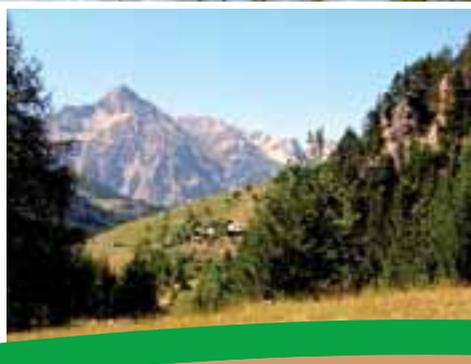




Eventi naturali

CONOSCERE E OSSERVARE IL TERRITORIO



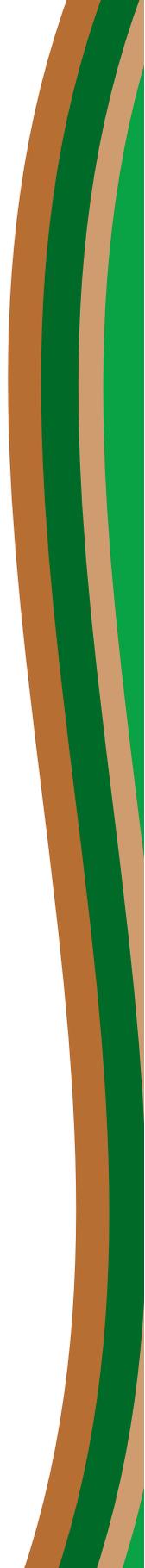
Vivere la montagna

Impariamo a conoscerla
per evitarne i pericoli



VIVERE LA MONTAGNA

Impariamo a conoscerla
per evitarne i pericoli



Vivere la montagna

Arpa Piemonte - Dipartimento Tematico Geologia e Dissesto, Area Funzionale Tecnica

Responsabile scientifico: Ferruccio Forlati

Coordinamento progettuale e realizzazione: Pina Nappi, Margherita Machiorlatti, Cristina Converso, Claudia Giampani, Puni Moletta

Testi a cura di: Claudia Giampani, Puni Moletta, Daniele Bormioli, Giovanni Paesano, Ilaria Barbara Prinzi, Elena Turrone

I testi del capitolo valanghe sono tratti dai manuali AINEVA *Le valanghe*, 2005 e *Neve, divertirsi in sicurezza*, 2005

Coordinamento editoriale: Elisa Bianchi - Arpa Piemonte, Direzione Generale, Comunicazione istituzionale.

Fotografie: realizzate dagli Autori o tratte da Archivi Arpa Piemonte.

Si ringraziano Antonello Palvario e il Gruppo di lavoro Servizi di Previsione del Pericolo di Valanghe Europei per la gentile concessione di alcune immagini del capitolo Valanghe.

Ideazione e progetto grafico: Art Cafè Adv, Torino

La **mascotte** OJLI "formica geologo" è stata ideata e realizzata da Manuela Livorno e Barbara Lorusso

Illustrazioni: Margherita Machiorlatti, Ilaria Barbara Prinzi

Le illustrazioni del capitolo valanghe sono ridisegnate da AINEVA, *Le valanghe*, 2005

Finito di stampare nel mese di Luglio 2010
presso Litografia Viscardi, Alessandria

ISBN 978-88-7479-053-1

Copyright©2007, Arpa Piemonte

Via Pio VII, 9 - 10135 Torino - Italia

Seconda edizione: 2010



STAMPATO SU CARTA RICICLATA AL 100% CHE HA OTTENUTO IL MARCHIO
DI QUALITÀ ECOLOGICA ECOLABEL EUROPEO



INDICE

- | | |
|---|---------|
|  1 Introduzione | pag. 5 |
|  2 I processi torrentizi | pag. 10 |
|  3 Le frane | pag. 17 |
|  4 Le valanghe | pag. 24 |
|  5 I terremoti | pag. 32 |
|  6 I temporali | pag. 39 |
|  7 Azioni di previsione e prevenzione | pag. 45 |
|  8 I servizi di Arpa Piemonte | pag. 46 |



Fin dall'antichità le catastrofi naturali sono state considerate episodi inevitabili, cui era difficile se non impossibile sottrarsi. Non riuscendo a identificare in maniera chiara la causa degli eventi si attribuiva l'origine a qualcosa di superiore; ancora nell'ottocento la maggior parte della popolazione ascriveva all'azione del diavolo il verificarsi di eventi alluvionali e terremoti.

La diffusione dell'informazione e la conoscenza, sempre più approfondita, della struttura della Terra e dei meccanismi che ne governano i processi interni ed esterni, hanno dimostrato come quelli che vengono chiamati disastri naturali siano solo conseguenza dell'evoluzione del pianeta.

Gli effetti dei processi naturali non possono essere evitati, ma sicuramente limitati diminuendo il numero dei fattori esposti al rischio e realizzando opere di protezione adatte.

Anche gli eventi che si sono manifestati negli ultimi decenni hanno dimostrato che la sicurezza assoluta non esiste, nonostante il progredire della conoscenza e l'utilizzo delle più moderne e sofisticate opere di prevenzione.

Un importante passo avanti verso una migliore gestione delle situazioni di rischio può essere comunque attuato promuovendo modi di agire appropriati nelle situazioni critiche.

Con il presente volumetto, primo di una specifica collana, Arpa Piemonte vuole illustrare, con descrizioni semplici ma rigorose, i principali processi naturali che, interagendo con le attività umane, possono originare pericolo.

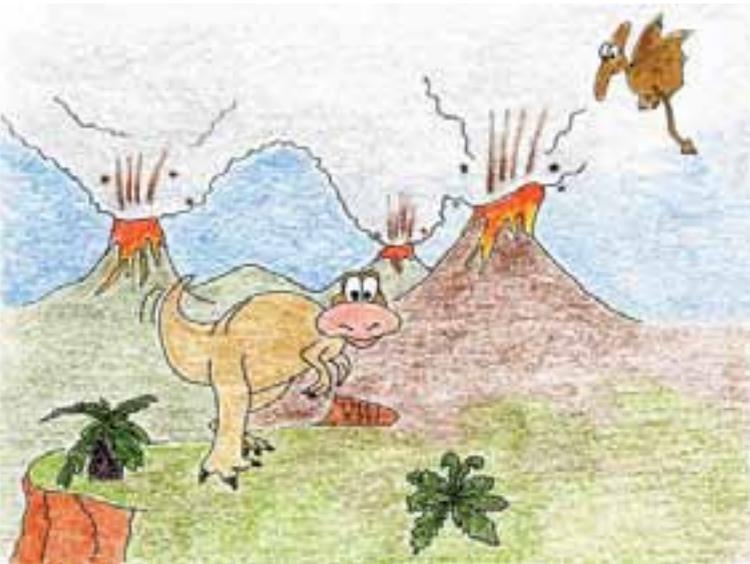
Occorre imparare a conoscere e osservare il territorio come prima azione di prevenzione, per poter vivere la montagna con la consapevolezza dei pericoli presenti, i cui effetti possono essere limitati con semplici norme di comportamento.



1 INTRODUZIONE

La Terra: un sistema complesso in continua evoluzione

La Terra ha cominciato a formarsi 4,6 miliardi di anni fa. Il suo aspetto era allora completamente diverso da quello che ci appare oggi e, fin dall'origine, trasformazioni lente e continue o cambiamenti repentini ne hanno incessantemente modificato l'assetto.



Orogenesi:
dal greco *ópos* (montagna) e *γένεσις* (nascita), insieme dei fenomeni geologici che, per corrugamento e sollevamento della crosta terrestre, porta alla formazione delle catene montuose.

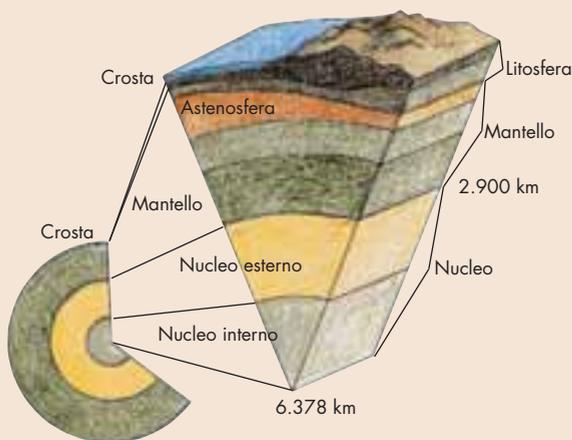
L'**orogenesi** è uno degli esempi più evidenti delle trasformazioni che traggono origine dai movimenti della crosta terrestre. Le montagne, infatti, si sviluppano lungo i margini convergenti di placche crostali (**Teoria della Tettonica a zolle**) Lungo tali margini, le placche, in continuo movimento, entrano in collisione tra di loro, si sovrappongono e si accavallano, causando piegamenti e deformazioni delle masse rocciose e un ispessimento della crosta stessa. Sin dalla sua formazione, una catena montuosa viene sottoposta all'azione erosiva e modellante degli agenti atmosferici. Acqua, vento, gelo agiscono incessantemente su tutta la superficie della terra, ma proprio in montagna l'erosione è particolarmente attiva, perché i versanti sono spesso scoscesi, privi di





Monte Leone, Val d'Ossola (VB)

vegetazione, le precipitazioni molto intense e le escursioni termiche (giorno-notte e stagionali) assai marcate. Questa azione modellante è condizionata dalla litologia e dall'assetto strutturale dei rilievi, in quanto le rocce meno resistenti sono maggiormente suscettibili all'erosione di rocce più compatte.



L'INTERNO DELLA TERRA

Lo studio della terra, attraverso l'andamento delle onde sismiche, ha evidenziato una struttura a involucri concentrici: la crosta (continentale e oceanica), il mantello, il nucleo esterno e il nucleo interno.

La crosta e la parte superiore del mantello costituiscono la litosfera, caratterizzata da rocce a comportamento prevalentemente rigido e

suddivisa in dodici zolle principali. Sotto la litosfera si trova l'astenosfera, le cui rocce non hanno un comportamento strettamente rigido e, se sottoposte a sforzi lenti e prolungati, possono fluire in modo duttile. Secondo la **Teoria della tettonica a zolle**, queste si muovono sull'astenosfera e, a seconda di come avviene il movimento reciproco, si distinguono margini convergenti, divergenti e trasformati (dove le zolle scorrono lateralmente l'una rispetto all'altra). Ed è proprio dallo scontro tra placche litosferiche che ha origine una catena montuosa.



Le Alpi sono una catena “geologicamente” giovane, come testimoniato dall’altezza delle cime relativamente elevata e dai loro profili ancora aspri. La fase principale di formazione della catena è avvenuta tra 50 e 30 milioni di anni fa e il sollevamento continua tuttora alla velocità di circa 1 mm/anno.



I CAMBIAMENTI CLIMATICI

Nel periodo geologicamente più recente, il Quaternario (1,8 milioni di anni), la terra ha subito variazioni climatiche cicliche importanti, con alternanza di fasi fredde (glaciazioni), caratterizzate dall’avanzata dei ghiacciai, e di fasi calde-temperate, che hanno determinato modificazioni evolutive profonde degli ambienti terrestri. L’attuale periodo evolve verso una fase climatica calda, accelerata dall’inquinamento antropico (immissione in atmosfera dei gas prodotti dai combustibili fossili). L’aumento della temperatura provoca l’accentuazione dei fenomeni atmosferici estremi, che accelerano i processi di modellamento del territorio. Sempre più spesso, infatti, a primavera e autunni caratterizzati da piogge violente si contrappongono estati e inverni secchi. Il progressivo riscaldamento terrestre è causa dello scioglimento dei ghiacciai, in atto dalla metà del XIX secolo. Il ritiro delle masse glaciali espone porzioni di territorio vulnerabili agli agenti erosivi.



Processi naturali

I processi naturali che trasformano la Terra vengono sintetizzati in due gruppi: “endogeni ed esogeni”; questi, combinandosi tra di loro, modificano continuamente la forma della superficie terrestre e trasformano il paesaggio naturale.



PROCESSI

endogeni



all'interno della Terra e sono principalmente legati ai movimenti tettonici terrestri

e si manifestano ad esempio con

scosse sismiche ed eruzioni vulcaniche

agiscono

esogeni



all'esterno della Terra e sono principalmente legati al clima

frane, piene fluviali e torrentizie, valanghe, erosione glaciale, erosione eolica

La Terra e le aree montuose in particolare appaiono come veri e propri ambienti in continua evoluzione. Frane, esondazioni, valanghe, terremoti, eruzioni vulcaniche, che sono la naturale espressione della vitalità del pianeta, si verificano in modo ricorrente, anche se spesso non ce ne accorgiamo.



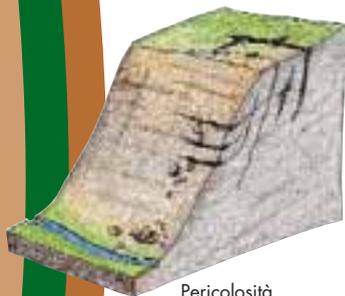
Pericolosità, Vulnerabilità e Rischio

Quando questi fenomeni naturali coinvolgono l'uomo e le sue attività, con conseguenze spesso disastrose, viene dato loro ampio risalto e si parla di "catastrofi naturali". È utile a questo punto introdurre tre concetti importanti nello studio dei processi naturali: "pericolosità", "vulnerabilità" e "rischio".

Pericolosità: probabilità che un certo evento di data intensità interessi una certa area in un determinato intervallo di tempo.

Vulnerabilità: grado di danno atteso che un bene può subire in funzione delle sue caratteristiche e della tipologia dell'evento.

Rischio: probabilità che si verifichino situazioni negative per la vita umana, i beni, le attività economiche o per l'ambiente, dovute all'interazione dell'evento con le aree antropizzate.



Pericolosità



Vulnerabilità



Rischio

In tal senso, la recente espansione dei centri urbani e delle aree interessate dalle attività antropiche e l'utilizzo turistico del territorio hanno favorito l'aumento del rischio legato al verificarsi dei processi naturali, insieme all'incremento del degrado ambientale.





Località Artesina (CN), 2002



Conoscere per evitare il pericolo

La vulnerabilità a questi fenomeni, da parte di chi frequenta la montagna, spesso è dovuta alle scarse conoscenze dei processi geomorfologici e quindi all'incapacità di comportarsi nella maniera più adeguata in caso di pericolo.

La maggioranza degli escursionisti conosce bene il pericolo a cui va incontro in inverno in determinate condizioni, a causa del distacco di masse nevose, perché le cronache, tutti gli anni, riportano incidenti anche mortali avvenuti per il verificarsi di valanghe. Pochi però sanno che altrettanto pericoloso può essere in estate l'improvviso ingrossarsi di un piccolo ruscello, in occasione di un intenso temporale, o il distacco improvviso di blocchi rocciosi o di ghiaccio dai versanti.



Una maggiore sicurezza si ottiene solo attraverso la conoscenza dei pericoli, che permette di adottare comportamenti idonei, anche quando si tratta di fenomeni improvvisi e difficilmente prevedibili. Semplici norme di comportamento consentono di evitare il verificarsi di incidenti che possono avere conseguenze anche molto gravi.



2 I PROCESSI TORRENTIZI



Che cosa sono?

Entro questa categoria è racchiusa tutta la casistica dei processi che si attivano lungo la rete idrografica secondaria, avendo come agente principale l'acqua corrente superficiale incanalata. Tra i processi torrentizi, le piene impulsive che si generano in risposta a piogge molto intense o prolungate sono i più violenti e quindi più pericolosi per l'uomo perché dotati di grande forza distruttiva.

Quali sono le tipologie di piena torrentizia?

Le colate detritiche sono i fenomeni a più elevato rischio per la loro capacità distruttiva. Le tipologie di piena, che si possono riscontrare anche nel medesimo torrente, sono:

- di acqua chiara
- deflussi con trasporto solido (di fondo e in sospensione)
- deflussi iperconcentrati (quando il materiale solido in sospensione supera il 30% del volume totale)
- **colate detritiche** (materiale in sospensione maggiore del 50% del totale) nelle quali acqua e solidi si muovono con la stessa velocità

Le **colate detritiche** sono i fenomeni a più elevato rischio per la loro capacità distruttiva





Quali sono i fattori innescanti?

I fattori che possono dar vita ad una piena sono:

- pioggia particolarmente intensa o a carattere temporalesco
- scioglimento del manto nevoso
- svuotamento improvviso di invasi temporanei

In montagna **morene** che sbarrano laghi proglaciali, o dighe di ghiaccio, possono cedere con conseguenti inondazioni di acqua e fango. Il ritiro del settore terminale dei ghiacciai, dovuto all'innalzamento della temperatura media terrestre in atto ormai da circa 150 anni, lascia allo scoperto depositi morenici instabili e poco compatti, spesso a nucleo di ghiaccio, che le acque di fusione mobilitano dando origine a colate di fango e detriti.



Comune di Macugnaga (luglio 1979): la morena del Belvedere cede sotto la spinta dell'acqua fuoriuscita dal lago delle Locce; una miscela di detriti e acqua scende lungo la valle causando danni alla seggiovia del Belvedere e alluvionando l'area sottostante. Il processo si è ripetuto più volte nel corso del XX secolo.

Morena:
accumulo di materiale detritico trasportato e depositato da un ghiacciaio.



Come si originano?

Durante una piena torrentizia, si ha un aumento della **portata** e quindi dell'energia dell'acqua, che in tal modo è in grado di prendere in carico il materiale eterogeneo presente nell'**alveo** (fango, ghiaia, pietrame, resti vegetali).

Il trasporto può avvenire in tre modi diversi:

- il materiale solubile è trasportato in soluzione
- il materiale più fine è trasportato in sospensione
- il materiale più grossolano si sposta rotolando, strisciando e rimbalzando sul fondo

*Per innescare una colata, la durata delle precipitazioni può essere anche solo di 10 minuti. I tempi di risposta dei **bacini** sono molto brevi e variano da 1 a 3 ore.*

La portata
di un corso d'acqua è la quantità di acqua che passa attraverso la sezione trasversale nell'unità di tempo.

L'alveo
di un corso d'acqua è la porzione di territorio contenuto entro le rive incise che contiene in permanenza o periodicamente acqua corrente.

Bacino idrografico:
porzione di territorio che raccoglie le acque di precipitazione e le fa confluire in uno stesso corso d'acqua.



Quando il letto del torrente non è più in grado di contenere il deflusso, si verificano delle tracimazioni: la miscela fuoriesce dal canale, il materiale più grossolano viene depositato, mentre la parte più fluida prosegue nelle direzioni di massima pendenza lungo le depressioni del terreno o i sentieri e le strade parallele al corso d'acqua.

Gli effetti più evidenti sono:

- nell'alveo: erosione delle sponde
- nelle aree limitrofe al torrente: erosioni diffuse nelle zone di esondazione e deposito di materiale più fine con allagamenti, nelle zone più distali dal corso d'acqua



Campiglia Cervo (BI), 2002



Un caso particolare: le colate detritiche



Piccoli rii che solitamente danno luogo a eventi modesti possono occasionalmente generare colate con "magnitudo" elevata

Le colate detritiche sono costituite da miscele solidoliquide ad elevata densità. Differiscono dalle piene con trasporto al fondo per l'alta concentrazione di materiale che insieme all'acqua e all'aria costituisce un'unica miscela, che si muove alla stessa velocità e può percorrere anche lunghe distanze. Sono imprevedibili e hanno un potere distruttivo elevato a causa della notevole velocità, della quantità di materiale trasportato (magnitudo) e della capacità invasiva.



Anche bacini che non mostrano segni recenti di attivazione possono dar luogo a fenomeni parossistici tanto più pericolosi perchè inattesi.



Le colate detritiche solitamente sono alimentate:

- dal materiale sciolto presente nel letto dei torrenti
- dal materiale detritico presente sui versanti
- dal materiale destabilizzato dall'innesco di frane che si incanala nella rete idrografica minore

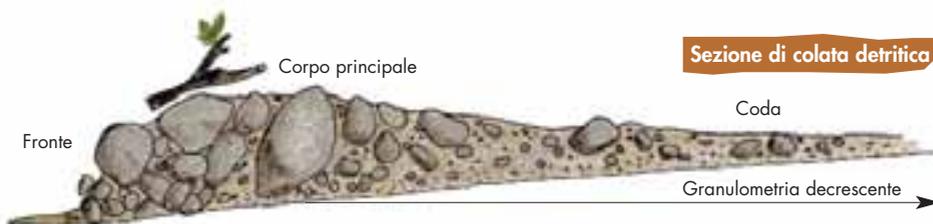
Questo materiale viene trasportato dalle acque torrentizie e giunge sotto forma di miscela viscosa fino al fondovalle, dove la colata detritica perde energia, non è più confinata nel canale di scorrimento, si espande lateralmente e deposita il materiale in carico. Ripetuti eventi di colata e/o di piene torrentizie danno vita alla sovrapposizione di sedimenti che spesso formano un caratteristico deposito residuale a forma di cono (*Conoide Alluvionale*). Il materiale può debordare anche lungo l'asta del torrente formando tipiche forme a cordone laterale o lobo.

La maggior parte dei conoidi alpini iniziò a formarsi al termine dell'ultima glaciazione intorno ai 12.000 anni fa, quando le acque dei torrenti, alimentate dallo scioglimento dei ghiacciai, trasportarono a valle grandi quantità di materiale detritico. Col passare del tempo il sovrapporsi di episodi deposizionali ha dato origine alla caratteristica forma a ventaglio dei conoidi. Essi offrono da sempre favorevoli condizioni morfologiche allo sviluppo di insediamenti, con conseguenti modificazioni anche accentuate dell'andamento e dimensionamento dell'alveo originale.

Le colate detritiche sono costituite da una serie di episodi successivi (ondate), caratterizzati da un fronte ripido, per la maggiore concentrazione di materiali grossolani, seguite da una coda più fluida con un'alta concentrazione di sedimenti in sospensione e pochi blocchi.



Acceglio (CN), Conoide alluvionale



Forma, concentrazione e velocità delle colate risultano assai differenti a seconda della prevalenza di materiale fine o di grandi dimensioni.





Rio Inferno, Omegna (VB), 1996

Colata di fango o Mud flow:

è costituita prevalentemente da materiale molto fine e assenza di grossi blocchi, il fronte della colata ha spesso la forma di un'onda, raggiunge elevate velocità (40-70 km/h) e quindi presenta una notevole forza d'impatto.

Colata di detriti o Debris flow:

è caratterizzata da un numero rilevante di blocchi di grosse dimensioni; ad essi è dovuto l'impatto distruttivo del fronte. Le modalità di propagazione sono simili a quelle della colata di fango ma le velocità sono generalmente minori (10-40 km/h).

Oulx rio Nero 20.7.1964

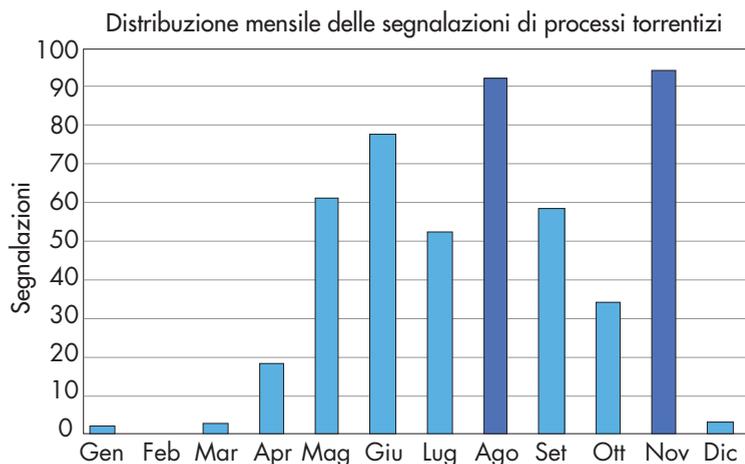
Con sensibile frastuono giungeva la prima onda di piena. Altre due seguivano e la terza, più impetuosa e forte, asportava dal piano di gaveta un masso enorme, dopo aver, in pochi secondi, completamente sommersa la traversa. La massa d'acqua d'argilla e di macigni fluitati trasportava grossi larici secolari, con gran frastuono e schizzar di melma e pietre.



Influenza dei fattori antropici

L'espansione edilizia, soprattutto a scopo turistico, in molte vallate alpine ha determinato un incremento delle condizioni di rischio nelle zone di conoide dove, spesso, il corso d'acqua è costretto in canali di attraversamento degli abitati sottodimensionati rispetto alle quantità di materiale trasportabile dai fenomeni torrentizi.

In Piemonte

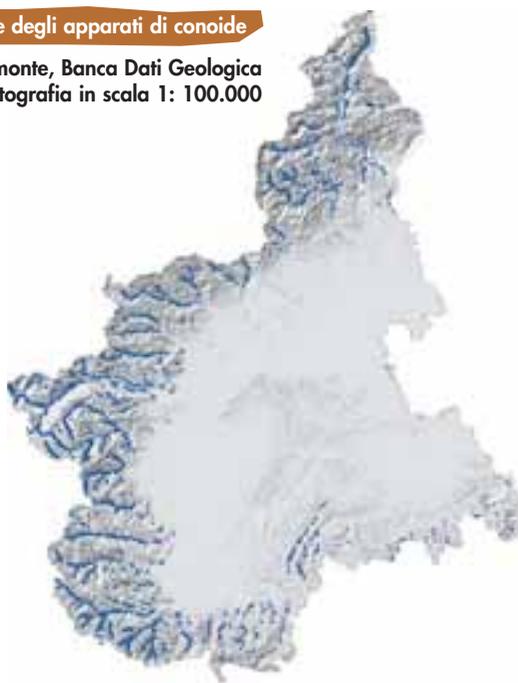


Distribuzione degli apparati di conoide

Arpa Piemonte, Banca Dati Geologica
da Cartografia in scala 1: 100.000

Agosto e Novembre sono I mesi con maggior numero di processi. Nel primo caso per fenomeni di tipo temporalesco, nel secondo a causa di precipitazioni prolungate.

Arpa Piemonte, Sistema Informativo Geologico – dati dal 1400 al 2000



Cosa osservare?



- La tua casa è a rischio di inondazione?
 - Che tipo di piene si possono prevedere?
 - Ci sono evidenze morfologiche, vicino alla tua casa, che testimoniano eventi passati? (lobi, cordoni, massi sparsi nella zona di deposito, superficie del conoide irregolare).
 - Prima di costruire un'abitazione o di abitarvi hai consultato il Piano Regolatore Comunale?
-
- Il campeggio si trova vicino ad un corso d'acqua?
 - C'è un piano di evacuazione in caso di piena?
 - Hai individuato le vie di fuga possibili?

Gorgia della Madonna, Argentera (CN) Cordoni laterali



Una colata detritica si muove più velocemente di quanto possa correre una persona



La macchina non è un posto sicuro dove ripararsi!! Una macchina inizia a galleggiare con un'altezza d'acqua di 30 cm!!



Prima di partire

- Hai consultato il bollettino meteorologico?
- Hai scarpe adatte per camminare anche su terreni scivolosi?
- Hai un equipaggiamento minimo (acqua, pila, medicinali urgenti)?



Cosa fare?

- Ascolta i rumori dell'ambiente circostante – alberi rotti o massi che si scontrano possono indicare il movimento di una colata
- Allontanati da incisioni, pendii ripidi e canali e dal letto dei torrenti e mettiti al sicuro su una zona alta
- In caso di evento spostati al piano superiore dell'abitazione
- In caso di evento segui le vie di fuga indicate dal piano di evacuazione del campeggio lasciando tutta l'attrezzatura sul posto

La riduzione o l'arresto del deflusso nel torrente o l'improvviso cambiamento da acqua chiara a fangosa può significare l'arrivo imminente della colata



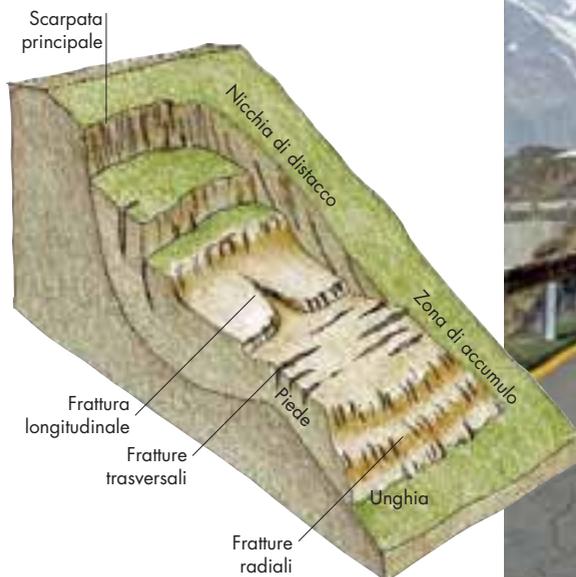
Qual è il sentiero e qual è il torrente? Se ci si trova in situazioni come questa e inizia a piovere è meglio allontanarsi il più rapidamente possibile!



3 LE FRANE

Che cosa sono?

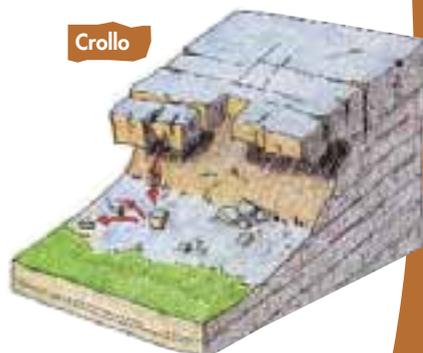
Con il termine frana si indicano tutti i fenomeni di movimento o caduta di materiale roccioso o sciolto, a causa dell'effetto della forza di gravità. Nella zona in cui si origina la frana si forma generalmente una nicchia di distacco, dalla quale il materiale scende lungo il pendio fino a depositarsi nella zona di accumulo.



Quali sono le tipologie di frana?

La caratterizzazione tipologica delle frane comunemente accettata si basa sulla modalità di movimento gravitativo prevalente. Si distinguono le seguenti tipologie principali:

Crolli e ribaltamenti: avvengono per distacco da una parete in corrispondenza di fratture preesistenti di masse che procedono per caduta libera, salti, rimbalzi e rotolamento fino ad arrestarsi quando l'energia cinetica si è completamente dissipata. Generalmente la massa originaria si frantuma in elementi di dimensioni variabili in funzione della consistenza del materiale stesso.





Scivolamento rotazionale



Scivolamento planare



Colamento

Scorrimenti o scivolamenti: tali fenomeni implicano il movimento per scorrimento lungo uno o più piani oppure entro una zona di ridotto spessore. In funzione della geometria dei piani di scivolamento si distinguono:

- *frane rotazionali:* superfici curve
- *frane planari:* superfici piane

Colamenti: sono fenomeni nei quali non esistono superfici di movimento ben definibili. Si distinguono in:

- *rapidi:* quando coinvolgono i terreni sciolti di copertura in presenza di un significativo contenuto d'acqua
- *lenti:* quando la massa dislocata, rocciosa o sciolta, si muove in modo analogo ai fluidi viscosi

Oltre a queste tipologie vanno ricordati i seguenti casi:

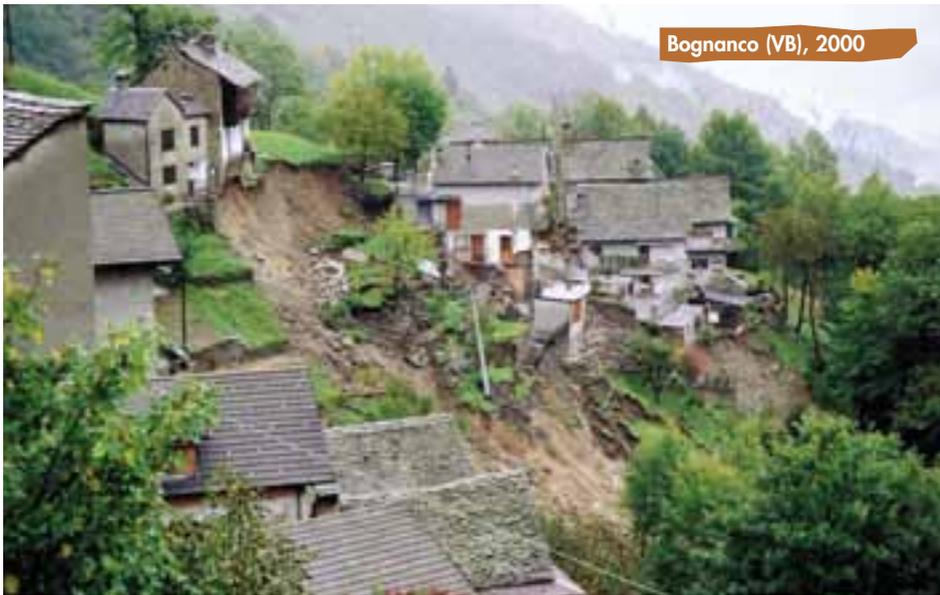
Frane complesse: il movimento risulta dalla combinazione di due o più tipologie principali, sia dal punto di vista spaziale, cioè in settori diversi della massa in movimento, sia da quello temporale, vale a dire in fasi diverse di sviluppo del movimento stesso.

Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (DGPV): in ambiente alpino, dove l'energia del rilievo è elevata, con presenza di dorsali e cime elevate, si sviluppano sovente fenomeni gravitativi molto lenti, assimilabili a colamenti in roccia, che interessano interi versanti per grandi estensioni (vari km²) e profondità (fino a qualche centinaio di metri). Si sviluppano in presenza di rocce ricche di superfici di discontinuità strutturali (scistosità e fratturazione) e sono tali per cui le superfici di scorrimento non sono sempre riconoscibili.



DGPV Alpe Baranca (VC)





Bognanco (VB), 2000

Metodologie di studio

Le metodologie di studio delle frane comprendono:

1. ricerca storica
2. **fotointerpretazione**
3. rilievi di superficie geologici e geomorfologici
4. indagini dirette (geognostiche) e indirette (geofisiche)

Fotointerpretazione:
analisi di foto aeree mediante stereovisore, uno strumento che consente la visione tridimensionale delle immagini.

Fattori predisponenti e innescanti

L'instabilità di un versante e quindi la sua propensione a generare frane dipende da una serie di cause predisponenti e innescanti, tra le quali:

- fattori litologici: caratteri stratigrafici, meccanici, composizionali
- fattori pedologici: connessi alla tipologia del suolo e al suo uso
- fattori strutturali: relativi alla storia tettonica dell'area e comprendenti gli aspetti di sismicità naturale
- fattori morfologici: caratteristiche dei versanti quali l'acclività e l'estensione
- fattori vegetazionali: tipo e stato della copertura vegetale
- fattori idrogeologici: comprendono le caratteristiche delle falde acquifere, le condizioni di drenaggio e le peculiarità delle acque superficiali
- fattori meteorologici: descrivono le condizioni climatiche generali e comprendono gli aspetti pluviometrici e termici
- fattori antropici: azioni che l'uomo effettua su di un versante, determinando l'alterazione delle condizioni di equilibrio

Ricordiamo che camminare al di fuori dei sentieri tracciati può favorire l'erosione del terreno!



Il ritiro delle masse glaciali, causato dal progressivo riscaldamento terrestre, ha messo a nudo porzioni di territorio vulnerabili agli agenti erosivi: depositi morenici poco coerenti possono fornire il materiale per l'innesco di colate detritiche; zone di roccia frammentate e alterate, non più consolidate dalla presenza del ghiaccio, danno talvolta origine a crolli nei canoloni in montagna o alla base delle pareti, alimentando così falde e coni detritici mobilizzabili dalle acque di fusione o dalle precipitazioni.



Grangia Rivé, Viù (TO) 19.3.2005
Un blocco roccioso (120 m³), distaccatosi dal Monte Rocca Moross, distrugge due alpeggi lasciando sul terreno la traccia del movimento (rotolamento e rimbalzi).



Caratteristiche

Oltre che in termini di modalità di movimento, le frane si distinguono in base al materiale mobilizzato, allo stato di attività e alla velocità di evoluzione.

Materiale

- **ammasso roccioso**: una massa più o meno competente e resistente
- **terreno sciolto**: un aggregato di particelle solide derivante dall'alterazione di un originario ammasso roccioso.

I terreni sciolti si distinguono ulteriormente in:

- **terre**: se le particelle risultano prevalentemente fini
- **detriti**: se le particelle risultano prevalentemente grossolane

Da una cronaca della Valle Anzasca del XV secolo

Anno 843

(...) e così passando li condottieri de detti monarchi ove loro caricati in numero 24 restarono nel monte Rubbio, ove si distaccò un pezzo di montagna nel suo passaggio, così tutti soteratti furono restati sepolti con tutte le loro ricchezze (...)



Bognanco (VB) Colamento superficiale, 2000



Stato di attività

In relazione al tempo in cui si è verificato il movimento della frana, secondo la metodologia del Progetto Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI), si distinguono i seguenti casi:

- *frana attiva*: che si sta muovendo
- *frana riattivata*: dopo un periodo di inattività, risulta nuovamente attiva
- *frana sospesa*: non si sta muovendo ma si è mossa durante l'ultimo anno
- *frana inattiva*: si è mossa l'ultima volta più di un anno fa. Questo stato può essere dettagliato con i termini di:
 - *frana quiescente*: se le cause che hanno prodotto l'instabilità sono ancora presenti
 - *frana stabilizzata*: se il movimento non è più possibile sia per cause naturali che per intervento antropico
 - *frana relitta*: se le condizioni geomorfologiche o climatiche che hanno causato il fenomeno sono profondamente differenti rispetto a quelle attuali



Acceglio (CN)

Velocità

L'aspetto che più determina la pericolosità di una frana non è tanto la sua estensione areale ma piuttosto la velocità con la quale il fenomeno può evolvere.

Tra i fenomeni franosi più disastrosi, in termini di danni materiali e perdite di vite umane, si possono includere i crolli da pareti rocciose e i colamenti rapidi.

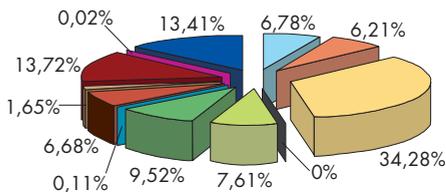
È stata definita una scala costituita da 7 classi di velocità, a ciascuna delle quali è associato uno scenario sulla probabilità distruttiva della frana.

Scala delle classi di velocità

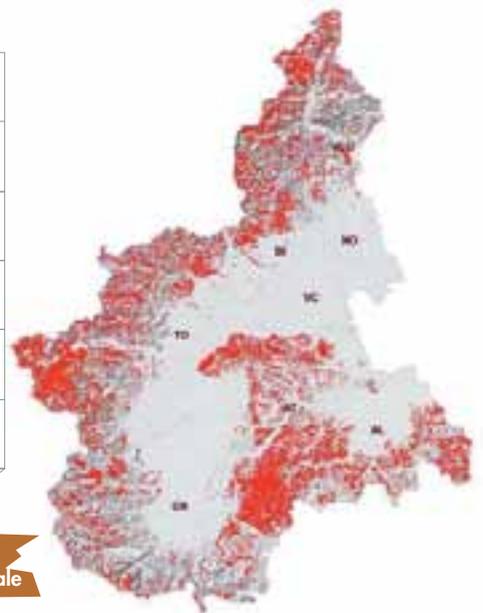
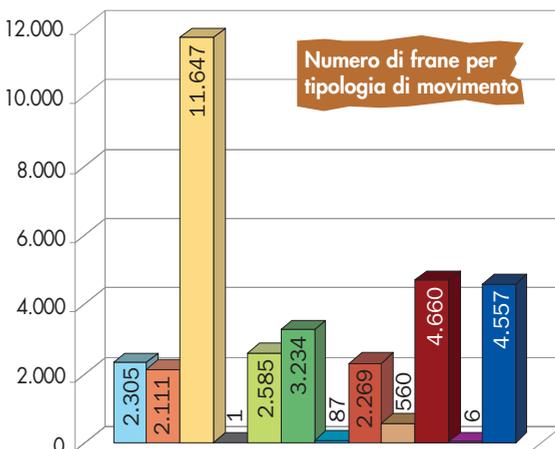
Classe di velocità	Descrizione	Velocità	Danni attesi
7	Estremamente rapida	>5 m/s	Catastrofe di maggiore violenza; edifici distrutti dall'impatto di materiali mobilizzati; perdita di vite umane; fuga improbabile
6	Molto rapida	<5 m/s	Perdita di vite umane; velocità troppo alta per consentire la fuga alle persone
5	Rapida	<0,05 m/s	Fuga possibile; infrastrutture distrutte
4	Moderata	<1,8 m/ora	Alcune strutture non sensibili possono essere temporaneamente mantenute
3	Lenta	<13 m/mese	Infrastrutture non sensibili possono essere mantenute funzionanti con costanti interventi di manutenzione se il fenomeno non presenta fasi di accelerazione
2	Molto lenta	<1,6 m/anno	Alcune infrastrutture permanenti possono non venire danneggiate
1	Estremamente lenta	<16 mm/anno	Movimento impercettibile, rilevabile solo dagli strumenti

In Piemonte

Distribuzione percentuale delle tipologie di frana sul totale eventi



- Frane di tipologia non determinata
- Crollo/ribaltamento
- Scivolamento
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso
- DGPV
- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree soggette a sprofondamenti diffusi
- Aree soggette a frane superficiali diffuse



Dissesti rilevati nell'ambito del Progetto Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI), riportati in forma puntuale





Monitoraggio

Il monitoraggio di un fenomeno franoso viene effettuato attraverso procedure e attività di controllo volte a ottenere la comprensione dei meccanismi in gioco, l'estensione superficiale e volumetrica del dissesto, le evoluzioni dello stato di attività, la relazione tra movimenti e fattori che interagiscono con il dissesto (come le precipitazioni) e la scelta delle opere di stabilizzazione più adeguate.

Interventi di monitoraggio attuabili possono essere:

- controlli topografici e rilievi GPS, metodi che permettono di valutare gli spostamenti su ampie aree
- misure locali mediante specifiche attrezzature quali ad esempio:
 - *tubi inclinometrici*: per quantificare gli spostamenti verticali
 - *estensimetri*: per quantificare gli spostamenti orizzontali
 - *fessurimetri*: per misurare gli ampliamenti di lesioni e crepe
 - *piezometri*: per valutare le oscillazioni della falda idrica.



Prisma topografico



GPS



Fessurimetro



4 LE VALANGHE



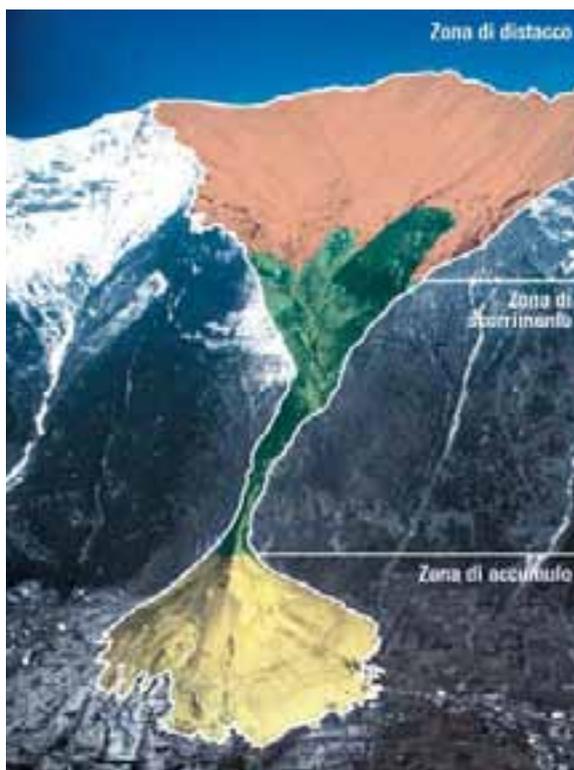
Che cosa sono ?

La valanga è una massa di neve in rapido movimento lungo un pendio e può essere definita in base alle dimensioni:

- **piccola:** anche detta "scaricamento localizzato"; generalmente non arreca danno alle persone
- **media:** si limita a pendii uniformi circoscritti rispetto ai versanti, è la più pericolosa per gli sciatori
- **grande:** interessa interi versanti e raggiunge i fondovalle producendo danni alle strutture (strade, impianti da sci, case)

In ogni valanga è in genere possibile riconoscere:

- **zona di distacco:** collocata in prossimità delle cime ove la neve si accumula e, quando si trova in condizioni di instabilità, si frattura e comincia a muoversi. Perché una valanga si inneschi è necessaria un'inclinazione del pendio minima di 30°



- **zona di scorrimento:** dove la valanga raggiunge la sua massima velocità. È caratterizzata dalla presenza di elevate pendenze e dalla quasi totale assenza di vegetazione arborea
- **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 fondo-valle o il versante opposto di una vallata. Qui le valanghe possono essere deviate anche da piccoli ostacoli, come gli alberi di un bosco.

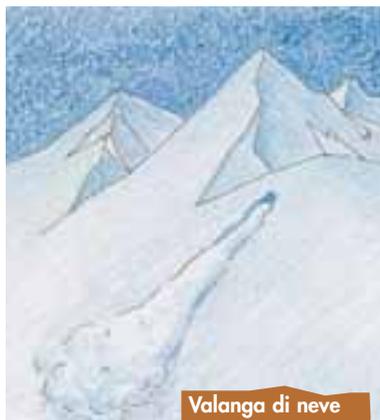


Quali sono le tipologie di valanghe?

La classificazione delle valanghe può essere effettuata in base a vari criteri:

Tipo di distacco

- *puntiforme:* si genera una valanga di neve a debole coesione
- *lineare:* dà luogo ad una valanga a lastroni



Valanga di neve a debole coesione



Valanga a lastroni

La valanga di neve a debole coesione (asciutta o bagnata) si origina in un punto o in una zona molto ristretta e si amplia progressivamente assumendo la tipica forma a "pera". Questa valanga si forma su pendenze superiori a quelle sulle quali si sviluppano normalmente le valanghe a lastroni (pendii con inclinazione compresa tra i 40° e i 60°) ed è generalmente più ridotta. Quando però la neve è bagnata questo tipo di valanghe sono molto lente e si innescano su pendii con inclinazione anche inferiori ai 30°.



Valanghe di neve bagnata a debole coesione



Valanga di superficie



Valanga di fondo

Posizione della superficie di slittamento

- all'interno del manto nevoso: si ha una valanga di superficie
- a livello del terreno: la valanga è detta di fondo

Umidità della neve

- valanga di neve umida o bagnata
- valanga di neve asciutta: che può anche essere polverosa o nubiforme
- valanghe miste: sono le più comuni



Valanga a lastroni di superficie

La valanga di neve a lastroni è caratterizzata da una frattura lineare perpendicolare al pendio. Una "lastra" di neve asciutta, generalmente apportata dal vento, slitta su uno strato più fragile nel quale si produce la rottura. Nella maggior parte dei casi è il passaggio di sciatori a scatenare valanghe a lastroni che sono responsabili della maggior parte degli incidenti che riguardano lo sci-alpinismo.



Valanga incanalata



Valanga di versante

Forma del percorso

- incanalata: quando la valanga scorre all'interno di un canale o di una gola
- di versante: quando scorre su un pendio aperto

In Primavera prevalgono le valanghe di neve umida o bagnata. Sono caratterizzate da neve molto pesante e da una velocità di scorrimento piuttosto modesta. Percorrono canali e impluvi e trasportano, inglobati nella massa nevosa, massi e materiale detritico.



Valanga di neve umida incanalata

Tipo di movimento

- *radente*: se il moto della valanga avviene a contatto della superficie
- *nubiforme*: se la valanga si sviluppa sotto forma di nuvola di neve polverizzata
- *valanghe miste*: abbinano entrambi i moti



Valanga radente



Valanga nubiforme

Causa innescante

- *valanghe spontanee*: provocate da cause naturali
- *valanghe causate dall'azione dell'uomo*: passaggio di sciatori e mezzi battipista, uso di esplosivo nel caso di distacchi controllati



Fattori predisponenti e innescanti

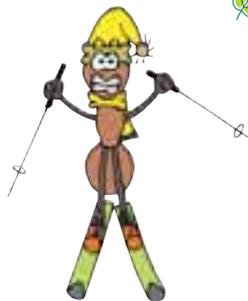
Nivometeorologici

- forti nevicate nei giorni precedenti
- neve trasportata dal vento (accumuli eolici) negli ultimi giorni
- marcato rialzo termico (umidificazione del manto nevoso) struttura del manto nevoso (strato interno fragile)

Ambientali

- *inclinazione del pendio*: i pendii ripidi con inclinazione $> 30^\circ$ sono quelli più sfavorevoli
- *esposizione dei versanti*: tutti i versanti possono essere soggetti al rischio di valanghe! Nei versanti sottovento si formano i lastroni, spesso instabili in quanto mal legati al manto nevoso sottostante
- *forma del terreno*: canali, impluvi, conche, avvallamenti e zone sotto cresta sono i luoghi più pericolosi perché in essi si ha la formazione di accumuli
- *rugosità della superficie*: un fondo liscio (pendio erboso, placca rocciosa) favorisce i distacchi di fondo
- *effetto della vegetazione*: formazioni di piccola taglia (rododendri, ontani) facilitano il distacco di valanghe; solo un bosco denso (conifere) ne esclude il rischio



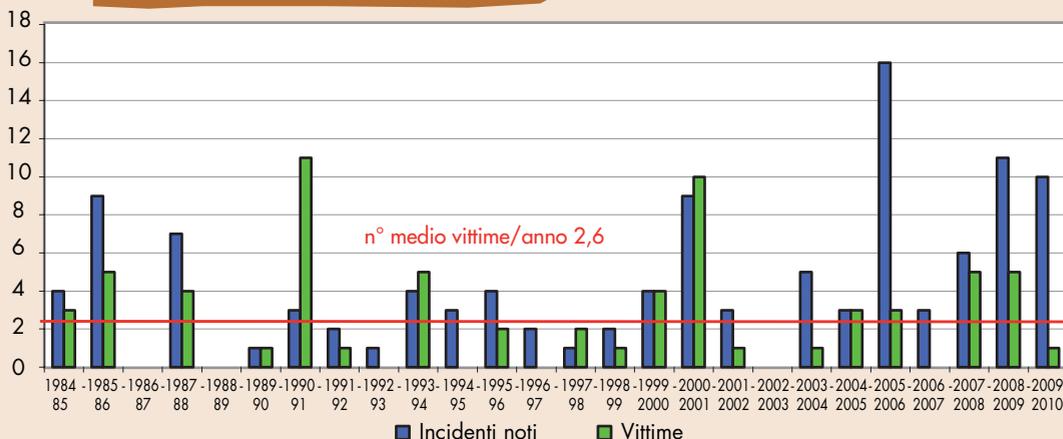


Gli incidenti da valanghe in Piemonte e in Italia

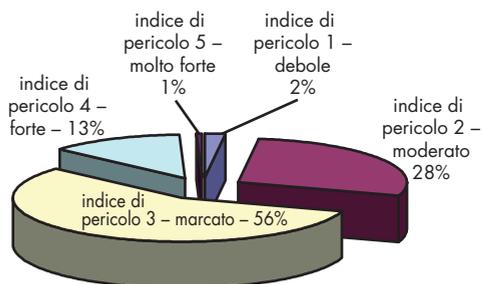
Negli ultimi 26 anni gli incidenti documentati presso il Servizio Nivologico di Arpa Piemonte sono stati 113 con una media di circa 4 all'anno, mentre il numero complessivo di vittime è stato pari a 68, con una media di circa 3 persone per stagione.

La statistica conferma che gli incidenti con vittime si verificano quasi totalmente negli ambienti non controllati, mentre sono molto rari su piste da sci, strade e centri abitati. Tra gli sportivi la categoria più coinvolta è quella degli sci-alpinisti (49% del totale dei decessi).

Incidenti e vittime - anni 1984-1985/2009-2010



Incidenti e grado di pericolo in Italia - anni 1994-2009



Nelle 15 stagioni dal 1994-95 al 2008-2009 in Italia, il maggior numero di incidenti si è verificato con grado di pericolo 3-Marcato.

La presenza di incidenti, anche con il grado 1-Debole, dimostra che non si può definire un manto nevoso stabile in assoluto, perché anche in condizioni generali di buon consolidamento, su alcuni pendii ripidi particolarmente sfavorevoli, possono essere presenti locali zone pericolose.

Cosa fare?

Gli appassionati di sci-alpinismo, sci fuori pista, snowboard e di tutte le attività sportive sul territorio innevato non "gestito" devono essere consci del rischio legato alle valanghe e analizzare bene, prima di partire e durante l'escursione, le condizioni e i fattori di instabilità del manto nevoso.

Prima di uscire pianificare la gita

- Pianificare la gita informandosi sul tempo previsto e sul rischio valanghe nella zona prescelta (bollettini meteo e valanghe)
- Valutare il percorso su guide e cartine topografiche individuando pendenze, esposizione dei versanti, distanze e dislivelli da percorrere
- Verificare le caratteristiche dei componenti del gruppo tenendo conto del grado di preparazione fisica, tecnica e l'equipaggiamento personale

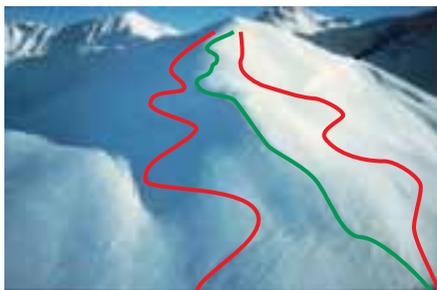


Sul terreno prima di partire

- Verificare che tutti i componenti del gruppo siano dotati di efficiente attrezzatura di autosoccorso (ARVA, pala e sonda da valanga)
- Accertarsi che le condizioni meteo siano buone e non ci siano avvisaglie di repentini peggioramenti
- Considerare le condizioni di innevamento dei pendii che si andranno ad affrontare (esposizione, pendenza, presenza o meno di vegetazione, accumuli)
- Assicurarsi che le condizioni del manto nevoso siano compatibili con quanto riportato sul bollettino valanghe e, in questo caso, individuare i versanti indicati come pericolosi, dove si dovranno effettuare locali prove di stabilità

Durante la gita

- Tenere le distanze di sicurezza (non meno di 10-15 m da chi precede e chi segue)
- Osservare e analizzare i segnali di instabilità quali valanghe cadute di recente, presenza di accumuli o lastroni di neve ventata, rumori al passaggio (il classico "Woom" di assestamento sotto gli sci)
- Valutare la capacità, per ogni singolo pendio potenzialmente pericoloso, di sopportare il carico degli sciatori eseguendo i test di stabilità sul manto nevoso (test della pala, del bastoncino, blocco di scivolamento). Nel caso di esiti negativi rinunciare all'attraversamento



— Percorso di salita consigliabile

— Percorso di salita sconsigliabile

Dove avere notizie sul pericolo di valanghe?

Il Bollettino Neve & Valanghe fornisce un quadro sintetico dell'innevamento, dello stato del manto nevoso e descrive il pericolo presente al momento dell'emissione attraverso la Scala Europea del Pericolo Valanghe a 5 gradi di pericolo crescente.

Scala del pericolo	Probabilità di distacco di valanghe	Indicazioni per escursionisti, alpinisti e sciatori fuori pista
1 DEBOLE	Il distacco è generalmente possibile solo con un forte sovraccarico su pochissimi pendii estremi. Sono possibili solo piccole valanghe spontanee.	Condizioni generalmente sicure per gite sciistiche.
2 MODERATO	Il distacco è possibile soprattutto con un forte sovraccarico sui 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 un 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 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.

Informazioni e links riguardo tempo e neve sulle Alpi italiane:
www.aineva.it; tel: 0461 230030

Bollettino valanghe e meteorologico della Regione Piemonte:
www.arpa.piemonte.it; tel: 011 3185555

Ulteriori informazioni: chiedere consiglio a guide alpine, gestori di rifugio, responsabili degli impianti di risalita, tecnici del soccorso, istruttori di sci alpinismo (CAI), maestri di sci.

Sovraccarico forte: gruppo compatto di sciatori, escursionista a piedi, curve saltate o molto strette, caduta di sciatore. Sovraccarico debole: singolo sciatore. Pendio ripido: >30°. Terreno ripido estremo: con caratteristiche sfavorevoli per inclinazione (>40°) e morfologia



I luoghi comuni e le false sicurezze

Questa è una delle convinzioni più false, pericolose e diffuse. In effetti quando il freddo succede a un periodo di rialzo termico il manto nevoso tende a consolidarsi perché l'acqua rigela creando solidi legami tra i cristalli. Quando invece, dopo un'intensa nevicata, permane un periodo con temperature rigide, il freddo conserva l'instabilità ritardando la trasformazione e l'asestamento del manto nevoso.

Fa freddo,
quindi non
c'è pericolo!

È piatto
o comunque
poco ripido...
non può essere
pericoloso!

Ma la valanga può cadere da molto più in alto, dai pendii sovrastanti, e una volta in movimento può continuare a scivolare su pendii di 10-20 gradi d'inclinazione.

Se fa freddo dopo una nevicata la coltre si stabilizza molto lentamente e si possono trovare dei pendii esposti a Nord pericolosi anche molti giorni dopo. Inoltre i lastroni da vento possono rimanere instabili a lungo dopo la loro formazione.

È tanto
che non nevicava,
quindi
la neve si è
stabilizzata

C'è poca neve
quindi non c'è
pericolo

Secondo le statistiche, negli inverni con poca neve si hanno tre volte più vittime per valanghe che negli inverni con molta neve. Gli sciatori scendono infatti in canali e conche dove si trova la poca neve accumulata dal vento ed è più probabile staccare le valanghe a lastroni.

Solo il bosco fitto è sicuro da valanghe; un bosco rado non è sicuro, inoltre cespugli e boscaglia bassa favoriscono la formazione di valanghe. In ogni caso un bosco fitto difficilmente riesce a fermare una valanga già in movimento proveniente da pendii più in alto.

Siamo
nel bosco...
non vi è
pericolo

È mattino
presto,
non si rischia

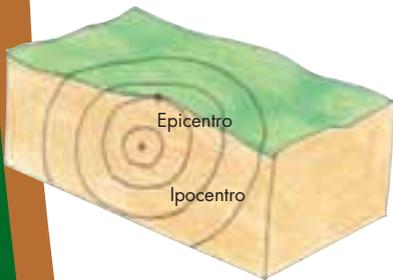
Questo è vero solo se la notte è stata fredda, falso se è stata tiepida. Inoltre non c'è orario per il distacco dei lastroni!

5 | TERREMOTI



Che cosa sono?

Terremoto: Una serie di rapidi movimenti del terreno causati da fratture nelle rocce della litosfera che si verificano in seguito all'accumulo di forti tensioni protratte nel tempo (da decine a migliaia di anni).



Nomenclatura

Ipocentro: luogo (per comodità spesso considerato come un punto) in cui avviene la rottura, da cui partono le prime onde sismiche.

Epicentro: punto sulla superficie terrestre situato sulla verticale dell'ipocentro.

I terremoti dimostrano che il nostro pianeta è "vivo" e in continua evoluzione



Quali sono le tipologie di terremoti?

In base alla profondità dell'ipocentro, i terremoti si distinguono in:

- *superficiali:* fino ai 70 km
- *intermedi:* tra 70 e 300 km
- *profondi:* oltre i 300 km

Moti convettivi:

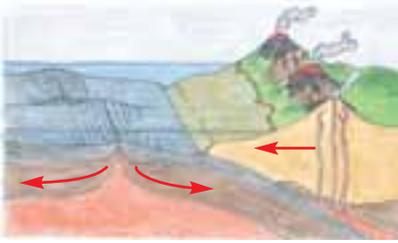
movimenti all'interno del mantello causati da squilibri termici: il materiale più caldo (meno denso) risale da zone più profonde verso l'alto, sostituito da materiale freddo più superficiale (più denso) che ridiscende verso il basso.

Come si originano?

Per la teoria della Tettonica a placche - secondo la quale la litosfera rigida è suddivisa in una dozzina di placche maggiori e un gran numero di placche secondarie - i terremoti sono connessi ai movimenti relativi delle zolle, governati dai **moti convettivi** presenti nel mantello.

Le zolle quindi tendono con moto lentissimo ad avvicinarsi (margini convergenti), ad allontanarsi (margini divergenti) oppure a scorrere l'una accanto all'altra (margini trasformi).

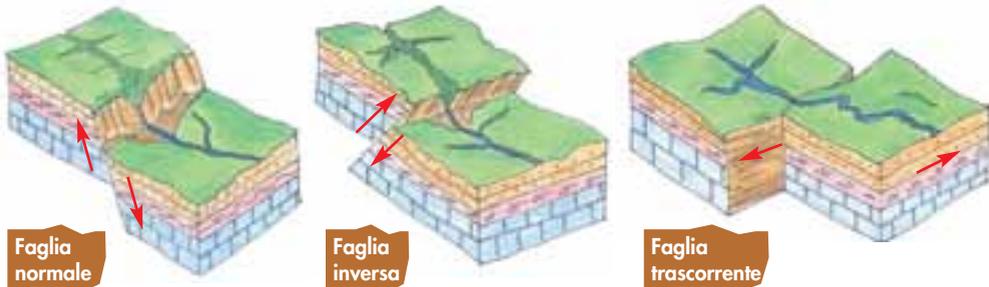




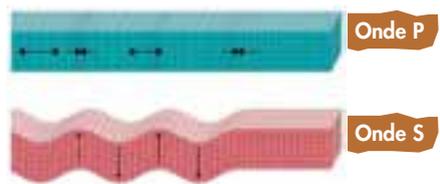
La figura rappresenta un margine divergente (dorsale oceanica) e un margine convergente tra una placca di crosta oceanica e una di crosta continentale, che dà origine ad un sistema arco-fossa.

Quali sono i fattori innescanti?

I movimenti relativi tra le zolle litosferiche creano deformazioni e tensioni all'interno della litosfera, a seguito delle quali si verificano rotture negli ammassi rocciosi lungo le faglie che possono essere normali, inverse, trascorrenti.



L'energia liberata si propaga dall'ipocentro in tutte le direzioni sotto forma di onde elastiche, comunemente chiamate onde sismiche: le onde P, o di compressione, e le onde S, o di taglio. Quando queste raggiungono la superficie si trasformano in parte in onde superficiali (onde di Rayleigh e onde di Love).



Terremoto in Val Pellice del 2 aprile 1808

Intensità stimata: VIII
Magnitudo stimata: 5,2



Pinerolo, iscrizione commemorativa

Nel Rapporto di Vassalli Eandi, incaricato dal prefetto napoleonico del sopralluogo nella zona colpita, si legge: "Abbiamo osservato che le case costruite sulla roccia erano in generale meno danneggiate delle altre..."

"Le crepe (del terreno, ndt), che avevano tanto esagerato, non erano che piccole fessure che non raggiungevano i 5 mm di profondità..."

"...le scosse... hanno spostato e fatto crollare delle rocce con rumore spaventevole; abbiamo visto questi detriti e questi spostamenti sulla montagna di fronte a quella chiamata Vandalino, lungo la strada tra Torre e Villar. ...Fin dalle prime scosse le acque di numerose fontane, come quella di Malanaggio, altre presso S. Germano, di Pomaretto, di Torre, di Villar Pellice, hanno portato sabbia e terra..."



Caratteristiche

Correlazioni indicative (INGV, 2001)

Intensità	Magnitudo
III-IV	2.8-3.1
IV	3.2-3.4
IV-V	3.5-3.7
V	3.7-3.9
V-VI	4.0-4.1
VI	4.2-4.4
VI-VII	4.5-4.6
VII	4.7-4.9
VII-VIII	5.0-5.1
VIII	5.2-5.6
IX	5.7-6.1
X, XI	≥ 6.2

I parametri fondamentali per caratterizzare un terremoto sono:

- **Intensità:** si basa sugli effetti del terremoto su elementi esposti (*oggetti ordinari, costruzioni, attività economiche, ambiente naturale, animali e persone*) presenti nell'ambiente. L'intensità si misura con la scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg)
- **Magnitudo:** energia rilasciata da un terremoto, definita partendo dalle registrazioni dei terremoti sui sismogrammi. La magnitudo si misura con la scala Richter

Sismografo orizzontale

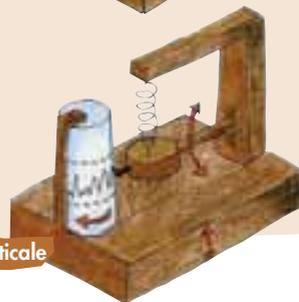


LA REGISTRAZIONE DEI TERREMOTI

Sismogrammi: registrazioni grafiche del movimento della terra effettuate da strumenti chiamati sismografi.

Sismografo "tradizionale": strumento costituito da un supporto rigidamente collegato al terreno con sospesa una massa alla cui estremità è fissato un pennino. Quando il terreno oscilla, trasmette il moto anche al supporto e al tamburo rotante con carta. Il rullo di carta nel frattempo gira e quindi la traccia riporta il movimento del suolo. I sismografi possono essere orizzontali o verticali.

Sismografo verticale



Influenza dei fattori antropici

Il pericolo maggiore del terremoto è legato alla trasmissione delle oscillazioni ad edifici e infrastrutture (strade e ferrovie, dighe, ponti, acquedotti, oleodotti, linee elettriche e del gas, etc) con possibile danneggiamento o crollo degli stessi o con sviluppo di incendi.

Terremoto del 21 agosto 2000. Intensità stimata: VI-VII. Magnitudo stimata: 4,9

Solero (AL)



Chiesa di San Marziano in Mombaruzzo (AT)



A parità di magnitudo, un terremoto può avere ripercussioni socio-economiche molto diverse da un luogo all'altro in base alla presenza di elementi esposti e alla loro vulnerabilità

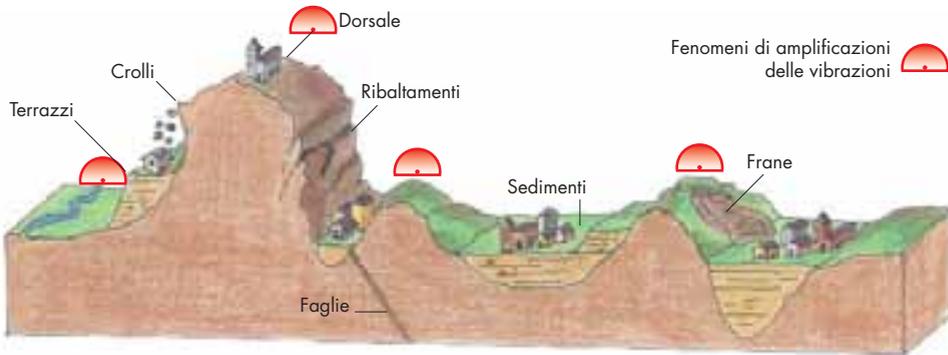


Effetti locali

A parità di magnitudo e di elementi esposti/vulnerabilità, un terremoto può avere effetti molto diversi da un luogo all'altro in base alle caratteristiche geologiche-geomorfologiche-geotecniche del sito.

Ad esempio:

1. *caratteristiche geologico-strutturali*: presenza di faglie
2. *caratteristiche geotecniche*: presenza di terreni che possono essere soggetti a fenomeni di densificazione o **liquefazione**, presenza di terreni con caratteristiche geotecniche scadenti
3. *caratteristiche topografiche*: presenza di elementi morfologici che possono determinare fenomeni di amplificazione delle vibrazioni (dorsali, scarpate di terrazzo, picchi isolati, ecc.)
4. *caratteristiche stratigrafiche*: possibili fenomeni di amplificazione delle vibrazioni causati dal passaggio delle onde da un substrato roccioso rigido a sedimenti non consolidati
5. *dissesti*: il terremoto può essere una delle cause innescanti le frane



Liquefazione:
durante un terremoto, in un terreno granulare saturo non coesivo, può verificarsi un aumento della pressione interstiziale tale da causare una diminuzione della resistenza del terreno a seguito del raggiungimento della condizione di fluidità.

Terremoto dell'11 aprile 2003. Intensità stimata: VI-VII. Magnitudo: 4,6



S. Agata Fossili (AL)



Previsione: dove, quando, quanto forte?

Allo stato attuale delle conoscenze non è possibile una previsione a breve termine di un terremoto: le condizioni iniziali del sistema sono rappresentate dal campo di sforzi all'interno della crosta terrestre, che non sono né accessibili né rappresentabili tramite modelli meccanici attendibili.

È possibile fare affidamento su fenomeni premonitori?

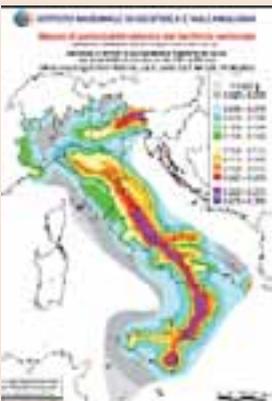
Radon:

elemento radioattivo gassoso prodotto dal decadimento del radio, a sua volta generato dal decadimento dell'uranio, elementi naturali presenti in quantità variabili nella crosta terrestre.

La maggior parte dei fenomeni premonitori è legata alla percolazione di fluidi nelle rocce. Comprendono fenomeni di variazioni di velocità delle onde P, deformazioni del suolo, variazione del livello dell'acqua sulla superficie di laghi o nei pozzi, colorazione improvvisa delle acque di sorgente, variazioni nel campo elettrico e magnetico, aumenti nell'emissione del **radon**, aumento della microsismicità, comportamenti degli animali che percepiscono alcune di queste variazioni.

Nella maggioranza dei casi, comunque, la forte variabilità dei fenomeni precursori (o anche la totale assenza di questi) non ne consente attualmente l'utilizzo per previsioni affidabili a breve termine.

È possibile una **previsione probabilistica**: dallo studio sismologico delle caratteristiche geologico-strutturali e della sismicità storica e recente di un'area – unito alla valutazione dei livelli di scuotimento del suolo (misurati attraverso parametri sismici o ingegneristici) e della probabilità che questi superino una certa soglia in un dato intervallo di tempo per una certa area – si può "prevedere" per quell'area l'intensità massima e la frequenza dei terremoti che ci si può attendere e quindi stimare la **pericolosità sismica** dell'area stessa.



Mapa della pericolosità sismica (INGV, 2004): le zone a differente grado di pericolosità sono rappresentate con diversi colori, dalle più pericolose (violetta) alle meno pericolose (grigio). Nell'ingrandimento: il Piemonte è interessato da una attività sismica generalmente modesta come intensità, ma notevole come frequenza.

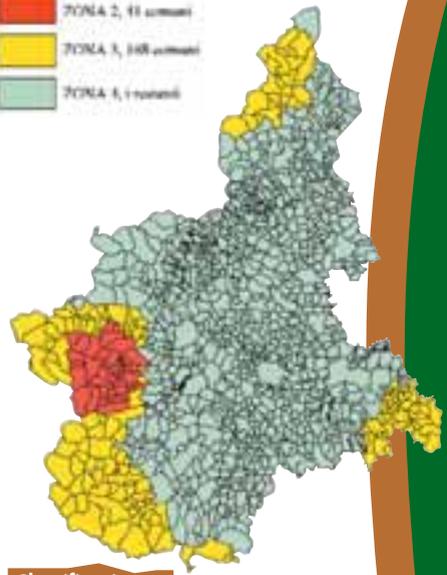


Prevenzione

Dopo la classificazione del territorio nazionale in base alla pericolosità sismica, si attuano nelle zone classificate una serie di misure di prevenzione.

Le misure più semplici sono non costruire case nelle zone molto pericolose e in ogni caso costruirle secondo norme antisismiche. Iniziative politico-amministrative e tecniche, volte a prevenire e minimizzare gli effetti del terremoto, possono essere:

1. studio della sismicità del territorio nazionale, classificazione sismica
2. censimento del patrimonio edilizio, adeguamento antisismico
3. educazione e informazione di massa (soprattutto nella scuola)
4. norme tecniche, ricerca di materiali da costruzione più adatti
5. efficacia della protezione civile



Classificazione sismica (2003)

La Normativa Sismica è un passo importantissimo per il controllo del territorio, e, nei territori classificati, si esplica:

- a livello di pianificazione territoriale, attraverso il controllo degli strumenti urbanistici comunali
- a livello delle singole edificazioni, attraverso il controllo dell'applicazione delle norme tecniche antisismiche



Cosa fare?

Prima

- Sapere se si vive in una zona classificata sismica
- Informarsi se la propria abitazione è costruita secondo i criteri di legge
- Informarsi su quanto previsto dai piani di protezione civile e sulle autorità responsabili e le fonti di informazioni attendibili
- Individuare un luogo aperto (piazze, giardini, parcheggi, ecc.) ma lontano da sponde dei laghi scegliendo un percorso sicuro per raggiungerlo
- Avere accanto al telefono i numeri di emergenza; conoscere l'ubicazione di ospedali; imparare a chiudere centrali di acqua, luce e gas; fissare alle pareti scaffali o mobili pesanti, scaldabagni, forni a gas

Durante

All'interno

- Mantenere la calma
- Non precipitarsi all'esterno
- Collocarsi nei punti più solidi dell'edificio (pareti portanti, vani delle porte, angoli)
- Tenersi lontano da ciò che può cadere (ad esempio mettersi sotto un tavolo ecc.), rompersi (vetri), incendiarsi

All'esterno

- Non mettersi sotto cornicioni, grondaie, linee elettriche
- Rimanere nell'auto, non sotto ponti o edifici
- Tenersi lontani da pareti rocciose strapiombanti
- Andare in un luogo aperto
- Non sostare vicino alle sponde dei laghi

Dopo

- Spegnere i fuochi accesi, non accendere fiammiferi o candele
- Chiudere centrali di acqua, luce e gas
- Non usare ascensori
- Recarsi in un luogo aperto
- Aiutare i feriti
- Non entrare in edifici lesionati
- Non intralciare l'arrivo dei soccorsi



6 I TEMPORALI

Che cosa sono?

Il temporale è un fenomeno meteorologico che spesso coglie di sorpresa gli escursionisti in montagna. Si tratta di una perturbazione atmosferica caratterizzata da raffiche di vento, rovesci di pioggia e talvolta grandine, accompagnata da scariche elettriche (fulmini e tuoni).

È una manifestazione prevalentemente locale e di breve durata.

PERCHÉ I TEMPORALI D'ESTATE? PERCHÉ I TEMPORALI IN MONTAGNA?

Con l'irraggiamento solare intenso in estate l'atmosfera assume l'energia necessaria per formare i temporali: quel che serve per lo sviluppo del temporale è infatti una differenza importante di temperatura tra il suolo (caldo) e gli alti livelli dell'atmosfera (più freddi): tale contrasto termico instabile difficilmente può verificarsi nella stagione invernale.

Inoltre il sollevamento dell'aria, che porta alla formazione della nube temporalesca, può essere ulteriormente favorito e forzato dalla presenza di una catena montuosa, quando le correnti, giunte in prossimità di una montagna, sono costrette a risalire il pendio. Per tali ragioni sono un evento piuttosto comune nella stagione estiva sulle zone montuose.



Quali sono le tipologie di temporali?

Temporali da calore

Sono i temporali che si sviluppano attraverso la formazione delle correnti termiche, tanto utili ai piloti di alianti, deltaplanisti e parapendisti. Una grande bolla d'aria a contatto col suolo surriscaldato riesce a salire per galleggiamento fino a quote molto elevate e, se contiene sufficiente umidità, dà origine alla nuvola.

Le nubi temporalesche vanno incontro ad un graduale processo di "maturazione". Dapprima i loro bordi sono netti e arrotondati, hanno forma di cupole e torri: sono i cosiddetti cumuli. Le sommità delle nubi continuano a crescere fin dove la temperatura circostante è molto bassa e, giunte al livello dell'inversione termica, vengono bloccate nel loro sviluppo verticale e tendono ad espandersi orizzontalmente a forma di incudine.



Evoluzione di una nuvola da cumulo a cumulonembo



Sono i cumulonembi, che raggiungono altezze fino a 10-12 km e generano precipitazioni sottoforma di rovesci e, soprattutto, scariche elettriche. I temporali da calore sono tipici in montagna nei pomeriggi da maggio a settembre, decisamente rari nelle altre stagioni dell'anno.

I temporali di calore sono manifestazioni a carattere piuttosto locale e si preannunciano con un certo anticipo: conoscendone i meccanismi di formazione è possibile evitare di esserne colti di sorpresa.



Temporali frontali

Si originano generalmente dai fronti freddi, cioè legati all'arrivo di aria fresca marittima dall'Atlantico. L'aria fredda in arrivo si incunea sotto l'aria calda presente, spingendola verso l'alto e dando vita ai moti convettivi delle correnti termiche e delle nubi.

I moti ascendenti possono essere così rapidi (fino anche a 15-20 m/s) che bastano 10-20 minuti perché si formi un cumulonembo.

- Si formano molto più velocemente dei temporali di calore.
- Seppur siano più frequenti nei mesi estivi, sono possibili anche nella stagione invernale; in inverno possono verificarsi ad esempio i temporali di neve.
- Possono segnare l'inizio di un peggioramento più generale del tempo (relativamente più esteso e duraturo), legato ad un netto calo della temperatura.

FULMINI

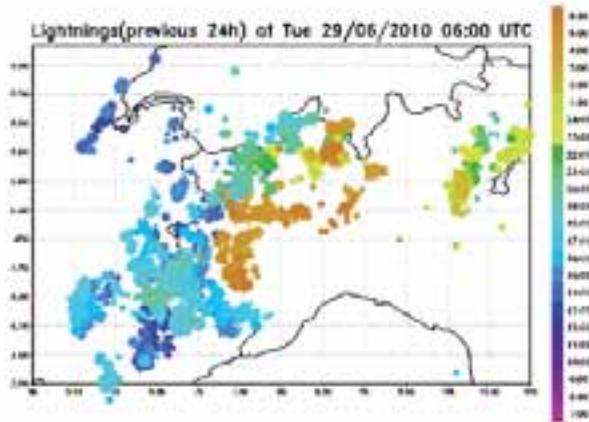
I violenti moti verticali all'interno della nube temporalesca generano un altro effetto: la separazione delle cariche elettriche positive e negative, con la conseguente formazione di enormi differenze di potenziale all'interno della nuvola o tra nuvola e suolo. Quando si raggiunge una differenza di potenziale rilevante, s'innesca un'improvvisa scarica elettrica, di cui il fulmine (o lampo) è la manifestazione luminosa e il tuono quella sonora. Poichè la velocità della luce è ben superiore a quella del suono, una semplice formula permette di ricavare la distanza del temporale, contando la durata che intercorre tra il fulmine e il tuono.

$$\text{Distanza del temporale: } s = t / 3$$

s = distanza in chilometri, t = tempo in secondi

Ad es. se il tempo (t) trascorso fra il fulmine (o lampo) e il tuono è di 6 secondi, il temporale dista 2 km.

Fulmini registrati nell'arco di 24 ore



Distribuzione oraria dei fulmini sul Piemonte

In una giornata temporalesca, i fulmini (e i temporali) si innescano sui rilievi alpini occidentali del Piemonte al pomeriggio ed emigrano verso le pianure durante la notte, talvolta fino all'alba successiva.

I fulmini sono misurati dalla rete di rilevazione su un periodo di 24 ore.



Regole da seguire in caso di temporale

- Gli ambienti chiusi sono sicuri: l'automobile protegge come una perfetta gabbia di protezione, così come le cabine telefoniche, le teleferiche, un vagone del treno...
- In un bosco la protezione è maggiore all'interno che non ai margini; bisogna però stare distanti da tronchi e rami troppo sporgenti.
- I lampi colpiscono le zone esposte e sporgenti dalla superficie: in assenza di riparo, rannicchiarsi in un avvallamento, allontanarsi assolutamente da vette, crinali, alberi isolati, pali della luce, tralicci, gru, campanili e simili, possibilmente oltre un raggio di 30 m.
- Attenzione a specchi d'acqua, metallo e roccia, perché sono buoni conduttori
- La posizione giusta è quella rannicchiata, tenere le mani intorno alle gambe e abbassare la testa, possibilmente con un solo punto di contatto col terreno, magari seduti sullo zaino.
- A causa della corrente elettrica che si può sviluppare sul terreno, fare possibilmente passi piccoli, limitando i punti di contatto col terreno; evitare di tenersi per mano quando si è in gruppo.



Posizione corretta: rannicchiata con le mani intorno alle gambe e un solo punto di contatto col terreno.

Posizione a rischio: in una rientranza della roccia con la testa vicina ad essa.



Posizioni a rischio

- Qualsiasi posizione in cui si toccano più punti del terreno
- Appoggiati alla roccia
- Seduti con i piedi appoggiati distanti dal corpo
- In una rientranza della roccia con la testa vicina alla roccia
- Sotto ad un albero isolato o al limite del bosco
- Nel bosco, appoggiati ad un tronco o in prossimità di lunghi rami penzolanti
- Sull'uscio di una baita



Che cos'è il vento?

In montagna il vento forte può costituire un pericolo sia dal punto di vista meccanico sia termico.

Il suo **effetto meccanico** può essere considerevole soprattutto se il vento è irregolare, ossia in forma di raffiche, con colpi di vento violento improvvisi e discontinui. La pressione esercitata sul corpo può diventare notevole e condurre ad una caduta anche fatale se avviene in una zona esposta.



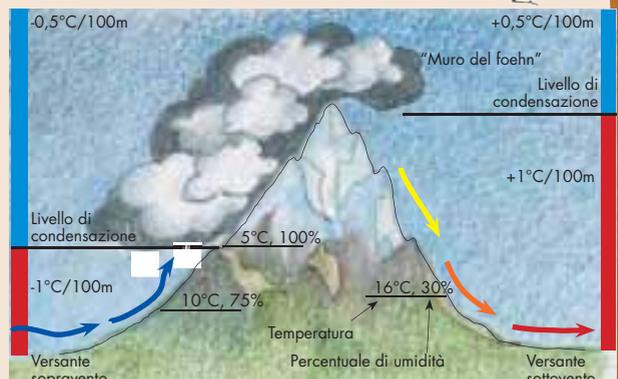


Venti tempestosi improvvisi possono verificarsi in situazioni di foehn che lungo la catena alpina non sono una rarità, con raffiche oltre i 100 km/h. Raffiche di vento con tali velocità sono sufficienti per sradicare grossi alberi e sollevare oggetti, creando situazioni che mettono in pericolo la vita.

IL FOEHN

Si tratta di un vento di caduta, che scende dalle montagne verso le valli alpine e le pianure adiacenti. È un vento caldo e secco, che si verifica quando una massa d'aria umida in movimento incontra un rilievo montuoso e riesce a superarlo. L'aria ascendente, nel versante sopravvento, diminuisce di temperatura e questo favorisce la condensazione dell'umidità presente, procurando nuvolosità estesa e precipitazioni anche consistenti: questo fenomeno prende il nome di 'stau'.

Non appena la massa d'aria, scavalcata la montagna, irrompe nella valle sottostante discende di quota e la sua temperatura aumenta (circa 1°C ogni 100 m): la massa d'aria infatti, scendendo verso il basso, viene compressa (dall'aumento della pressione atmosferica) e così si riscalda (e si asciuga). La temperatura al suolo può salire di 10-20°C in poche ore. Allo stesso tempo l'aria ormai priva di umidità, scaricata sotto forma di precipitazioni nel versante sopravvento, rende il cielo limpido e sereno nel versante sottovento.





"Muro del foehn"

Il vento ha anche un notevole **effetto termico** che in montagna diventa considerevole per gli escursionisti e che può essere facilmente sottovalutato.

Il raffreddamento (fino anche al congelamento!) non è dovuto alla temperatura assoluta (dell'aria ferma), ma alla combinazione di temperatura e vento (**wind-chill**: indice di raffreddamento da vento). Più è veloce il vento e più aumenta la dispersione di calore dal corpo umano: la temperatura percepita dal corpo umano in presenza di vento risulta inferiore a quella misurata dal termometro.

Temperatura dell'aria misurata dal termometro [°C]									
Velocità vento (km/h)	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
	Temperatura percepita (wind chill) [°C]								
0	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
10	8	2	-3	-8	-14	-19	-26	-30	-36
20	3	-3	-9	-16	-22	-29	-35	-42	-48
30	0	-6	-13	-20	-28	-34	-41	-48	-55
40	-1	-8	-16	-23	-31	-38	-45	-53	-60
50	-2	-10	-17	-25	-33	-41	-48	-56	-64
60	-3	-11	-19	-27	-34	-42	-50	-58	-66
70	-4	-12	-19	-28	-35	-43	-51	-59	-67
80	-4	-12	-20	-28	-36	-44	-52	-60	-68
Pericolo di congelamento	entro 1 ora				entro 1 minuto			entro 30 secondi	

7 AZIONI DI PREVISIONE E PREVENZIONE

Dove trovare informazioni

<http://www.arpa.piemonte.it>
<http://www.irpi.to.cnr.it/>
<http://www.regione.piemonte.it/protciv/>
<http://www.gndci.cnr.it>

Numeri utili in caso di emergenza

La maggior parte di tutti i disastri naturali sono correlati al tempo, al clima, all'acqua e ai loro estremi. Progressi nelle scienze meteorologiche e idrologiche mostrano che l'impatto dei rischi naturali può essere ridotto attraverso la prevenzione e la preparazione.

- 115 Vigili del Fuoco per Soccorso Tecnico Urgente
- 118 Emergenza Sanitaria per Soccorso Sanitario
- 1515 Corpo forestale dello Stato per Incendi Boschivi
- 113 Polizia di stato - Soccorso Pubblico
- 112 Carabinieri
- 117 Guardia di Finanza
- 803 116 Soccorso Stradale

Inoltre, si possono contattare i Comuni o le Province, o comunicare con la Protezione Civile della Regione Piemonte al numero 011 4326600.

LE RADIO DI CODICE TRE

Radio	Frequenza	Località
Radio Informa	96,3	S. Stefano Belbo (AT)
Radio Amica	97.6-98.0	Biella (BI)
Tele Radio Savigliano TRS	103.8-104.1	Savigliano (CN)
Radio GRP	99.3	Torino (TO)
Radio Flash	97.6	Torino (TO)
Radio Alfa Canavese	90.1	Torino (TO)
Radio Nichelino Comunità	107.3-107.4	Nichelino (TO)
Radio Jukebox	94.4	Torino (TO)
Radio Dora	88.0	Chianocco (TO)
Radio Spazio 3	98.4-96.0-100.1	Omegna (VB)

Sono le emittenti che, oltre a diffondere divulgazione quotidiana in materia di protezione civile, diventano operative in caso di emergenza. Mandano in onda direttamente le informazioni e le istruzioni necessarie, anche diversificate per singola zona. Il Codice Tre indica una situazione di pericolo per la cittadinanza e una condizione di massima allerta.

8 I SERVIZI DI ARPA PIEMONTE

Bollettini

Bollettino meteorologico: emesso tutti i giorni dell'anno dal Servizio di Previsione Meteorologica operativo presso il Centro funzionale.

http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Bollettini/bollettino_meteorologico.pdf

Bollettino di allerta meteorologica: emesso dal Centro funzionale tutti i giorni con le previsioni differenziate per zone di allerta. Segnala le condizioni meteorologiche avverse.

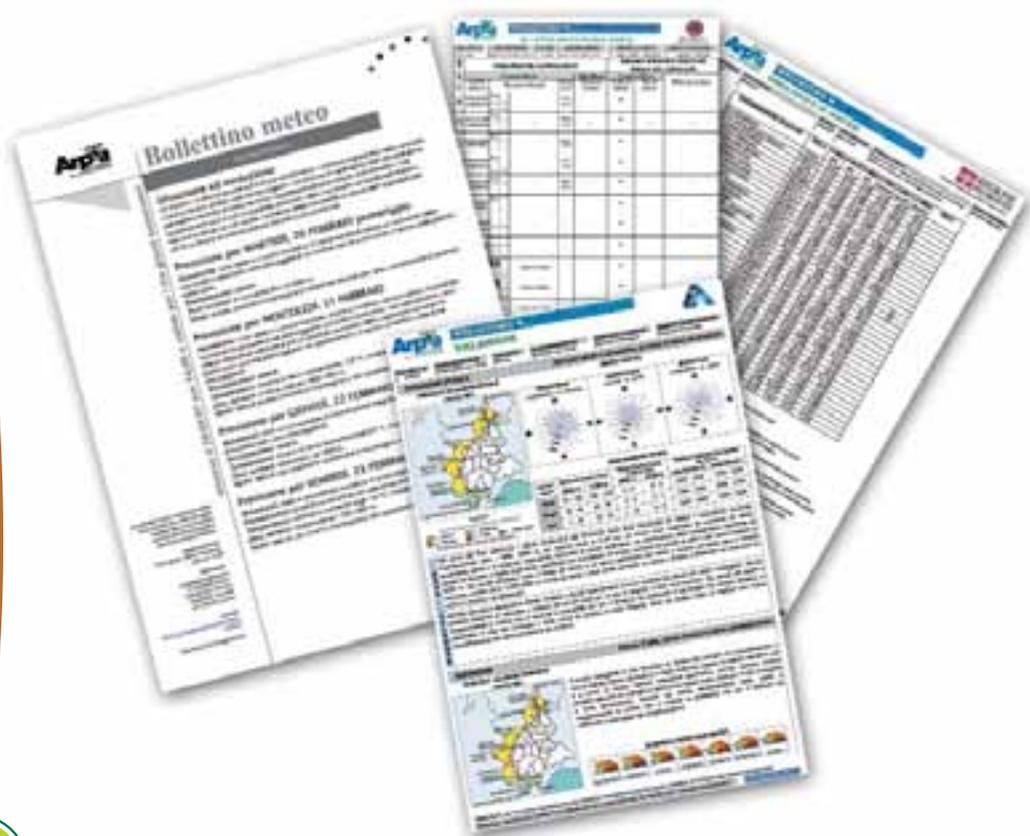
http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Bollettini/bollettino_allerta.pdf

Bollettino Valanghe: emesso nel periodo invernale, redatto secondo la metodologia adottata da AINEVA (Associazione Interregionale per lo studio della Neve e delle Valanghe).

http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Bollettini/bollettino_valanghe.pdf

Bollettino idrologico di sintesi: emesso dal lunedì al venerdì, contiene i dati di sintesi dalle stazioni più significative della rete di monitoraggio meteoroidrografica.

http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Bollettini/bollettino_idrosintesi.pdf





Pubblicazioni e Rapporti d'evento

Sul tema dei rischi naturali, Arpa Piemonte pubblica annualmente volumi, quaderni e cartografie di vario genere.

Inoltre, nei giorni successivi a ogni evento alluvionale, redige i Rapporti d'evento. Ogni rapporto espone gli aspetti meteorologici e idrologici, riporta la descrizione dei processi di instabilità naturale che si sono verificati e dei loro effetti sul territorio.

Numerose pubblicazioni Arpa, sul tema dei rischi naturali, sono disponibili all'indirizzo: <http://www.arpa.piemonte.it> nella sezione "Per saperne di più su", alla voce Geologia e dissesto/documentazione





Servizi Informativi WebGIS

L'analisi dell'ambiente e dei rischi naturali presuppone una conoscenza adeguata e costantemente aggiornata del territorio.

L'organizzazione delle informazioni nell'ambito di sistemi informativi geografici (GIS) consente l'analisi, l'integrazione, l'elaborazione e la rappresentazione di fenomeni complessi attraverso lo strumento della cartografia.

Molte informazioni cartografiche sul tema dei rischi naturali sono rese disponibili attraverso servizi di rete di tipo WebGIS gestiti dal Sistema Informativo Geografico di Arpa.

<http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>

