

ANTICIPARE EVENTI NATURALI E LE LORO CONSEGUENZE

Fausto Guzzetti

Durham University, Institute of Hazard, Risk and Resilience

Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche "Enrico Magenes"

- Interessi
- Anticipazioni
- Considerazioni

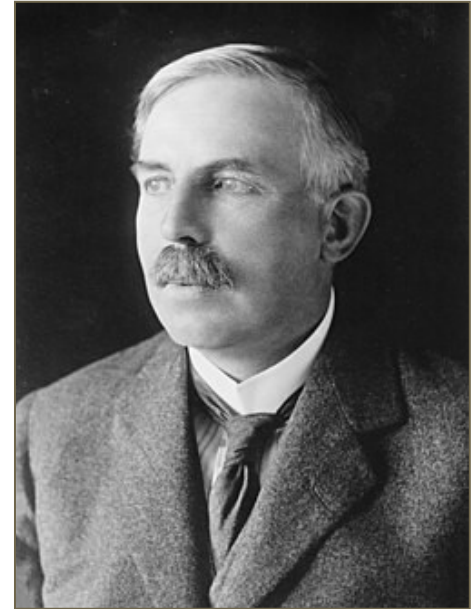
Interessi

- Rischi naturali, soprattutto le frane



Francobolli

"All science is either **physics** or **stamp collecting**"



https://it.wikipedia.org/wiki/Ernest_Rutherford

citato in Birks 1962

Traiettoria scientifica

- Dalla **mappatura**, alla **modellazione**, alla **anticipazione** delle frane

—————→ TEMPO

animazione generata da ChatGPT il 17 agosto 2026

Anticipare il futuro

"Il problema più diretto ... che la nostra conoscenza consapevole della natura dovrebbe permetterci di risolvere è l'anticipazione degli eventi futuri ..."



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heinrich_Rudolf_Hertz.jpg

citato in Hertz 1899, traduzione dell'autore

Anticipare il futuro

"... in modo da poter **organizzare** le nostre **attività presenti** in accordo con tale anticipazione."



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heinrich_Rudolf_Hertz.jpg

citato in Hertz 1899, traduzione dell'autore

Anticipare il futuro

"... per risolvere questo problema ci **avvaliamo** sempre delle nostre **conoscenze** relative a **eventi già verificatisi**, ottenute **per caso** o con un **esperimento pianificato** ..."



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heinrich_Rudolf_Hertz.jpg

citato in Hertz 1899, traduzione dell'autore

Uniformitarismo

- I processi che hanno operato nel passato sono gli stessi che agiscono oggi
- Il presente è la chiave per comprendere il passato e prevedere il futuro



Wikidata item James Hutton (Q192927)

Hutton 1788

Niscemi, gennaio 2026



fotografia: Gianfranco Di Pietro

Cosa sappiamo anticipare?

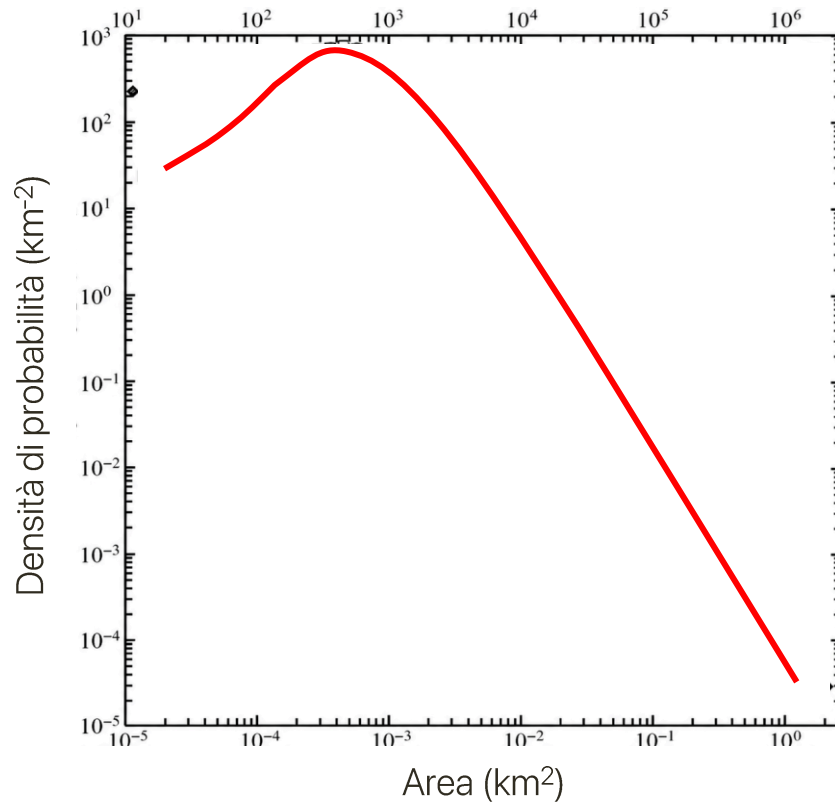
- Dimensioni
- Dove
- Quando
- Impatto

Oso landslide, Washington | source: M Reed, USGS



Dimensioni

- pioggia intensa
 - Uragano Mitch, GT, 9-10/1998
- terremoto
 - Northridge, CA, 17/1/1994, Mw 6,7
- fusione della neve
 - Umbria, IT, 1/1997



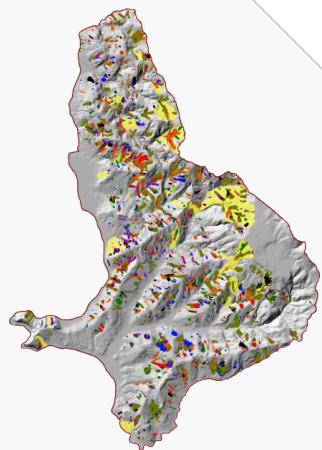
Malamud et al 2004

Dove

- Suscettibilità: probabilità (tempo invariante) che si verifichino frane sulla base delle caratteristiche del territorio
- Ottenuta con modelli di classificazione

Guzzetti et al 2006, Reichenbach et al 2018

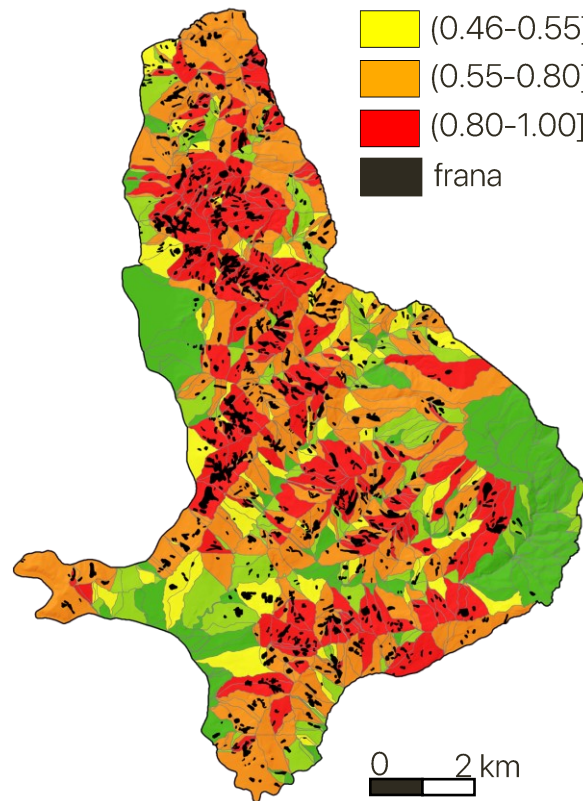
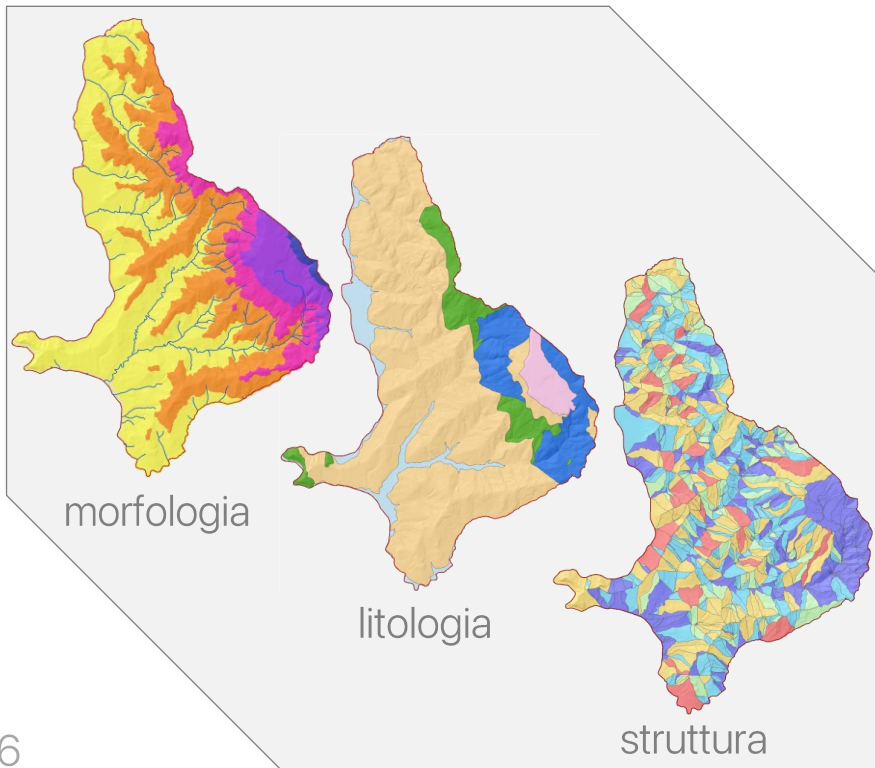
Suscettibilità



frane
1937-1985



Guzzetti et al 2006



probabilità

[0.00-0.20]

(0.20-0.45]

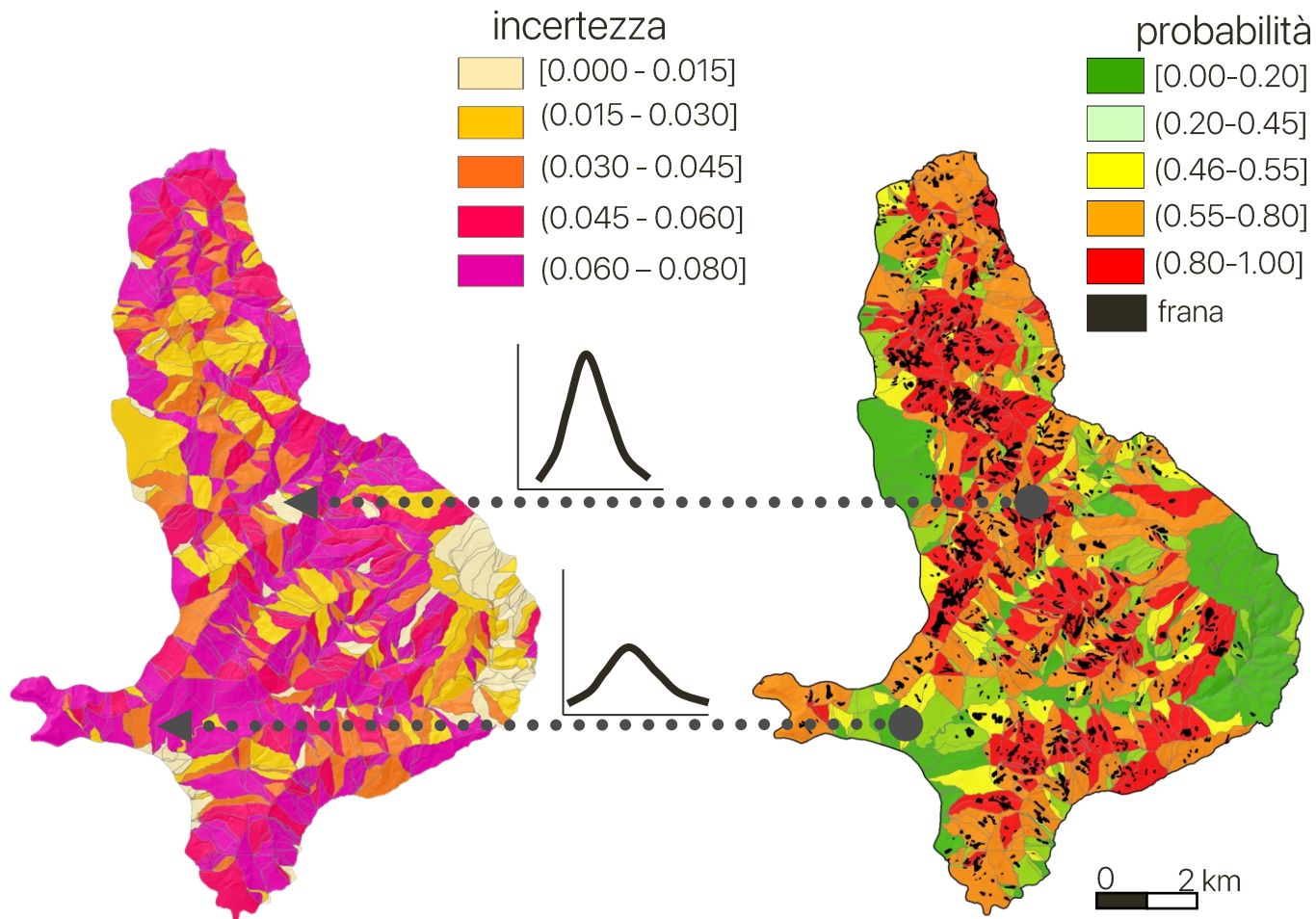
(0.46-0.55]

(0.55-0.80]

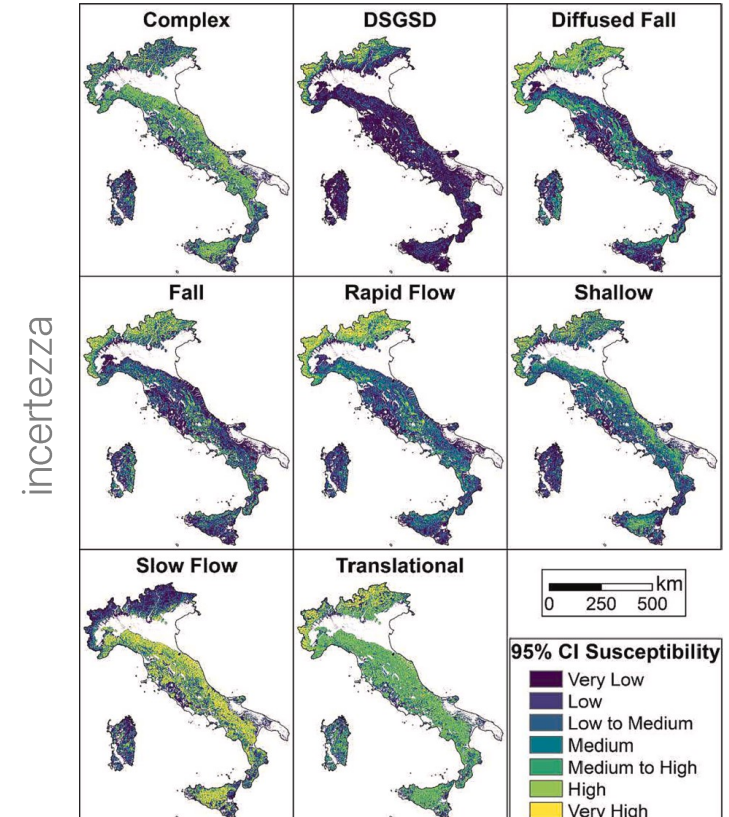
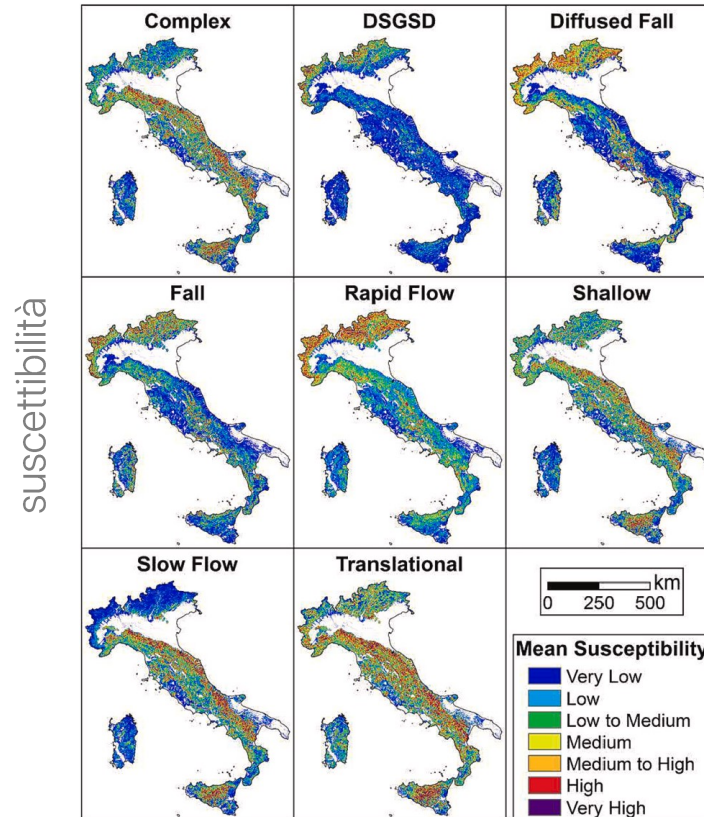
(0.80-1.00]

frana

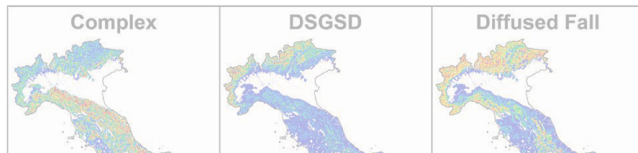
Incertezza



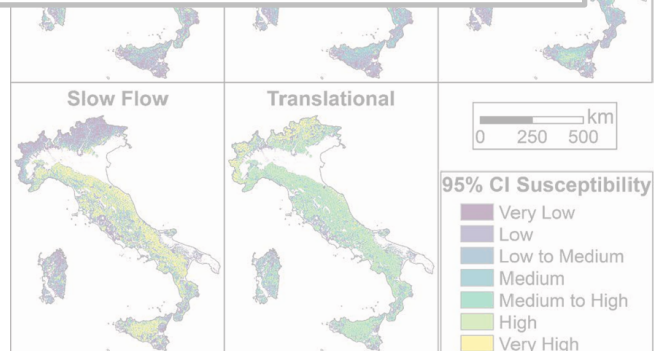
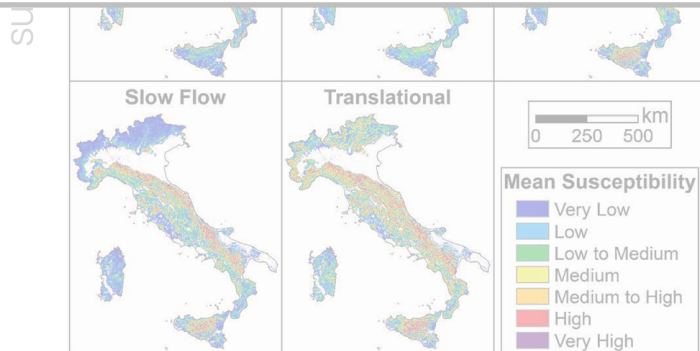
Guzzetti et al 2006



Loche et al 2022



problema: la suscettibilità non dice quando avverranno le frane

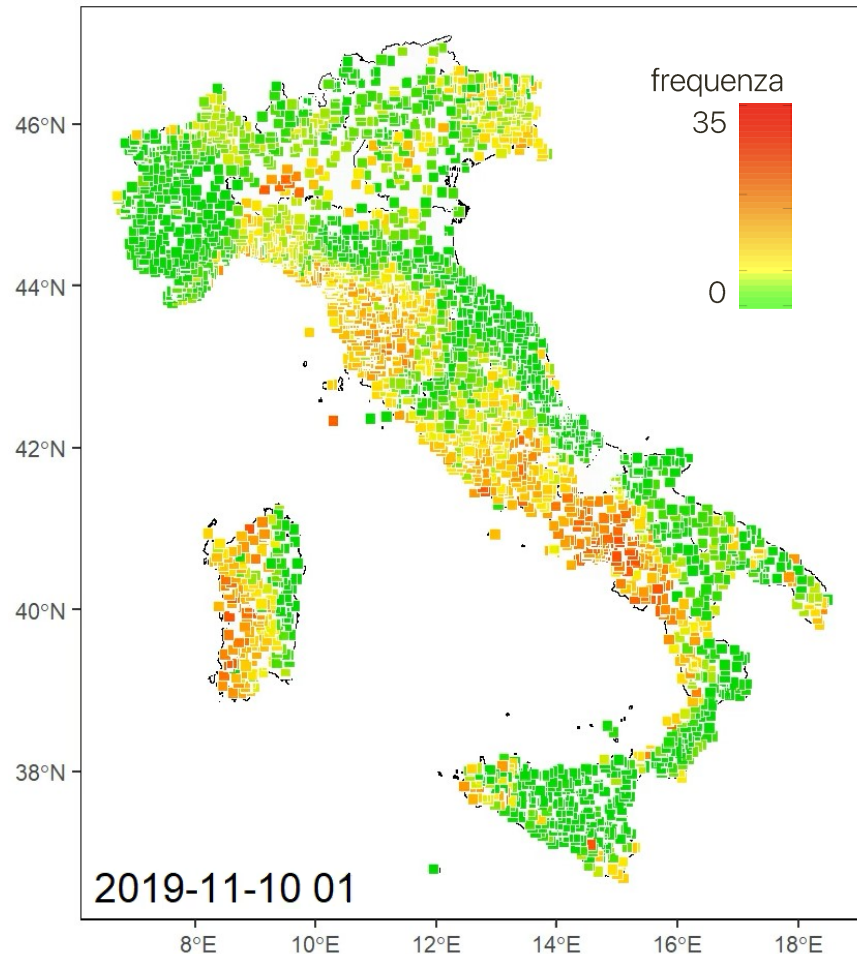


Loche et al 2022

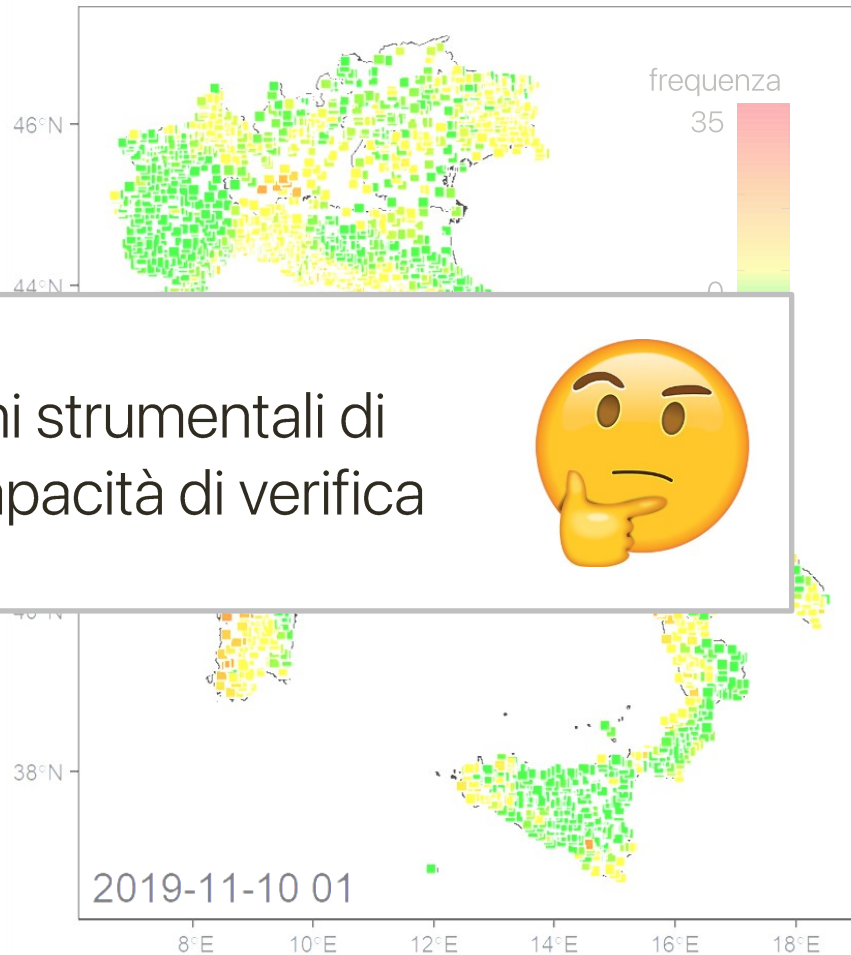
Quando

480 previsioni orarie
dal 10 al 30 novembre 2019

Mondini et al 2025



Quando



problema: la mancanza di sistemi strumentali di rilevazione delle frane limita la capacità di verifica

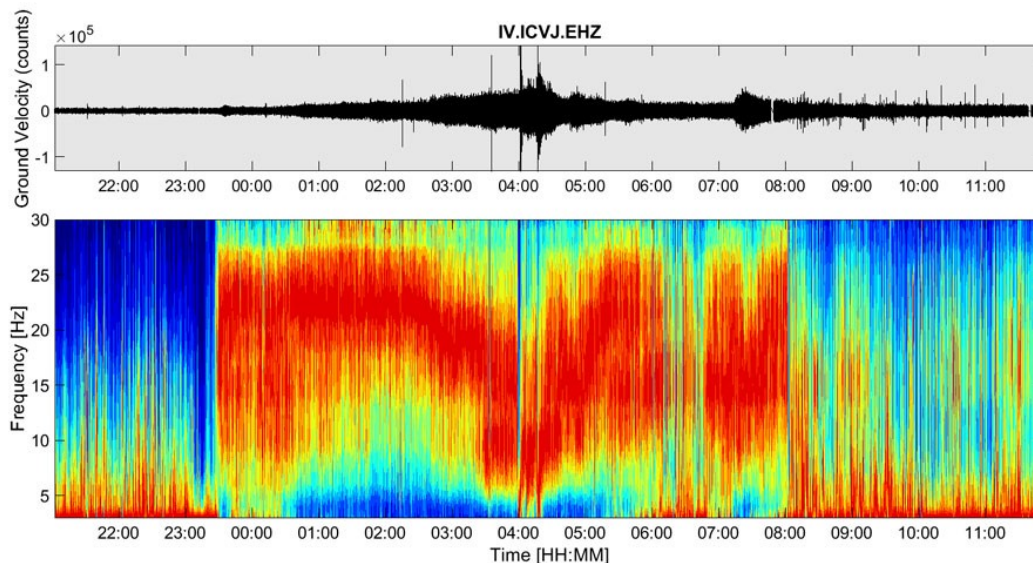


Mondini et al 2025

Reti sismiche

- Dati su **dove** e **quando** avvengono le frane si possono ottenere dalle reti sismiche

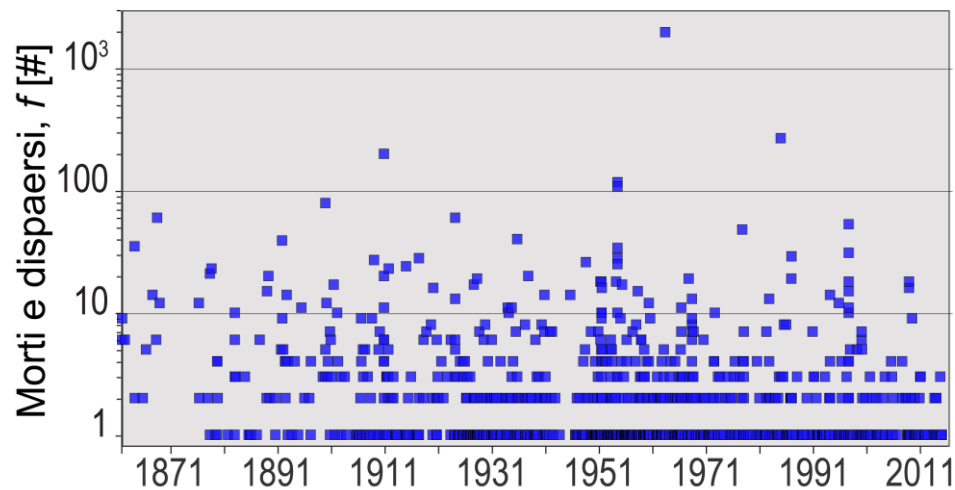
segnale sismico associato a
eventi franosi a Casamicciola
il 26 novembre 2022



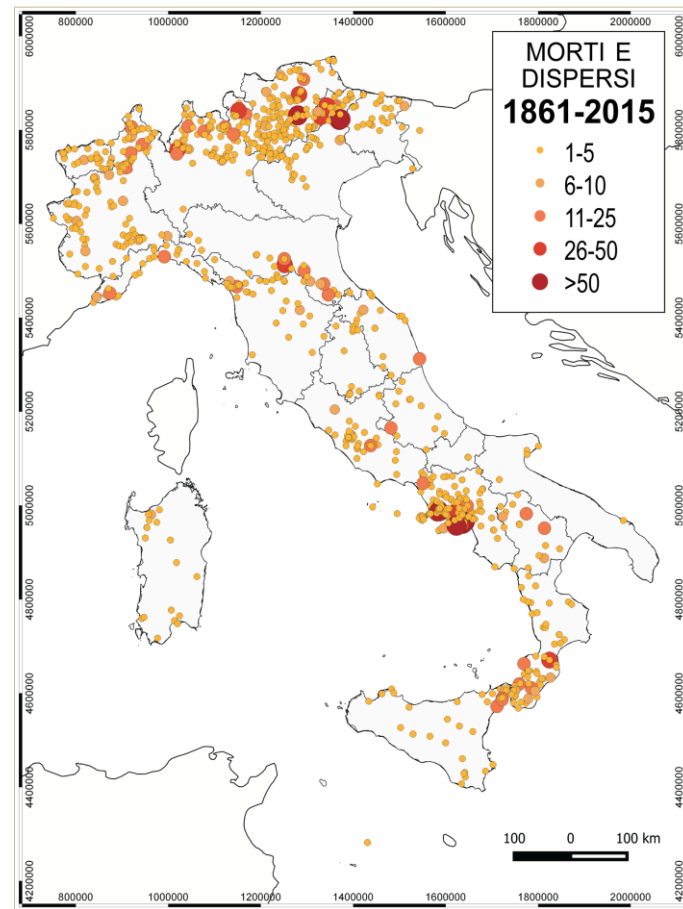
fonte: INGV, Osservatorio Vesuviano

Frane con vittime

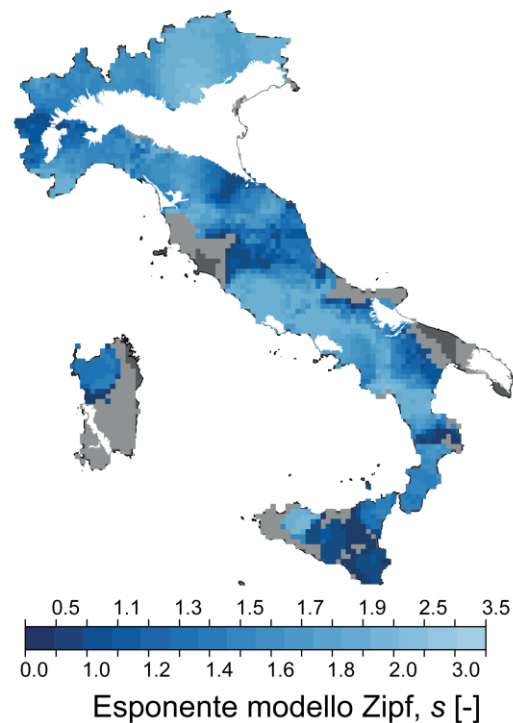
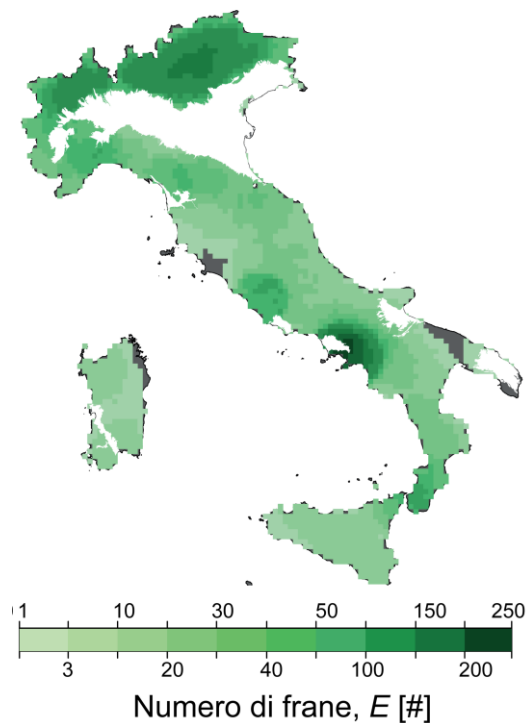
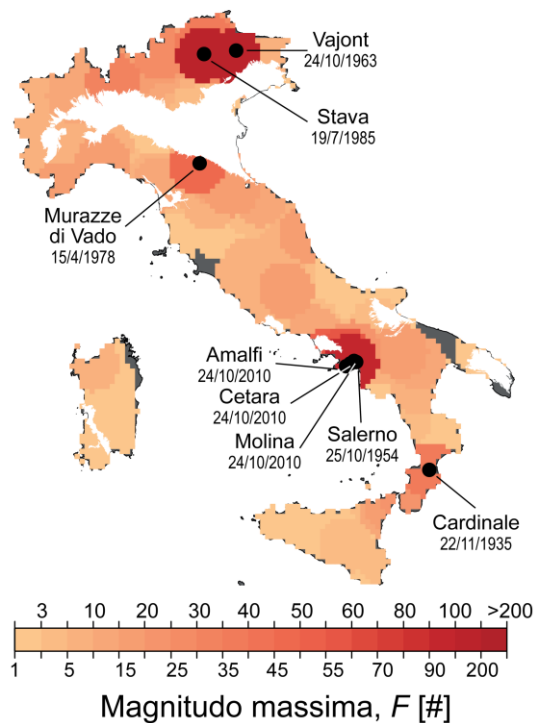
- 1026 frane dal 1861 al 2015
- 5876 morti e dispersi



Rossi et al 2019

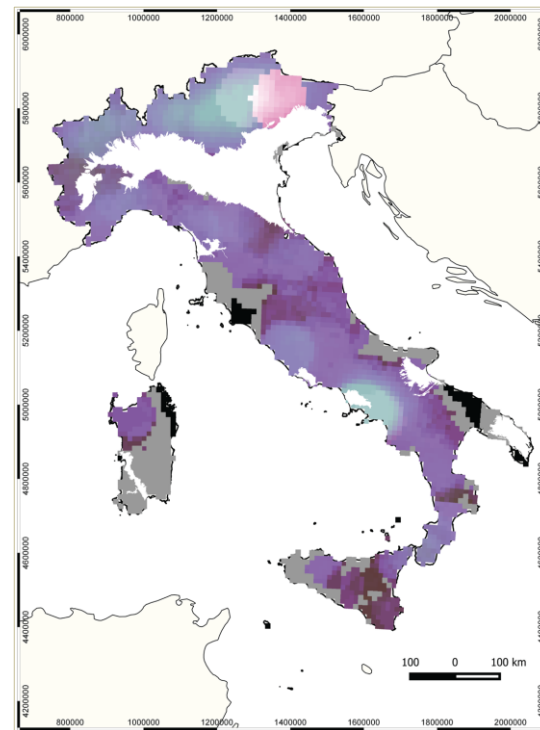


Rischio sociale



Rossi et al 2019

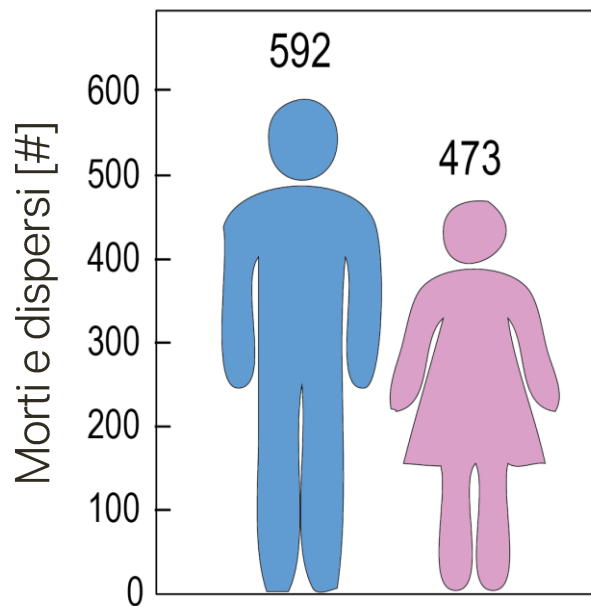
Rischio sociale



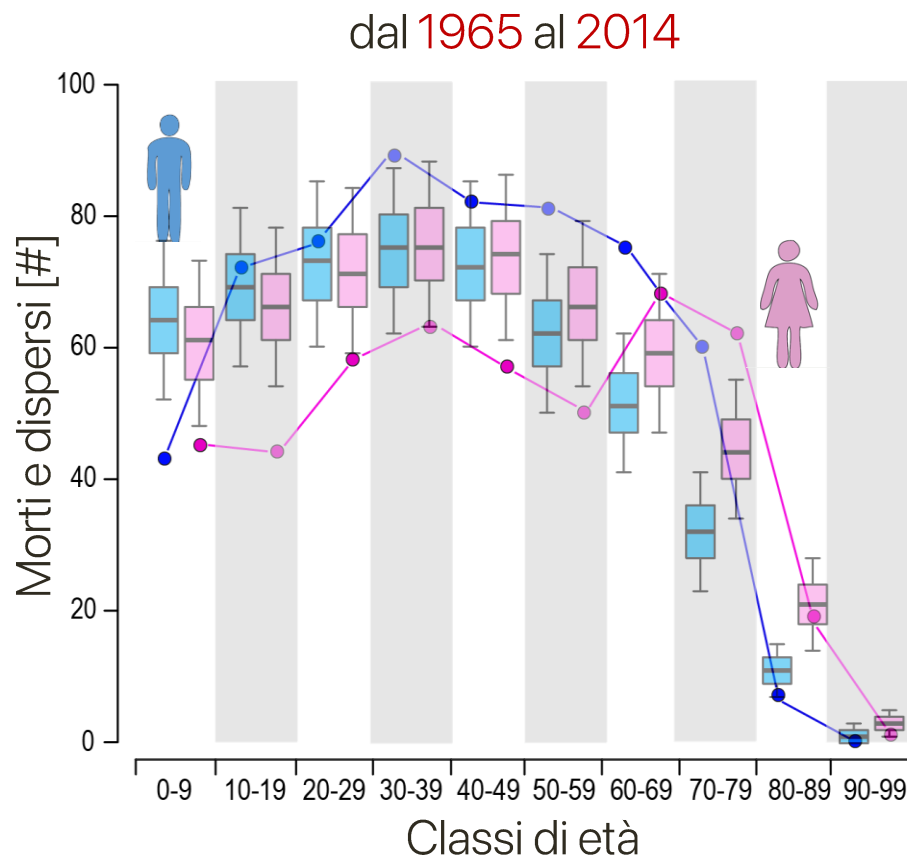
Rossi et al 2019

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

Genere e età



Salvati et al 2018



Domande difficili

- Possiamo attenderci una nuova **Val Pola**, una nuova **Sarno**, un nuovo **Vajont**? **Dove, quando, come?**



<https://images.app.goo.gl/wK51p7okHpyaDb2U9>

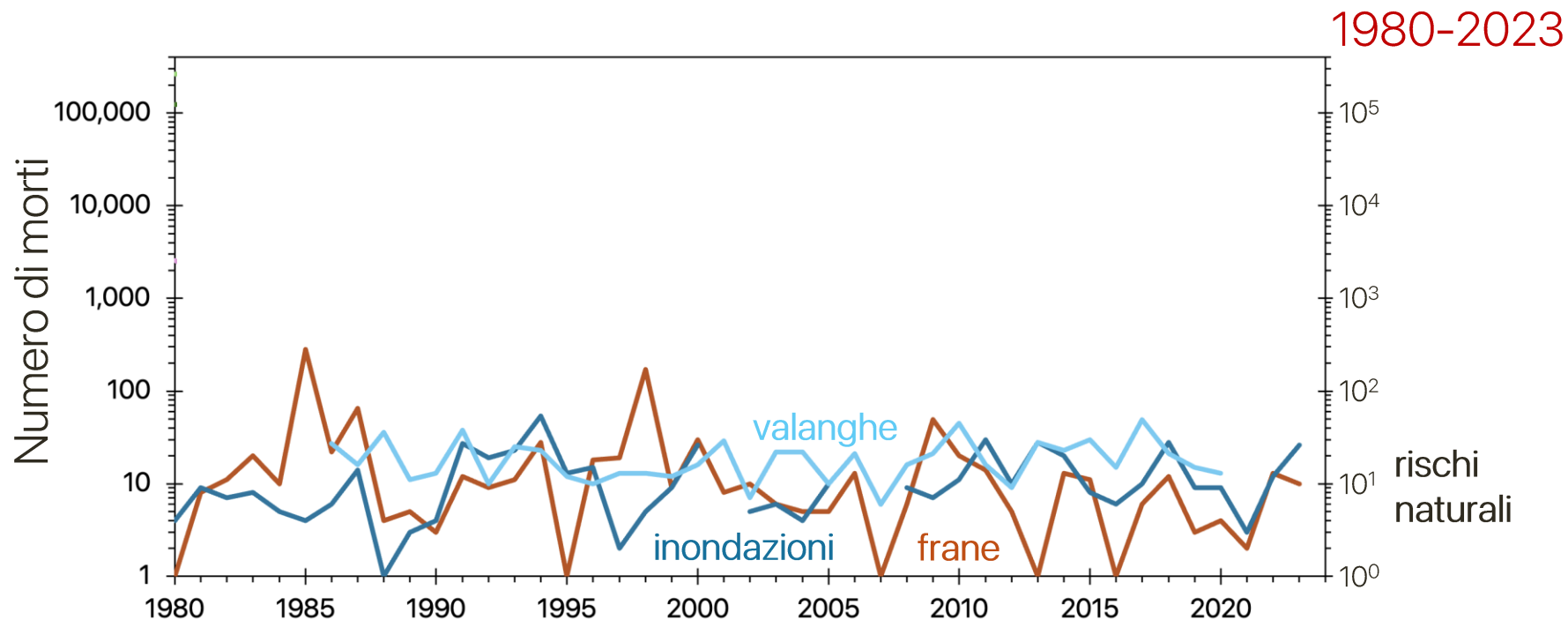


https://it.wikipedia.org/wiki/File:Frana_di_Sarno_1998.jpg



<https://www.skuola.net/storia-contemporanea/vajont.html>

L'obiettivo giusto?



POLARIS



Istat

Paesaggi fragili



Statistiche nazionali

- $5,9 \times 10^7$ persone in $3,0 \times 10^5$ km²
- $1,4 \times 10^7$ edifici e $3,6 \times 10^7$ case
- $2,0 \times 10^5$ km di strade e ferrovie
- $5,0 \times 10^6$ imprese
- $1,8 \times 10^7$ addetti
- € $2,3 \times 10^{12}$ PIL (2025)



Popolazione a rischio

- $2,2 \times 10^7$ a rischio **sismico**
- $2,5 \times 10^6$ a rischio **vulcanico**
- $7,0 \times 10^6$ a rischio d'**inondazione**
- $5,7 \times 10^6$ a rischio di **frana**
- $1,5 \times 10^7$ a rischio di **crisi idrica**



INGV



ISPRA



Istat



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Satellite_image_of_Italy_in_March_2003.jpg | Jacques Descloitres,
MODIS Rapid Response Team, NASA/GSFC, Public domain, via Wikimedia Commons

Un posto sicuro?

- Non saremo in grado di rendere l'**ambiente** naturale e costruito un **luogo sicuro** ... in tempi brevi.
- Troppo **difficile**, **costoso**, **incerto**, socialmente **inaccettabile**.



Cosa fare?

- Investire in **sistemi di allertamento**, a tutte le scale temporali e geografiche.
- **Migliorare** le **previsioni**.



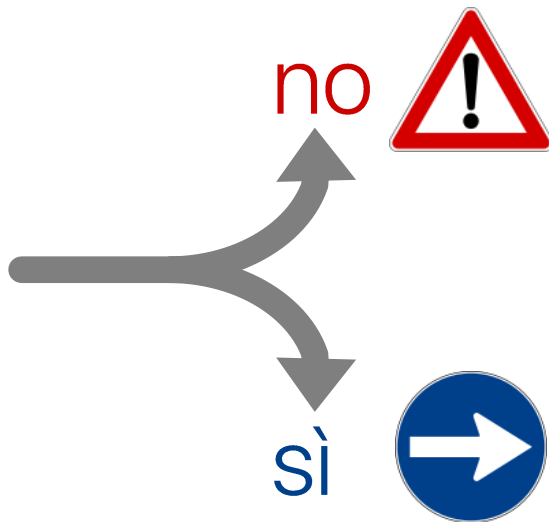
Previsioni

- Si vorrebbero previsioni certe
- I sistemi previsionali sono soggetti a incertezze ed errori



Incertezze

- Gestire le **incertezze** e le **probabilità** è difficile perché le **decisioni** sono **dicotomiche**.



Decisioni

"Give me a one-handed economist. All my economists say 'on the one hand ...', then 'but on the other ...' "



https://en.wikipedia.org/wiki/Harry_S._Truman

Incertezze e decisioni

“Le **incertezze abbondano**. Questo è chiaro. Ma è altrettanto chiaro che l'**ostacolo maggiore** è **politico**, più che scientifico.”

citato in Wagner 2021, traduzione dell'autore

Informare e comunicare

- Informare sui rischi e le loro conseguenze.
- Comunicare le incertezze.

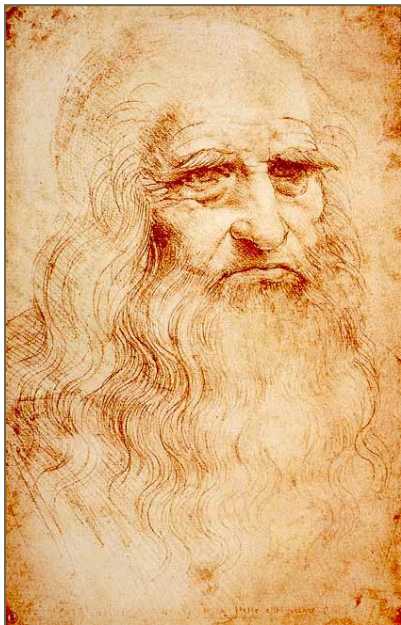
I numeri non convincono

“Nessuna informazione sulle **probabilità di danno** – comunque formulata – servirà a **creare un clima favorevole** nell'opinione pubblica se non si affrontano le questioni relative al **contesto sociale**.”



citato in Hornig 1993, traduzione dell'autore

Scienza e politica



https://it.wikipedia.org/wiki/Leonardo_da_Vinci#/media/File:Leonardo_self.jpg

Leonardo da Vinci



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Portrait_of_Sir_Isaac_Newton%2C_1689_%28brightened%29.jpg

Isaac Newton



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Portrait_of_Sir_Isaac_Newton%2C_1689_%28brightened%29.jpg

J. Robert Oppenheimer

Scienziati e politica

"... scientists should be on tap, but not on top"



https://en.wikipedia.org/wiki/Martin_Rees

citato in Rees 2022

Etica

- Un **medico** non studia **medicina** (solo) per capire **come** funziona il corpo umano, ma per **curare le persone**.
- Un **geoscientziato** non studia i **fenomeni** (solo) per capire **come** funziona il pianeta, ma per **aiutare le comunità** ad affrontare i rischi.

Scienza e norme

- La **scienza** è **generale**, le **norme** sono **locali**.
- Le **norme** e l'**etica** definiscono le **responsabilità** operative, legali, sociali.

Ricerca

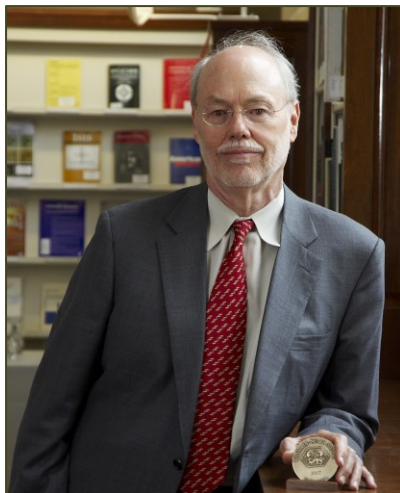
- Interdisciplinare
- Convergente
- Trasformativa



<https://www.nsf.gov/funding/learn/research-types/learn-about-convergence-research>

Ricerca

- Interdisciplinare
- Convergente
- Trasformativa



Phil Sharp



Susan Hockfield



Marcia K McNutt

Sharp e Hockfield 2017, McNutt 2017

Ricerca convergente

- Sfrutta l'intima integrazione tra le discipline per affrontare problemi complessi nella scienza, nell'ingegneria e nella società



<https://www.nsf.gov/funding/learn/research-types/learn-about-convergence-research>

Ricerca convergente

- ... ha senso per studiare i **rischi naturali** e **ridurre il rischio**



Conclusioni

- Abbiamo **migliorato l'anticipazione** dei fenomeni naturali
- Le **previsioni** restano **incerte**
- L'**incertezza** non giustifica l'**inazione**
- La **geoetica** guida l'**uso responsabile** della **conoscenza**

grazie per l'attenzione

Fausto Guzzetti

Durham University, Institute of Hazard, Risk and Resilience

Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche "Enrico Magenes"

Citazioni

Birks JB, 1962, Rutherford at Manchester, Heywood and Co

Guzzetti F, Galli M, Reichenbach P et al, 2006. Landslide hazard assessment in the Collazzone area, Umbria, central Italy. Nat Haz Earth Sys Sci 6, 115-131.

Hertz HR, 1899. The Principles of Mechanics: presented in a new form.

Hornig S, 1993. Reading risk: public response to print media accounts of technological risk. Public Understanding Sci 2, 95-109

Hutton J, 1788. X. Theory of the Earth; or an Investigation of the Laws observable in the Composition, Dissolution, and Restoration of Land upon the Globe. Trans. R. Soc. Edinb. 1, 209-304

Loche M, Alvioli M, Marchesini I et al, 2022. Landslide susceptibility maps of Italy: Lesson learnt from dealing with multiple landslide types and the uneven spatial distribution of the national inventory. Earth-Sci Rev 232, 104125

Citazioni

- Malamud BD, Turcotte DL, Guzzetti F, Reichenbach P, 2004. Landslide inventories and their statistical properties. *Earth Surf Proc Landf* 29, 687-711
- McNutt MK, 2017. Convergence in the Geosciences: Convergence in the Geosciences. *GeoHealth* 1, 2-3
- Mondini AC, Guzzetti F, Melillo M, Pievatolo A, 2025. Short to long term space-time prediction of rain-induced landslides under uncertainty. *Sci Total Env* 984, 103574
- Rees M, 2022. *If Science is to Save Us*. Polity Press, UK
- Reichenbach P, Rossi M, Malamud BD et al, 2018. A review of statistically-based landslide susceptibility models. *Earth-Science Reviews* 180, 60-91
- Rossi M, Guzzetti F, Salvati P et al, 2019. A predictive model of societal landslide risk in Italy. *Earth-Science Reviews* 196, 102849
- Sharp P, Hockfield S, 2017. Convergence: The future of health. *Science* 355(6325), 589

Citazioni

Salvati P, Petrucci O, Rossi M et al, 2018. Gender, age and circumstances analysis of flood and landslide fatalities in Italy. Science of the Total Environment 610-611, 867-879

Wagner G, 2021. Are the uncertainties of scientific projections or the national political interests the greatest obstacle to an agreeable pricing of energy externalities? Current Issues in Climate Research, Acc Naz Lincei & Acc Sci Torino, 32-33