



<http://www.protezionecivile.fvg.it>



<http://www.centrometeo.com>

# Rischio idrogeologico

## DEFINIZIONI FONDAMENTALI



Dr. Chiara Calligaris

A.A. 2019-2020

[calligar@units.it](mailto:calligar@units.it)



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI TRIESTE

[www.aedilizia.com](http://www.aedilizia.com)



# Il dissesto idrogeologico in Italia, video introduttivo

<https://www.youtube.com/watch?v=BhTQrzWRMII>

# Testi e articoli di riferimento

**Gisotti G.** (2012): Il dissesto idrogeologico. Previsione, prevenzione e mitigazione del rischio. Palermo, Flaccovio. ISBN: 978-88-579-0132-9.

**Alexander D.** (2002), Principles of emergency planning and management. Oxford University Press.

**Salvati P. , Bianchi C. , Fiorucci F. , Giostrella P. , Marchesini I. e Guzzetti F.** (2014): Perception of flood and landslide risk in Italy: a preliminary analysis. Natural Hazards and Earth System Sciences, 14, 2589-2603. doi:10.5194/nhess-14-2589-2014.

**ISPRA** (2018) Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio. Sintesi edizione 2018.

# Che cosa è un disastro?

Può essere definito come un **evento eccezionale** che supera le normali capacità di risposta che un'organizzazione è in grado di sostenere. Si va dalla situazione di emergenza che riguarda un ambito ristretto di spazio ed elementi coinvolti (un incidente stradale, un singolo crollo di massi) sino a quegli eventi la cui intensità può essere gestita solo con la partecipazione di autorità nazionali o internazionali.

TIPO DI PERICOLO	ESEMPIO
<b>NATURALE</b>	
Geologico	Terremoto, eruzione vulcanica, movimenti di versante, erosione accelerata, subsidenza
Meteorologico	Uragano, tornado, valanghe e bufere di neve, grandinata, pioggia intensa, nebbia, siccità, fulmini
Idrologico	Inondazioni lente e veloci
Oceanografico	Tsunami (di origine geologica), tempesta marina (di origine meteorologica)
Biologico	Incendi, epidemie
<b>TECNOLOGICO</b>	
Materiali nocivi	Sostanze cancerogene, mutagene, metalli pesanti
Processi pericolosi	Crolli strutturali, emissioni radioattive
Apparecchiature e macchine	Esplosivi e ordigni inesplosi, veicoli, treni, aerei
Infrastrutture e insediamenti industriali	Ponti, dighe, miniere, raffinerie, oleodotti, reti elettriche
<b>SOCIALE</b>	
Attentati terroristici	Esplosioni, dirottamenti
Incidenti a causa della folla	Scontri di piazza, dimostrazioni

Una prima distinzione tra i vari tipi di pericoli può essere fatta considerando l'origine di tali eventi; si hanno quindi **pericoli naturali, tecnologici e sociali**.

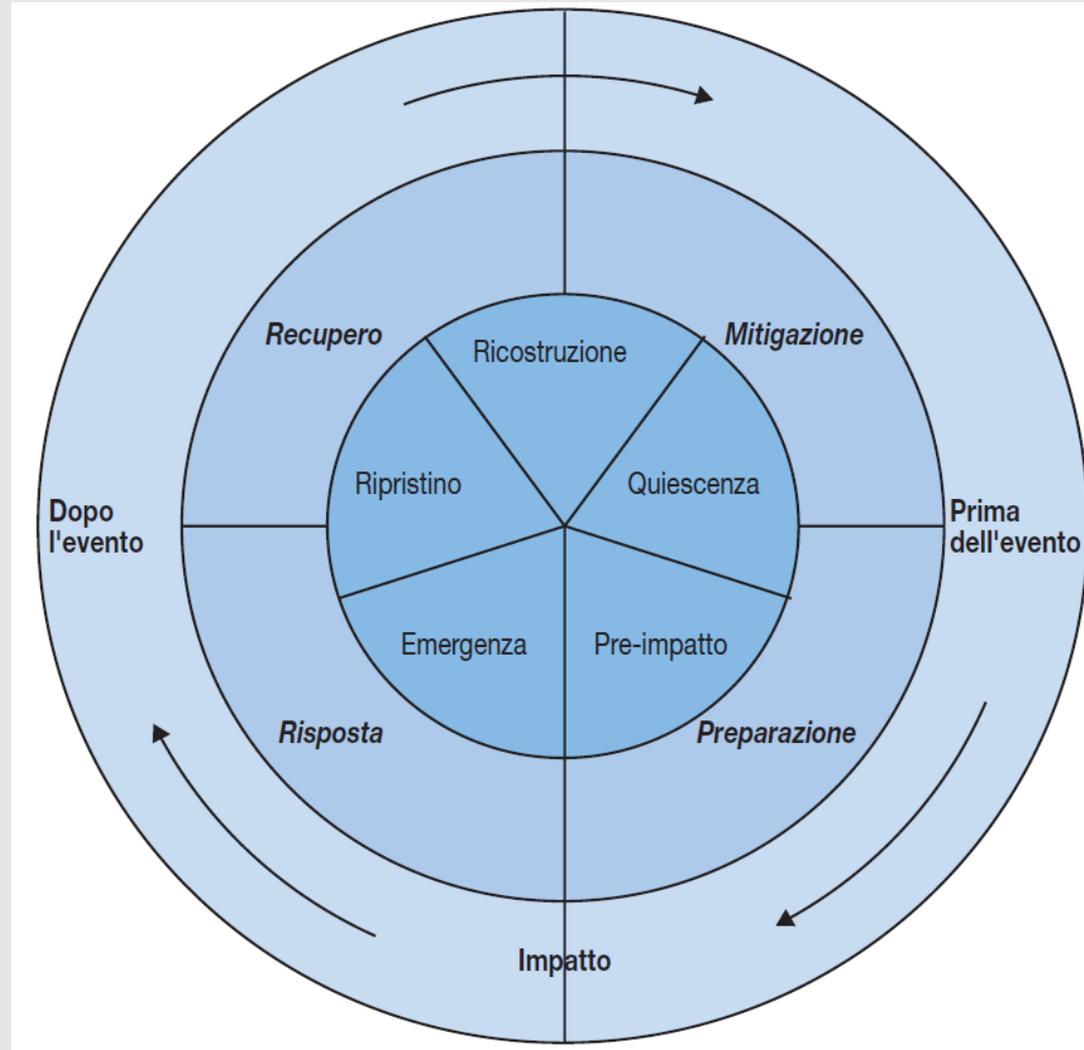
Alexander et al., 2002

Chiara Calligaris, Ph.D. – D.M.G. Università degli Studi di Trieste

# Il ciclo del disastro

I disastri provocati da fenomeni naturali costituiscono un ostacolo enorme allo sviluppo di una società civile. Non si può certo affermare che in passato le calamità non siano esistite, ma le possibilità di un loro verificarsi sono oggi senza ombra di dubbio aumentate e coinvolgono spazi sempre più ampi dell'ambiente in cui viviamo.

L'ipotesi della ripetitività degli eventi calamitosi, ormai universalmente accettata, porta a schematizzare il ciclo di attività legate alla loro gestione in **quattro fasi** che, a partire dal superamento dell'emergenza, si distinguono in: **RECUPERO**, **MITIGAZIONE**, **PREPARAZIONE** e **RISPOSTA**.



Alexander et al., 2002

# Il ciclo del disastro

Il **RECUPERO** è la fase di ricostruzione che può anche durare molti anni.

La fase della **MITIGAZIONE** comprende tutte le azioni pensate per ridurre l'impatto dei futuri eventi (misure strutturali e non strutturali).

La **PREPARAZIONE** si riferisce ad azioni che riducono l'impatto quando gli eventi potenzialmente rischiosi sono imminenti e comprende le misure di sicurezza come ad esempio l'evacuazione.

La **RISPOSTA** è la messa in atto di azioni durante l'evento o immediatamente dopo e ha lo scopo essenzialmente di salvare vite umane.

La **previsione**, intesa come attività di conoscenza dei fenomeni naturali e tentativo di prevedere in termini quantitativi le possibilità/probabilità di accadimento, unita alla funzione di diffusione delle conoscenze, fa parte della fase di mitigazione, mentre le **misure di prevenzione** appartengono sia alla fase di mitigazione sia a quella di preparazione; ambedue afferiscono alla fase generale di attività pre-impatto.

# Costi economici DIRETTI e INDIRETTI

I costi economici annuali associati ai disastri sono stati un crescendo decuplicandosi, tali perdite sono state di tipo (UNDP, 2004):

- **diretto**, cioè danni materiali causati a insediamenti produttivi (industrie, raccolti agricoli), all'infrastruttura economica (strade, fornitori di energia elettrica, ecc.) ed alla infrastruttura sociale (case, scuole, ecc.);
- **indiretto**, perché l'interruzione della fornitura dei servizi di base, come le telecomunicazioni o l'approvvigionamento dell'acqua, ha implicazioni di vasta portata.

Nei **paesi sviluppati** l'impatto degli eventi calamitosi ha caratteristiche principalmente di tipo economico, viceversa, il prezzo pagato dai **paesi in via di sviluppo** in occasione di disastri è di tipo principalmente sociale. Questo perché l'impatto dipende in larga parte dal tipo di scelte di sviluppo operate dai governi. Infatti, **quando i Paesi raggiungono un certo livello di prosperità sono generalmente in grado di affrontare investimenti volti alla riduzione della vulnerabilità (come ad esempio la costruzione di edifici antisismici).**

Allo stesso tempo la crescita di Paesi emergenti crea molto spesso uno sviluppo urbano caotico. In occasione dell'accadimento di un evento calamitoso, la risposta nelle due situazioni è di tipo opposto provocando nel secondo caso un maggior numero di morti.

# Il ciclo del disastro: paesi in via di sviluppo

Rawalpindi, Pakistan - 2018



Chiara Calligaris, Ph.D. – D.M.G. Università degli Studi di Trieste

Dunque, anche a livello internazionale la sfida globale che si sta affrontando è come meglio **ANTICIPARE**, quindi **gestire** e **ridurre**, i rischi connessi ai fenomeni naturali considerando i pericoli potenziali entro i propri piani di sviluppo e politiche ambientali.

La predisposizione di misure a difesa dell'incolumità dei cittadini si è evoluta e attualmente, a fianco delle classiche azioni di protezione civile riguardanti le problematiche connesse alla fase di emergenza vera e propria, esistono ormai attività di previsione e prevenzione che in tutto e per tutto fanno parte dell'intero processo di gestione del rischio.

Tuttavia che **cosa si intende con rischio e pericolosità**? (Varnes, IAEG, 1984)

Il **RISCHIO** esprime il numero atteso di perdite di vite umane, di feriti, di danni a proprietà, di distruzione di attività economiche o di risorse naturali, dovuti ad un particolare evento dannoso.

Con il termine **PERICOLOSITA'** si intende la probabilità che un fenomeno di una certa intensità (**MAGNITUDO**) si verifichi in una certa area in un determinato intervallo di tempo. E' funzione della **FREQUENZA** dell'evento.

Da un punto di vista più descrittivo e più comprensibile, si può intendere il rischio come la combinazione della pericolosità con il danno.

# DANNO e VULNERABILITA'

## DANNO ATTESO (D)

Entità delle perdite potenziali nel caso si verifichi un fenomeno di una certa intensità in una data area in cui sono presenti elementi a rischio.

L'unità di misura dipende dall'unità di misura utilizzata per indicare il valore.

## VULNERABILITA' (V)

Esprime l'attitudine di un determinato elemento (popolazione umana, edifici, infrastrutture, attività economiche, servizi sociali, risorse naturali...) a sopportare gli effetti in funzione dell'intensità dell'evento. E' espressa in termini qualitativi o quantitativi in una scala da 0 (nessuna perdita) a 1 (perdita totale) ed è funzione dell'**intensità** del processo agente e della tipologia dell'elemento a rischio.

# LA FORMULA DEL RISCHIO

$$R = H \times D$$

$$D = E \times V$$

**R = rischio**

**H = Pericolosità**

**D = danno atteso**

**E = elemento a rischio**

**V = vulnerabilità**

Tali concetti in qualche modo tendono a volte a sovrapporsi e sono spesso usati in maniera confusa e ambigua, a volte scambiandone il significato.

Il termine **HAZARD**, normalmente utilizzato dalla letteratura scientifica per indicare la **pericolosità**, viene spesso tradotto, in italiano, con catastrofe, disastro, rischio, calamità, ossia con termini che indicano condizioni assai differenti.

Anche il termine rischio, in inglese **RISK**, viene spesso frainteso ed usato sia per indicare la probabilità che si verifichi un evento sia l'hazard stesso.

Gli **elementi a rischio** normalmente (D.P.C.M. 29 settembre 1998) riconosciuti sono:

- L'incolumità delle persone;
- Gli agglomerati urbani comprese le zone di espansione urbanistica;
- Le aree su cui insistono insediamenti produttivi, impianti tecnologici di rilievo, in particolare quelli definiti a rischio ai sensi di legge;
- Le infrastrutture a rete e le vie di comunicazione di rilevanza strategica, anche a livello locale;
- Il patrimonio ambientale e i beni culturali di interesse rilevante;
- Le aree sede di servizi pubblici e privati, di impianti sportivi e ricreativi, strutture ricettive e infrastrutture primarie.....

# Disastri nel mondo

## Top 10

### Natural disasters by number of **deaths**

Earthquake, April	Nepal	8 831
Heat wave, June-August	France	3 275
Heat wave, May	India	2 248
Heat wave, June	Pakistan	1 229
Landslide, October	Guatemala	627
Heat wave, June-July	Belgium	410
Flood, November-December	India	325
Flood, July-August	India	293
Earthquake, October	Pakistan	280
Flood, January	Malawi	278

### Total of **affected people** reported by country

Dem. Rep. of Korea	18 003 541
India	16 558 354
Ethiopia	10 210 600
Nepal	5 640 301
Bangladesh	4 452 553
Philippines	3 834 514
Malawi	3 438 995
China, P Rep	3 006 093
Guatemala	2 809 910
South Africa	2 700 000

### Total of **economic damage** reported by country (in billion US\$)

United States	24,88
China, P Rep	13,66
Nepal	5,17
United Kingdom	3,60
India	3,30
Chile	3,10
Australia	2,40
South Africa	2,00
Philippines	1,90
France	1,00

Centre for  
Research on the  
Epidemiology of  
Disasters

L'**epidemiologia** è la disciplina biomedica con la quale si studia la distribuzione e la frequenza delle malattie e degli eventi di rilevanza sanitaria nella popolazione.

## Top 10

Number of **reported** disasters by country

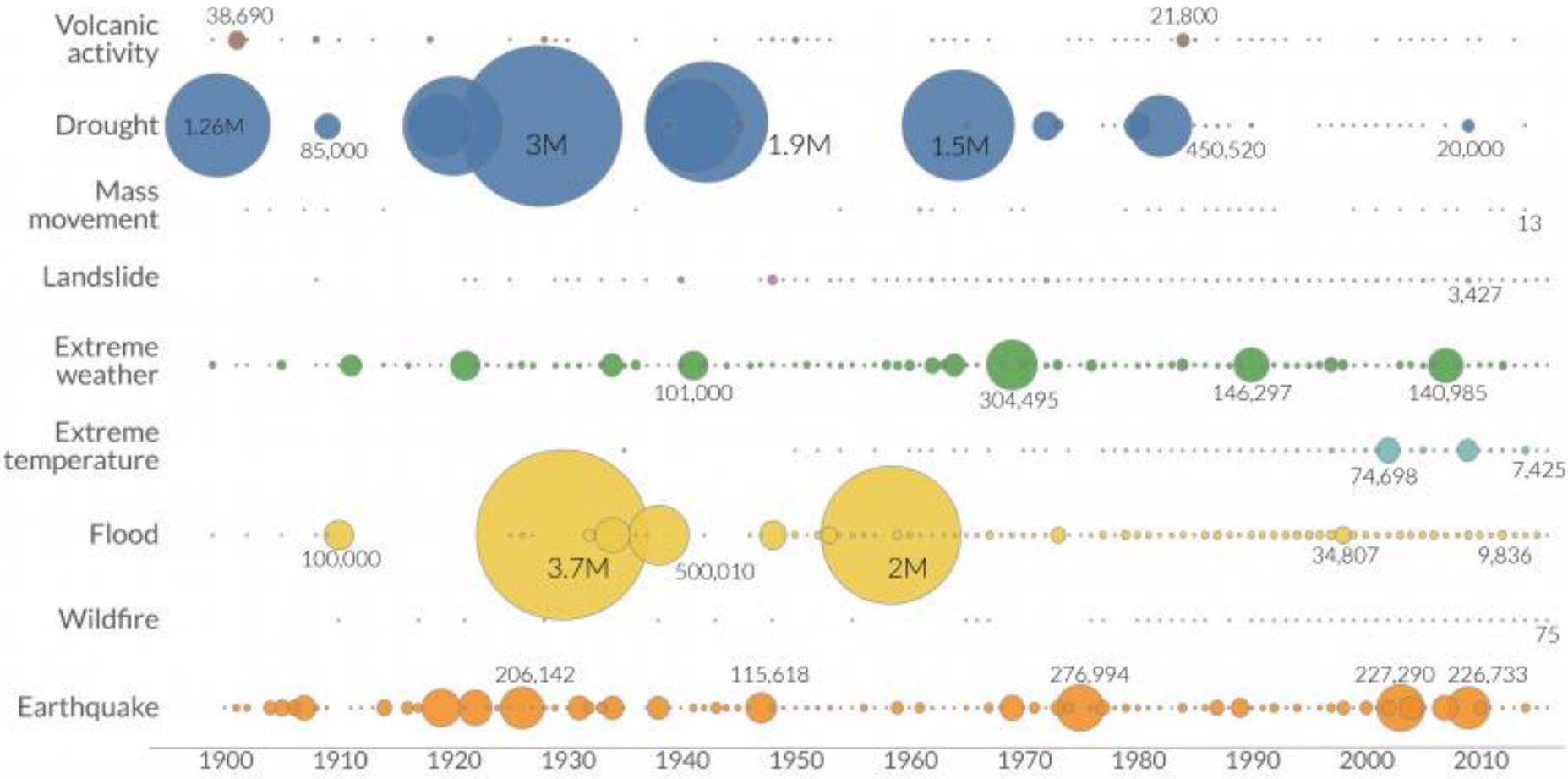


(1): Natural disasters: Epidemic and insect infestations not included

<http://www.cred.be/publications>, 2015

# Global deaths from natural disasters (1900-2016)

The size of the bubble represents the total death count per year, by type of disaster.

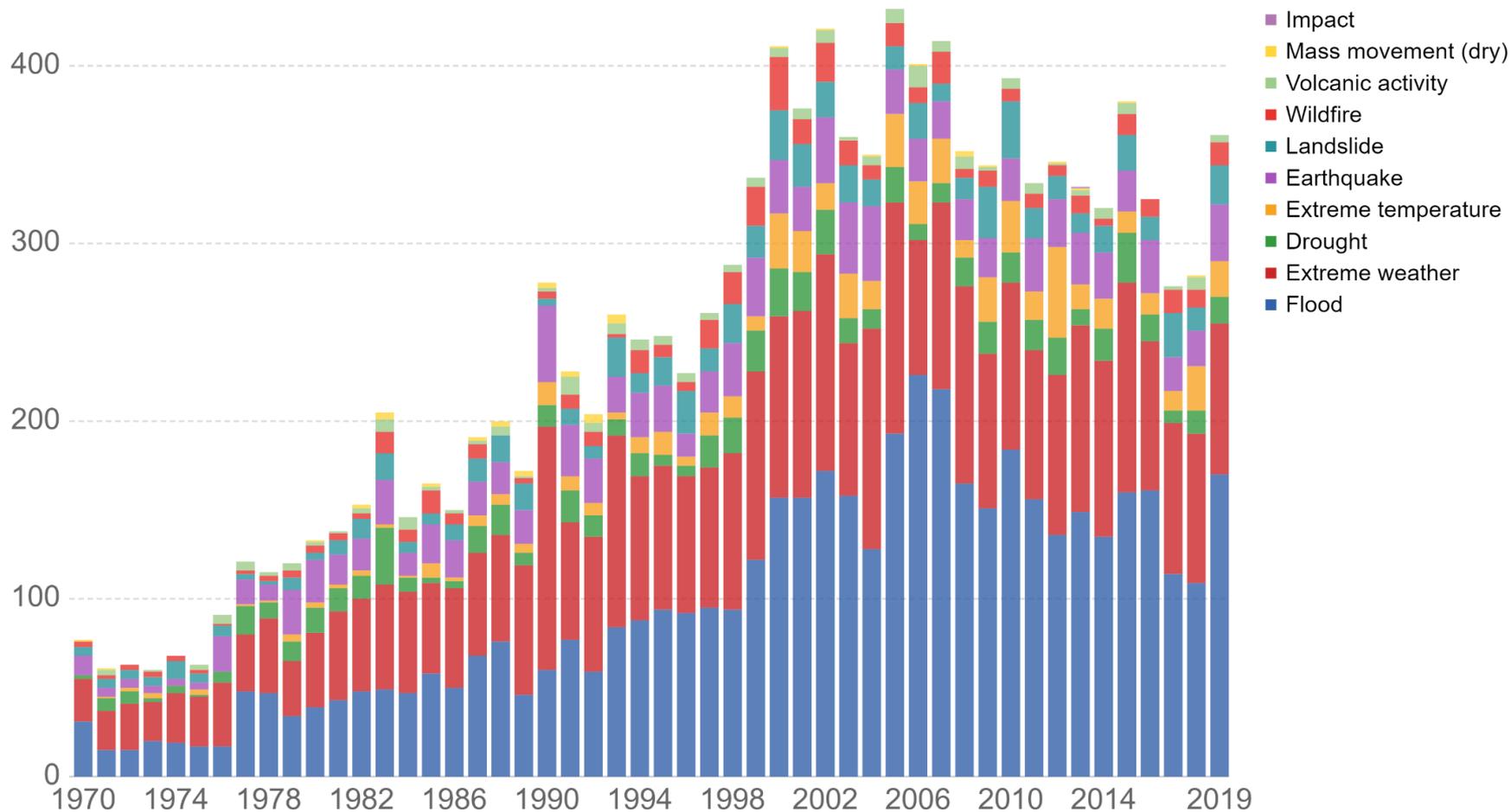


Data source: EMDAT (2017): OFDA/CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain - Brussels - Belgium.  
OurWorldInData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

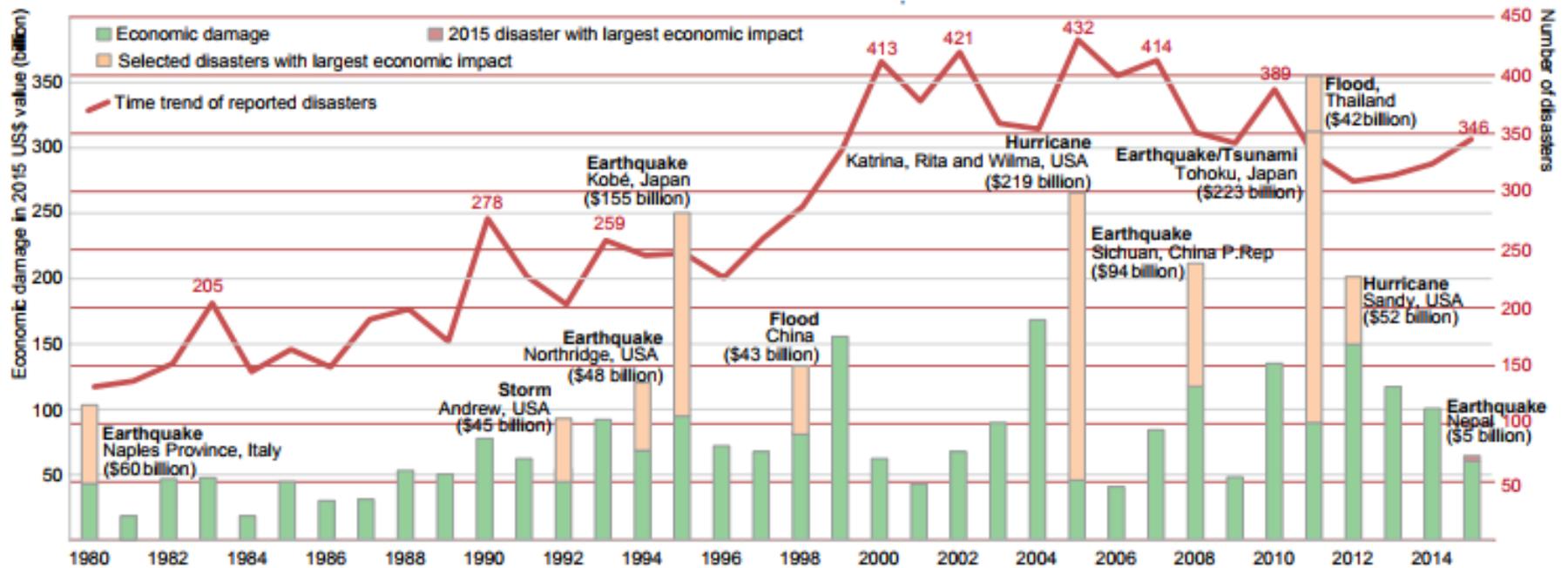
# Global reported natural disasters by type

The annual reported number of natural disasters, categorised by type. This includes both weather and non-weather related disasters.



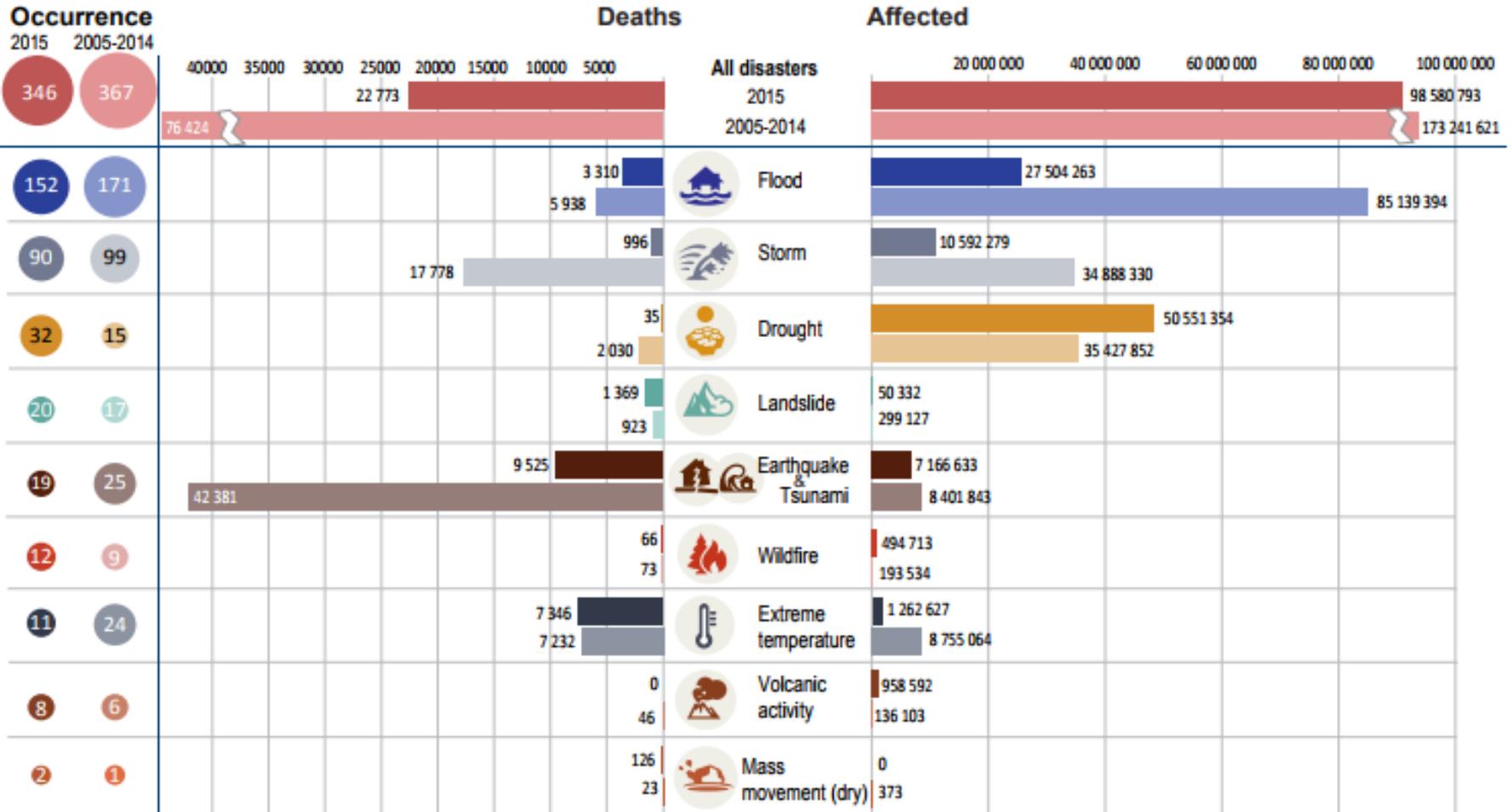
Source: EMDAT (2020): OFDA/CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain – Brussels – Belgium  
OurWorldInData.org/natural-disasters • CC BY

# Annual reported economic damages and time trend from disasters: 1980-2015



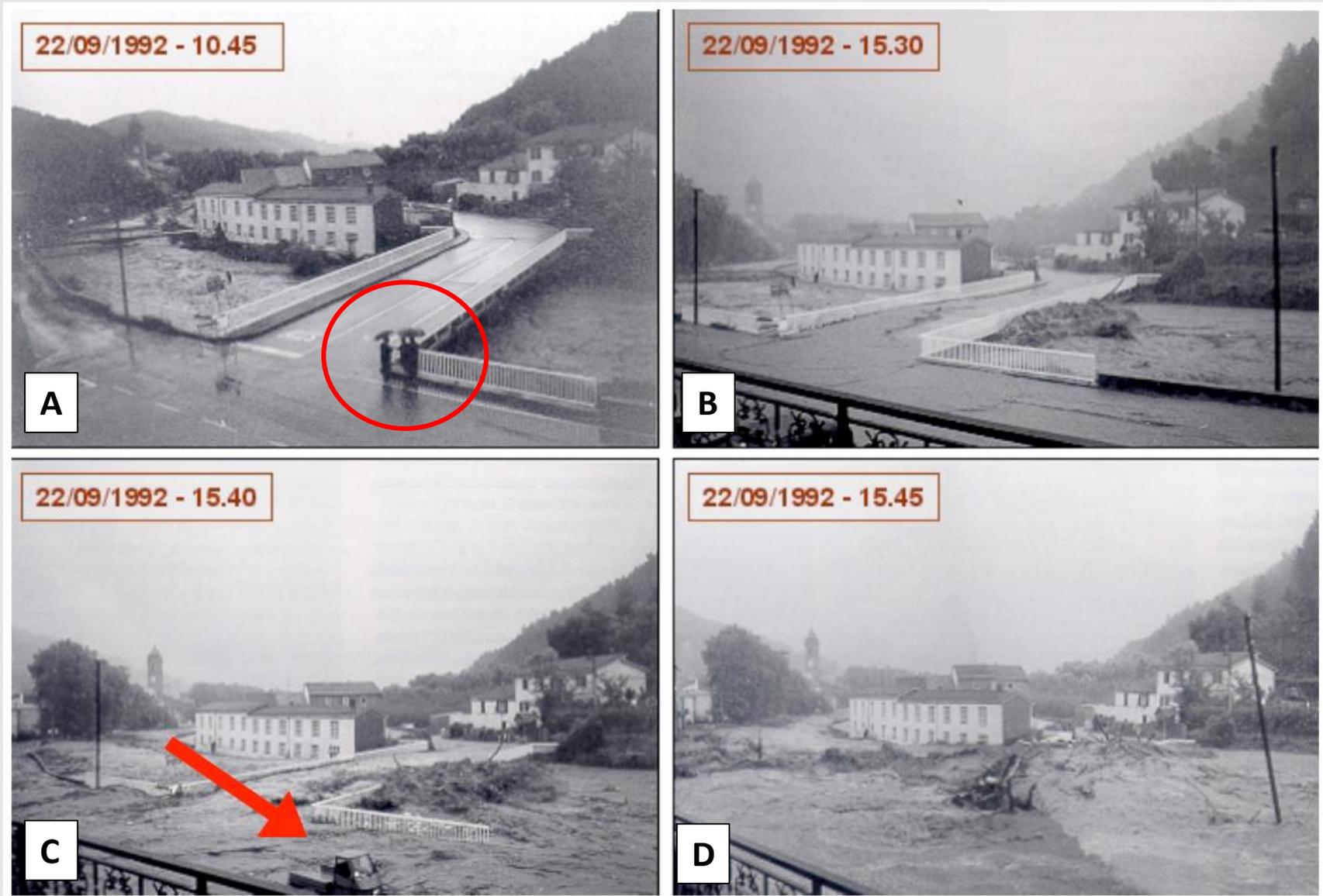
<http://www.cred.be/publications>, 2015

# Human impact by disaster types (2015 versus average 2005-2014)



<http://www.cred.be/publications>, 2015

# Percepiamo il rischio??



22 settembre 1992: alluvione di Savona e dei comuni limitrofi  
Chiara Calligaris, Ph.D. – D.M.G. Università degli Studi di Trieste

# La percezione del rischio da frana e inondazione in Italia

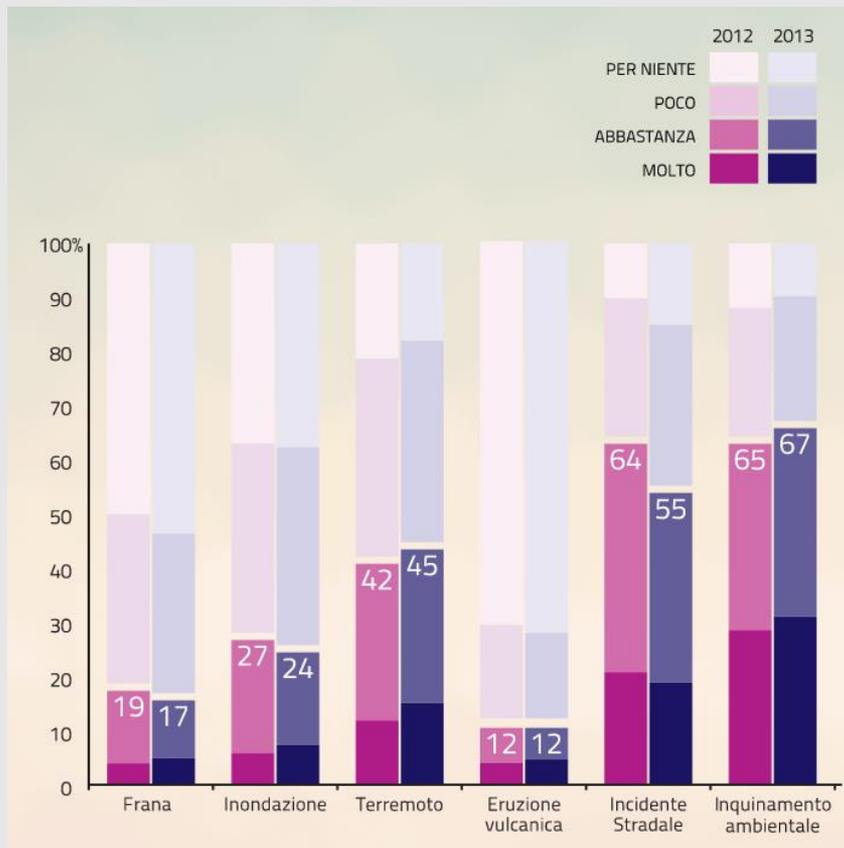
Ben poco si sa sulla effettiva percezione che le persone hanno del rischio da frana e inondazione e questo è sorprendente, in quanto una corretta percezione è fondamentale per il successo di molte strategie di adattamento e di riduzione del rischio.

Nel tentativo di colmare questa lacuna, e per misurare la percezione che gli italiani hanno dei rischi posti da frane e da inondazioni il **CNR ha commissionato alla DOXA due sondaggi a scala nazionale.**

I sondaggi sono stati realizzati nel periodo **gennaio-febbraio 2012 e 2013**, sono state effettuate, per ciascun sondaggio, **oltre 3100 interviste telefoniche.**

E' stata valutata la percezione da parte della popolazione dei rischi naturali, rispetto a quelli ambientali, e tecnologici, e la conoscenza generale dei dissesti geo-idrologici (frane ed inondazioni) avvenuti nel territorio di residenza e la loro frequenza. È stato inoltre verificato se questi eventi siano ritenuti una vera minaccia all'incolumità personale, e a quali fattori venga maggiormente imputata l'occorrenza di frana e di inondazione in Italia.

# DOMANDA 1: Quanto pensa di essere esposto a ciascuno di questi rischi: (a) frana, (b) inondazione, (c) terremoto, (d) eruzione vulcanica, (e) incidente stradale, (f) inquinamento ambientale?



<http://polaris.irpi.cnr.it/>

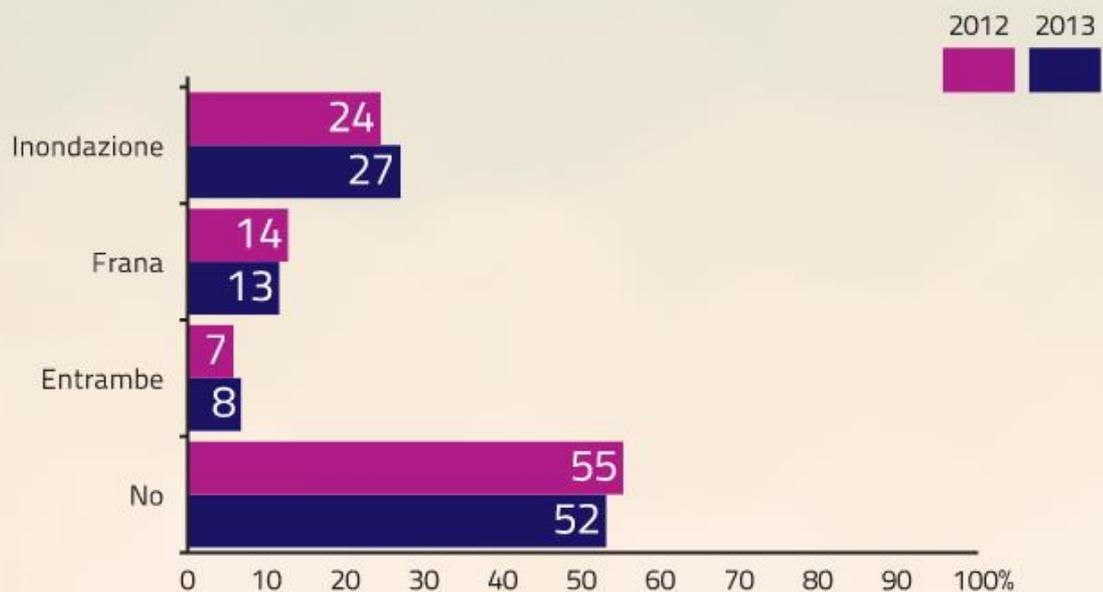
Gli italiani hanno dimostrato una **scarsa percezione dei rischi geoidrologici** in quanto nel 2013 solo il 17% ha risposto di sentirsi abbastanza o molto esposto alle frane ed il 24% le inondazioni, facendo registrare una lieve diminuzione, rispettivamente di uno e tre punti, in confronto al 2012.

## DOMANDA 2: Tra questi eventi naturali: frana, inondazione, terremoto, eruzione vulcanica, quale crede essere il più frequente o il più probabile che avvenga nel comune dove lei vive, o nelle vicinanze?



L'analisi a scala regionale ha rivelato che nel 2013 le **inondazioni** sono ritenute più probabili dai cittadini della **Sardegna** (65% nel 2013 e 71% nel 2012), della **Liguria** (65%, 65%) e del **Piemonte** (52%, 49%), mentre le **frane** sono ritenute più probabili dagli intervistati della Valle d'Aosta (39%, 35%), del Trentino-Alto Adige (37%, 42%) e della Calabria (16% e 19%).

### DOMANDA 3: Lei è venuto a conoscenza diretta, perché coinvolto, o indiretta, perché ne ha avuto notizia, di una frana o di un'alluvione avvenuta nel territorio comunale dove lei risiede, o nelle vicinanze?

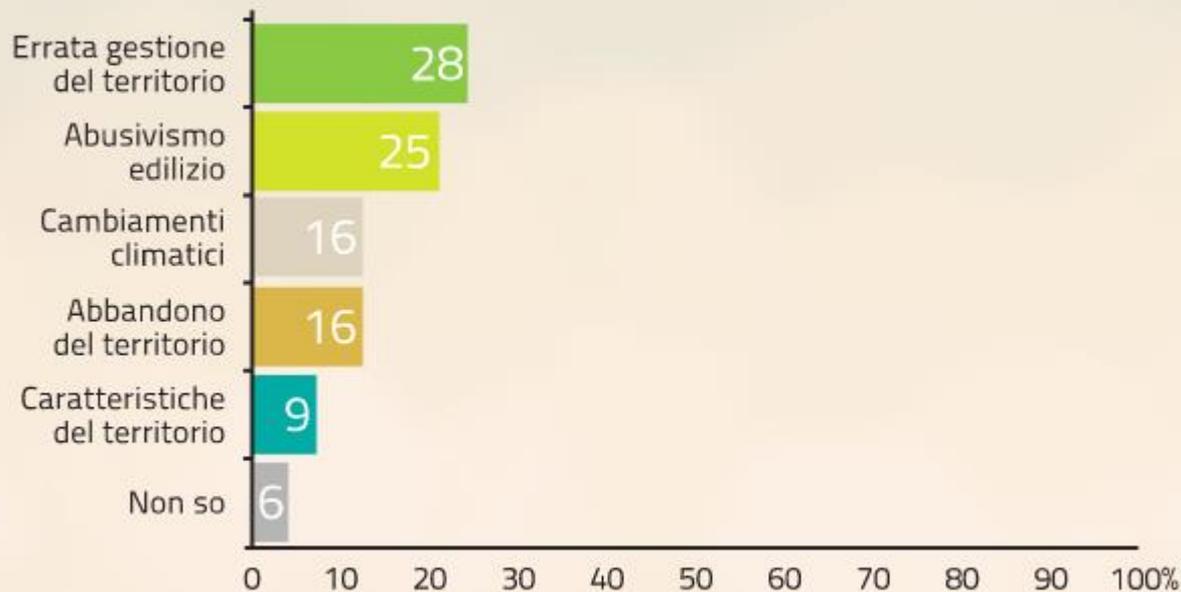


<http://polaris.irpi.cnr.it/>

L'analisi regionale ha rivelato che, per le frane, nel 2013 le percentuali più alte sono in Basilicata (49%, 16% nel 2012), Molise (30%, 40%) e in Calabria (29%, 32%), mentre per le alluvioni le percentuali più alte sono in Valle D'Aosta (65%, 42% nel 2012), Liguria (50%, 34%), Veneto (48%, 36%).

Nel 2013, il 27% degli intervistati ha detto di essere direttamente o indirettamente a conoscenza di eventi alluvionali e il 13% di eventi di frana occorsi nel proprio comune o nelle vicinanze. Le percentuali erano simili nel 2012. Solo l'8% (7% nel 2012) ha risposto di essere stato coinvolto o di aver avuto notizia di entrambi gli eventi. Il dato più rilevante è che ben il 52% nel 2013 ed il 55% nel 2012 ha detto di non essere al corrente di frane e inondazioni.

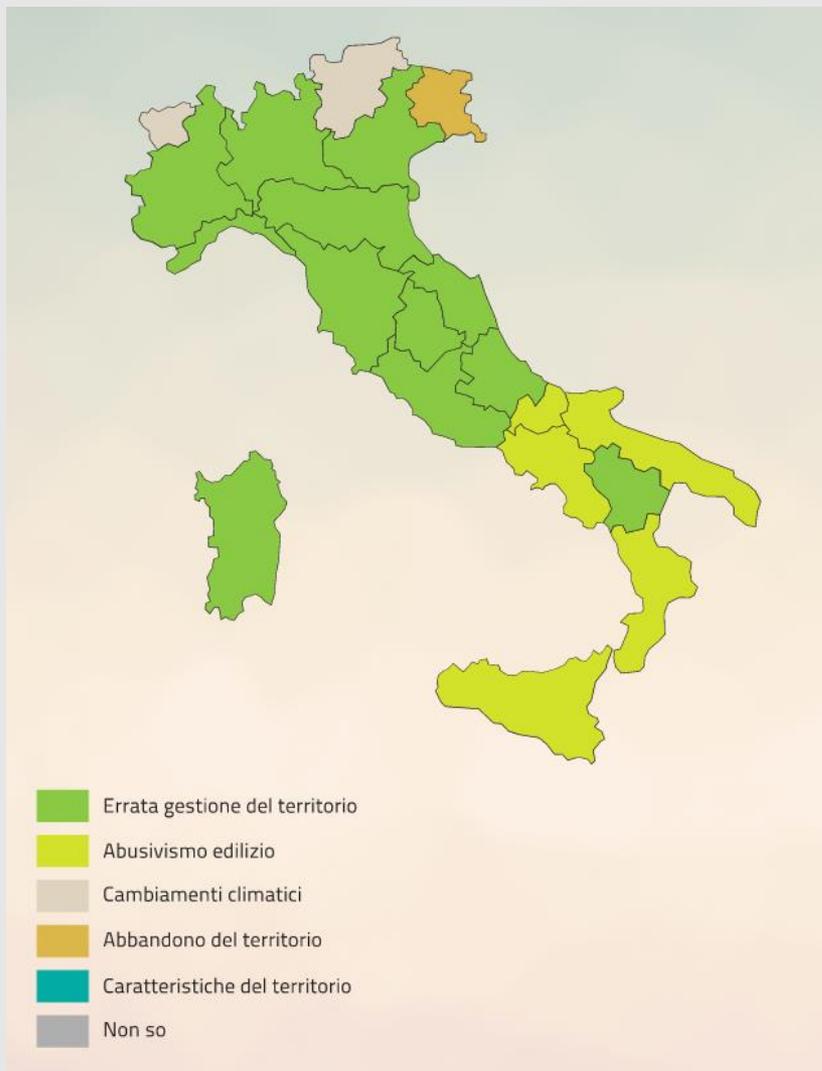
**DOMANDA 4:** Secondo lei, quale tra i seguenti fattori influisce maggiormente nel verificarsi di frane ed alluvioni: abusivismo edilizio; errata gestione del territorio; cambiamenti climatici; caratteristiche del territorio; abbandono del territorio; non so?



<http://polaris.irpi.cnr.it/>

Le risposte sono diverse geograficamente. La maggior parte degli intervistati nel Centro-Nord Italia ha considerato fattore primario per gli eventi geo-idrologici la gestione inadeguata territorio, mentre nel sud Italia, con l'eccezione della Basilicata, è considerato più determinante l'abusivismo edilizio. Solo in Trentino-Alto Adige (45%) e in Valle d'Aosta (30%) gli intervistati hanno indicato il cambiamento climatico quale fattore principale. In queste regioni, in particolare in Trentino-Alto Adige, la gestione del territorio è una priorità e sono molte le risorse che vengono investite per ridurre i rischi geo-idrologici.

Gli intervistati hanno attribuito frane e alluvioni a cause prevalentemente antropiche, ed in particolare ad una gestione del territorio sbagliata (28%) e all'abusivismo edilizio (25%). Il 16% ha considerato i cambiamenti climatici e solo il 9% le caratteristiche del territorio.



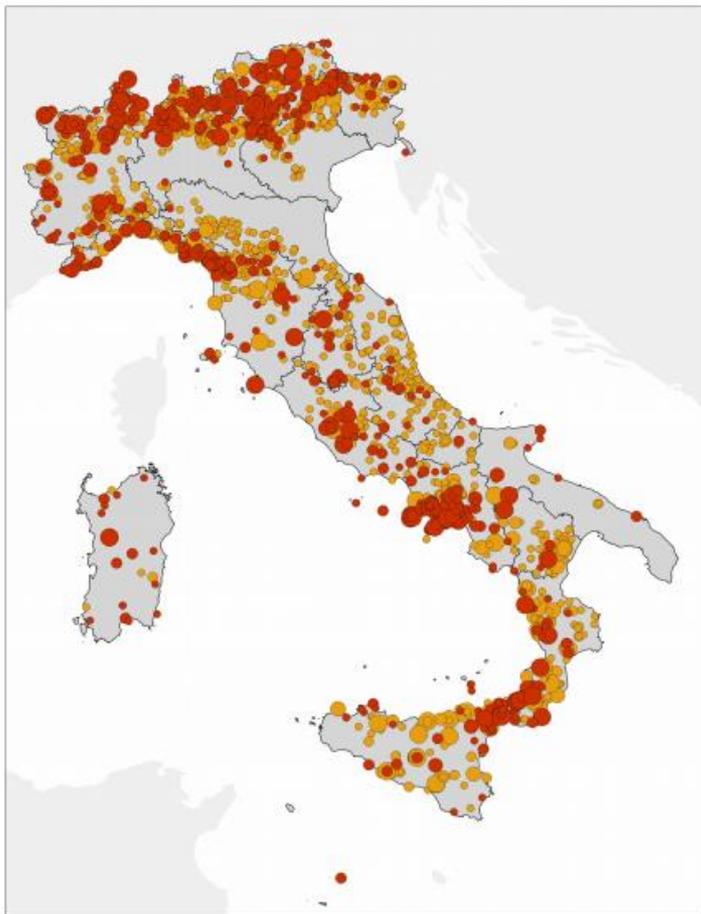
<http://polaris.irpi.cnr.it/>

Quello che emerge dalle risposte date nei due sondaggi è che **la popolazione italiana si sente più esposta ai rischi tecnologici (inquinamento ambientale e incidenti stradali) che ai rischi naturali**, e che tra i rischi naturali si sente **più esposta ai terremoti**, seguiti da inondazioni, frane ed eruzioni vulcaniche. Il confronto tra i risultati dei due sondaggi e la reale distribuzione dei dissesti geoidrologici avvenuti in Italia negli ultimi decenni ci porta a concludere che il verificarsi di eventi influenza in modo significativo la percezione dei rischi e che tale percezione diminuisce abbastanza rapidamente.

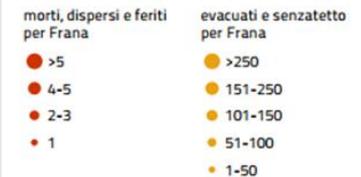
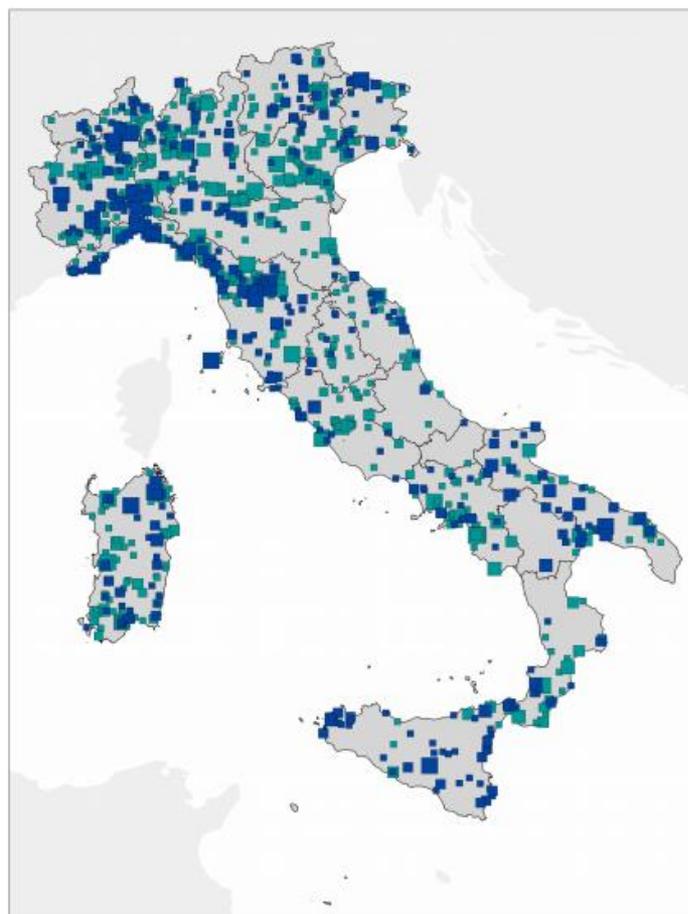
Ne consegue che **da parte degli italiani vi è in generale una scarsa consapevolezza circa le frane, le inondazioni e i rischi alla persona ad esse collegati, e questo nonostante tutte e 20 le regioni siano state ripetutamente interessate da frane ed inondazioni con morti, dispersi, feriti, sfollati e senzatetto.**

P. Salvati, C. Bianchi, F. Fiorucci, P. Giostrella, I. Marchesini e F. Guzzetti (2014): Perception of flood and landslide risk in Italy: a preliminary analysis. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14, 2589-2603. doi:10.5194/nhess-14-2589-2014

**Mappa degli eventi di frana con vittime nel periodo 1966-2015**



**Mappa degli eventi di inondazione con vittime nel periodo 1966-2015**



**In Italia, le frane e le inondazioni sono fenomeni diffusi, ricorrenti e pericolosi.**

Da oltre vent'anni, l'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica del CNR raccoglie, organizza e analizza informazioni sull'impatto che gli eventi di frana e d'inondazione hanno sulla popolazione. Le informazioni sono state raccolte attraverso l'analisi di molte fonti storiche, d'archivio e cronachistiche, e sono organizzate in **un archivio che copre il periodo fra l'anno 68 d.C e l'anno 2016.**

Il Rapporto Periodico sul Rischio posto alla Popolazione italiana da Frane e Inondazioni contiene elenchi, mappe, statistiche ed analisi sugli eventi di frana e d'inondazione che hanno causato danni diretti alla popolazione nel periodo compreso fra il 1 gennaio e il 31 dicembre 2016, e nei periodi fra il 2011 e il 2015 e fra il 1966 e il 2015.

# Statistiche degli eventi di frana e di inondazione con vittime nel periodo 1966-2015

	Morti	Dispersi	Feriti	Evacuati e Senzatetto
per Frana	1.275	12	1.713	159.593
per Inondazione	672	57	821	252.494
per Frana e/o Inondazione	1.947	69	2.534	412.087

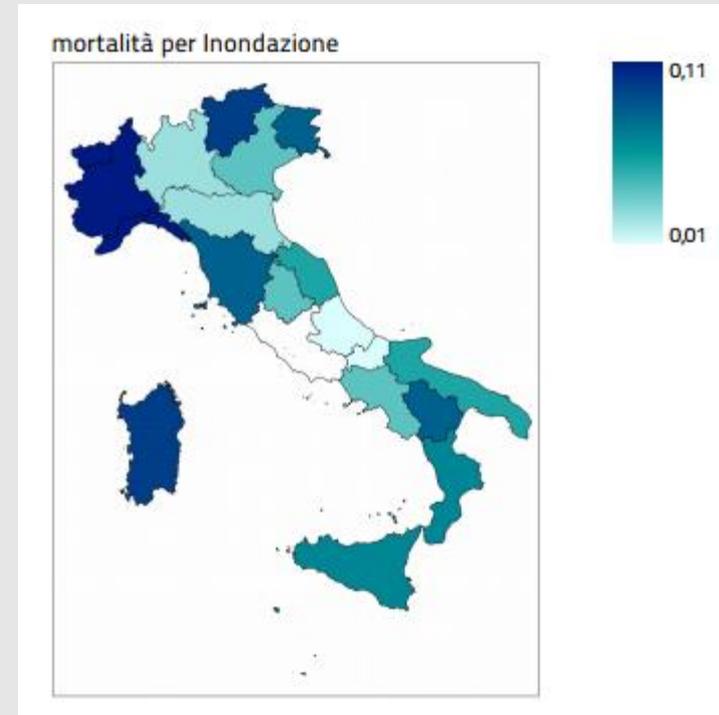
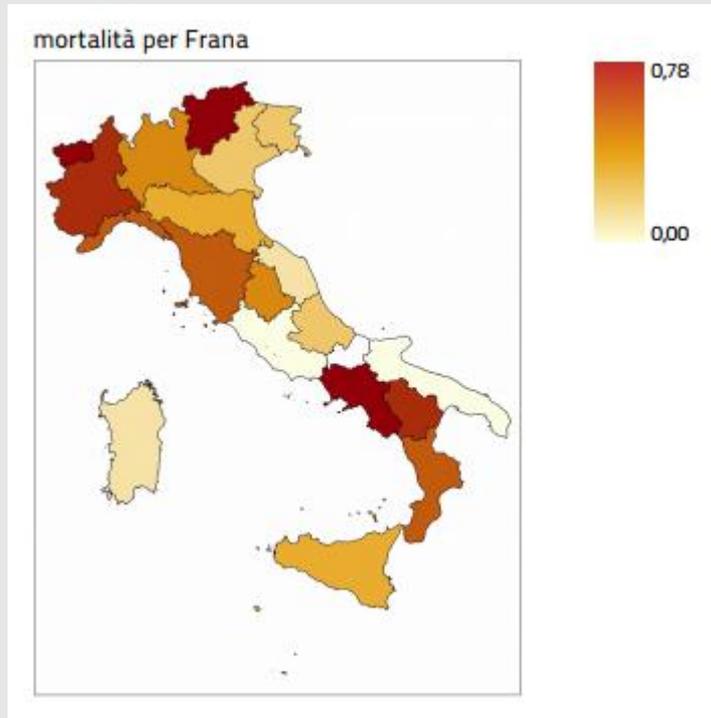
  

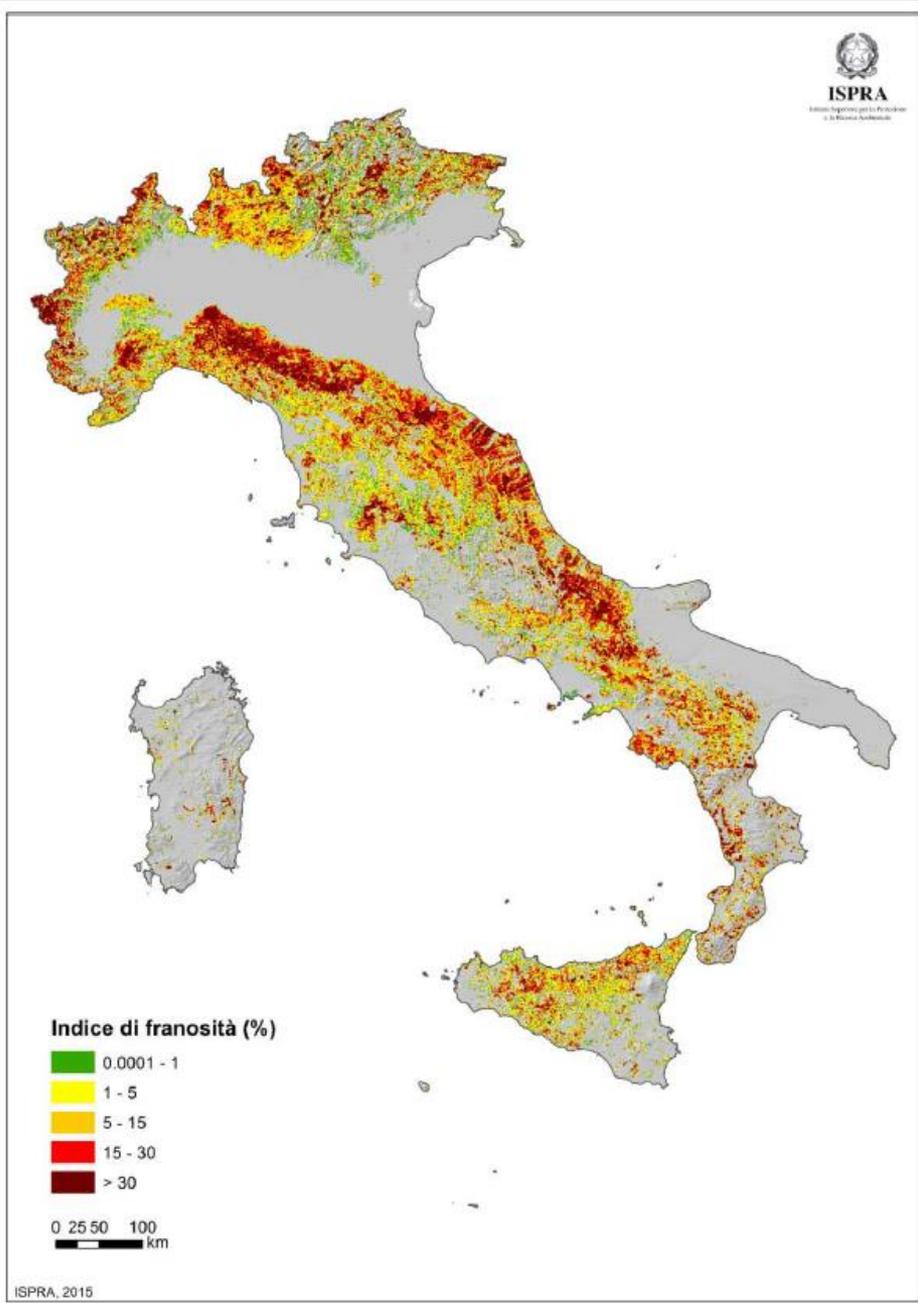
	Regioni colpite	Province colpite	Comuni colpiti	Località colpite
per Frana	20	101	1.419	2.335
per Inondazione	20	109	1.006	1.351
per Frana e/o Inondazione	20	110	2.110	3.652

	Frana	Inondazione	Frana e Inondazione
Piemonte	0,060	0,062	0,122
Valle d'Aosta	0,406	0,102	0,508
Lombardia	0,027	0,007	0,035
Trentino-Alto Adige	0,777	0,059	0,837
Veneto	0,022	0,012	0,034
Friuli-Venezia Giulia	0,021	0,040	0,061
Liguria	0,044	0,109	0,153
Emilia-Romagna	0,025	0,009	0,034
Toscana	0,036	0,048	0,084
Umbria	0,030	0,017	0,047
Marche	0,008	0,019	0,027
Lazio	0,008	0,006	0,014
Abruzzo	0,014	0,006	0,020
Molise	0,000	0,006	0,006
Campania	0,102	0,010	0,113
Puglia	0,004	0,018	0,023
Basilicata	0,046	0,036	0,082
Calabria	0,031	0,031	0,062
Sicilia	0,026	0,036	0,062
Sardegna	0,013	0,055	0,068

**Il rischio individuale è il rischio posto da un pericolo (una frana, un'inondazione) a un singolo individuo, ed è espresso dall'indice di mortalità.** L'indice (o tasso) di mortalità è il rapporto tra il numero dei morti in una popolazione in un periodo di tempo, e la quantità della popolazione media nello stesso periodo. Nel Rapporto Periodico l'indice di mortalità è dato dal numero di morti e dispersi in un anno ogni 100.000 persone. Le informazioni sulla popolazione utilizzate per il calcolo della mortalità sono quelle pubblicate dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT, [www.istat.it](http://www.istat.it)).

# Distribuzione geografica della mortalità per frana e per inondazione nel periodo 1966-2015





Densità di frane (area in frana/area cella) su maglia di lato 1 km (ISPRA)

Le frane sono fenomeni estremamente diffusi in Italia, anche tenuto conto che il 75% del territorio nazionale è montano-collinare.

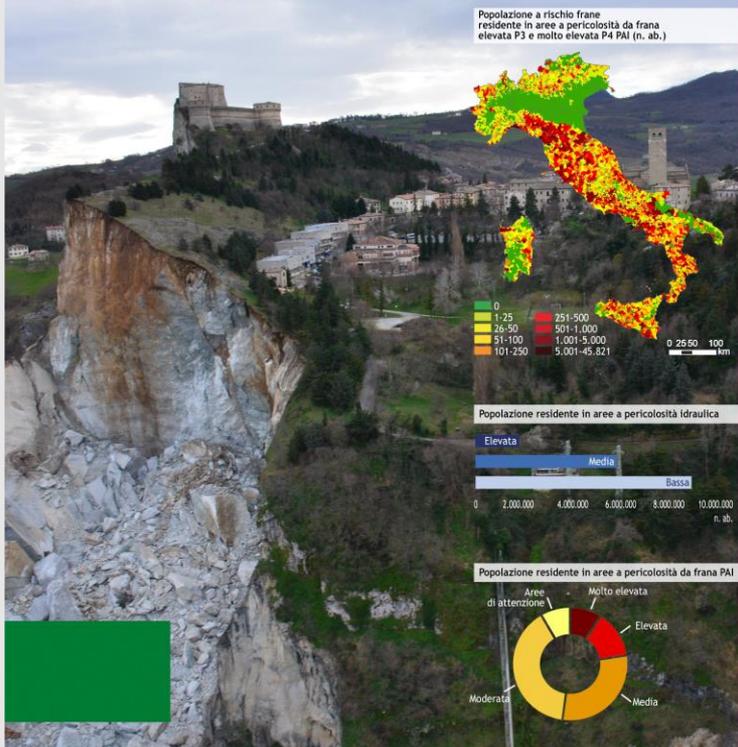
Delle 700.000 frane contenute nelle banche dati dei paesi europei (JRC, 2012), **oltre 500.000 sono censite nell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI) realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome.**

Circa un terzo del totale delle frane in Italia sono fenomeni a cinematismo rapido (crolli, colate rapide di fango e detrito), caratterizzati da velocità elevate, fino ad alcuni metri al secondo, e da elevata distruttività, spesso con gravi conseguenze in termini di perdita di vite umane, come ad esempio in Versilia (1996), a Sarno e Quindici (1998), in Piemonte e Valle d'Aosta (2000), in Val Canale - Friuli Venezia Giulia (2003), a Messina (2009), in Val di Vara, Cinque Terre e Lunigiana (2011), in Alta Val d'Isarco (2012).

Altre tipologie di movimento (es. colate lente, frane complesse), caratterizzate da velocità moderate o lente, possono causare ingenti danni a centri abitati e infrastrutture lineari di comunicazione, come ad esempio a Cavallerizzo di Cerzeto (CS) nel 2005, a San Fratello (ME) e a Montaguto (AV) nel 2010 e a Capriglio di Tizzano Val Parma (PR) nel marzo-aprile 2013.

## Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio

Sintesi Edizione 2018



RAPPORTI

**Rapporto sul dissesto idrogeologico in Italia**, fornisce il quadro di riferimento aggiornato sulla pericolosità per frane e alluvioni sull'intero territorio nazionale e sugli indicatori di rischio relativi a popolazione, famiglie, edifici, imprese e beni culturali.

L'Italia è uno dei paesi europei maggiormente interessati da fenomeni franosi, con **620.808 frane** che interessano un'area di 23.700 km<sup>2</sup>, pari al 7,9% del territorio nazionale. Tali dati derivano dall'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI).

La superficie complessiva, in Italia, delle aree a **pericolosità da frana PAI** e delle aree di attenzione è pari a **59.981 km<sup>2</sup> (19,9% del territorio nazionale)**.

Le aree a **pericolosità idraulica** elevata in Italia risultano pari a **12.405 km<sup>2</sup>**, le aree a pericolosità media ammontano a **25.398 km<sup>2</sup>**, quelle a pericolosità bassa (scenario massimo atteso) a **32.961 km<sup>2</sup>**. Le Regioni con i valori più elevati di superficie a pericolosità idraulica media, sulla base dei dati forniti dalle Autorità di Bacino Distrettuali, risultano essere Emilia-Romagna, Toscana, Lombardia, Piemonte e Veneto.

# FENOMENI FRANOSI

Dal confronto tra la mosaicatura nazionale ISPRA 2017 e quella del 2015, emerge un incremento del 2,9% della superficie complessiva classificata dai PAI (classi P4, P3, P2, P1) e del 6,2% delle classi a maggiore pericolosità (elevata P3 e molto elevata P4).

E' stata registrata una riduzione del 19,5% delle aree di attenzione, che in buona parte sono state riclassificate come aree a pericolosità.

Tali variazioni sono legate prevalentemente all'integrazione/revisione delle perimetrazioni, anche con studi di maggior dettaglio, e alla mappatura di nuovi fenomeni franosi.

## Aree a pericolosità da frana PAI in Italia - Mosaicatura

Aree a pericolosità da frana			
		km <sup>2</sup>	% su territorio nazionale
P4	Molto elevata	9.153	3,0%
P3	Elevata	16.257	5,4%
P2	Media	13.836	4,6%
P1	Moderata	13.953	4,6%
AA	Aree di Attenzione	6.782	2,2%
<b>Totale Italia</b>		<b>59.981</b>	<b>19,9%</b>

**Tabella 1.2 - Aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata PAI su base regionale**

Regione	Area Regione	Aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		
		P4 + P3		
	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	%	
Piemonte	25.387	1.230,8	4,8%	
Valle D'Aosta	3.261	2.671,7	81,9%	
Lombardia	23.863	1.538,2	6,4%	
Trentino-Alto Adige	13.605	1.476,7	10,9%	
	<i>Bolzano</i>	7.398	131,7	1,8%
	<i>Trento</i>	6.207	1.345,0	21,7%
Veneto	18.407	105,6	0,6%	
Friuli Venezia Giulia	7.862	190,5	2,4%	
Liguria	5.416	751,9	13,9%	
Emilia-Romagna	22.452	3.277,7	14,6%	
Toscana	22.987	3.367,6	14,7%	
Umbria	8.464	492,9	5,8%	
Marche	9.401	735,5	7,8%	
Lazio	17.232	953,3	5,5%	
Abruzzo	10.831	1.678,2	15,5%	
Molise	4.460	716,9	16,1%	
Campania	13.671	2.678,2	19,6%	
Puglia	19.541	594,8	3,0%	
Basilicata	10.073	511,6	5,1%	
Calabria	15.222	545,6	3,6%	
Sicilia	25.832	394,6	1,5%	
Sardegna	24.100	1.497,6	6,2%	
<b>Totale Italia</b>	<b>302.066</b>	<b>25.410</b>	<b>8,4%</b>	

# ALLUVIONI

**Un'alluvione è l'allagamento temporaneo di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua.**

L'inondazione di tali aree può essere provocata da fiumi, torrenti, canali, laghi e, per le zone costiere, dal mare. La **Direttiva 2007/60/CE** relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni (Direttiva Alluvioni o Floods Directive – FD), ha lo scopo di istituire un quadro di riferimento per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni. **E' stata attuata in Italia con il D.Lgs. 49/2010.**

La mosaicatura è stata realizzata secondo i tre scenari di pericolosità del decreto: **elevata P3** con tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (alluvioni frequenti), **media P2** con tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (alluvioni poco frequenti) e **bassa P1** (scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi).

Dal confronto tra la mosaicatura nazionale ISPRA 2017 e quella del 2015, emerge un incremento dell'1,5% della superficie a pericolosità idraulica elevata P3, del 4% della superficie a pericolosità media P2 e del 2,5% della superficie a pericolosità bassa P1.

Gli incrementi sono legati all'integrazione della mappatura in territori precedentemente non indagati (es. reticolo idrografico minore), all'aggiornamento degli studi di modellazione idraulica e alla perimetrazione di eventi alluvionali recenti. Gli incrementi più significativi della superficie classificata a pericolosità media hanno riguardato la regione Sardegna, il bacino del Po in regione Lombardia, i bacini delle Marche, il bacino del Tevere in regione Lazio, il bacino dell'Arno e quelli regionali toscani, i bacini della Puglia.

**Tabella 2.2 - Aree a pericolosità idraulica media P2 su base regionale**

Regione	Area Regione	Aree a pericolosità idraulica media P2 (D.Lgs. 49/2010)	
	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	%
<b>Piemonte</b>	25.387	2.066,0	8,1%
<b>Valle D'Aosta</b>	3.261	239,2	7,3%
<b>Lombardia</b>	23.863	2.405,7	10,1%
<b>Trentino-Alto Adige</b>	13.605	78,9	0,6%
<i>Bolzano</i>	7.398	33,2	0,4%
<i>Trento</i>	6.207	45,7	0,7%
<b>Veneto</b>	18.407	1.713,4	9,3%
<b>Friuli Venezia Giulia</b>	7.862	610,3	7,8%
<b>Liguria</b>	5.416	153,5	2,8%
<b>Emilia-Romagna</b>	22.452	10.252,5	45,7%
<b>Toscana</b>	22.987	2.790,8	12,1%
<b>Umbria</b>	8.464	336,7	4,0%
<b>Marche</b>	9.401	241,0	2,6%
<b>Lazio</b>	17.232	572,3	3,3%
<b>Abruzzo</b>	10.831	149,9	1,4%
<b>Molise</b>	4.460	139,4	3,1%
<b>Campania</b>	13.671	699,6	5,1%
<b>Puglia</b>	19.541	884,5	4,5%
<b>Basilicata</b>	10.073	276,7	2,7%
<b>Calabria</b>	15.222	576,7	3,8%
<b>Sicilia</b>	25.832	353,0	1,4%
<b>Sardegna</b>	24.100	857,3	3,6%
<b>Totale Italia</b>	<b>302.066</b>	<b>25.398</b>	<b>8,4%</b>

## Aree a pericolosità idraulica - Scenari D.Lgs. 49/2010

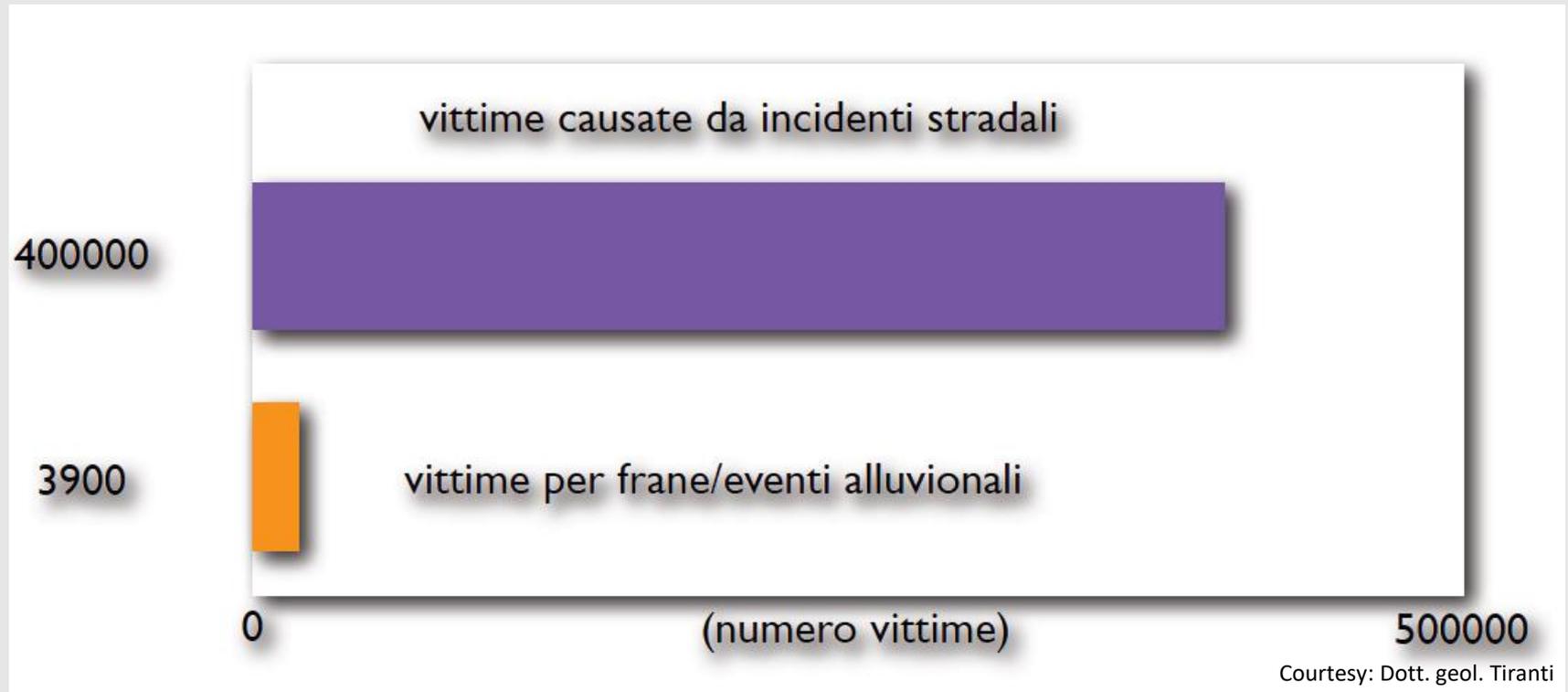
	km <sup>2</sup>	% su territorio italiano
Scenario pericolosità Elevata P3	12.405,3	4,1%
Scenario pericolosità Media P2	25.397,6	8,4%
Scenario pericolosità Bassa P1	32.960,9	10,9%



# Il concetto di RISCHIO ACCETTABILE

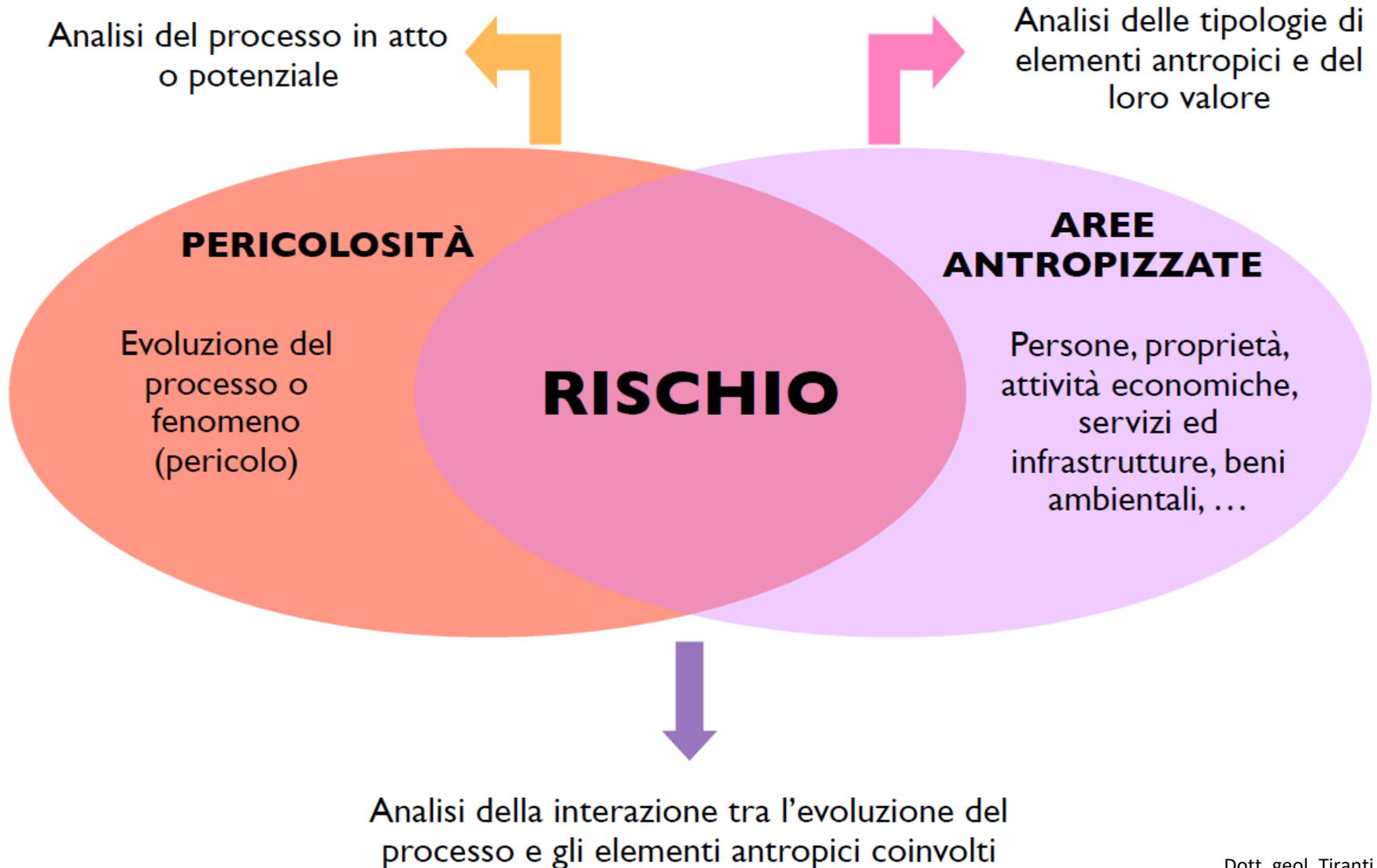
Che cosa significa??

Negli ultimi 50 anni....



Deve essere fatta una distinzione netta tra i rischi che ci assumiamo volontariamente e quelli che ci sono imposti e sui quali non abbiamo controllo diretto. Solitamente corriamo un rischio perché da esso possiamo trarre un beneficio e più è alto il beneficio, più siamo disposti ad accettare il rischio.

# STIMA DEL RISCHIO



Dott. geol. Tiranti

# ANALISI DI PERICOLOSITA'

La valutazione della pericolosità di una determinata area, consiste nel **definire un modello evolutivo del processo** che la interessa che risponda alle seguenti domande:

Che tipo di processo?



Riconoscimento tipologico

Quanta energia sviluppa?



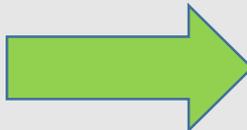
Comprensione dei meccanismi evolutivi

Quando si verifica?



Identificazione della frequenza di attivazione

Dove accade?



Individuazione della distribuzione spaziale

**Riassumendo:** qual è la probabilità che un determinato fenomeno, di una determinata intensità, si verifichi in una determinata area, entro un certo intervallo temporale?

*Chiara Calligaris, Ph.D. – D.M.G. Università degli Studi di Trieste*

# ANALISI DEL RISCHIO

La valutazione del rischio non può prescindere da quella di pericolosità geologica cui va sommato il concetto di danno in modo da riuscire a rispondere alle seguenti domande:

Quali elementi (persone, cose, attività) sono interessate?



Identificazione degli elementi a rischio

Quanto resistono gli elementi impattabili?



Valutazione della vulnerabilità degli elementi a rischio

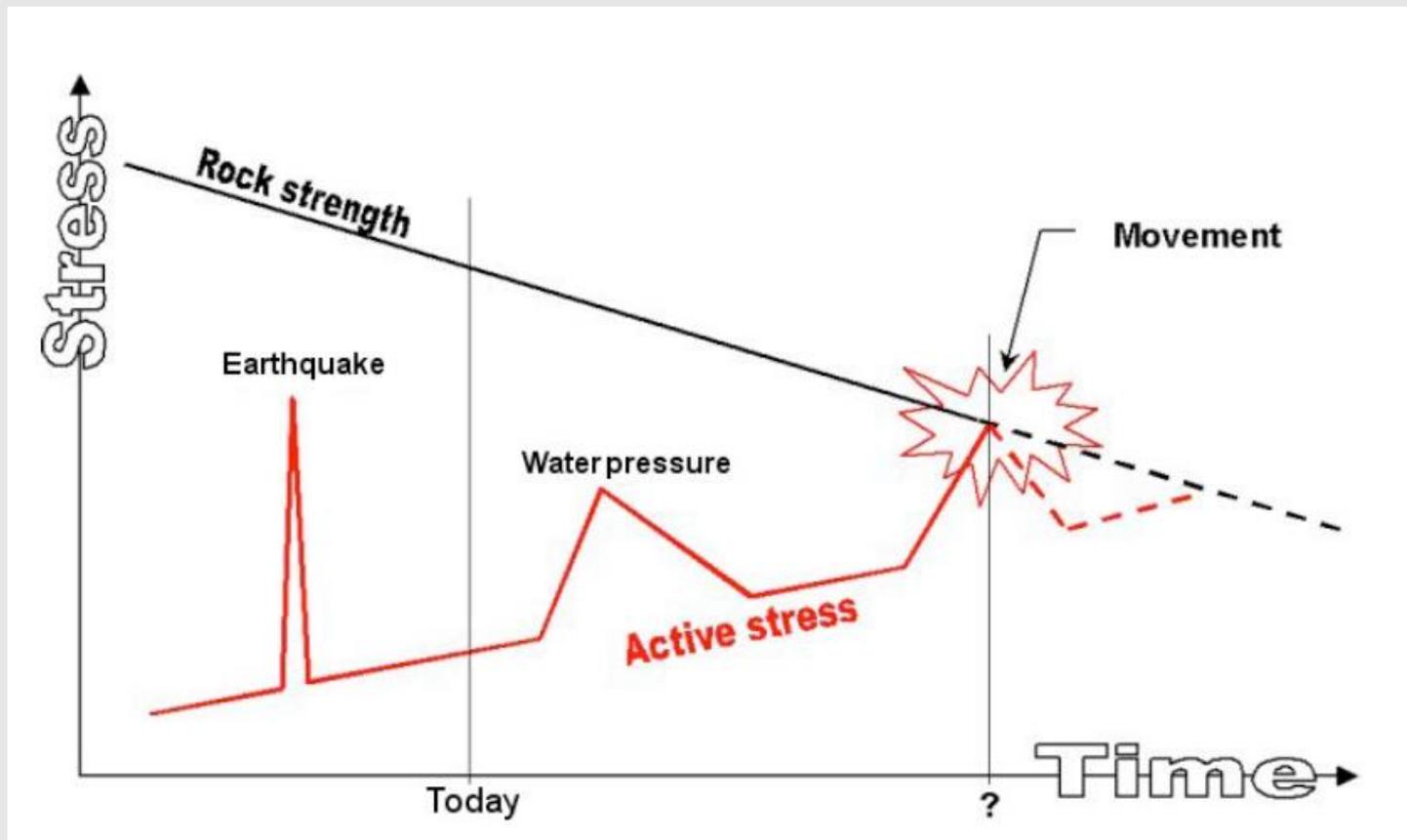
A quanto ammonta la perdita?



Valutazione del danno atteso

**Riassumendo:** si tratta pertanto di una valutazione del rischio nel suo complesso

In tutto questo ragionamento, una grande INCERTEZZA è legata al **FATTORE TEMPO**: cioè, **quando si verificherà il fenomeno??**

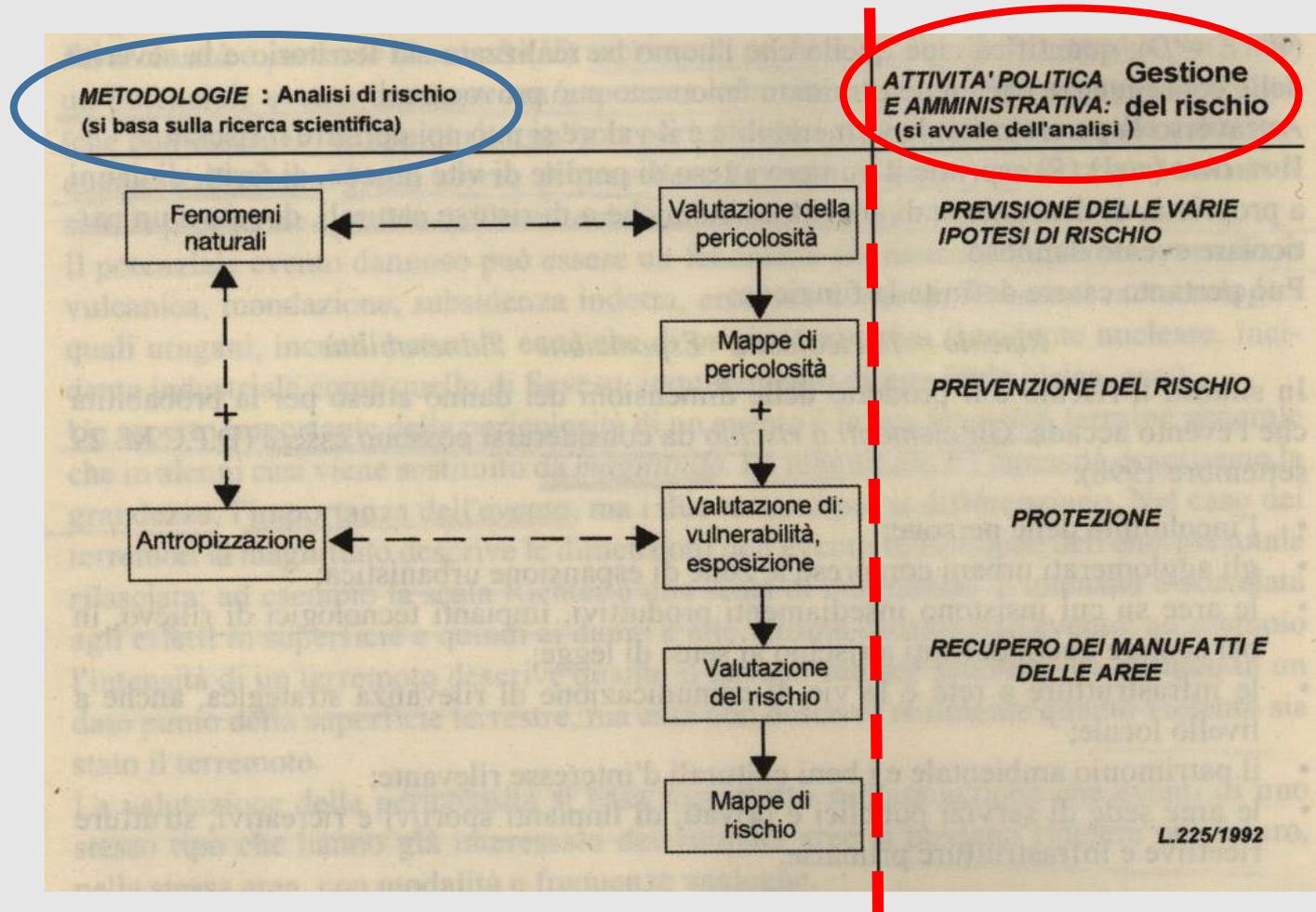


Abbiamo un elevato numero di parametri coinvolti e una loro variabilità spaziale e temporale, spesso non noti o difficili da reperire....

La lotta al (o controllo del) dissesto idrogeologico viene individuata in due momenti fondamentali:

**PREVISIONE e PREVENZIONE**

# Percorso metodologico relativo alla determinazione del rischio



# PREVISIONE

Secondo l'art. 3 della L. 225/1992, *Istituzione del Servizio Nazionale della Protezione Civile*, la **PREVISIONE** delle varie ipotesi di rischio consiste nelle attività dirette allo studio ed alla determinazione delle cause dei fenomeni calamitosi, alla identificazione dei rischi ed alla individuazione delle zone del territorio soggette ai rischi stessi.

Attività che definiscono le **CAUSE** e i **MECCANISMI** degli eventi calamitosi, alla previsione degli eventi stessi sia come area soggetta al probabile evento che come momento dell'evento stesso. Le citate attività permettono di redigere quelle che vengono definite **MAPPE DEL RISCHIO**.

# Gli stadi della previsione

Previsione	Mezzi	Scopi	Obiettivo
Individuare il tipo di rischio cui il territorio è soggetto, per poter predisporre le misure di attenuazione del rischio stesso	<p>Ricerca scientifica e tecnologica mirata alla conoscenza dei meccanismi e delle cause del dissesto idrogeologico, alla elaborazione di modelli previsionali, ecc.</p> <p>Reti di monitoraggio, stazioni di rilevamento per controllare con continuità gli eventi possibili</p> <p>Banche dati, serie storiche</p> <p>Potenziamento delle strutture tecniche pubbliche per la difesa del suolo (Servizi tecnici, Autorità di bacino, ecc.)</p> <p>Coinvolgimento delle imprese nelle attività sopra descritte</p>	<p>Previsione p.d. dell'evento calamitoso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fase propedeutica, ossia individuazione e censimento delle aree dissestate conosciute, indicando tipologia, attività, ecc. a varie scale (locale, regionale, nazionale)</li> <li>• localizzazione del probabile evento ("dove")</li> <li>• individuazione del momento in cui si manifesterà l'evento ("quando")</li> <li>• previsione delle conseguenze dell'evento</li> </ul>	Redazione delle mappe di rischio, di cui le mappe di pericolosità sono quelle propedeutiche

# PREVENZIONE

Sempre secondo l'art. 3 della L. 225/1992, la **PREVENZIONE** consiste nelle attività volte ad evitare o ridurre al minimo la possibilità che si verifichino danni conseguenti agli eventi di cui all'art.2 (calamità, catastrofi naturali o connesse con l'attività dell'uomo) anche sulla base delle conoscenze acquisite per effetto delle attività di previsione.

**Quindi la PREVENZIONE dipende dalla PREVISIONE!!!**

Una volta stilate le mappe del rischio, si passa all'adozione di interventi volti alla sua attenuazione (**non essendo possibile eliminare completamente il rischio**).

La prevenzione avviene con **MISURE NON STRUTTURALI** e **MISURE STRUTTURALI**.

# PREVENZIONE: MISURE NON STRUTTURALI

- A **livello normativo**, stabilendo prescrizioni tecniche che impongano di realizzare servizi, abitazioni, infrastrutture con caratteristiche capaci di resistere all'evento, o quanto meno di minimizzare i danni conseguenti all'evento stesso;
- A **livello di pianificazione**, redigendo piani regolatori, di fabbricazione e altri strumenti di programmazione socio-economica compatibili con le mappe di rischio, nonché adottando i «piani stralcio di bacino» e le «misure di salvaguardia» di cui rispettivamente ai commi 6-bis e 6-ter dell'art. 17 della legge 183/1989;
- A **livello tecnico-scientifico**, ricercando ad esempio soluzioni che rendano apparecchiature ed impianti i più sicuri possibile, o effettuando studi e ricerche sui materiali e sulle tecniche per realizzare le opere più idonee per ridurre il rischio;
- A **livello informativo**, educando, formando ed informando amministratori, operatori e popolazioni per affrontare, nel modo più opportuno e sicuro, i vari rischi.

# PREVENZIONE: MISURE STRUTTURALI

**Realizzando opere** con le quali si riduce la probabilità del verificarsi dell'evento calamitoso, ad esempio alzando gli argini fluviali o costruendo opere di laminazione delle piene a monte dei siti a rischio alluvione o realizzando drenaggi a monte di aree predisposte ai fenomeni franosi; la razionalizzazione delle pratiche agricole e di uso del suolo può essere considerata una misura strutturale.

# Gli stadi della prevenzione

Prevenzione	Livello normativo-tecnico	Livello di pianificazione	Livello tecnico-scientifico	Livello informativo
In teoria la prevenzione dovrebbe seguire la redazione delle mappe di rischio, laddove queste esistano; in generale la prevenzione consiste nell'adozione di misure di attenuazione del rischio, consistenti in interventi strutturali e non strutturali, che possono essere inquadrate in 4 livelli	Stabilendo norme per il controllo del dissesto idrogeologico del territorio Stabilendo prescrizioni tecniche relative alla tipologia delle nuove costruzioni, capaci di resistere meglio all'evento	Redigendo piani urbanistici, territoriali, di settore, ecc. compatibili con le mappe di rischio Adottando i piani stralcio di bacino Adottando le misure di salvaguardia Redigendo i programmi di previsione e prevenzione (L. 225/1992 e seguenti) Intervenendo sulle cause della pericolosità con interventi strutturali Realizzando e gestendo sistemi di allertamento	Sviluppando le conoscenze Ricercando soluzioni che rendano apparecchiature e impianti il più sicuri possibile Effettuando studi sui materiali e sulle tecniche più idonei per ridurre il rischio	Educando, formando e informando amministratori pubblici, operatori e popolazioni ad affrontare il rischio nel modo più opportuno e sicuro

Gli interventi strutturali tendono alla riduzione della pericolosità, mentre quelli non strutturali tendono a ridurre l'esposizione.

Gli interventi non strutturali richiedono risorse economiche molto più contenute rispetto a quelli strutturali.

# Che cosa fa parte del DISSESTO IDROGEOLOGICO??

Per **DISSESTO IDROGEOLOGICO** la Commissione De Marchi intendeva l'insieme di «quei processi che vanno dalle erosioni contenute e lente alle forme più consistenti della degradazione superficiale e sottosuperficiale dei versanti, fino alle forme imponenti e gravi delle frane».

Dopo la creazione del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (**GNDICI**) istituito nel **1984** dal Ministro per la ricerca scientifica e tecnologica, con il termine **DISSESTO IDROGEOLOGICO** si intende:

**qualsiasi disordine o situazione di squilibrio che l'acqua produce nel suolo e/o sottosuolo**

**EROSIONE IDRICA DIFFUSA E PROFONDA (FRANE, DGPV...) ARRETRAMENTO DEI LITORALI (O EROSIONE COSTIERA), ALLUVIONI, SUBSIDENZA INDOTTA DALL'UOMO E VALANGHE**

# FATTORI GENERALI E DIFFUSI DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO

La **CONOSCENZA** del rischio idrogeologico, cui l'attività umana è esposta, è indispensabile per lo studio integrato delle potenzialità e delle limitazioni d'uso del territorio.

Vari Autori hanno cercato di realizzare un modello di valutazione qualitativa e quantitativa di questo fenomeno, basandosi su 1 o più fattori che ne sono all'origine:

- Condizioni geolitologiche e connesse condizioni idrogeologiche;
- Caratteristiche pedologiche (tessitura del suolo, struttura, spessore, permeabilità, contenuto di sostanza organica...);
- Condizioni morfologiche (pendenza, esposizione, quota, lunghezza del versante....);
- Condizioni meteorologiche;
- Condizioni idrologiche;
- Copertura vegetale (specie vegetali, densità della copertura vegetale, tipo di associazione vegetale, tipo di coltura, tecniche colturali...)
- Interventi diretti dell'uomo, tra cui anche le tecniche sistematorie (grandi opere localizzate, opere minori diffuse sul territorio...)

# FATTORI GENERALI E DIFFUSI DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO

FATTORI NATURALI  
FATTORI ANTROPICI

1. Regime delle piogge
2. Componenti geologica e geomorfologica
3. Opere umane

# I fattori naturali del dissesto

1. Il comportamento delle rocce in rapporto al clima

2. Il ruolo dell'acclività

3. Il ruolo degli eventi meteoclimatici nell'origine dei dissesti

# 1. Il comportamento delle rocce in rapporto al clima

In Italia, le catene Alpina e Appenninica sono ancora in fase di sollevamento, sono «giovani». Su di esse l'erosione si esplica intensamente, favorita dalla natura geologica.

E' possibile suddividere le rocce in 4 macro gruppi:

- Rocce a base prevalentemente argillosa;
- Rocce arenarie silicee;
- Rocce cristalline;
- Rocce calcaree-calcareo dolomitiche.

In clima mediterraneo, l'argilla sotto le piogge prolungate si rigonfia, perde consistenza, cola lungo i pendii. Durante le aride estati, con l'evaporazione, si riduce di volume e secca, crepacciandosi. Le argille così appesantite e scompagnate, sono soggette a intensi fenomeni erosivi, gli ultimi stadi dei quali sono costituiti da calanchi e dalle frane tra cui le colate di detrito.

In Italia i terreni argillosi ricoprono circa il 13% del territorio e sono ubicati nelle colline (Gisotti, 2012). Sui terreni argillosi, poco permeabili, si possono instaurare fenomeni di ruscellamento importanti con conseguenti piene impetuose ed improvvise.

# 1. Il comportamento delle rocce in rapporto al clima

- **Rocce arenarie silicee**

Le alternanze più o meno fitte di strati di arenarie silicee con marne o argille, quello che noi chiamiamo «flysch», sono rocce caratterizzate da caratteristiche geotecniche medie che possono dar luogo a frane di crollo e/o scivolamento.

- **Rocce cristalline**

Le rocce eruttive e metamorfiche sono dotate in genere di buone o ottime caratteristiche geomeccaniche con bassa erodibilità e scarsa predisposizione al dissesto (es. graniti sardi).

La situazione peggiora in caso di rocce metamorfiche scistose (micascisti, filladi...) dove si possono generare frane di scivolamento in corrispondenza dei più marcati piani di scistosità.

- **Rocce carbonatiche**

Le rocce carbonatiche anche se più o meno fratturate e/o carsificabili rappresentano pur sempre l'insieme delle rocce più resistenti all'opera disgregatrice della natura e le sole ospitanti una ricca circolazione idrica sotterranea.

## 2. Il ruolo dell'acclività

Verrà trattato separatamente

### 3. Il ruolo degli eventi meteoclimatici nell'origine dei dissesti

Le piogge rappresentano la principale causa di alcuni importanti pericoli geologici di origine esogena: erosione, inondazione, frana.

Lo studio delle precipitazioni ai fini del dissesto idrogeologico non si basa su **QUANTO** piove mediamente nell'arco di una annualità, ma su **COME** piove.

Le [curve segnalatrici di probabilità pluviometrica](#) ci permettono di calcolare la frequenza da attribuire a ciascun evento (**lo vedremo in seguito**).

L'acqua a seguito di piogge intense può dar luogo ad importanti fenomeni erosivi e a pericoli di inondazione. Quest'ultima può essere mitigata attraverso la **CONOSCENZA**, nei diversi bacini, della risposta dei corsi d'acqua agli eventi meteorologici.

In Italia, e nell'area mediterranea, la precipitazione media annua tende ad essere sostanzialmente costante, il numero di giorni piovosi tende a diminuire, ma gli eventi piovosi diventano più intensi e concentrati in intervalli temporali più brevi.

Es. Evento alluvionale Valcanale, 2003

# I fattori antropici dei dissesti

1. Rilevanti trasformazioni del territorio, concentrate o sparse e loro conseguenze

2. Effetti indotti dalle infrastrutture e dagli insediamenti sul regime idraulico e idrogeologico

2.1. Gli effetti degli interventi antropici nelle fasce costiere

2.2. L'attività estrattiva

3. Effetti indotti dalle modifiche dirette del regime idraulico

4. Effetti indotti dall'abbandono delle opere di stabilizzazione dei pendii, dalle tecniche agricole improprie e dalle modifiche della copertura vegetale

5. Effetti degli incendi della vegetazione

# 1. Rilevanti trasformazioni del territorio, concentrate o sparse e loro conseguenze

Solitamente i dissesti sono determinati da cause naturali, ma possono essere anche accelerati, se non provocati da interventi errati realizzati dall'uomo sul territorio.

Alcuni esempi:

- 1) Costruzione di insediamenti e infrastrutture senza tener conto delle reali condizioni idrologiche, idrauliche, geomorfologiche (es. di Rigopiano), geotecniche, ambientali ....
- 2) Irrigidimento del sistema idrografico che è un dei maggiori responsabili delle inondazioni;
- 3) Ricorso massiccio alla meccanizzazione agricola in terreni che per pendenza eccessiva e caratteristiche pedologiche non si prestano a tali lavorazioni che forzosamente sono profonde, in direzione della massima pendenza e provocano effetti di erosione accelerata e frane;
- 4) Abbandono di terreni agricoli collinari e montani;
- 5) Disboscamento o eliminazione delle associazioni vegetali spontanee e in generale distruzione della copertura vegetale efficace per la protezione del suolo.



## 2. Effetti indotti dalle infrastrutture e dagli insediamenti sul regime idraulico e idrogeologico

Qualsiasi intervento destinato a mutare le caratteristiche naturali del terreno può provocare effetti più o meno palesi sui meccanismi di formazione delle piene.

Un ruolo importante in questo lo gioca il **TEMPO DI CORRIVAZIONE**, cioè il tempo che le acque di afflusso meteorico impiegano per raggiungere una data sezione fluviale, che sottende un bacino idrografico, partendo dai punti più lontani dello stesso.

MINORE è il tempo di corrivazione, MAGGIORE è la probabilità che si formino delle onde di piena.

Il tempo di corrivazione a sua volta è funzione del **COEFFICIENTE DI DEFLUSSO** che è dato dal rapporto tra l'altezza di deflusso (volume delle acque che scorrono sulla superficie del terreno) e l'altezza di afflusso (volume delle precipitazioni) riferiti ad un dato intervallo di tempo e a una superficie unitaria.

Il coefficiente di deflusso è **sempre <1**.

Quanto citato va tenuto in debito conto in caso di progetti per infrastrutture, centri abitati, zone industriali....cioè quando si parla di PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Una delle prime conseguenze dell'urbanizzazione è la **MODIFICA DELLA PERMEABILITA'** dello strato superficiale del suolo, cioè l'**impermeabilizzazione** dovuta alla crescente urbanizzazione fa aumentare il valore del deflusso superficiale e fa diminuire l'infiltrazione. Poiché le pavimentazioni e le coperture hanno in genere minore scabrezza del terreno naturale, il moto dell'acqua di pioggia risulta facilitato e cospicue masse d'acqua possono muoversi con notevole velocità da un punto all'alto, ma soprattutto in maniera del tutto diversa da quanto avveniva sul terreno prima della realizzazione di siffatte opere. Tutto ciò porta a maggiori probabilità di piene elevate ma soprattutto improvvise.

Esempi possono essere rappresentati dalla presenza di strade e ferrovie, delle reti fognanti «bianche» che, se pur correttamente dimensionate, recapitano cospicue portate in tratti fluviali che naturalmente sarebbero interessati da apporti ben più modesti.

Altra possibile causa di dissesto è inoltre rappresentata dal **DISBOSCAMENTO** che crea così le condizioni favorevoli per un'erosione accelerata.



## 2.1. GLI EFFETTI DEGLI INTERVENTI ANTROPICI NELLE FASCE COSTIERE

Una delle aree costiere più fragili è rappresentata dalle spiagge e dai retrostanti sistemi di dune litoranee o recenti (ove presenti), subparallele alla linea di riva. Il litorale italiano, soprattutto negli ultimi decenni, è stato sfruttato a scopo turistico: stabilimenti balneari, seconde case, alberghi.....porti turistici... Gli effetti più evidenti dell'antropizzazione sono:

- 1) Arretramento delle spiagge e dei cordoni dunari dovuti al diminuito apporto solido fluviale;
- 2) Demolizione del sistema di dune litoranee, che risulta essere un processo praticamente irreversibile



## 2.2. L'ATTIVITA' ESTRATTIVA

Sono state frequenti le conseguenze negative delle eccessive ed incontrollate estrazioni di inerti dagli alvei fluviali, quando hanno alterato il «profilo d'equilibrio» dei corsi d'acqua.



### 3. Effetti indotti dalle modifiche dirette del regime idraulico

La costruzione di opere di captazione e di utilizzo delle acque avviene generalmente dopo che sono stati presi in considerazione e attentamente esaminati tutti gli effetti collaterali che le opere stesse possono determinare, direttamente o indirettamente sul regime delle acque di superficie o sotterranee.

Ciò nonostante, ancora oggi, si assiste a numerosi interventi che palesemente rappresentano una vera e propria violazione del regime delle acque.

Alcuni di questi sono:

- LAGHETTI COLLINARI
- SERBATOI (laghi artificiali)
- TRAVERSE FLUVIALI
- OPERE DI PRESA
- OPERE DI RESTITUZIONE
- GRANDI TRASPORTI D'ACQUA
- INTERVENTI SULLE ACQUE SOTTERRANEE
- IRRIGIDIMENTO DEL SISTEMA IDROGRAFICO

## LAGHETTI COLLINARI

Sono quei piccoli serbatoi della capacità utile di poche migliaia o poche decine di migliaia di m<sup>3</sup>, realizzati nelle zone collinari al fine di raccogliere acqua per uso irriguo e/o zootecnico.

I laghetti esercitano un benefico effetto nel ritardare la formazione del deflusso superficiale e nel rallentare la corrente fino a quando non si interrano....

## SERBATOI (laghi artificiali)

Sono qualitativamente analoghi ai laghetti collinari, ma di dimensioni ben più rilevanti. Questi serbatoi sono realizzati con dighe di sbarramento; la fase di realizzazione della diga vede una prima modifica dei deflussi naturali. La «restituzione» dell'acqua deviata nell'alveo originale comporta l'immissione di una portata cospicua, concentrata, in un breve tratto dell'alveo stesso. Di conseguenza, si riscontrano modifiche, anche rilevanti, sulle modalità di trasporto solido e sulla stabilità delle sponde. Molti serbatoi italiani costruiti negli anni venti sono ormai interrati....

I serbatoi sono dotati di scarichi di fondo che permettono il parziale sghiaimento dell'opera....con conseguenze non sempre positive per chi sta a valle....

# TRAVERSE FLUVIALI

Vengono realizzate per mantenere il livello dell'acqua costante in modo da renderne possibile l'utilizzo. Hanno una funzione diversa da quelle destinate alla «correzione dei torrenti» dal punto di vista della pendenza. La traversa provoca un rallentamento della corrente e quindi un progressivo interrimento delle zone di alveo a monte. A lungo andare vi è ovviamente un pericolo di inondazione a causa del ridotto volume di immagazzinamento per l'acqua. La traversa può essere anche «mobile», si parla allora di **PARATOIE**. La diminuita capacità di trasporto solido conseguente alla costruzione delle traverse fluviali si manifesta alla fine anche nelle zone di foce ove diminuisce la formazione delle barre e il mare non ha più la capacità di ripartire sulle spiagge il poco materiale solido recapitato dai fiumi. Si ha pertanto un mancato ripascimento dei litorali.



## OPERE DI PRESA

A monte delle dighe e/o delle traverse, appositi manufatti consentono di prelevare le portate volute nelle più opportune condizioni evitando soprattutto l'ingresso di materiale solido.

## OPERE DI RESTITUZIONE

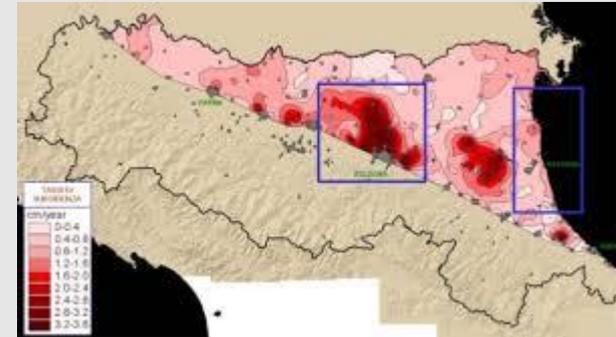
Usi «non di consumo» come quello idroelettrico, obbligano a realizzare particolari manufatti attraverso i quali reimmettere l'acqua in alveo. La corrente reimpressa, priva di materiale solido, esercita un'azione erosiva forte che può provocare problemi di instabilità delle sponde. Inoltre, l'acqua immessa ha caratteristiche diverse di temperatura rispetto a quella originale.

# GRANDI TRASPORTI D'ACQUA

Per trasportare grandi masse d'acqua da una località ad un'altra, sono necessarie opere quali canali o condotte realizzate in galleria o a cielo aperto. Lo scavo di gallerie può talora avere ripercussioni sull'andamento delle falde che possono abbassarsi creando non pochi problemi alle coltivazioni. Il franco di coltivazione può infatti abbassarsi facendo scomparire alcune specie vegetali specifiche.

## INTERVENTI SULLE ACQUE SOTTERRANEE

Innumerevoli possono essere gli effetti sulle acque sotterranee e sul territorio. Uno di questi, spesso sottovalutato, dovuto all'eccessivo prelievo delle acque, porta alla variazione dei livelli idrici nel sottosuolo e alla **subsidenza dei territori**. Un tipico esempio è dato dalla zona della Pianura Padana.



## IRRIGIDIMENTO DEL SISTEMA IDROGRAFICO

Il sistema idrografico italiano è quello di un paese geologicamente giovane dove i corsi d'acqua non hanno raggiunto (se non in alcuni casi) lo stadio di maturità. Spesso hanno un carattere torrentizio e avrebbero bisogno di elasticità di regolazione mediante varici naturali che permettano di regolare le piene. **Are di laminazione delle piene.**



## 4. Effetti indotti dall'abbandono delle opere di stabilizzazione dei pendii, dalle tecniche agricole improprie e dalle modifiche della copertura vegetale

### 4.1. Abbandono delle opere di stabilizzazione dei pendii

In Italia il rapporto uomo-territorio è sempre stato caratterizzato da un'ampia utilizzazione del suolo sino alla coltivazione delle *TERRE MARGINALI*, cioè di quei terreni sfavoriti da un punto di vista fisico. Dai primi del 1900 in poi vi fu la «fame di terre da coltivare» a causa del boom demografico e del conseguente crescente fabbisogno di derrate alimentari. Dagli anni 50 in poi, a causa della bassissima redditività di queste aree e in presenza di un'agricoltura caratterizzata dalla conduzione arretrata delle terre, si verificò un forte richiamo della forza lavoro esercitato dalle attività industriali e terziarie.

Si verificò pertanto un esodo rurale con il conseguente abbandono delle terre acclivi di collina e di bassa montagna. Le opere di presidio contro l'erosione create in secoli di esperienza, quali muretti di sostegno, terrazzamenti, gradonamenti, canalizzazioni delle acque selvagge (cioè le sistemazioni idraulico-agrarie) sono state bruscamente abbandonate a se stesse e sono andate via via degradando.

### 4.2. Errata lavorazione dei terreni acclivi con mezzi attuali

L'avvento del trattore ha sconvolto gli equilibri naturali. Il vomere trainato dai cavalli arava fino ad una profondità di 15cm, quello trainato da un trattore ara fino ad una profondità di 55-60cm. Durante l'aratura, il vomere taglia orizzontalmente la fetta di terra esercitando una pressione sul sottosuolo che crea sotto lo strato di terra lavorato una pellicola a bassa permeabilità chiamata *SOLETTA DI LAVORAZIONE*. In corrispondenza di questa si crea un ristagno d'acqua che favorisce lo scivolamento dello strato sovrastante.

### 4.3. Il disboscamento come causa di dissesto idrogeologico

Il disboscamento provoca l'incremento dell'erosione del suolo e del sottosuolo, ma anche le valanghe e le alluvioni queste ultime determinate dal rapido aumento del deflusso superficiale derivante dall'eliminazione della copertura vegetale. Solo il bosco d'alto fusto adulto e denso rappresenta il tipo di «governo» efficace nei riguardi della difesa del suolo.

### 4.4. La distruzione della cotica erbosa

Il dissesto idrogeologico porta alla distruzione della praterie e dei pascoli con eccessi di pascolamento (OVERGRAZING). I meccanismi che concorrono a rendere efficace la difesa del suolo da parte della cotica sono:

Attività biologica specifica dell'associazione erbacea, aggrappamento e trattenuta del suolo da parte delle radici, aumento della porosità e permeabilità istantanea, intercettazione delle piogge, riduzione della velocità di scorrimento, traspirazione dell'acqua.

Anche la **copertura morta** ha un ruolo notevole per la protezione meccanica all'erosione che offre.

# Il bosco: sistema integrato vegetazione-suolo

**Azione regimante del bosco: intercettazione + azione frenante degli organi aerei della vegetazione**

E' la sua capacità di ridurre la portata massime di piena nei corsi d'acqua. Gli strati di vegetazione da cui è formato un bosco (strato arboreo, strato arbustivo, strato erbaceo) intervengono nel limitare e rallentare lo scorrimento superficiale **intercettando** le precipitazioni attraverso l'apparato fogliare e **riducendo la velocità delle gocce di acqua** che li attraversano.

## L'intercettazione

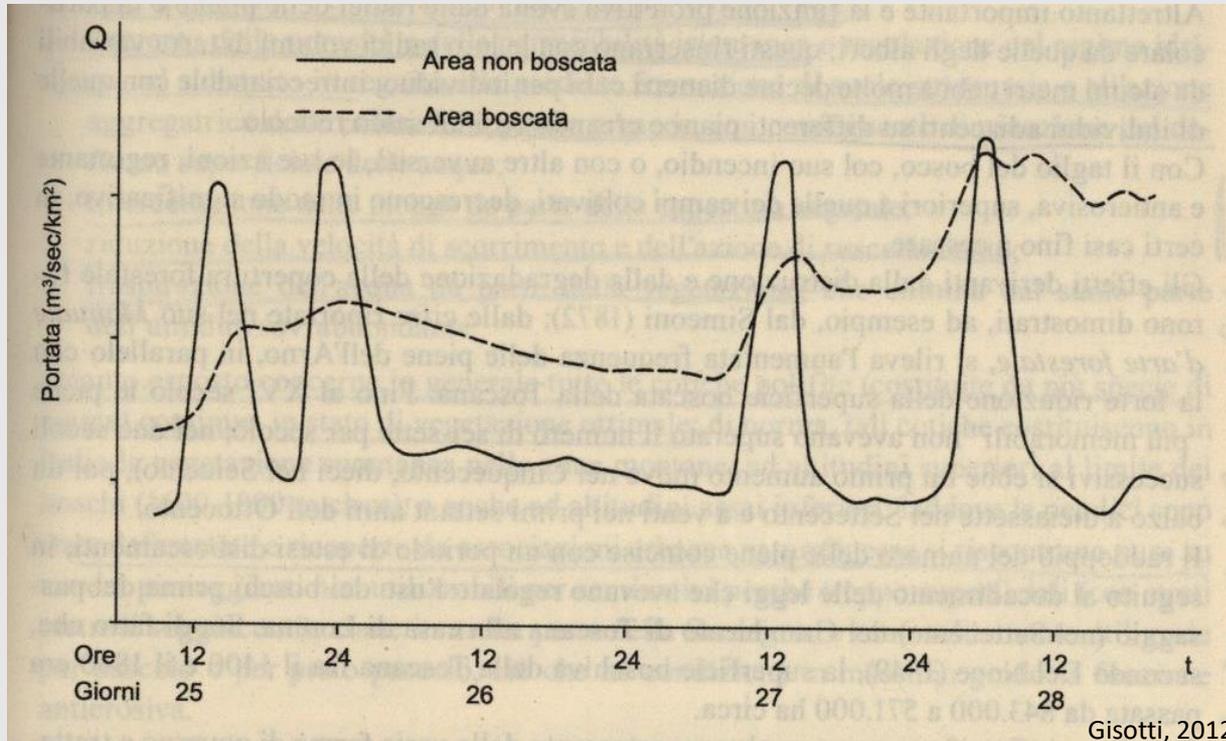
E' il fenomeno per cui l'acqua di pioggia viene trattenuta dalle foglie o scorre lungo i rami e/o i fusti delle piante, per poi ritornare per EVAPOTRASPIRAZIONE all'atmosfera. **L'entità dell'intercettazione dipende dall'altezza della pioggia (durata ed intensità) e dai parametri del bosco quali densità della massa fogliare, specie arborea, età e statura delle piante, interventi culturali effettuati.** A livello annuale, il **10-15%** di pioggia viene intercettato per boschi costituiti da specie che perdono le foglie nel periodo di massima piovosità fino a massimi di **30-40%** per boschi sempreverdi. Nel caso di singoli eventi eccezionali, l'intercettazione può anche essere trascurabile.

## L'azione frenante degli organi aerei della vegetazione

Ha il potere di ridurre la velocità e quindi la forza viva delle gocce di pioggia impedendo così che la maggior parte di esse percuota direttamente e violentemente la superficie del suolo moderando le punte delle piene e contenendo l'erosione del suolo.

La ritardata confluenza dei rivoli d'acqua in rigagnoli fa sì che i tempi di corrivazione si prolunghino facendo aumentare l'infiltrazione e diminuire il deflusso.

# L'azione di «DECAPITAZIONE» del bosco



L'azione regimante del bosco in occasione di piogge temporalesche. Idrogrammi inerenti 2 corsi d'acqua di uno stesso bacino parzialmente boscato. Evidente azione di decapitazione dei picchi di piena svolta dal bosco.

Bacini  $< 8000 \text{ km}^2$  alta incidenza del bosco

$8000 \text{ km}^2 < \text{Bacini} < 40000 \text{ km}^2$  minore dipendenza dal bosco e maggiore dipendenza dall' altezze di precipitazione e dalla sua durata.

## 5. Effetti degli incendi della vegetazione

La riduzione della copertura vegetale comporta una notevole diminuzione della protezione del suolo nei confronti del dissesto idrogeologico come sistema integrato vegetazione-suolo-roccia. Il FUOCO è quindi un evidente fattore di degradazione del suolo contribuendo ad **incrementare la compattezza del terreno, ridurre l'aliquota di acqua che si infiltra ed incrementare il deflusso superficiale.**

Gli effetti di un incendio si estrinsecano nell'immediato (bruciatura della vegetazione) e nel lungo periodo (diminuzione della capacità di infiltrazione, alterazione delle caratteristiche chimiche...)

Gli effetti del fuoco, comunque dipendono da una serie di fattori:

**Intensità, periodo, tempo di ritorno, stato fenologico della vegetazione, velocità di propagazione, tempo di residenza, stato idrico del terreno**

Essi governano la trasmissione del calore all'interno del suolo. La velocità di propagazione può variare da pochi metri per settimana (nel caso degli incendi sotterranei che consumano torba) a 5-6 km/h negli incendi di chioma di estrema violenza fino a circa 20 km/h per incendi di pascolo. La velocità condiziona fortemente gli effetti sulla vegetazione ed il passaggio dell'onda termica al di sotto della superficie del terreno.

Gli effetti del fuoco già a circa 5-8 cm al di sotto del piano campagna, possono apparire contenuti. Con l'aumento della profondità, il rialzo termico è molto attenuato, lento e sfasato temporalmente rispetto all'onda di calore, fino ad attenuarsi del tutto oltre i 30 cm di profondità, quindi a livello dell'apparato radicale di numerose specie arboree.

**Tabella 3.1. Erosione del suolo misurata in diverse parcelle**

	Parcelle	Erosione (g/m <sup>2</sup> /anno)
A	Parcelle ricoperta da vegetazione originaria	3
B	Parcelle percorsa da fuoco leggero	14
C	Parcelle percorsa da fuoco forte	148
D	Parcelle con vegetazione tagliata	9

Gisotti, 2012