Prealpi bergamasche e bresciane, si verifica anche la maggiore frequenza di episodi intensi.**

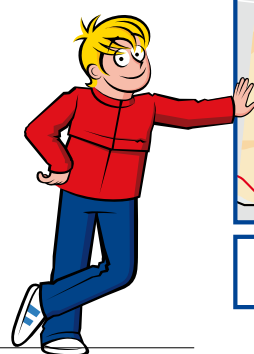
Non a caso, le stesse aree risultano le più soggette a temporali, come



Densità di fulminazione
(fulmini/km²/anno) sulla
Lombardia nel 2001.
Il sistema di rilevamento
fulmini CESI-SIRF ha una
precisione nominale di
500 m e una efficienza
nominale del 90%.

è possibile desumere dal numero di fulmini rilevati dalla rete italiana CESI-SIRF. Nel 2001, per esempio, la densità di fulminazione al suolo presenta massimi di oltre **6 fulmini/km²/anno sulla provincia di Varese e Como** e valori tra 3 e 6 fulmini/km²/anno sulle restanti aree montuose, eccetto la Valtellina e l'alta Val Camonica che, insieme a gran parte della pianura, mostrano valori inferiori ai 3 fulmini/km²/anno. Di fatto, anche le statistiche pluriennali (1996-2005) confermano la fascia prealpina come una delle aree a maggior densità di fulminazione. Esaminando in dettaglio i dati registrati da CESI-SIRF, per quanto riguarda la **distribuzione nel corso dell'anno** si può affermare che **la stagione temporalesca in Lombardia si protrae da marzo a novembre** mentre rari, quasi inesistenti, sono i temporali a dicembre, gennaio e febbraio. La maggiore frequenza si ha nel trimestre giugno, luglio, agosto, mesi con un numero medio di fulmini sull'intera regione tra 11.000 e 13.000 ed in cui il 30% circa delle giornate sono interessate da situazioni temporalesche.

La **distribuzione nell'arco del giorno** dei fenomeni vede il massimo nel tardo pomeriggio (dalle 15 alle 17 UTC), ed un minimo nel tardo mattino (dalle 9 alle 10 UTC). Valori ancora piuttosto elevati attorno alla mezzanotte evidenziano il fenomeno dei **temporali notturni**, tipici dell'area padano-alpina durante l'estate e che si producono in seguito alla "maturazione" dei cumuli già presenti nelle ore pomeridiane per effetto del raffreddamento notturno della loro parte superiore.



Prevedere i Temporal possibilità e limiti

Le precipitazioni del
7 luglio 2001 (tornado in
Brianza) viste dal radar
di Spino d'Adda.

A questi strumenti si affianca *l'osservazione diretta, o "sensoriale"*, effettuata dal cittadino così come dall'operatore che interviene sul territorio ed importante per intraprendere eventuali azioni di protezione a livello locale in tempi sufficientemente brevi. Ecco dunque alcuni suggerimenti. Il possibile innesco di un temporale si riconosce dal *rapido sviluppo di nubi cumuliformi*. Queste si presentano con una caratteristica *forma rigonfia e con contorni netti* e si possono trasformare in nubi temporalesche nel giro di 15 minuti crescendo verticalmente. Mediamente, prima che inizino a verificarsi i rovesci di pioggia la nube deve aver raggiunto i 4 – 5 km di sviluppo verticale e deve essere trascorsa in genere più di mezz'ora dall'inizio della sua formazione. Spesso i cumuli sono mascherati alla vista da differenti strati di nubi e occorre prestare attenzione ad altri "segni": in questo caso l'osservazione di raffiche di vento e ancor più di *grandine* e *fulmini* indicano l'estrema vicinanza del nucleo temporalesco.

Il temporale già formato può spostarsi alla *velocità di 30 - 40 km/h*. Per valutare la possibilità che si stia approssimando, oltre alla verifica visiva è utile ricorrere al semplice metodo del *tempo intercorrente tra fulmine e tuono*: sapendo che la velocità di propagazione del suono è di 1 km ogni 3 secondi, basta contare i secondi che passano tra l'avvistamento di un fulmine e l'arrivo del tuono per stimare la distanza del nucleo temporalesco. Occorre ricordare che normalmente il tuono non risulta più udibile a distanze superiori ai 10 km e che i fulmini possono scaricarsi anche in punti al di fuori dell'area temporalesca.

Infine, *trombe d'aria* o *tornado* sono riconoscibili dalla *caratteristica nube ad imbuto* che discende dal cumulonembo. Non vanno dunque confuse con le *raffiche di vento*, anch'esse pericolose ma non visibili se non per gli effetti, a volte distruttivi, sulle cose.

Gli strumenti non
bastano: per comprendere
il tempo occorre anche
osservarlo in modo
diretto!



È possibile prevedere i temporal? Per rispondere a questa domanda è utile rifarsi ad una regola generale che vale nel campo delle previsioni meteorologiche: ***più è spinto il dettaglio della previsione e ridotte le dimensioni spazio-temporali del fenomeno di interesse e più breve è l'anticipo con cui si può sperare di ottenere una previsione corretta, e viceversa.***

Così, per i temporal, che hanno dimensioni spazio-temporali caratteristiche dell'ordine rispettivamente dei chilometri e delle ore, un anticipo di poche ore è il massimo che si può pretendere per prevederne la corretta localizzazione, durata, intensità.

A scadenze maggiori, da 24 a 72 ore, è ragionevole attendersi una buona previsione solamente per strutture atmosferiche di maggiori dimensioni e ad evoluzione più lenta, quali depressioni e fronti che tipicamente si estendono per centinaia di chilometri ed evolvono nell'arco di diversi giorni. In questo caso, fenomeni di dimensioni inferiori come i temporal, che pure si svilupperanno all'interno di queste strutture, saranno previsti con il dettaglio e l'accuratezza propri delle stesse strutture.

I modelli matematici sono tra gli strumenti più utilizzati per la previsione.





In un certo senso si può dire che questa regola ha plasmato i metodi di previsione via via sviluppati. Così, **per effettuare previsioni di temporali a brevissimo termine ci si basa essenzialmente sull'osservazione**. Banalmente, dall'individuazione mediante radar di un nucleo temporalesco già formato si può estrapolarne l'evoluzione (direzione e velocità di spostamento, variazione di intensità e di estensione) per le successive 1 o 2 ore. O, ancora, dal profilo verticale di temperatura, umidità e vento ottenuto mediante radiosondaggio, si può calcolare un certo numero di indici che forniscono la probabilità di sviluppo di temporali nelle successive 6 -12 ore.

Per la Lombardia, salvo la parte montana più interna, è rappresentativo il radiosondaggio effettuato a Milano - Linate; certamente in questo caso non si ha alcuna informazione previsionale circa la localizzazione degli eventuali temporali.

A scadenze superiori alle 12 ore lo strumento principale è costituito dai modelli matematici. Descrivendo in termini di equazioni i principi fisico-dinamici che regolano i moti e le trasformazioni dell'atmosfera, essi sono in grado di simulare l'evoluzione futura del tempo a partire da uno stato iniziale determinato mediante le osservazioni strumentali. I modelli si distinguono per la loro risoluzione, ossia la capacità di rappresentare più o meno in dettaglio l'atmosfera e la superficie terrestre (in particolare l'orografia) e, naturalmente, per la loro affidabilità che dipende da numerosi fattori sui quali non vale la pena qui dilungarsi. Il modello operativo più avanzato attualmente in uso per previsioni fino a 72 ore, denominato COSMO-LAMI, ha una risoluzione di 7 km, la quale permette di descrivere con una certa verosimiglianza anche i fenomeni temporaleschi.

Occorre tuttavia evidenziare che anch'esso, come tutti i modelli meteorologici, nonostante i continui progressi mostra ancora notevoli difficoltà nel fornire previsioni altamente affidabili; è sempre necessario quindi utilizzarlo con senso critico integrandone le indicazioni con informazioni supplementari.

Le capacità ed allo stesso tempo i limiti dei metodi previsionali impongono all'utente un **ruolo attivo**. Esso deve **informarsi correttamente e costantemente sulle previsioni emesse dal servizio meteorologico. E in più deve ripetutamente integrarle con le proprie osservazioni a livello locale.**

In pratica, chiunque può facilmente riconoscere la presenza dei precursori, ossia dei "sintomi" caratteristici di condizioni meteorologiche favorevoli allo sviluppo di temporali, riconducendosi al quadro più generale tracciato dal bollettino meteo:

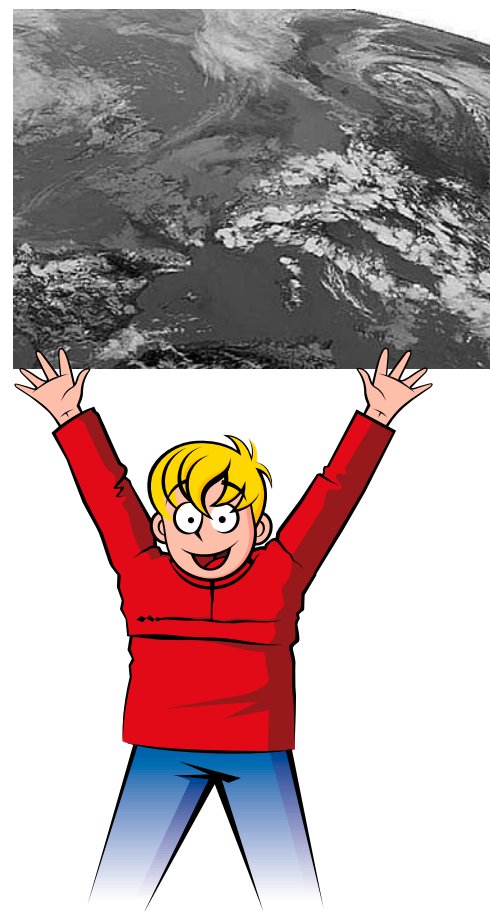
- il cielo tende a scurirsi;
- già al primo mattino si formano delle nuvole che tendono a svilupparsi verticalmente;
- persiste o aumenta la foschia;
- si avverte la presenza di afa, specie in valle;
- si rileva un calo di pressione.

La lettura corretta dell'Informazione Meteo

Leggere correttamente un bollettino meteorologico significa estrarre la maggior quantità possibile di informazione, interpretarla in modo appropriato, comprenderla e memorizzarla per facilitarne l'integrazione con le proprie osservazioni. Per fare questo occorre in primo luogo **evitare la superficialità** (non limitarsi alla grafica, ad esempio). Poi bisogna ricordarsi che, in un bollettino ben fatto, **ogni parola (ogni simbolo) ha un suo preciso significato** ed è stata attentamente valutata dal meteorologo che l'ha utilizzata: un buon bollettino fa sempre riferimento ad un glossario facilmente accessibile dall'utente. Infine, è necessario conoscere il fenomeno di interesse e questo significa anche, nel caso dei temporali, **essere consapevoli dei forti limiti alla loro prevedibilità**. Ad esempio, nel **bollettino Meteo Lombardia** emesso dal Servizio Meteorologico Regionale, in cui sono riportate previsioni a medio termine, la localizzazione dei temporali previsti nonché l'incertezza sulla stessa possibilità che si verifichino vengono comunicate con diversi termini, a cui occorre prestare molta attenzione:

- **isolati/locali** = interessano zone molto limitate e di localizzazione incerta;
- **sparsi** = ricoprono l'area specificata in modo discontinuo e disomogeneo;
- **diffusi/estesi** = interessano gran parte del territorio specificato.

Quando possibile, inoltre, compaiono indicazioni circa **l'intensità dei temporali** con espressioni del tipo: "...anche di forte intensità" o "...localmente di forte intensità". Il loro scopo è di sottolineare il pericolo nonostante l'impossibilità di precisarne la collocazione nello spazio e nel tempo.

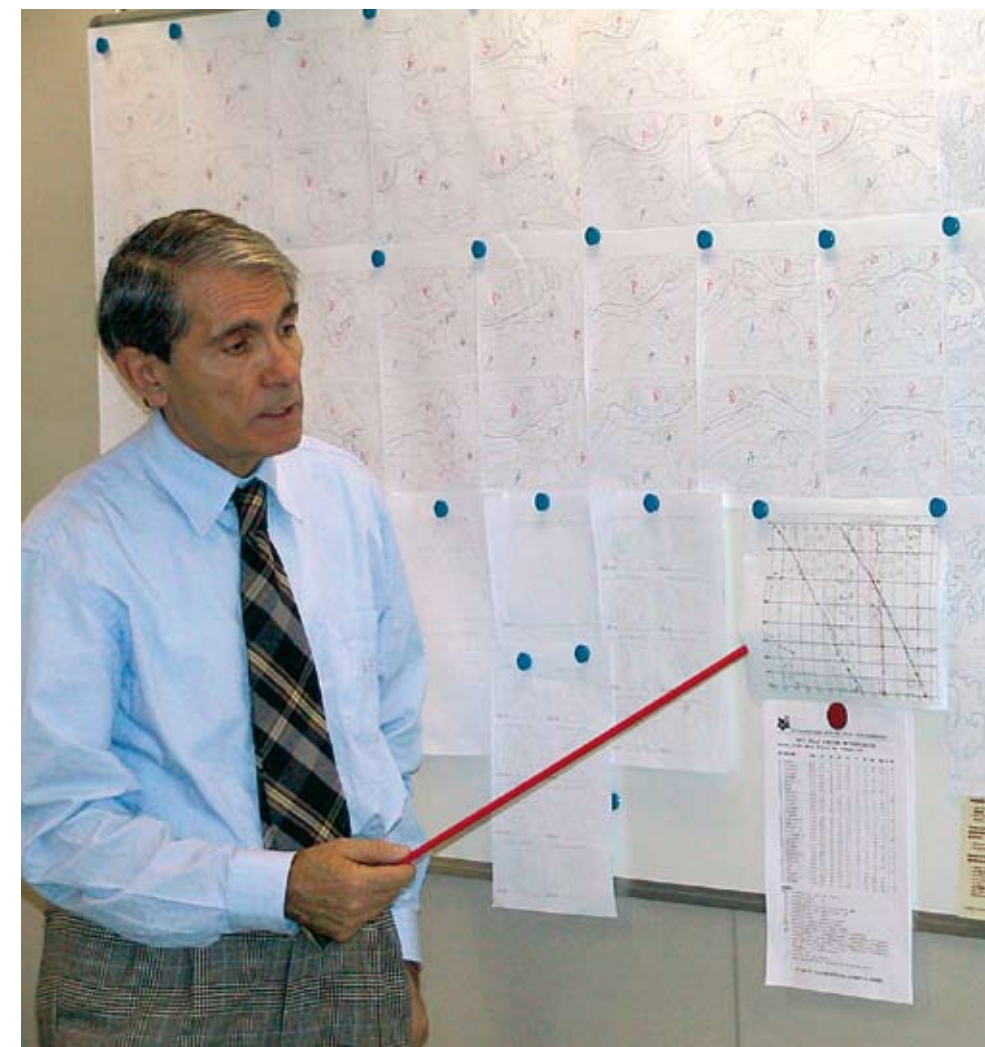




Alcuni dei bollettini emessi dal Servizio Meteorologico Regionale, utilizzati dalla Protezione Civile. In Regione Lombardia è il Servizio Meteorologico dell'ARPA (Agenzia Regionale di Protezione Civile) che si occupa di previsioni meteorologiche.

Un altro utile esempio di bollettino è quello adottato da alcuni anni dalla Protezione Civile regionale, denominato **Bollettino di Vigilanza Meteorologica Regionale**, e inviato anche alle Prefetture. Tra le diverse informazioni riportate figura anche un codice, per ciascuna area geografica, relativo alla **probabilità che si verifichino temporali nella giornata** seguente. I codici adottati - **A, B, C** - stanno a indicare rispettivamente **probabilità "bassa o nulla", "moderata" e "forte"**. L'individuazione della classe appropriata deriva da valutazioni di tipo sia oggettivo che soggettivo. Le prime sono legate ai modelli matematici ed alle loro capacità predittive. La quota di soggettività è invece legata essenzialmente all'esperienza del meteorologo, alla sua conoscenza del territorio e della climatologia del fenomeno. Va evidenziato che **l'indicazione di una probabilità non dice nulla circa l'intensità o, se vogliamo, la pericolosità dei temporali previsti**. Quindi se viene indicato il codice più elevato, C, non significa che bisogna aspettarsi un temporale intenso, così come con il codice A, il più basso, non lo si possa escludere. Anche i valori numerici che compaiono nella stessa tabella, ossia **i millimetri di precipitazione previsti dal modello**

globale del Centro Europeo, non devono trarre in inganno. Nel caso di condizioni favorevoli ai temporali infatti essi possono risultare bassi (inferiori ai 20 mm/24 ore) a dispetto di ciò che invece può verificarsi localmente nella realtà (50 mm in poche ore). Ciò è dovuto all'incapacità del modello di simulare fenomeni molto concentrati nel tempo e nello spazio. D'altro canto, **nel caso in cui ci siano gli elementi per prevedere con sufficiente attendibilità fenomeni temporaleschi particolarmente intensi e diffusi, il rischio viene di norma evidenziato dall'attivazione dello Stato di Preallarme da parte della Protezione Civile regionale.**



Il meteorologo è un "consulente del tempo": sviluppa e verifica i metodi di previsione, è coinvolto nei processi decisionali, informa e prepara l'utente finale. Nei casi più delicati può risultare utile contattarlo direttamente presso il Servizio Meteorologico Regionale.

DA RICORDARE

- I temporali hanno una vita media di un'ora
- In un luogo la fase intensa dura mediamente meno di mezz'ora
- Il pericolo si considera generalmente superato 30 minuti dopo l'ultima osservazione di tuono o di fulmine

Modalità di Comportamento

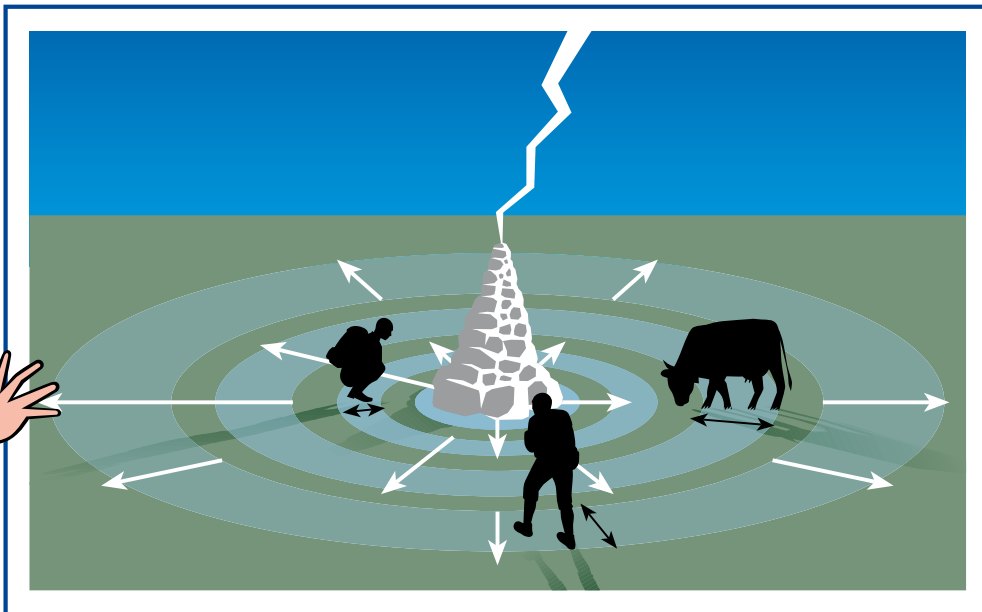
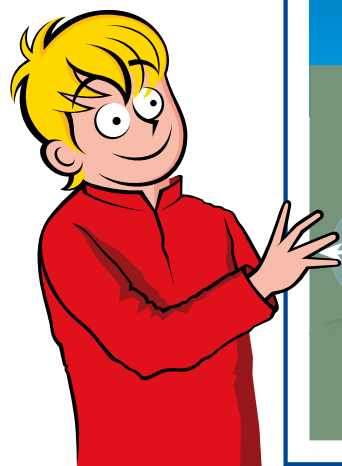
Il temporale è un fenomeno complesso e rappresenta un pericolo che può comportare molteplici rischi. Non esiste una protezione totale dai fenomeni connessi ai temporali: **fulmini, rovesci, raffiche di vento** inducono rischi che si possono ridurre, ma non eliminare. Il grado di esposizione però dipende molto dalla conoscenza dei fenomeni e delle norme di comportamento, di prevenzione e protezione.

I Fulmini

Le scariche elettriche atmosferiche costituiscono il principale pericolo dei temporali, in particolare in montagna ove l'esposizione può risultare maggiore. Quasi tutti gli incidenti causati dai fulmini si verificano all'aperto nonostante sussista un certo rischio anche al chiuso.

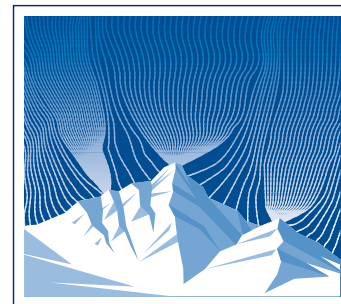
Prima di fare un'escursione, ad esempio, è necessario anzitutto informarsi sulle condizioni meteorologiche attuali e previste; in seguito bisognerà osservare costantemente il tempo, ponendo particolare attenzione alla presenza di precursori. Qualora si venga sorpresi da un temporale su un percorso montano conviene **scendere di quota** e cercare un buon rifugio. All'interno di una *struttura metallica, come un'automobile*, evitando il contatto con la struttura stessa, siamo al riparo dalle forti correnti che si propagano all'esterno. *Buoni rifugi* possono anche essere l'interno di una grotta (ma non stando sulla soglia e lontani dalla parete rocciosa), le conche del terreno, le vie ribassate; in casi urgenti vanno bene anche i bivacchi, i fienili, le cappelle, ma sempre mantenendo una certa distanza dalle pareti esterne. Si consiglia comunque di assumere una **posizione accovacciata, a piedi uniti, con un solo punto di contatto** col suolo. Se si è costretti a rimanere all'aperto bisogna allontanarsi dai punti che sporgono

La "corrente di passo" dipende dalla distanza tra i punti di contatto del corpo col suolo.



sensibilmente rispetto ai dintorni e dai luoghi esposti o aperti. Stare anche *lontano dai tralicci*, poiché il fulmine è attirato dai cavi dell'alta tensione e dai tralicci stessi e potrebbe scaricarsi a terra attraverso questi ultimi. Prestare attenzione ai percorsi di montagna attrezzati con *funi o scale metalliche*, perché anch'esse possono "attirare" il fulmine. In generale occorre evitare il contatto con gli *oggetti esposti e con gli oggetti dotati di buona conduttività elettrica*. Togliere di dosso tutti gli *oggetti metallici*, perché potrebbero procurare serie bruciate. Se ci si trova all'aperto, *tapparsi le orecchie*, specie nell'istante successivo al bagliore, ed *evitare di fissare la luce* intensa del fulmine può prevenire rispettivamente danni ai timpani e alla vista. All'interno di una *struttura in cemento, come una casa*, ci si può ritenere al sicuro a patto di seguire alcune *semplici regole*: non utilizzare apparecchi elettrici e telefonici fissi, scollegare televisori e computer, evitare di toccare condutture, tubature e impianto elettrico, evitare il contatto con l'acqua, allontanarsi da pareti, porte e finestre, tettoie e balconi, non sostare sull'uscio.

Un soggetto può essere colpito da fulminazione diretta oppure indiretta, dovuta alla corrente di dispersione della scarica nel terreno o dal bersaglio. Mentre *folgorazioni dirette* corrispondono in genere alla morte del soggetto, i danni da *folgorazioni indirette* possono essere più o meno gravi anche in funzione della posizione assunta al momento della scarica e del luogo. Fino a un raggio di circa 30 metri dal punto di impatto del fulmine infatti è rilevante il campo di tensione nel ter-



Il campo elettrico atmosferico è generalmente più intenso in corrispondenza delle cime.



DA RICORDARE



E' PIU' PERICOLOSO

- all'aperto: stare seduti in contatto con più punti del terreno; tenersi per mano se si è in gruppo; stare a contatto con canna da pesca, ombrello, sci, antenne, albero di metallo di una barca
- nei rifugi: sostare sull'uscio, su balconi o tettoie, vicino a pareti e finestre
- all'aperto: stare vicino ad alberi isolati o elevati, campanili, tetti, tralicci e gru, creste o cime; in generale essere (o stare in contatto con) l'oggetto più sporgente rispetto all'ambiente circostante
- all'aperto: stare vicino a piscine o laghi (specie le rive), ai bordi di un bosco con alberi d'alto fusto
- in casa: stare a contatto con telefono fisso, televisore, computer, asciugacapelli, ferro da stiro, cuffie per musica; stare a contatto con tubature dell'acqua, caloriferi, impianto elettrico, cavi delle antenne e linee telefoniche; lavare i piatti, lavarsi

E' PIU' SICURO

- in automobile: stare con i finestrini chiusi e l'antenna della radio abbassata; stare nelle cabine telefoniche, nelle teleferiche, nei vagoni del treno, in roulotte, in aereo
- in casa: evitando il contatto con l'esterno attraverso apparecchi, cavi, tubi, acqua, e lontano da pareti e finestre
- all'aperto: stare in un bosco, purché sotto un albero non isolato e più basso di quelli circostanti
- all'aperto: ricordare il motto "se puoi vederlo (fulmine) sbrigati, se puoi sentirlo (tuono) fuggi"
- in rifugi come: grotte, bivacchi, fienili, cappelle, ma lontano dalle pareti esterne
- all'aperto: stare accovacciati a piedi uniti con un solo punto di contatto con il terreno, oppure seduti sullo zaino; stare distanziati di una decina di metri se si è in gruppo

reno, in diminuzione verso l'esterno: il danno sarà maggiore qualora vi siano più punti di contatto del corpo col suolo a causa della corrente, cosiddetta **di passo**, in grado di attraversare il corpo. Infine, conviene evitare qualsiasi contatto o vicinanza con l'acqua in quanto, una volta a terra, le scariche seguiranno la via con la minor resistenza.

I Rovesci

I *rovesci di pioggia* possono avere una immediata ripercussione sul territorio montano tanto da pregiudicare la stabilità dei versanti, determinando **colate detritiche e di fango, frane superficiali**, causando **piene improvvise** dei torrenti con conseguenti esondazioni. Si possono inoltre innescare distacchi di frane anche di modesta entità o caduta di massi che possono coinvolgere strade montane compromettendone la viabilità. Nei centri urbani invece i problemi più frequenti sono legati all'incapacità della rete fognaria di smaltire grosse quantità di acqua in tempi ristretti.

Le norme di protezione in questi casi sono essenzialmente quelle di mantenere una **distanza di sicurezza dal torrente** potenzialmente pericoloso e, soprattutto nel caso di scelta dell'area per un campeggio, di preferire una quota maggiore rispetto a quella di riferimento del letto del corso d'acqua. Nel caso specifico dei campeggi, inoltre, è molto importante la scelta della zona che deve essere adeguatamente distante non solo dai torrenti e dalle relative zone di potenziale esondazione degli stessi, ma anche dai pendii ripidi e/o poco stabili, ove magari sono visibili rocce fratturate o terreni friabili. È opportuno ricordare che nelle zone a rischio di frana o esondazione i fabbricati non dovrebbero essere costruiti. In sede di pianificazione qualunque intervento di modifica del territorio deve essere attentamente valutato, sia per evitare di costruire nuovi edifici e infrastrutture in zone a rischio, sia per ridurre il grado di rischio esistente mediante opportune opere di difesa e/o sistemi di monitoraggio. La **pulizia dei corsi d'acqua** aiuta a prevenire le esondazioni: è importante che in prossimità delle sponde non ci siano alberi, arbusti, massi o altro materiale che possa essere trascinato dalla corrente e creare danni più a valle. Anche la pulizia dei tombini e delle tubazioni di raccolta delle acque meteoriche dei singoli edifici rappresenta un contributo al contenimento della quantità d'acqua circolante.

Nei confronti delle precipitazioni intense **il bosco (e la vegetazione in genere) riveste un duplice ed importante ruolo**: da un lato contiene l'erosione del suolo grazie all'apparato radicale delle piante, dall'altro offre protezione contro la caduta di massi.

La pioggia, aumentando la scivolosità dell'asfalto può ostacolare la guida degli automezzi, che si rivela ancora più pericolosa in presenza di temperature vicine allo zero in seguito alla formazione di ghiaccio. Anche i rovesci di neve possono provocare seri problemi alla circolazione stradale, pertanto è molto importante, specie in ambiente collinare e montano, dotarsi di catene o pneumatici da neve da tenere sempre in



Chicchi di grandine di medie dimensioni.

una Testimonianza

“Un giorno fui sorpreso, su di un sentiero in un castagneto della Val Onsernone, da un grosso temporale in movimento da ovest verso est. La grandinata giunse velocissima. Così mi trovai accovacciato sul bordo del sentiero, che ben presto divenne un ruscello di acqua e grandine, distante alcuni metri dagli alberi. Rimasi, a piedi uniti, per 20 minuti ad aspettare, ammirando lo spettacolo di queste immense energie, tra chicchi di ghiaccio, acqua, vento e soprattutto fulmini e tuoni in abbondanza. Solo il giorno dopo venni a sapere che nello stesso momento, a 1 km di distanza, un turista stava osservando lo stesso grandioso spettacolo proprio sotto l'uscio di una cascina. Purtroppo il poveretto perì tragicamente dopo essere stato colpito da una scarica che probabilmente si era abbattuta sul tetto del suo casolare” (Giovanni Kappenberger – meteorologo e alpinista svizzero).

Come soccorrere una persona colpita da fulmine

Prima regola: non lasciarsi prendere dal panico. Chiamare subito i soccorsi, perché il soggetto dovrà essere al più presto sottoposto a trattamenti medici. Poiché la persona colpita dal fulmine non rimane “carica elettricamente” soccorrendola non si rischia nulla. L'80% delle vittime da fulminazione sopravvive, per cui un soccorso tempestivo ha molte probabilità di successo. La morte per fulminazione avviene per paralisi del centro di respirazione e per arresto cardiaco. Possono perciò risultare efficaci, se eseguiti immediatamente, il massaggio cardiaco e la respirazione artificiale. Oltre alle bruciature, possono verificarsi alterazioni del sistema nervoso centrale, disturbi del ritmo cardiaco, crampi, paralisi o altri disturbi neurologici come la perdita di conoscenza e l'amnesia, le quali possono durare da qualche minuto a qualche ora. La protezione dall'ipotermia, la posizione laterale, la copertura delle bruciature con garze sterili saranno sempre utili. Possono inoltre presentarsi ferite per cause indirette, ad esempio fratture da caduta. Infatti l'effetto della corrente sul sistema nervoso è tale da provocare delle contrazioni muscolari involontarie capaci di scaraventarci a distanza. In questo caso valgono le consuete norme di soccorso.

auto. L'unica norma da ricordare per quanto riguarda la protezione dalla grandine, banale ma spesso dimenticata, è quella della messa al riparo preventiva di persone e cose.

In situazioni temporalesche, infine, è possibile un **forte abbassamento della visibilità**, talvolta anche sotto i 100 m, in occasione di rovesci, ovvero quando la parte più bassa della nube temporalesca scende in prossimità del suolo. Ciò non deve essere sottovalutato in montagna in quanto durante un'escursione può far perdere l'orientamento. In questo caso occorre ricordare che l'orientamento è facilitato da tutti gli oggetti che assorbono la luce (rocce, alberi, ecc.) ed è ostacolato da tutto ciò che la riflette, come la neve. Durante la guida infine si consiglia di ridurre la velocità o, meglio, di fermarsi.

Le raffiche di vento

Nei temporali il vento soffia in modo irregolare, ossia a **raffiche**, e il suo effetto meccanico può essere tale da provocare una caduta, a volte fatale. Ma i pericoli più gravi sono rappresentati dagli effetti indiretti, ovvero quelli determinati dagli oggetti improvvisamente scaraventati. Anche la guida può risultare ostacolata poiché le raffiche tendono a far sbandare il veicolo: per ridurre i rischi è meglio accostare o almeno moderare la velocità. Gli effetti del vento sulle cose dipendono dall'intensità raggiunta dalle raffiche: nei casi più frequenti si può osservare lo spostamento di piccoli oggetti esposti o sospesi o la rottura di rami mentre in casi più rari, si arriva alla caduta di alberi, allo scoperchiamento di tetti, all'abbattimento di pali fino a danni molto più gravi. L'intensità del vento nei temporali raggiunge in media i 40-50 km/h (vento forte), ma le raffiche possono raggiungere anche il doppio del vento medio. In casi estremi le raffiche possono anche superare i 200 km/h. La norma generale in tutti questi casi è di *evitare di sostare in zone esposte*.



Danni provocati dal tornado del 7 luglio 2001 in Brianza.

DA RICORDARE

Nel caso di esondazione di un corso d'acqua:

- rifugiarsi nei piani alti degli edifici, attendere i soccorsi, chiudere gli impianti gas, elettrico ed idrico evitando sempre il contatto con l'acqua
- non sostare sui ponti o in prossimità di zone esondabili, ma cercare di raggiungere luoghi più elevati
- evitare di mettersi in viaggio, ma, nel caso, moderare la velocità e non fermarsi se la strada è già allagata

Nel caso che una frana coinvolga il proprio fabbricato:

- abbandonarlo immediatamente chiudendo, se possibile, gli impianti gas, elettrico, idrico
- non usare fiamme libere o congegni che possono provocare scintille
- non gridare: può bastare un grido a compromettere equilibri già precari
- dopo l'evento non rientrare negli edifici coinvolti, se non quando autorizzati dalle autorità competenti

Direttiva Temporali

D.G.R. VII/11670 del 20 dicembre 2002 (*)

per la prevenzione dei rischi indotti dai fenomeni meteorologici estremi sul territorio regionale, ai sensi della L.R. 1/2000, art.3, comma 131, lettera i)

Premessa

I fenomeni temporaleschi rappresentano un tipo di rischio molto particolare se considerato nell'ottica delle attività di protezione civile.

Infatti, a causa delle modalità con cui si presentano ed impattano sul territorio, allo stato attuale delle conoscenze scientifiche e dei modelli previsionali, sono quasi totalmente imprevedibili, e in particolare non è possibile individuare in modo assolutamente preciso dove si potranno manifestare, mentre sarà solo ipotizzabile, con un certo grado di affidabilità, la più o meno elevata probabilità di accadimento, in un dato periodo, in una certa area.

Attività di Protezione Civile Connesse ai Temporali

Distribuzione dei temporali

Analizzando la distribuzione dei fulmini connessi ai temporali nell'arco dell'anno, si può individuare un periodo compreso tra maggio e settembre nel quale è maggiore la loro concentrazione, mentre negli altri mesi i fenomeni temporaleschi sono più sporadici.

Nell'arco della giornata sono invece le ore pomeridiane quelle più favorevoli allo sviluppo dei temporali.

Le zone in cui si sono rilevati fenomeni più frequenti ed intensi sono quelle della fascia prealpina delle province di Varese, Como, Lecco, Bergamo, Brescia e la zona alpina della Valchiavenna; meno interessate sono le zone di alta montagna della fascia alpina.

La maggiore probabilità di trombe d'aria e fenomeni intensi (grandine in particolare) in estate è stata riscontrata nelle aree metropolitane (Milano ed hinterland), dove si verifica il fenomeno dell'"isola di calore", e nelle pianure nella zona sud-est della Regione, dove la temperatura è più alta e maggiore l'umidità.

Procedure

Le attività di protezione civile che si possono collegare ai fenomeni temporaleschi sono di tipo preventivo e scaturiscono dalla lettura del Bollettino di Vigilanza Meteorologica Regionale emesso quotidianamente dal Servizio Meteorologico Regionale, oggi affidato all'ARPA Lombardia, dove compare una colonna relativa, in cui è riportato per ciascuna area territoriale omogenea un codice di probabilità di accadimento:

- codice A = bassa o nulla
- codice B = moderata
- codice C = alta.

La Regione Lombardia emetterà un unico decreto ad inizio del periodo di maggiore frequenza dei fenomeni temporaleschi (tra maggio e settembre), con la sintesi delle raccomandazioni.

A livello locale le Amministrazioni Comunali dovranno attivare le procedure previste nel piano di emergenza comunale senza attendere il comunicato di preallarme per avverse condizioni meteorologiche diramato dalla Regione Lombardia – U.O. Protezione Civile – che verrà emesso solo in presenza di condizioni generalmente perturbate, di cui i temporali sono uno dei fenomeni connessi.

In particolare, verificando la presenza del codice C nella tabella meteopluviometrica, le Amministrazioni Comunali dovranno **attivare le procedure previste nel piano di emergenza comunale** in riferimento al controllo delle aree a rischio ed alla sorveglianza dei punti critici sul territorio comunale (conoidi, conche, avvallamenti, pendii, torrenti e corsi d'acqua minori, guadi, ponti, zone soggette a frane e colate di detrito), in modo da consentire l'eventuale interdizione alla circolazione sulle strade interessate, l'allertamento della popolazione, residente e non, e la verifica dell'eventuale coinvolgimento della stessa in situazioni di pericolo.

Nel periodo di maggiore frequenza dei fenomeni temporaleschi, i Sindaci dovranno notificare eventuali procedure di evacuazione rapida a tutti i campeggi collocati in aree a rischio, e dovranno informare la popolazione e le Autorità di Pubblica Sicurezza dell'obbligo di segnalare tempestivamente al Comune la presenza di campeggiatori anche isolati, gite scolastiche, campi scout e simili, in zone potenzialmente a rischio, come sopra indicate.

Dovrà essere prestata particolare attenzione (secondo quanto previsto dal piano di emergenza comunale) in caso di manifestazioni pubbliche o di massa (concerti, sagre, manifestazioni sportive, o di altro genere) previste in luoghi aperti o in aree a rischio, al fine di ridurre gli effetti di fenomeni improvvisi e/o di grossa entità. In conseguenza di quanto sopra, sarà cura delle Amministrazioni Comunali provvedere alla consultazione dei bollettini emessi quotidianamente dall'ARPA SMR, disponibili tramite credenziali di accesso direttamente dalla homepage del sito internet dell'U.O. Protezione Civile della Regione Lombardia:

www.protezionecivile.regione.lombardia.it.

Individuazione delle aree a rischio

L'individuazione delle aree a rischio di allagamenti improvvisi, o di fenomeni idrogeologici di rapida evoluzione (per esempio, colate di detriti o piene torrentizie) per cui attivare il sistema di sorveglianza, se non è già stata effettuata, dovrà essere riportata nel piano di emergenza comunale e dovrà essere prevista un'adeguata attività di comunicazione alla popolazione, residente e non, sull'ubicazione delle aree stesse e sulle procedure da attuare ed i comportamenti da tenere in caso di allarme.

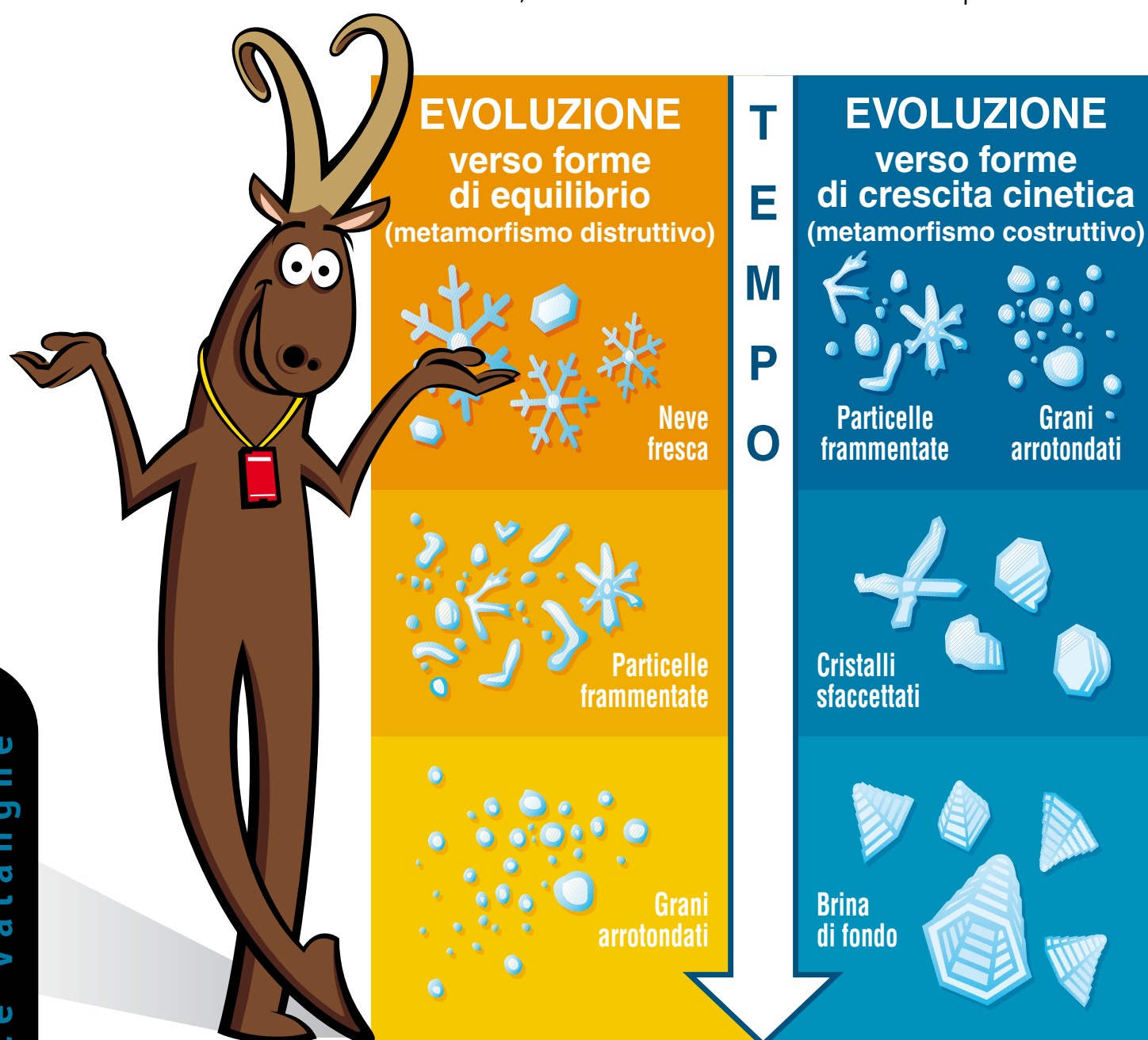
(*) il testo riportato di seguito è quello originale salvo i riferimenti a Istituzioni e prodotti non più operativi.

A high-altitude mountain landscape. In the foreground, a smooth, undulating snowfield slopes down from the right. In the middle ground, a large, textured snowfield or glacier face is visible, showing signs of erosion and small ice patches. Above this, several jagged, dark rock peaks are partially covered in snow. The sky is a clear, deep blue. The overall scene conveys a sense of vastness and cold.

LE VALANGHE

la Neve

La presenza di temperature negative all'interno delle nubi determina la costruzione del cristallo di neve: esso prende origine dalla sublimazione inversa delle goccioline di vapore acqueo attorno a minuscoli nuclei di congelamento. Ancora nell'atmosfera la temperatura ed il grado di umidità influenzano lo sviluppo del cristallo secondo direttrici diverse: verso l'alto, sui lati oppure sugli angoli determinando la formazione di diverse tipologie di cristalli. Questi, turbinando nell'aria, possono combinarsi tra loro formando i ben visibili fiocchi di neve. Difficilmente i cristalli arrivano indenni al suolo: già durante la caduta la loro forma può essere assai modificata soprattutto per effetto del vento. La loro vita al suolo è poi soggetta ad altre trasformazioni, dette metamorfismi, determinate dalle variazioni della temperatura dell'aria



La neve è un elemento della montagna particolarmente "vivo". Durante la stagione invernale è in continua trasformazione e sviluppo.



che influenzano il manto nevoso:

- temperatura dell'aria prossima agli 0 °C mantiene temperature simili anche all'interno del manto favorendo l'arrotondamento dei cristalli e l'assestamento della neve (METAMORFISMO DISTRUTTIVO);
- temperatura dell'aria fortemente negativa determina la formazione di strati più freddi all'interno del manto in prossimità della superficie e strati con temperature prossime allo zero in profondità. Questa differenza di temperatura della neve, in rapporto allo spessore del manto stesso, viene definita gradiente. Quanto più esso è elevato, tanto più è favorita la costruzione di cristalli angolari, o a calice, negli strati basali (METAMORFISMO COSTRUTTIVO). In superficie con questa temperatura abbiamo la cristallizzazione dell'umidità dell'aria che prende il nome di brina;
- temperatura dell'aria fortemente positiva determina un marcato riscaldamento del manto nevoso che, superando la temperatura di 0°C, subisce un processo di fusione con scioglimento dei cristalli (METAMORFISMO DA FUSIONE).

Le precipitazioni nevose si sovrappongono cronologicamente le une alle altre formando degli strati con caratteristiche fisiche e meccaniche differenti e tendono a sviluppare forze e tensioni che, sui pendii ripidi, non sempre si controbilanciano: ecco allora che i legami si indeboliscono ed è la valanga.

La Classificazione delle Valanghe



Zone di distacco, scorrimento e arresto

In ogni valanga è in genere possibile riconoscere una zona di distacco, una di scorrimento ed una terminale di accumulo o arresto.

La zona di distacco, sovente collocata sulla sommità delle cime al di sopra del limite della vegetazione forestale, è quella dove la neve, a seguito di nuove precipitazioni o del trasporto eolico, si accumula. Qui la neve instabile si frattura e comincia a muoversi. Perché una valanga si inneschi è necessaria un'inclinazione del pendio minima di 30°; sotto tale valore il distacco risulta estremamente raro. Altri fattori influenzano il distacco: la morfologia del terreno, la quota, l'esposizione e la copertura vegetale.

La zona di scorrimento è l'area compresa tra la zona di distacco e quella di arresto; è qui che la valanga raggiunge la sua massima velocità. Tale zona è caratterizzata, oltre che dalla presenza di elevate pendenze, dalla quasi totale assenza di vegetazione arborea o dalla presenza di specie arboree differenti o di età diversa rispetto alle zone limitrofe.

La zona di accumulo è la porzione del pendio con minor pendenza in cui la valanga decelera progressivamente fino a fermarsi: può essere un ampio ripiano, un fondovalle o il versante opposto di una vallata. Qui le valanghe possono essere deviate anche da piccoli ostacoli, come gli alberi di un bosco.

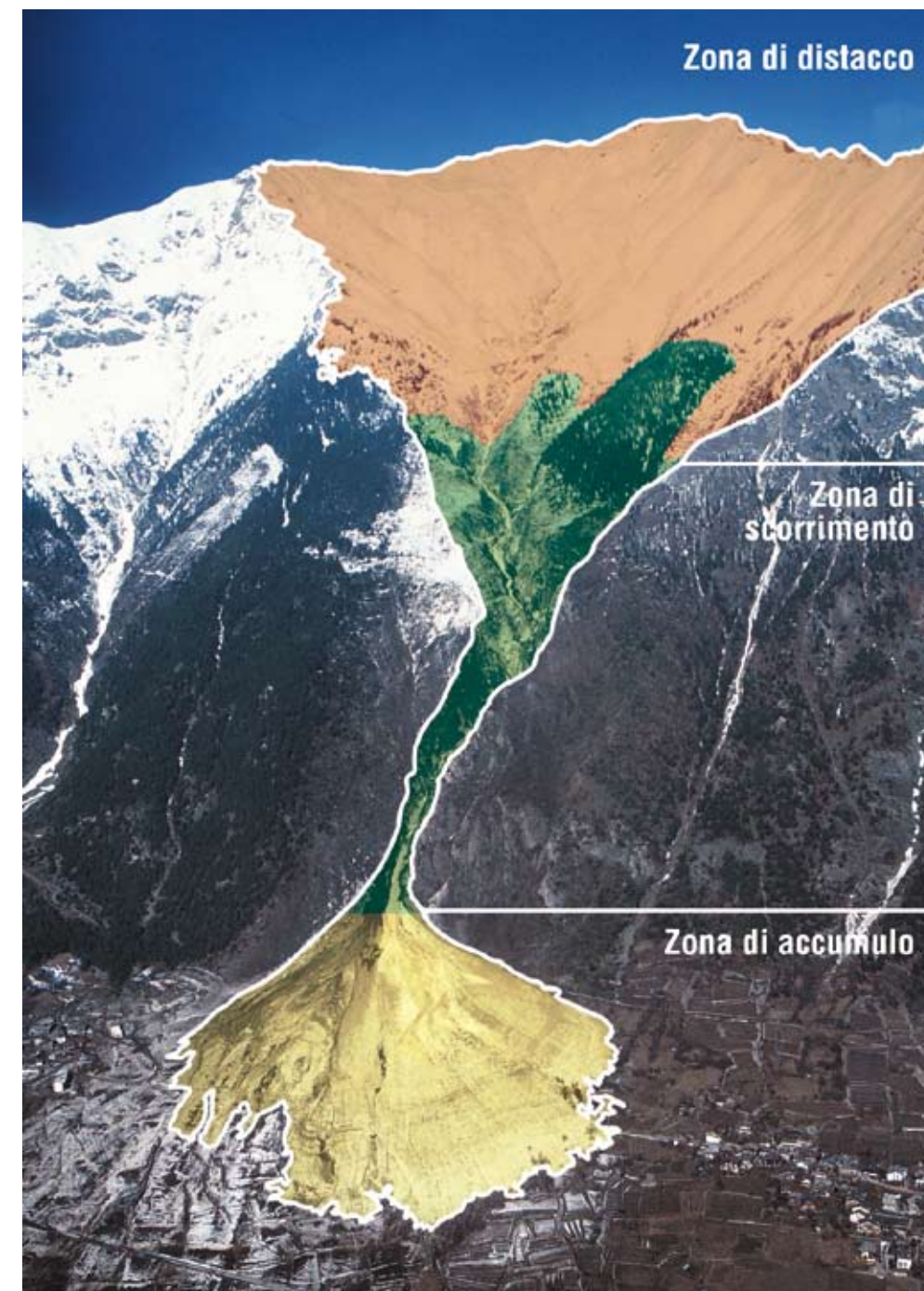
Classificazione

Da sempre gli abitanti delle montagne e gli studiosi hanno cercato di classificare le valanghe, ma, date le notevoli variabili che entrano in gioco (tipo di distacco, tipo di neve, posizione del piano di scorrimento...), qualsiasi classificazione è risultata insufficiente per cogliere tutti gli aspetti. L'unico modo per caratterizzare inequivocabilmente un evento valanghivo è definire una serie di criteri:

- **tipo di distacco:** si possono verificare due tipologie di innesco di un fenomeno valanghivo: il distacco puntiforme che genera una valanga di neve a debole coesione ed il distacco lineare che dà luogo ad una valanga a lastroni.
- **posizione della superficie di slittamento:** se la rottura avviene

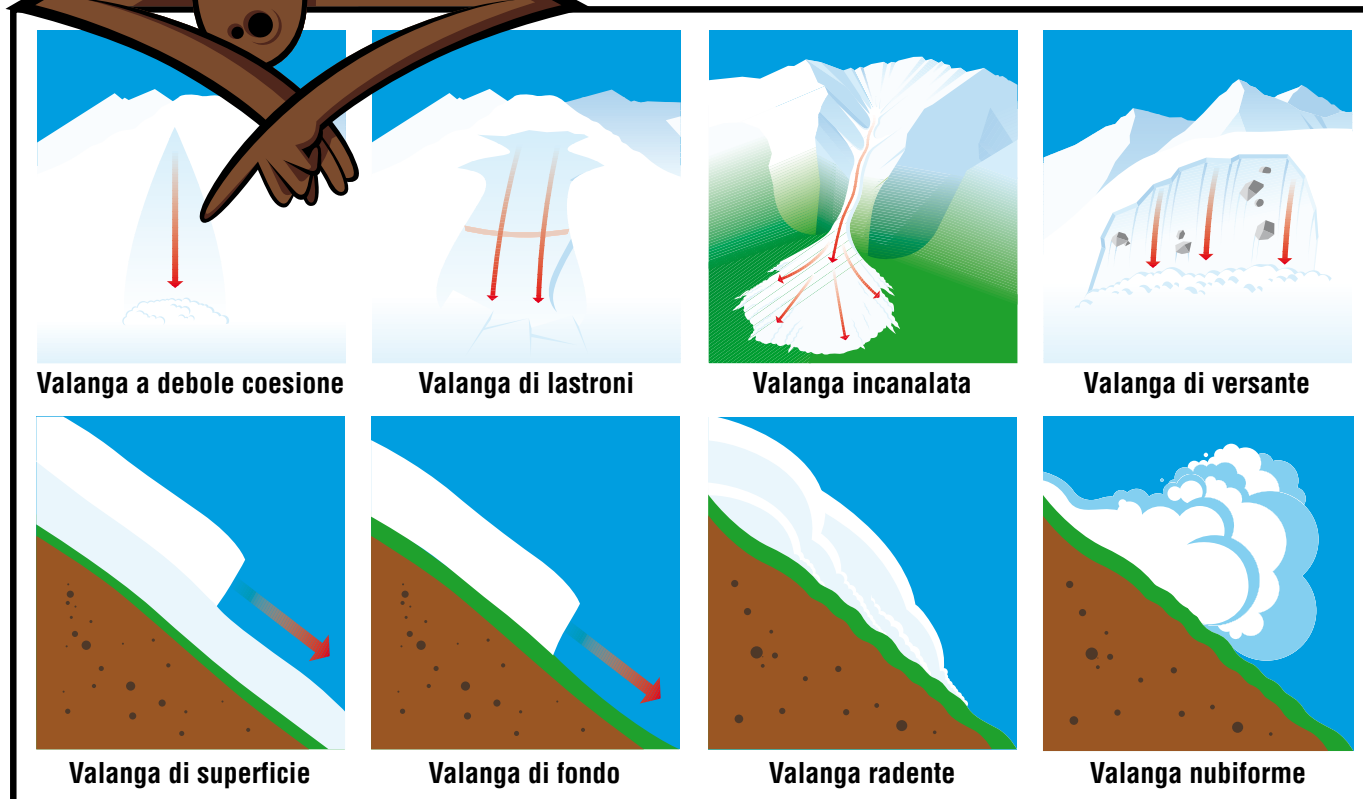


Le valanghe sono uno dei fenomeni più temibili della montagna invernale. Lo studio delle loro caratteristiche e del loro comportamento è di supporto indispensabile alla prevenzione, sia nel caso di eventi catastrofici, sia nel caso di valanghe cosiddette "turistiche".



all'interno del manto nevoso si ha una valanga di superficie, mentre se avviene a livello del terreno la valanga è detta di fondo.

- **umidità della neve:** in base al diverso contenuto in acqua possono essere osservate valanghe di neve umida e valanghe di neve asciutta.
 - **forma del percorso:** quando la valanga scorre all'interno di un canale o di una gola è detta incanalata, quando invece scorre su un pendio aperto è detta di versante.
 - **tipo di movimento:** se il moto della valanga avviene a contatto della superficie del manto o del terreno, questa viene detta radente; se invece la valanga è formata da neve polverosa e si sviluppa sotto forma di nuvola, viene detta nubiforme.
 - **causa innescante:** in base a tale caratteristica si distinguono infine le valanghe spontanee e le valanghe provocate (artificialmente o accidentalmente).
- Tuttavia, nonostante siano questi i criteri per una precisa classificazione, nella realtà le condizioni nivometeorologiche e morfologiche del terreno, determinano tantissime combinazioni che portano alla formazione di valanghe miste.



Tipologia delle Valanghe

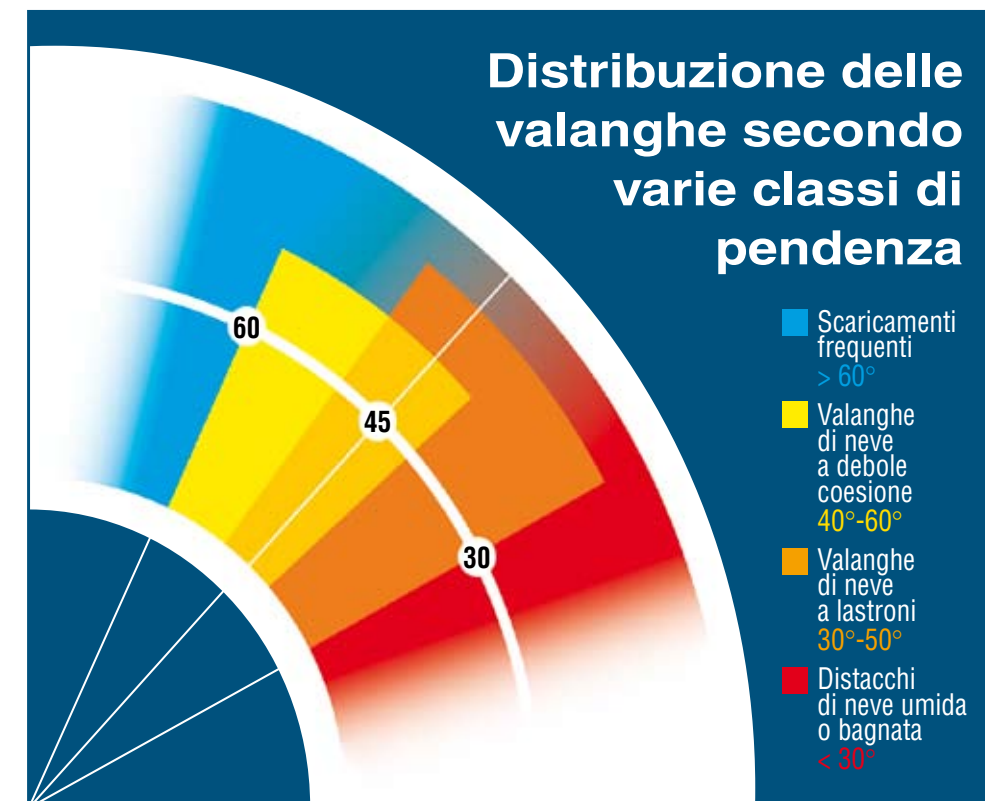
Valanghe di neve a debole coesione

Nelle valanghe a debole coesione il movimento si origina a partire da una o alcune particelle di neve incoerente, e durante la caduta si propaga ad altra neve, formando una traiettoria via via più larga, di forma triangolare. Per consentire la propagazione del moto queste valanghe richiedono pendenze superiori a quelle sulle quali si sviluppano normalmente le valanghe a lastroni; è stato osservato che la maggior parte di esse si formano su pendii con inclinazione compresa tra 40° e 60°.

La neve a debole coesione, detta polverosa, è molto leggera, ha una densità inferiore a 100 Kg per m³ e la sua temperatura è sempre inferiore a 0° C. Valanghe di neve a debole coesione, alle nostre latitudini, si formano generalmente in inverno, con temperature dell'aria basse e dopo abbondanti nevicate. Se la pendenza del versante non è molto elevata la distanza percorsa da queste valanghe è breve e non si raggiungono elevate velocità. Anche l'estensione in larghezza risulta complessivamente ridotta rispetto alle valanghe a lastroni.

Valanghe di neve a lastroni

Le valanghe a lastroni sono dovute al distacco improvviso di un intero lastrone di neve coerente, a partire da un fronte più o meno esteso. In esse la neve si stacca a lastre e solo durante il movimento si spezza in frammenti di minori dimensioni. Perché si formi un lastrone è necessa-





Le valanghe di lastroni sono le più comuni. La coesione ed il forte legame tra i cristalli dà luogo a questi compatti blocchi di neve, che possono essere più o meno soffici o durissimi.

rio che all'interno della coltre nevosa ci siano strati con una coesione sufficientemente elevata da consentire la trasmissione delle sollecitazioni a grande distanza e che ci sia una scarsa aderenza tra il lastrone e lo strato sottostante. Ciò avviene, per esempio, per l'azione del vento che determina una frantumazione meccanica dei cristalli di neve con conseguente compattazione dello strato e scarsi legami tra lo strato rimaneggiato e quello sottostante (si parla in questo caso di lastroni da vento caratterizzati da una densità superiore ai 200 Kg/m^3).

Le valanghe a lastroni possono essere di superficie o di fondo a seconda che si muovano solo alcuni strati superficiali o l'intero manto nevoso. Le prime sono le più comuni: in esse uno strato più fragile funge da piano di distacco e su di esso slitta uno strato più o meno spesso di neve asciutta, generalmente apportata dal vento. Ma il lastrone talvolta può essere costituito anche da neve soffice; la densità in questo caso può essere inferiore ai 100 Kg/m^3 .



In primavera, soprattutto, prevalgono le valanghe di neve umida o bagnata. Il peso specifico di questa neve è molto elevato e la velocità di queste valanghe è generalmente bassa.



Le valanghe a lastroni si formano con maggior frequenza su pendii aventi inclinazione variabile tra 30° e 50° , tuttavia si possono avere distacchi anche con pendenze più basse. Nella maggior parte dei casi il distacco avviene per un aumento del carico sul manto nevoso dovuto al passaggio di sciatori; le valanghe in questo caso vengono dette provocate. Esse raggiungono velocità elevate in spazi brevi, presentando una forte accelerazione. In condizioni di versante particolarmente accidentato i lastroni, durante il moto, possono frantumarsi dando origine a valanghe di tipo nubiforme.

Valanghe di neve umida

Si definisce neve umida quella che contiene acqua allo stato liquido ed ha una temperatura di 0°C . È più pesante di quella asciutta, con densità variabile mediamente fra 300 e 400 Kg/m^3 . Le valanghe di questo tipo si formano dopo un forte rialzo termico: sono quindi tipiche, anche se non esclusive, del periodo primaverile.

Si possono rilevare anche d'inverno dopo una circolazione sciroccale che abbia instaurato una fase di disgelo o apportato piogge in quota per più giorni.

Sono caratterizzate da una velocità di scorrimento piuttosto modesta ($30-50 \text{ Km/ora}$), e, data la loro elevata densità, travolgono e spingono a valle tutto ciò che incontrano. Seguono percorsi preferenziali determinati dalla morfologia del terreno, quali canali o impluvi del reticolo idrografico. Caratteristiche di queste valanghe sono le striature che talvolta lasciano lungo il percorso, dovute a incisioni sul fondo e sui fianchi del versante operate dai massi e dal materiale detritico trasportati dalla massa nevosa.

Valanghe di neve asciutta e valanghe miste

Se invece la valanga si sviluppa lungo versanti molto acclivi, la neve si mescola all'aria e forma una nube, un aerosol di piccole particelle di neve fredda e asciutta, che scende a velocità molto elevate, anche oltre i 300 Km/ora. Si parla in questo caso di valanga nubiforme.

La possibilità di formazione di valanghe di questo tipo è legata al distacco di un lastrone di neve asciutta che, scorrendo su un pendio particolarmente scosceso e accidentato, si spezza in blocchi e frammenti ed ingloba grandi quantità d'aria. Se la velocità supera valori intorno ai 100 Km/ora, le particelle di neve asciutta si disperdono in una nube di densità compresa tra 3 e 15 Kg per m³ che scorre a velocità elevatissima, con altezza di scorrimento anche di alcune decine di metri. Essa non segue percorsi preferenziali, ma scorre dritta lungo il versante superando qualsiasi ostacolo morfologico o strutturale; pertanto lo spazio di arresto risulta di molto superiore a quello delle valanghe radenti. Queste valanghe sono caratterizzate dallo sviluppo di un soffio, ovvero un'onda di pressione d'aria che sopravanza il fronte visibile della valanga ed ha un enorme potere distruttivo.

La maggior parte dei fenomeni osservabili sono tuttavia costituiti da valanghe miste, nelle quali i blocchi più grossi si muovono scorrendo radenti alla superficie del pendio, mentre le particelle più piccole vengono trasportate dall'aria. Generalmente su pendii ripidi le componenti radente e polverosa procedono alla stessa velocità, mentre su pendii meno acclivi la componente polverosa precede quella radente, percorrendo spazi maggiori.

Quando la neve è priva di umidità, cioè asciutta, si formano valanghe che generalmente hanno velocità notevoli, soprattutto se sono di grosse dimensioni e compiono nella loro discesa a valle un elevato dislivello.

Quando "cadono" le Valanghe?



È la domanda più frequente che viene rivolta a chi si occupa di valanghe.

Ecco una prima risposta: le valanghe avvengono prevalentemente durante la stagione invernale (da dicembre ad aprile) ma si possono verificare anche nelle altre stagioni alle quote più elevate laddove sono presenti ripidi pendii innevati.

Oltre alla stagionalità delle valanghe può essere fatta una distinzione, seppur grossolana, fra le valanghe "immediate", diretta conseguenza della precipitazione (la neve fresca non si ancora sui pendii o sulla vecchia neve), e quelle "ritardate" che avvengono più in là nel tempo rispetto alle prime (giorni, settimane), a seguito dei metamorfismi e delle altre trasformazioni che normalmente avvengono nel manto nevoso.

In particolare il vento e la temperatura possono influire significativamente sui "due" tipi di valanghe.

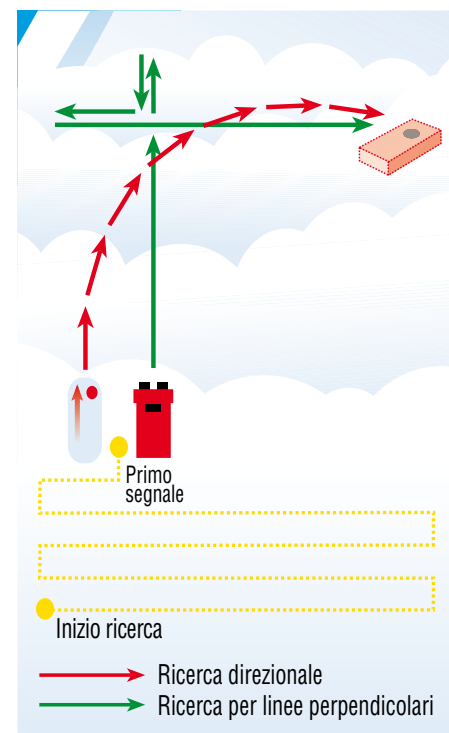
Ecco quindi un'altra risposta: le valanghe si verificano durante una nevicata o dopo molto tempo.

La variabilità degli eventi atmosferici e la non sistematica ripetitività degli stessi sono lo spunto per la terza risposta: tutte le stagioni invernali, pur presentando ambienti del tutto simili (boschi e prati ricoperti di neve), in realtà sono caratterizzate da precipitazioni ed eventi climatici sempre un po' diversi, tali da renderle difficilmente confrontabili fra loro.

Il vento è determinante nella formazione delle valanghe. All'inizio dello studio di questi fenomeni, verso la fine del 1800, veniva chiamato "il costruttore di valanghe".



Autosoccorso e Soccorso Organizzato



Sulle Alpi ogni anno perdono la vita mediamente 150 persone, una quarantina delle quali in Italia. Sotto una valanga le probabilità di sopravvivenza sono molto limitate e di circa 15 minuti. L'autosoccorso, cioè il soccorso portato dagli stessi compagni di gita, è determinante per la salvezza dei travolti da valanga.

L'Autosoccorso

Dalle statistiche appare abbastanza evidente come per il problema valanghe, la migliore protezione sia la prevenzione, e cioè la messa in atto di tutte quelle precauzioni in modo da evitare nella maniera più assoluta di essere travolti. Come abbiamo visto i tempi utili per avere delle possibilità di sopravvivenza sono estremamente ridotti, ed allora dobbiamo essere in grado di effettuare quello che viene definito autosoccorso, cioè le azioni di soccorso messe in atto immediatamente dai componenti stessi del gruppo che ha subito l'incidente.

Presupposto a tutto questo è che ovviamente non si deve mai essere soli nello svolgimento di qualsiasi attività potenzialmente a rischio che si svolga sulla neve, e che nel gruppo, mettendo in atto tutte le misure preventive, ci sia almeno una persona che rimanga indenne!

A questo punto entrano in gioco semplici strumenti elettronici che, correttamente indossati ed accesi, permettono a chi è allenato nel loro utilizzo, di trovare in pochi minuti i propri compagni muniti di apparecchi simili.

Questi piccoli apparecchi prendono il nome di ARVA, e cioè Apparecchi di Ricerca in Valanga, ed il loro funzionamento è molto semplice.

A seconda del tipo di strumento e delle nostre capacità, è possibile una ricerca sistematica e molto sicura che viene detta "per linee perpendicolari", oppure una più veloce e più evoluta detta "direzionale" poiché ci porta vicini all'apparecchio cercato in modo quasi diretto.

Non bisogna però dimenticare che l'apparecchio ARVA da solo non basta a salvare un travolto da valanga perché, una volta localizzato

il segnale con sufficiente precisione sulla superficie della valanga, bisogna disseppellirlo.

Per questo motivo è di vitale importanza avere al seguito una pala sufficientemente robusta ed una sonda: per spalare un metro cubo di neve con la pala sono necessari alcuni minuti. Senza, ammesso di riuscirci, almeno un'ora.

Il Soccorso organizzato

Ma nel caso in cui non siamo in grado di effettuare dell'autosoccorso, o se semplicemente abbiamo bisogno di aiuto? Ecco che allora, magari con una semplice telefonata al 118, scattano i soccorsi, e l'autosoccorso lascia gradualmente spazio a quello che viene definito come soccorso organizzato, organizzato appunto dal Soccorso Alpino.

In questo caso numerosi tecnici, specificamente preparati, arrivano sul luogo dell'incidente, magari con l'elicottero o nel modo più veloce possibile in quel momento, portando con sé le unità cinofile, cioè i cosiddetti cani da valanga, oltre a tutto il materiale utile ai fini della ricerca dei dispersi.

A questo punto sarà solo la loro grande conoscenza dell'ambiente montano, delle valanghe, dell'uso dei materiali specifici e delle tecniche di ricerca più attente ed evolute, ma soprattutto l'organizzazione ed il veloce e preciso lavoro di decine e decine di soccorritori, che potrà permettere una soluzione positiva dell'incidente.



I MATERIALI PER L'AUTOSOC CORSO



L'escursionista invernale mai dovrebbe avventurarsi in montagna da solo: i compagni di gita possono essere di aiuto alle valutazioni ed alle scelte da fare sul terreno ma, soprattutto, sono indispensabili per effettuare un soccorso immediato in caso di travolgimento da valanga. Perché si possa intervenire efficacemente nei primi 15 minuti e recuperare i travolti è necessario che tutti siano in possesso di:

- Apparecchio ARVA, apparecchio di ricerca per la rapida localizzazione di sepolti in valanga. Questo apparecchio, posto in trasmissione all'inizio dell'escursione, viene commutato in modalità di ricerca nel caso di incidente;

- Sonda leggera per l'individuazione del punto esatto in cui si trova la persona sepolta;

- Pala per poter liberare il più velocemente possibile una persona sepolta: nella maggior parte dei casi la profondità di seppellimento si aggira intorno al metro.

Bollettino Nivometeorologico

Fra i vari strumenti di prevenzione il Bollettino NivoMeteorologico, conosciuto anche con il nome di bollettino valanghe, riveste una particolare importanza.

È infatti uno strumento che fornisce un quadro sintetico dell'innevamento e dello stato del manto nevoso, indicandone struttura e grado di consolidamento rilevato al momento dell'emissione su di un determinato territorio.

In funzione del consolidamento del manto, della probabilità di distacco, del numero e delle dimensioni delle valanghe stesse, il pericolo presente al momento dell'emissione, viene descritto con un testo sintetico oltre che un indice numerico crescente da 1 a 5, secondo la "Scala Europea del Pericolo Valanghe". Ad ogni grado è associata una situazione tipo che facilita la comprensione e la sintesi del bollettino stesso.

Ma il bollettino non fornisce solo dati di analisi, cioè rilevati ed osservati; sulla base della previsione meteorologica più aggiornata, definisce una possibile evoluzione delle condizioni del manto, fornendo quindi anche una vera e propria previsione del pericolo di valanghe. Sull'arco alpino italiano i bollettini sono redatti e diffusi dalle Regioni e Province Autonome aderenti all'A.I.NE.VA. (Associazione Interregionale Neve e Valanghe), titolari per legge di tale incombenza; sul

rimanente territorio Nazionale le informazioni possono essere reperite presso le strutture Meteomont del Corpo Forestale dello Stato e delle Truppe Alpine, mentre all'estero le informazioni sono garantite da organizzazioni a livello nazionale, in alcuni casi molto simili all'A.I.NE.VA.

Il bollettino è quindi uno strumento informativo che può dare un valido aiuto nel prendere decisioni riguardanti la propria o altrui incolumità; tuttavia chi decide di affrontare il "terreno innevato" deve avere sufficienti basi conoscitive per muoversi correttamente sul territorio e saper riconoscere i momenti ed i punti particolarmente critici.

In particolare il bollettino si rivolge a scialpinisti, alpinisti ed escursionisti in genere, ma anche ad operatori e professionisti della montagna, addetti alla sicurezza, amministratori, organizzazioni di soccorso e protezione civile, forze dell'ordine, gestori della viabilità.

L'emissione avviene, durante il periodo invernale, giornalmente o almeno tre volte alla settimana, ed anche se apparentemente i vari bollettini hanno una veste grafica diversa, i contenuti sono i medesimi.

Al fine di favorire un quadro generale per l'intero arco

alpino italiano, l' A.I.NE.VA

redige anche uno speciale

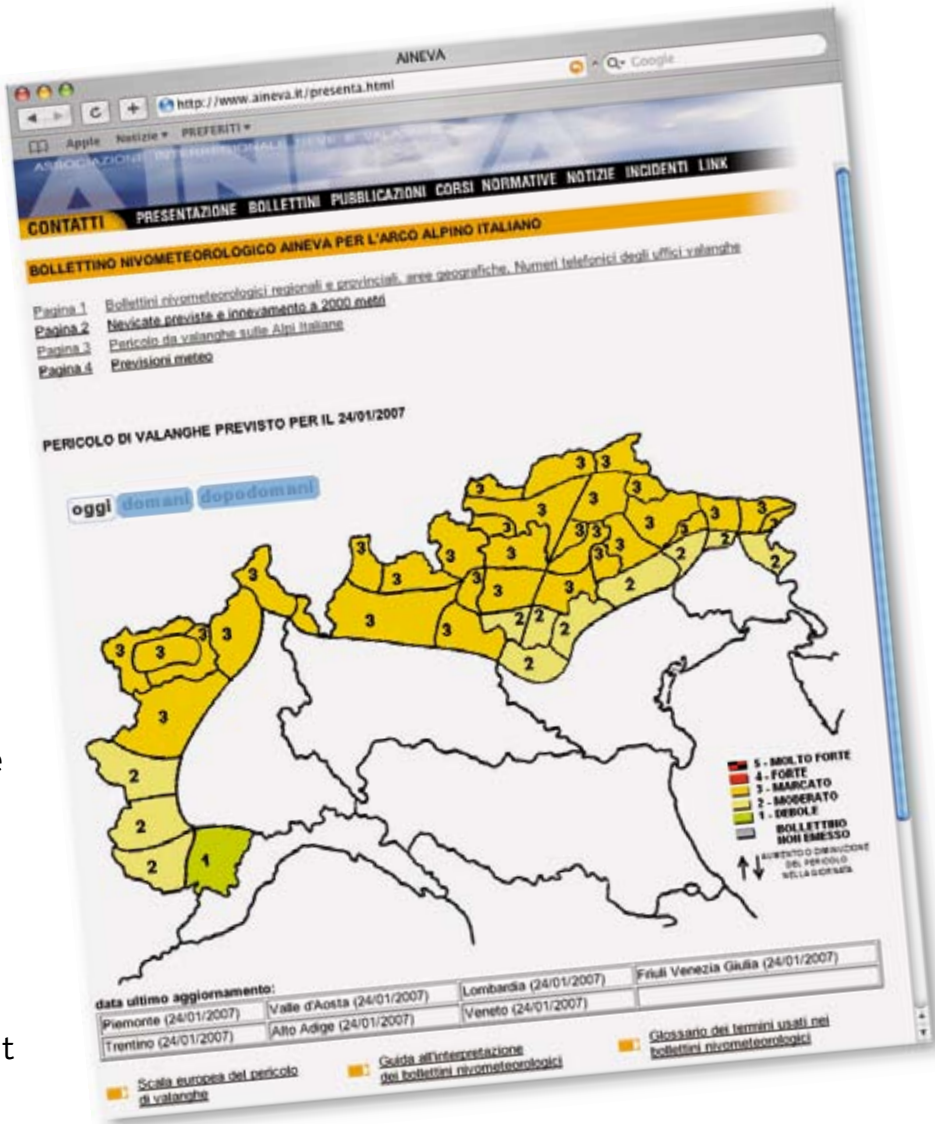
bollettino, disponibile in internet al sito www.aineva.it, che in sintesi

raggruppa alcune delle informazioni contenute nei vari bollettini regionali e provinciali; per chi invece dispone solo di un

telefono, tutti i bollettini sono reperibili al numero 0461.230030.

In Regione Lombardia è il Centro NivoMeteorologico dell'ARPA Lombardia che si occupa delle problematiche legate alle Valanghe. Esso ha sede a Bormio in Via Monte Confinale, 9 (tel 0342.530362; fax 0342.905133).

Il Bollettino Nivo-Meteorologico della Lombardia è consultabile al numero verde 8488-37077, al Fax Polling 0342. 901521 o al sito internet www.regione.lombardia.it.



	Scala del pericolo	Probabilità di distacco di valanghe	Indicazioni per sciatori ed escursionisti
1	DEBOLE	Il distacco è generalmente possibile solo con forte sovraccarico su pochissimi pendii ripidi estremi. Sono possibili solo piccole valanghe spontanee (cosiddetti scaricamenti).	Condizioni generalmente sicure per gite sciistiche.
2	MODERATO	Il distacco è possibile soprattutto con un forte sovraccarico su pendii ripidi indicati. Non sono da aspettarsi grandi valanghe spontanee.	Condizioni favorevoli per gite sciistiche ma occorre considerare adeguatamente locali zone pericolose.
3	MARCATO	Il distacco è possibile con debole sovraccarico soprattutto sui pendii ripidi indicati; in alcune situazioni sono possibili valanghe spontanee di media grandezza e, in singoli casi, anche grandi valanghe.	Le possibilità per le gite sciistiche sono limitate ed è richiesta una buona capacità di valutazione locale.
4	FORTE	Il distacco è probabile già con un debole sovraccarico su molti pendii ripidi. In alcune situazioni sono da aspettarsi molte valanghe spontanee di media grandezza e, talvolta, anche grandi valanghe.	Le possibilità per gite sciistiche sono fortemente limitate ed è richiesta una grande capacità di valutazione locale.
5	MOLTO FORTE	Sono da aspettarsi numerose grandi valanghe spontanee, anche su terreno moderatamente ripido.	Le gite sciistiche non sono generalmente possibili.

FALSE SICUREZZE

e preconcetti più diffusi in fatto di valanghe

Spesso, troppo spesso noi esseri umani abbiamo delle certezze; per motivazioni varie, siamo certi di una cosa o di un'altra.

Applicando ciò al campo delle valanghe e confrontandolo con le moderne conoscenze ci si accorge che esistono molte false sicurezze.

Alcune vengono illustrate qui di seguito, per esempio una che riguarda il freddo come

"consolidatore" del manto nevoso o un'altra credenza riguardante il fatto che se ci si trova su un terreno

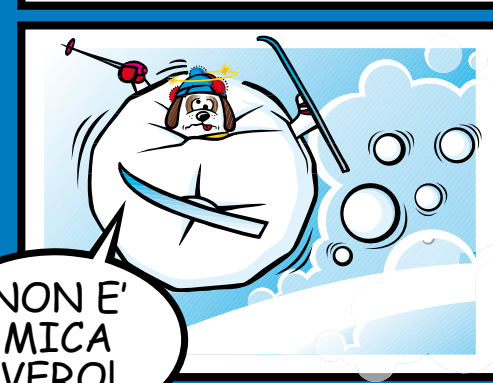
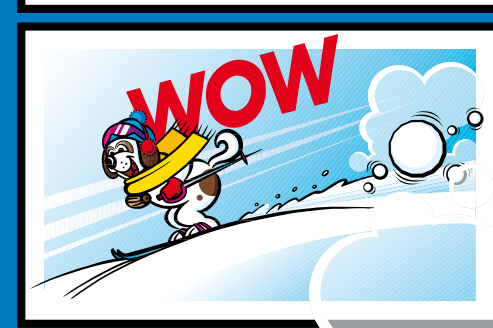
pianeggiante si è completamente al sicuro dal pericolo di valanghe. Altre ce ne sono, di comune sentore, che per problemi di spazio non vengono riportate ma che sono altrettanto importanti. Riguardano in particolare

il fatto che se non nevica da parecchio tempo la neve si è ormai stabilizzata e non c'è più pericolo, mentre certe situazioni di instabilità e soprattutto i lastroni da vento

possono mantenersi inalterati a lungo dopo la loro formazione. Oppure l'errata credenza che se c'è poca neve non c'è pericolo. O ancora la sbagliata certezza che il bosco

protegga totalmente dalle valanghe, che al mattino presto non si rischia o che dopo due o tre giorni si può andare dappertutto perché la neve si assesta completamente.

Insomma, in montagna non fidiamoci sempre di quanto abbiamo sentito dire e mettiamo criticamente in discussione ogni volta ciò che ci si pone davanti. Meglio prevenire che curare, ormai lo sanno tutti.



Il freddo consolida la neve, quindi non si rischia.

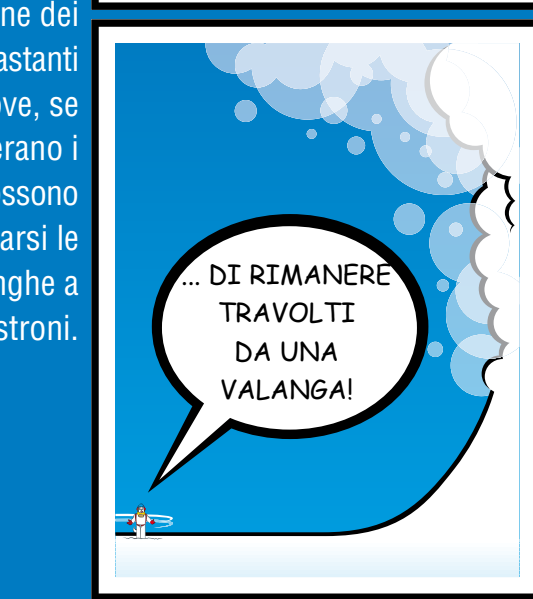
Questa è una delle convinzioni più false, pericolose e diffuse. Quando a un periodo caratterizzato da rialzo termico segue una diminuzione delle temperature, anche dovuto all'escursione termica giornaliera, il manto tende a consolidarsi, poichè l'acqua si rigela, creando solidi legami fra i cristalli. Quando, invece, dopo una intensa nevicata, permane un periodo con temperature rigide, il freddo conserva l'instabilità, ritardando la trasformazione (metamorfosi) e l'assestamento del manto nevoso. Spessori ridotti di manto nevoso e temperature fortemente negative, favoriscono addirittura la formazione della cosiddetta "brina di profondità" e quindi l'indebolimento del manto.

E' piatto o, comunque, poco ripido.

Ma può cadere da molto più in alto.

La neve fresca, messa in movimento, può continuare a scivolare su pendii di 10-20 gradi d'inclinazione.

E' decisiva l'inclinazione dei pendii sovrastanti da dove, se superano i 30 gradi, possono staccarsi le valanghe a lastroni.



Ha tenuto per il passaggio del primo, terrà anche per i successivi.

Un pendio instabile non si rompe necessariamente al passaggio del primo sciatore. Ogni sciatore con il proprio passaggio può compromettere la stabilità fino alla rottura. Un lastrone può resistere al passaggio di due sciatori che tengono una certa distanza, ma staccarsi se procedono ravvicinati.

SONO AL SICURO DALLE VALANGHE! QUALCUNO E' GIA' PASSATO



Tracce di sci o di animali garantiscono la sicurezza del pendio.

Le valanghe si staccano spontaneamente in modo casuale.

Nel 95% dei casi d'incidente, sono invece gli stessi sciatori travolti che, con il proprio peso, staccano la "loro valanga" a lastroni. Solo nel 5% dei casi si tratta di fatalità. Le valanghe si staccano spontaneamente anzitutto quando i bollettini segnalano: «pericolo forte e generalizzato di valanghe».

Consultando i bollettini si possono evitare queste valanghe rimanendo a casa.

IMPRUDENTE! NON SA CHE LE CONDIZIONI DELLA NEVE POSSONO VARIARE IN TEMPI ANCHE MOLTO BREVI... E CHE IL PESO DI OGNI INDIVIDUO E' DIVERSO DA QUELLO DI UN ALTRO?

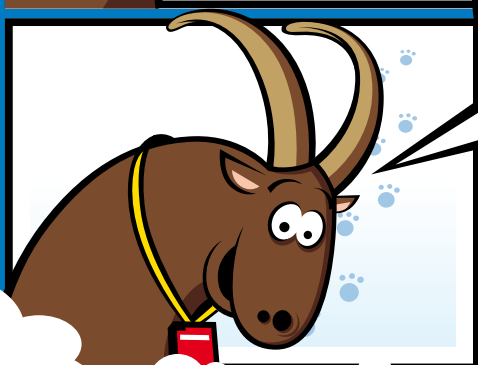
OGGI IL BOLLETTINO SEGNA PERICOLO

4

E' MEGLIO RIMANERE A CASA!



RUMBLE



Il bosco protegge dalle valanghe, al di sotto del suo limite altitudinale non vi è pericolo.

Solo il bosco fitto nel quale uno sciatore passa con difficoltà è sicuro da valanghe. Un bosco rado, nel quale grandi parti di cielo sono visibili, non è sicuro. In caso di valanga, la presenza di alberi aumenta il rischio con la possibilità di collisione contro i tronchi. Cespugli e boscaglia possono favorire la formazione di valanghe. In ogni caso, un bosco fitto difficilmente riesce a fermare una valanga già in movimento proveniente da pendii posti più in alto.

Non ha più nevicato da tempo, quindi la neve si è stabilizzata.

Dopo una nevicata, se fa freddo, la coltre nevosa si stabilizza solo lentamente e si possono trovare dei pendii esposti a nord pericolosi anche parecchi giorni dopo. I lastroni da vento possono mantenersi inalterati a lungo dopo la loro formazione.

PER FORTUNA AVEVA DETTO CHE NON ESSENDO PIU' NEVICATO DA TEMPO, LA NEVE DOVEVA ESSERSI STABILIZZATA! BISOGNA ESSERE COMUNQUE PRUDENTI!



Bibliografia

Temporalali

- AA.VV., 1994. Accident de la foudre en montagne - conduite à tenir & prevention. Club Alpine Francaise – Congrès “Foudre et Montagne” Chamonix.
- AA.VV., 1996. MAP Design Proposal.
- AA.VV., 2000. La Protezione Civile in Lombardia, Guida al Sistema regionale di Protezione Civile. Regione Lombardia. D.G. OO.PP.-U.O. Protezione Civile.
- Anelli, M., Bertolotti, E., Mariani L., 1998. Manuale dell'Osservatore Meteorologico. ERSAL, Milano.
- Bertolotti, E., Iorio, R., Mariani, L., 1997. Lightning flashes monitoring in Lombardy. Map Meeting- Poster Session. Belgirate.
- Fea, G., 1985 - Appunti di meteorologia fisica, descrittiva e generale. ARPA SMR.
- Frei C., and Schär, C., 1998: A precipitation climatology of the Alps from high-resolution rain-gauge observations. Int. J. Climatol., 18, 873-900
- Giuliacci, M., 1985. Climatologia fisica e dinamica della Valpadana.
- Giuliacci, M., 1993. Il vento e il tempo. Mursia.
- Houze, R. A. Jr., 1993. Orographic Clouds, in “Cloud Dynamics”, Academic Press, 502-538.
- Kappenberger, G., Kerkmann, J., 1997. Il tempo in montagna. Zanichelli, Bologna.
- Kerkmann, J., Cagnati, A., 1993. Neve a Locarno e tuoni ad Airolo: la situazione anomala del 21 -22 dicembre 1991, in Neve e Valanghe, n.19, pp. 40-51.
- Mariani, L., Bertolotti, E., Iorio, R., 1997. Lightning flashes monitoring and meteorology : the experience of Lombardy agrometeorological service with cesi-sirf system. Convegno Lightning and Mountains '97. Chamonix.
- Mc. Phee, J., 1995. Il controllo della natura, Adelphi, Milano.
- Minardi, G.P., Bertolotti, E., Menichini, V. 1998. Miglioramento dell'informazione meteorologica per l'utente finale attraverso una nuova impostazione del bollettino previsionale. Progetto obiettivo, ERSAL, Milano.
- Piazza, A.. I temporalali ed i fulmini. Dal sito www.meteotrentino.it.
- Simonini, G., 1988. Assistenza meteorologica a mesoscala. ARPA SMR, Bologna.
- Vismara, R., 1988. Ecologia Applicata, Hoepli, Milano.
- WMO. International Meteorological Vocabulary, n. 182.
- Zingarelli, N., 1995. Vocabolario della Lingua Italiana. Zanichelli, Bologna.

Valanghe

- AA.VV. - 1981- Avalanche Atlas. UNESCO CH
- AA.VV. - 1989- Glossario dei termini nivologici e meteorologici in uso nei bollettini valanghe.
- A.I. NE.VA.- Rivista Neve e Valanghe n° 7, pagg.44-51
- AA.VV. - 1999- La Neve. A.I. NE.VA. Trento
- AA.VV. - 2000- Guida all'utilizzo dei bollettini nivometeorologici. A.I.NE.VA. Trento
- AA.VV. -2001- Gli incidenti da valanga nel fuoripista. A.I. NE.VA.- Rivista Neve e Valanghe n° 42, pagg.18-23
- AA.VV. -2001- Previsione e Prevenzione: utilità e limiti dell'informazione. A.I. NE.VA.- Rivista Neve e Valanghe n° 42, pagg.24-27
- CAGNATI A. -1993- La nuova scala unificata per la classificazione del pericolo da valanga. A.I. NE.VA.- Rivista Neve e Valanghe n° 19, pagg. 26-31
- CAGNATI A. - 1999- La valutazione della stabilità del manto nevoso. Tamari (BO)
- CRESTA R. -1993- La neve e le valanghe. Mulatero (TO)
- DAFFERN T. -1992- Avalanche Safety for skiers and climber. Roky Mountain Boocks, Calgary
- FRASER C. -1970- L'enigma delle valanghe. Zanichelli (BO)
- GREGORI P. -1987- Appunti di nivologia. Tipografia Commerciale Trentina (TN)
- McCLUNG D.,SCHAERER S.- 1996- Manuale delle valanghe. Ed. italiana Zanichelli (BO)
- MUNTER W. - 1992- Il rischio di valanghe. C.A.I.-C.A.S. Milano
- ROCH A. -1980- Neve e valanghe. Ed. C.A.I. Milano
- SALM B. - 1987- Guida pratica sulle valanghe. Ed. C.A.I.-C.A.S. Milano
- BRUGGER H., FALK M. - Rivista Neve e Valanghe n° 16, pagg. 24-31
- AA.VV. - 2000 - La neve e le valanghe - Cd-Rom Ed.Centro Valanghe Arabba

I Quaderni di Protezione Civile

Collana editoriale della Regione Lombardia

Unità Organizzativa Protezione Civile

Via Rosellini, 17 - 20126 Milano

dirigente: **Alberto Biancardi**

Il capitolo sui temporalali è a cura di **Gian Paolo Minardi** e **Egidio Bertolotti**.

I testi e le illustrazioni relativi alle valanghe sono gentilmente concessi da AINEVA

(© - Associazione Interregionale Neve e Valanghe - www.aineva.it) a cura di

Giovanni Peretti e **Alfredo Praolini** del Centro Nivo-Meteorologico dell'ARPA Lombardia di Bormio (SO), via Monte Confinale, 9.

Progetto Grafico e illustrazioni

MOTTARELLA Studio Grafico

Cosio Valtellino, SO (www.mottarella.it)

Coordinamento Editoriale

IREALP - Istituto per l'Ecologia e l'Economia Applicate alle Aree Alpine (www.irealp.it)

U.O. Protezione Civile: Giovanni Caldiroli, Carla Ferrario, Claudia Sella, Sandra Tabarri

Fotografie

Archivio **AINEVA**: pagine 31 (in basso), 32, 33, 35, 36, 37, 40, 41;

Michael Bath, www.australiasevereweather.com: pagina 21;

Egidio Bertolotti: pagina 14 (in basso);

Jimmy Deguara, www.australiasevereweather.com: pagina 23 (in basso);

EUMETSAT: pagine 13 (in basso), 17 (in alto);

Gian Paolo Minardi: pagine 4/5, 6, 19, 24,25 (in basso), IV di copertina;

MOTTARELLA Studio Grafico: copertina, pagine 1,2/3,7,9,16,17, 23 (in alto), 26/27, 28/29, 31 (in alto), 38, 39, 48/49;

Piero Sciolì: pagina 15;

Steve Tegtmeier, NSSL: pagina 25 (in alto).

Ringraziamenti

CESI (www.fulmini.it), ed in particolare Marina Bernardi, per le elaborazioni statistiche sui fulmini in Lombardia.

Giovanni Kappenberger per la parte sui rischi connessi ai temporalali.

Roberto Grimaldelli, Claudia Zuliani e Ignazio Cannizzaro.

www.protezionecivile.regione.lombardia.it

Con la collaborazione di

CESI SIRF





www.protezionecivile.regione.lombardia.it