Hydrogeological catastrophes

Extract from a meeting in Lecco about landslides

By M. Papini

The slides are divided in four parts

PART I

www.engeology.eu

CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

PROF.SSA MONICA PAPINI

Le catastrofi naturali

I movimenti continentali, i terremoti, le eruzioni dei vulcani, le frane, le erosioni, le inondazioni e gli straripamenti sono la conferma che la terra si sta evolvendo.

Le catastrofi naturali non sono altro che il manifestarsi di questa sua dinamicità e della vitalità del nostro pianeta.

Fenomeni di origine endogena

Fenomeni di origine esogena

- **fattori endogeni**: legati ai processi geodinamici primari (tettonica, orogenesi)

- **fattori esogeni**: legati ai processi di dinamica dell'atmosfera e dell'idrosfera che determinano cicli di erosione, trasporto e sedimentazione (modellazione fluviale, glaciale, gravitativa, ecc.)

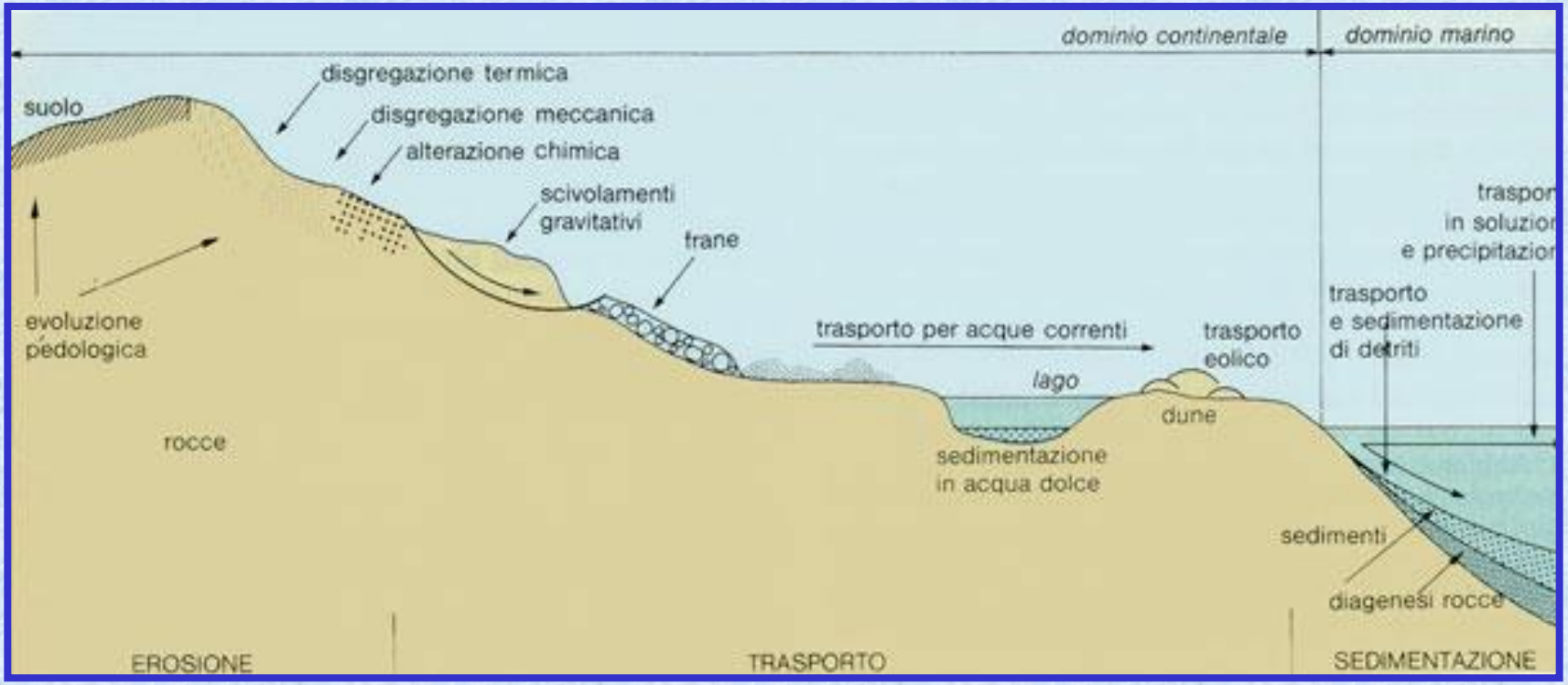
L'aspetto attuale del paesaggio è il risultato della sovrapposizione di queste due tipologie di processi

Fenomeni endogeni:

Sono fenomeni interni alla Terra e responsabili dei sollevamenti, abbassamenti e traslazioni, e determinano le catastrofi delle eruzioni vulcaniche e le catastrofi sismiche.

Fenomeni esogeni

I processi esogeni sono esterni e sono dovuti agli agenti atmosferici, vento, gelo e acqua. L'acqua è responsabile dello smantellamento chimico e fisico delle rocce e del loro trasporto.



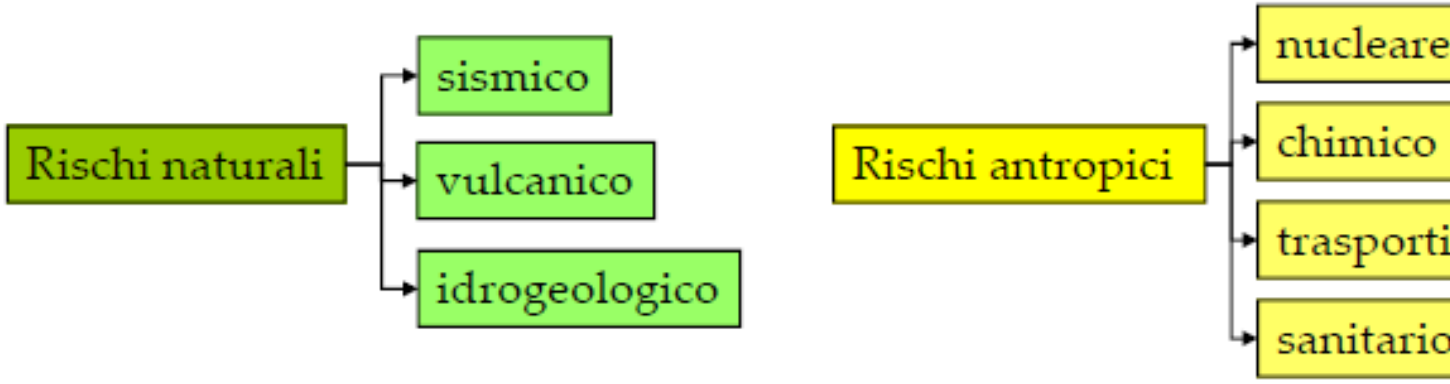
Cosa succede in Italia?

I grandi rischi definiti dalla legislazione italiana

Il Ministro per il coordinamento della Protezione Civile col D.M. 21/10/92 individuò i seguenti "**Grandi Rischi**":

1. sismico
2. nucleare
3. vulcanico
4. idrogeologico
5. chimico, industriale ed ecologico
6. trasporti per terra, per mare e per cielo
7. sanitario.

I suddetti rischi possono essere classificati in naturali ed antropici in relazione alla natura (naturale o umana) della causa scatenante.



Definizione legislativa dell'evento scatenante

La Legge 225/92 individua tre tipologie di eventi:

a) eventi naturali o connessi con l'attività dell'uomo, che possono essere fronteggiati mediante interventi attuabili in via ordinaria dai singoli enti ed amministrazioni competenti;

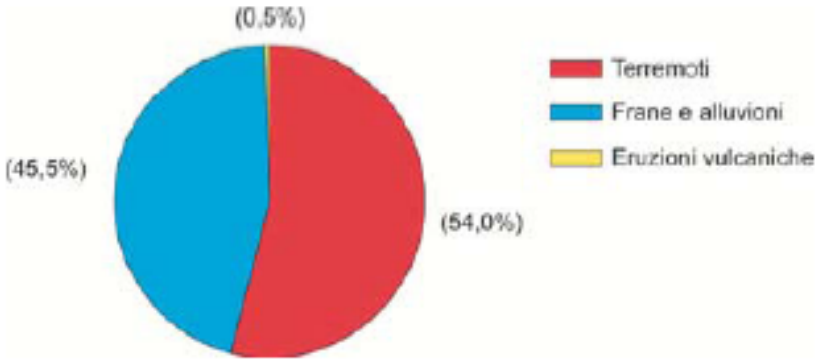
b) eventi naturali o connessi con l'attività dell'uomo, che per loro natura ed estensione comportano l'intervento coordinato di più enti o amministrazioni competenti in via ordinaria;

c) **calamità naturali**, **catastrofi** o altri eventi che, per intensità ed estensione, debbono essere fronteggiati con mezzi e poteri straordinari.

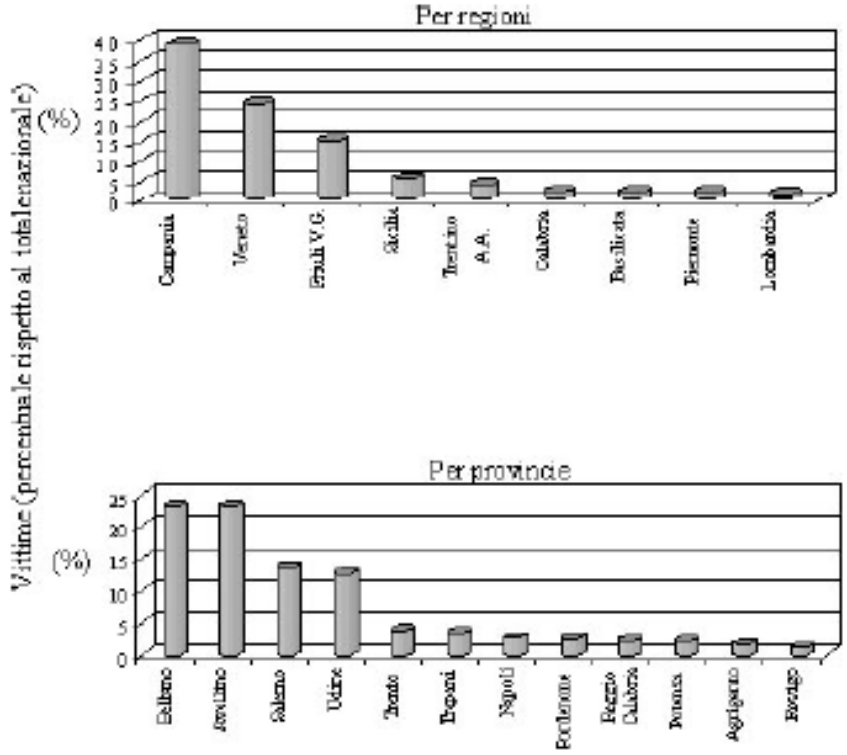
I rischi naturali in Italia

Dal 1944 al 1998 in Italia hanno perso la vita circa 8.000 persone a causa di catastrofi naturali (figura 1), di cui il 54% per terremoti, il 45,5% per frane e alluvioni e lo 0,5% per eruzioni vulcaniche.

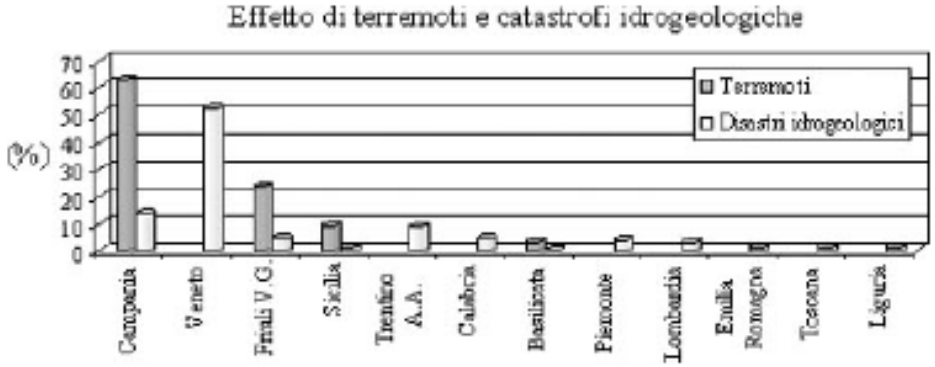
Nel contesto nazionale la Campania rappresenta il territorio regionale maggiormente colpito dalle catastrofi naturali e, verosimilmente, quello più esposto a rischi futuri.



I rischi naturali in Italia



Vittime causate in Italia da catastrofi naturali nel periodo 1944 – 1998, espresse in percentuale rispetto al totale nazionale: suddivisione per regioni e province; l'abaco è stato troncato all'1%.

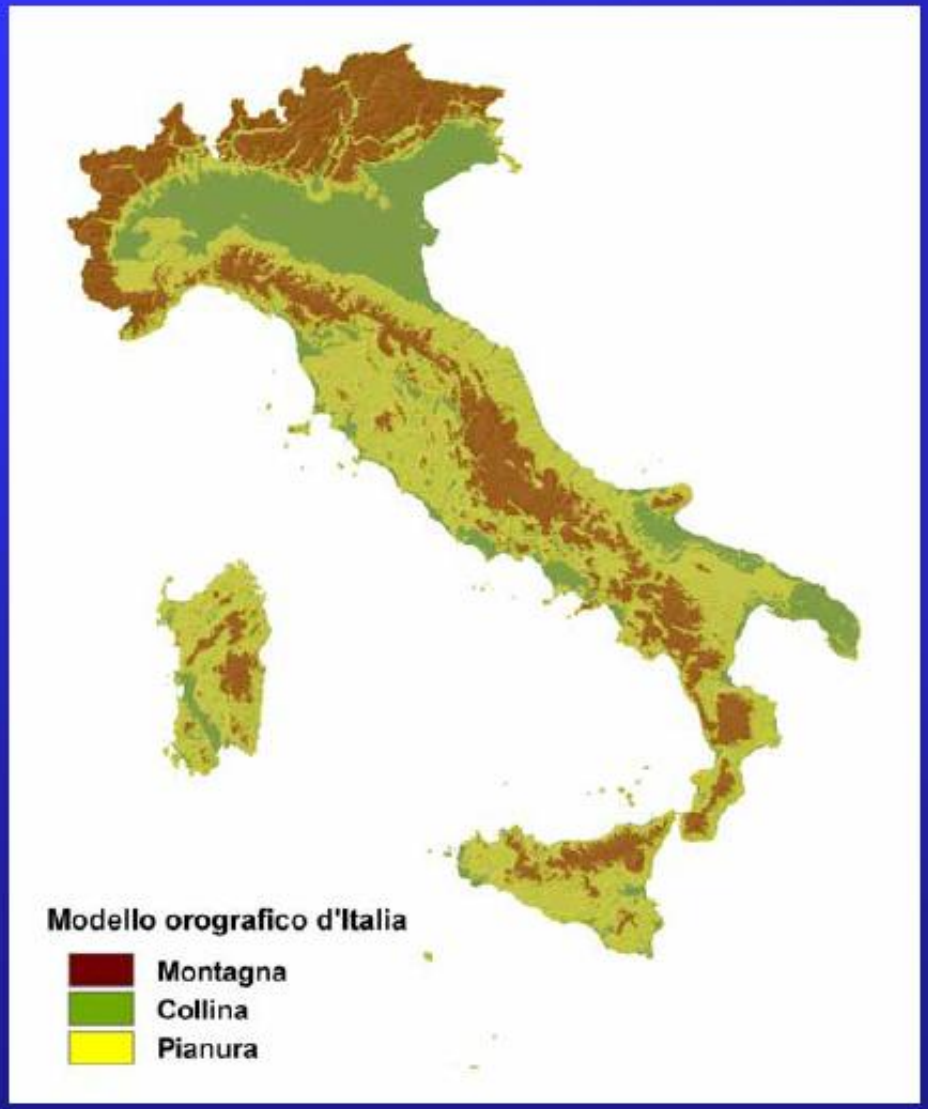


Vittime causate da terremoti e catastrofi idrogeologiche in Italia, espresse in percentuale rispetto al totale nazionale

PRINCIPALI TIPI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO:

- Frane
  - Crolli
  - Ribaltamenti
  - Scorrimenti
  - Espansioni laterali
- Piene
- Erosione
  - Eolica
  - Idrica
- Desertificazione

TERRITORIO MONTANO - COLLINARE



Modello orografico d'Italia

Montagna: 31,4%

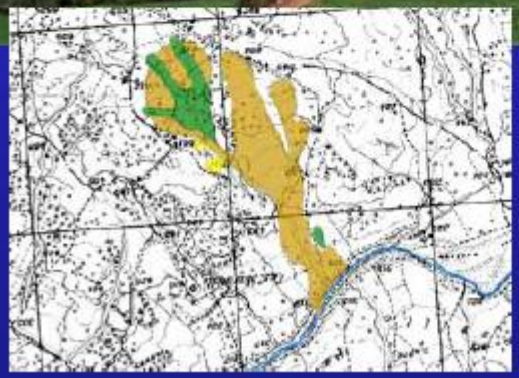
Collina: 43,2%

Pianura: 25,4%

TERRITORIO MONTANO

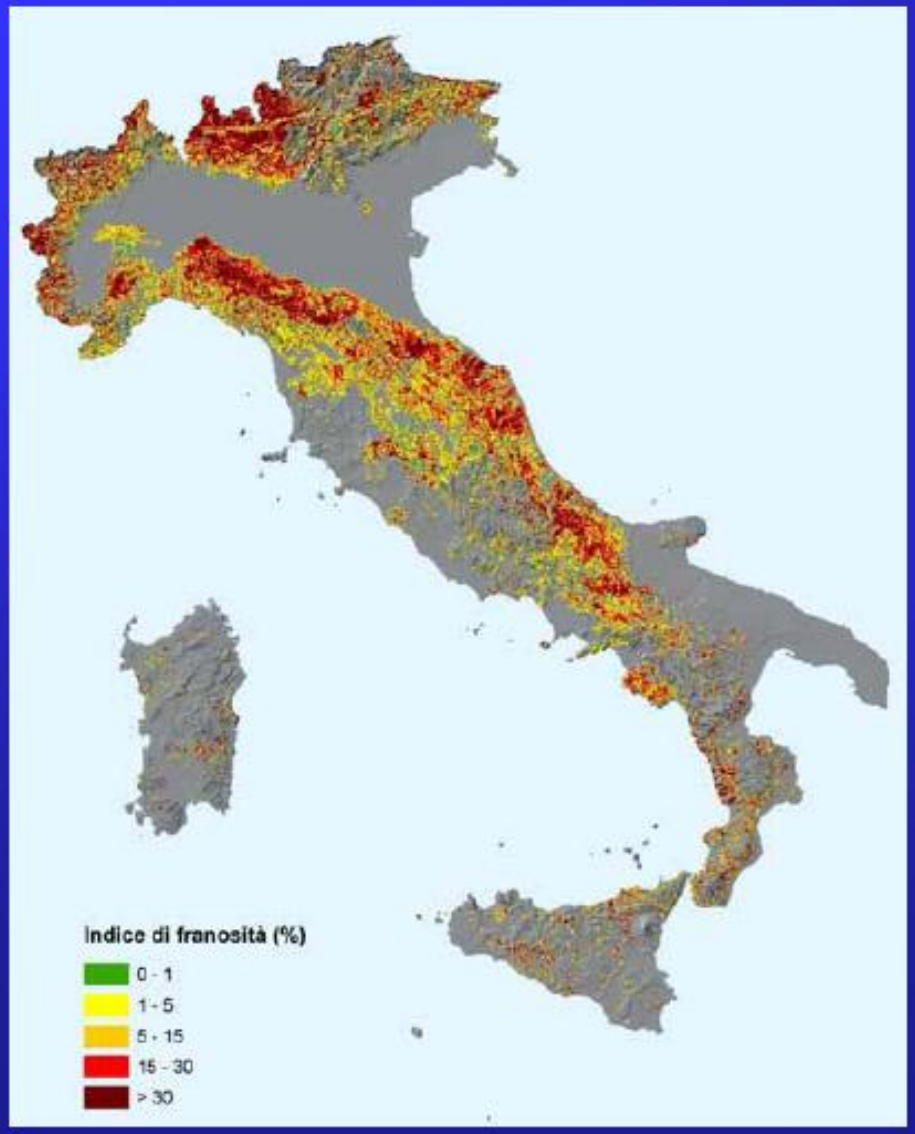
Colata detritica – Località Fiames
Cortina d'Ampezzo (BL)

TERRITORIO COLLINARE



Frana in località Covatta
Comune di Ripalimosani (CB)
Sbarramento del Fiume Biferno
Aprile 1996

LE FRANE IN ITALIA: IL PROGETTO IFFI



PROGETTO IFFI

Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia

L'Inventario ha censito, ad oggi, 461.083 frane che interessano un'area di quasi 19.700 km^2, pari al 6,5% del territorio italiano.

ALTRE FONTI…….

Region/ Self-Governing Province	Number of landslides	Density of landslides	Landslide area	Landslide Index	Landslide Index in mountainous-hilly areas
	no.	no./100 km^2	km^2	%	%
Piemonte	35,023	126	2,540	9.1	15.0
Valle d`Aosta	4,359	134	520	16.0	16.0
Lombardy	130,538	547	3,308	13.9	29.9
Bolzano-Bozen	*1,995*	*27*	*463*	*6.2*	*6.3*
Trento	*9,385*	*151*	*879*	*14.2*	*14.7*
Veneto	9,476	52	223	1.2	3.1
Friuli Venezia Giulia	5,253	67	511	6.5	14.8
Liguria	7,515	139	425	7.9	8.1
Emilia Romagna	70,037	317	2,511	11.4	23.2
Tuscany	39,517	172	1,464	6.4	8.0
Umbria	34,544	408	651	7.7	8.7
Marche	42,522	442	1,882	19.4	21.2
Lazio	10,548	61	399	2.3	3.5
Abruzzo	8,493	78	1,241	11.4	12.5
Molise	23,940	539	623	14.0	15.7
Campania	23,430	171	968	7.1	8.8
Puglia	843	4	85	0.4	1.0
Basilicata	9,187	92	333	3.3	4.0
Calabria	9,417	62	822	5.5	6.0
Sicily	4,727	18	539	2.1	2.4
Sardinia	1,523	6	188	0.8	1.0
ITALY	**482,272**	**160**	**20,573**	**6.8**	**9.1**

Landslide Density Index".

LDI è il rapporto tra l'area totale in frana di una determinta regione, unità geologica, unità geomorfologica…, e l'area totale.

Catastrofi idrogeologiche italiane:

- 1951 Polesine
- 1951-1953 Calabria
- **1963 Vajont**
- 1966 Firenze
- 1970 Genova
- 1972 Calabria
- 1982 Ancona
- **1985 Stava**
- 1986 Senise
- **1987 Valtellina**
- 1994 Piemonte
- **1998 Sarno**
- 2002 Lombardia e Piemonte
- …….
- **2011 Liguria**

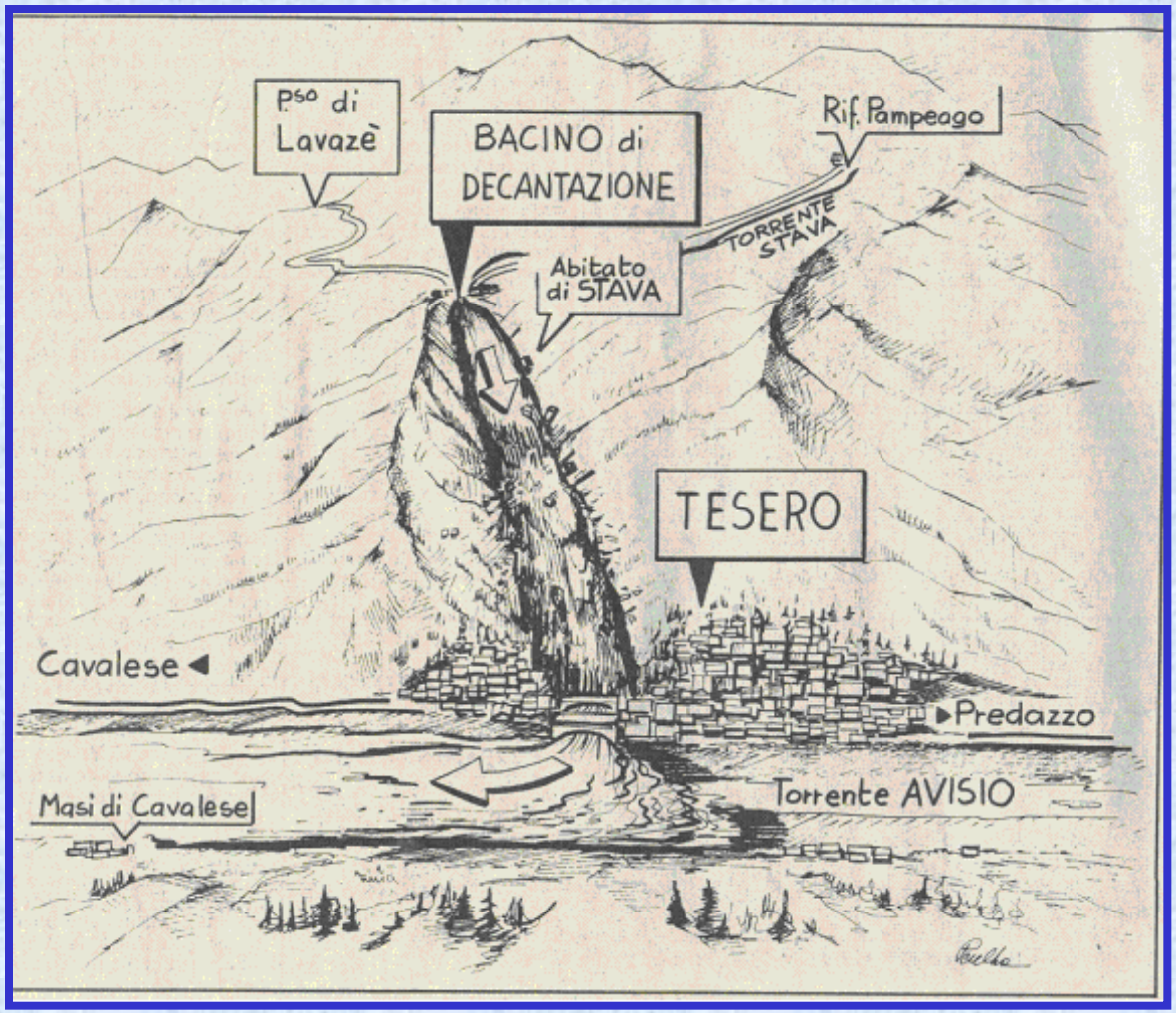
Val di Stava 1985:

crollo delle discariche della miniera di Prestavel

In Val di Stava sono presenti alcune miniere da cui si estrae galena argentifera e fluorite. Per far decantare il materiale di scarto della miniera venne costruito nel 1961 un bacino di decantazione dove veniva fatto decantare il materiale di scarto della miniera. Nel 1969 fu realizzato un secondo bacino di decantazione , a monte del primo. Complessivamente l'argine dei due bacini era alto 50 m.

Alle ore 12. 20 circa del 19 luglio 1985 cede l'arginatura del bacino superiore delle discariche e il materiale crolla sul bacino inferiore. Anche l'argine di questo secondo bacino crolla e una massa fangosa composta da sabbia, limi ed acqua si riversa a valle ad una velocità di quasi 90 chilometri orari spazzando via persone, alberi, abitazioni e tutto quanto incontra fino a raggiungere la confluenza con il torrente Avisio. Poche fra le persone investite poterono sopravvivere.

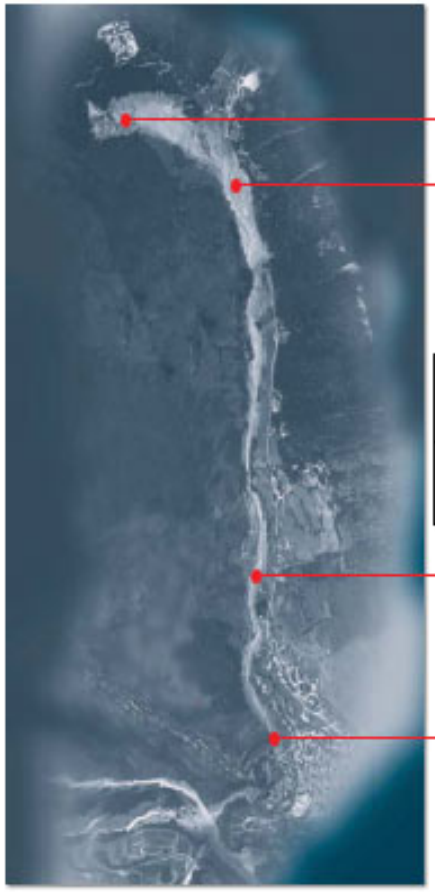
Mappa della Val di Stava



Il sismogramma- Val di Stava 1985

Tempo impiegato dalla colata

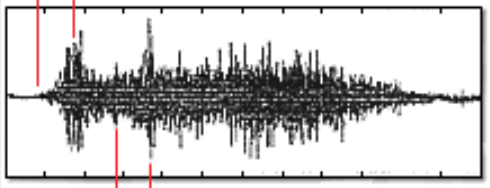
L'esame del sismogramma di Cavalese documenta il tempo impiegato dalla colata di fango per percorrere la valle di Stava.



Il crollo inizia alle 12.22.55'ora locale.Una prima fase dura 11 secondi ed una seconda della durata di 19 secondi mostrano che il fenomeno si sta sviluppando.

12.22'55

12.23'45 Dopo altri 26 secondi, vale a dire 50 secondi dopo l'inizio del crollo, si registra L'inpatto con l'abitato di Stava. La velocità della frana è di poco superiore ai 25 metri al secondo, pari a 90 Km/h.



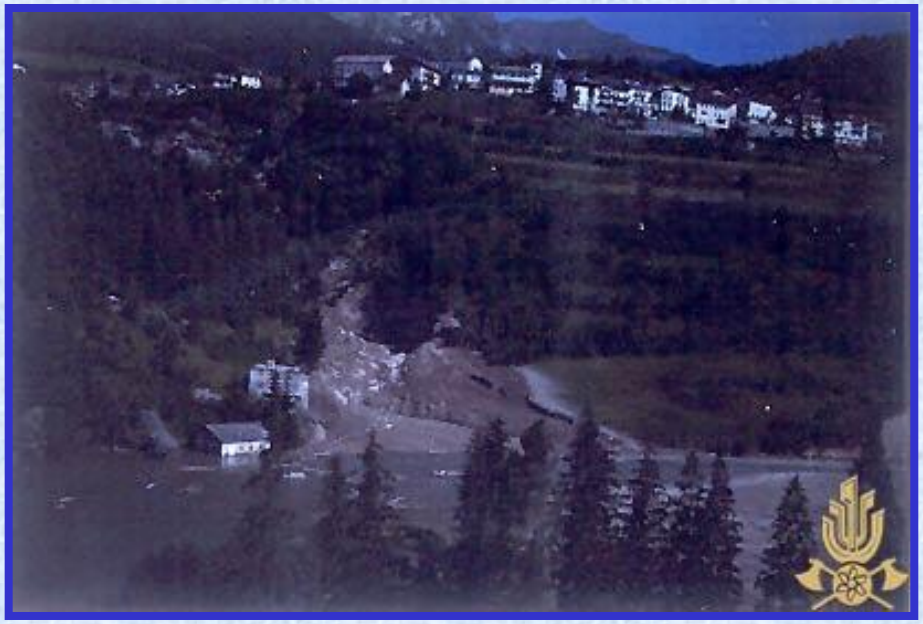
12.24'45 Dopo 1'50" dallinizio del fenomeno la colata raggiunge la periferia nord di Tesero.

12.25'44 A 2'49" si verifica la collisione della massa di fango con il ponte "romano' ed il ponte sulla strada statale. La distanza complessivamente percorsa fino a questo punto è di 3.3 chilometri e la velocità di poco superiore a 23 metri al secondo. La massa fangosa si incanala quindi nella stretta fessura a valle dei ponti di Tesero per raggiungere infine la valle del'Avisio

Il percorso complessivo dalle discariche alla confluenza del rio Stava con il torrente Avisio è di circa 4,2 chilometri.

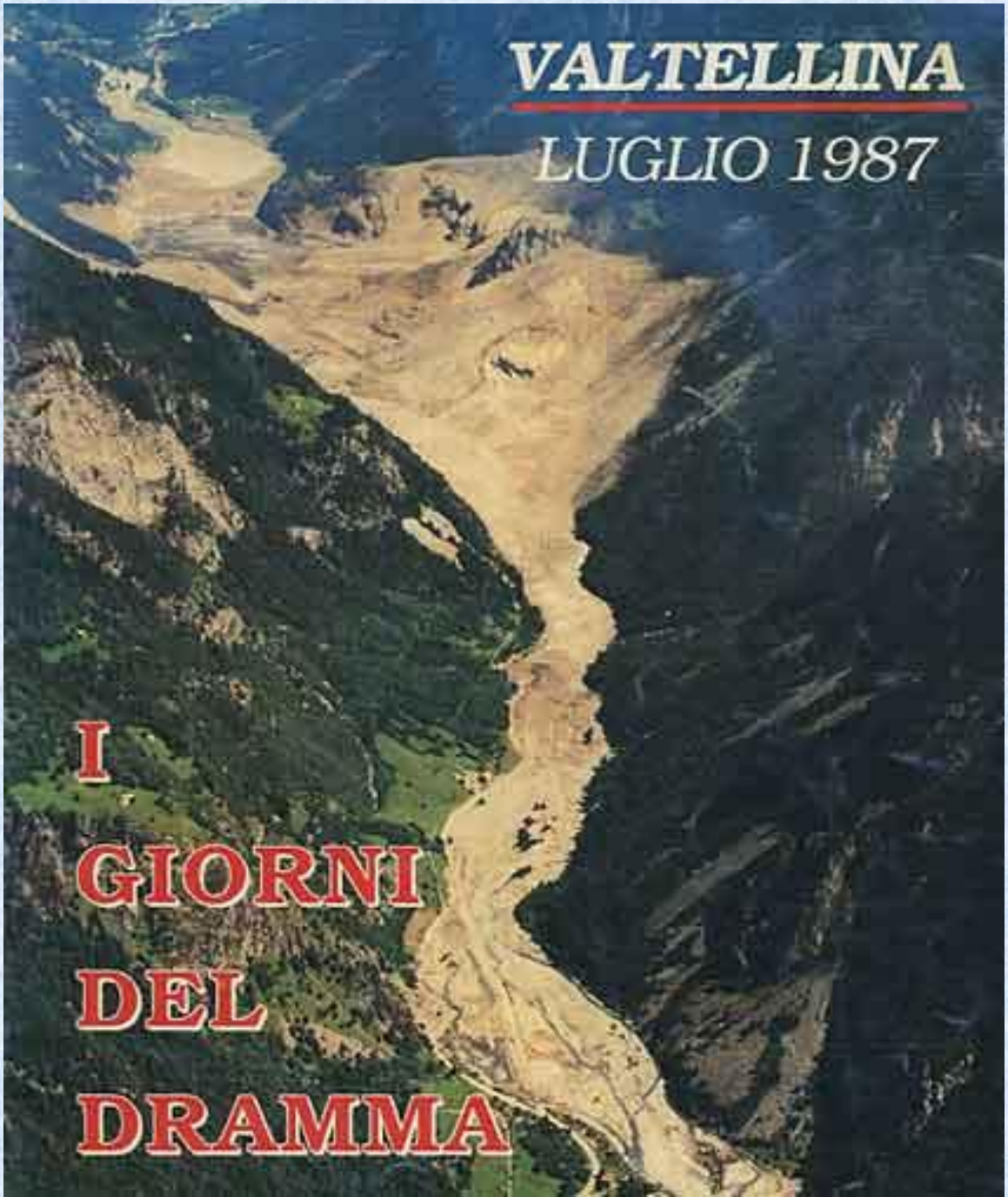
Danni – Val di Stava 1985

- **Dalle discariche fuoriuscirono circa 180 mila metri cubi di materiale ai quali si aggiunsero altri 40-50 mila metri cubi provenienti da processi erosivi, dalla distruzione degli edifici e dallo sradicamento di centinaia di alberi.**
- **Lungo il suo percorso la colata di fango provocò la morte di 268 persone, la distruzione completa di 3 alberghi, 53 case d'abitazione e 6 capannoni; 8 ponti furono demoliti e 9 edifici gravemente danneggiati. Uno strato di fango tra 20 e 40 centimetri ricopriva un'area di 435.000 metri quadri circa per una lunghezza di 4,2 chilometri.**
- **è il più grave disastro mai verificatosi nel mondo a causa del crollo di discariche al servizio di miniere e rimane a tutt'oggi, con 268 morti e quasi 300 miliardi di danni alle cose, una delle più gravi catastrofi industriali mai verificatesi al mondo, seconda in Italia solo al disastro del Vajont.**



Cause del Crollo

- cronica instabilità delle discariche, ed in particolare del bacino superiore, che non possedeva coefficienti di sicurezza minimi necessari a evitare il franamento.
- i limi depositati non erano consolidati a causa della natura acquitrinosa del terreno su cui sorgevano le discariche che non consentiva la decantazione dei fanghi,
- errata costruzione dell'argine del bacino superiore che non consentiva un adeguato drenaggio al piede,
- costruzione del bacino superiore a ridosso del bacino inferiore: crescendo, l'argine venne a poggiare in parte sui limi non consolidati del bacino inferiore, peggiorando così ulteriormente il drenaggio e la stabilità;


VALTELLINA
LUGLIO 1987
I
GIORNI
DEL
DRAMMA

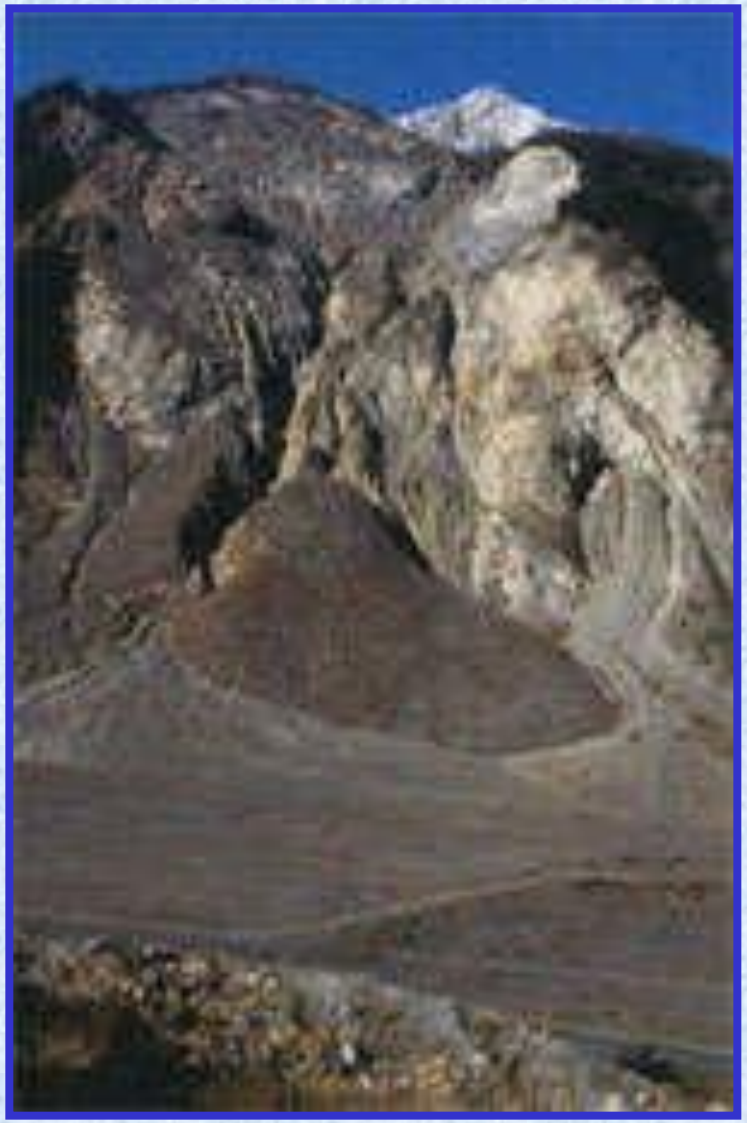
Valtellina 1987

- 17 luglio 1987, **305 i millimetri di pioggia in un solo giorno**: un quarto di tutta l'acqua che solitamente cade nella valle in un anno intero.
- 28 luglio 1987, frana in Val Pola (saranno colpiti i paesi: Morignone, S. Antonio, Aquilone, Foliano, Castellaccio, S. Martino, Plegne, ecc.). Attorno alle 7.30 una massa di quaranta milioni di metri cubi si stacca da 200 metri d'altezza precipitando sui sottostanti e ricoprendo, sotto tonnellate di roccia e fango, tre chilometri e mezzo di valle.
  La forza della frana è tale da risalire come una gigantesca onda, sul versante opposto della vallata, distruggendo gran parte del paese che si trova in quel punto.
- La frana crea una "diga naturale", sbarrando il corso del fiume Adda. Si teme che un nuovo rilascio di materiale del monte crei una catastrofica onda di piena simile a quella verificatasi nel Vajont.
- Grazie alla tempestività della Protezione Civile, il lago artificiale che si era creato, viene svuotato, convogliando le acque di scarico in un canale derivatore; mentre la società delle Condotte d'Acqua ha l'incarico di progettare un impianto capace di pompare tutta l'acqua.

Dettaqli Frana: Ore 7.23 28 Luglio 1987

- Quaranta milioni di metri cubi di roccia, fango e alberi di grandi dimensioni scivolano a valle in ventitré secondi, quasi in silenzio, con un salto di milleduecento metri dalla parete di Cima Coppetto. Si innalza una nuvola di polvere che oscura il cielo.
- Quando scende la nuvola di polvere, l'immagine è apocalittica. Sant'Antonio Morignone e San Martino Serravalle sono scomparsi. Metà delle case di Aquilone, più a monte, sono esplose per lo spostamento d'aria.

- Al Centro Sismologico dell'Università di Pisa è registrata un'onda sismica del quarto grado della scala Mercalli.

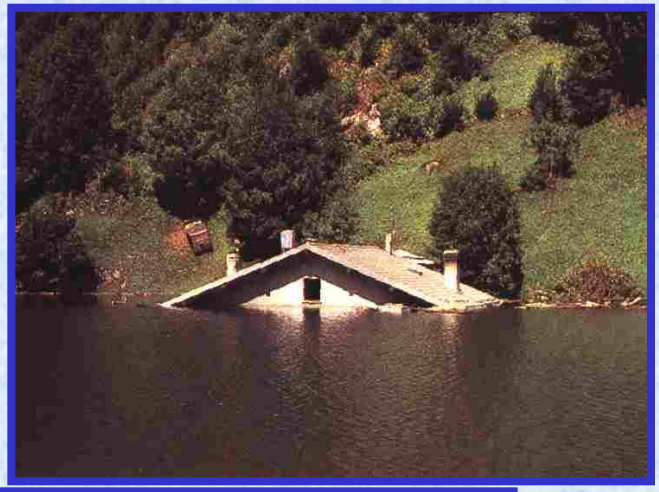


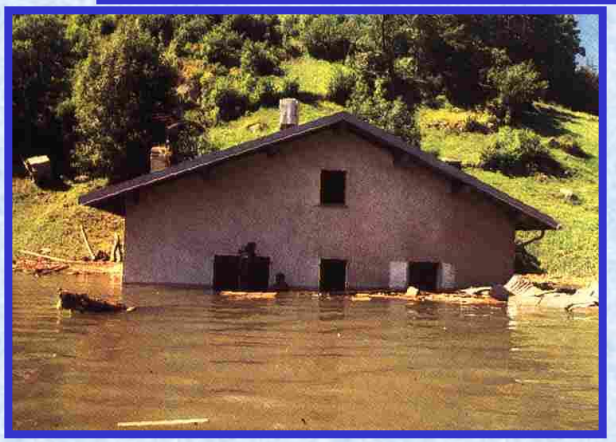
LO SQUARCIO NELLA MONTAGNA

- La frana ha creato un profondo squarcio nella montagna.
- La gran massa di materiale, occupato il fondovalle, è risalita in parte sul versante opposto dove si trova Aquilone a 1.100 metri nel comune di Valdisotto.
- Il forte spostamento d'aria ha causato una vittima, aggiornando così la tragica contabilità di morti e dispersi; dei 16 abitanti della contrada non si sono più avute notizie.
- Nell'elenco dei dispersi vanno inseriti pure sette operai di tre delle ditte impegnate nei lavori di fondovalle.

Sbarramento del fiume

- Il corso dei fiume è sbarrato da un argine colossale, fatto di rocce, ghiaia, terriccio e alberi d'alto fusto, che attraversa la valle per circa due chilometri. Sul mare di melma già comincia a gonfiarsi il corso dell'Adda, che cresce nell'immenso bacino naturale di oltre diciotto milioni di metri cubi alla velocità di venti centimetri all'ora.
- Sta nascendo il lago della Val Pola che con acque limacciose inghiotte progressivamente quanto è rimasto di Aquilone.





Responsabilità del disastro

- Dopo le incessanti piogge (il fiume Adda era straripato, causando molti feriti, dispersi e ingenti danni), i geologi avevano valutato il pericolo di una frana sul monte Zandila dell'ordine di qualche milione di metri cubi di materiale. Se la minaccia era stata correttamente individuata, non altrettanto si poteva dire della sua reale entità, superiore a qualunque previsione.
- Tempestivo fu l'intervento della Protezione Civile, che riuscì a scongiurare il pericolo di ulteriori danni.