



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



Istituto Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Landslide mapping and inventory development/ updating

Giuseppe Bausilio





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



Introduzione

- Definizione di frana;
- Inventario delle frane:
 - Definizioni di Inventari delle frane;
 - Esempi di inventari delle frane;
- Sviluppo e aggiornamento dell'inventario delle frane:
 - L'inventario regionale LaIca;
 - Raccolta dati;
 - Contenuti dell'inventario;
 - Aggiornamento inventario.



Frana lungo la tangenziale di Napoli (2005).



Definizione di frana

Una frana è, secondo la definizione utilizzata dall'*International Geotechnical Societies' UNESCO Working Party on World Landslide Inventory (WP/WLI)*, "Movimento di roccia, detrito o terra lungo un versante" (Cruden, 1991).

*Destra: Classificazione delle frane (da Hungr et al., 2014);
In basso: Scala della velocità delle frane (da Cruden & Varnes, 1996).*

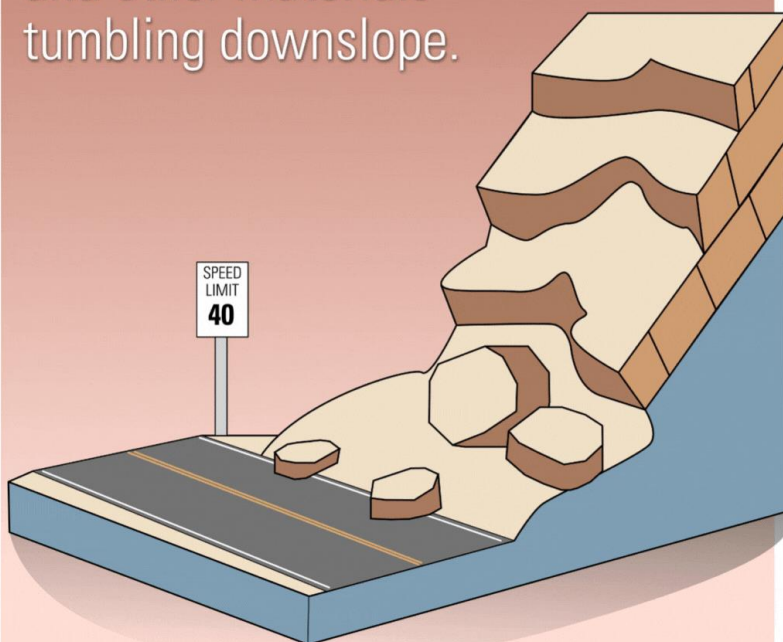
Classe di Velocità	Descrizione	Velocità (mm/sec)	Velocità Tipiche
7	Estremamente Rapida	5×10 ³	5 m/sec
6	Molto Rapida		
5	Rapida		
4	Moderata		
3	Lenta		
2	Molto Lenta		
1	Estremamente Lenta		

Tipo di Movimento	Roccia	Terreno sciolto	
Crollo (<i>Fall</i>)	1. Crollo di roccia o ghiaccio	2. Crollo di massi, detriti o <i>silt</i>	
Ribaltamento (<i>Topple</i>)	3. Ribaltamento di blocchi litoidi	5. Ribaltamento di ghiaia, sabbia o <i>silt</i>	
	4. Ribaltamento flessurale di roccia		
Scivolamento (<i>Slide</i>)	6. Scivolamento rotazionale di roccia	11. Scivolamento rotazionale di argilla o <i>silt</i>	
	7. Scivolamento planare di roccia	12. Scivolamento planare di argilla o <i>silt</i>	
	8. Scivolamento a cuneo di roccia	13. Scivolamento di ghiaia, sabbia o detrito	
	9. Scivolamento composto di roccia	14. Scivolamento composto di argilla o <i>silt</i>	
	10. Scivolamento irregolare di roccia		
Espansione (<i>Spread</i>)	15. <i>Rock slope spread</i>	16. Espansione per liquefazione di sabbia o <i>silt</i>	
		17. Espansione di argille sensibili	
Colata (<i>Flow</i>)	18. Valanga di roccia o ghiaccio	19. Colata secca di sabbia, <i>silt</i> o detrito	
		20. <i>Flowslide</i> di sabbia, <i>silt</i> o detrito	
		21. <i>Flowslide</i> di argille sensibili	
		22. Colata di detrito	
		23. Colata di fango	
		24. Alluvione di detrito	
		25. Valanga di detrito	
Deformazione di versante (<i>Slope deformation</i>)	28. <i>Mountain Slope Deformation</i>	26. Colata di terra	
		27. Colata di torba	
		30. <i>Soil slope deformation</i>	
		29. <i>Rock Slope Deformation</i>	31. <i>Soil Creep</i>
		32. Soliflussione	



ROCKFALL

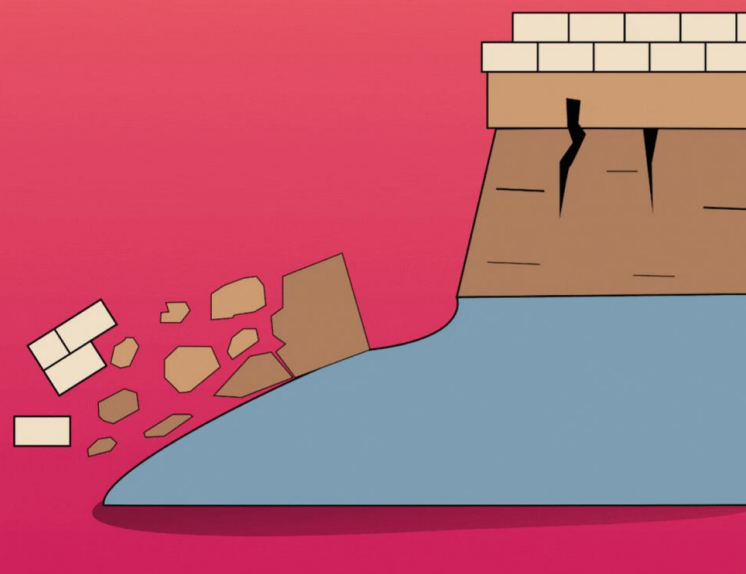
Gravity sends rocks and other materials tumbling downslope.



TYPES OF LANDSLIDES

TOPPLE

Pieces of a cliff or rock face fall forward as large blocks.



TYPES OF LANDSLIDES

I crolli sono caratterizzati dal distacco di materiale lungo un pendio estremamente acclive e la conseguente caduta libera. Sono parte della tipologia di movimento anche successivi, ed eventuali, rimbalzi e rotolamenti (Varnes, 1978). Le velocità sono molto rapide o estremamente rapide.

I Ribaltamenti sono, invece, caratterizzati dalla rotazione del materiale verso l'esterno del versante. Il centro di rotazione è localizzato al di sotto del baricentro del materiale in frana (Varnes, 1978) e le velocità possono variare da estremamente lente a estremamente rapide.

Figure, dal sito della USGS, di Steven Sobieszczyk (modificate da Highland and Johnson 2004).



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



ROTATIONAL LANDSLIDE

Ground rotates and slides
along a curved failure plane.

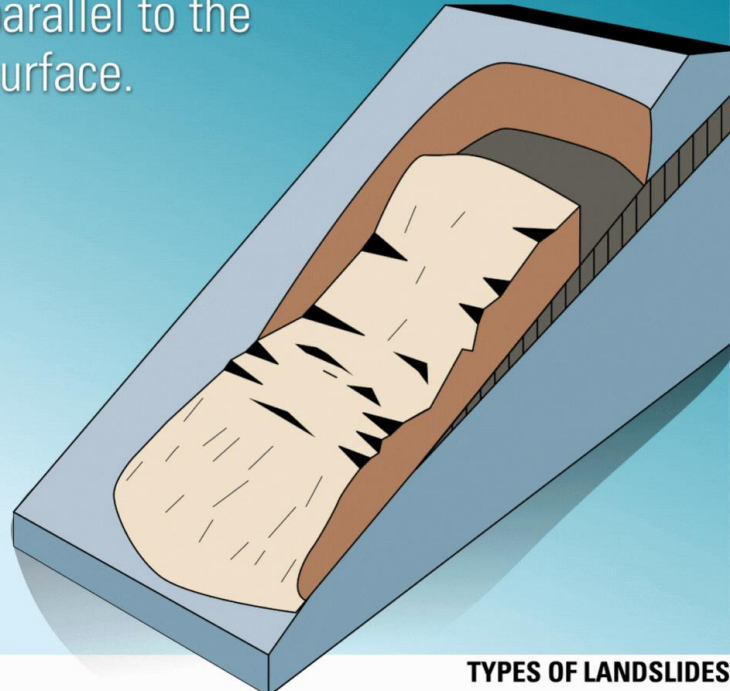


TYPES OF LANDSLIDES



TRANSLATIONAL LANDSLIDE

Ground slides with little
rotation along a flat plane
parallel to the
surface.



TYPES OF LANDSLIDES



Gli scivolamenti rotazionali e traslativi (o Planari) sono caratterizzati dalla formazione di una superficie di rottura. Gli scivolamenti rotazionali presentano una superficie di rottura concavo verso l'alto e da un movimento rotazionale il cui asse di rotazione è situato all'esterno del versante (Varnes 1978). Gli scivolamenti traslativi sono caratterizzati da una superficie di rottura più o meno planare (Varnes 1978).

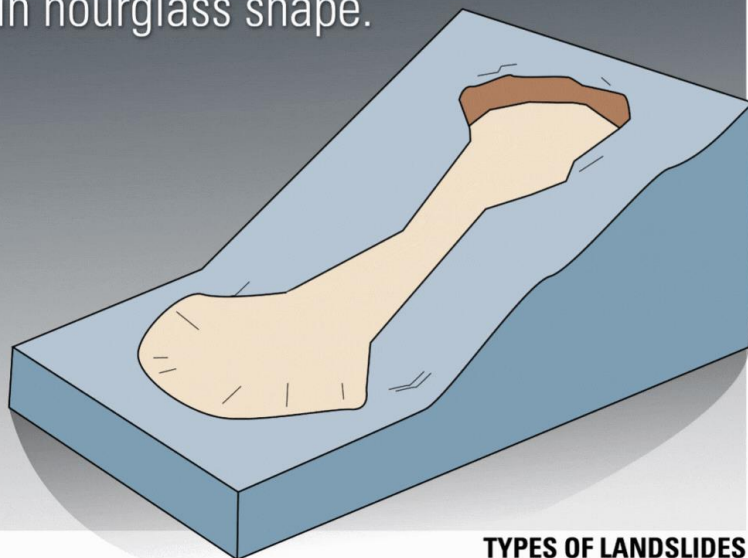
Associati ai scivolamenti rotazionali si possono individuare abbassamenti o gradini nella zona di testata e contropendenze localizzate. Le velocità possono variare tra estremamente lente ed estremamente rapide (Hungry et al., 2014).

Figure, dal sito della USGS, di Steven Sobieszczyk (modificate da Highland and Johnson 2004).



EARTHFLOW

Form on moderate slopes when fine-grained material liquefies and runs out in hourglass shape.

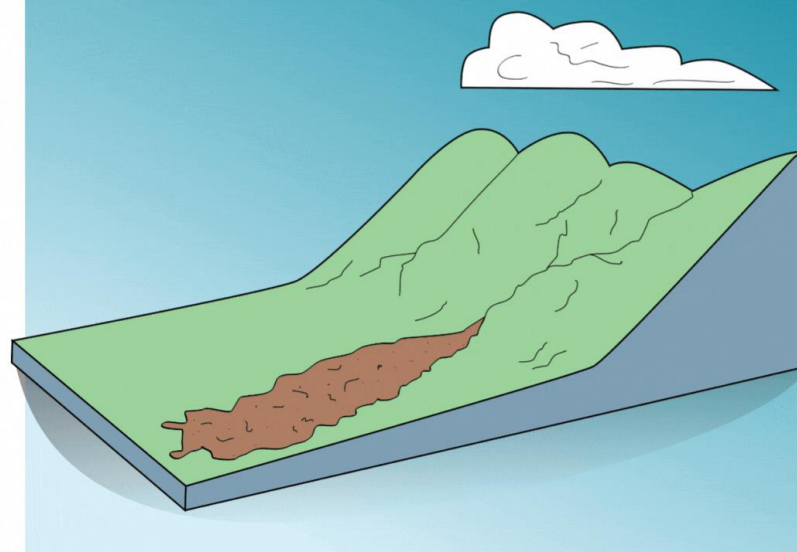


TYPES OF LANDSLIDES



DEBRIS FLOW

Rapidly moving mix of water, mud, trees, and other materials that flows downvalley and can travel great distances.



TYPES OF LANDSLIDES



Per frane tipo colata si intende un gran numero di fenomeni, alcuni più semplice da catalogare (nei materiali non consolidate) rispetto ad altre (materiali litoidi) (Varnes 1978). Le velocità varia tra estremamente lente (collate di roccia) ed estremamente rapide (collate di detrito). Il contenuto d'acqua è estremamente importante e anche molto variabile da evento a evento. Hungr et al. (2014), infatti, aggiorna la classifica di Varnes (1978) introducendo altre tipologie di colata, come le *dry flow* (colate secche), *flow* (collate) e *flood* (alluvione).

Figure, dal sito della USGS, di Steven Sobieszczyk (modificate da Highland and Johnson 2004).



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

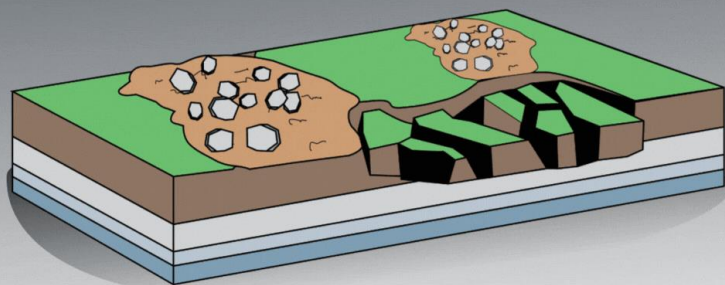


ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



LATERAL SPREAD

When surface material extends or spreads on gentle slopes. This type of ground deformation is often associated with earthquake shaking.



TYPES OF LANDSLIDES



CREEP

Soil and surface material that slowly moves down a slope.



TYPES OF LANDSLIDES



Le espansioni possono essere ritrovate anche in corrispondenza di pendii molto dolci o aree pianeggianti. Sono caratterizzate da questo movimento estensivo che coinvolge materiali rigidi o molto competenti che posano su materiali meno competenti (Varnes 1978).

Il Creep rientra nelle deformazioni di versante e la USGS li descrive come "movimento impercettibilmente lento, costante e verso valle del terreno o della roccia che forma il pendio... causato da uno sforzo di taglio sufficiente a produrre una deformazione permanente, ma non abbastanza intenso da produrre una superficie di taglio netta" (Highland e Johnson, 2004).

Figure, dal sito della USGS, di Steven Sobieszcyk (modificate da Highland and Johnson 2004).



Introduzione

Caratterizzazione delle frane

*In alto a destra: Distribuzione di una frana (da Cruden & Varnes, 1996);
In basso a sinistra: Stato di attività (da Cruden & Varnes, 1996);
In basso a destra: Stile di frana (da Cruden & Varnes, 1996).*

Stato di attività		Descrizione
Attiva (1)		Movimento in atto durante la classificazione
Sospesa (2)		Attualmente non attiva, ma che si è attivata durante l'ultimo ciclo stagionale
Riattivata (3)		Nuovamente attiva dopo essere stata inattiva
Inattiva	Quiescente (5)	Frana inattiva che può essere riattivata dalle stesse cause originali
	Abbandonata (6)	Frana inattiva che non può più essere riattivata dalle stesse cause originali
	Stabilizzata (7)	Quando il Movimento della frana è stato fermato da processi o fenomeni naturali o artificiali che la proteggono dalle cause di originali
	Relitta (8)	Frana inattiva sviluppata con condizioni climatiche e geomorfologiche diverse dalle attuali

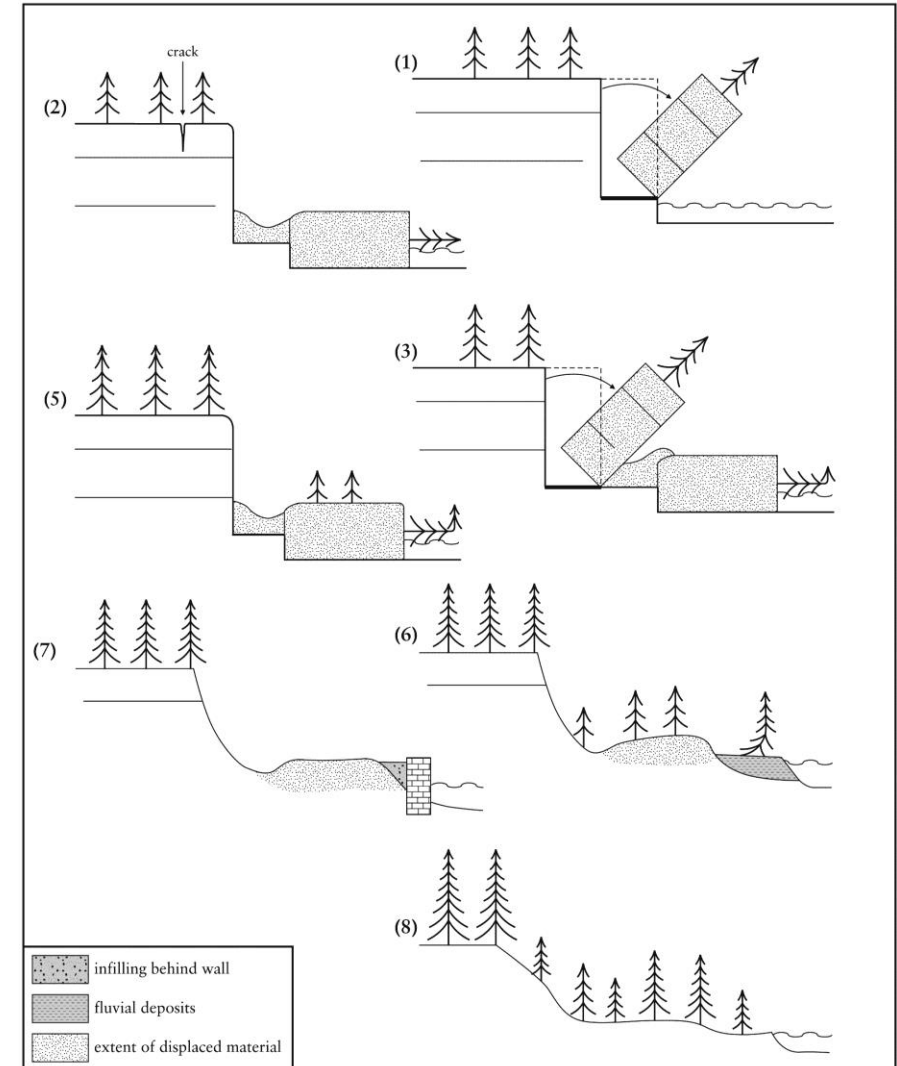
Distribuzione	Descrizione
In avanzamento (1)	La superficie di rottura si estende nella direzione del movimento
Retrogressiva (2)	La superficie di rottura si estende in senso opposto a quello di movimento del materiale coinvolto
Multidirezionale (3)	La superficie di rottura si estende in due o più direzioni
In diminuzione (4)	Il volume del materiale spostato decresce nel tempo
Confinata (5)	Quando è presente la scarpata, ma la superficie di rottura non è visibile
Costante (6)	Il materiale continua a muoversi senza variazioni apprezzabili della superficie di rottura e del volume di materiale spostato
In allargamento (7)	Quando la superficie di rottura si estende oltre uno o entrambi i margini laterali

Stile	Descrizione
Complesso (1)	Quando, in sequenza temporale, c'è la combinazione di due o più tipi di movimento
Composito (2)	Quando, simultaneamente, c'è la combinazione di due o più tipi di movimento in punti diversi del materiale spostato
Successive (3)	Stessa tipologia di movimento di un fenomeno precedente e adiacente, ma in assenza di condivisione di materiale spostato o di superficie di rottura
Singolo (4)	Frana con una singola tipologia di movimento del materiale coinvolto
Multiplo (5)	Ripetizione della stessa tipologia di movimento, di solito in seguito all'ampliamento della superficie di rottura



Introduzione Stato di attività

<i>Stato di attività</i>		<i>Descrizione</i>
Attiva (1)		Movimento in atto durante la classificazione
Sospesa (2)		Attualmente non attiva, ma che si è attivata durante l'ultimo ciclo stagionale
Riattivata (3)		Nuovamente attiva dopo essere stata inattiva
Inattiva	Quiescente (5)	Frana inattiva che può essere riattivata dalle stesse cause originali
	Abbandonata (6)	Frana inattiva che non può più essere riattivata dalle stesse cause originali
	Stabilizzata (7)	Quando il Movimento della frana è stato fermato da processi o fenomeni naturali o artificiali che la proteggono dalle cause di originali
	Relitta (8)	Frana inattiva sviluppata con condizioni climatiche e geomorfologiche diverse dalle attuali

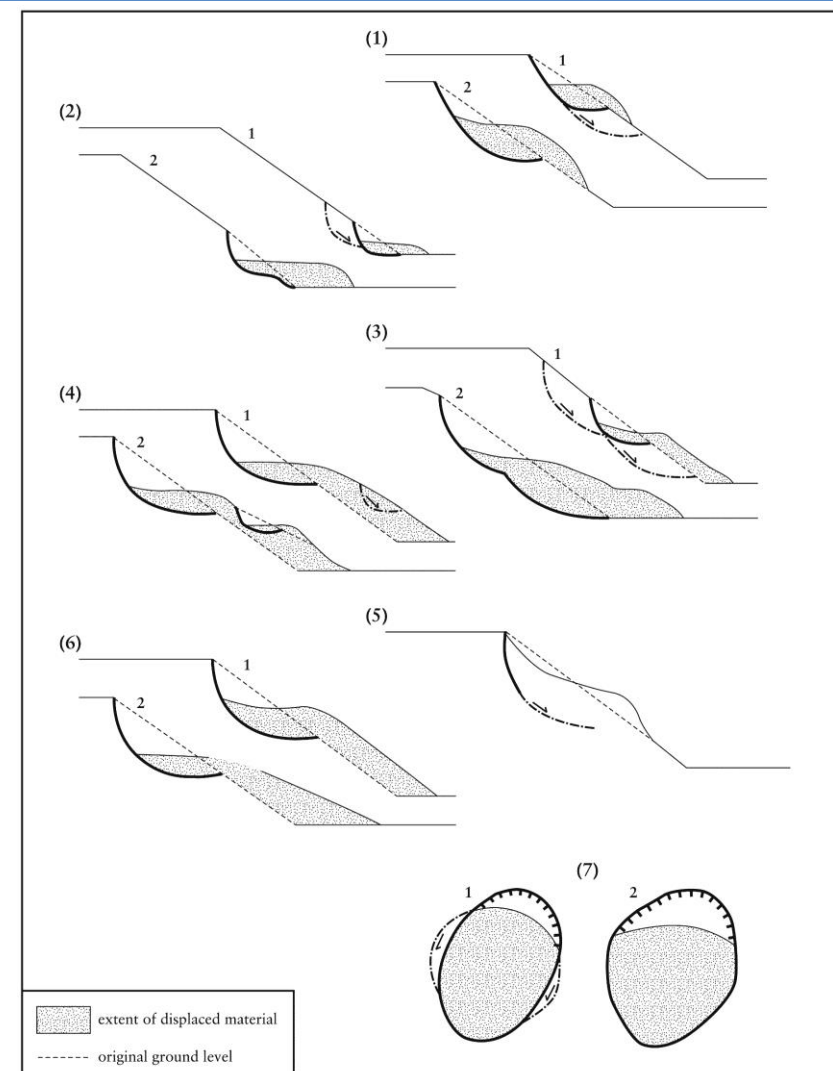


In alto: Descrizione dello stato di attività (from Cruden & Varnes, 1996);

Destra: Stato di attività (from Cooper, 2007).

Introduzione Distribuzione

Distribuzione	Descrizione
In Avanzamento (1)	La superficie di rottura si estende nella direzione del movimento
Retrogressiva (2)	La superficie di rottura si estende in senso opposto a quello di movimento del materiale coinvolto
Multidirezionale (3)	La superficie di rottura si estende in due o più direzioni
In diminuzione (4)	Il volume del materiale spostato decresce nel tempo
Confinata (5)	Quando è presente la scarpata, ma la superficie di rottura non è visibile
Costante (6)	Il materiale continua a muoversi senza variazioni apprezzabili della superficie di rottura e del volume di materiale spostato
In allargamento (7)	Quando la superficie di rottura si estende oltre uno o entrambi i margini laterali



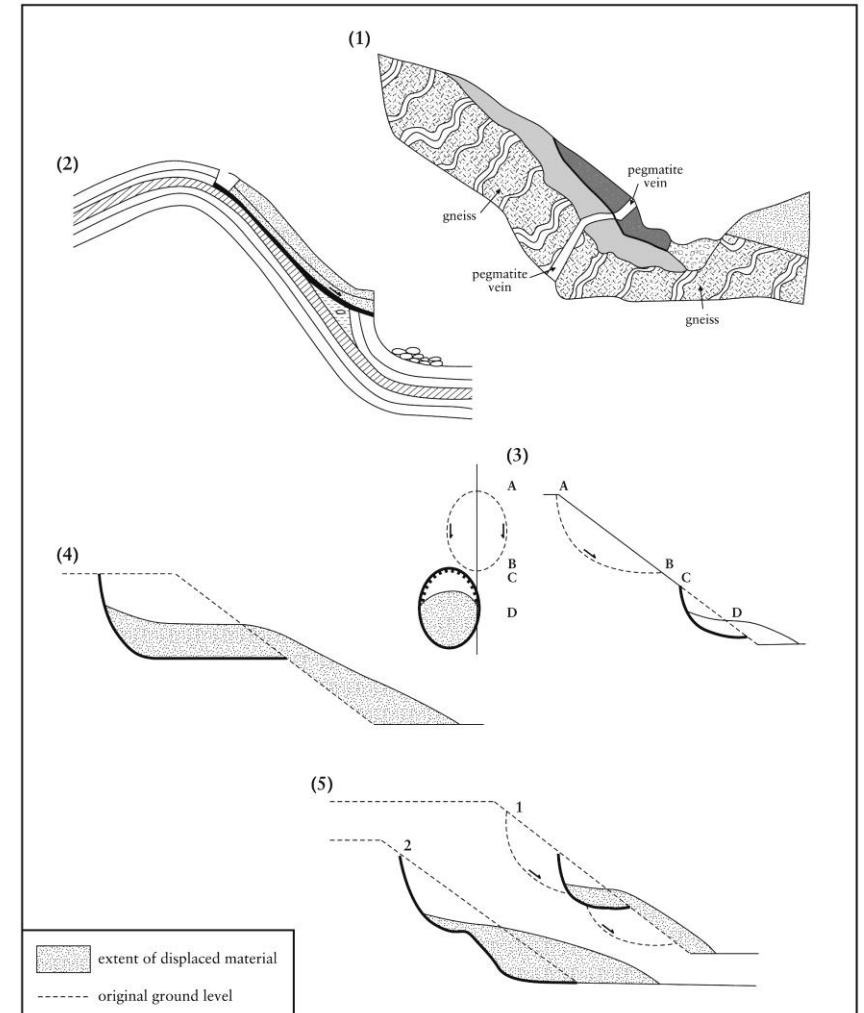
In alto: Descrizione delle classi di distribuzione delle frane (from Cruden & Varnes, 1996);
Destra: Distribuzione delle frane (from Cooper, 2007).



Introduzione Stile

Stile	Descrizione
Complesso (1)	Quando, in sequenza temporale, c'è la combinazione di due o più tipi di movimento
Composito (2)	Quando, simultaneamente, c'è la combinazione di due o più tipi di movimento in punti diversi del materiale spostato
Successive (3)	Stessa tipologia di movimento di un fenomeno precedente e adiacente, ma in assenza di condivisione di materiale spostato o di superficie di rottura
Singolo (4)	Frana con una singola tipologia di movimento del materiale coinvolto
Multiplo (5)	Ripetizione della stessa tipologia di movimento, di solito in seguito all'ampliamento della superficie di rottura

In alto: Descrizione dei diversi stili di frana (da Cruden & Varnes, 1996);
Destra: Stile della frana (da Cooper, 2007).

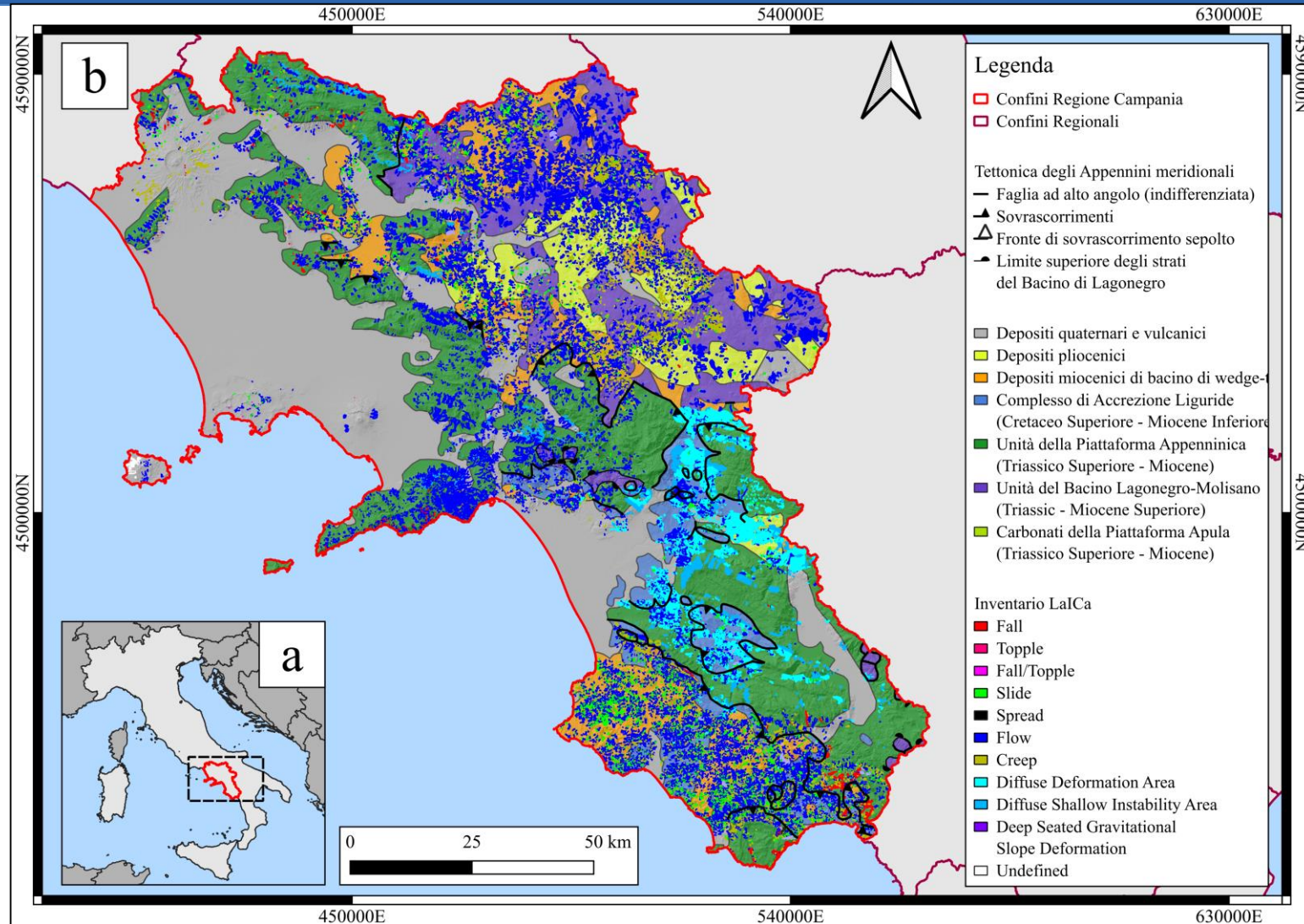




Frane nella Regione Campania (I)

- Frane da colata che coinvolgono i depositi piroclastici depositati sui versanti carbonatici e tufacei che circondano i centri eruttivi della regione Campania;
- Crolli e Ribaltamenti di roccia lungo i pendii acclivi appartenenti ai versanti dell'entroterra e alle coste alte;
- Frane lente che coinvolgono le formazioni strutturalmente complesse.

Assetto Tettono-stratigrafico della Regione Campania (modificato da Vitale e Ciarcia, 2018) e Inventario LalCa (modificato da Fusco et al., 2023).





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



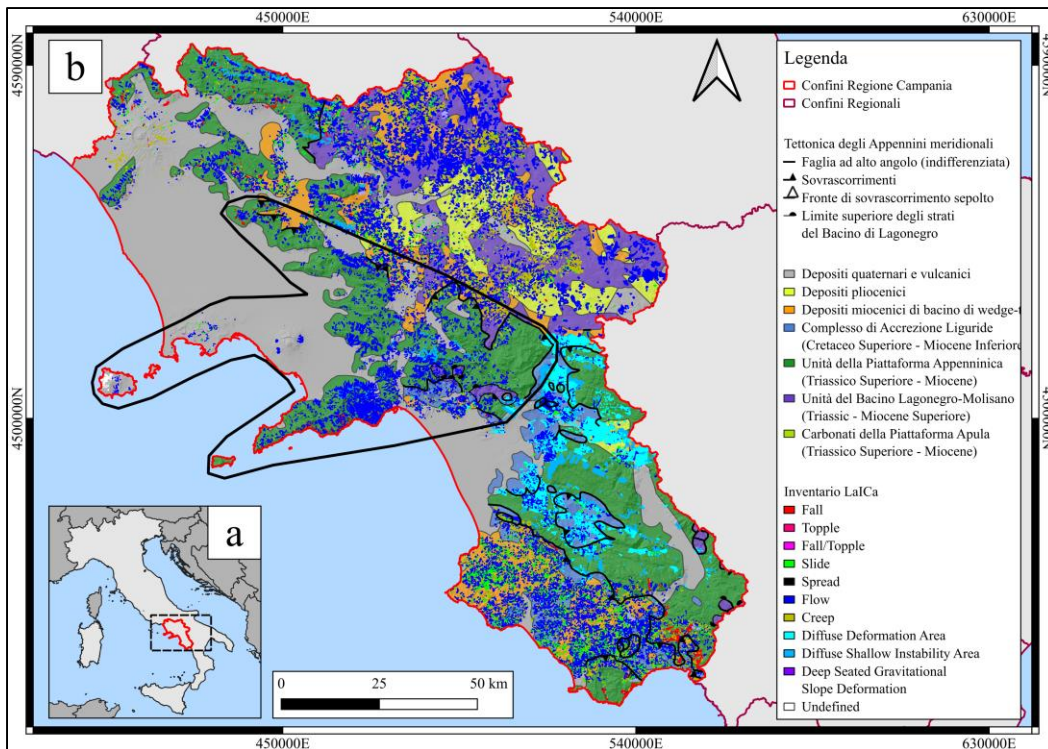
ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Istituto Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Frane nella Regione Campania (II)

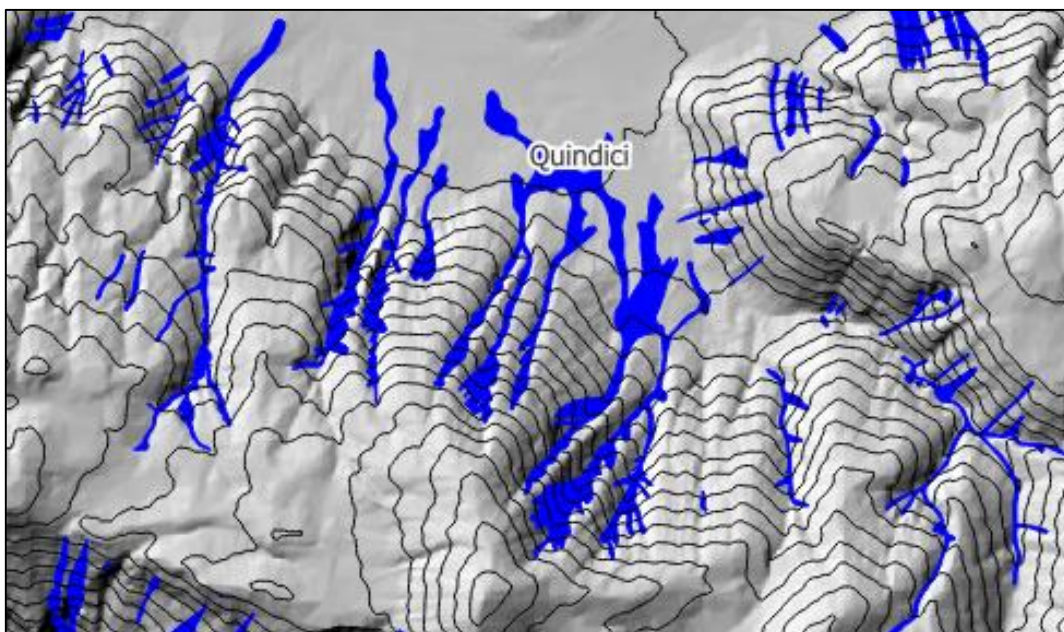
Frane da colata che coinvolgono i depositi piroclastici depositati sui versanti carbonatici e tufacei che circondano i centri eruttivi della regione Campania.



Nocera Inferiore (SA), 4 marzo 2005. 3 Vittime.

Frane nella Regione Campania (III)

Frane da colata che coinvolgono i depositi piroclastici depositati sui versanti carbonatici e tufacei che circondano i centri eruttivi della regione Campania.



*Frane del 5 maggio 1998. 11 Vittime a Quindici.
Il numero totale di vittima è stato di 160.*



Frana di Casamicciola, Ischia (2022).

Frane nella Regione Campania (IV)

Crolli e Ribaltamenti di roccia lungo i pendii acclivi
appartenenti ai versanti dell'entroterra e alle coste alte.



Crolli e Ribaltamenti in tufo, Coroglio, Napoli.



Crolli e Ribaltamenti lungo la costiera amalfitana (SA).



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



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Frane nella Regione Campania (V)

Frane lente che coinvolgono le formazioni strutturalmente complesse.



*In alto: Frana di Montaguto (AV);
Destra: Frana di Monte Pizzuto, San Giorgio la Molara (BN).*





Inventario delle frane (I)

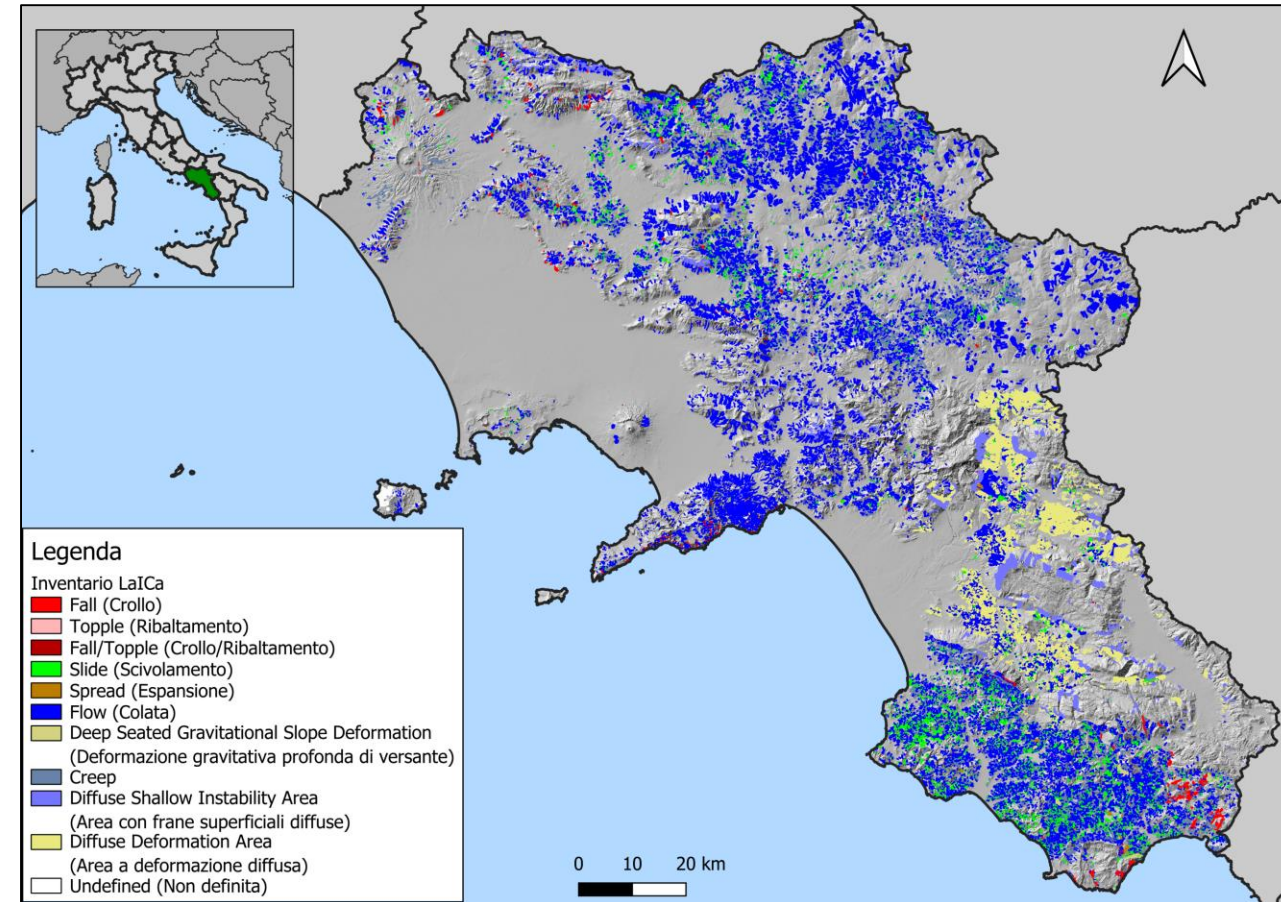
L'inventario delle frane è uno strumento utilizzato per catalogare quando e dove c'è stato l'innescò di una frana nota (Guzzetti et al., 2000). Per compilare un inventario delle frane si possono usare diversi metodi:

- Raccolta di dati storici e bibliografici;
- Rilievo sul campo;
- Analisi delle fotografie aeree;
- Analisi delle immagini satellitari;
- Analisi LiDAR (Light Detection And Ranging).

Questo strumento può anche contenere informazioni aggiuntive, come le caratteristiche della frana (velocità di movimento, distribuzione, ecc.).

Guzzetti et al. (2000) dividono gli inventari in tre categorie principali, in base alla scala e utilizzo:

- Inventari su piccola scala (<1:200.000) per la pianificazione regionale;
- Inventari su media scala (1:25.000–1:200.000) per studi geomorfologici, analisi statistiche e distribuzione regionale dei tipi di frane;
- Inventari su larga scala (>1:25.000) utilizzati per descrivere e studiare gli effetti di catastrofi localizzate, per studi geotecnici e per interventi urgenti.



*Inventario LaICA (Landslide Inventory of the Campania region)
realizzato da Fusco et al. (2023).*

Inventario delle frane (II)

In Campania sono disponibili diversi inventari.

Per quanto riguarda gli inventari su piccola scala:

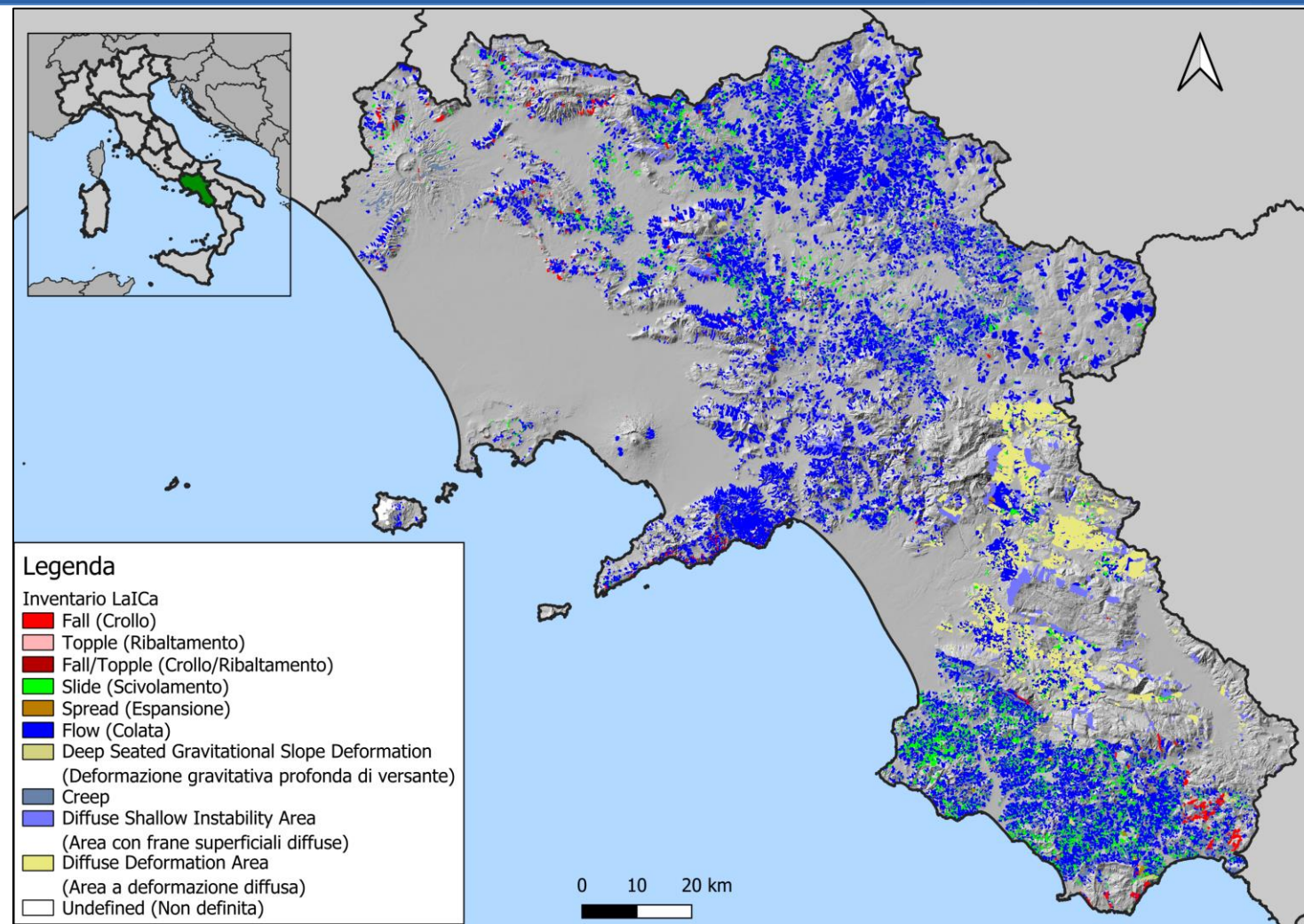
- Inventario dei fenomeni franosi in Italia (IFFI);
- Inventario del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale.

Per quanto riguarda, invece, gli inventari su media scala:

- Inventari delle vecchie autorità di bacino (ex AdB naz. Liri- Garigliano e Volturno; UoM Regionale Campania Nord Occidentale; UoM Sarno; UoM Destra Sele; UoM Sinistra Sele; UoM Sele)

Sono presenti in letteratura diversi inventari su larga scala, prodotti da vari autori e per i più disparati obiettivi:

- “The May 5th 1998 landsliding event in Campania, Southern Italy: Inventory of slope movements in the Quindici area ” (Calcaterra et al., 1999);
- “A geodatabase of historical landslide events occurring in the highly urbanized volcanic area of Campi Flegrei, Italy” (Esposito e Matano, 2023);
- Etc...



Inventario LaICa (Landslide Inventory of the Campania region) (da Fusco et al., 2023).



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



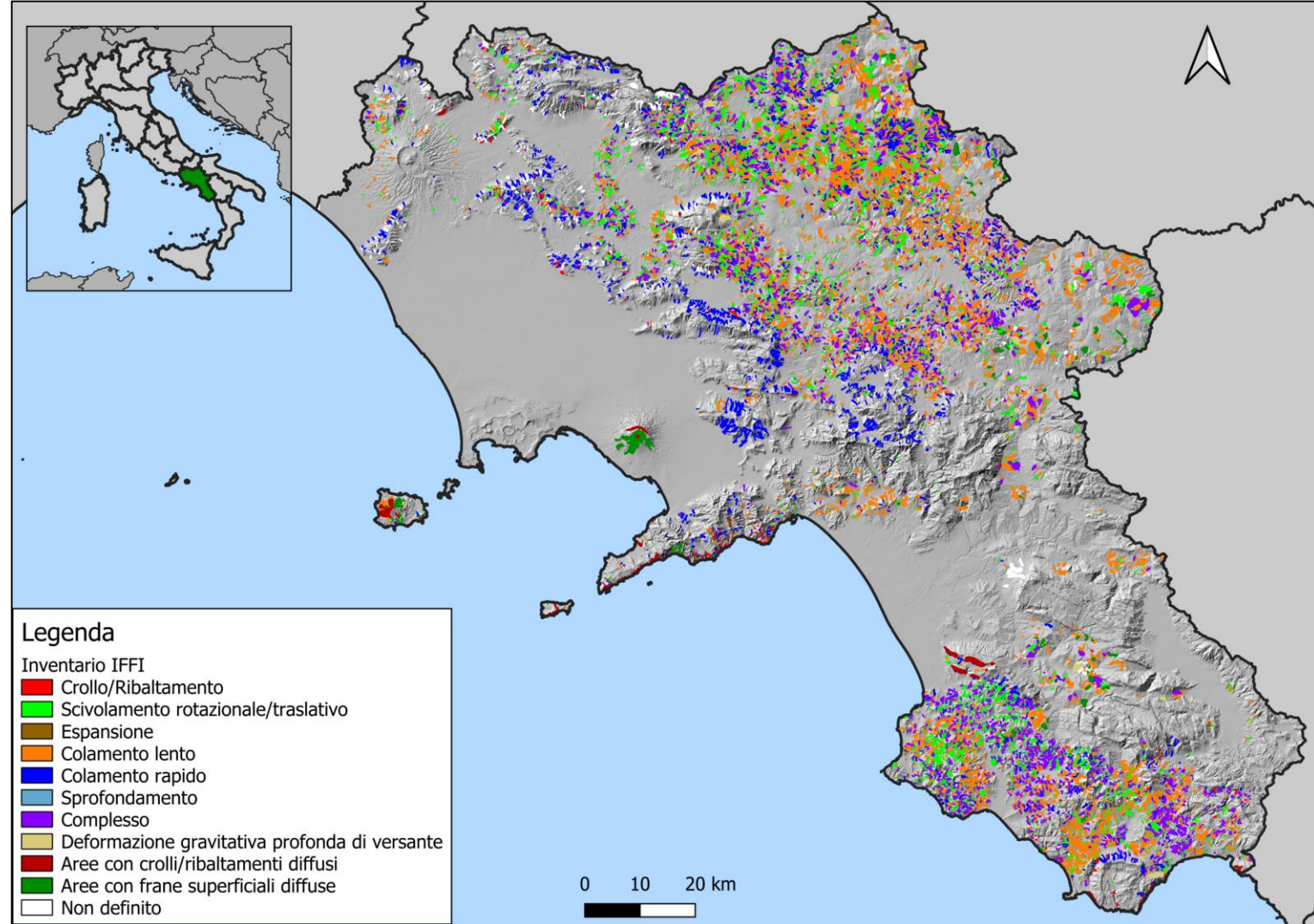
Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Inventario delle frane (III)

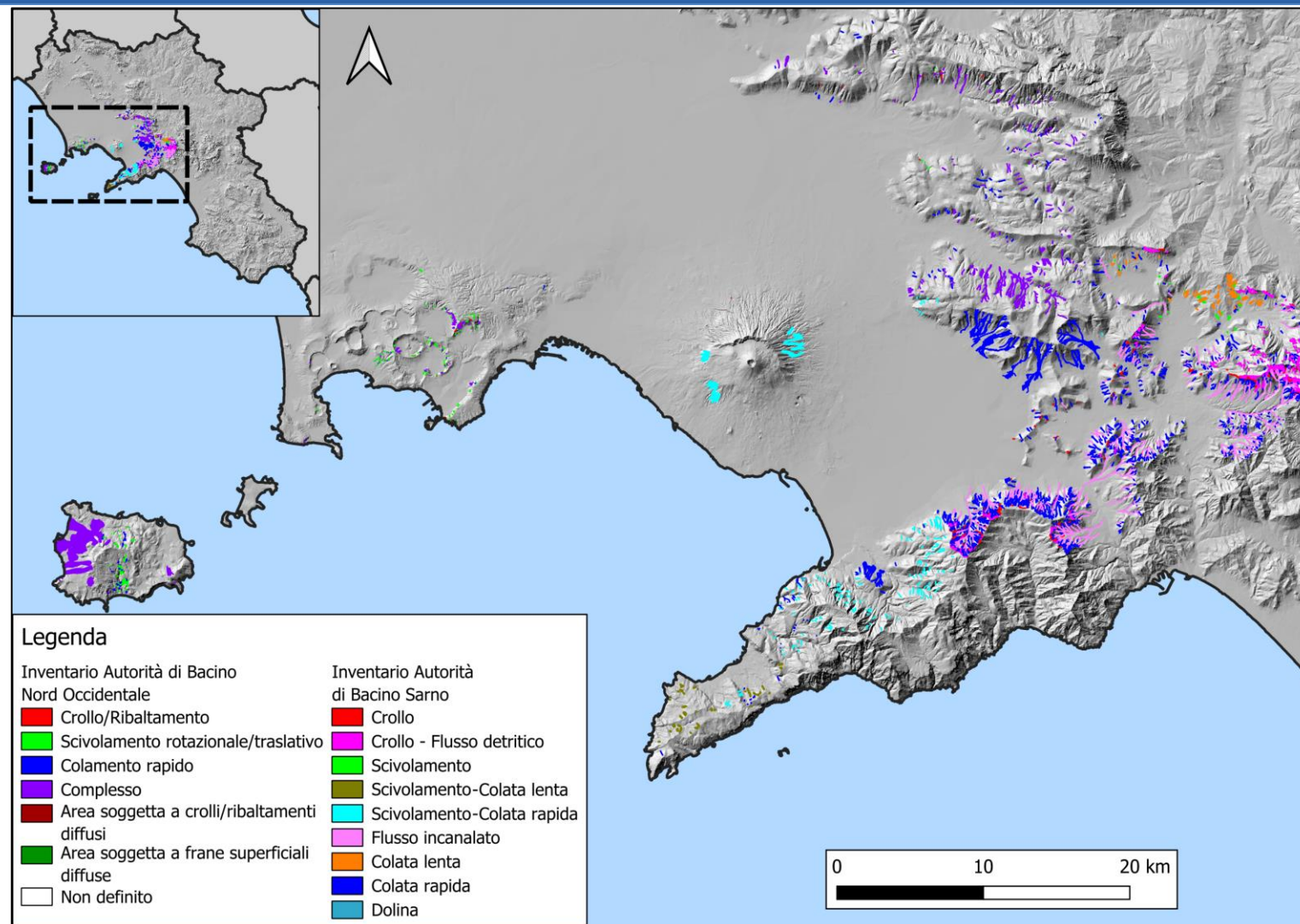
L'inventario Nazionale dell'IFFI fa parte del Progetto Nazionale IFFI avviato nel 2001, ed è gestito dall'ISPRA. Ha lo scopo di fornire uno strumento conoscitivo di base per la valutazione della pericolosità da frana, per la programmazione degli interventi di difesa del suolo e per la pianificazione territoriale. Le frane sono rappresentate, nel database, da un punto posto nel punto più elevato del coronamento della frana (il PIFF). Al PIFF sono associati, laddove possibile, un poligono o una linea a seconda delle informazioni a disposizione sulla geometria. Contiene informazioni sulle frane basate sulla classificazione di Cruden e Varnes (1996), ma anche dati di tipo geologico, idrogeologico e morfometrico. Contiene anche dati sui danni causati dalla frana e sulla presenza di strategie di mitigazione già esistenti. Le voci sono state raccolte utilizzando dati storici, rilievi sul campo, interpretazione di fotografie aeree. L'Inventario IFFI rappresenta uno strumento fondamentale per la pianificazione preliminare e la valutazione della suscettibilità da frana.



Inventario delle frane (IV)

L'inventario dell'Autorità di Bacino Nord-Occidentale si basa sulla classificazione della tipologia di movimento della frana di Cruden e Varnes (1996), con l'aggiunta di classi di frana arealmente estese (ad esempio Aree con Crolli e Ribaltamenti diffusi o per aree soggette a caduta/rovesciamento e aree con frane superficiali diffuse). Contiene anche un campo per lo Stato di attività.

Anche l'inventario dell'Autorità di Bacino Sarno utilizza la classificazione di Cruden e Varnes specificando, però, anche l'evoluzione della frana, con una tipologia primaria e secondaria invece dell'utilizzo della tipologia di movimento Complesso. Un'altra differenza tra i due inventari è la presenza di una classe Indefinita nell'Inventario dell'Autorità di Bacino Nord-Occidentale e di una classe relativa alle doline nell'Inventario dell'Autorità di Bacino Sarno.

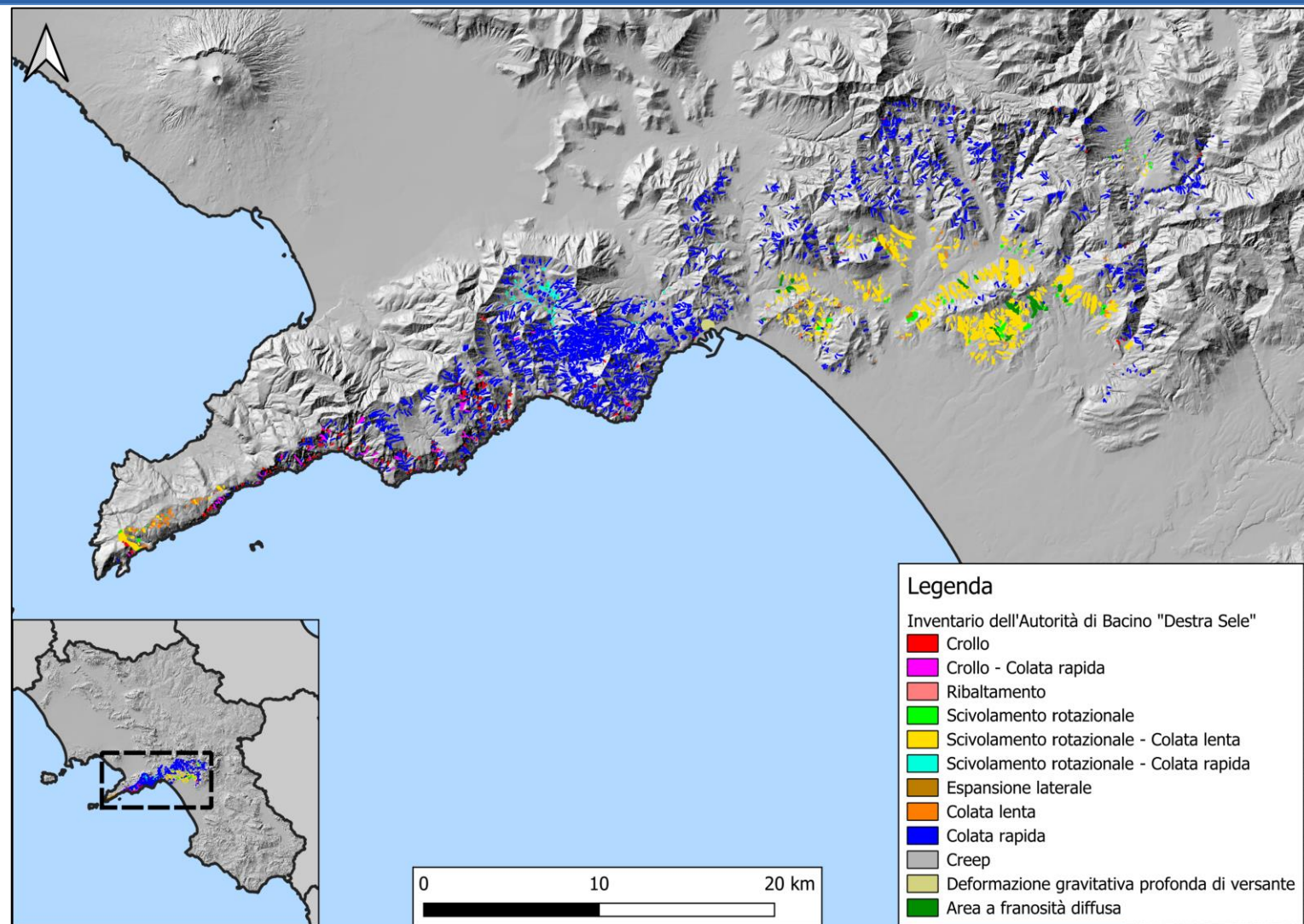


Inventario delle frane (V)

L'inventario delle frane dell'Autorità di Bacino "Destra Sele" utilizza la classificazione di Cruden e Varnes (1996). Specifica inoltre l'evoluzione della frana utilizzando il tipo e il secondo tipo nella classificazione. Include anche i *creep* come tipo di frana.

Oltre a ciò, l'inventario contiene informazioni sullo stato di attività, distribuzione, velocità, intensità e metodo di indagine, che include:

- Dati bibliografici;
- Indagine sul campo;
- Fotografia aerea;
- Inclinatori e altri strumenti.

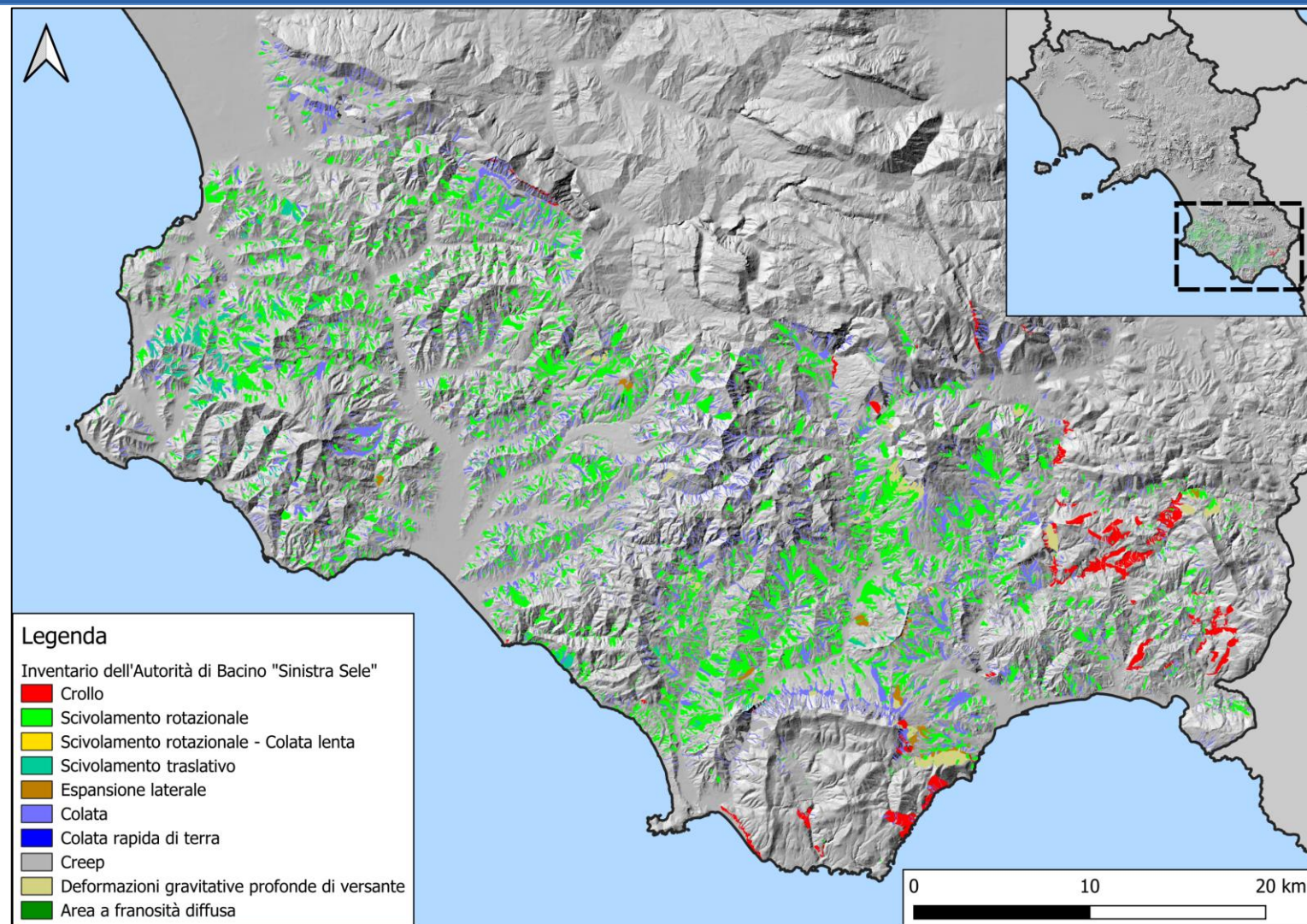


Inventario delle frane (VI)

L'inventario delle frane "Sinistra Sele" ha suddiviso le frane in diverse zone:

- Zona di detachment;
- Zona di transit;
- Zona di deposit.

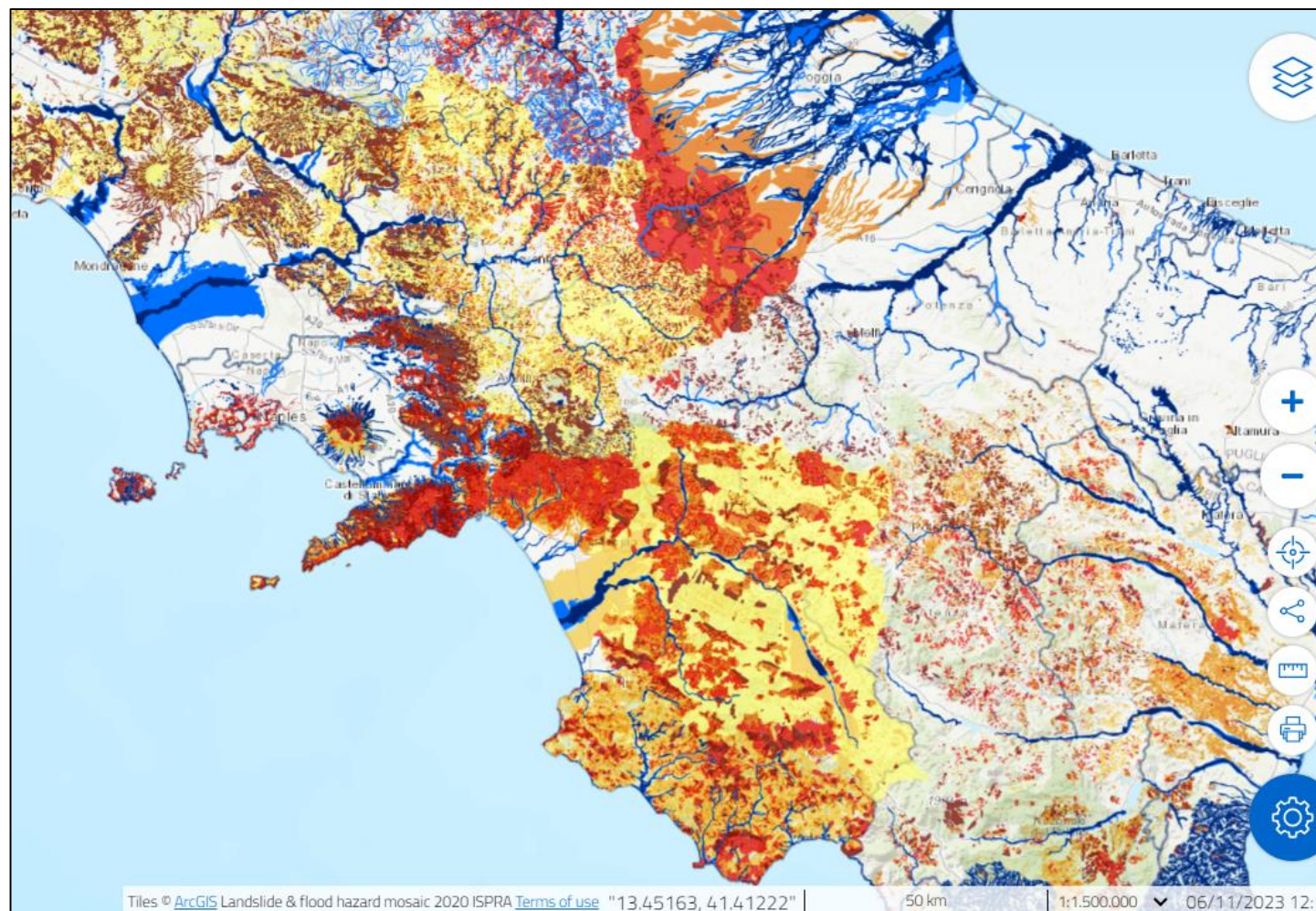
Questa suddivisione rende questo strumento estremamente utile e più facile da utilizzare nella suscettibilità all'analisi dell'innesco frana in quanto differenzia le zone di distacco e di transito. L'inventario include anche i campi relativi allo stato di attività e alla distribuzione, per una più completa caratterizzazione delle frane. Per quanto riguarda le tipologie di movimento, questo inventario divide le frane di tipo colata in base alla loro velocità (colate lente e colate rapide) così come nell'IFFI. Oltre a ciò, l'inventario include anche i *creep* come tipo di frana.



Aggiornamento dell'Inventario

Come per le regioni Piemonte ed Emilia Romagna, anche per la regione Campania è stato implementato un tentativo di omogeneizzare i dati di frana esistenti derivati da più fonti in un unico inventario regionale delle frane. La regione Campania è una delle regioni italiane con la più alta percentuale di area soggetta a frane (circa il 60%) e con il più alto numero di persone esposte al pericolo frana. Nonostante ciò, non è disponibile un inventario pubblico e omogeneo delle frane che copra l'intero territorio campano.

Mappa della pericolosità dal sito IdroGEO





Workflow

Il *workflow* è suddiviso in tre fasi principali:

- La prima è focalizzata sull'acquisizione dei dati. Vengono raccolti inventari delle frane da diverse fonti (Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, IFFI, dati di letteratura);
- Durante la seconda fase, i diversi inventari delle frane raccolti vengono analizzati e uniti in un unico inventario. Viene eseguito un primo processo di convalida per evitare errori di sovrapposizione.
- La terza fase è caratterizzata dal processo di omogeneizzazione, siccome inventari diversi sono prodotti con approcci diversi. Ad esempio, un inventario potrebbe utilizzare la classificazione di Hungr et al. (2014), mentre un secondo potrebbe essere prodotto utilizzando la classificazione di Cruden e Varnes (1996).

Data acquisition

- Southern Apennine Hydrological District (SAHD)
- Italian Landslide Inventory (IFFI)
- Published articles and reports.

Records processing

- Structure of available inventories including records type, landslide classifications and details, were analyzed before merging
- Checking records details after merging
- Processing of records for possible overlaying or errors

Implementing of the new inventory

- Defining of a unique format for the new inventory structure
- Processing of terminology and codes
- Reclassifying of several landslides
- Implementing of landslide details

Workflow della realizzazione dell'Inventario LaIca (da Fusco et al., 2023)



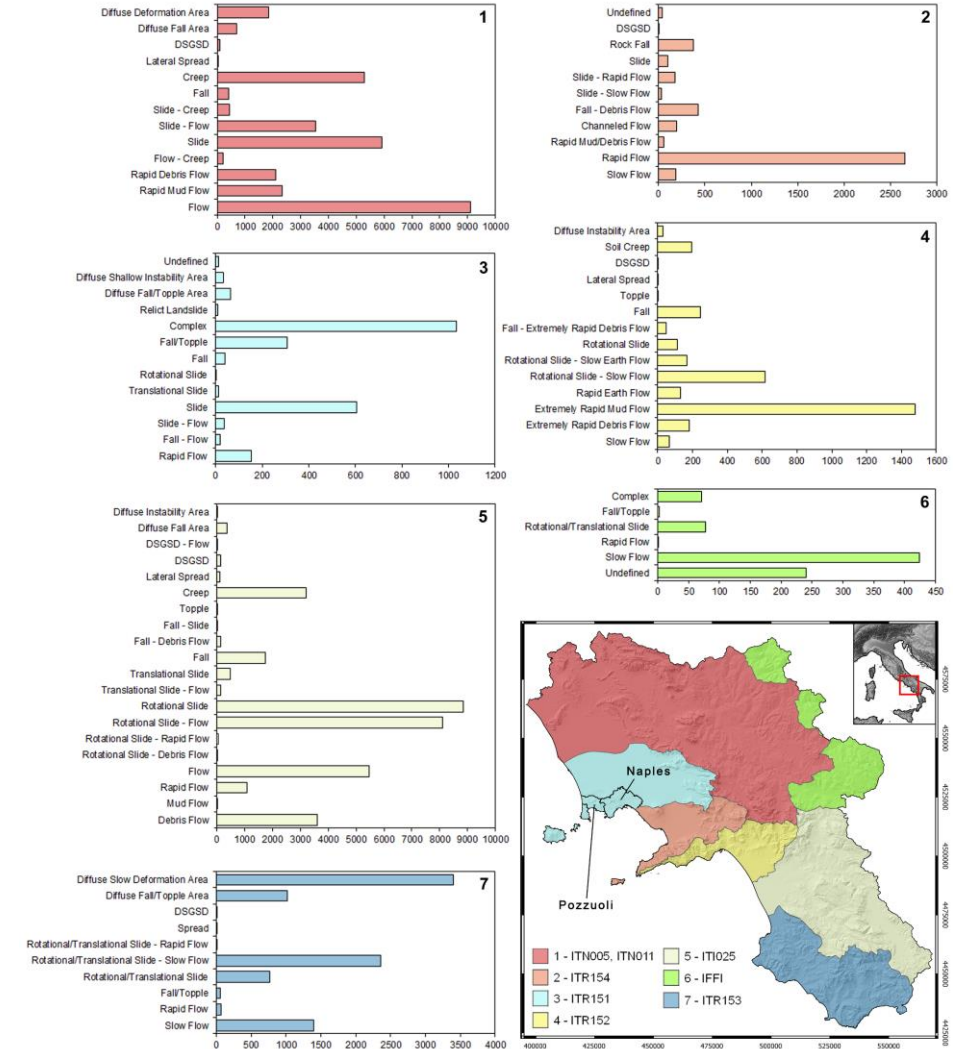
Acquisizione dati

- Inventari delle frane del **Distretto Idrologico dell'Appennino Meridionale (DIAM)** delle sette ex Autorità di Bacino (UoM – *Units of Management*) che coprono il 92% della regione Campania;
- L'inventario **IFFI** è stato preso in considerazione per le restanti aree del territorio campano (8%), dove non erano disponibili registrazioni degli inventari DIAM;
- **Relazioni tecniche e articoli scientifici** pubblicati (ad esempio, un'area molto piccola della regione Campania all'interno del confine amministrativo UoM ITR151).

Tutti i geodatabase considerati erano differenti fra loro, utilizzando parametri e sistemi classificativi differenti:

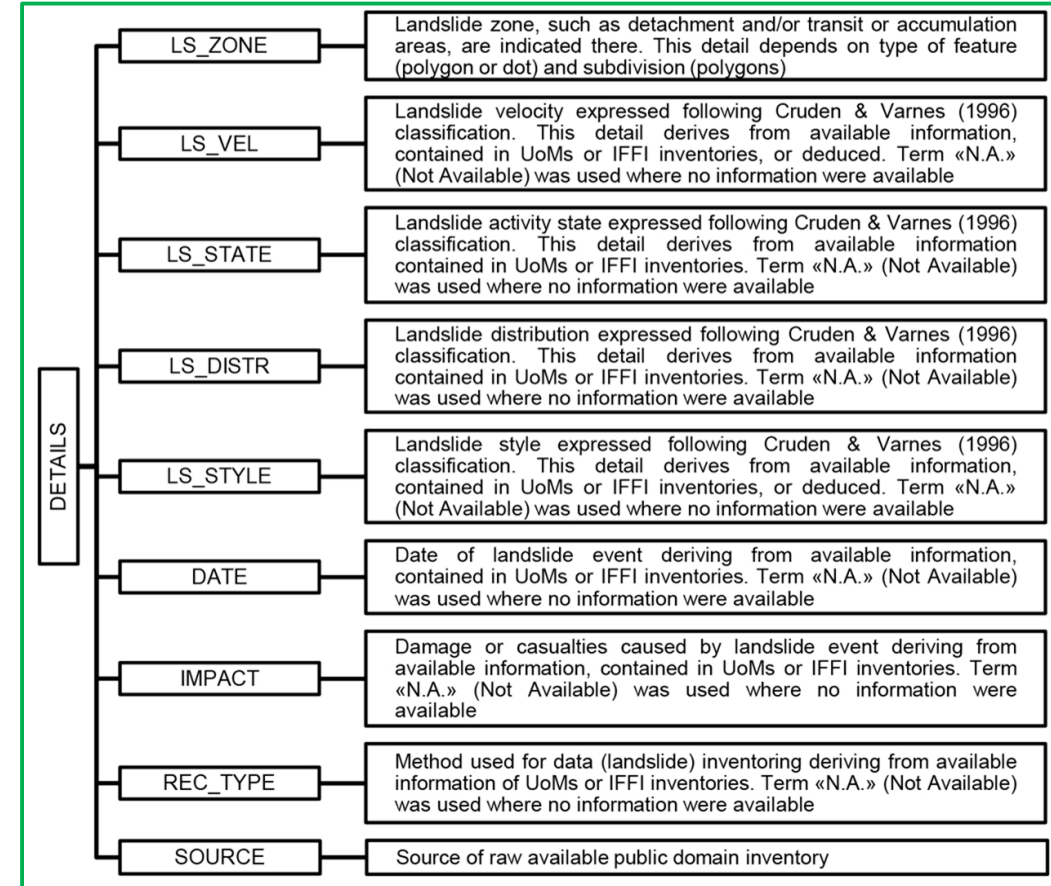
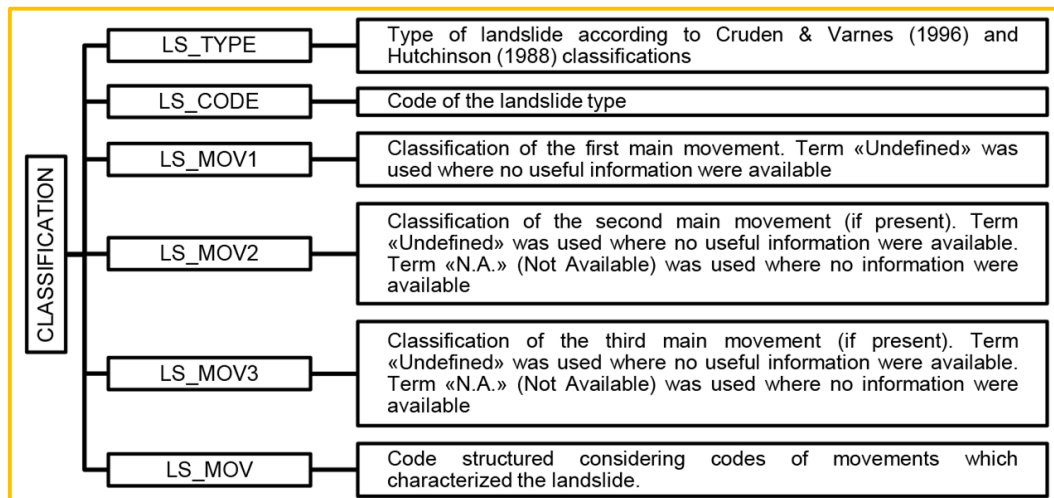
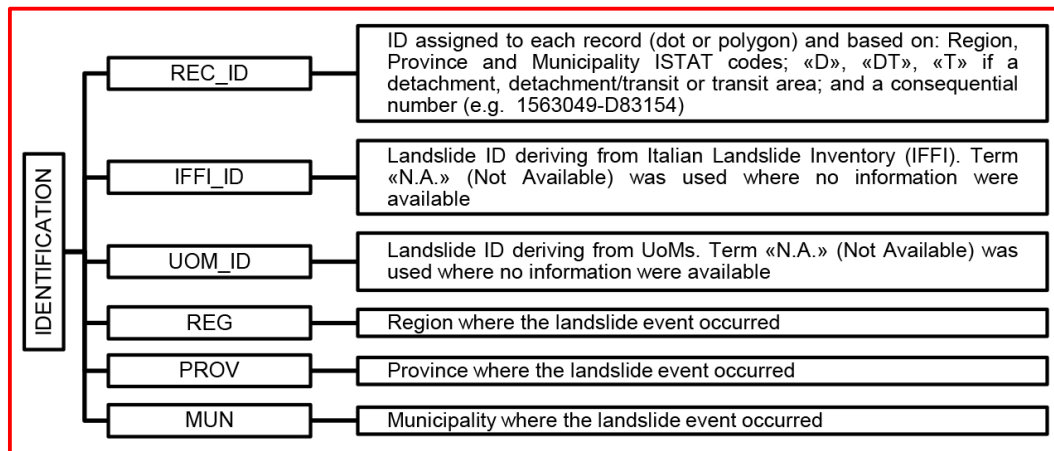
- Classificazione della tipologia di movimento delle frane;
- Tipo e quantità di dettagli (distribuzione, velocità, ecc...) considerati per l'evento franoso;
- Possibilità di specificare le aree di *detachment*, *transit* e *deposition* delle frane.

Destra: Informazioni sulla tipologia di frana dei diversi inventari delle Autorità di Bacino (Fusco et al, 2023). 1 - UoM Volturno (ITN011); 1 - UoM Liri-Garigliano (ITN005); 2 - UoM Sarno (ITR154); 3 - UoM Campania Nord Occidentale (ITR151); 4 - UoM Destra Sele (ITR152); 5 - UoM Interregionale Sele (ITI025); 6 - IFFI; 7 - UoM Sinistra Sele (ITR153).

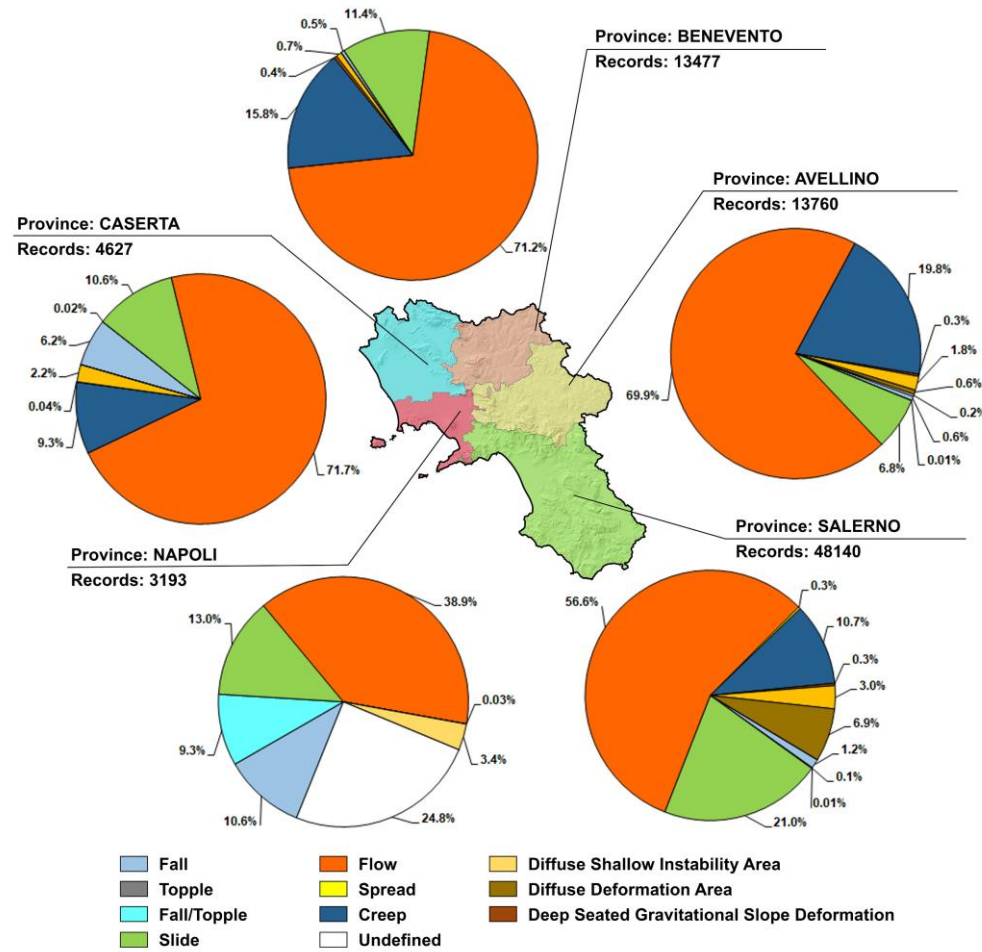




Elaborazione dei record e implementazione del nuovo inventario



Campi dell'Inventario LaICa (Fusco et al., 2023)



Grafici a torta che descrivono la tipologia di frana per le cinque province della Regione Campania (Fusco et al., 2023).

L'Inventario LaIca

- 51.155 Frane per l'intera regione Campania (~23.500 da IFFI);
- 3,4 Eventi/km² (1,7 dal progetto IFFI);
- Area coinvolta di ~141.911 ha (96.806 ha da IFFI);
- 160 Comuni (35% del totale) impattati, considerando il nuovo geodatabase (29, 65% del totale, da IFFI);
- Individuate ≈1% di aree di *detachment*, ≈42% *detachment/transit* e 57% *transit/deposition*.

Il geodatabase comprende anche frane non compresi negli inventari DIAM e IFFI perché più recenti.

CAMPANIA REGION

Class type	D - D/T		T	
	(n°)	(%)	(n°)	(%)
Fall	1017	1.22%	329	0.39%
Topple	3	0.004%	-	-
Fall/Topple	347	0.42%	-	-
Slide	7366	8.84%	6130	7.35%
Flow	28609	34.32%	22458	26.94%
Spread	123	0.15%	6	0.01%
Creep	7821	9.38%	2597	3.12%
Undefined	827	0.99%	-	-
Deep Seated Gravit. Slope Def.	115	0.14%	132	0.16%
Diffuse Shallow Instability Area	1530	1.84%	559	0.67%
Diffuse Deformation Area	3397	4.07%	1	0.001%
Total	51155	61%	32212	39%

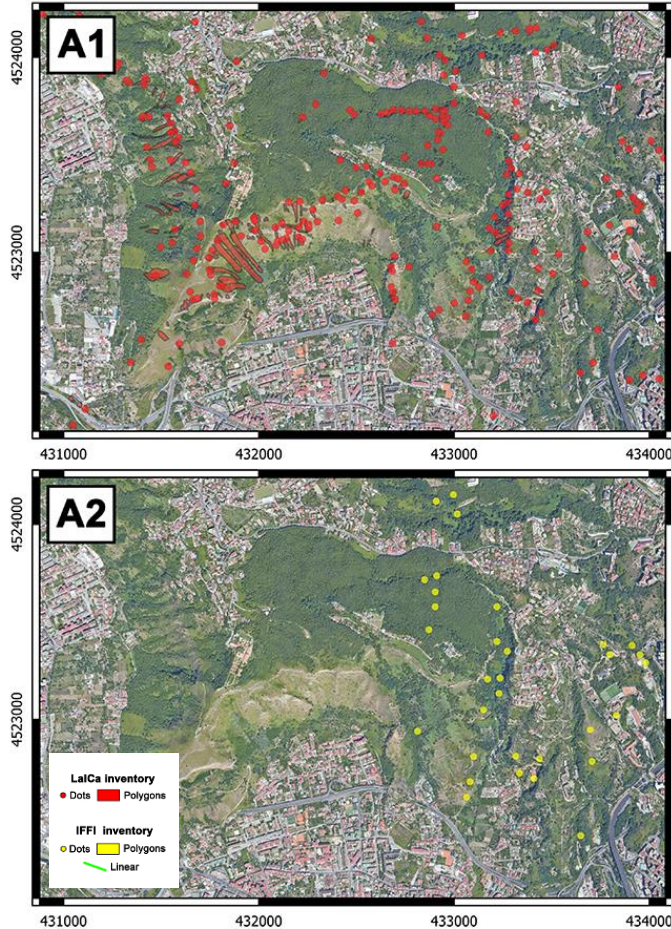
Sinistra: Aree di *Detachment* (D), *Detachment/Transit* (D/T), e *Transit* (T) all'interno dell'Inventario regionale LaIca (Fusco et al., 2023).



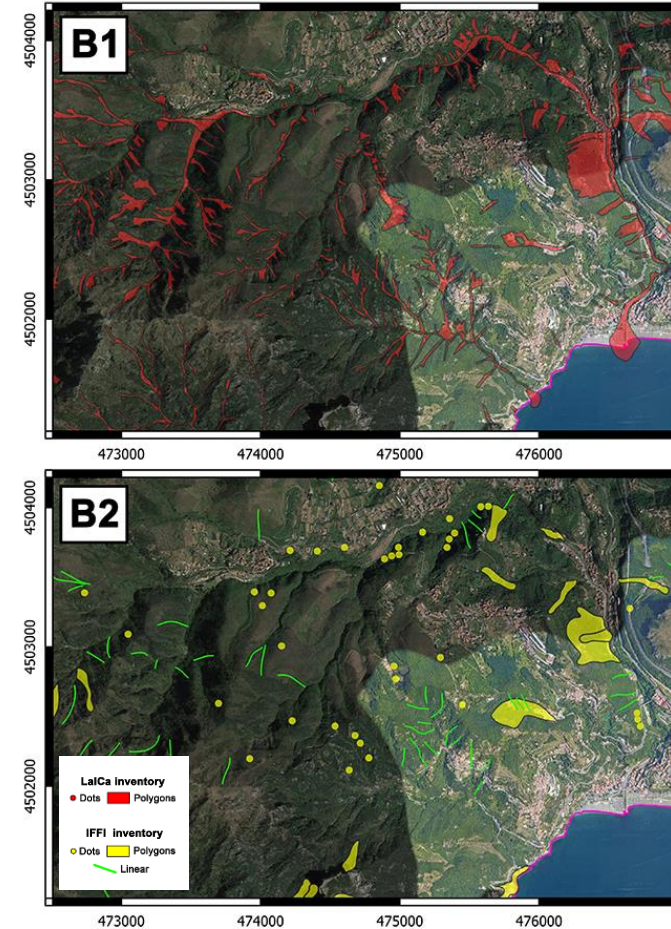
Valutazione dell'Inventario LaIca

Le frane descritte in pubblicazioni scientifiche e/o relazioni governative sono state considerate per il confronto con quelle riportate nel geodatabase IFFI. La figura a sinistra, nell'area collinare dei Camaldoli (Comune di Napoli), si denota una maggiore accuratezza e completezza in termini di numero di eventi inventariati e rappresentazione geometrica. L'inventario LaIca contiene 434 eventi in totale (A1) contro 32 frane dal geodatabase IFFI (A2). Questo cambiamento significativo è dovuto anche al verificarsi di molte frane dopo il 2006, che sono state considerate nell'inventario aggiornato.

A destra è evidenziato il caso di frane avvenute nell'ottobre 1954 in un settore dei Monti Lattari, comprendente i comuni di Cava de' Tirreni, Vietri e Cetara (Provincia di Salerno). Anche in questo caso, c'è una maggiore accuratezza in termini di numero di eventi registrati. In particolare, il database LaIca contiene 230 frane totali aggiuntive (97 per il geodatabase IFFI). Inoltre, le frane inventariate dall'IFFI erano rappresentate principalmente da punti o linee anziché da poligoni. Questo aspetto indica la maggiore accuratezza dell'inventario aggiornato nella stima delle aree interessate da frane (184 ha per il database LaIca contro i 25,5 ha di quello IFFI).



Confronto tra l'inventario LaIca (A1) e l'inventario IFFI 2006 (A2) (Fusco et al., 2023).

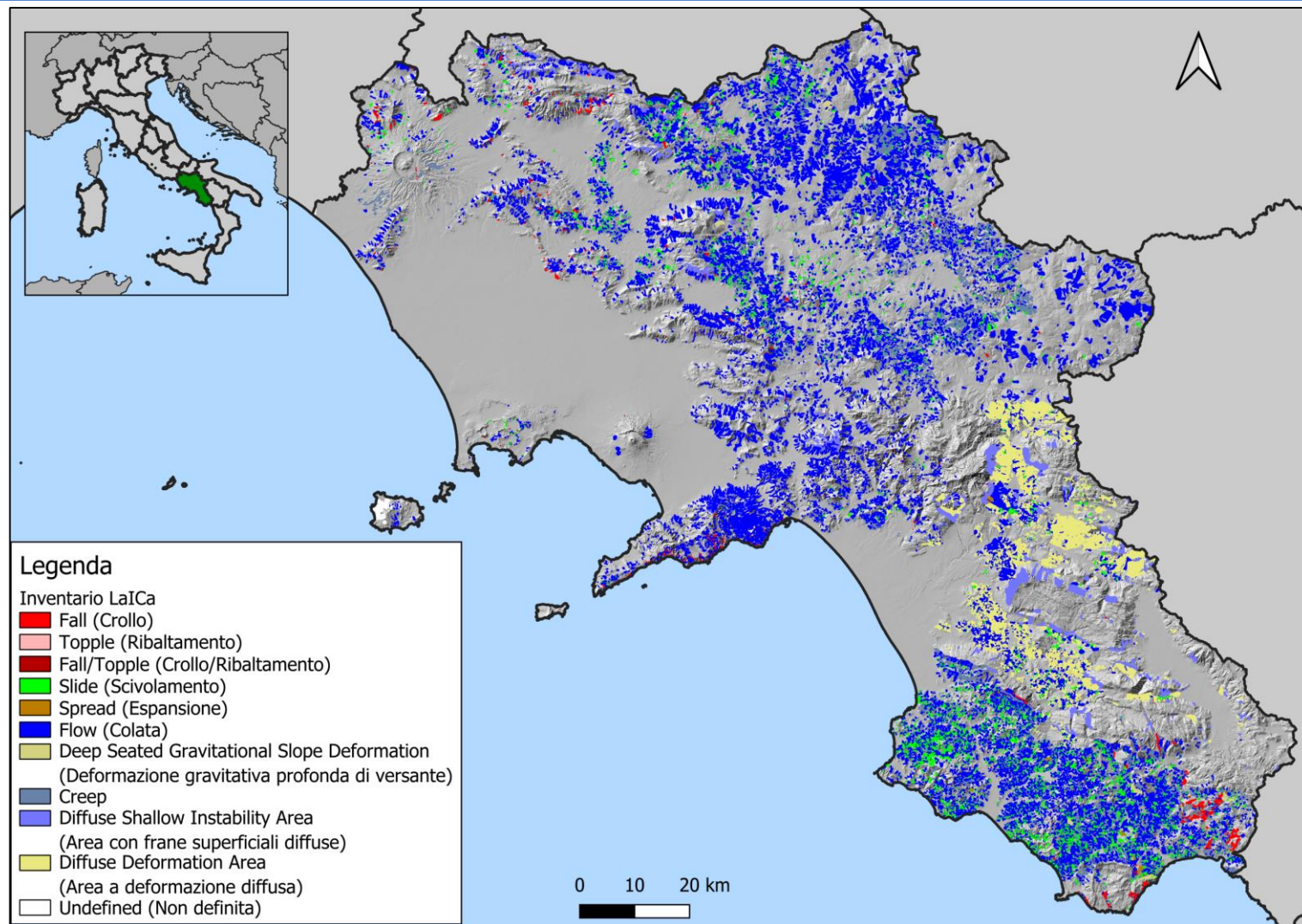


Confronto tra l'inventario LaIca (B1) e l'inventario IFFI 2006 (B2) (Fusco et al., 2023).

Aggiornamento dell'inventario

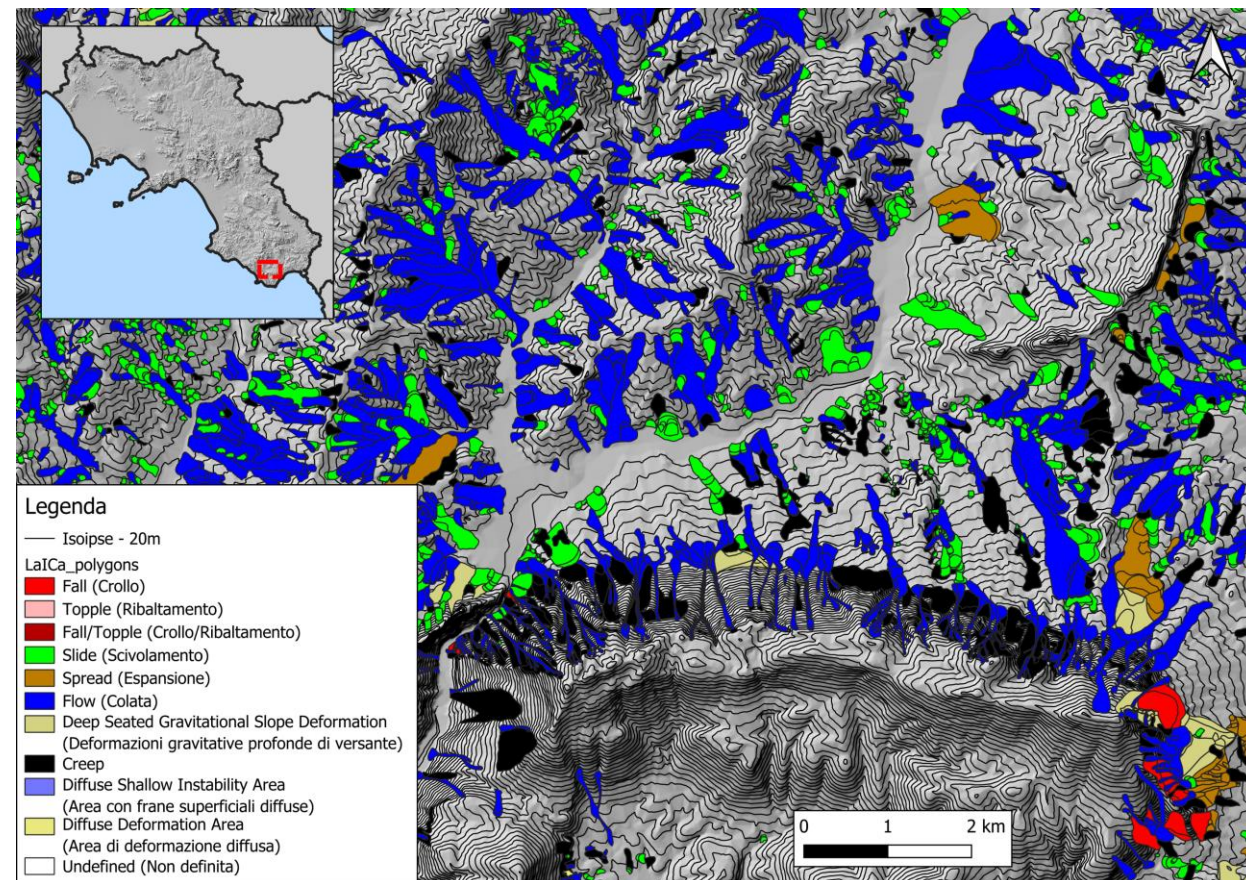
L'inventario ottenuto durante la fase di unione e omogeneizzazione è stato sottoposto anche a un ulteriore aggiornamento. Sono state eseguite tre operazioni principali per aumentare la qualità complessiva dell'inventario:

- Omogeneizzazione completa della classificazione della tipologia di movimento della frana. Diversi inventari utilizzavano classificazioni diverse.
- Durante questa fase sono state eliminate le incongruenze (ad esempio Crollo/Ribaltamento -> Area con crolli/ribaltamenti diffusi, in base all'analisi geomorfologica), utilizzando dati bibliografici, fotografie aeree o immagini satellitari;
- Conversione delle frane *creep* in altre tipologie di frana, come colamenti lenti, scivolamenti o aree con frane superficiali diffuse;
- Attribuzione, laddove possibile, di una tipologia di movimento alle frane indefinite.

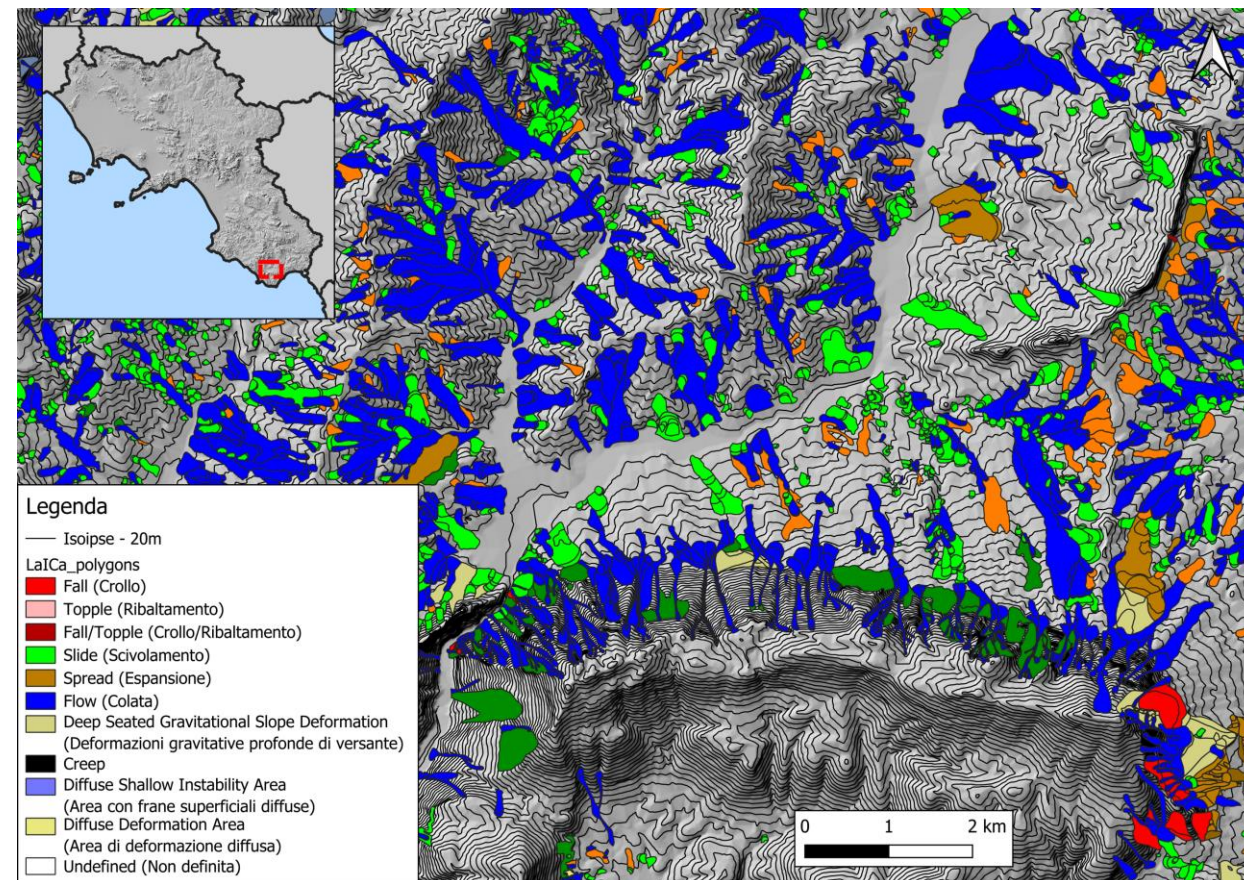


Aggiornamento dell'inventario

Conversione delle frane da *creep* in una tipologia di movimento diversa.



In nero, le frane *creep*, presenti nell'Inventario.

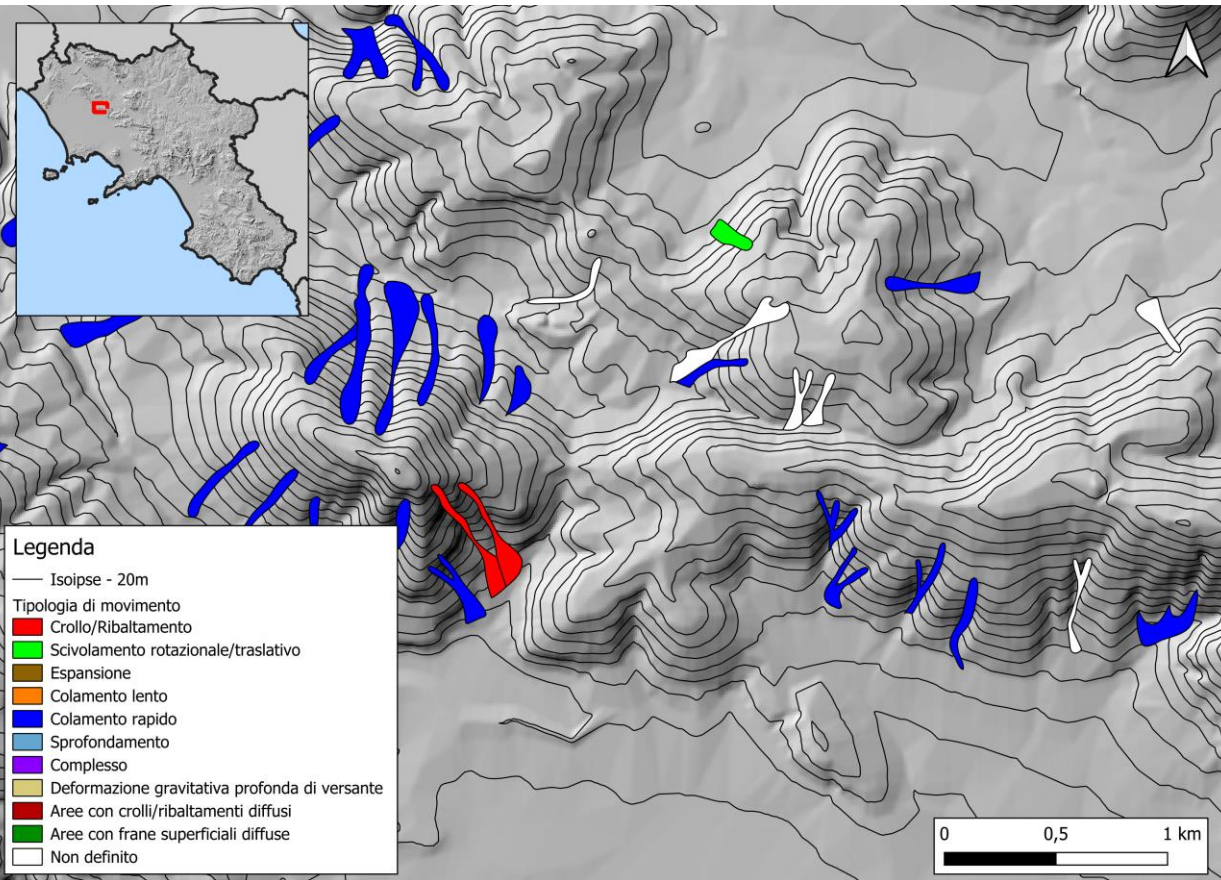


Aggiornamento delle frane *creep* utilizzando dati di letteratura, foro aeree e immagini satellitari.

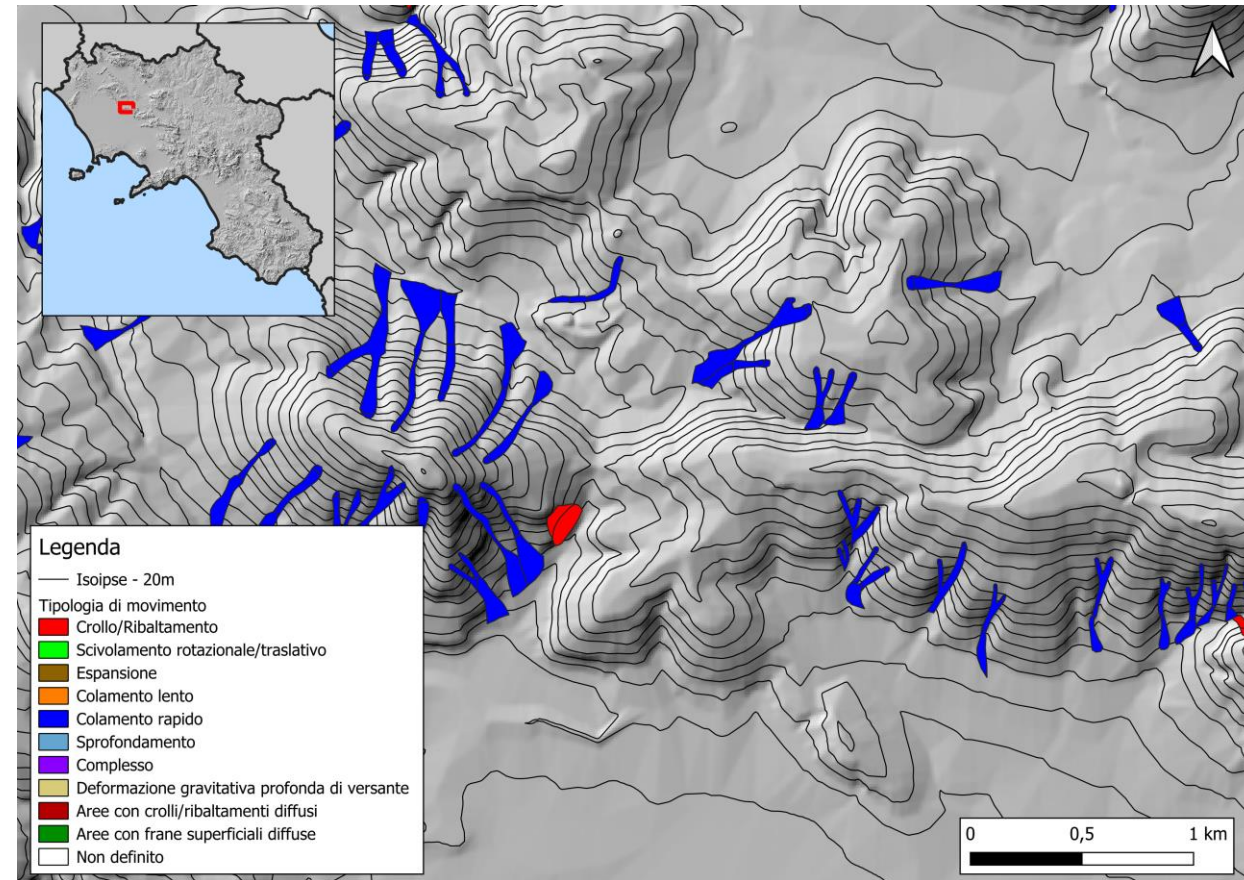


Aggiornamento dell'inventario

Attribuzione di una tipologia di movimento alle frane indefinite.



Frane non definite nell'inventario.



Aggiornamento delle frane indefinite utilizzando dati bibliografici, fotografie aeree, e dati satellitari.

Per riassumere...

- Definizione di frana;
- Inventario delle frane:
 - Definizioni di Inventari delle frane;
 - Esempi di inventari delle frane;
- Sviluppo e aggiornamento dell'inventario delle frane:
 - L'inventario regionale LaICa;
 - Raccolta dati;
 - Contenuti dell'inventario;
 - Aggiornamento inventario.



Frana lungo la tangenziale di Napoli (2005).



References

- Calcaterra, D., Parise, M., Palma, B., and Pelella, L. (1999). The May 5th 1998 landsliding event in Campania, Southern Italy: inventory of slope movements in the Quindici area. In *Slope Stability Engineering* (pp. 1361-1366). Routledge.
- Cooper, R.G. (2007). *Mass Movements in Great Britain*. Geological Conservation Review Series, No. 33, Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, 348 pp.
- Cruden, D. (1991). A simple definition of a landslide. *Bulletin of Engineering Geology & the Environment*, 43(1).
- Cruden, D. M., and Varnes, D. J. (1996) Landslide types and processes. In: Turner AK, Schuster RL (eds) *Landslides investigation and mitigation*. Transportation research board, US National Research Council. Special Report 247, Washington, DC, Chapter 3, pp. 36–75.
- Esposito, G., and Matano, F. (2023). A geodatabase of historical landslide events occurring in the highly urbanized volcanic area of Campi Flegrei, Italy. *Earth System Science Data*, 15(3), 1133-1149.
- Fusco, F., Tufano, R., De Vita, P., Di Martire, D., Di Napoli, M., Guerriero, L., Mileti, F.A., Terribile, F., and Calcaterra, D. (2023). A revised landslide inventory of the Campania region (Italy). *Scientific data*, 10(1), 355.
- Guzzetti, F., Cardinali, M., Reichenbach, P., and Carrara, A. (2000). Comparing Landslide Maps: A Case Study in the Upper Tiber River Basin, Central Italy. *Environmental management*, 25(3).
- Highland, L., and Johnson, M. (2004). Landslide types and processes. Fact Sheet, Articolo 2004–3072. <https://doi.org/10.3133/fs20043072>
- Hungr, O., Leroueil, S., and Picarelli, L. (2014). The Varnes classification of landslide types, an update. *Landslides*, 11, 167-194.
- Varnes, D. J. (1978). Slope movement types and processes. *Landslides: analysis and control*.
- Vitale, S., and Ciarcia, S. (2018). Tectono-stratigraphic setting of the Campania region (southern Italy). *Journal of Maps*, 14(2), 9-21.



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

