



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Systema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Inventari delle frane sismoindotte:

situazione attuale, gestione e caso di studio di applicazione scala ESI-07

Eliana Muccignato



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DELL'INSUBRIA



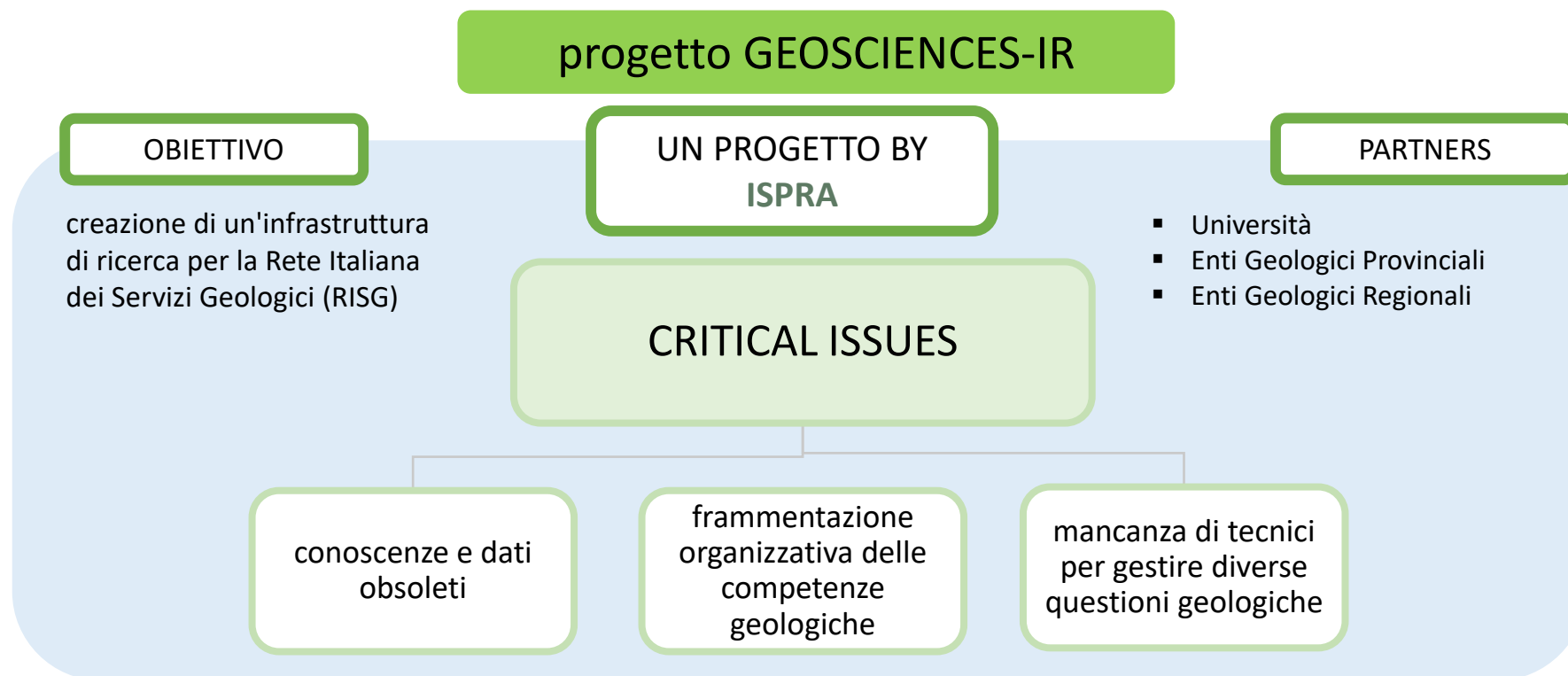
GeoSciencesIR

Missione 4 ■ Istruzione e Ricerca

Indice

- Introduzione
- A proposito di Geoscience-IR
- La missione di Geoscience-IR: competenze, dati e servizi
- Frane sismoindotte (EQIL)
- Perché gli EEEs sono rilevanti: la scala di intensità ESI-07
- Catalogo EEE
- Catalogo CEDIT
- Catalogo IFFI
- Catalogo USGS
- Principali metriche
- Metodologia
- Metodologia in azione

Introduzione



A proposito di Geoscience_IR

finanziato dal PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza)

OBIETTIVO

realizzazione di un'infrastruttura di ricerca comprensiva di pacchetti informativi tematici geologici e geomorfologici ad uso delle istituzioni regionali e provinciali e dell'ARPA.

WORK PACKAGE

WP3 "Landslides and sinkholes"

- ricerca applicata
- nuove tecnologie
- trasferimento di conoscenze per supporto di processo decisionale di riduzione del rischio.

KEY OBJECTIVES

- revisione e implementazione dei cataloghi (catalogo IFFI, catalogo EEE)
- miglioramento delle piattaforme già presenti e integrazione di nuovi strumenti e servizi

La missione di Geoscience-IR: competenze, dati e servizi

- Sviluppo di **competenze tecnico-scientifiche** per strutture di Regioni, Province Autonome e ARPA competenti in materia geologica a livello regionale
- Creazione di un'**infrastruttura tecnologica cloud** (dati, servizi, formazione, elaborazioni cloud)



Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Università e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale



Systema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

CHART OF THE INQUA ENVIRONMENTAL SEISMIC INTENSITY SCALE 2007 - ESI 07 (Modified from Silva et al., 2008 and Reicherter et al., 2009)

ESI-2007	PRIMARY EFFECTS		SECONDARY EFFECTS WITH GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL RECORD				OTHER SECONDARY EFFECTS		AFFECTED AREA AND TYPE OF RECORD		
	SURFACE RUPTURES	TECTONIC UPLIFT/SUBSID	GROUND CRACKS	SLOPE MOVEMENTS	LIQUEFACTION PROCESSES	ANOMALOUS WAVES AND TSUNAMIS	HYDROGEOLOGICAL ANOMALIES	TREE SHAKING	Affected AREA	Type of RECORD	
I-III	Offset	Length	Width	Length	ENVIRONMENTAL EFFECTS ARE VERY RARE AND CANNOT BE USED AS DIAGNOSTIC						
OBSERVED DAMAGING DESTRUCTIVE VERY DESTRUCTIVE DEVASTATING	IV VII VIII X XI XII	ABSENT	ABSENT	Rare and local	Rare and local	Only dewatered levels (seismites)	cm	Temporary level changes		Rare and local	Geological frequent and exceptionally geomorphological
				mm	mm	50 cm	dm	Temporary sea-level changes	Temp. turbidity changes	Local within epicentral zone	
				cm	mm	1 m	Waves <1 m	Temporary F+Q changes	10 km ²		
		Rare and local	Permanent ground dislocations (< 10 cm)	cm	10 ³ m ³	Silt	1-2 m	Temp. temperature changes	Temp. spring drying	100 km ²	Geological and geomorphological characteristic and frequently geomorphological
		dm	< 1 m	dm	10 ³ -10 ⁵ m ³	Sand	3-5 m	H ₂ O	5.000 km ²		
		km	< 10 m	m	10 ⁵ -10 ⁶ m ³	Sand boils	> 10 m	Permanent river changes	10.000 km ²		
		dm	> 10 m	> 1 m	> 10 ⁶ m ³	Gravel	Tsunamies			50.000 km ²	
		metric	10-100 km	m	Giant Landslides		Giant waves				
		> 100 km	> 100 km	> 5 m	Far-field (200-300 km) significant landsliding						
DESCRIPTOR & ICONS	Dip and strike-slip offset of coseismic ruptures	Permanent ground dislocation	Width and length of cracks and fractures in soils and rocks	Bulk volume of mobilised material	Dimension of liquified levels and sand boils	Transitory sea-level changes, standing waves and Tsunamies	Base-level changes in springs, rivers, aquifers	Tree branches and tree-trunk falling, rupture, etc...			

KEY REFERENCES

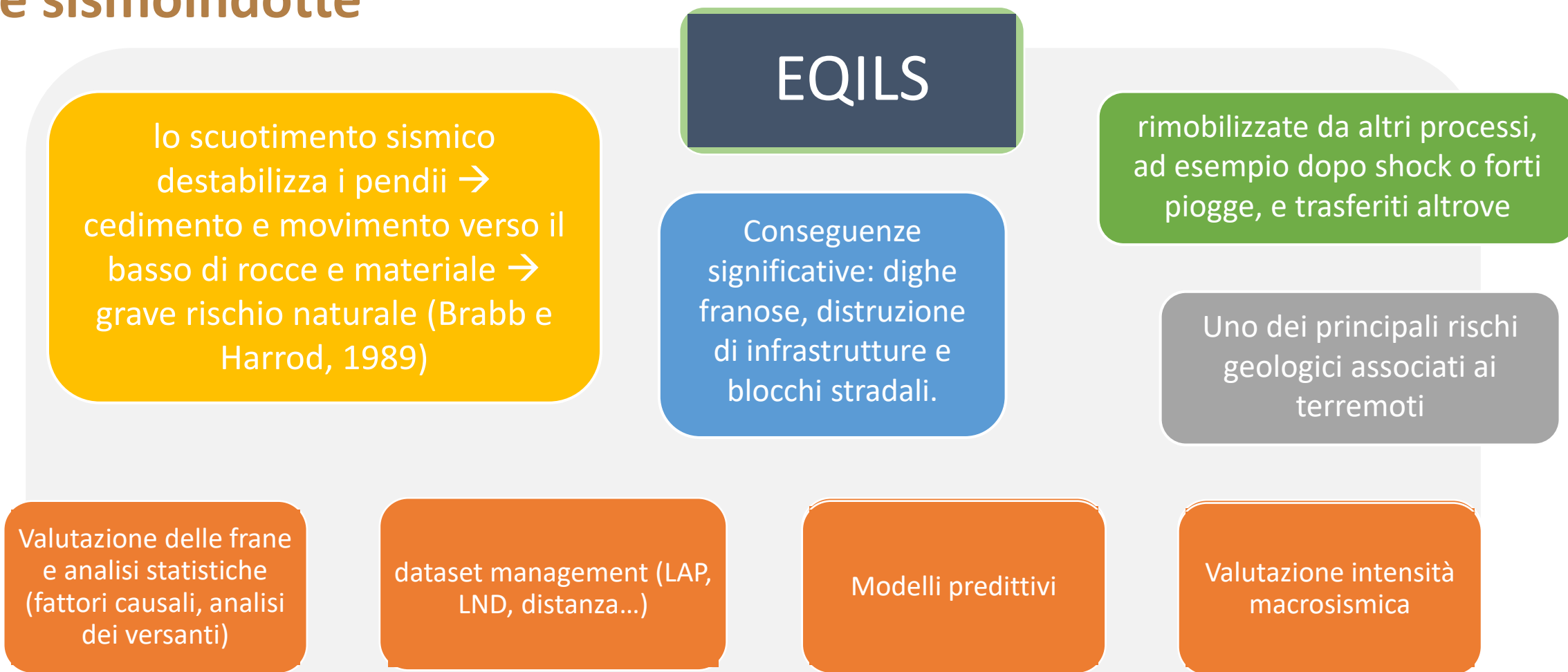
Michetti et al., 2007. Environmental Seismic Intensity scale - ESI 2007. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, 74. Servizio Geologico d'Italia, APAT, Rome, Italy

Silva et al., 2008. Catalogue of the geological and environmental effects of earthquakes in Spain in the ESI-2007 Macroseismic scale. Cong. Geol. Esp. Gran Canaria, Spain

Reicherter, K., Michetti, A.M., Silva, P.G., 2009. Paleoseismology: Historical and Prehistorical Record of Earthquake Ground Effects. Geol. Soc. London Spec. Publ. 316. 324 pp. GSL Publishing Hous, London, UK.



Frane sismoindotte





Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Università e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale



Systema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

SINA.net



INQUA
International Union for Quaternary Research

EEE Catalogue



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale



Systema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Welcome to the EEE Catalogue

How to view the data?

Project page

Contacts

Satellite



- 2016-10-30 ☺
Norcia, Umbria
Italy 🇮🇹
- 2016-10-26 ☺
Visso, Marche
Italy 🇮🇹
- 2016-08-24 ☺
Amarice, Lazio
Italy 🇮🇹
- 2014-02-03 ☺
Paliki Peninsula, Cephalonia
Greece 🇬🇷
- 2012-05-29 ☺
Medolla, Emilia Romagna
Italy 🇮🇹
- 2012-05-20 ☺
Finale Emilia
Italy 🇮🇹
- 2011-05-11 ☺
Lorca, Murcia
Spain 🇪🇸
- 2011-03-11 ☺
Tohoku
Japan 🇯🇵
- 2010-02-27 ☺
Maule
Chile 🇨🇱
- 2009-04-06 ☺
L'Aquila, Abruzzo
Italy 🇮🇹



Lat: 84.4023 Lon: -13.4480 Zoom: 2

Scorciatoie da tastiera Immagini ©2023 NASA, TerraMetrics | Termini e condizioni d'uso

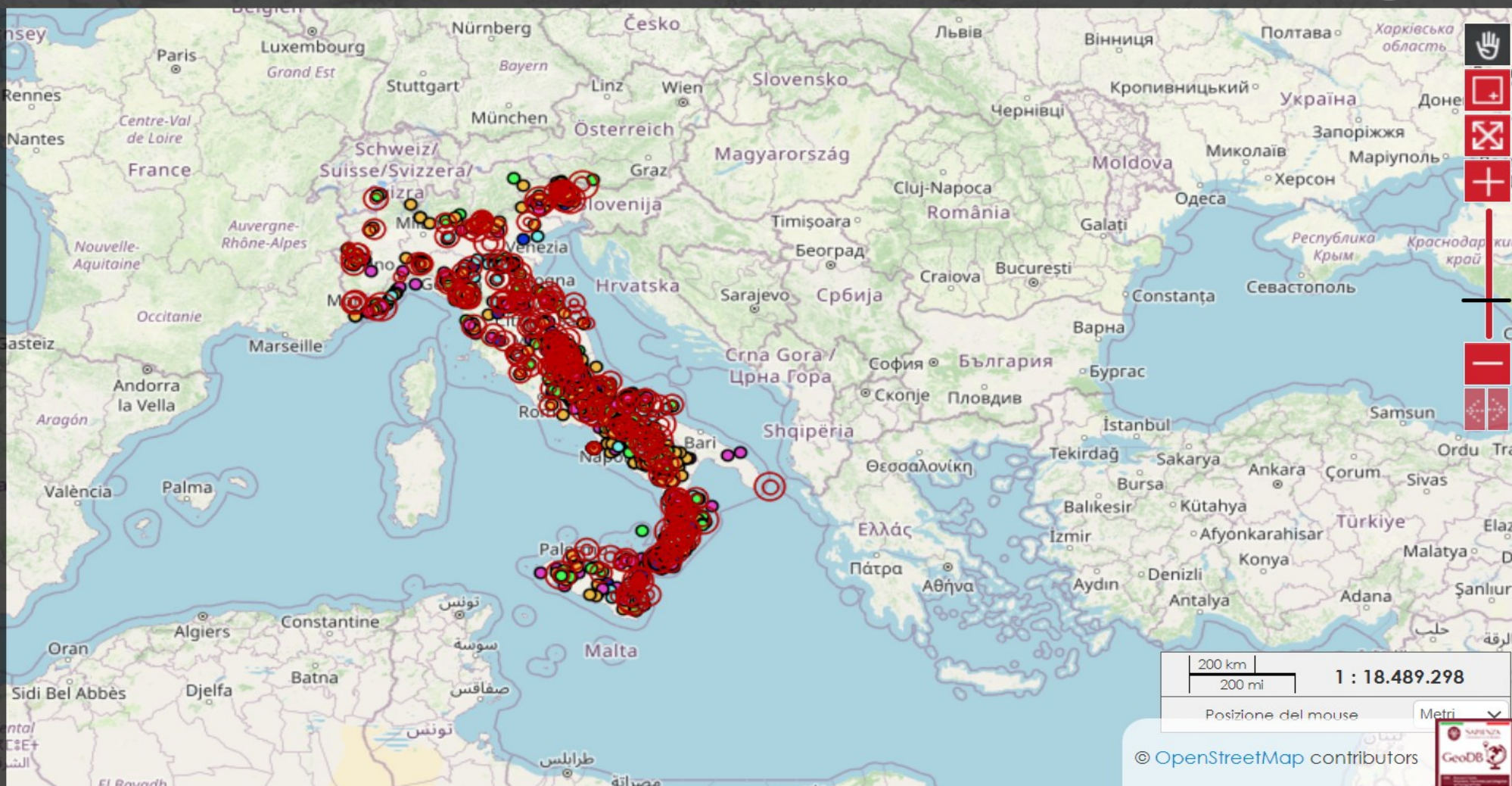
CEDIT ITALIAN CATALOGUE OF EARTHQUAKE-INDUCED GROUND FAILURES

Login

Layers Chiudi

Legenda

- Earthquakes
- Effects
 - Ground Changes
 - Ground Cracks
 - Landslides
 - Liquefaction
 - Multiple Effects
 - Surface Faulting
- Effects Geo-Accuracy
- Regions
- Provinces
- Municipalities



© OpenStreetMap contributors

Italia

Numero frane: 622.056

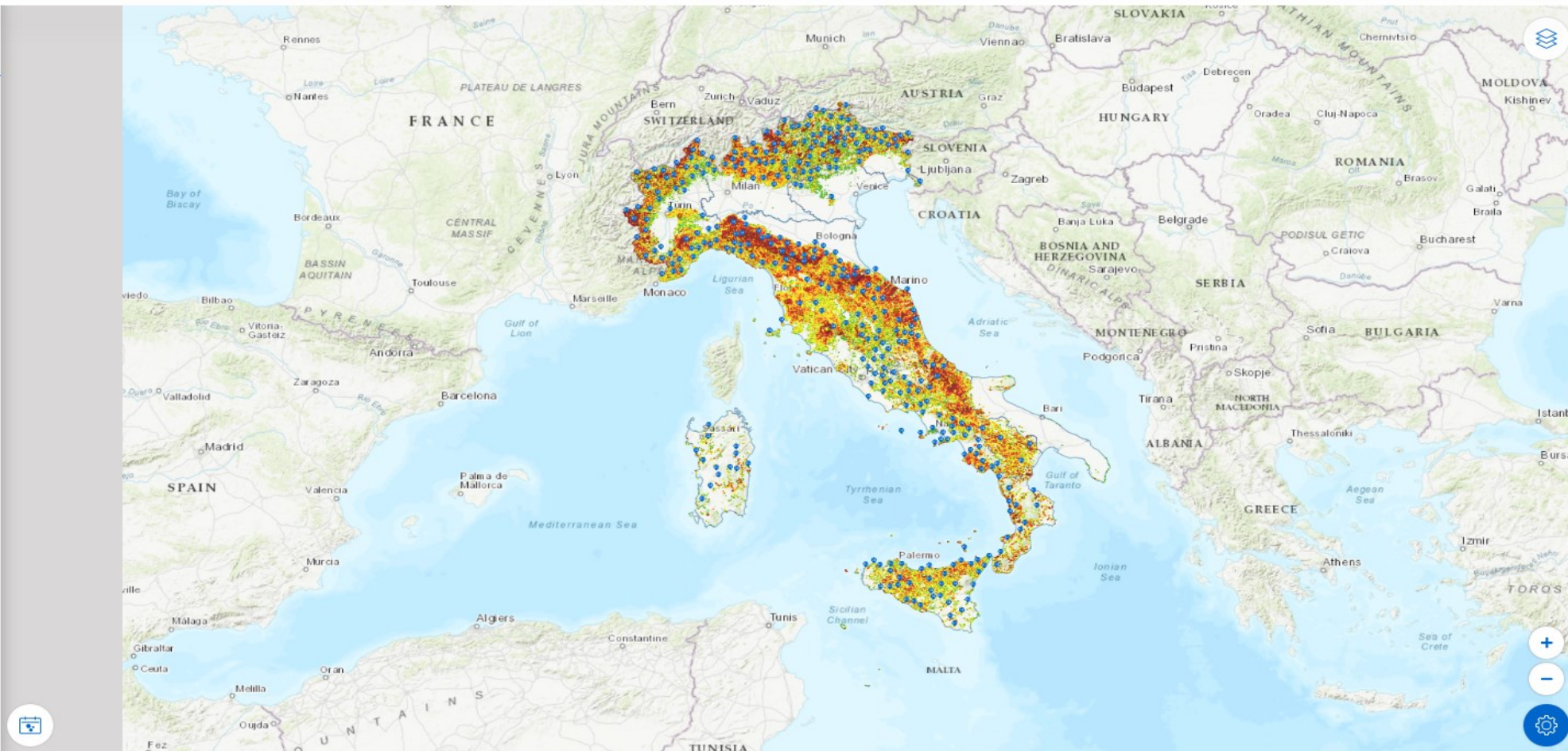
622.056 Frane*	1.224 Frane monitorate
1.044 Eventi**	42 Segnalazioni
43.892 Foto	149 Video

Frane per tipo di movimento

Crollo/Ribaltamento	26.497
Scivolamento rotazionale/traslattivo	222.605
Espansione	79
Colamento lento	81.510
Colamento rapido	81.207
Sprofondamento	409
Complesso	59.468
Aree con crolli/ribaltamenti diffusi	59.207
Aree con sprofondamenti diffusi	126
Aree con frane superficiali diffuse	52.370
DGPV	2.198
n.d.	36.380

* Copertura temporale Inventario nazionale: 1116-2022

** Copertura temporale degli Eventi IFFI: 2018-2022



ScienceBase Catalog → An Open Repository of Earth...

An Open Repository of Earthquake-Triggered Ground-Failure Inventories

View

Dates

Publication Date : 2017-09-01
Last Revision : 2022-10-25

Citation



Schmitt, R.G., Tanyas, H., Nowicki Jessee, M.A., Zhu, J., Biegel, K.M., Allstadt, K.E., Jibson, R.W., Thompson, E.M., van Westen, C.J., Sato, H.P., Wald, D.J., Godt, J.W., Gorum, T., Xu, C., Rathje, E.M., Knudsen, K.L., 2017, An Open Repository of Earthquake-Triggered Ground-Failure Inventories (ver 4.0, October 2022), U.S. Geological Survey data release collection, <https://doi.org/10.5066/F7H70DB4>

Summary

Earthquake-triggered ground-failure, such as landsliding and liquefaction, can contribute significantly to losses, but our current ability to accurately include them in earthquake hazard analyses is limited. The development of robust and transportable models requires access to numerous inventories of ground failure triggered by earthquakes that span a broad range of terrains, shaking characteristics, and climates. We present an openly accessible, centralized earthquake-triggered ground-failure inventory repository in the form of a ScienceBase Community to provide open access to these data, and help accelerate progress. The Community hosts digital inventories created by both USGS and non-USGS authors. We present the original digital inventory files (when available) as well as an integrated database with uniform attributes. We also summarize the mapping methodology and level of completeness as reported by the original authors for each inventory. Contact gs-haz_groundfailure@usgs.gov for more information on how to contribute inventories to this effort. Some inventories are available as separate shapefile downloads on their corresponding event pages if the primary publication link does not contain the data whereas others may just contain links to the original data from their primary publications.

First posted September 2017

Child Items (2)

-  [Landslide Inventories](#)
-  [Liquefaction Inventories](#)

Tags

Categories : Collection, Data
Theme : Earthquake, Earthquake Hazards, GHSC, GIS, Geologic Hazards Science Center, Inventory, Landslide, Landslide Hazards, USGS, database
Place : Global, World
Harvest Set : USGS Science Data Catalog (SDC)

Provenance

Data source : Input directly



Principali metriche

ESI-07 degree	Landslide volume (m ³)
VI	Up to 10 ³
VII	10 ³ – 10 ⁵
VIII	Typically 10 ³ – 10 ⁵ , up to 10 ⁶
IX	Up to 10 ⁶
X	>10 ⁶

Michetti et al., 2007



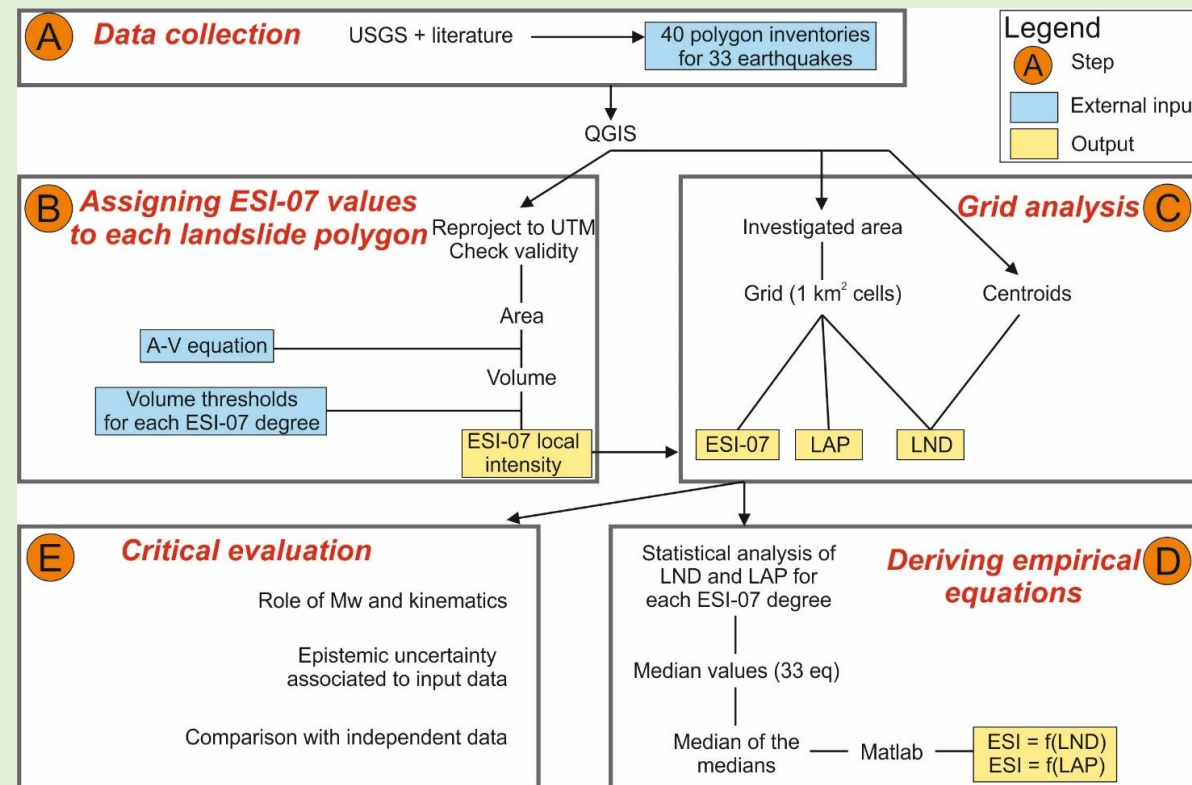
ESI-07 degree	Landslide volume (m ³)
VI	<10 ³
VII	10 ³ – 10 ⁴
VIII	10 ⁴ – 10 ⁵
IX	10 ⁵ – 10 ⁶
X - XII	>10 ⁶

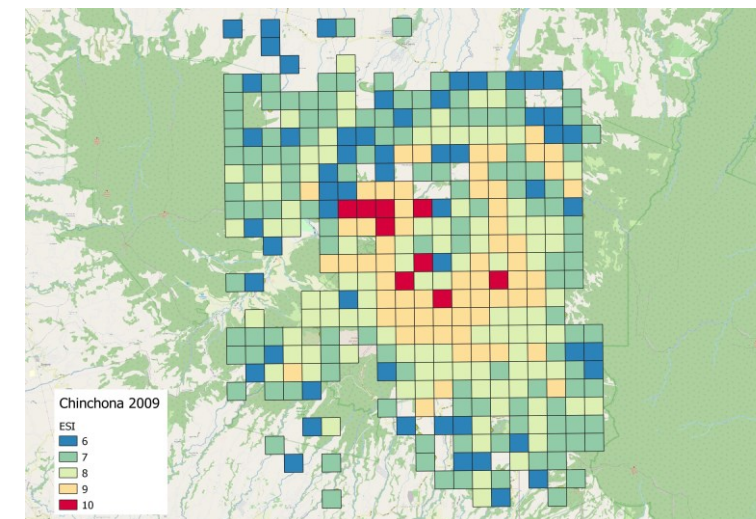
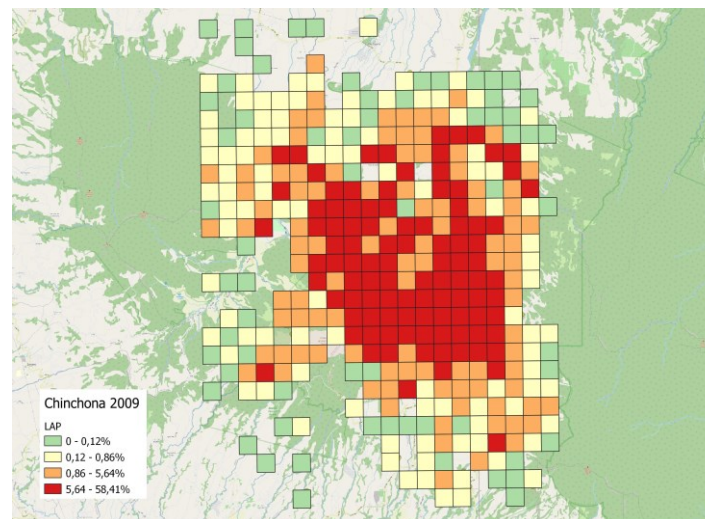
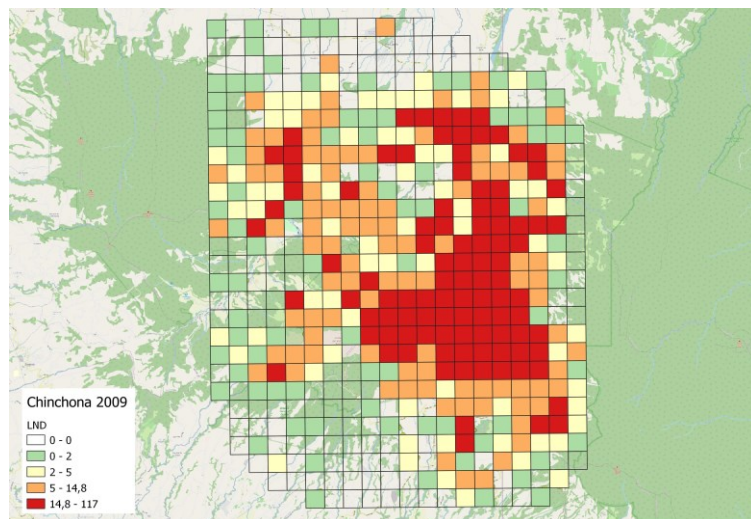
Ferrario M.F., 2022

- Area: superficie complessiva coperta dalla massa di materiale franato. Espressa in m² o km² → indicazione della estensione della superficie coinvolta nel fenomeno franoso
- Volume: quantità totale di materiale coinvolto nel processo di franamento. Espresso in unità di misura cubiche: m³ o km³
- LAP (Landslide Area Percentage): percentuale dell'area coperta dai poligoni mappati all'interno di ogni cella 1km²
- LND (Landslide Number Density): somma dei centroidi inclusi all'interno di ogni cella di 1km²
- ESI (Environmental Seismic Intensity scale: valore più elevato dell'intensità ESI-07 in ciascuna cella di 1km²

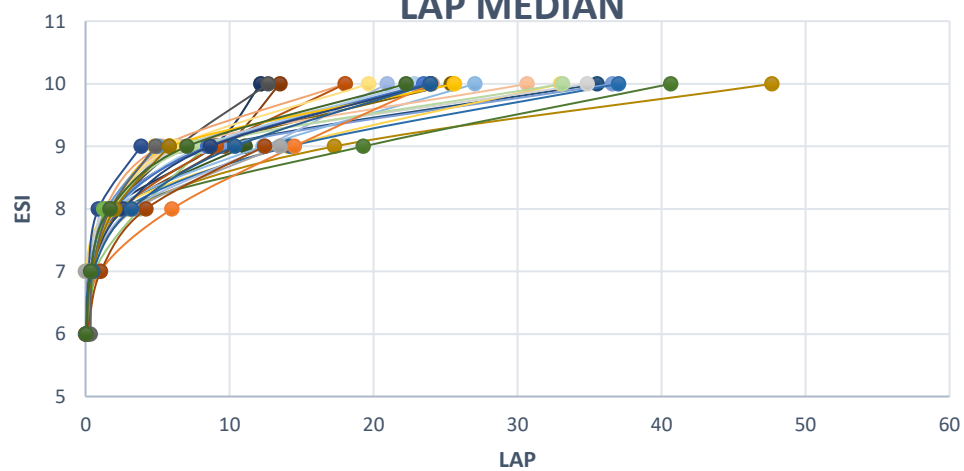


Metodologia

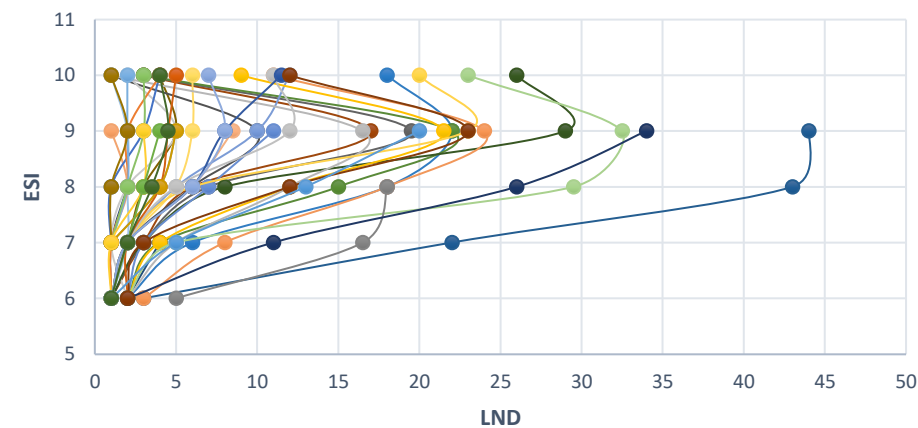




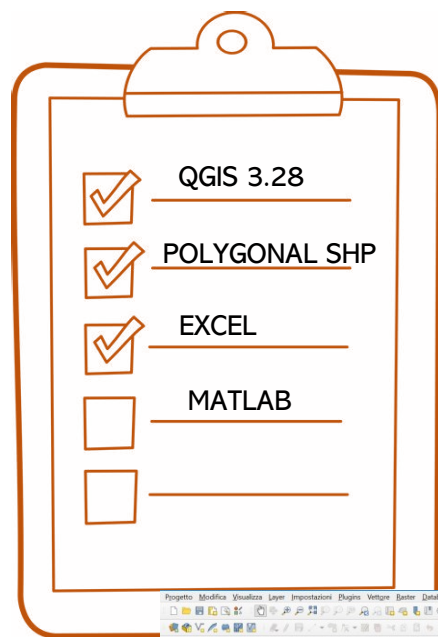
LAP MEDIAN



LND MEDIAN

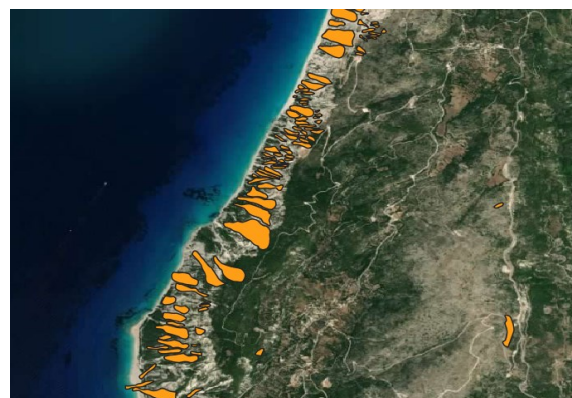
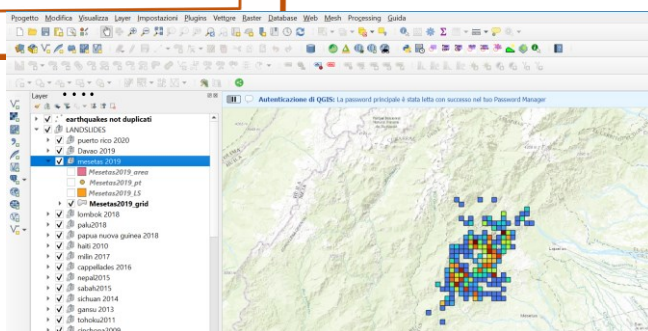


Metodologia in azione



CALCOLO

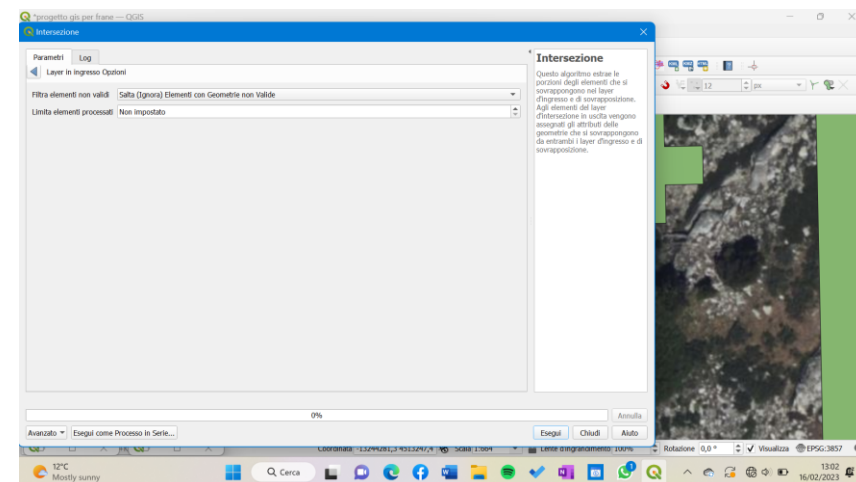
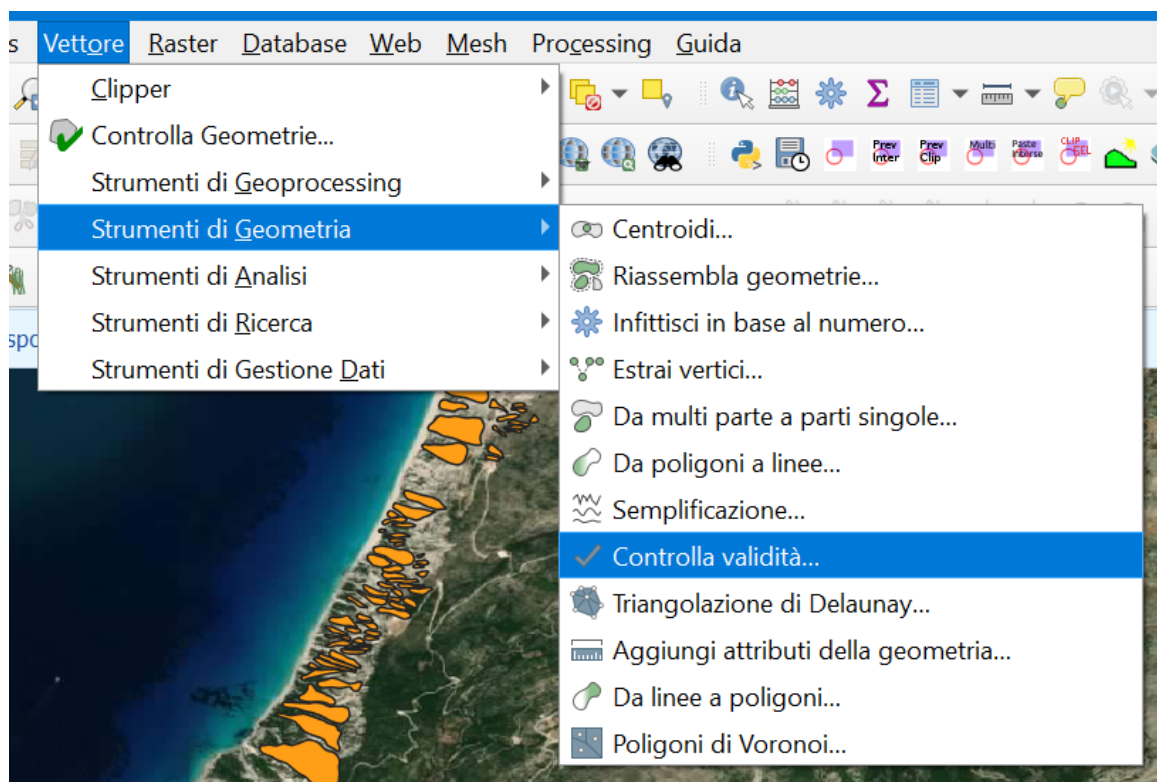
In un grid di celle di $1 \times 1 \text{ km}^2$
Dei valori: VOLUME - LAP – LND – ESI
Per un inventario di riferimento



©Warren Photographic

1. Check validità

vettore → geometry → controlla validità



Se ho geometrie invalide: correggerò!
Possibilità opzione «salta elementi con geometrie non valide in opzioni

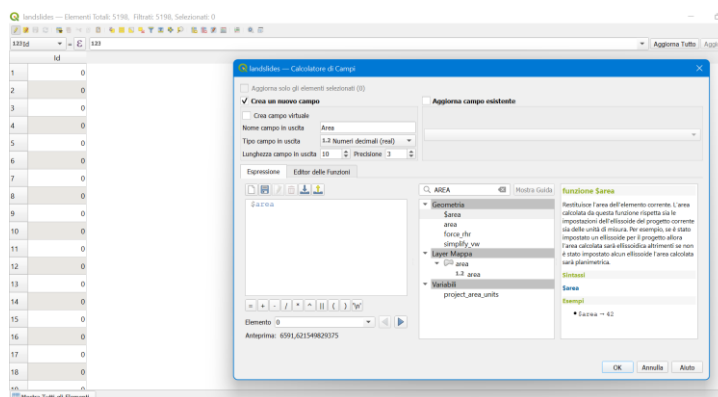
2. Calcolo di area e volume

Ad ogni frana mappata viene assegnato un valore ESI-07, in base al suo volume. I volumi vengono calcolati dall'area utilizzando le relazioni di scala

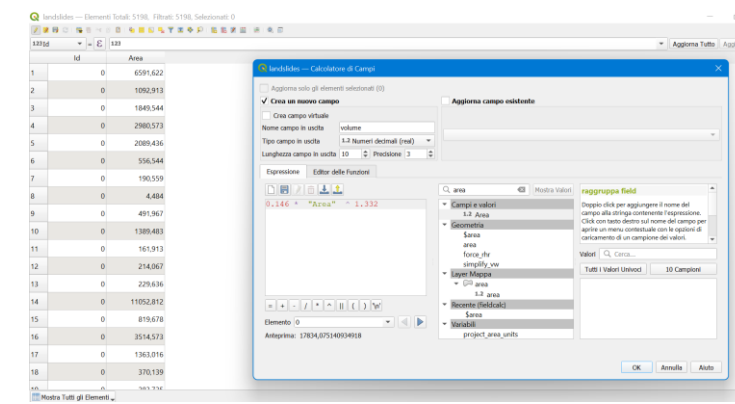
Equation	α	γ		Notes
Guzzetti et al., 2009	0,074	1,450	$0.074 * \text{"area"} ^{1.450}$	Global, slide type, several triggering processes
Larsen et al., 2010	0,146	1,332	$0.146 * \text{"area"} ^{1.332}$	Global, all types
Larsen et al., 2010	0,186	1,350	$0.186 * \text{"area"} ^{1.350}$	Global, bedrock
Larsen et al., 2010	0,257	1,145	$0.257 * \text{"area"} ^{1.145}$	Global, soil
Xu et al., 2016	1,315	1,208	$1.315 * \text{"area"} ^{1.208}$	Subset of landslides triggered by 2008 Wenchuan earthquake
Massey et al., 2020	0,891	1,109	$0.891 * \text{"area"} ^{1.109}$	Landslides triggered by 2016 Kaikoura earthquake: volume estimated from Lidar-derived data

Grado ESI-07	Volume frana (m ³)
VI	<10 ³
VII	10 ³ – 10 ⁴
VIII	10 ⁴ – 10 ⁵
IX	10 ⁵ – 10 ⁶
X-XII	>10 ⁶

1. Calcolare l'area delle singole frane
Frane shp → apri tabella attributi → calcolatrice campo → \$area



2. Calcolare il volume utilizzando la relazione di scala
Apri tabella attributi shp "frane" → calcolatrice campo → a * area^b



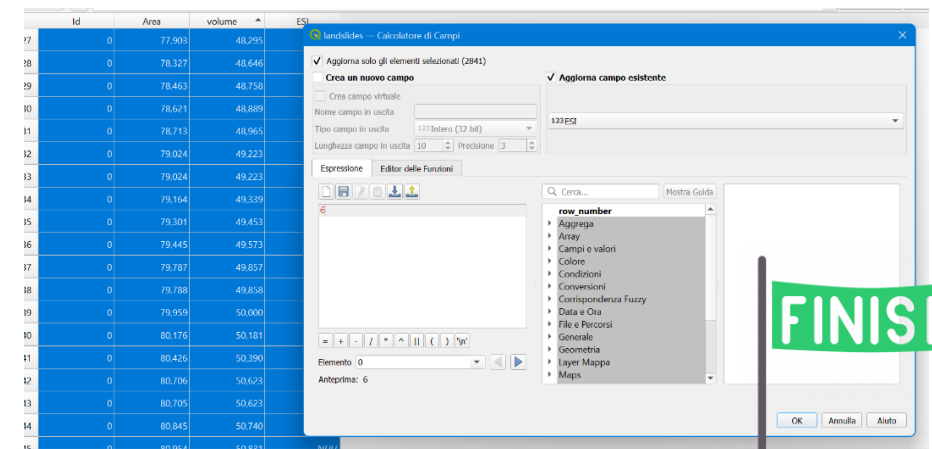
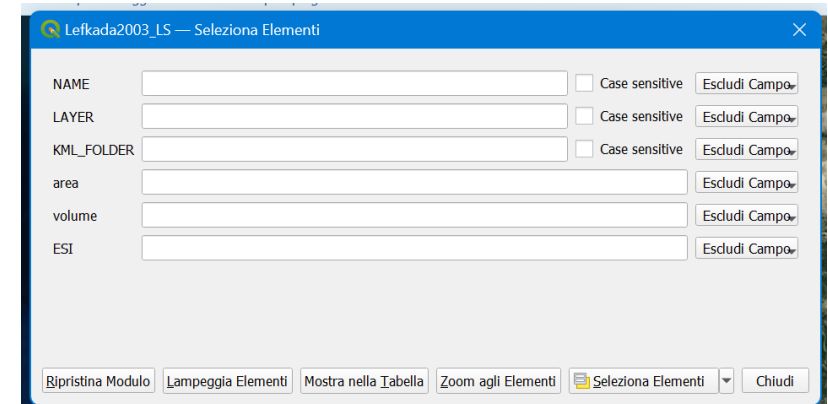


3. Calcolo dell'intensità locale ESI-07

1. Assegnare l'intensità ESI
shp "frane" → creare un nuovo campo "ESI_local"

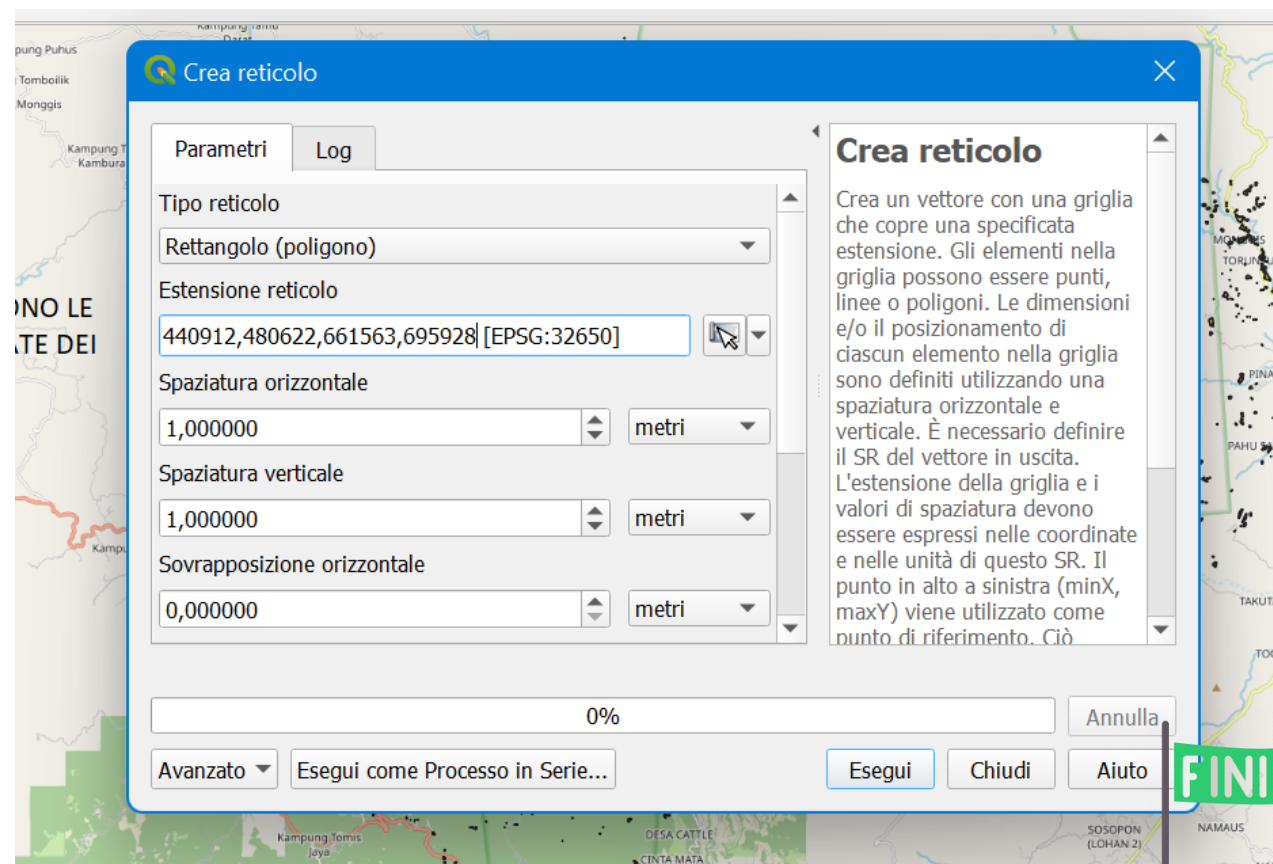
Grado ESI-07	Volume frana (m ³)
VI	<10 ³
VII	10 ³ – 10 ⁴
VIII	10 ⁴ – 10 ⁵
IX	10 ⁵ – 10 ⁶
X-XII	>10 ⁶

2. Assegniamo valore utilizzando «selezione per valore»
usando il volume
selezioniamo classi di interessi → shp «landslide» →
aggiorna campo



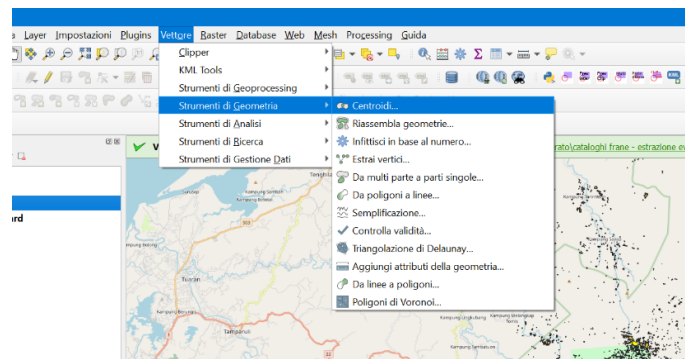
4. Analisi della griglia

3. Crea una griglia
Vettore → Strumenti di ricerca → Crea griglia
→ imposta l'estensione del rettangolo
(poligono) come area investigata, ma
arrotonda a 1 km (elimina i valori decimali: i 4
numeri dopo il "." delle coordinate) → imposta
il sistema di coordinate come UTM da calcolare
in m → dimensione 1 km
4. Salva il livello (grid_xxx) quindi elimina le
celle all'esterno dell'area di studio

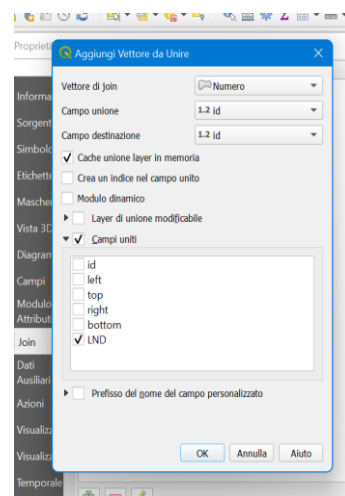
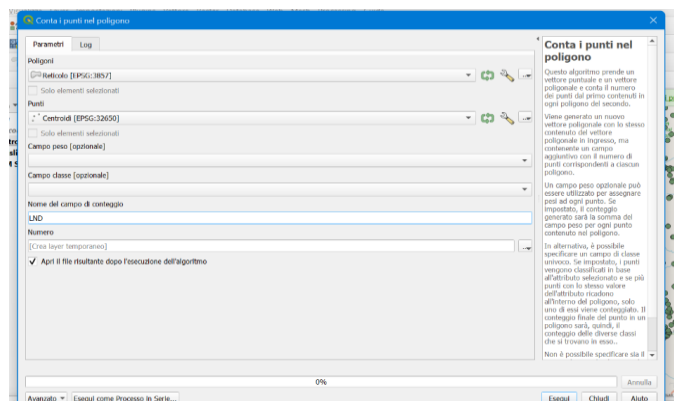


5. Calcola LND: LANDSLIDE NUMBER DENSITY

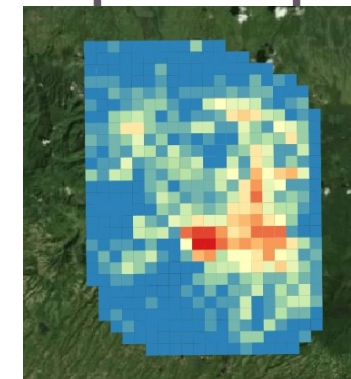
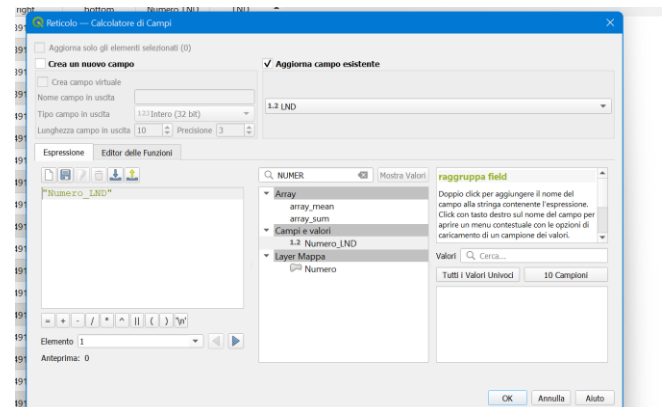
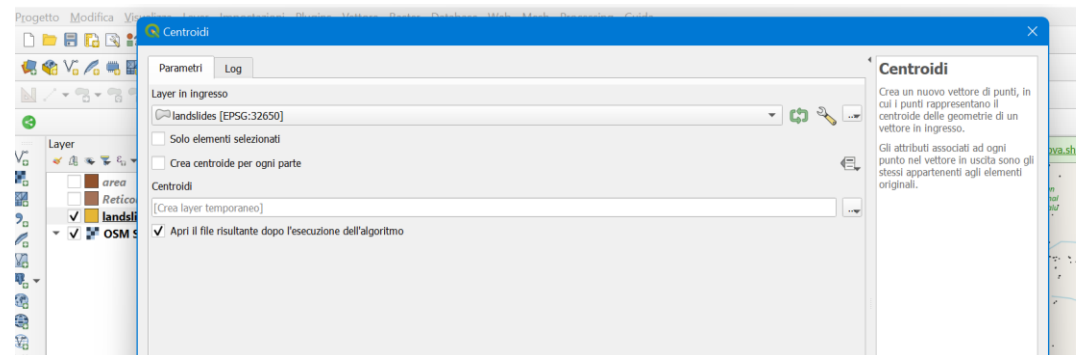
1. Convertire i poligoni delle frane in punti
Vettore → Strumenti geometria → Centroidi dei poligoni → salva il file come "landslides_pt"



2. Vettore → Strumenti di analisi → Conta punti nel poligono: imposta "grid_xxx" come poligono e centroidi come punti → nome campo "LND" → salva



3. Layer "grid_xxx": proprietà → join: il vettore per l'unione è LND, unisci utilizzando il campo ID, mantieni solo il campo "LND"
4. Copia/incolla i valori LND in un nuovo campo



6. Calcola Landslide Areal Percentage (LAP)

1. Intersezione layer grid e frane
Vettore → Strumenti Geoprocessing → Intersect:
- layer di input "grid_XXX"
- intersect con poligoni di frane
→ salva nuovo layer come «intersect»

2. Calcola l'area di ogni feature del layer creato precedentemente
Aggiungi nuovo campo "area_intersect"
→ calcola area con calcolatore di campi

3. Calcola area di tutti i poligoni con lo stesso ID
Aggiungi un altro campo "ALSGR" DECIMALE;
popolalo con calcolatore di campi > aggregate > sum

Formula: $\text{sum}(\text{"area_intersect"}, \text{group_by} := \text{"id"})$

Quindi il software ha creato dei poligoni separati per ogni cella quando ho una frana che è compresa tra più celle → importante perché stiamo calcolando nelle singole griglie!

The screenshot shows the QGIS interface with several windows open. The 'Intersect' tool window is visible, showing the input layers and the resulting output. The 'Field Calculator' window is also open, showing the formula $\text{sum}(\text{"area_intersect"}, \text{group_by} := \text{"id"})$ being used to calculate the area of each feature. The 'Layer Properties' window is also visible, showing the 'Area' field being added to the layer.

4. Layer "grid_XXX": crea nuovo campo "area_grid" → calcola area con calcolatore di campi

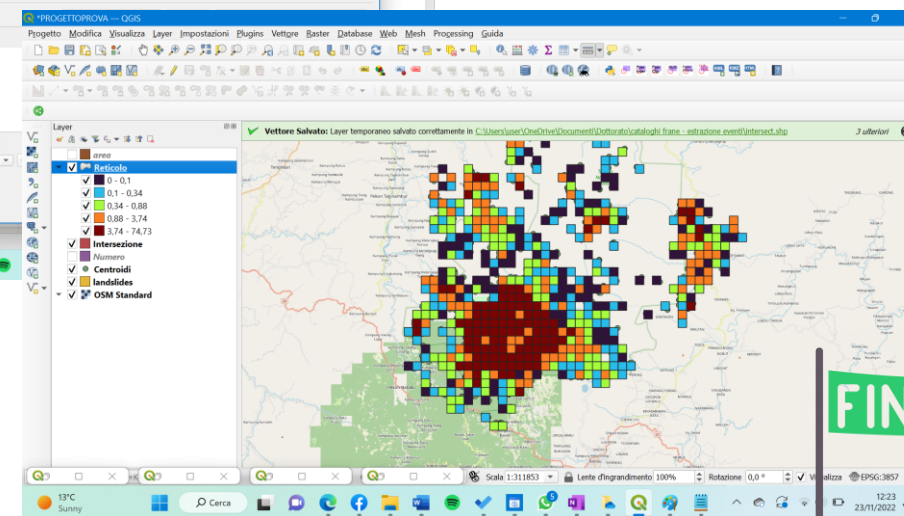
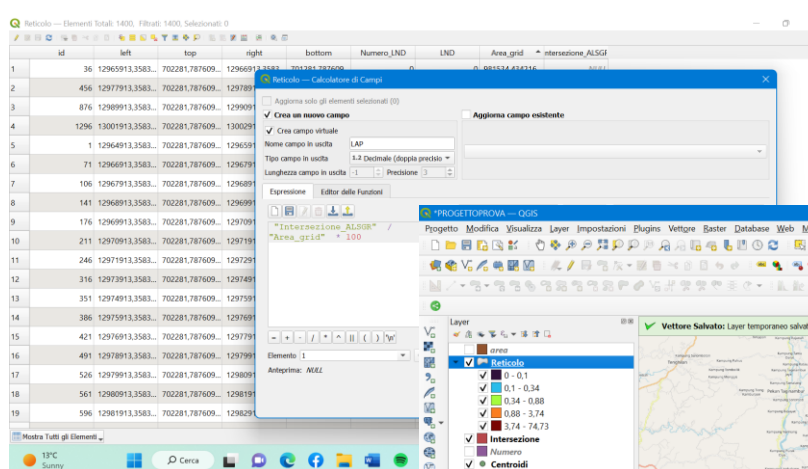
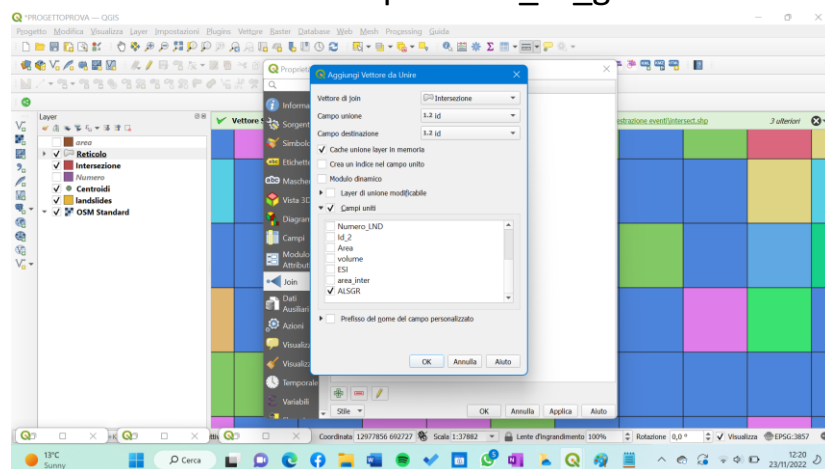
6. Calcola Landslide Areal Percentage (LAP) -2

5. Layer "grid_XXX": proprietà → unisci; il vettore per l'unione è «intersect», unisci utilizzando il campo ID, mantieni solo il campo "area_LS_grid".

6. Calcola LAP

Aggiungi un nuovo campo "LAP", calcolatore di campo → **area_LS_grid** / **area_grid** * 100

somma di tutti i «pezzi» di frane all'interno di una cella

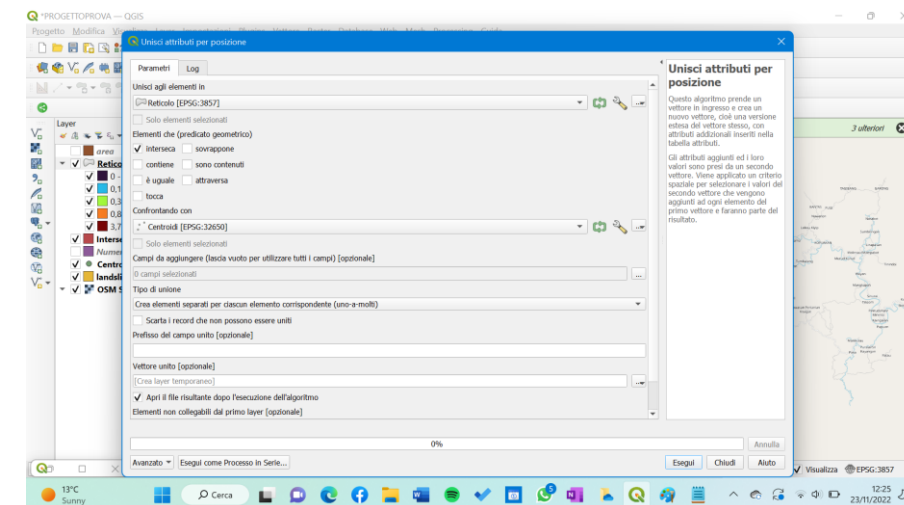
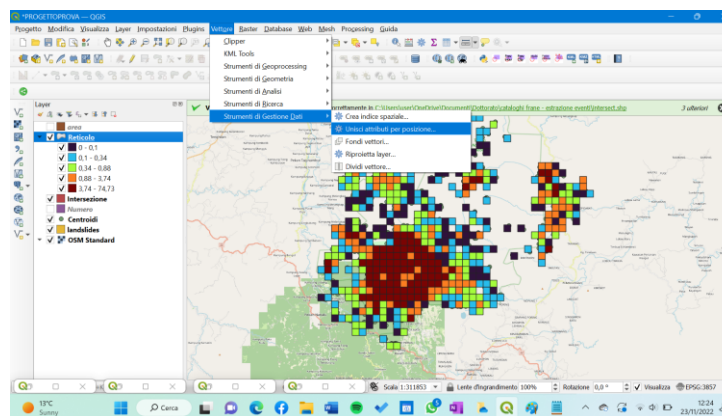


7. Calcola il valore ESI per ogni cella

1. Vettore → gestione dei dati → unisci attributi per posizione.

- Livello di base: "grid_XXX"
- livello di unione: "centroidi"

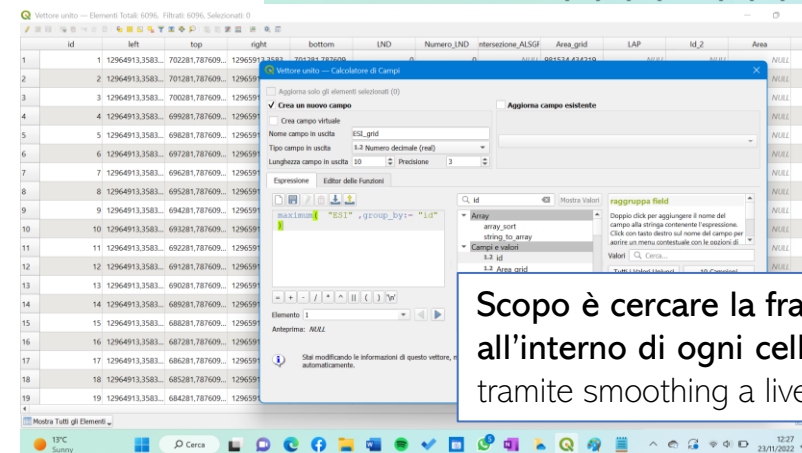
Questo crea uno strato temporaneo



2. Aggiungi un nuovo campo "ESI_grid".

Compilare utilizzando il calcolatore di campo: cerco il valore ESI massimo per ciascun ID

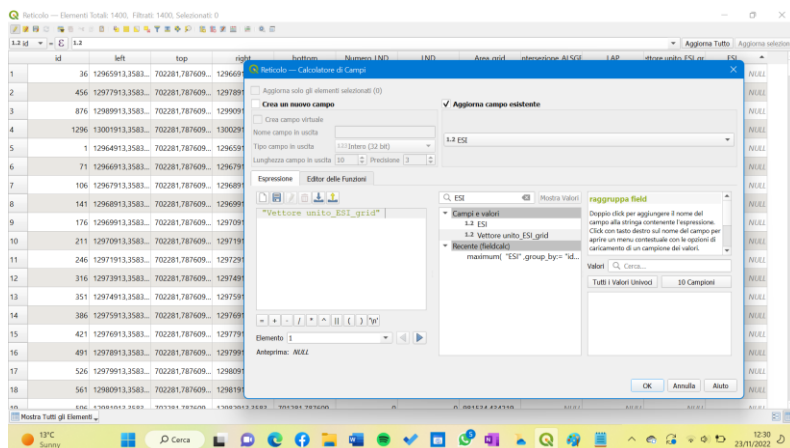
Formula: `maximum("ESI_local",group_by:= "id")`



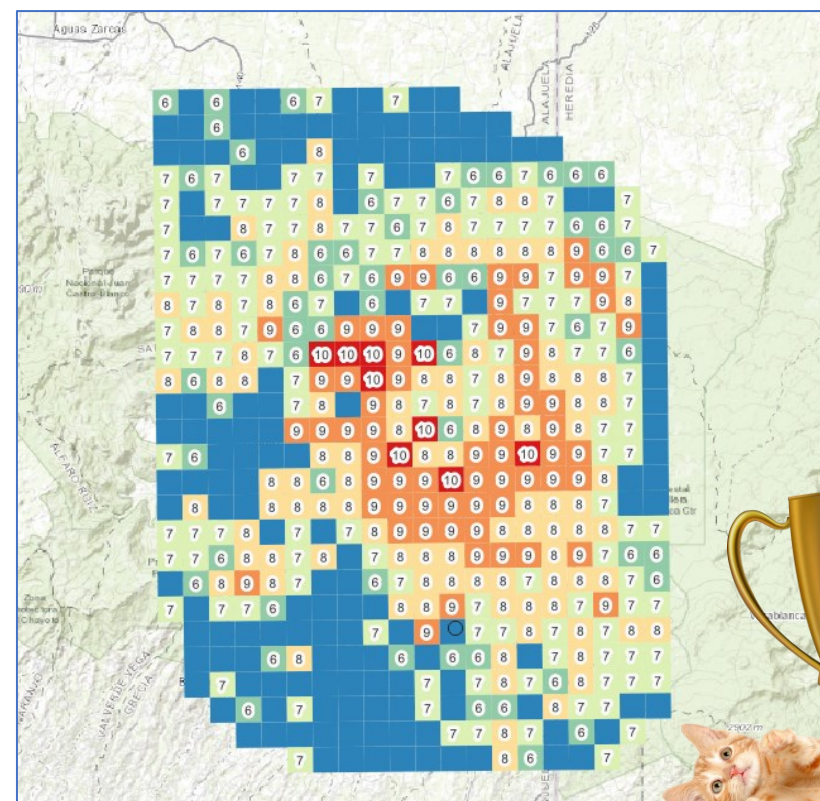
Scopo è cercare la frana più grande all'interno di ogni cella → questo avviene tramite smoothing a livello spaziale!

7. Calcola il valore di ESI per ogni cella - Fine

- Layer "grid_xxx": properties → join:
 - Vettore per join: temporary layer
 - Faccio join usando ID field
 - Mantengo solo i campi con il valore ESI finale



- Copia/incolla i valori ESI in un nuovo campo per salvarlo!





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Inventari delle frane sismoindotte: situazione attuale, gestione
e caso studio di applicazione scala ESI-07

Eliana Muccignato



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DELL'INSUBRIA





Bibliografia

- Michetti, A.M., Esposito, E., Guerrieri, L., Porfido, S., Serva, L., Tatevossian, R., Vittori, E., Audemard, F., Azuma, T., Clague, J., Comerci, V., Gürpınar, A., McCalpin, J., Mohammadioun, B., Morner, N.A., Ota, Y., and Roghazin, E.: Environmental seismic intensity scale 2007 - ESI 2007, Mem. Descr.lla Carta Geol. Italia 74, 7–54, Servizio Geologico d'Italia – Dipartimento Difesa del Suolo, APAT, Roma, Italy, http://www.isprambiente.gov.it/en/publications/technical-periodicals/descriptive-memories-of-the-geological-map-of/intensity-scale-esi-2007?set_language=en, 2007.
- Guzzetti, F., Ardizzone, F., Cardinali, M., Rossi, M., and Valigi, D.: Landslide volumes and landslide mobilization rates in Umbria, central Italy, Earth Planet. Sc. Lett., 279, 222–229, <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2009.01.005>, 2009.
- Larsen, I.J., Montgomery, D.R., and Korup, O.: Landslide erosion controlled by hillslope material, Nat. Geosci. 3, 247–251. <https://doi.org/10.1038/ngeo776>, 2010.
- Malamud, B. D., Turcotte, D. L., Guzzetti, F., and Reichenbach, P.: Landslides, earthquakes, and erosion, Earth Planet. Sc. Lett., 229, 45–59, <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2004.10.018>, 2004.
- Xu, C., Xu, X., Shen, L., Yao, Q., Tan, X., Kang, W., Ma, S., Wu, X., Cai, J., Gao, M., and Li, K.: Optimized volume models of earthquake-triggered landslides, Sci. Rep. 6, 29797, <http://dx.doi.org/10.1038/srep29797>, 2016.
- Ferrario, M. F.: Landslides triggered by the 2015 M w 6.0 Sabah (Malaysia) earthquake: inventory and ESI-07 intensity assignment, Natural Hazards and Earth System Sciences, 22(10), 3527-3542, <https://doi.org/10.5194/nhess-22-3527-2022>, 2022.



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Disclaimer

L'Autore/gli Autori è/sono pienamente responsabile/i di tutti i contenuti inseriti nella presentazione. I contenuti di questa presentazione (testo, grafica, immagini e altri materiali) non violano i diritti di terzi e sono nella piena e libera disponibilità, avendo acquisito da ogni eventuale terzo avente diritto su di essi espressa autorizzazione alla pubblicazione; pertanto saranno utilizzati per le finalità strettamente connesse al progetto GeoSciencesIR.



PNRR "GeoSciences IR" - Missione 4 "Istruzione e Ricerca" - Componente 2 "Dalla ricerca all'impresa"
Linea di investimento 3.1 "Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione"
Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU. CUP: I53C22000800006

