ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio

Edizione 2024

RAPPORTI
415/2025

ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio

Edizione 2024

RAPPORTI
415/2025

Informazioni legali
L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), insieme alle 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA) per la protezione dell'ambiente, a partire dal 14 gennaio 2017 fa parte del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), istituito con la Legge 28 giugno 2016, n.132.

Le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questa pubblicazione.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Rapporti 415/2025
ISBN 978-88-448-1273-7

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica
Grafica di copertina: Alessia Marinelli - ISPRA – Area Comunicazione Ufficio Grafica
Foto di copertina: Frana a Casamicciola Terme (Isola di Ischia) il 26 novembre 2022. Ph.: Ciro Fusco /ANSA. Courtesy of ANSA- Copyright: ANSA
ISPRA – Area Comunicazione

Coordinamento pubblicazione online:
Daria Mazzella
ISPRA – Area Comunicazione

Citare questo documento come segue: Trigila A., Lastoria B., Iadanza C., Bussettini M., Mariani S., D'Ascola F., Salmeri A., Cassese M.L., Pesarino V., Di Paola G., Romeo S., Rischia I., Dessì B., Spizzichino D., Licata V., Gallozzi P.L. (2025) Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio - Edizione 2024. ISPRA, Rapporti 415/2025

Giugno 2025

Coordinamento editoriale
Alessandro Trigila

Autori
Alessandro Trigila[(1)] (Cap. 1, 4, 5, 6, Par. 7.3), Barbara Lastoria[(2)] (Cap. 2, 5), Carla Iadanza[(1)] (Cap. 1, 4, 5, 6, Par. 7.3), Martina Bussettini[(2)] (Cap. 2, 5), Stefano Mariani[(2)] (Cap. 2), Filippo D'Ascola[(3)] (Cap. 3, 5), Andrea Salmeri[(3)] (Cap. 3, 5), Maria Luisa Cassese[(3)] (Cap. 3), Valeria Pesarino[(3)] (Cap. 3), Gianluigi Di Paola[(1)] (Par. 1.1, 1.2, 1.5.4, 1.5.5, 1.5.6), Saverio Romeo[(1)] (Par. 1.2, 7.3), Irene Rischia[(1)] (Cap. 8), Barbara Dessì[(1)] (Cap. 8), Daniele Spizzichino[(1)] (Par. 7.1, 7.2), Valeria Licata[(1)] (Par. 7.1, 7.2), Pier Luigi Gallozzi[(1)] (Cap. 8)

[(1)] Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA
[(2)] Dipartimento per il monitoraggio e la tutela dell'ambiente e per la conservazione della biodiversità - ISPRA
[(3)] Centro Nazionale per la caratterizzazione ambientale e la protezione della fascia costiera, la climatologia marina e l'oceanografia operativa - ISPRA

Indice autori per capitolo
Capitolo 1: Alessandro Trigila, Carla Iadanza; Par. 1.1, 1.2, 1.5.4, 1.5.5, 1.5.6 Gianluigi Di Paola; Par. 1.2 Saverio Romeo
Capitolo 2: Barbara Lastoria, Martina Bussettini, Stefano Mariani
Capitolo 3: Filippo D'Ascola, Andrea Salmeri, Maria Luisa Cassese, Valeria Pesarino
Capitolo 4: Alessandro Trigila, Carla Iadanza
Capitolo 5: Alessandro Trigila, Carla Iadanza, Barbara Lastoria, Martina Bussettini, Filippo D'Ascola, Andrea Salmeri
Capitolo 6: Alessandro Trigila, Carla Iadanza
Capitolo 7: Par. 7.1 e 7.2: Daniele Spizzichino, Valeria Licata; Par. 7.3: Alessandro Trigila, Carla Iadanza, Saverio Romeo
Capitolo 8: Irene Rischia, Barbara Dessì, Pier Luigi Gallozzi

Referee
Claudio Margottini, Presidente della Sezione Italiana IAEG - *International Association for Engineering Geology and the Environment* (Capitoli 1, 4, 5, 6, 7, 8)

Ringraziamenti
Si ringraziano i Segretari Generali delle Autorità di Bacino Distrettuali per aver fornito l'aggiornamento dei dati sulla pericolosità da frana relativi al territorio di propria competenza e per aver garantito il supporto tecnico per l'analisi e l'interpretazione degli stessi. Si ringraziano altresì i Segretari Generali e tutti i colleghi delle Autorità di Bacino Distrettuali che collaborano con ISPRA all'attuazione della Direttiva Alluvioni.
Si ringraziano l'Istat per i dati sul Censimento della popolazione e delle abitazioni 2021, l'IGMI per il DataBase di Sintesi Nazionale e il Centro Studi Guglielmo Tagliacarne per il dataset georiferito delle unità locali di impresa.
Un particolare ringraziamento a Stefano Tersigni del Dipartimento per le statistiche sociali e demografiche dell'Istat per i dati sulla popolazione potenzialmente presente.
Un sentito grazie alle Strutture tecniche regionali e alle ARPA competenti in materia per aver fornito i dati sulle valanghe, a Igor Chiambretti, responsabile tecnico di AINEVA, Vincenzo Romeo, già responsabile Meteomont Carabinieri, e Luca Lanteri di ARPA Piemonte per i suggerimenti sull'armonizzazione dei dati.
Un grazie speciale a Claudio Margottini, Presidente della Sezione Italiana IAEG per la revisione critica del Rapporto sulla tematica frane e sulle misure di mitigazione.

Contatti
Piattaforma IdroGEO, Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, Mosaicatura nazionale della pericolosità da frana e indicatori di rischio frane, Mosaicatura nazionale delle valanghe: idrogeo@isprambiente.it
Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo - ReNDiS: rendis@isprambiente.it

Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia
GEO-APP - Servizio per la geologia applicata, la pianificazione di bacino e la gestione del rischio idrogeologico, l'idrogeologia e l'idrodinamica delle acque sotterranee

Mosaicatura nazionale della pericolosità idraulica e indicatori di rischio alluvioni: idroper@isprambiente.it

Dipartimento per il monitoraggio e la tutela dell'ambiente e per la conservazione della biodiversità
BIO-ACAS - Area per l'idrologia, l'idrodinamica e l'idromorfologia, lo stato e la dinamica evolutiva degli ecosistemi delle acque interne superficiali

Dinamica litoranea: cn-cos@isprambiente.it

Centro Nazionale per la caratterizzazione ambientale e la protezione della fascia costiera e l'oceanografia operativa
COS-ODC - Area per l'oceanografia operativa, l'idrodinamica costiera, il monitoraggio e la difesa delle coste

PRESENTAZIONE

Sono lieto di presentare il **Rapporto sul dissesto idrogeologico in Italia**, giunto alla sua quarta edizione.

Il Rapporto fornisce il quadro conoscitivo di riferimento su frane, alluvioni, valanghe ed erosione costiera e sugli indicatori di rischio per l'intero territorio nazionale, rappresentando un importante strumento a supporto delle decisioni nell'ambito delle politiche di contrasto al dissesto idrogeologico.

L'ISPRA ha la missione strategica di raccolta, elaborazione e diffusione dei dati in materia di difesa del suolo e dissesto idrogeologico relativi all'intero territorio nazionale (artt. 55 e 60 del D.Lgs. 152/2006, "Norme in materia ambientale"). In tale ambito, l'Istituto realizza l'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia - IFFI in collaborazione con le Regioni e le Province autonome (art. 6, comma g, della L. 132/2016), gestisce la piattaforma nazionale IdroGEO, definisce standard e metodi di livello nazionale per l'attuazione della Direttiva Alluvioni (2007/60/CE) curando tutte le fasi del reporting alla Commissione Europea, svolge attività di analisi e monitoraggio della fascia costiera e della sua evoluzione, gestisce la piattaforma ReNDiS - Repertorio Nazionale degli Interventi per la Difesa del Suolo utilizzata sia per il monitoraggio dell'attuazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico già finanziati che per le istruttorie di richiesta di nuovi finanziamenti da parte delle Regioni/Province autonome.

Un'approfondita e dettagliata conoscenza dei fenomeni di dissesto, in termini di distribuzione territoriale e di pericolosità, è infatti un'azione fondamentale per programmare adeguate politiche di mitigazione del rischio.

La strategia per la mitigazione del rischio idrogeologico deve mettere in campo una serie di azioni sinergiche tra cui, oltre alla conoscenza del territorio, una corretta pianificazione territoriale, gli interventi strutturali, le reti di monitoraggio e i sistemi di allertamento, la gestione dei corsi d'acqua, la manutenzione del territorio e le pratiche sostenibili in campo agricolo e forestale, la comunicazione e diffusione delle informazioni.

Quest'ultimo aspetto costituisce un obiettivo strategico di trasparenza della Pubblica Amministrazione e di coinvolgimento delle comunità, contribuendo a far aumentare la consapevolezza dei cittadini e delle imprese sui rischi che interessano il proprio territorio, con una riduzione dei danni e dei costi.

La pubblicazione di questa ultima edizione del Rapporto conferma, ancora una volta, l'impegno costante e il contributo dell'Istituto nell'offrire dati e servizi sempre più efficienti e tempestivi ai decisori, alle imprese e ai cittadini.

Stefano Laporta

Presidente di ISPRA e del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA)

INDICE

PRESENTAZIONE **V**

EXECUTIVE SUMMARY **IX**

INTRODUZIONE **1**

1 FRANE **3**

1.1 Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI) 3

1.2 Eventi franosi principali 7

1.3 Piani di Assetto Idrogeologico e pericolosità da frana 11

1.3.1 Metodi per la valutazione della pericolosità da frana 12

1.4 Mosaicatura nazionale della pericolosità da frana 14

1.4.1 Aspetti metodologici 14

1.4.2 Risultati e analisi dei dati 16

1.4.3 Confronto dati Mosaicature pericolosità frana 2020-2021 e 2024 31

1.5 Indicatori di rischio frane 33

1.5.1 Metodologia e dati di input degli indicatori di rischio frane 33

1.5.2 Popolazione a rischio frane 40

1.5.2.1 Stima della popolazione potenzialmente presente a rischio frane *58*

1.5.3 Famiglie a rischio frane 64

1.5.4 Edifici a rischio frane 73

1.5.5 Industrie e servizi a rischio frane 82

1.5.6 Beni Culturali a rischio frane 91

1.5.7 Confronto dati di popolazione a rischio frane 2021-2024 103

2 ALLUVIONI **105**

2.1 Gli adempimenti della Direttiva Alluvioni 105

2.2 Il terzo ciclo di gestione del rischio di alluvioni 106

2.2.1 La Valutazione Preliminare del Rischio e le Aree a Potenziale Rischio Significativo di Alluvioni 107

2.2.1.1 Eventi idrometeorologici significativi (Significant Past Events) *109*

3 EROSIONE COSTIERA **113**

3.1 Aree costiere vulnerabili all'erosione 113

3.2 Norme e piani per la difesa delle coste 115

3.3 Stato delle coste e cambiamenti 117

3.3.1 Aspetti metodologici 117

3.3.2 Risultati e analisi dei dati 118

3.3.3 Confronto dei cambiamenti rilevati nei GeoDB LC_2000, LC_2006 e LC_2020 127

4 VALANGHE **131**

4.1 Catasti valanghe 132

4.2 Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe - CLPV 133

4.3 Aree a pericolosità da valanga 134
4.4 Aree valanghive da modello 136
4.5 Livello nazionale Valanghe 136
5 QUADRO SINOTTICO SU FRANE, ALLUVIONI, EROSIONE COSTIERA E VALANGHE 143
5.1 Superfici a pericolosità da frane, idraulica e aree valanghive 144
5.2 Comuni a rischio frane, alluvioni, erosione costiera e valanghe 146
5.3 Indicatori di rischio per frane e alluvioni 148
6 IDROGEO: LA PIATTAFORMA NAZIONALE SUL DISSESTO IDROGEOLOGICO 153
6.1 Obiettivi e principi della Piattaforma IdroGEO 153
6.2 Principali funzionalità 154
6.3 Architettura di sistema 159
6.4 Risultati 160
7 MISURE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA E DA VALANGA 161
7.1 Introduzione 161
7.2 Tipologia interventi di mitigazione 162
7.2.1 Interventi strutturali 163
7.2.2 Interventi non-strutturali 165
7.3 Il monitoraggio in situ delle frane 166
7.3.1 Anagrafe nazionale dei sistemi di monitoraggio in situ delle frane 167
7.3.2 Progetti PNRR sul monitoraggio delle frane 169
8 RENDIS: LA PIATTAFORMA NAZIONALE PER LA GESTIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO 171
8.1 Sviluppo e struttura di ReNDiS 171
8.2 Area monitoraggio 173
8.2.1 Le fonti di finanziamento e distribuzione regionale degli interventi 173
8.2.1.1 Distribuzione regionale degli interventi 177
8.2.2 Tipologia dei dati degli interventi ReNDiS: i dati tecnici 179
8.2.2.1 Distribuzione degli interventi per tipologia di dissesto e di opera 181
8.2.2.2 Distribuzione degli interventi e delle relative opere per i dissesti franosi e idraulici 182
8.2.3 Tempi di realizzazione degli interventi 187
8.2.3.1 Stato di attuazione 188
8.3 Area istruttorie 190
8.3.1 Le richieste di finanziamento per tipologia dei dissesti e loro distribuzione regionale 190
8.3.2 Confronto fra gli importi delle istruttorie e degli interventi finanziati con gli indicatori di rischio e di pericolosità per frane e alluvioni 193
9 BIBLIOGRAFIA 195
10 LINK UTILI 205

EXECUTIVE SUMMARY

Il quarto Rapporto ISPRA sul dissesto idrogeologico in Italia (edizione 2024) fornisce il quadro di riferimento su frane, alluvioni, erosione costiera e valanghe. Il Rapporto è redatto dall'ISPRA nell'ambito dei propri compiti istituzionali di raccolta, elaborazione e diffusione dei dati in materia di difesa del suolo e dissesto idrogeologico riferiti all'intero territorio nazionale (artt. 55 e 60 del D.Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale" e art. 13 del D.Lgs. 49/2010). I dati del Rapporto rappresentano uno strumento essenziale a supporto delle politiche di mitigazione del rischio, per l'individuazione delle priorità di intervento, la ripartizione dei fondi, e la programmazione degli interventi di difesa del suolo.

L'Italia è un Paese in cui le caratteristiche morfologiche, geologiche, idrologiche, meteo-climatiche e sismiche determinano una vulnerabilità strutturale del territorio ai fenomeni naturali, aggravata dai cambiamenti climatici e dalle pressioni antropiche, con un incremento delle superfici artificiali dal 2,7% negli anni '50 al 7,16% del 2023 (SNPA, 2024).

Il triennio 2022-2024 è stato caratterizzato da elevate anomalie termiche, con il 2024 l'anno più caldo in Italia (SNPA, 2025), seguito dal 2022 (SNPA, 2023), e da diversi eventi idro-meteorologici di eccezionale intensità, in particolare nel 2023, anno in cui le piogge totali osservate a maggio sono state a livello nazionale più del doppio di quelle che mediamente caratterizzano lo stesso mese e in alcune aree anche superiori di oltre 6 volte alle medie del periodo (Rapporti ISPRA 401/2024). Tali eventi hanno causato vittime e danni ai centri abitati, alle infrastrutture e alle attività economiche. I cambiamenti climatici in atto, in particolare l'intensificazione delle piogge intense e concentrate, con conseguente aumento delle frane superficiali, delle colate rapide di fango e detrito, delle alluvioni, incluse le *flash flood* (piene rapide e improvvise), stanno amplificando il rischio, con impatti anche su territori in passato meno esposti.

Complessivamente il 94,5% dei comuni italiani (7.463) è a rischio per frane, alluvioni, valanghe e/o erosione costiera. Sono 1,28 milioni gli abitanti a rischio frane nelle aree a pericolosità elevata e molto elevata P3 - P4 (dati elaborazione 2024) e 6,8 milioni gli abitanti a rischio alluvioni nello scenario a pericolosità idraulica media con tempi di ritorno tra 100 e 200 anni (dati elaborazione 2020, Rapporti ISPRA 353/2021, 356/2021). Le regioni con i valori più elevati di popolazione a rischio per frane e alluvioni sono Emilia-Romagna, Toscana, Veneto, Campania, Lombardia, e Liguria.

Sul fronte delle frane, l'Italia si conferma tra i Paesi europei più esposti, con oltre 636.000 frane censite (copertura temporale: 1116-2024) nell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI), realizzato da ISPRA insieme a Regioni, Province autonome e ARPA competenti in materia. Il 28% delle frane sono fenomeni estremamente rapidi con elevata distruttività e spesso con gravi conseguenze in termini di perdita di vite umane. Gli eventi più rilevanti del triennio 2022-2024 includono i fenomeni franosi occorsi nell'isola di Ischia nel novembre 2022, in Emilia-Romagna con oltre 80.000 frane nel maggio 2023 e a San Felice a Cancello in provincia di Caserta nel 2024.

La nuova Mosaicatura nazionale delle aree a pericolosità da frana dei PAI (v. 5.0 - 2024), realizzata sulla base degli aggiornamenti forniti dalle Autorità di Bacino Distrettuali e dalle Province autonome, evidenzia che circa 69.500 km^2, ovvero il 23% del territorio nazionale, ricade in aree a pericolosità da frana e di attenzione. Le classi a pericolosità più elevata (P3 e P4), assoggettate a vincoli d'uso restrittivi, coprono da sole il 9,5% del territorio nazionale. Rispetto alla Mosaicatura nazionale del 2020-2021, emerge un incremento percentuale del 15% della superficie complessiva classificata dai PAI (classi P4, P3, P2, P1 e AA) e del 9,2% delle classi a maggiore pericolosità (P3 e P4). Gli aumenti più significativi hanno riguardato la Provincia Autonoma di Bolzano, le regioni Sardegna, Sicilia e Toscana. L'incremento è legato a un miglioramento del quadro conoscitivo realizzato dalle Autorità di Bacino Distrettuali e dalle Province autonome con studi di maggior dettaglio e mappatura di nuovi fenomeni franosi.

Il Rapporto presenta l'aggiornamento degli indicatori di rischio per frane su popolazione, famiglie, edifici, imprese e beni culturali, elaborati con alcune implementazioni metodologiche e nuovi dati di input sugli elementi esposti: il Censimento 2021 della popolazione e delle abitazioni, Istat; la Banca dati dei Beni Culturali architettonici e archeologici - Vincoli in Rete, ICR; il livello dell'edificato del DataBase di Sintesi Nazionale, IGMI; le unità locali di impresa geocodificate del Registro statistico delle Imprese attive ASIA 2022, Istat.

Dal Rapporto emerge che la popolazione a rischio frane in Italia è pari complessivamente a 5,7 milioni di abitanti, di cui 1,28 milioni residenti in aree a maggiore pericolosità (P3 e P4), pari al 2,2% della popolazione

totale. Oltre 582.000 famiglie, 742.000 edifici, quasi 75.000 unità locali di impresa e 14.000 beni culturali sono esposti a rischio nelle aree a maggiore pericolosità da frana.

Sul tema delle alluvioni, il Rapporto descrive le attività in corso nell'attuale terzo ciclo di gestione (2022-2027) della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE, che coinvolgono le Autorità di Bacino Distrettuale, il Dipartimento della Protezione Civile e la stessa ISPRA, e, che porteranno all'aggiornamento, previsto per il 2026, delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvioni. Presenta inoltre un'analisi di sintesi del regime pluviometrico e degli eventi idro-meteorologici significativi dell'ultimo triennio 2022-2024, tra cui, le esondazioni diffuse lungo le aste fluviali principali e secondarie nelle Marche del settembre 2022, i due successivi eventi alluvionali in Emilia–Romagna nel maggio 2023, le forti precipitazioni che hanno interessato la Valle d'Aosta e il Piemonte settentrionale nel giugno 2024, con effetti significativi in termini di esondazioni e colate detritiche.

L'erosione costiera continua a rappresentare una minaccia concreta per numerosi tratti di litorale, con evidenti fenomeni regressivi documentati dai dati cartografici. Sebbene l'instabilità delle falesie rientri tra i fattori di dissesto delle coste, le spiagge e le aree limitrofe sono certamente i territori più vulnerabili all'azione del mare e al degrado geomorfologico; perciò, l'erosione di queste, rientra tra le manifestazioni di maggiore impatto. Le spiagge italiane si sviluppano per una lunghezza complessiva di 3.400 km e una superficie complessiva di circa 120 km^2.

Nel Rapporto si rileva che 1.899 km di spiagge hanno subito cambiamenti significativi tra il 2006 e il 2020, con alterazioni dell'assetto della linea di riva superiori a 5 m, pari a circa il 23% dell'intera costa italiana, ovvero al 56% delle sole spiagge, con 965 km di spiagge che risultano in avanzamento e 934 km in erosione. Emerge quindi un cambio di tendenza ed una prevalenza della lunghezza dei tratti di costa in avanzamento su quelli in erosione di circa 30 km. Il cambio di tendenza, seppur non riscontrabile in tutte le regioni, è da considerarsi quale probabile effetto dei numerosi e continui sforzi compiuti negli anni per mitigare il dissesto costiero con interventi di ripascimento e opere di protezione.

Anche il tema delle valanghe è stato oggetto di un'analisi sistematica mediante i catasti, le carte di localizzazione probabile delle valanghe (CLPV), le mappe di pericolosità e i modelli predittivi. ISPRA, con il contributo di AINEVA, del Servizio Meteomont - Carabinieri e dei Servizi competenti di Regioni, Province Autonome e ARPA, ha realizzato un livello informativo nazionale delle valanghe mediante l'armonizzazione della cartografia e delle legende. La superficie complessiva delle aree valanghive ammonta a 9.283 km^2, pari al 13,8% del territorio montano posto a quota maggiore di 800 m s.l.m.

Il quadro complessivo sul dissesto idrogeologico in Italia evidenzia la necessità di un aggiornamento continuo degli strumenti conoscitivi e di pianificazione, del monitoraggio e presidio del territorio e di interventi di mitigazione del rischio.

Il Rapporto presenta infine due strumenti chiave gestiti da ISPRA per la raccolta e diffusione dei dati: IdroGEO, la piattaforma nazionale sul dissesto idrogeologico e ReNDiS, il Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo. La prima è una applicazione web open source, open data, multilingua e accessibile da smartphone, per la gestione, la consultazione, la condivisione e il download di dati e mappe dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI), delle Mosaicature nazionali di pericolosità per frane e alluvioni, degli indicatori di rischio e dell'Anagrafe nazionale dei sistemi di monitoraggio *in situ* delle frane; la seconda acquisisce, gestisce e rende disponibili alla consultazione le informazioni relative agli interventi finanziati per la mitigazione del rischio idrogeologico in Italia.

Nell'Area monitoraggio della piattaforma ReNDiS risultano censiti, al dicembre 2024, quasi 26.000 interventi per un importo complessivo finanziato, negli ultimi 25 anni, pari a 19,2 miliardi, suddivisi tra quelli di competenza del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), del Ministero dell'Interno, del Ministero dell'Agricoltura, del Dipartimento della Protezione Civile (DPC) del Dipartimento Casa Italia della Presidenza del Consiglio dei Ministri (PCM), e anche un primo gruppo di risorse regionali (Calabria).

INTRODUZIONE

Il dissesto idrogeologico costituisce un tema di particolare rilevanza per l'Italia a causa degli impatti su popolazione, centri abitati, beni culturali, infrastrutture lineari di comunicazione e sul tessuto economico e produttivo. Alla naturale propensione del territorio al dissesto, legata alle sue caratteristiche morfologiche, geologiche, idrologiche, meteo-climatiche e sismiche, si aggiunge la forte antropizzazione del Paese. L'incremento delle aree urbanizzate, verificatosi a partire dal secondo dopoguerra, spesso in assenza di una corretta pianificazione territoriale, ha portato a un considerevole aumento degli elementi esposti a rischio, ovvero di beni e persone presenti in aree soggette a pericolosità per frane e alluvioni. Le superfici artificiali sono passate infatti dal 2,7% negli anni '50 al 7,16% del 2023 (SNPA, 2024) e allo stesso tempo l'abbandono delle aree rurali montane e collinari ha determinato un mancato presidio e manutenzione del territorio.

L'Italia si trova inoltre nel cosiddetto "hot spot mediterraneo", un'area identificata come particolarmente vulnerabile ai cambiamenti climatici che stanno determinando un aumento della frequenza degli eventi pluviometrici intensi e, come conseguenza, un aumento della frequenza delle frane superficiali, delle colate detritiche e delle alluvioni, incluse le *flash flood* (piene rapide e improvvise).

Il Rapporto sul dissesto idrogeologico in Italia, nell'edizione 2024, presenta la nuova Mosaicatura nazionale della pericolosità da frana realizzata dall'ISPRA sulla base dei dati forniti dalle Autorità di Bacino Distrettuali e gli indicatori aggiornati di rischio per frane relativi a popolazione, famiglie, edifici, imprese e beni culturali. La metodologia adottata per la produzione degli indicatori risponde a criteri di trasparenza e replicabilità e restituisce i dati su base nazionale, regionale, provinciale, comunale, per macroaree geografiche e per ripartizione dei fondi strutturali. Il Rapporto fornisce il quadro conoscitivo sulle valanghe basandosi sui Catasti, sulle Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe (CLPV), sulle Aree a pericolosità dei Piani di Assetto Idrogeologico, e sulle Aree valanghive da modello. Presenta inoltre le attività in corso che porteranno all'aggiornamento nel 2026 delle mappe di pericolosità idraulica e del rischio ai sensi della Direttiva Alluvioni 2007/60 CE. Il Rapporto fornisce infine il quadro di riferimento sullo stato e sulle variazioni delle coste italiane e sugli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico.

I principali dati sul dissesto idrogeologico in Italia sono: 7.463 comuni (94,5% del totale) a rischio per frane, alluvioni, valanghe e/o erosione costiera; il 19,2% del territorio nazionale classificato a maggiore pericolosità per frane e alluvioni; oltre 636.000 frane (2/3 delle frane europee); 934 km di litorali in erosione pari al 27% delle spiagge; 9.283 km^2 di territorio montano potenzialmente interessato da valanghe, pari al 13,8% dei territori a quota maggiore di 800 m s.l.m.; 1,28 milioni di abitanti a rischio frane e 6,8 milioni di abitanti a rischio alluvioni; 25.539 interventi di mitigazione del rischio idrogeologico, finanziati dal 1998 al 2024, per un importo totale di 19,2 miliardi di euro; 973 sistemi di monitoraggio *in situ* delle frane, censite nell'Anagrafe nazionale.

Gli indicatori *Popolazione a rischio frane*, *Popolazione a rischio alluvioni* e *Dinamica dei litorali* sono stati ampiamente utilizzati nella programmazione nazionale ed europea di settore: nel 2014 sono stati selezionati come indicatori di risultato nell'ambito dell'Accordo di Partenariato tra Italia e Commissione Europea relativo ai Fondi strutturali 2014-2020, nel 2015 per l'individuazione delle priorità di intervento nell'ambito del Piano stralcio aree metropolitane e urbane contro le alluvioni (Delibera CIPE N. 32/2015), nel 2016 per la ripartizione tra le Regioni dei fondi per il contrasto al dissesto idrogeologico (DPCM 5 dicembre 2016).

Tali indicatori e mappe stanno assumendo un ruolo sempre più rilevante in materia di valutazione e gestione dei rischi finanziari (di credito, di mercato, operativo) collegati all'impatto economico degli eventi naturali estremi e di obbligo assicurativo per le imprese contro i rischi derivanti da eventi catastrofali, introdotto con la legge di bilancio 2024. Non di minore importanza è l'utilizzo dei dati da parte dei soggetti che gestiscono le infrastrutture critiche o erogano servizi essenziali nei settori dell'energia, acque, infrastrutture digitali e trasporti, per la progettazione preliminare di nuove infrastrutture o per l'individuazione dei segmenti delle reti esistenti a maggiore criticità al fine di programmare interventi strutturali di mitigazione del rischio o sistemi di monitoraggio e garantirne una maggiore resilienza.

Nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), sono state finanziate alcune progettualità sui temi del dissesto idrogeologico, che vedono la diretta partecipazione dell'ISPRA, finalizzate a migliorare il quadro conoscitivo e a potenziare il monitoraggio del territorio: il PNRR MASE SIM *Sistema avanzato ed integrato di monitoraggio* (M2C4 Inv. 1.1) che realizza un sistema di sorveglianza/monitoraggio integrato a lungo termine per mettere in atto misure preventive di manutenzione programmata del territorio con una

applicazione verticale sul monitoraggio dell'instabilità idrogeologica; il PNRR Spazio IRIDE *Tecnologie satellitari ed economia spaziale* (M1C2 Inv. 4.2) che prevede la messa in orbita di nuove costellazioni di satelliti e lo sviluppo di servizi e prodotti di monitoraggio satellitare dei movimenti del terreno, della copertura e uso del suolo, delle variabili idro-meteorologiche e climatiche e delle risorse idriche; il PNRR MER *Marine Ecosystem Restoration* (M2C4 Inv. 3.5), dedicato al ripristino e la tutela dei fondali e degli habitat marini, che rappresenta il più grande investimento mai realizzato dal nostro Paese per il ripristino, la conoscenza e la tutela dell'ambiente marino; il PNRR MUR *GeoSciences IR* (M4C2 Inv. 3.1), un'Infrastruttura di Ricerca coordinata dall'ISPRA finalizzata a promuovere la ricerca applicata, la sperimentazione di tecnologie innovative per il monitoraggio, la produzione di dati e il trasferimento di conoscenze tecnico-scientifiche ai Servizi geologici regionali.

Maria Siclari
Direttore Generale ISPRA

1 FRANE

Le frane[1] sono fenomeni estremamente diffusi in Italia, a causa delle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio, che è per il 75% montano-collinare. L'affioramento diffuso di litotipi prevalentemente limo-sabbioso-argillosi con scadenti caratteristiche di resistenza meccanica, specialmente in presenza di acqua, contribuisce significativamente alle condizioni di instabilità dei pendii. A ciò si aggiunge la debolezza strutturale delle formazioni rocciose a comportamento rigido diffusamente interessate da faglie e discontinuità di varia natura.

Delle circa 900.000 frane censite nelle banche dati dei paesi europei (Herrera *et alii*, 2018; JRC, 2012), quasi i 2/3 sono contenute nell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) realizzato dall'ISPRA, dalle Regioni, Province Autonome e ARPA competenti.

Il presente capitolo descrive brevemente l'*Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia* e l'Indicatore *Eventi franosi principali* che raccoglie annualmente gli eventi che hanno causato morti, feriti e danni ingenti a edifici e infrastrutture lineari di comunicazione primarie. Vengono inoltre illustrate le metodologie adottate nei *Piani di Assetto Idrogeologico* (PAI) per la valutazione della pericolosità da frana, la nuova *Mosaicatura ISPRA* delle aree a pericolosità da frana PAI e gli indicatori di rischio per frane su tutto il territorio nazionale.

1.1 Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI)

L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni, Province Autonome e ARPA competenti, censisce le frane verificatesi sul territorio nazionale secondo modalità standardizzate e condivise (APAT, 2007a). L'Inventario IFFI[2] è la banca dati sulle frane più completa e di dettaglio esistente in Italia, sia per la scala della cartografia adottata (1: 10.000), sia per il numero di parametri ad esse associati (Trigila *et alii*, 2010). Le **frane** censite nell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia sono oltre **636.000** (copertura temporale: 1116-2024) e interessano un'area di **25.000 km²**, pari all'**8,3%** del **territorio nazionale** (Figura. 1.1, Tabella 1.1).

Un quadro sulla distribuzione delle frane in Italia può essere ricavato dall'indice di franosità, pari al rapporto tra l'area in frana e la superficie totale, calcolato su maglia di lato 1 km.

Il 28% circa delle frane italiane (Figura 1.2) sono fenomeni a cinematismo rapido (crolli, colate 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. Tra gli eventi più significativi si ricordano quelli avvenuti 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), a Borca di Cadore (2009), in Val di Vara, Cinque Terre e Lunigiana (2011), in Alta Val d'Isarco (2012), a San Vito di Cadore (BL) (2015), in località Madonna del Monte (SV) (2019), a Chiesa in Valmalenco (SO) (2020), a Casamicciola Terme (NA) (2022), Gragnano (NA) e San Felice a Cancello (SA) (2024). 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, a Capriglio di Tizzano Val Parma (PR) nel marzo-aprile 2013, a Petacciato (CB) nel 2015, a Civitacampomarano (CB) nel 2017 e a Petralia Sottana (PA) nel 2022.

Le frane dell'Inventario IFFI sono state censite per il 38% utilizzando l'aerofotointerpretazione, per il 37% con la raccolta di dati storici o d'archivio, per il 7,6% con il rilevamento di campagna. L'integrazione di più metodi è stata utilizzata nel 12% dei casi (Figura 1.3).

L'utilizzo di più metodi consente di aumentare la qualità di un inventario, superando i limiti intrinseci di ciascun singolo approccio. Ad esempio, nel caso dell'aerofotointerpretazione, i principali limiti sono la soggettività dell'interpretazione da parte del fotointerprete e la difficoltà nell'identificare fenomeni quiescenti fortemente rimodellati dall'attività agricola, coperti da fitta vegetazione o situati in aree urbanizzate. Per quanto riguarda l'impiego di dati storici, uno dei limiti principali è invece la sottostima delle frane in aree scarsamente abitate o con una limitata presenza di strutture antropiche.

[1] Con il termine frana si indica un movimento di una massa di roccia, terra o detrito lungo un versante (Cruden, 1991)

[2] https://www.progettoiffi.isprambiente.it; https://idrogeo.isprambiente.it

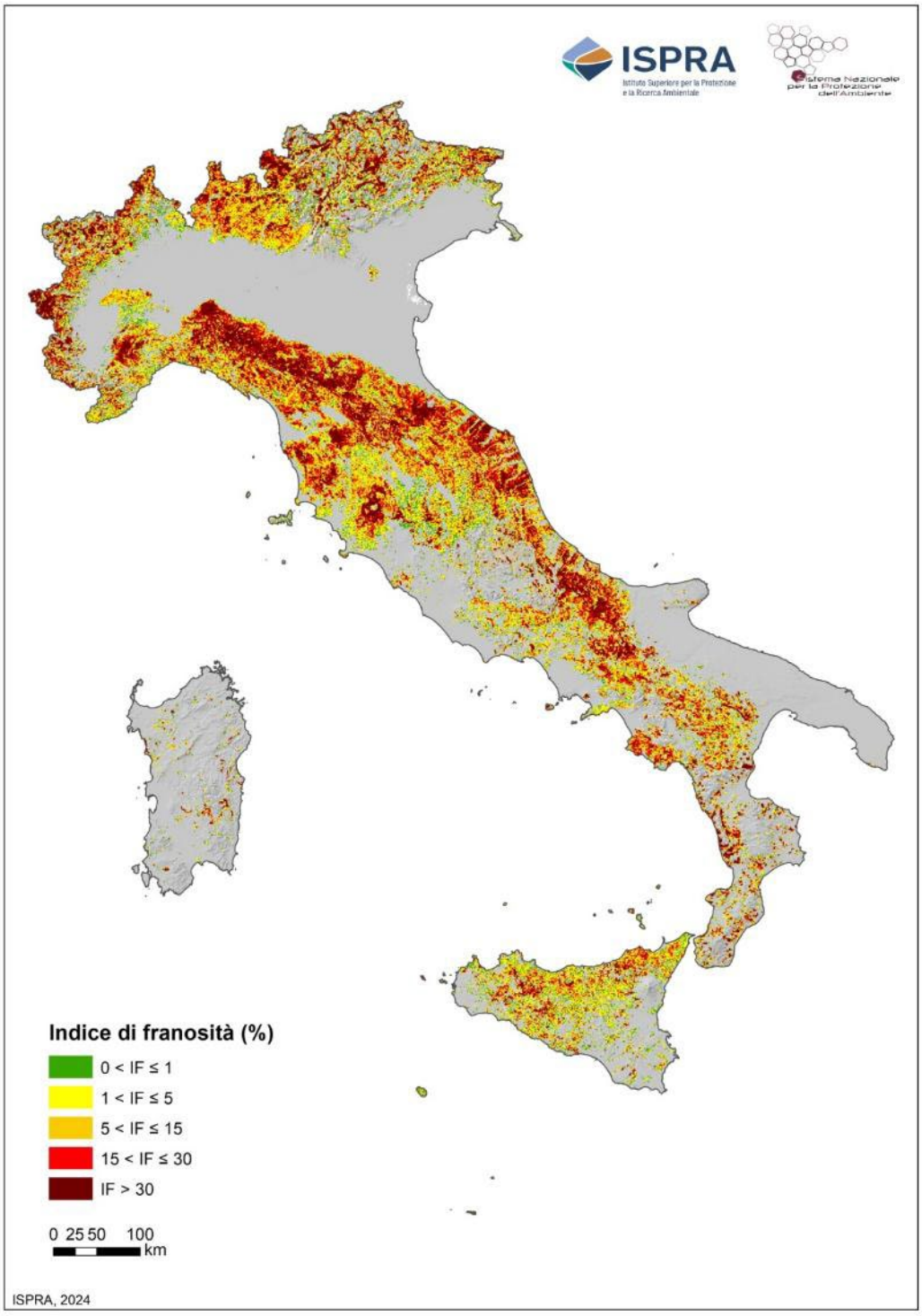


Figura. 1.1 – Indice di franosità percentuale (area in frana dell'Inventario IFFI /area cella × 100) su maglia di lato 1 km

Tabella 1.1 – Numero di frane, densità e indice di franosità (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia – IFFI; aggiornamento giugno 2025)

Regione/Provincia autonoma	Numero di frane[3]	Densità delle frane	Area interessata da frane	Indice di Franosità	Indice di Franosità su territorio montano-collinare	Area Regione/Provincia Autonoma[4]
	n.	*n./100 km²*	*km²*	*%*	*%*	*km²*
Piemonte	37.784	149	2.414	9,5	12,9	25.387
Valle d'Aosta	5.812	178	607	18,6	18,6	3.261
Lombardia	141.970	595	3.876	16,2	34,1	23.863
Bolzano	14.826	200	1.169	15,8	16,1	7.398
Trento	9.417	152	888	14,3	14,5	6.207
Veneto	10.110	55	247	1,3	3,4	18.355
Friuli Venezia Giulia	5.822	73	526	6,6	11,8	7.933
Liguria	13.507	249	536	9,9	10,1	5.418
Emilia Romagna	80.336	357	2.768	12,3	24,6	22.502
Toscana	109.496	476	3.230	14,1	16,7	22.990
Umbria	34.566	408	654	7,7	8,7	8.464
Marche	39.390	421	1.693	18,1	19,7	9.346
Lazio	10.550	61	400	2,3	2,9	17.239
Abruzzo	8.494	78	1.242	11,5	11,9	10.832
Molise	23.950	537	623	14,0	14,8	4.461
Campania	23.444	171	977	7,1	8,8	13.676
Puglia	839	4	85	0,4	1,0	19.543
Basilicata	17.671	175	774	7,7	8,2	10.073
Calabria[5]	10.100	66	885	5,8	6,4	15.219
Sicilia	36.507	141	1.315	5,1	5,8	25.835
Sardegna	1.616	7	194	0,8	1,0	24.109
Italia	**636.207**	**211**	**25.103**	**8,3**	**11**	**302.110**

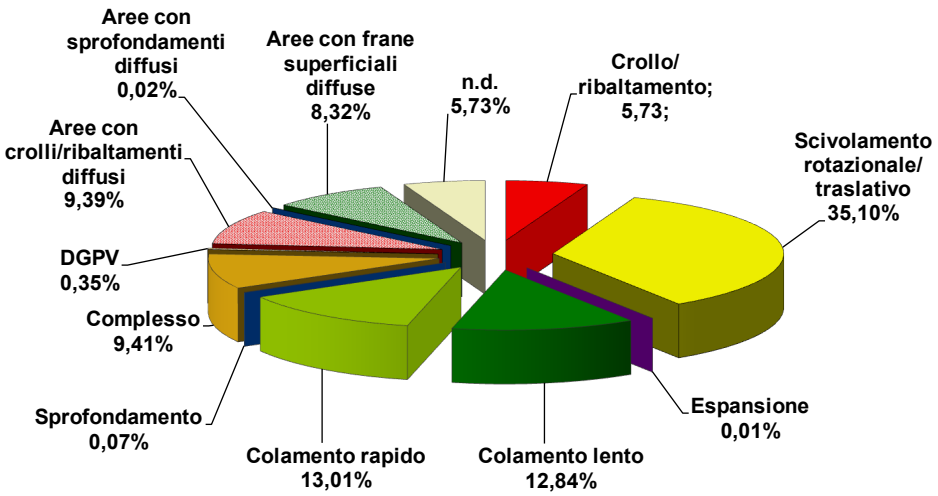


Figura 1.2 - Distribuzione percentuale delle tipologie di movimento – Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia

[3] I dati sono aggiornati al 2024 per la Provincia Autonoma di Bolzano, le regioni Veneto, Sicilia e Sardegna; al 2022 per il Piemonte; al 2021 per la Toscana; al 2018 per l'Umbria; al 2017 per Emilia-Romagna, Friuli Venezia Giulia, Liguria e Valle d'Aosta; al 2014 per Basilicata e Lombardia. È in corso l'aggiornamento dei dati per la regione Toscana e l'Emilia-Romagna e, nell'ambito del PNRR MUR M4C2 Infrastruttura di ricerca Geosciences IR, per Campania, Sicilia e Sardegna in collaborazione rispettivamente con l'Università degli Studi di Napoli Federico II, di Palermo e di Cagliari. Per le restanti regioni i dati sono aggiornati al 2007.

[4] Limiti Istat 2024

[5] I dati relativi alla Calabria risultano sottostimati rispetto alla reale situazione di dissesto poiché l'attività di censimento delle frane è stata concentrata prevalentemente nelle aree in cui sorgono centri abitati o interessate dalle principali infrastrutture lineari di comunicazione.

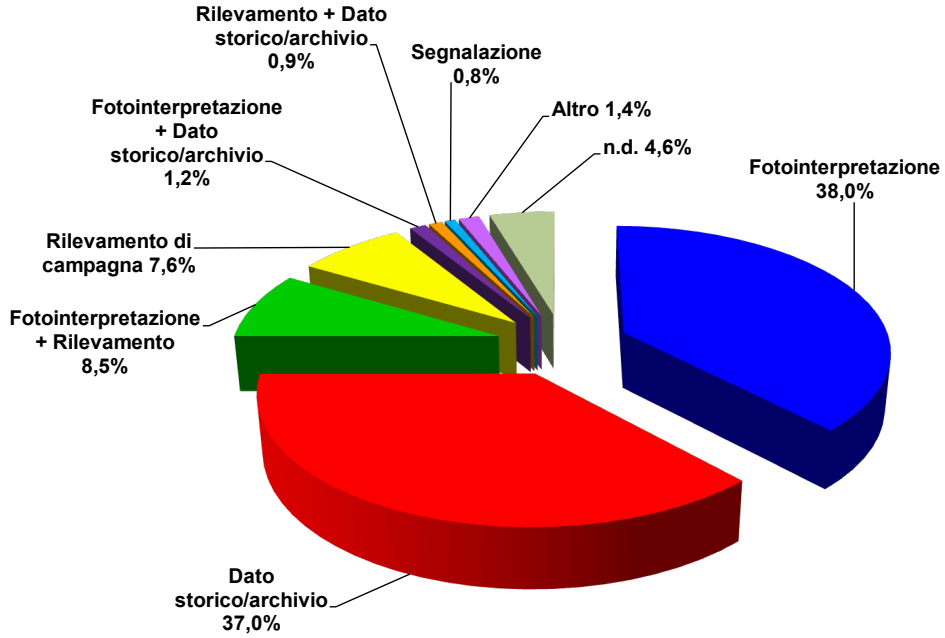


Figura 1.3 - Distribuzione percentuale dei metodi utilizzati per il censimento delle frane[6] – Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia

I fattori più importanti per l'innesco dei fenomeni franosi sono le precipitazioni brevi e intense (Iadanza *et alii*, 2016, Martelloni *et alii*, 2012; Melillo *et alii*, 2018, Nikolopoulus *et alii*, 2014), quelle persistenti e i terremoti (Martino, 2017; Martino *et alii*, 2020). Relativamente a questi ultimi si ricordano le frane, prevalentemente di crollo, innescatesi con i terremoti della sequenza sismica che ha interessato l'Italia centrale a partire dall'agosto 2016 (Romeo *et alii*, 2017). Negli ultimi decenni i fattori antropici, quali tagli stradali, scavi, sovraccarichi dovuti a edifici o rilevati, hanno assunto un ruolo sempre più determinante tra le cause predisponenti delle frane. L'abbandono delle aree rurali montane e collinari ha determinato un mancato presidio e manutenzione del territorio e dei manufatti antropici (Bazzoffi *et alii*, 2013). In particolare, i versanti con terrazzamenti agricoli, estremamente diffusi in Liguria, Valtellina e Val Chiavenna (SO), in Penisola Sorrentina, Cilento, Gargano, Calabria e Sicilia orientale, in assenza di una costante manutenzione dei muretti a secco e dei sistemi di drenaggio, sono particolarmente suscettibili all'innesco di fenomeni gravitativi in concomitanza di piogge intense (es. evento del 2009 a Giampilieri - ME e del 2011 nelle Cinque Terre). I cambiamenti climatici in atto stanno, inoltre, determinando, alle nostre latitudini, un incremento della frequenza degli eventi pluviometrici brevi e intensi con un conseguente aumento dei fenomeni di instabilità dei versanti con particolare riguardo alle frane superficiali e alle colate detritiche. Al contempo, la riduzione dei valori di precipitazione totale annua e l'incremento dell'evapotraspirazione potrebbero comportare una riduzione delle attivazioni delle frane più profonde o che coinvolgono terreni a bassa permeabilità (Gariano & Guzzetti, 2016). In alta quota l'aumento di temperatura ha effetti sulla degradazione del permafrost, con un incremento dei fenomeni di instabilità. Tra gli impatti indiretti dei cambiamenti climatici sulla franosità, si cita un incremento tendenziale della frequenza degli incendi associato a periodi prolungati di siccità, che privando il suolo della copertura vegetale, lo rendono più vulnerabile all'innesco di frane superficiali.

Archiviare le informazioni sui fenomeni franosi è un'attività strategica tenuto conto che gran parte delle frane si riattivano nel tempo, anche dopo lunghi periodi di quiescenza di durata pluriennale o plurisecolare (es. frana di Corniglio (PR), 1902, 1994-2000) (Trigila *et alii*, 2015c; Trigila *et alii*, 2018) e che nuove frane si sviluppano spesso all'interno di frane esistenti (Guzzetti *et alii*, 2012). L'Inventario IFFI è un importante strumento conoscitivo di base che viene utilizzato per la valutazione della pericolosità da frana dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), la progettazione preliminare di interventi di difesa del suolo (Gallozzi *et alii*, 2020) e di reti infrastrutturali e la redazione dei Piani di Emergenza di Protezione Civile.

[6] La categoria "Altro" contempla altre combinazioni di metodi di censimento oltre a quelle rappresentate nel grafico

1.2 Eventi franosi principali

Nell'ambito dell'attività di aggiornamento del quadro conoscitivo sui fenomeni franosi, sono definiti **eventi franosi principali** quelli che causano morti, feriti, evacuazioni e danni a edifici, beni culturali, infrastrutture lineari di comunicazione primarie e reti di servizi. Un evento franoso principale può riferirsi a una o più frane innescatesi in una determinata area, in un intervallo di tempo definito (generalmente nelle 24 ore) e causate dallo stesso fattore innescante (es. precipitazioni intense, input sismico, ecc.).

Ogni anno in Italia si verificano in media qualche migliaio di frane. Tra queste, solo qualche centinaio rappresentano eventi principali di frana. Queste cifre, pur con i limiti dei metodi di analisi utilizzati, offrono una stima attendibile dell'occorrenza degli eventi franosi nel nostro Paese, confermata sia dalle fonti cronachistiche che dai report d'evento ufficiali. In questo contesto, costituisce un'eccezione l'anno 2023: nel maggio, oltre 80.000 frane (Berti *et alii*, 2024), prevalentemente di ridotta estensione (oltre il 70% inferiore a 1000 m^2; Figura 1.4), hanno interessato il territorio centro-orientale dell'Emilia-Romagna, a causa di due eventi pluviometrici di eccezionale intensità in rapida successione (1-3 maggio e 16-17 maggio 2023). Secondo la Commissione incaricata dalla Regione per valutare l'eccezionalità di quanto avvenuto, tale evento pluviometrico ha costituito il massimo storico in termini di pioggia giornaliera media areale per i bacini dei corsi d'acqua romagnoli compresi tra il Senio e il Ronco compresi (Brath *et alii*, 2023). Nel complesso i danni economici causati da alluvioni e frane sono stati stimati dall'amministrazione regionale in 8 miliardi e 600 milioni di euro (ARPAE, 2024).

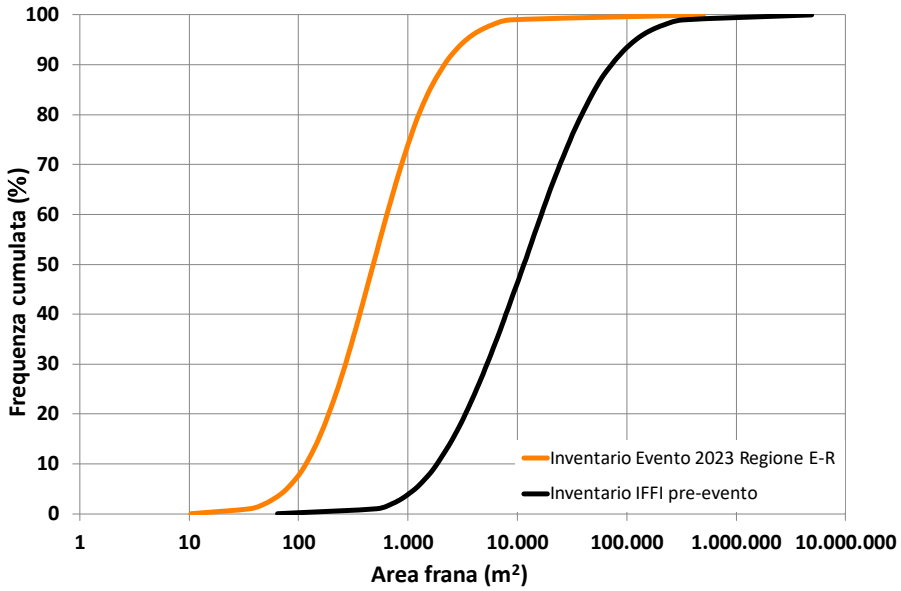


Figura 1.4 – Distribuzione cumulata di frequenza dell'area in frana dell'Inventario IFFI pre-evento e dell'Inventario d'evento maggio 2023 Regione Emilia-Romagna

Eventi pluviometrici a carattere intenso e persistente come quello verificatosi in Emilia-Romagna nel maggio 2023, sottolineano, ancora una volta, il ruolo centrale delle precipitazioni nell'innesco di diffusi eventi franosi superficiali (Tiranti & Ronchi, 2023). Dal momento che l'intensità risulta essere il parametro delle precipitazioni su cui i cambiamenti climatici stanno influendo maggiormente (c.d. regime pluviometrico), è fondamentale comprendere questa connessione per affrontare in modo efficace il problema, mitigare i rischi associati e dunque adattarsi agli effetti dei cambiamenti climatici.

Tra gli eventi franosi principali del periodo 2021-2024 si citano:

2021

- il crollo in roccia dalla parete verticale a monte dell'Hotel Eberle a Bolzano che il 5 gennaio ha completamente distrutto la porzione occidentale dell'hotel;
- il crollo del 19 gennaio del costone che sovrasta il paese di Amantea con alcune famiglie evacuate dai palazzi del centro storico e la conduttura del gas danneggiata;
- il crollo della falesia che ha provocato il cedimento di una parte del cimitero di Camogli il 22 febbraio (Figura 1.5);

Figura 1.5 – Crollo cimitero Camogli (foto: Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco)

- i dissesti innescati dall'intenso evento pluviometrico nel comasco a luglio 2021, tra cui le frane nell'abitato di Laglio, lungo la SS Regina e la SS Lariana;

2022

- la riattivazione il 1° febbraio di una estesa frana, di cui si ha notizia sin dal 1664, nel centro abitato del Comune di Petralia Sottana (PA), che ha generato lesioni in diversi edifici e nelle sedi stradali e che ha causato l'evacuazione delle abitazioni più danneggiate.
- l'evento del 26 novembre a Casamicciola Terme (foto in copertina): a seguito di intense precipitazioni, si sono innescate frane diffuse nel settore Nord dell'isola di Ischia. In particolare, una colata di fango e detrito, innescatasi intorno alle ore 05:00 nel versante Nord del Monte Epomeo, ha percorso circa 850 m prima di colpire un'area abitata nella zona di Via Celario. La colata ha interessato circa 30 edifici provocando 12 vittime e 5 feriti, più di 200 sfollati e gravi danni alla rete stradale;
- il crollo che il 30 novembre ha danneggiato 150 metri della strada statale 18 Tirrena Inferiore nel territorio di Castrocucco di Maratea (Potenza);

2023

- il crollo che il 5 gennaio ha coinvolto il versante alle spalle di alcune abitazioni in via Creva a Luino (VA);
- il crollo da un costone roccioso a San Fratello (ME) che il 13 maggio ha interessato alcune abitazioni con l'evacuazione di 100 persone;
- il crollo in roccia di circa 500 m^3 che il 19 maggio ha coinvolto la galleria ferroviaria e la galleria paramassi della SP 72 a Fiumelatte (LC) (Figura 1.6);

Figura 1.6 – Crollo Fiumelatte (foto: Regione Lombardia)

- la colata detritica di Bardonecchia (TO) che il 13 agosto ha interessato il T. Frejus causando danni a garage, piano terreno di diversi edifici e viabilità (Figura 1.7);

Figura 1.7 – Colata detritica di Bardonecchia (foto: ARPA Piemonte)

- la colata detritica di circa 15.000 m^3 di materiale in località Passo Tre Croci a Cortina d'Ampezzo (BL) che il 28 agosto ha determinato la chiusura della SR 48 delle Dolomiti e l'evacuazione di 70 persone da un albergo e da alcune abitazioni;
- la colata di fango e detrito che sempre il 28 agosto ha provocato danni alle abitazioni nella frazione di Capovico a Blevio (CO) e alla SP 583 Lariana;

2024

- la colata rapida di fango e detrito che il 27 agosto ha travolto un motocarro con due persone a bordo nella frazione di Talanico a San Felice a Cancello (CE); in questo caso, l'elevata intensità della pioggia, l'orografia complessa del territorio e la presenza di versanti interessati da recenti incendi boschivi hanno favorito la formazione del flusso rapido di fango e detrito;
- la frana che il 12 settembre si è originata dal Monte Pendolo e che ha interessato l'abitato di Gragnano (NA) determinando circa 40 sfollati e la chiusura di diverse strade; anche in questo caso, vaste aree boschive della montagna erano state devastate nell'agosto precedente da un grave incendio.
- la frana che si è verificata il 22 ottobre a Capri (NA) e che ha interessato il costone roccioso alla base di un hotel che affaccia sulla spiaggia Marina Grande causando l'inibizione all'accesso all'hotel e al tratto di spiaggia.

Dal 2010 l'ISPRA pubblica nell'Annuario dei Dati Ambientali[7] un indicatore che raccoglie le informazioni sui principali eventi franosi verificatisi annualmente sul territorio nazionale. Le informazioni sono tratte da rapporti tecnici redatti da Regioni e Province Autonome, ARPA, Protezione Civile, Centri Funzionali, CNR, ISPRA, enti locali, da comunicati stampa di Autostrade, ANAS e FS e da fonti di cronaca.

Per quanto riguarda il periodo 2010-2023, le province che risultano più colpite da eventi franosi principali sono state Bolzano, Salerno, Genova, Trento, Messina, Belluno e Aosta con più di 50 eventi (Figura 1.8). Il numero di eventi censiti annualmente è da correlare al regime delle precipitazioni nel corso dell'anno o al verificarsi di eventi sismici di elevata magnitudo.

[7] https://annuario.isprambiente.it/

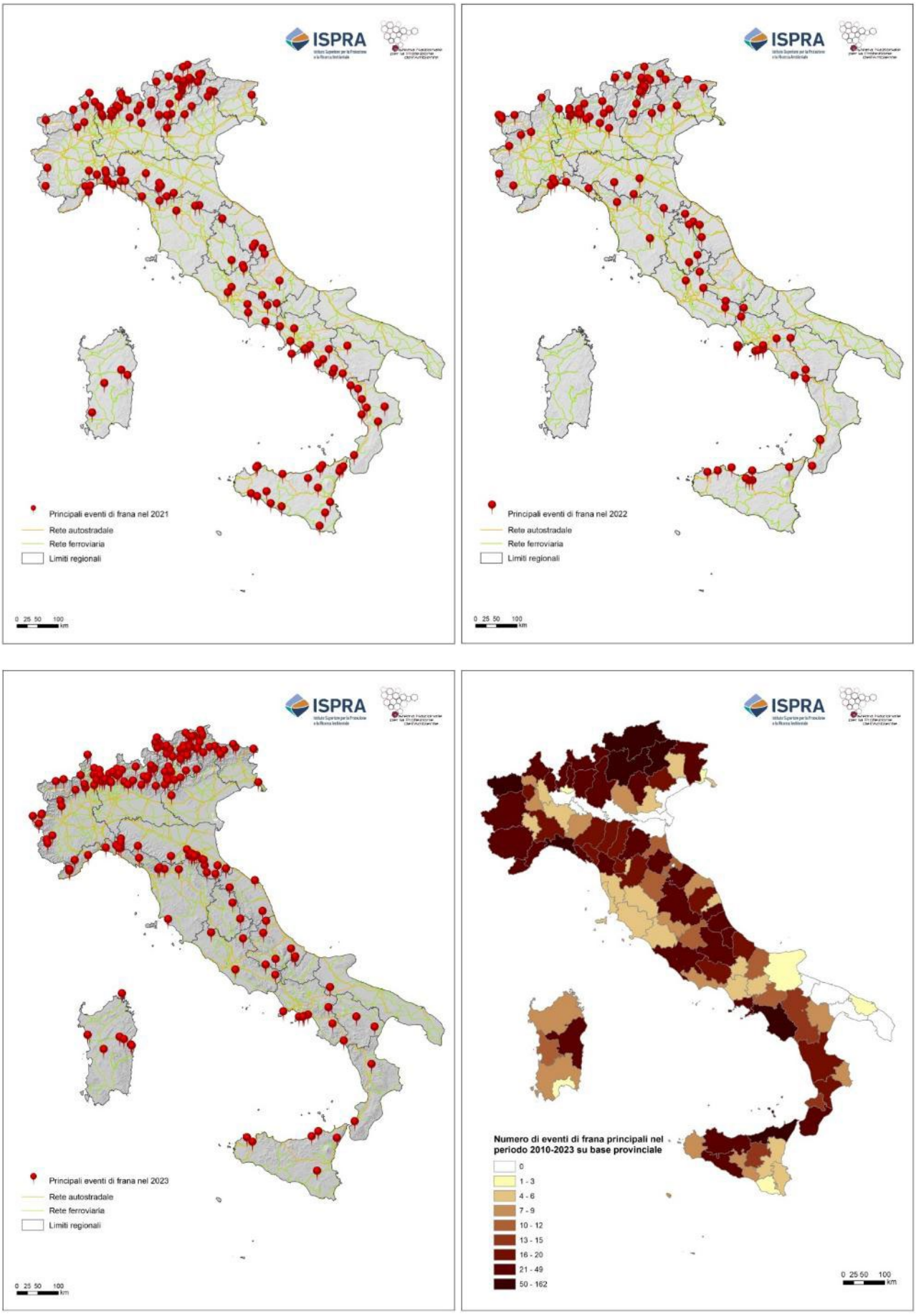


Figura 1.8 - Eventi franosi principali nel 2021, 2022, 2023 e per provincia nel periodo 2010-2023

1.3 Piani di Assetto Idrogeologico e pericolosità da frana

Ad eccezione del Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923, focalizzato sul vincolo idrogeologico, la gestione dei boschi e la sistemazione idraulico-forestale dei bacini montani, l'Italia ha scontato fino al 1989 un forte ritardo nella promulgazione di norme che imponessero di considerare i fenomeni di origine naturale, quali frane e alluvioni, nella pianificazione territoriale e urbanistica. La Legge n. 183 del 18 maggio 1989, ispirata ai risultati della Commissione De Marchi, è infatti la prima norma organica per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo che individua il bacino idrografico come base territoriale di riferimento per la protezione idrogeologica e le Autorità di bacino quali istituzioni responsabili della predisposizione del Piano di Bacino. Quest'ultimo è uno strumento fondamentale per la pianificazione territoriale e per la programmazione di opere di sistemazione ed è sovraordinato agli altri piani di livello regionale, provinciale e locale.

Tuttavia, fino all'evento catastrofico di Sarno del 5 maggio 1998, la Legge 183/89 non ha avuto piena attuazione, con pochi Piani stralcio adottati. Con l'emanazione del Decreto Legge n. 180 dell'11 giugno 1998, convertito nella L. 267/1998, viene impressa un'accelerazione all'individuazione, perimetrazione e classificazione delle aree a pericolosità e rischio idrogeologico per frane e alluvioni, all'adozione dei Piani stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e delle misure di salvaguardia con vincoli e regolamentazioni d'uso del territorio. La legge 183/89 è stata successivamente abrogata e in parte integrata nel D.Lgs. 152/2006.

I PAI, redatti secondo i criteri riportati nell'Atto di indirizzo e coordinamento (DPCM del 29/09/1998), sono strumenti dinamici che negli anni sono stati oggetto di integrazioni e modifiche da parte delle Autorità di Bacino (ora Autorità di Bacino Distrettuali), a seguito di nuovi studi e indagini, nuovi eventi idrogeologici, al completamento di interventi strutturali di mitigazione del rischio o su richiesta degli Enti locali (Trigila *et alii*, 2015c).

La pericolosità da frana rappresenta la probabilità di occorrenza di un fenomeno potenzialmente distruttivo, di una determinata intensità in un dato periodo e in una data area (Varnes, 1984). La maggiore criticità nell'analisi della pericolosità da frana deriva generalmente dalla mancanza di informazioni relative alle date di attivazione delle frane e quindi dalla difficoltà di determinare il tempo di ricorrenza. A causa di queste limitazioni, l'analisi più comunemente effettuata è quella della suscettibilità o pericolosità spaziale, che consente di individuare le porzioni di territorio a maggiore probabilità di accadimento di fenomeni franosi (Trigila *et alii*, 2013, 2015b).

Le aree a pericolosità da frana dei Piani di Assetto Idrogeologico includono, oltre alle frane già verificatesi, anche le zone di possibile evoluzione dei fenomeni e le zone potenzialmente suscettibili a nuovi fenomeni franosi.

I PAI costituiscono uno strumento fondamentale per una corretta pianificazione territoriale attraverso l'applicazione di vincoli e regolamentazioni d'uso del territorio. L'aggiornamento della mappatura delle aree a pericolosità da frana dei PAI è particolarmente importante in quanto consente di tener conto dell'evoluzione dei fenomeni di dissesto o di eventuali nuove frane.

Per la valutazione e mappatura della pericolosità da frana, le Autorità di Bacino, le Regioni e le Province Autonome hanno utilizzato diverse metodologie, tra cui il metodo qualitativo a matrici, il metodo geomorfologico, i metodi quantitativi statistici o approcci di tipo misto, caratterizzati dalla combinazione di più metodi. Tutte le metodologie si basano, come dato di input, sull'inventario delle frane e su alcuni parametri in esso archiviati (es. tipologia di movimento, stato di attività). Nel paragrafo seguente viene riportata una breve rassegna delle metodologie più utilizzate.

Al fine di uniformare i diversi strumenti di pianificazione in atto e di garantire una pianificazione e programmazione delle azioni e norme d'uso del territorio omogenee nei territori afferenti ai distretti idrografici, le Autorità di Bacino Distrettuali hanno avviato un iter di elaborazione di un PAI frane distrettuale, previsto all'art. 67 del D.Lgs. 152/06, che sostituirà gli strumenti ad oggi vigenti (es. iter avviato nel 2023 dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale).

Con riferimento al Distretto idrografico dell'Appennino settentrionale, il Piano stralcio Assetto Idrogeologico per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica (PAI dissesti), adottato in via definitiva dalla Conferenza Istituzionale Permanente con delibera n. 39 del 28 marzo 2024, ha sostituito interamente i vari PAI

elaborati dalle ex Autorità di Bacino secondo le disposizioni della legge 183/89 (Arno, Serchio, Toscana Nord, Ombrone, Toscana Costa, Magra, Bacini Regionali Liguri). Il percorso pianificatorio di superamento dei vecchi PAI per la parte geomorfologica, avviato nel 2019, ha consentito di rendere coerenti ed omogenee tra loro le diverse mappe di pericolosità, definire norme analoghe per tutti i bacini idrografici interamente ricadenti nel territorio del Distretto e individuare specifiche procedure univoche di aggiornamento nel tempo del quadro di pericolosità.

1.3.1 Metodi per la valutazione della pericolosità da frana

Il **metodo qualitativo a matrice** viene applicato ai poligoni di frana censiti negli inventari, per l'attribuzione della classe di pericolosità. Sono stati adottati approcci con un differente numero di parametri: a un parametro, sulla base dello stato di attività della frana; a due parametri (es. tipologia di movimento e stato di attività); a tre o più parametri (es. probabilità di accadimento, velocità e severità geometrica).

Il modello a un parametro è stato adottato dall'ex Autorità di Bacino del Fiume Po, ad eccezione della Regione Autonoma Valle d'Aosta. Le frane dell'inventario sono state distinte in attive, quiescenti e stabilizzate. Sono state considerate frane *attive* quelle in atto o verificatesi nell'arco degli ultimi 30 anni, anche con una riattivazione solo parziale del corpo di frana; frane *quiescenti* quelle che hanno dato segni di "attività" in un periodo di tempo antecedente agli ultimi 30 anni; frane *stabilizzate* quelle interessate da interventi di consolidamento o che hanno raggiunto naturalmente assetti di equilibrio (Autorità di Bacino del Fiume Po, 1999). Il modello a due parametri (tipologia di movimento e stato di attività) è stato adottato, ad esempio, dall'ex Autorità di Bacino Regionale delle Marche. Il modello a più parametri è stato utilizzato dall'ex Autorità di Bacino Alto Adriatico (fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave e Brenta-Bacchiglione) e dalla Provincia Autonoma di Bolzano. Quest'ultimo si basa sul metodo svizzero (*Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft* - BUWAL) che consente di combinare, tramite matrici, i valori di probabilità di accadimento e di magnitudo dei fenomeni franosi, definita in base alla velocità dell'evento e alla severità geometrica (spessore coinvolto o dimensioni dei massi) (Figura 1.9 - Figura 1.13). Per individuare la classe di severità geometrica è necessario conoscere la tipologia di movimento.

Il metodo qualitativo a matrice presenta il vantaggio di essere replicabile e basato su schemi semplificati, mentre il limite principale risiede nel fatto che vengono classificate solo le frane dell'inventario e non l'intero territorio del bacino.

Classi di velocità *(definizione da Cruden & Varnes, 1996)*		**Intervalli di velocità**
Descrizione	**Velocità tipica**	
Estremamene rapida	5 m/sec	**3**
Molto rapida	3 m/min	
Rapida	1,8 m/hr	**2**
Moderata	13 m/mese	
Lenta	1,6 m/anno	
Molto lenta	16 mm/anno	
Estremamente lenta	< 16 mm/anno	**1**

Figura 1.9 - Stima degli intervalli di velocità dei fenomeni franosi, individuati in funzione della possibilità di allertare la popolazione e dei possibili danni attesi agli edifici e alle strutture (da Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, 2012)

Classi di severità geometrica per i fenomeni di crollo *(definizione da Heinimann et al., 1998)*	Classi di severità geometrica per i fenomeni di scorrimento e colata lenta *(definizione da Heinimann et al., 1998)*	Classi di severità geometrica per i fenomeni di colata rapida (Profondità della corrente o del deflusso solido)	Intervalli di severità geometrica
Diametro dei blocchi > 2 m	Spessore > 15 m	Profondità > 1 m	3
Diametro dei blocchi 0,5 – 2 m	Spessore 2 – 15 m	Profondità 0,5 – 1 m	2
Diametro dei blocchi < 0,5 m	Spessore < 2 m	Profondità ≤ 0,5 m	1

Figura 1.10 - Stima delle classi di severità geometrica dei fenomeni franosi (da Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, 2012)

Stato di attività	Frequenza probabile
frane attive, continue e/o intermittenti frane quiescenti – episodiche ad alta frequenza	1 – 30 anni
frane quiescenti – episodiche a media frequenza	30 – 100 anni
frane quiescenti – episodiche a bassa frequenza	100 – 300 anni
frane antiche e paleofrane	> 300 anni

Figura 1.11 - Descrizione classi di frequenza probabile dei fenomeni franosi (da Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, 2012)

Attribuzione classe di magnitudo		Intervalli di velocità (VEL)		
		1	2	3
Intervalli di severità geometrica (SG)	1	1	2	3
	2	2	4	6
	3	3	6	9

Figura 1.12 - Matrice di iterazione per la definizione delle diverse classi di magnitudo (da Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, 2012)

Pericolosità connessa alla magnitudo dei fenomeni franosi		Frequenza probabile			
		alta 1 – 30 anni	media 30 – 100 anni	bassa 100 – 300 anni	Frane antiche (> 300 anni) e paleofrane
Classi di Magnitudo	6 - 9	P4	P4	P3	P1
	3 - 4	P3	P3	P2	
	1 - 2	P2	P1	P1	

Figura 1.13 - Matrice di iterazione per la valutazione della pericolosità derivante da fenomeni franosi (da Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, 2012)

Il **metodo geomorfologico** si basa sulla zonizzazione dei versanti secondo criteri geomorfologici e geologici, considerando ad esempio la presenza di fenomeni franosi attivi, indizi morfologici di instabilità e litologie con

elevata suscettibilità alla franosità. Il principale vantaggio di questo approccio consiste nella possibilità di classificare l'intero territorio del bacino, mentre il limite risiede nella componente soggettiva insita nella valutazione della pericolosità (Canuti & Casagli, 1996). Il metodo geomorfologico è stato utilizzato, ad esempio, dall'ex Autorità di Bacino del fiume Liri-Garigliano e Volturno. In quest'area, la valutazione della pericolosità è stata effettuata a partire dalla "Carta geomorfologica", che individua gli elementi geomorfologici associati ai fattori predisponenti e alle cause innescanti dei fenomeni gravitativi, delineando il quadro morfologico attuale e fornendo indicazioni sull'evoluzione futura dei processi. Su questa base è stata quindi elaborata la Carta degli "Scenari di franosità in funzione delle massime intensità attese", nella quale le diverse tipologie di fenomeni franosi e i relativi indicatori geomorfologici di franosità potenziale — relativi alle fasi di alimentazione, transito e invasione (es. scarpate, conoidi, falde detritiche, ecc.) — sono state classificate in tre classi di intensità, in funzione della massima velocità attesa del fenomeno.

I **metodi quantitativi statistici** consentono di determinare, mediante analisi bivariata o multivariata, il peso dei vari fattori che contribuiscono all'instabilità (es. acclività, litologia, uso del suolo). Si basano sul principio che aree in cui si sono verificate frane in passato saranno molto probabilmente interessate da frane anche in futuro e che aree caratterizzate da condizioni predisponenti simili a quelle già colpite da frane presentano una maggiore propensione all'innesco di fenomeni franosi. In particolare, i metodi di analisi statistica bivariata consistono nel comparare la distribuzione spaziale delle frane con i fattori predisponenti presi singolarmente, calcolando un indice di franosità relativo. Il metodo statistico bivariato è stato adottato ad esempio dall'ex Autorità di Bacino della Puglia (Trigila *et alii*, 2018).

I vantaggi di tali metodi sono la valutazione della suscettibilità da frana in modo oggettivo e riproducibile e il fatto di classificare l'intero territorio del bacino di competenza. Il limite è che la bontà dei risultati è fortemente condizionata dall'accuratezza dei dati di input (es. Inventario delle frane, Modello digitale del terreno) (van Westen *et alii*, 2008).

I **metodi di tipo misto**, caratterizzati dalla combinazione di più metodi (qualitativo a matrici per la classificazione delle frane dell'inventario + statistico o geomorfologico per l'individuazione delle aree non ancora in dissesto) sono stati adottati ad esempio dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino settentrionale, dall'ex Autorità dei Bacini regionali del Lazio (ora in Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino centrale) e dall'ex Autorità di bacino Regionale Campania Sud ed Interregionale Sele (ora in Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino meridionale).

Con riferimento al territorio del Distretto idrografico dell'Appennino settentrionale, la metodologia di valutazione della pericolosità da frana si basa sull'integrazione di due livelli di analisi: un livello di dettaglio, ottenuto mediante la definizione dei valori di pericolosità molto elevata (P4), elevata (P3a) e media (P2a) sulla base della tipologia di movimento e dello stato di attività delle frane censite nell'inventario; un livello realizzato sulle restanti aree non in frana mediante analisi di suscettività su base geomorfologica (classi di pericolosità: elevata P3b, media P2b e moderata P1). Nel livello di dettaglio la delimitazione delle aree a pericolosità prende in considerazione, oltre alla massa in movimento, anche una possibile area di influenza che può essere interessata dall'evoluzione del dissesto (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, 2024a e b).

1.4 Mosaicatura nazionale della pericolosità da frana

1.4.1 Aspetti metodologici

L'ISPRA, al fine di aggiornare la mappa della pericolosità da frana sull'intero territorio nazionale, ha proceduto a realizzare la nuova **Mosaicatura nazionale** (v. 5.0 - 2024) delle aree a pericolosità dei Piani di Assetto Idrogeologico – PAI. Tale mosaicatura è stata utilizzata anche per la produzione dei nuovi indicatori di rischio per frane (Par. 1.5). In analogia con le precedenti Mosaicature ISPRA pubblicate nei Rapporti su *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio* ed. 2015, 2018 e 2021 (Trigila *et alii*, 2015c, 2018, 2021), è stata utilizzata una legenda armonizzata.

L'attività ISPRA di mosaicatura ha previsto le seguenti fasi:

a) Richiesta alle Autorità di Bacino Distrettuali e alle Province Autonome di Trento e Bolzano dei dati aggiornati sulle aree a pericolosità (marzo 2024)

b) Analisi dei dati forniti dalle Autorità di Bacino Distrettuali e dalle Province Autonome di Trento e Bolzano nel periodo marzo – dicembre 2024:

   - analisi della metodologia (Par. 1.3) e della classificazione della pericolosità da frana adottata da ciascuna ex Autorità di Bacino, utilizzando le informazioni contenute nelle Relazioni Generali dei PAI e negli allegati cartografici;
   - analisi delle Norme di Attuazione dei PAI che definiscono i vincoli d'uso del territorio e le prescrizioni;
   - interlocuzioni, chiarimenti tecnici e approfondimenti con i funzionari delle Autorità di Bacino Distrettuali sui dati trasmessi mediante caricamento sulla piattaforma ISPRA;

c) Armonizzazione dei dati e delle legende:

   - adozione della classificazione nazionale della pericolosità in 5 classi: pericolosità molto elevata P4, elevata P3, media P2, moderata P1 e aree di attenzione AA (Trigila *et alii*, 2015c), tenendo conto dell'Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180 (DPCM 29 settembre 1998);
   - predisposizione di una tabella di riclassificazione della pericolosità da frana per ciascun Piano di Assetto Idrogeologico al fine di attribuire ai poligoni PAI le suddette classi nazionali;

d) Mosaicatura dei dati:

   - riproiezione dei file in un unico sistema di riferimento (WGS84 UTM fuso 32);
   - controllo della topologia (es. eliminazione di *self intersection* nei poligoni);
   - eliminazione di eventuali geometrie sovrapposte, dando prevalenza alla classificazione di pericolosità più elevata[8];

e) Valutazione dell'omogeneità dei PAI.

Relativamente alle Norme di attuazione dei PAI, l'analisi condotta nel 2015 ha evidenziato che nelle aree classificate a **pericolosità da frana molto elevata** (P4) sono consentiti esclusivamente: gli interventi di demolizione senza ricostruzione; gli interventi strettamente necessari a ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie o di volume e senza cambiamenti di destinazione d'uso; le opere di bonifica e sistemazione dei movimenti franosi; gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria; la realizzazione di nuove infrastrutture lineari e a rete previste da normative di legge, dichiarate essenziali, non delocalizzabili e prive di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili; le pratiche per la corretta attività agricola e forestale con esclusione di ogni intervento che aumenti il livello di rischio; gli interventi volti alla bonifica dei siti contaminati; gli interventi di consolidamento e restauro conservativo dei beni culturali tutelati ai sensi della normativa vigente.

Nelle aree classificate a **pericolosità da frana elevata** (P3) sono generalmente consentiti, oltre agli interventi ammessi nelle aree a pericolosità molto elevata, anche gli interventi di ampliamento di edifici esistenti per l'adeguamento igienico-sanitario e la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue e l'ampliamento di quelli esistenti, previo studio di compatibilità dell'opera con lo stato di dissesto esistente.

Nelle aree classificate a **pericolosità da frana media** (P2) gli interventi ammissibili sono quelli previsti dagli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica. Gli interventi generalmente sono soggetti ad uno studio di compatibilità finalizzato a verificare che l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente i processi geomorfologici nell'area interessata dall'opera e dalle sue pertinenze.

Nelle aree classificate a **pericolosità da frana moderata** (P1) è generalmente consentita ogni tipologia di intervento prevista dagli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

Le **Aree di attenzione** (AA) corrispondono generalmente a porzioni di territorio ove vi sono informazioni di possibili situazioni di dissesto a cui non è ancora stata associata alcuna classe di pericolosità. Ogni determinazione relativa ad eventuali interventi è subordinata alla redazione di un adeguato studio geomorfologico volto ad accertare il livello di pericolosità sussistente nell'area. In sede di redazione degli

[8] Differentemente dalla mosaicatura della pericolosità idraulica (Rapporti ISPRA 353/2021, 356/2021), in cui un'area potrebbe essere inondata secondo uno o più dei tre differenti scenari di probabilità, nella mosaicatura della pericolosità da frana ogni porzione di territorio è attribuita univocamente ad una sola classe di pericolosità. Quindi la superficie complessiva delle aree a pericolosità da frana in Italia è pari alla somma delle superfici delle 5 classi di pericolosità.

strumenti urbanistici devono essere valutate le condizioni di dissesto evidenziate e la relativa compatibilità delle previsioni urbanistiche (Trigila *et alii*, 2015c).

La Mosaicatura ISPRA delle aree a pericolosità da frana è un elaborato con valenza tecnico-scientifica aggiornato con cadenza pluriennale. È necessario, pertanto, far riferimento ai documenti e alla cartografia ufficiale pubblicati sui siti delle Autorità di Bacino Distrettuali e delle Province Autonome di Trento e Bolzano per consultare i dati aggiornati e con valore legale, le norme e i vincoli d'uso del territorio vigenti (Art. 65 D.Lgs. 152/2006).

1.4.2 Risultati e analisi dei dati

I risultati della mosaicatura ottenuta sono stati restituiti sui seguenti livelli territoriali: nazionale, regionale, provinciale, comunale, macroaree geografiche e ripartizione fondi strutturali, utilizzando i limiti amministrativi Istat 2024.

La superficie complessiva, in Italia, delle aree a pericolosità da frana PAI e delle aree di attenzione è pari a **69.530 km²** (**23%** del territorio nazionale) (Figura 1.14). Come riportato in Tabella 1.2 la superficie delle aree a pericolosità da frana molto elevata è pari a **10.598 km²** (3,5%), quella a pericolosità elevata è pari a **18.203 km²** (6%), a pericolosità media a **18.074 km²** (6%), a pericolosità moderata a **15.489 km²** (5,1%) e quella delle aree di attenzione è pari a **7.165 km²** (2,4%). Se prendiamo in considerazione le classi a maggiore pericolosità (elevata P3 e molto elevata P4), assoggettate ai vincoli di utilizzo del territorio più restrittivi, le aree ammontano a **28.801 km²**, pari all'**9,5%** del territorio nazionale (Figura 1.15).

Tabella 1.2 - Aree a pericolosità da frana PAI in Italia – Mosaicatura 2024

		Aree a pericolosità da frana	
		km²	*% su territorio nazionale*
P4	**Molto elevata**	10.598	3,5%
P3	**Elevata**	18.203	6,0%
P2	**Media**	18.074	6,0%
P1	**Moderata**	15.489	5,1%
AA	**Aree di Attenzione**	7.165	2,4%
Totale Italia		**69.530**	**23,0%**

Dall'analisi della mosaicatura della pericolosità da frana sul territorio nazionale (Figura 1.14 - Figura 1.16) emergono significative disomogeneità di mappatura e classificazione, dovute principalmente alle differenti metodologie utilizzate per la valutazione della pericolosità da frana (Par. 1.3.1). Le maggiori differenze si riscontrano tra le mappature di pericolosità che hanno classificato solo i poligoni di frana (es. Provincia Autonoma di Bolzano, Bacini idrografici dell'Alto Adriatico ora nel Distretto delle Alpi Orientali) e quelle che hanno classificato l'intero territorio (es. Regione Valle d'Aosta, Provincia Autonoma di Trento, Distretto Appennino Settentrionale). Se analizziamo la distribuzione delle frane dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia si riscontra una omogeneità dei dati decisamente superiore ai PAI, sul territorio nazionale (Figura 1.17).

La presenza di disomogeneità nelle perimetrazioni tra territori contermini era già stata evidenziata nei rapporti ISPRA ed. 2015, 2018 e 2021 (Trigila *et alii*, 2015c, 2018 e 2021) e nel rapporto del Ministero dell'Ambiente del 2008 sulla base dei dati di pianificazione allora disponibili (MATTM, 2008).

Le Regioni Toscana, Emilia-Romagna, Valle d'Aosta, Campania, Sardegna, Piemonte, Abruzzo, Lombardia e la Provincia Autonoma di Trento hanno le maggiori superfici (in km²) a pericolosità elevata P3 e molto elevata P4 (Tabella 1.3; Figura 1.18).

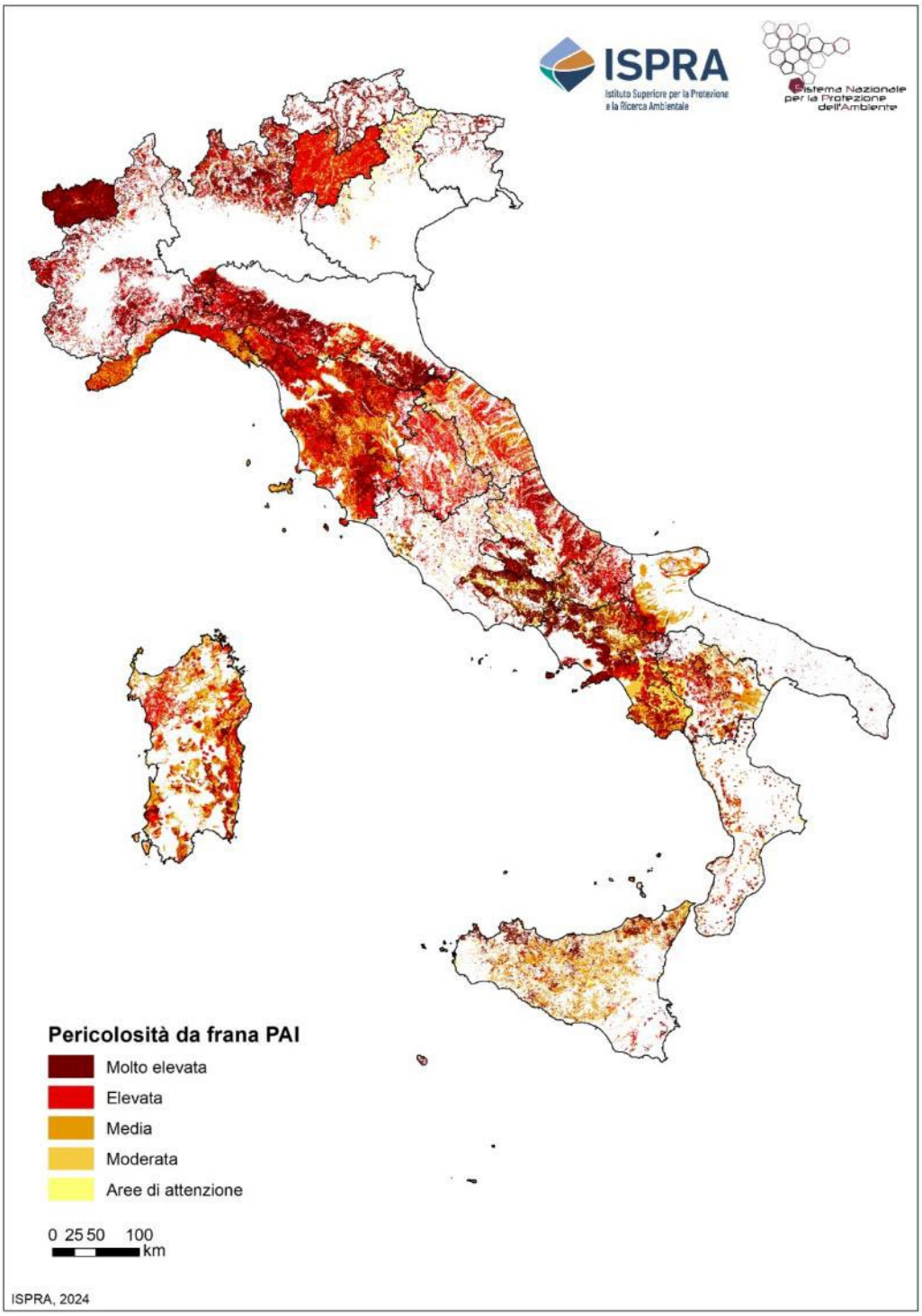


Figura 1.14 - Aree a pericolosità da frana PAI – Mosaicatura 2024

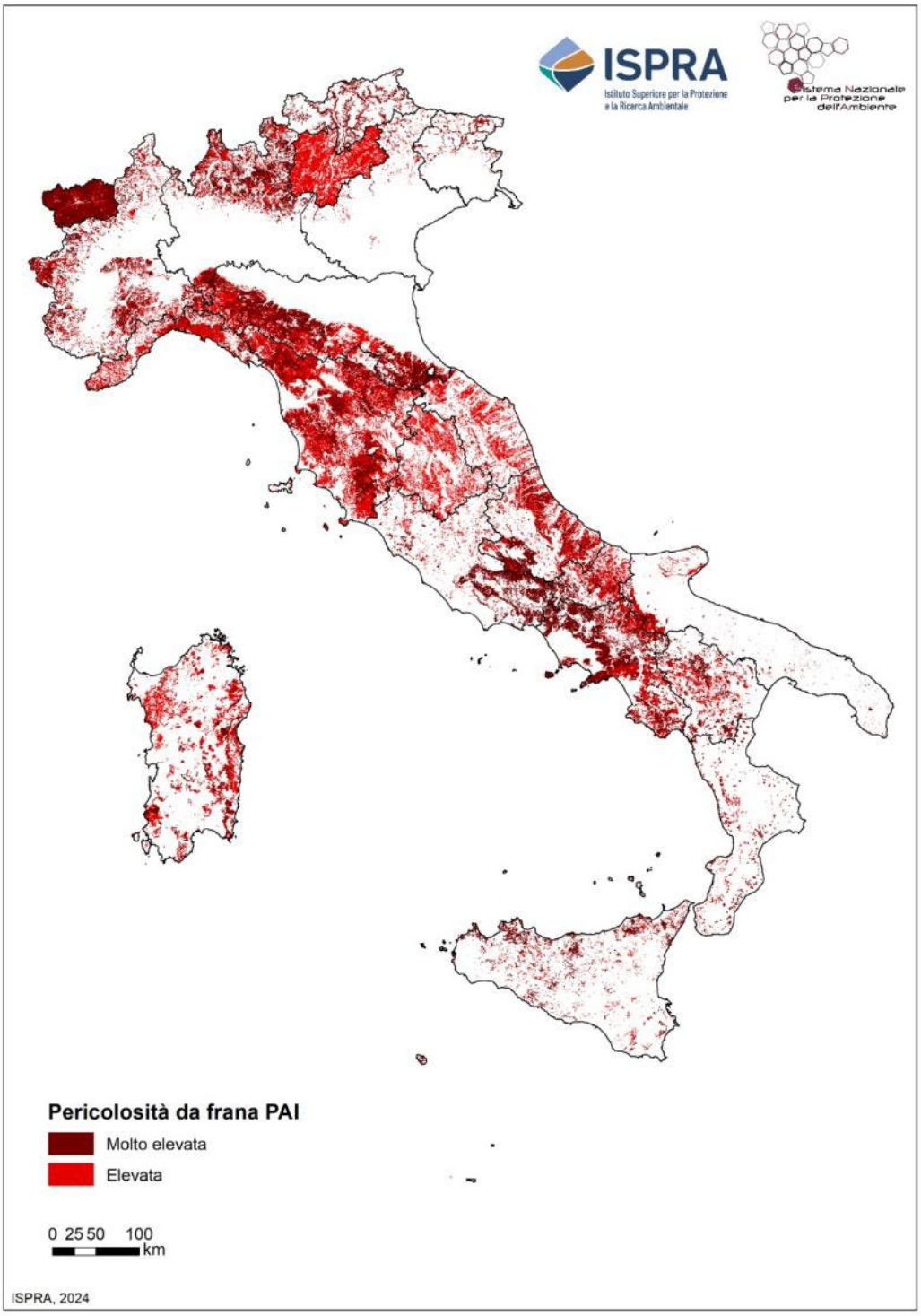


Figura 1.15 – Aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 – Mosaicatura 2024

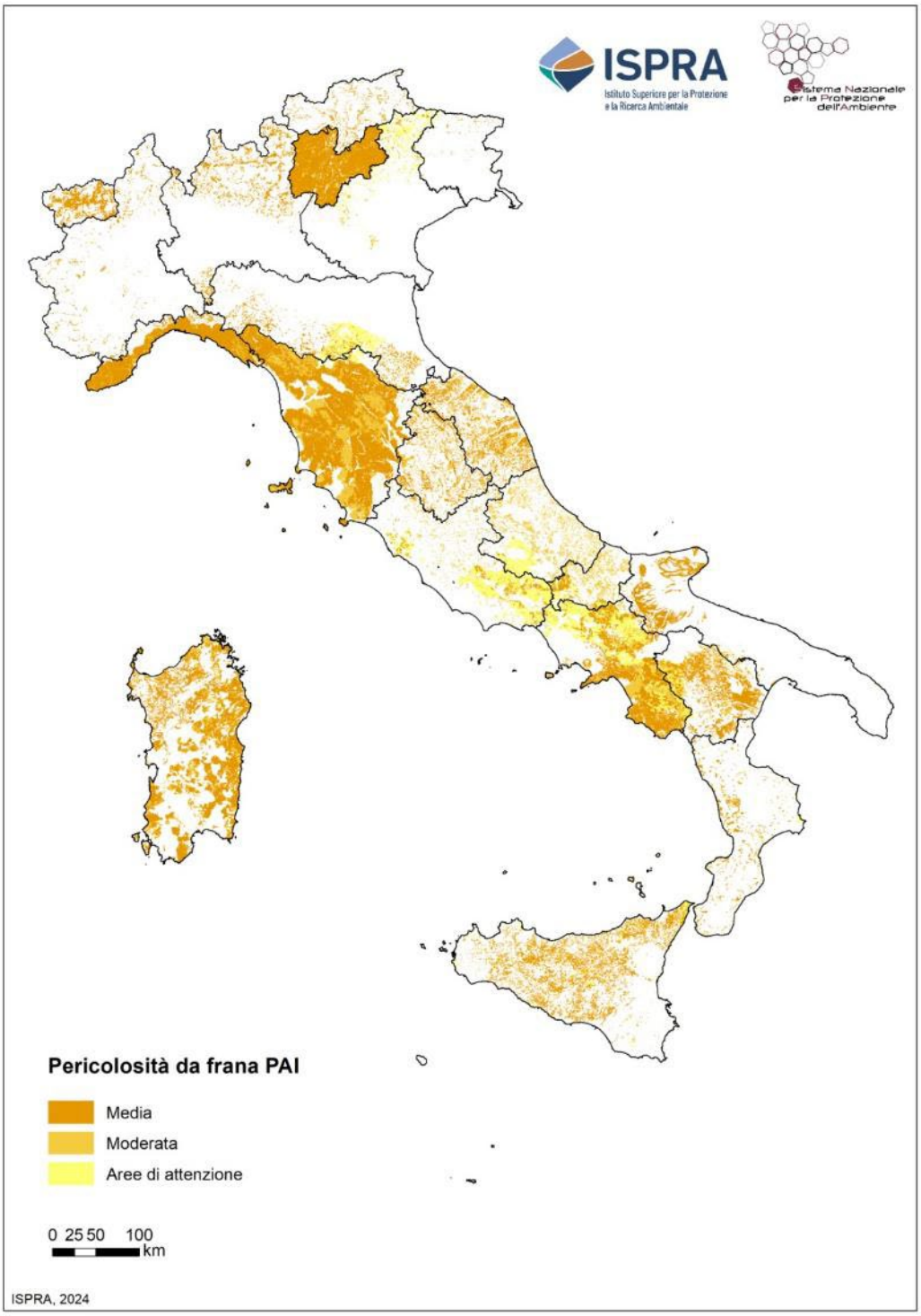


Figura 1.16 – Aree a pericolosità da frana media P2, moderata P1 e aree di attenzione AA – Mosaicatura 2024

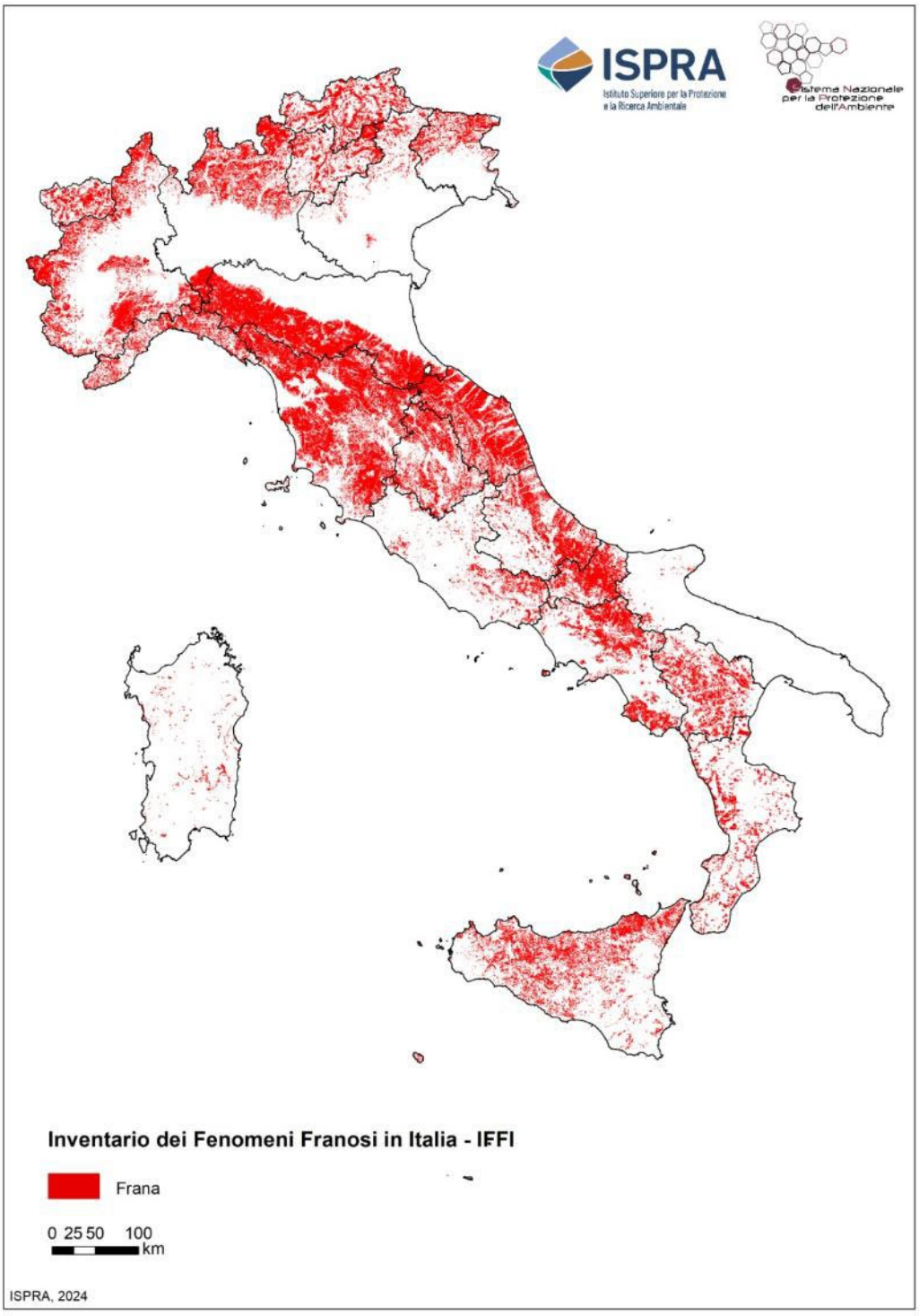


Figura 1.17 – Distribuzione dei poligoni delle frane dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia - IFFI sul territorio nazionale

Tabella 1.3 - Aree a pericolosità da frana PAI su base regionale – Mosaicatura 2024[9]

COD REG	Regione	Area Regione[10]	Aree a pericolosità da frana				Aree di attenzione	Aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		km²	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*%*	*km²*	*%*
1	Piemonte	25.387	786,8	938,7	153,3	0,1	0	1.725,5	6,8%	1.879,0	7,4%
2	Valle D'Aosta[11]	3.261	1.593,5	1.134,7	421,5	0	0	2.728,1	83,7%	3.149,6	96,6%
3	Lombardia	23.863	882,6	696,3	562,9	1	0	1.578,9	6,6%	2.142,6	9,0%
4	Trentino-Alto Adige	13.605	255,9	1.413,6	1.611,5	1.223,3	0,1	1.669,5	12,3%	4.504,4	33,1%
	Bolzano	7.398	255,7	133,6	75,6	9,1	0,1	389,4	5,3%	474,1	6,4%
	Trento	6.207	0,1	1.280,0	1.536,0	1.214,2	0,0	1.280,1	20,6%	4.030,3	64,9%
5	Veneto	18.355	54,3	74,0	34,6	31,1	260,4	128,3	0,7%	454,4	2,5%
6	Friuli Venezia Giulia	7.933	157,3	38,0	10,9	7,8	7,9	195,3	2,5%	221,9	2,8%
7	Liguria	5.418	106,5	683,5	1.552,6	1.347,5	0,0	789,9	14,6%	3.690,0	68,1%
8	Emilia-Romagna[12]	22.502	1.093,5	2.205,7	306,9	158,9	663,7	3.299,3	14,7%	4.428,7	19,7%
9	Toscana	22.990	1.059,3	3.779,6	4.899,1	6.729,4	129,8	4.839,0	21,0%	16.597,3	72,2%
10	Umbria	8.464	11,1	487,8	405,6	290,4	0,0	498,9	5,9%	1.194,9	14,1%
11	Marche	9.346	61,3	646,1	574,6	323,9	0,0	707,4	7,6%	1.605,9	17,2%
12	Lazio	17.239	738,2	208,3	124,1	58,7	1.423,7	946,5	5,5%	2.552,9	14,8%
13	Abruzzo	10.832	630,6	1.040,5	11,0	467,0	337,2	1.671,1	15,4%	2.486,3	23,0%
14	Molise	4.461	225,5	488,4	68,7	242,2	329,4	713,9	16,0%	1.354,3	30,4%
15	Campania	13.676	1.300,7	1.375,0	1.230,3	1.303,8	3.012,7	2.675,7	19,6%	8.222,5	60,1%
16	Puglia	19.543	125,3	484,5	1.136,2	23,0	9,3	609,8	3,1%	1.778,4	9,1%
17	Basilicata	10.073	274,2	337,4	576,9	214,7	592,1	611,6	6,1%	1.995,3	19,8%
18	Calabria[13]	15.219	148,8	210,5	291,0	13,8	48,2	359,3	2,4%	712,4	4,7%
19	Sicilia	25.835	580,4	210,5	818,5	219,2	350,6	790,9	3,1%	2.179,2	8,4%
20	Sardegna	24.109	512,8	1.749,4	3.284,2	2.833,3	0	2.262,2	9,4%	8.379,8	34,8%
	Totale Italia	**302.110**	**10.598**	**18.203**	**18.074**	**15.489**	**7.165**	**28.801**	**9,5%**	**69.530**	**23,0%**

[9] I dati risentono delle disomogeneità di mappatura e classificazione, dovute principalmente alle differenti metodologie utilizzate dalle Autorità di Bacino Distrettuali per la valutazione della pericolosità da frana.

[10] Limiti amministrativi Istat 2024.

[11] La Regione Autonoma Valle d'Aosta ha adottato, per le aree classificate a pericolosità elevata e media, vincoli assimilabili rispettivamente a P4 e P3; pertanto, nella riclassificazione nazionale si è ritenuto di dare prevalenza alle misure di tutela del territorio piuttosto che alla nomenclatura adottata dalla Regione.

[12] Si precisa che le frane, in gran parte di neoformazione, innescatesi in seguito agli eventi idrometeorologici di maggio 2023 dell'Emilia-Romagna e mappati nell'ambito della redazione del Piano Speciale preliminare di interventi sulle situazioni di dissesto idrogeologico (D.L. 1° giugno 2023, n. 61 convertito, con modificazioni, dalla legge 31 luglio 2023, n. 100), alla data della Mosaicatura (v. 5.0 – 2024) non erano incluse nelle perimetrazioni dei PAI. L'Autorità di Bacino Distrettuale del Po ha avviato le procedure di aggiornamento.

[13] Relativamente al territorio della Calabria, il dato è stato calcolato sulla base del Piano di Assetto Idrogeologico – Rischio Frane - PAI 2001 dei territori dell'ex Autorità di Bacino Regionale Calabria, approvato dal Comitato Istituzionale con Delibera n. 13 del 29/10/2001 e dal Consiglio Regionale con Delibera n. 115 del 28/12/2001. Con successive Delibere del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale della Calabria n. 26 e 27 del 02/08/2011 sono state definite rispettivamente le Procedure di aggiornamento PAI e il Testo aggiornato delle Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia. Nel Rapporto ISPRA sul dissesto idrogeologico in Italia - Edizione 2018 il dato era stato invece calcolato sulla base del Progetto di Aggiornamento del Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico – PAI 2016 (Nota Segretario Generale Autorità di Bacino Regionale Calabria del 24/06/2016 Prot. n. 0203855), avviato con l'approvazione delle "Procedure per l'aggiornamento del Rischio Frane del PAI Calabria – Nuove Carte di Pericolosità e Rischio Frane" (Delibera del Comitato Istituzionale n. 3 del 11/04/2016), per il quale l'ex Autorità di Bacino Regionale Calabria aveva intrapreso la fase di concertazione con gli Enti territoriali. Tale Progetto di Piano non ha poi tuttavia concluso l'iter di adozione. L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale ha attualmente in corso la revisione e aggiornamento di tutti i tematismi afferenti al sistema fisico, ai fenomeni franosi e alla pericolosità da frana.

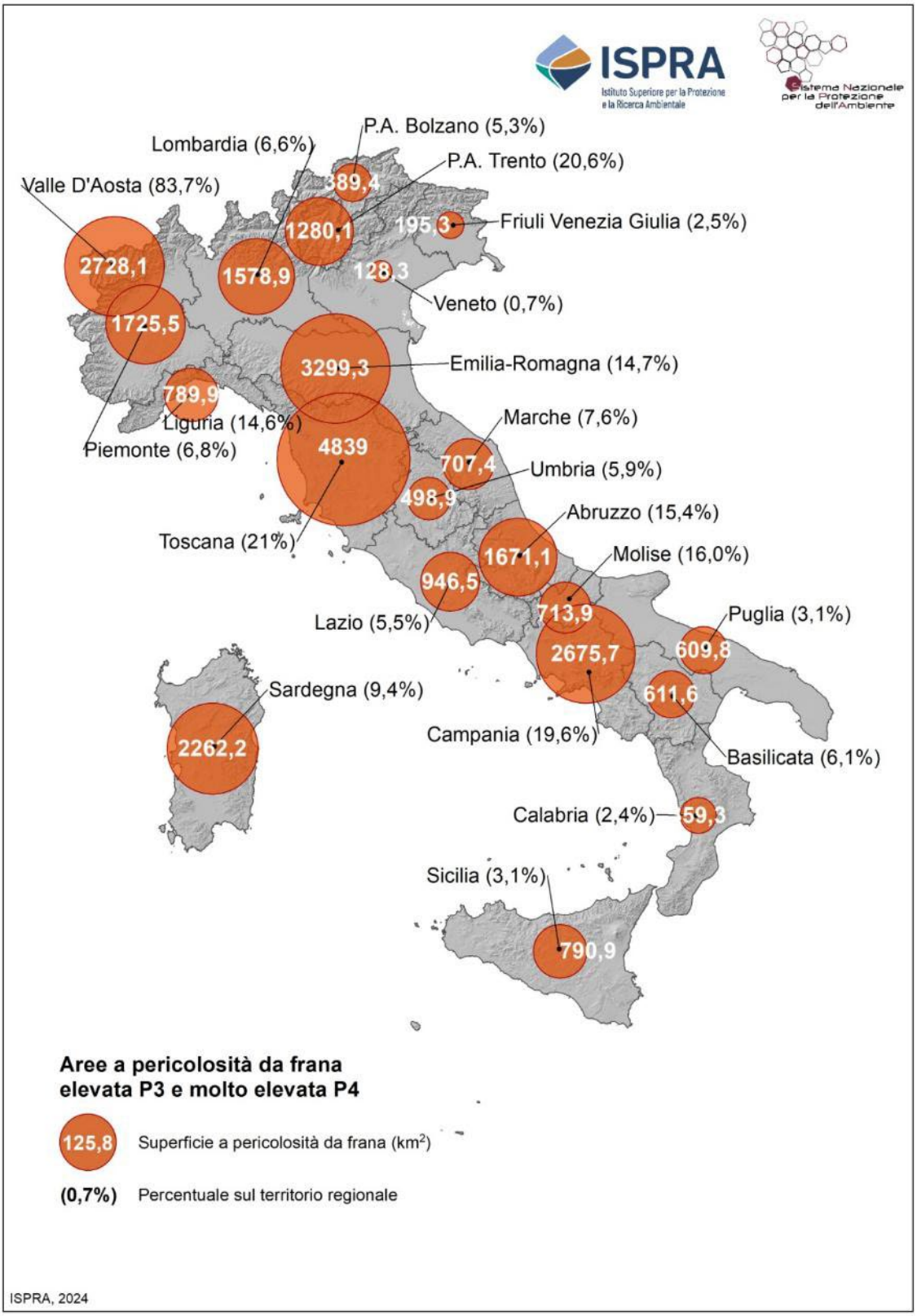


Figura 1.18 – Aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 PAI su base regionale – Mosaicatura 2024

Per ciascuna Regione/Provincia Autonoma, è stata elaborata la percentuale del territorio montano-collinare (Figura 1.19, Figura 1.20), che è quello potenzialmente interessato da fenomeni franosi, e la percentuale di territorio classificato a pericolosità (Figura 1.21). La Valle d'Aosta, la Provincia di Trento, la Campania, la Liguria e la Toscana presentano la più elevata percentuale di territorio classificato a pericolosità da frana (P4, P3, P2, P1 e AA).

Se consideriamo invece la percentuale delle aree P3 e P4 rispetto al territorio regionale, i valori più elevati si registrano in Regione Valle d'Aosta, Toscana, in Provincia di Trento, in Campania, Molise, Abruzzo, Emilia-Romagna e Liguria (Figura 1.21).

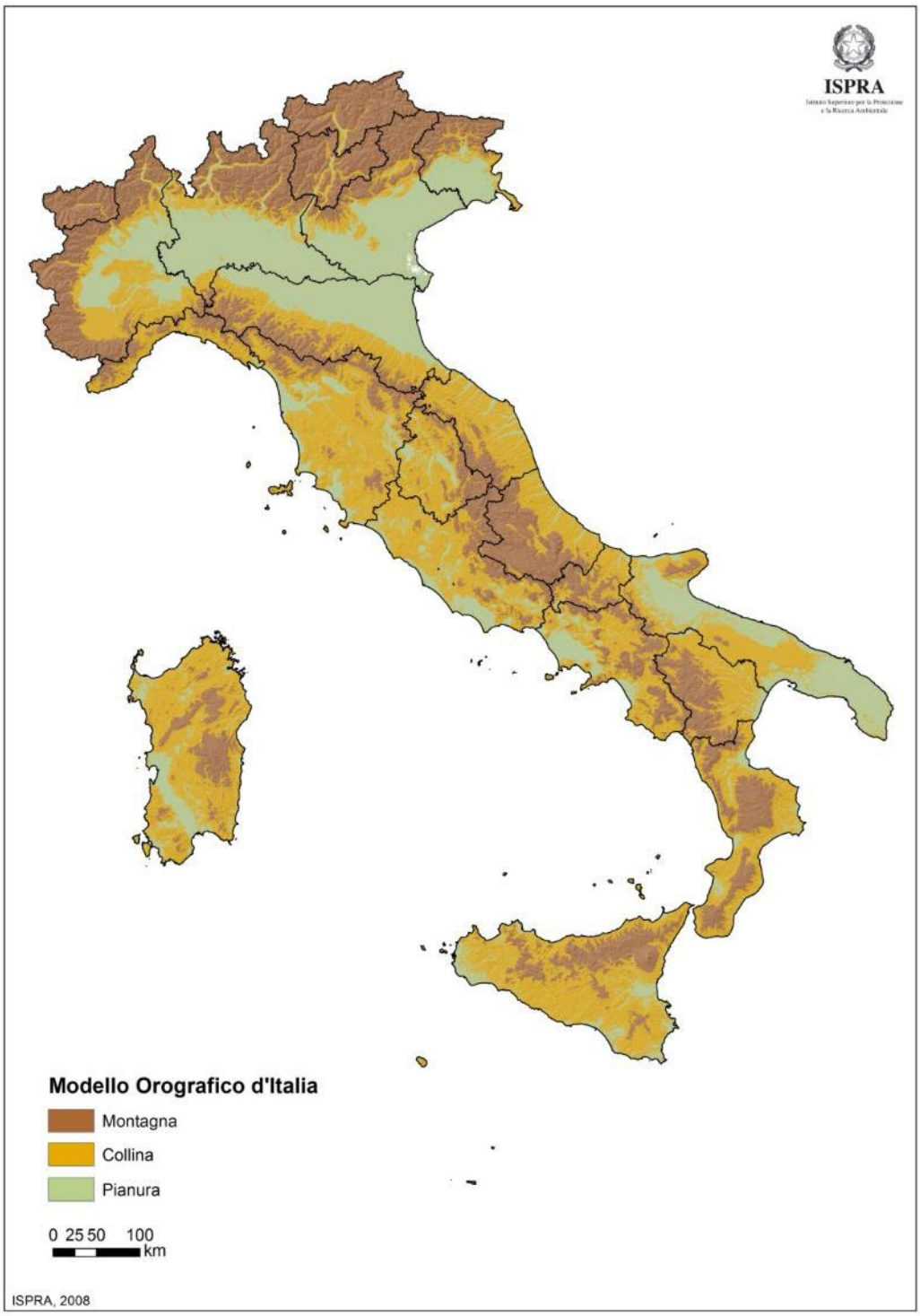


Figura 1.19 - Modello Orografico d'Italia[14] (Trigila & Iadanza, 2008)

[14] Modello orografico d'Italia: classifica come "pianura" i territori a quota altimetrica <300 m ed acclività <3 gradi; "collina" le aree con acclività >3 gradi o quota compresa tra 300 e 600 m; "montagna" i territori a quota >600 m, ottenuto dal DTM 20x20 metri.

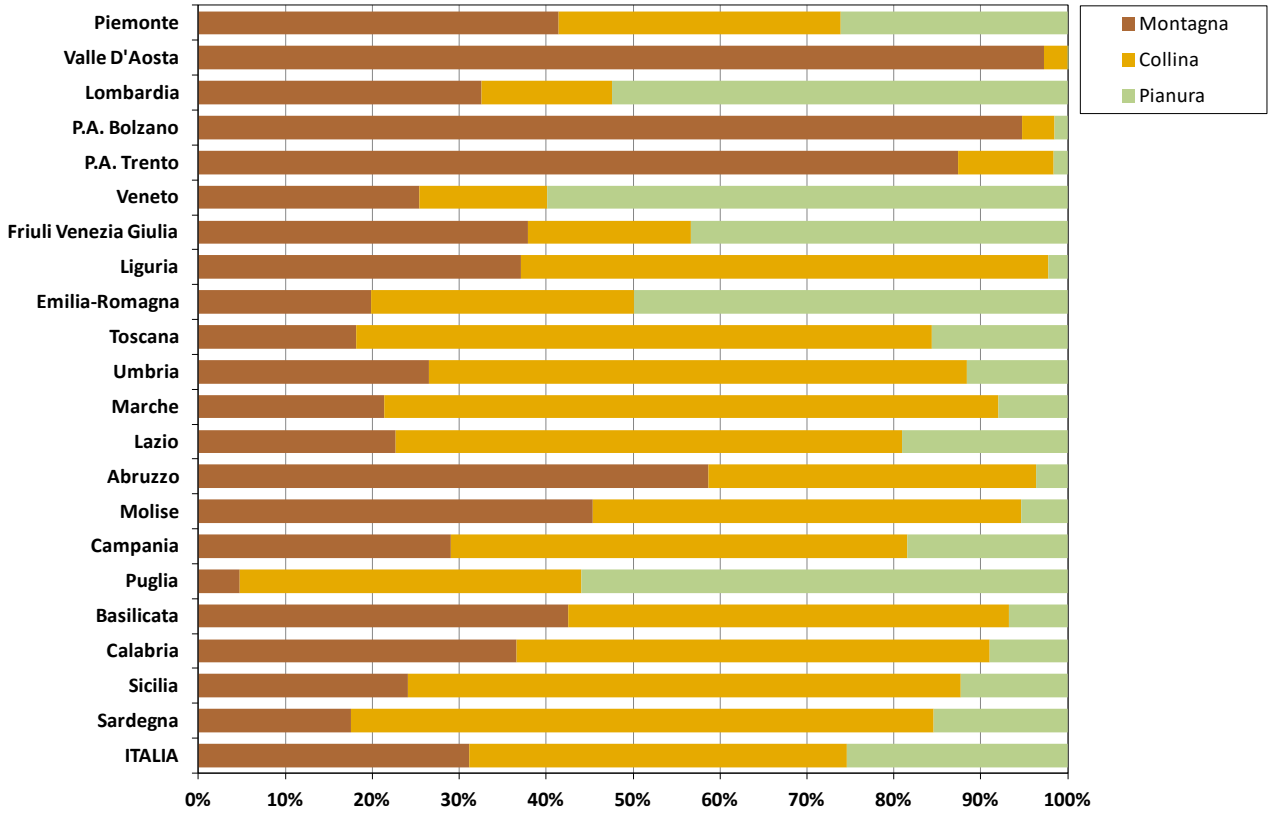


Figura 1.20 - Distribuzione percentuale del territorio di montagna, collina e pianura (Fonte: Modello Orografico d'Italia)

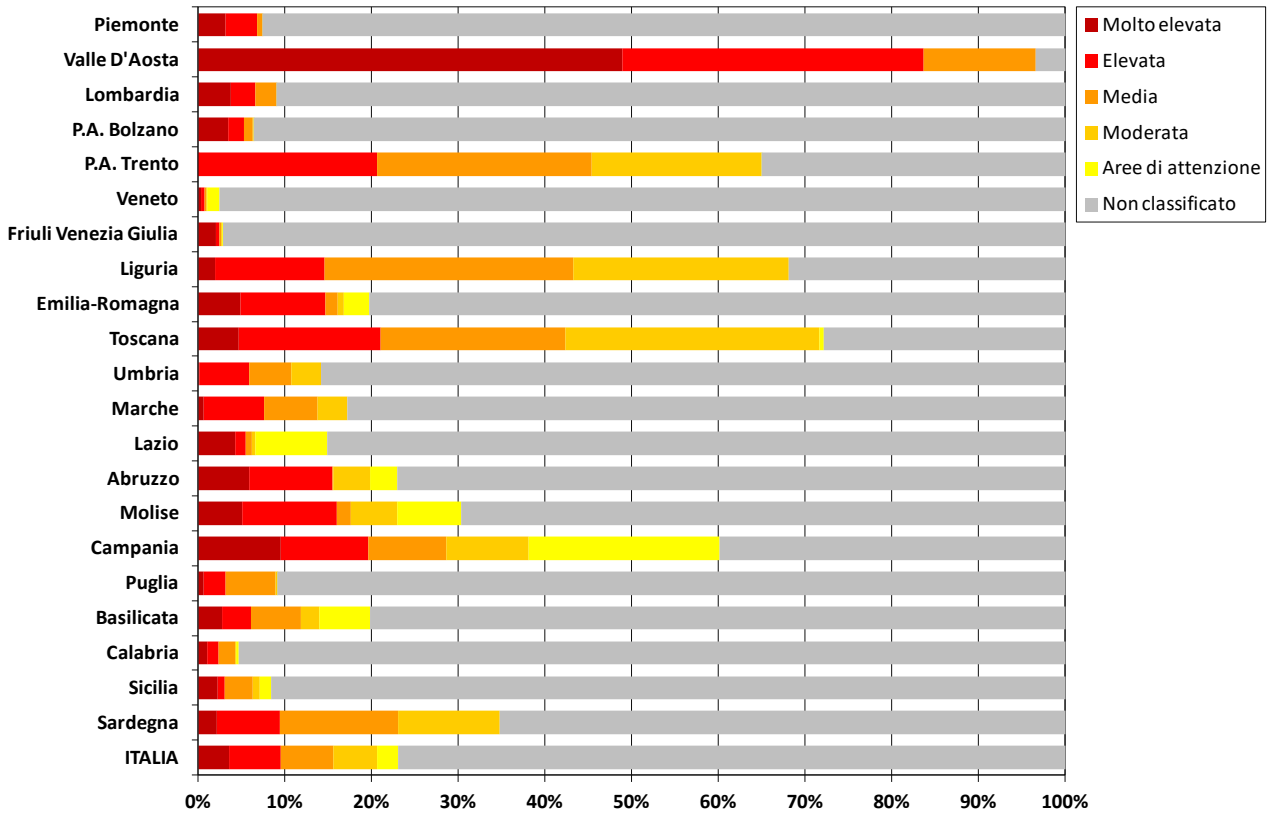


Figura 1.21 - Distribuzione percentuale delle aree a pericolosità da frana PAI sul territorio regionale – Mosaicatura 2024

Il dato delle aree a pericolosità da frana aggregato per macroarea geografica e per categorie di regioni dei Fondi strutturali 2021-2027[15] è riportato in Tabella 1.4 e in Tabella 1.5.

Tabella 1.4 - Aree a pericolosità da frana PAI per macroaree geografiche – Mosaicatura 2024

Macroaree geografiche		Area	Aree a pericolosità da frana				Aree di attenzione	Aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		km²	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*%*	*km²*	*%*
Nord-ovest	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Liguria	57.928	3.369	3.453	2.690	1.349	0	6.822	11,8%	10.861	18,7%
Nord-est	Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna	62.395	1.561	3.731	1.964	1.421	932	5.292	8,5%	9.609	15,4%
Centro	Toscana, Umbria, Marche, Lazio	58.039	1.870	5.122	6.003	7.402	1.553	6.992	12,0%	21.951	37,8%
Sud	Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria	73.803	2.705	3.936	3.314	2.265	4.329	6.641	9,0%	16.549	22,4%
Isole	Sicilia, Sardegna	49.944	1.093	1.960	4.103	3.053	351	3.053	6,1%	10.559	21,1%
Totale Italia		**302.110**	**10.598**	**18.203**	**18.074**	**15.489**	**7.165**	**28.801**	**9,5%**	**69.530**	**23,0%**
Centro-Nord	Centro, Nord-ovest, Nord-est	178.363	6.800	12.306	10.658	10.172	2.486	19.107	10,7%	42.422	23,8%
Mezzogiorno	Sud, Isole	123.747	3.798	5.896	7.417	5.317	4.680	9.695	7,8%	27.108	21,9%
Totale Italia		**302.110**	**10.598**	**18.203**	**18.074**	**15.489**	**7.165**	**28.801**	**9,5%**	**69.530**	**23,0%**

[15] https://politichecoesione.governo.it/it/politica-di-coesione/la-programmazione-2021-2027/introduzione/

Tabella 1.5 - Aree a pericolosità da frana PAI per ripartizione Fondi strutturali 2021-2027 – Mosaicatura 2024

Fondi strutturali 2021-2027		Area	Aree a pericolosità da frana				Aree di attenzione	Aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		km²	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*%*	*km²*	*%*
Regioni più sviluppate	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Provincia Autonoma di Trento, Provincia Autonoma di Bolzano, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Lazio	160.552	6.728	11.172	9.677	9.558	2.486	17.900	11,1%	39.621	24,7%
Regioni in transizione	Umbria, Marche, Abruzzo	28.642	703	2.174	991	1.081	337	2.877	10,0%	5.287	18,5%
Regioni meno sviluppate	Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna	112.915	3.168	4.856	7.406	4.850	4.342	8.023	7,1%	24.622	21,8%
Totale Italia		**302.110**	**10.598**	**18.203**	**18.074**	**15.489**	**7.165**	**28.801**	**9,5%**	**69.530**	**23,0%**

Le Province con valori più elevati di superficie a pericolosità elevata P3 e molto elevata P4 sono Aosta, Trento, Salerno e Grosseto (Tabella 1.6).

I dati su base comunale sono riportati in Figura 1.22 e sono scaricabili dalla piattaforma IdroGEO (vedi Capitolo 6).

Tabella 1.6 - Aree a pericolosità da frana PAI su base provinciale – Mosaicatura 2024

COD PRO	Provincia	Regione	Area Provincia[16]	Aree a pericolosità da frana				Aree di attenzione	Aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			km²	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*%*
1	Torino	Piemonte	6.827	306	372	39	0	0	678	9,9%
2	Vercelli	Piemonte	2.082	29	16	13	0	0	46	2,2%
3	Novara	Piemonte	1.340	2	1	3	0	0	3	0,2%
4	Cuneo	Piemonte	6.895	228	275	39	0	0	504	7,3%
5	Asti	Piemonte	1.510	34	63	2	0	0	97	6,4%
6	Alessandria	Piemonte	3.559	97	139	0	0	0	236	6,6%
96	Biella	Piemonte	913	4	9	19	0	0	13	1,4%
103	Verbano-Cusio-Ossola	Piemonte	2.261	85	63	38	0	0	148	6,6%
7	Aosta	Valle D'Aosta	3.261	1.593	1.135	422	0	0	2.728	83,7%
12	Varese	Lombardia	1.198	18	7	23	0	0	24	2,0%
13	Como	Lombardia	1.279	41	62	48	0	0	103	8,1%
14	Sondrio	Lombardia	3.196	204	261	220	0	0	464	14,5%
15	Milano	Lombardia	1.576	0	0	0	0	0	0	0%
16	Bergamo	Lombardia	2.755	252	95	51	0	0	347	12,6%
17	Brescia	Lombardia	4.785	239	162	144	1	0	402	8,4%
18	Pavia	Lombardia	2.969	61	93	40	0	0	155	5,2%
19	Cremona	Lombardia	1.770	0	0	0	0	0	0	0%
20	Mantova	Lombardia	2.341	0	0	0	0	0	0	0%
97	Lecco	Lombardia	806	68	15	37	0	0	83	10,3%
98	Lodi	Lombardia	783	0	0	0	0	0	0	0%
108	Monza e della Brianza	Lombardia	405	0	0	0	0	0	0	0%
21	Bolzano	Trentino-Alto Adige	7.398	256	134	76	9	0	389	5,3%
22	Trento	Trentino-Alto Adige	6.207	0	1.280	1.536	1.214	0	1.280	20,6%
23	Verona	Veneto	3.096	14	4	2	1	0	18	0,6%
24	Vicenza	Veneto	2.722	11	10	5	5	31	22	0,8%
25	Belluno	Veneto	3.610	28	56	24	21	219	84	2,3%
26	Treviso	Veneto	2.480	1	1	0	3	5	2	0,1%
27	Venezia	Veneto	2.478	0	0	0	0	0	0	0%
28	Padova	Veneto	2.144	0	2	3	1	6	2	0,1%
29	Rovigo	Veneto	1.824	0	0	0	0	0	0	0%
30	Udine	Friuli Venezia Giulia	4.970	121	31	9	4	8	151	3,0%
31	Gorizia	Friuli Venezia Giulia	475	0	1	1	0	0	1	0,3%

continua

[16] Limiti amministrativi Istat 2024.

segue Tabella 1.6 - Aree a pericolosità da frana PAI su base provinciale – Mosaicatura 2024

COD PRO	Provincia	Regione	Area Provincia	Aree a pericolosità da frana				Aree di attenzione	Aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			km^2	km^2	km^2	km^2	km^2	km^2	km^2	%
93	Pordenone	Friuli Venezia Giulia	2.275	36	6	2	4	0	41	1,8%
8	Imperia	Liguria	1.155	10	123	566	362	0	133	11,5%
9	Savona	Liguria	1.547	14	103	323	306	0	117	7,6%
10	Genova	Liguria	1.834	57	401	427	220	0	458	25,0%
11	La Spezia	Liguria	882	25	56	237	460	0	82	9,3%
33	Piacenza	Emilia-Romagna	2.586	100	354	5	0	0	453	17,5%
34	Parma	Emilia-Romagna	3.447	208	404	105	0	0	613	17,8%
35	Reggio nell'Emilia	Emilia-Romagna	2.291	135	181	3	0	0	316	13,8%
36	Modena	Emilia-Romagna	2.688	87	275	50	4	13	362	13,5%
37	Bologna	Emilia-Romagna	3.702	34	448	21	86	599	482	13,0%
38	Ferrara	Emilia-Romagna	2.628	0	0	0	0	0	0	0,0%
39	Ravenna	Emilia-Romagna	1.859	28	93	7	4	51	121	6,5%
40	Forlì-Cesena	Emilia-Romagna	2.378	388	347	114	65	0	735	30,9%
99	Rimini	Emilia-Romagna	922	113	104	1	0	0	217	23,5%
45	Massa Carrara	Toscana	1.155	34	187	422	402	0	221	19,2%
46	Lucca	Toscana	1.774	85	463	343	572	0	548	30,9%
47	Pistoia	Toscana	964	15	128	178	252	25	143	14,9%
48	Firenze	Toscana	3.513	276	682	815	832	98	957	27,2%
49	Livorno	Toscana	1.215	23	90	309	339	0	113	9,3%
50	Pisa	Toscana	2.445	105	365	500	655	0	470	19,2%
51	Arezzo	Toscana	3.233	109	463	425	960	0	572	17,7%
52	Siena	Toscana	3.821	178	538	904	1.396	0	716	18,7%
53	Grosseto	Toscana	4.504	231	839	903	1.214	0	1.070	23,8%
100	Prato	Toscana	366	3	25	101	107	7	28	7,7%
54	Perugia	Umbria	6.337	7	357	309	271	0	364	5,7%
55	Terni	Umbria	2.127	4	131	96	20	0	135	6,3%
41	Pesaro e Urbino	Marche	2.511	34	161	133	94	0	195	7,8%
42	Ancona	Marche	1.964	5	171	89	42	0	176	9,0%
43	Macerata	Marche	2.779	14	185	220	122	0	199	7,1%
44	Ascoli Piceno	Marche	1.228	7	64	51	15	0	70	5,7%
109	Fermo	Marche	863	2	65	82	51	0	67	7,8%
56	Viterbo	Lazio	3.616	31	96	18	6	68	127	3,5%
57	Rieti	Lazio	2.750	11	60	22	10	0	72	2,6%
58	Roma	Lazio	5.368	113	34	24	13	347	147	2,7%
59	Latina	Lazio	2.259	114	4	7	2	106	118	5,2%

continua

segue Tabella 1.6 - Aree a pericolosità da frana PAI su base provinciale – Mosaicatura 2024

COD PRO	Provincia	Regione	Area Provincia	Aree a pericolosità da frana				Aree di attenzione	Aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			km²	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*km²*	*%*
60	Frosinone	Lazio	3.247	469	14	54	28	903	483	14,9%
66	L'Aquila	Abruzzo	5.047	346	228	8	215	337	574	11,4%
67	Teramo	Abruzzo	1.954	76	232	3	66	0	308	15,8%
68	Pescara	Abruzzo	1.230	57	148	0	46	0	204	16,6%
69	Chieti	Abruzzo	2.600	152	432	0	139	0	585	22,5%
70	Campobasso	Molise	2.925	102	440	14	181	84	541	18,5%
94	Isernia	Molise	1.535	124	49	55	61	245	173	11,2%
61	Caserta	Campania	2.653	340	12	25	7	522	352	13,3%
62	Benevento	Campania	2.080	205	146	152	32	607	351	16,9%
63	Napoli	Campania	1.180	107	92	50	82	0	198	16,8%
64	Avellino	Campania	2.806	362	294	198	62	729	656	23,4%
65	Salerno	Campania	4.957	288	831	806	1.120	1.155	1.119	22,6%
71	Foggia	Puglia	7.008	104	457	1.097	11	9	561	8,0%
72	Bari	Puglia	3.863	2	5	5	11	0	7	0,2%
73	Taranto	Puglia	2.468	7	9	23	1	0	17	0,7%
74	Brindisi	Puglia	1.862	1	1	1	0	0	2	0,1%
75	Lecce	Puglia	2.799	9	11	8	0	0	20	0,7%
110	Barletta-Andria-Trani	Puglia	1.543	1	1	3	1	0	3	0,2%
76	Potenza	Basilicata	6.594	227	250	289	137	592	476	7,2%
77	Matera	Basilicata	3.479	48	88	287	78	0	135	3,9%
78	Cosenza	Calabria	6.709	66	106	145	8	9	172	2,6%
79	Catanzaro	Calabria	2.416	20	33	68	3	10	53	2,2%
80	Reggio di Calabria	Calabria	3.208	45	48	44	2	6	92	2,9%
101	Crotone	Calabria	1.736	7	7	11	1	20	14	0,8%
102	Vibo Valentia	Calabria	1.150	10	17	24	0	4	28	2,4%
81	Trapani	Sicilia	2.470	85	5	32	11	18	91	3,7%
82	Palermo	Sicilia	5.010	269	69	260	70	57	338	6,8%
83	Messina	Sicilia	3.267	132	55	160	54	152	186	5,7%
84	Agrigento	Sicilia	3.054	31	30	138	31	18	61	2,0%
85	Caltanissetta	Sicilia	2.138	20	6	92	13	22	27	1,2%
86	Enna	Sicilia	2.575	14	10	91	22	67	24	0,9%
87	Catania	Sicilia	3.574	5	18	42	8	4	23	0,6%
88	Ragusa	Sicilia	1.624	5	11	2	9	7	16	1,0%
89	Siracusa	Sicilia	2.125	18	7	1	0	5	25	1,2%
90	Sassari	Sardegna	7.694	60	449	850	651	0	509	6,6%
91	Nuoro	Sardegna	5.640	213	741	1.178	1.070	0	954	16,9%
92	Cagliari	Sardegna	1.250	12	31	89	88	0	42	3,4%
95	Oristano	Sardegna	2.991	17	126	208	247	0	143	4,8%
111	Sud Sardegna	Sardegna	6.533	212	403	959	777	0	615	9,4%
Totale Italia			**302.110**	**10.598**	**18.203**	**18.074**	**15.489**	**7.165**	**28.801**	**9,5%**

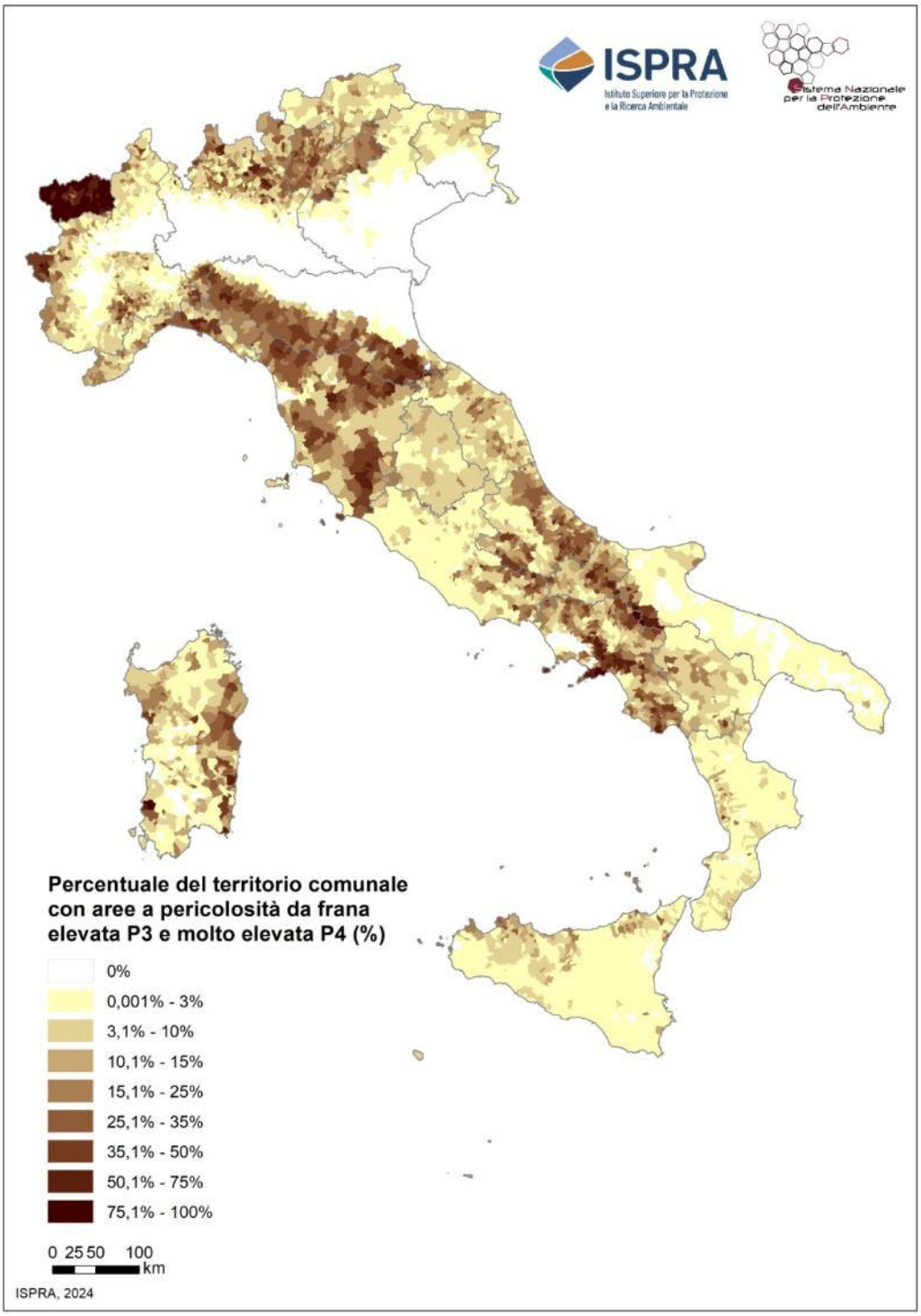


Figura 1.22 - Percentuale di territorio con aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 su base comunale – Mosaicatura 2024

Al fine di superare le disomogeneità attualmente presenti nella mappa nazionale della pericolosità da frana, sarebbe opportuno adottare una metodologia condivisa tra le 7 Autorità di Bacino Distrettuali, una legenda unica sul territorio nazionale e aggiornare e/o revisionare le mappe esistenti di pericolosità e le relative Norme di Attuazione (Struttura di Missione Casa Italia – PCM, 2017).

1.4.3 Confronto dati Mosaicature pericolosità frana 2020-2021 e 2024

Dal confronto tra la Mosaicatura nazionale ISPRA 2024 e quella del 2020-2021, emerge un incremento percentuale[17] del **15%** della superficie complessiva classificata dai PAI (classi P4, P3, P2, P1 e AA) (Tabella 1.7) e del **9,2%** delle classi a maggiore pericolosità (elevata P3 e molto elevata P4) (Tabella 1.8).

Tra la Mosaicatura nazionale ISPRA 2020-2021 e quella 2017, l'incremento percentuale era stato dello 0,8% della superficie complessiva classificata dai PAI e del 3,8% delle classi a maggiore pericolosità; tra la Mosaicatura 2017 e quella del 2015, era stato del 2,9% della superficie complessiva e del 6,2% in P3-P4.

Tabella 1.7 - Confronto aree a pericolosità da frana PAI - Mosaicature 2024 e 2020-2021

COD REG	Regione	Area Regione (limiti Istat 2024)[18]	Aree a pericolosità da frana Mosaicatura 2020-2021		Aree a pericolosità da frana Mosaicatura 2024		Differenza Aree a pericolosità da frana 2024 - 2021	
			P4 + P3 + P2 + P1 + AA		P4 + P3 + P2 + P1 + AA			
		km²	*km²*	*%*	*km²*	*%*	*km²*	*%*
1	Piemonte	25.387	1.716	6,8%	1.879,0	7,4%	163	9,5%
2	Valle D'Aosta	3.261	3.096	94,9%	3.149,6	96,6%	54	1,7%
3	Lombardia	23.863	2.135	8,9%	2.142,6	9,0%	8	0,4%
4	Trentino-Alto Adige	13.605	4.323	31,8%	4.504,4	33,1%	182	4,2%
	Bolzano	7.398	294	4,0%	474,1	6,4%	180	61,2%
	Trento	6.207	4.029	64,9%	4.030,3	64,9%	2	0,0%
5	Veneto	18.355	451	2,5%	454,4	2,5%	3	0,8%
6	Friuli Venezia Giulia	7.933	217	2,7%	221,9	2,8%	5	2,1%
7	Liguria	5.418	3.146	58,1%	3.690,0	68,1%	544	17,3%
8	Emilia-Romagna	22.502	4.400	19,6%	4.428,7	19,7%	28	0,6%
9	Toscana	22.990	10.860	47,2%	16.597,3	72,2%	5.737	52,8%
10	Umbria	8.464	1.198	14,2%	1.194,9	14,1%	-3	-0,2%
11	Marche	9.346	1.631	17,3%	1.605,9	17,2%	-25	-1,5%
12	Lazio	17.239	2.542	14,7%	2.552,9	14,8%	11	0,4%
13	Abruzzo	10.832	2.482	22,9%	2.486,3	23,0%	4	0,2%
14	Molise	4.461	1.354	30,4%	1.354,3	30,4%	0	0,0%
15	Campania	13.676	8.227	60,2%	8.222,5	60,1%	-5	-0,1%
16	Puglia	19.543	1.753	9,0%	1.778,4	9,1%	26	1,5%
17	Basilicata	10.073	1.957	19,4%	1.995,3	19,8%	39	2,0%
18	Calabria	15.219	706	4,6%	712,4	4,7%	7	1,0%
19	Sicilia	25.835	1.813	7,0%	2.179,2	8,4%	366	20,2%
20	Sardegna	24.109	6.474	26,9%	8.379,8	34,8%	1.905	29,4%
	Totale Italia	**302.110**	**60.481**	**20,0%**	**69.530**	**23,0%**	**9.049**	**15,0%**

[17] Percentuale rispetto all'area a pericolosità da frana della Mosaicatura 2020-21

[18] La superficie delle Regioni Emilia-Romagna e Marche era pari rispettivamente a 22.445 km² e 9.401 km² secondo i limiti Istat 2021.

Tabella 1.8 - Confronto aree a pericolosità da frana PAI Elevata e Molto elevata - Mosaicature 2024 e 2020-2021

COD REG	Regione	Area Regione (limiti Istat 2024)	Aree a pericolosità da frana Mosaicatura 2020-2021		Aree a pericolosità da frana Mosaicatura 2024		Differenza Aree a pericolosità da frana 2024 - 2021	
			P4 + P3		P4 + P3			
		km²	*km²*	*%*	*km²*	*%*	*km²*	*%*
1	Piemonte	25.387	1.583	6,2%	1.725,5	6,8%	143	9,0%
2	Valle D'Aosta	3.261	2.672	81,9%	2.728,1	83,7%	56	2,1%
3	Lombardia	23.863	1.572	6,6%	1.578,9	6,6%	7	0,4%
4	Trentino-Alto Adige	13.605	1.501	11,0%	1.669,5	12,3%	168	11,2%
	Bolzano	7.398	222	3,0%	389,4	5,3%	168	75,8%
	Trento	6.207	1.280	20,6%	1.280,1	20,6%	1	0,0%
5	Veneto	18.355	126	0,7%	128,3	0,7%	3	2,0%
6	Friuli Venezia Giulia	7.933	192	2,4%	195,3	2,5%	4	1,9%
7	Liguria	5.418	766	14,1%	789,9	14,6%	24	3,1%
8	Emilia-Romagna	22.502	3.270	14,6%	3.299,3	14,7%	29	0,9%
9	Toscana	22.990	3.708	16,1%	4.839,0	21,0%	1.131	30,5%
10	Umbria	8.464	494	5,8%	498,9	5,9%	4	0,9%
11	Marche	9.346	739	7,9%	707,4	7,6%	-31	-4,2%
12	Lazio	17.239	945	5,5%	946,5	5,5%	2	0,2%
13	Abruzzo	10.832	1.669	15,4%	1.671,1	15,4%	2	0,1%
14	Molise	4.461	714	16,0%	713,9	16,0%	0	0,0%
15	Campania	13.676	2.655	19,4%	2.675,7	19,6%	21	0,8%
16	Puglia	19.543	596	3,1%	609,8	3,1%	14	2,3%
17	Basilicata	10.073	602	6,0%	611,6	6,1%	9	1,5%
18	Calabria	15.219	354	2,3%	359,3	2,4%	5	1,4%
19	Sicilia	25.835	578	2,2%	790,9	3,1%	212	36,7%
20	Sardegna	24.109	1.649	6,8%	2.262,2	9,4%	613	37,2%
	Totale Italia	**302.110**	**26.385**	**8,7%**	**28.801**	**9,5%**	**2.416**	**9,2%**

Tali variazioni sono legate prevalentemente all'integrazione/revisione delle perimetrazioni da parte delle Autorità di Bacino Distrettuali e delle Province Autonome, anche con studi di maggior dettaglio o in aree non precedentemente coperte e alla mappatura di nuovi fenomeni franosi. Gli incrementi più significativi della superficie a pericolosità elevata e molto elevata tra la Mosaicatura nazionale 2024 e quella del 2020-2021 hanno riguardato la Provincia Autonoma di Bolzano (+75,8%), la regione Sardegna, Sicilia e Toscana (rispettivamente +37,2%, +36,7% e 30,5%); per la superficie complessiva classificata dai PAI, i maggiori incrementi si sono registrati nella Provincia Autonoma di Bolzano (+61,2%), regione Toscana (+52,8%), Sardegna (+29,4%), Sicilia (+20,2%) e Liguria (17,3%). Con riferimento alla regione Toscana, le integrazioni/revisioni delle perimetrazioni sono relative all'attività condotta dal Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale di superamento dei vecchi PAI per la parte geomorfologica, elaborati dalle ex Autorità di Bacino, per rendere coerenti ed omogenee le diverse mappe di pericolosità nel territorio del Distretto (PAI dissesti, adottato con delibera n. 39 del 28 marzo 2024). In Provincia Autonoma di Bolzano, l'incremento della superficie classificata a pericolosità è legato alla conclusione del processo di redazione e l'entrata in vigore dei Piani delle Zone di Pericolo (PZP) in numerosi comuni altoatesini.

1.5 Indicatori di rischio frane

L'ISPRA elabora indicatori nazionali di rischio frane con l'obiettivo di fornire un importante strumento a supporto delle politiche nazionali di mitigazione. Sono stati selezionati a tale scopo cinque indicatori strategici relativi a popolazione, famiglie, edifici, imprese e beni culturali, in quanto obiettivi prioritari delle politiche in termini di salvaguardia della vita umana, delle attività produttive e dei servizi, e del patrimonio culturale.

Negli ultimi 50 anni (1974-2023) gli eventi di frana hanno causato 1.060 morti, 10 dispersi, 1.443 feriti e 138.743 evacuati e senzatetto (Bianchi e Salvati, 2025). Per quanto riguarda le imprese, l'Italia ha oltre 5 milioni di unità locali[19] d'impresa ed è uno dei paesi manifatturieri più importanti d'Europa. In merito ai Beni culturali, l'Italia, con 61 siti UNESCO, ha il primato a livello mondiale di beni culturali inclusi nella lista dei Patrimoni dell'Umanità (Convenzione Mondiale sulla tutela del patrimonio culturale e naturale del 1972). Il nostro paese è uno straordinario museo all'aperto con città d'arte uniche al mondo; possiede un patrimonio immenso e diffuso sul territorio nazionale, con oltre 229.000 beni culturali architettonici, monumentali e archeologici censiti nel sistema Vincoli in Rete (ICR), 3.392 musei e raccolte di collezioni, 726 monumenti e 298 aree e parchi archeologici (Indagine sui musei e le istituzioni similari - Anno 2022 realizzata da Istat, Mibact, Regioni e Province autonome). Dal punto di vista economico il turismo culturale rappresenta un terzo del PIL del turismo in Italia che è pari a 159,6 miliardi di euro (10,3% del PIL italiano) (WTTC, 2014).

La metodologia adottata per la produzione degli indicatori di rischio frane utilizza dati ufficiali, disponibili sull'intero territorio nazionale, e risponde a criteri di trasparenza e replicabilità.

Gli indicatori di rischio, restituiti a livello nazionale, regionale, provinciale, di macroarea geografica e ripartizione dei fondi strutturali, sono consultabili nel presente capitolo, quelli su base comunale sulla piattaforma IdroGEO[20].

1.5.1 Metodologia e dati di input degli indicatori di rischio frane

Come dati di input sono stati utilizzati, oltre alla mosaicatura della pericolosità da frana (Par. 1.4) i seguenti dati relativi agli elementi esposti: il Censimento Permanente della Popolazione e delle Abitazioni Istat 2021[21], la banca dati dei Beni Culturali - Vincoli In Rete VIR (ICR)[22], il livello dell'edificato del DataBase di Sintesi Nazionale (IGMI)[23] e le unità locali di impresa del Registro statistico delle Imprese attive ASIA 2022 Istat[24], geocodificate dal Centro Studi delle Camere di commercio Guglielmo Tagliacarne[25].

Il Censimento della popolazione Istat 2021, basato su 756.259 sezioni di censimento, ha rilevato una popolazione residente totale pari a 59.030.133 abitanti (Figura 1.23), con una diminuzione della popolazione residente dello 0,7% rispetto al Censimento 2011, particolarmente rilevante nelle Aree interne[26] (riduzione del 4%). Roma è il comune più grande con 2.749.031 residenti (Istat, 2022).

L'età media si è innalzata di tre anni rispetto al 2011 (da 43 a 46 anni). L'indice di vecchiaia (rapporto tra la popolazione di 65 anni e più e quella con meno di 15 anni) è aumentato da 148,7% del 2011 a 187,6% del 2021 (Istat, 2022).

[19] L'Unità locale corrisponde ad un'unità giuridico-economica o ad una sua parte, situata in una località topograficamente identificata da un indirizzo e da un numero civico (Istat, 2011).

[20] https://idrogeo.isprambiente.it

[21] https://www.istat.it/statistiche-per-temi/censimenti/popolazione-e-abitazioni/risultati/

[22] I dati sui beni culturali provengono da Soprintendenze, Segretariati Regionali e, a livello centrale, dalle seguenti banche dati: Sistema informativo Carta del Rischio, contenente tutti i decreti di vincolo su beni immobili emessi dal 1909 al 2003 (*ex leges* 364/1909, 1089/1939, 490/1999) presso l'ISCR; Sistema Informativo Beni Tutelati presso la Direzione Generale Belle Arti e Paesaggio; Sistema informativo SITAP presso la Direzione Generale Belle Arti e Paesaggio; Sistema Informativo SIGEC Web presso l'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione. VIR – Vincoli in Rete: http://vincoliinrete.beniculturali.it

[23] https://www.igmi.org/it/dbsn-database-di-sintesi-nazionale

[24] Il Registro statistico delle Imprese attive (ASIA) è costituito dalle unità economiche che esercitano arti e professioni nelle attività industriali, commerciali e dei servizi alle imprese e alle famiglie e fornisce informazioni identificative (denominazione e localizzazione) e di struttura (attività economica, addetti dipendenti e indipendenti, forma giuridica, data di inizio e fine attività, classe di fatturato) di tali unità. https://www.istat.it/tavole-di-dati/registro-statistico-delle-imprese-attive-anno-2022/

[25] https://www.tagliacarne.it/

[26] Le Aree interne sono territori che si caratterizzano per una significativa distanza dai centri principali di offerta di servizi essenziali, come istruzione, salute e mobilità, ma che allo stesso tempo presentano importanti risorse ambientali e culturali.

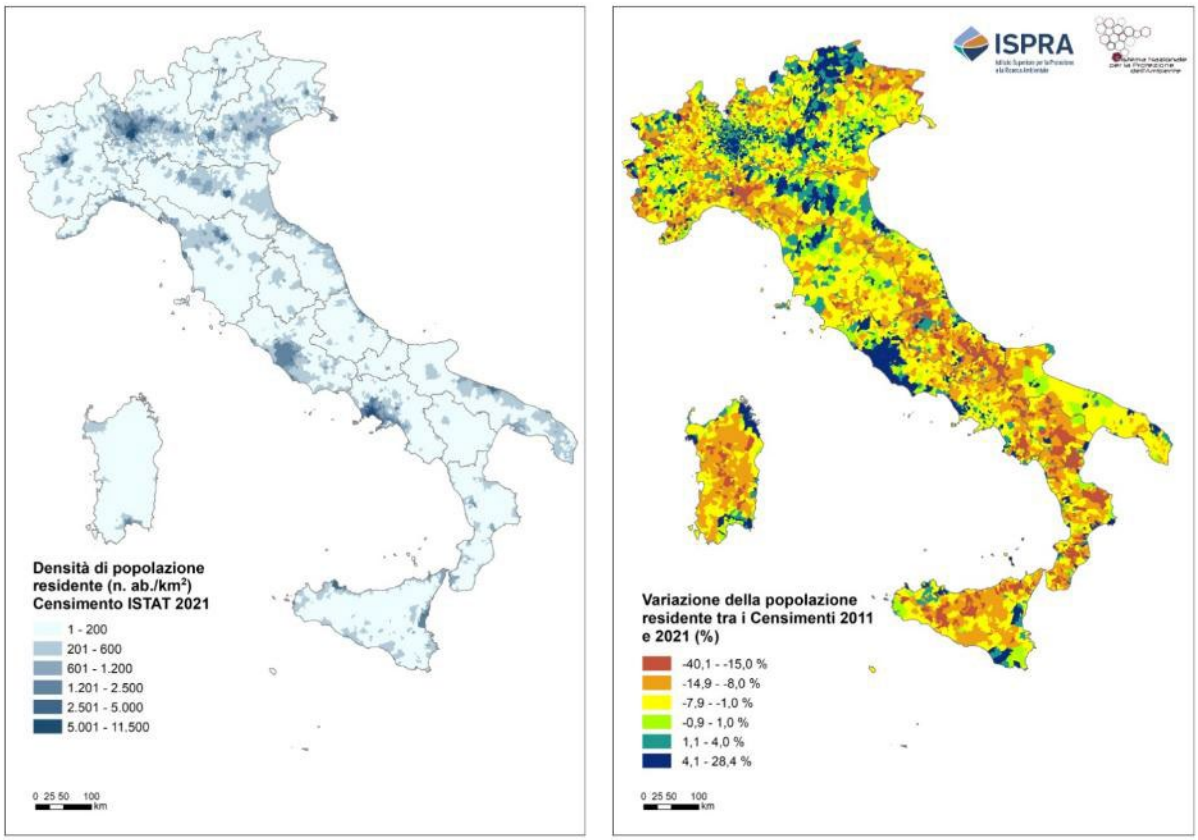


Figura 1.23 – Densità di popolazione residente (n. ab./km²) – Censimento Istat 2021; Variazione percentuale tra i Censimenti 2011 e 2021.

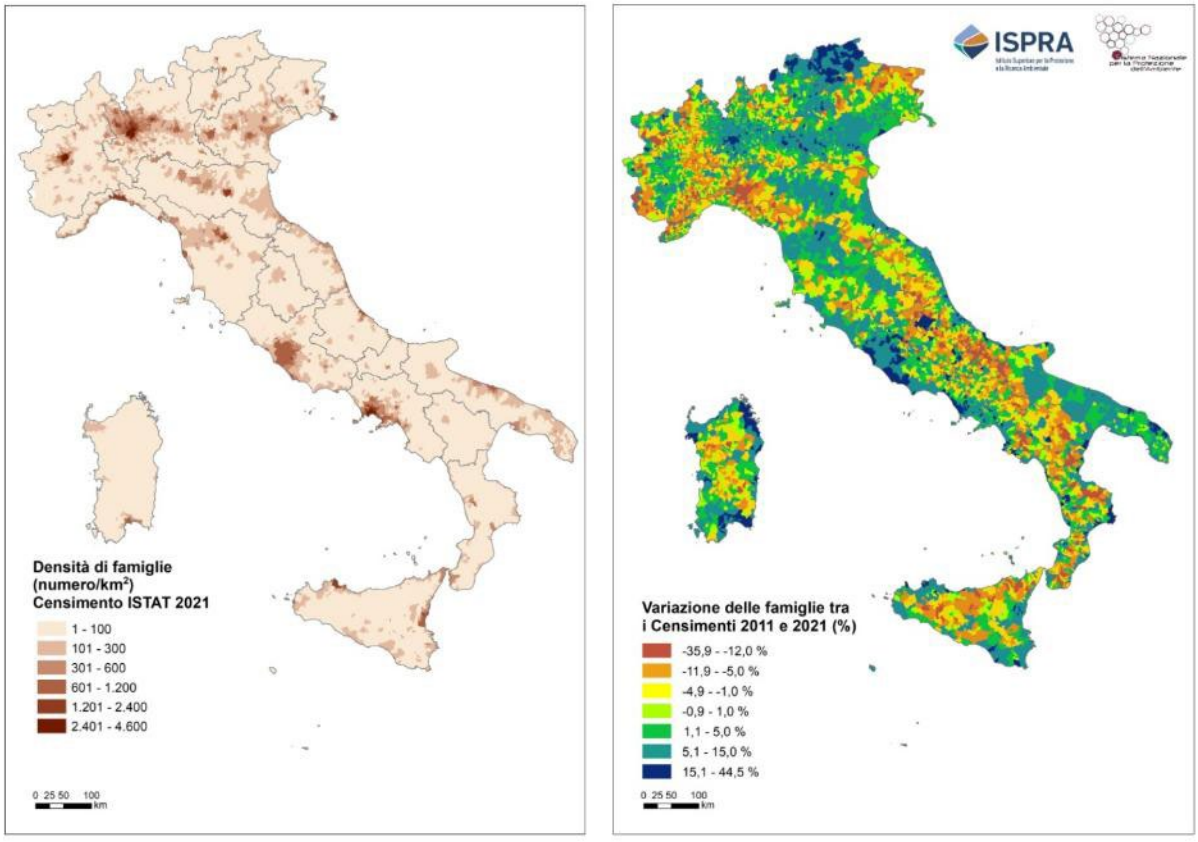


Figura 1.24 – Densità di famiglie (n./km²) – Censimento Istat 2021; Variazione percentuale delle famiglie tra i Censimenti 2011 e 2021 su base comunale.

Nel Censimento permanente del 2021 si contano 26.206.246 famiglie (Figura 1.24) con un incremento del 6,5% rispetto al 2011 (erano 24.611.766). I mutamenti nelle forme di vita familiare riflettono le trasformazioni demografiche e sociali in atto nel nostro Paese che favoriscono la formazione di nuclei familiari sempre più piccoli e di strutture familiari più flessibili (Istat, 2024). Il numero medio di componenti per famiglia è diminuito rispetto agli anni precedenti, attestandosi a 2,25.

A differenza delle precedenti edizioni, nel presente Rapporto sono stati utilizzati, come dati di input per l'elaborazione degli indicatori degli edifici e delle imprese a rischio frane, rispettivamente gli edifici con geometria poligonale (ingombro al suolo) del DataBase di Sintesi Nazionale realizzato dall'Istituto Geografico Militare e le unità locali di impresa (Figura 1.25) con geometria puntuale del Registro statistico delle Imprese attive ASIA 2022 Istat, geocodificate dal Centro Studi delle Camere di commercio Guglielmo Tagliacarne.

Il DBSN (DataBase di Sintesi Nazionale) è una banca dati geografica contenente le informazioni territoriali più significative in ambito nazionale. Il DBSN è stato realizzato facendo riferimento principalmente ai dati geo-topografici regionali come fonte primaria di informazione, integrati con dati di Enti pubblici nazionali, quali le mappe catastali dell'Agenzia delle Entrate e i dati dell'Istat, e i dati dal web di Open Street Map (OSM). Laddove l'informazione derivata non era sufficiente sono stati acquisiti i dati direttamente da ortoimmagini AGEA. Il tema "Edificato" raggruppa la definizione degli edifici[27], intesi come costruzioni stabili, coperti con un tetto, destinati per la maggioranza dei casi all'abitazione permanente dell'uomo o allo svolgimento delle attività lavorative o ricreativo sportive. Gli edifici sono classificati per le categorie d'uso principali.

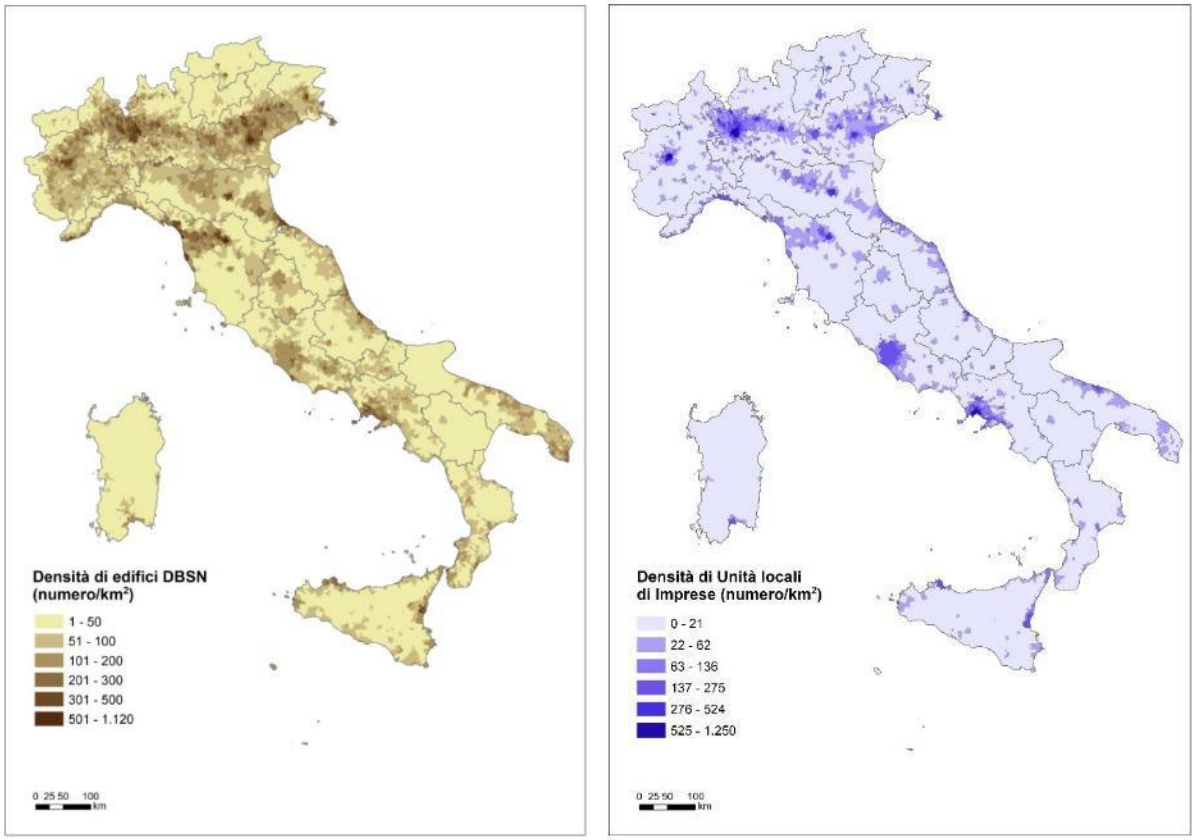


Figura 1.25 – Densità di edifici (n. /km²) - DataBase di Sintesi Nazionale (a sinistra); Densità di unità locali di impresa (n./km²) - Registro ASIA 2022 (a destra)

[27] Nel DBSN, in presenza di corpi edificati estesi (come, ad esempio, nei centri storici), la suddivisione tramite dividenti di tipo architettonico riconoscibili o da evidente "variazione architettonica" o, in strutture omogenee, da evidenti elementi della facciata (es. differente colore). è stata realizzata ove possibile mediante informazioni derivanti da fonti esterne o rilievo diretto.

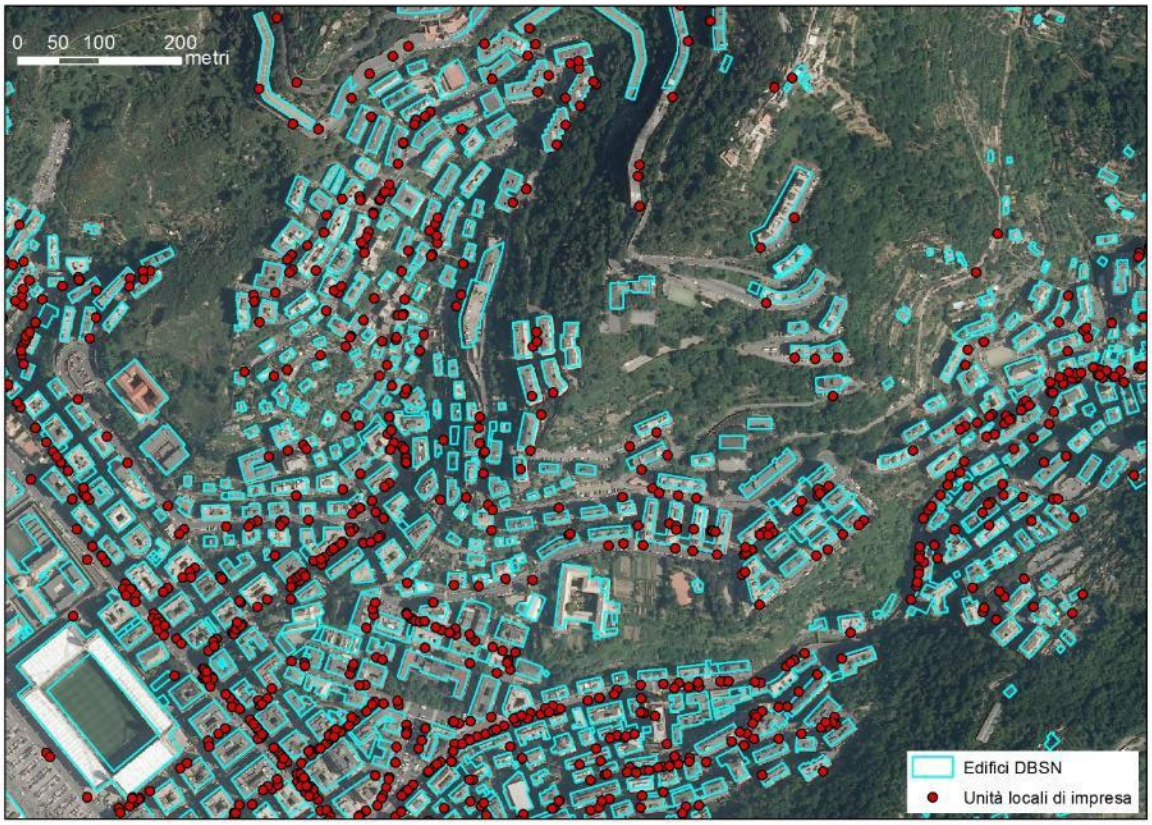


Figura 1.26 – Edifici – DataBase di Sintesi Nazionale e unità locali di impresa - Registro ASIA 2022, georiferite a livello di civico o di arco stradale dal Centro Studi Tagliacarne, su ortofoto AGEA 2012 nella zona di Marassi - Genova

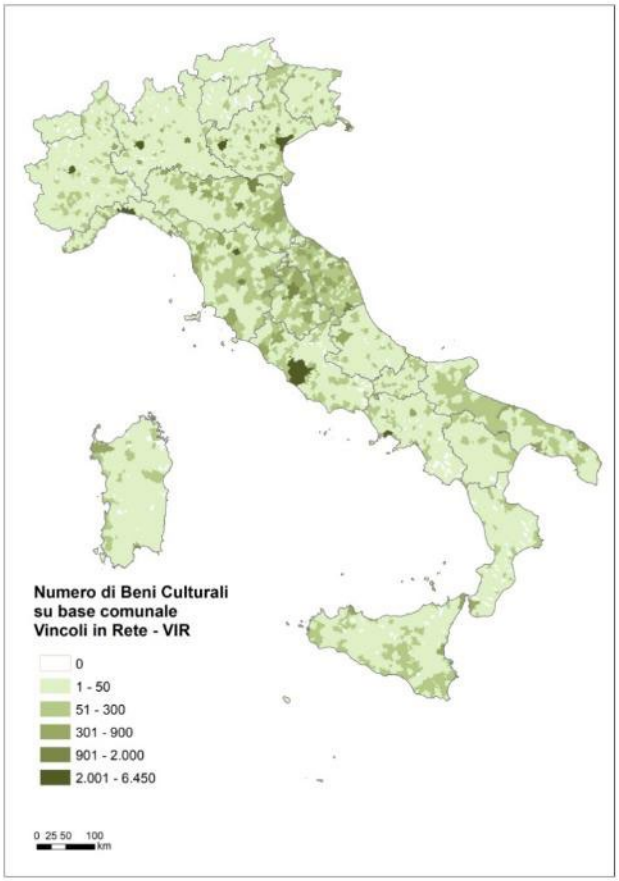


Figura 1.27 – Numero di Beni Culturali (dati Vincoli In Rete – VIR, ICR, novembre 2024)

Premessa la nota equazione del rischio $R = P \cdot E \cdot V$, dove R è il Rischio, P la Pericolosità, E gli elementi esposti e V la vulnerabilità, la stima della popolazione a rischio frane è stata effettuata intersecando, in ambiente GIS, le aree a pericolosità da frana (PAI) con le 756.259 sezioni del Censimento Permanente della Popolazione e delle Abitazioni Istat 2021. Non essendo nota l'esatta ubicazione della popolazione all'interno delle sezioni, gli abitanti sono stati uniformemente distribuiti all'interno di ciascuna sezione (Trigila & Iadanza 2014, 2015a). Il numero di persone esposte è stato quindi calcolato con il metodo di proporzionalità, moltiplicando la percentuale di area a pericolosità da frana all'interno di ciascuna sezione di censimento per la popolazione residente nella suddetta sezione (Trigila & Iadanza, 2015d, 2016a; Trigila *et alii*, 2015a). Il dato è stato quindi aggregato su base comunale, provinciale, regionale e nazionale (Par. 1.5.2).

Per popolazione a rischio si intende la popolazione residente in aree a pericolosità da frana esposta al rischio di danni alla persona (morti, dispersi, feriti, evacuati).

La vulnerabilità[28], che rappresenta il grado di perdita dell'elemento a rischio che può essere danneggiato nel corso di un evento, è stata posta cautelativamente pari a 1, in quanto una sua valutazione richiederebbe la conoscenza della magnitudo dei fenomeni franosi (velocità e volume) come pure la conoscenza del comportamento/resilienza delle categorie di popolazione (es. anziani, bambini, persone non autosufficienti). La vulnerabilità può inoltre variare anche in base al periodo dell'anno (estivo/invernale), al giorno della settimana (feriale/festivo) e all'ora (diurne/notturne) in cui si verifica l'evento.

La suddetta metodologia consente di ottenere una buona stima della popolazione a rischio per le sezioni di censimento con tessuto urbano continuo (Centro abitato[29]; codice sezione TIPOLOC = 1), discreta per il tessuto urbano discontinuo (Nucleo abitato[30]; codice sezione TIPOLOC = 2), mentre determina una minore accuratezza della stima nelle sezioni di censimento con "Case sparse"[31] (codice sezione TIPOLOC = 4), in quanto le aree a pericolosità da frana interessano per la maggior parte zone a bassa densità di popolazione in territorio montano-collinare e hanno mediamente superfici di un ordine di grandezza inferiore rispetto alle dimensioni delle sezioni di censimento "Case sparse".

Il Censimento 2021 suddivide in modo più dettagliato il territorio italiano rispetto al Censimento 2011: le sezioni censuarie complessive sono infatti passate da 402.678 a 756.259 e le sezioni "Case sparse" con popolazione residente maggiore di 0 sono aumentate da 55.998 a 87.509 con una riduzione dell'area media della sezione da 3,39 a 2,32 km^2 e del valore mediano da 3,43 a 1,43 km^2 (Tabella 1.9).

Tabella 1.9 - Confronto numerosità e dimensioni delle sezioni del Censimento popolazione e abitazioni 2011 e 2021

		Censimento 2011	Censimento 2021
Sezioni totali	*n.*	402.678	756.259
Sezioni con popolazione residente > 0	*n.*	349.033	451.307
Sezioni con popolazione residente > 0 e TIPOLOC = 1 - Centro abitato	*n.*	253.076	317.025
	area media (km^2)	0,067	0,050
	area mediana (km^2)	0,023	0,018
Sezioni con popolazione residente > 0 e TIPOLOC = 2 - Nucleo abitato	*n.*	37.934	43.884
	area media (km^2)	0,043	0,041
	area mediana (km^2)	0,026	0,026
Sezioni con popolazione residente > 0 e TIPOLOC = 4 – Case sparse	*n.*	55.998	87.509
	area media (km^2)	3,391	2,318
	area mediana (km^2)	3,431	1,435

[28] La vulnerabilità si esprime con un numero compreso tra 0 (nessun danno) e 1 (perdita totale).

[29] Il Centro abitato è caratterizzato dalla presenza di case contigue o vicine con interposte strade, piazze e simili, o comunque brevi soluzioni di continuità, caratterizzato dall'esistenza di servizi o esercizi pubblici costituenti la condizione di una forma autonoma di vita sociale (Glossario Istat).

[30] Il *Nucleo abitato* è caratterizzato dalla presenza di case contigue o vicine con almeno cinque famiglie e con interposte strade, sentieri, spiazzi, aie, piccoli orti, piccoli incolti e simili, purché l'intervallo tra casa e casa non superi i 30 metri e sia in ogni modo inferiore a quello intercorrente tra il nucleo stesso e la più vicina delle case sparse e purché sia priva del luogo di raccolta che caratterizza il centro abitato (Glossario Istat).

[31] Le Case sparse sono case disseminate nel territorio comunale a distanza tale tra loro da non poter costituire nemmeno un nucleo abitato (Glossario Istat).

La stima della popolazione residente a rischio frane è stata integrata con l'elaborazione, su ciascuna sezione di censimento, della percentuale di persone a rischio su tre fasce di età: giovani con età minore di 15 anni, adulti con età compresa tra 15 e 64 anni e anziani con età maggiore di 64 anni. Tale elaborazione è finalizzata ad avere una prima indicazione sulla capacità di risposta della popolazione esposta.

Nella presente edizione del Rapporto, ISPRA ha aggiornato la stima della popolazione presente a rischio frane sulla base del dato della popolazione potenzialmente presente, elaborato da Istat (Tersigni *et alii*, 2025) sull'unità territoriale delle sezioni di censimento 2021, considerando le seguenti variabili:

- popolazione residente (Censimento permanente della popolazione e delle abitazioni 2021, Istat);
- popolazione presente non residente: persone presenti non residenti nel comune ed aventi in esso fissa dimora abituale, nonché persone presenti nel comune ma aventi dimora abituale in altro comune o all'estero (Fonte dei dati: Modello di regressione su dati del Censimento della popolazione e delle abitazioni 2011, Istat);
- popolazione pendolare per studio e lavoro: popolazione che, in base al Censimento della popolazione e delle abitazioni 2011, dichiara di spostarsi quotidianamente dal comune di residenza o domicilio in altro comune per motivi di lavoro o di studio. Questa popolazione è sottratta dal comune di partenza e aggiunta nel comune di arrivo e fa riferimento ad un periodo di 8 ore, nell'arco delle 24 giornaliere, per i lavoratori e 6 ore per gli studenti. A questo fine è stato utilizzato un coefficiente pari a 8/24 per i lavoratori e 6/24 per gli studenti (Fonte dei dati: Matrici di pendolarismo su dati del Censimento della popolazione e delle abitazioni 2011, Istat);
- popolazione potenziale presente in strutture alberghiere: la stima è basata sui dati relativi alla capacità massima ricettiva dei posti letto nelle strutture alberghiere (alberghi, pensioni, campeggi, villaggi vacanze e case private utilizzate, in forma imprenditoriale o meno, per affitti stagionali, agriturismo e rifugi di montagna) (Fonte dei dati: Capacità degli esercizi ricettivi 2021, Istat).

La somma delle quattro variabili rappresenta una stima della popolazione potenzialmente presente nella sezione di censimento nel periodo di massimo afflusso turistico.

In Figura 1.28 è rappresentato un coefficiente territoriale di presenza, ovvero il rapporto tra la popolazione potenzialmente presente e la popolazione residente per ciascun comune: il 73,7% dei comuni ha un rapporto inferiore a 1,1; il 22.9% dei comuni ha rapporto compreso tra 1,1 e 2; il 2,9% dei comuni tra 2,01 e 4; lo 0,5% dei comuni ha un rapporto tra 4,01 e 11,36. Le ultime tre classi di comuni includono poli di attrazione dei flussi di popolazione per lavoro, studio o turismo (marino, montano, culturale, religioso, ambientale).

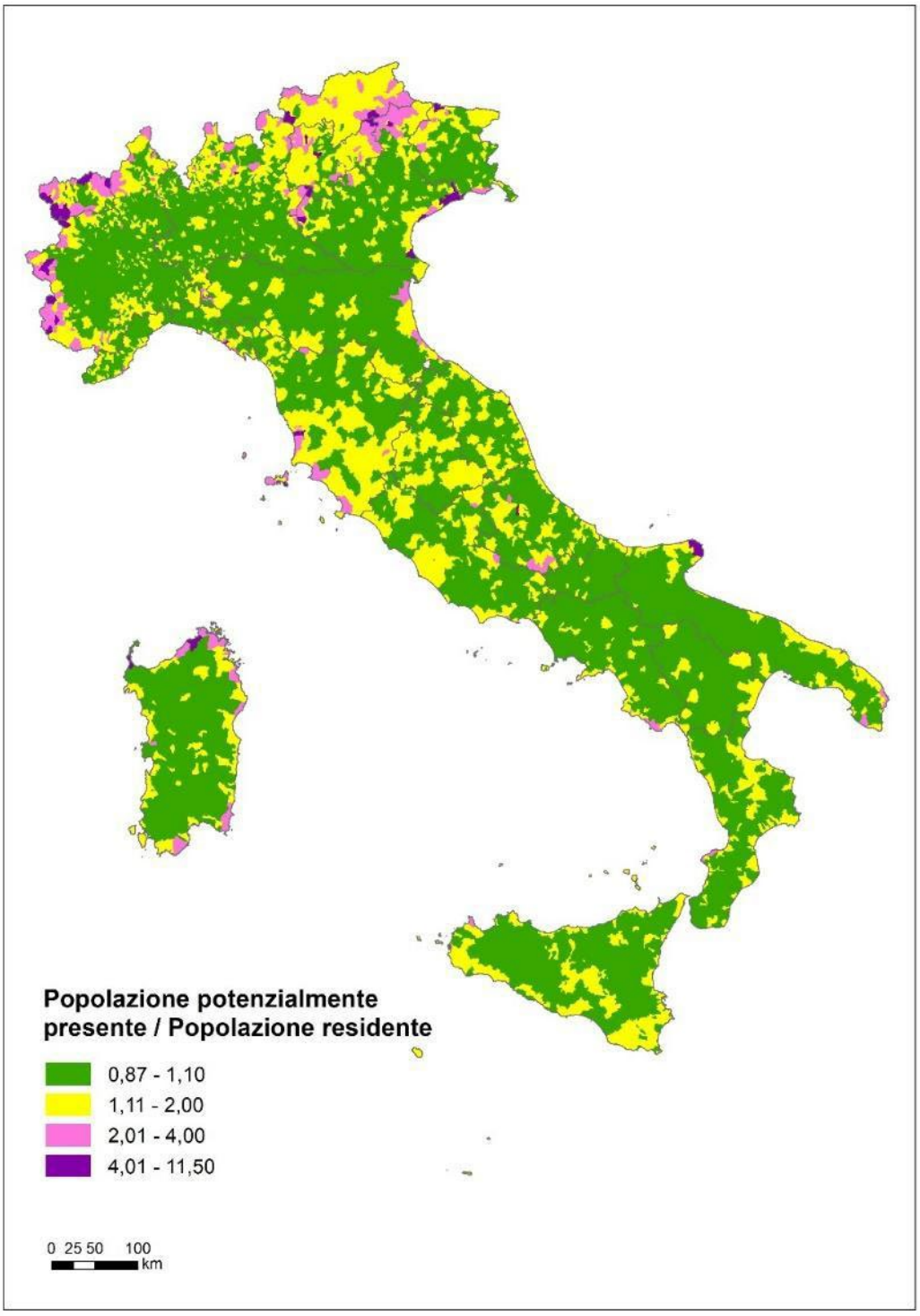


Figura 1.28 – Coefficiente territoriale di presenza su base comunale, pari al rapporto tra popolazione potenzialmente presente e popolazione residente (Istat, Censimento della popolazione e delle abitazioni 2021)

La stima della popolazione potenzialmente presente a rischio frane è stata elaborata, in via sperimentale, su base di sezione di censimento utilizzando il metodo di proporzionalità, in analogia alla stima della popolazione residente a rischio frane.

Il numero di famiglie a rischio frane è stato stimato con la stessa metodologia adottata per la popolazione, ovvero considerando le famiglie uniformemente distribuite all'interno di ciascuna sezione di censimento (Par. 1.5.3). Il dato di input sulle famiglie deriva dal Censimento Permanente della Popolazione e delle Abitazioni Istat 2021.

La stima degli edifici a rischio frane è stata effettuata mediante l'intersezione, in ambiente GIS, delle aree a pericolosità con il livello poligonale dell'edificato del DBSN: a ciascun edificio è stato attribuito il valore massimo della pericolosità da frana PAI tra quella delle aree che intersecano l'edificio stesso (Par. 1.5.4).

La stima delle unità locali di impresa a rischio frane è stata effettuata mediante intersezione spaziale delle aree a pericolosità con le unità locali di impresa[32], rappresentate da geometrie puntuali bufferizzate a 10 m per considerare la fisicità dell'elemento esposto. Tale superficie (314 m^2) è stata individuata sulla base dell'analisi della distribuzione di frequenza dell'ingombro al suolo degli edifici del DBSN con destinazione d'uso industriale e commerciale, che rappresentano un campione delle unità locali di impresa.

L'utilizzo di dati di input vettoriali degli elementi esposti ha consentito di migliorare l'accuratezza della stima del rischio rispetto all'applicazione del metodo di proporzionalità sulle sezioni di censimento, determinando tuttavia una non completa confrontabilità con le stime effettuate nelle edizioni precedenti del Rapporto. A tale riguardo, occorre tenere anche in considerazione che non sono stati rilasciati dati aggiornati sul numero di edifici e di unità locali di impresa per sezione censuaria rispetto a quelli dei Censimenti Istat 2011 della Popolazione e delle Abitazioni e dell'Industria e dei Servizi.

La stima dei Beni Culturali a rischio frane (Par. 1.5.6) è stata effettuata intersecando le aree a pericolosità con i Beni Culturali architettonici, monumentali e archeologici italiani del Sistema VIR – Vincoli in Rete realizzato dall'Istituto Centrale per il Restauro (ICR) (banca dati VIR aggiornata al 1° novembre 2024 contenente 229.530 beni culturali; Figura 1.27). I Beni Culturali VIR, rappresentati da geometrie puntuali, sono stati bufferizzati a 30 m, per approssimare le dimensioni fisiche dei Beni (Iadanza *et alii*, 2013; Trigila & Iadanza, 2015b, 2015f). La vulnerabilità è stata posta cautelativamente pari a 1, in quanto una sua valutazione richiederebbe, oltre alla conoscenza della magnitudo dei fenomeni, una schedatura specifica della vulnerabilità da frana per ciascun bene esposto. Sul tema dei Beni Culturali e rischio idrogeologico, l'ISPRA e l'ICR svolgono da diversi anni attività di ricerca e studio regolate da un protocollo di intesa stipulato tra i due Enti.

Ai fini della restituzione cartografica e tabellare degli indicatori di rischio sui diversi livelli territoriali sono stati utilizzati i limiti comunali, provinciali e regionali Istat 2024.

1.5.2 Popolazione a rischio frane

La popolazione a rischio frane in Italia, stimata con la metodologia descritta nel Paragrafo 1.5.1, è pari complessivamente a 5,7 milioni di abitanti, di cui: quasi 480.000 residenti in aree a pericolosità molto elevata P4 PAI; quasi 808.000 residenti in aree a pericolosità elevata P3; 1,7 milioni in aree a pericolosità media P2; 2 milioni in aree a pericolosità moderata P1 e quasi 700.000 abitanti in aree di attenzione (Figura 1.29). Se consideriamo le 2 classi a maggiore pericolosità (P3+P4) la popolazione a rischio frane ammonta a **1,28 milioni di abitanti**, pari al **2,2%** del totale (elaborazione v. 5.0 – dicembre 2024).

Le regioni con il numero più elevato di abitanti a rischio frane residente in aree PAI a pericolosità P3 e P4 sono Campania, Toscana, Liguria, Sicilia, Lazio ed Emilia-Romagna. Se consideriamo invece il rapporto tra la popolazione a rischio e la popolazione residente, le percentuali più elevate si registrano in Valle d'Aosta, Liguria, Basilicata, Molise, Abruzzo e Toscana (Tabella 1.10 e Figura 1.29).

La popolazione a rischio frane residente in aree P3 e P4 è costituta per l'11,5% da giovani (età < 15 anni), per il 62,6% da adulti (età tra 15 e 64 anni) e per il 25,9% da anziani (età > 64 anni).

Le regioni con le percentuali più elevate di anziani nella popolazione a rischio frane sono Friuli-Venezia Giulia Liguria e Emilia-Romagna (Tabella 1.12, Figura 1.31).

In Tabella 1.11, Tabella 1.14, Tabella 1.16 è riportato il valore di densità di popolazione a rischio (n. ab/km^2) pari al rapporto tra il numero di abitanti a rischio e la superficie su base regionale, di macroarea geografica e di ripartizione Fondi strutturali 2021-2027.

[32] L'elaborazione è stata effettuata sulle unità locali di impresa geocodificate a livello di civico o di arco stradale, che costituiscono il 96,3% del campione totale.

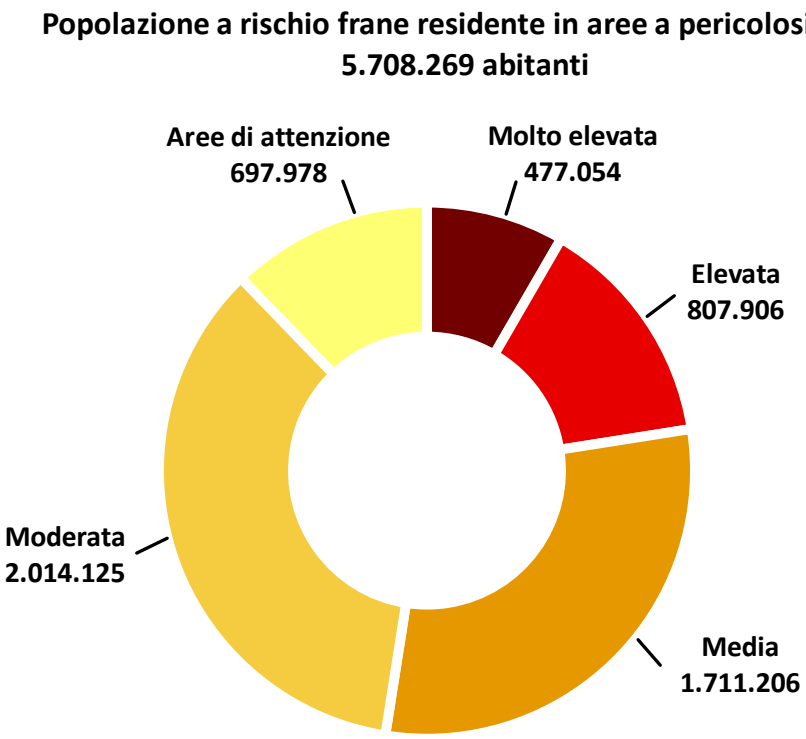


Figura 1.29 - Popolazione a rischio frane residente in aree a pericolosità PAI in Italia – elaborazione 2024

I valori più elevati di popolazione a rischio frane residente in aree a pericolosità P3 e P4 si registrano nelle province di Napoli, Salerno, Genova e Firenze (Tabella 1.17) e, tra i comuni capoluogo di regione, a Napoli, Genova e Palermo. In Tabella 1.18 e in Figura 1.33 - Figura 1.38 è rappresentato il dettaglio nelle aree sub-comunali di livello 1 (ASC1) per i tre comuni capoluogo di regione. La popolazione a rischio frane residente in P3-P4 su base comunale è rappresentata in Figura 1.32. I dati su base comunale sono consultabili anche sulla piattaforma IdroGEO.

La stima della popolazione a rischio frane, così come quella di famiglie, edifici, imprese e beni culturali a rischio (Par. 1.5.1), risente in misura ridotta delle disomogeneità delle mappe di pericolosità da frana (Par. 1.4) in quanto, nelle aree urbanizzate, dove si concentrano gli elementi a rischio, l'attività di mappatura delle aree a pericolosità dei PAI è stata pressoché completa sull'intero territorio nazionale.

Tabella 1.10 - Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana PAI su base regionale – elaborazione 2024

COD REG	Regione	Popolazione residente (Istat 2021)[33]	Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana				Popolazione a rischio residente in aree di attenzione	Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n. ab.	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*%*	*n. ab.*	*%*
1	Piemonte	4.256.350	32.410	44.752	68.345	0	0	77.162	1,8%	145.507	3,4%
2	Valle D'Aosta	123.360	4.375	9.069	48.030	0	0	13.444	10,9%	61.474	49,8%
3	Lombardia	9.943.004	17.987	25.288	300.376	0	0	43.275	0,4%	343.651	3,5%
4	Trentino-Alto Adige	1.073.574	5.892	20.519	46.015	74.938	0	26.411	2,5%	147.364	13,7%
	Bolzano	532.616	5.885	10.385	9.567	139	0	16.270	3,1%	25.976	4,9%
	Trento	540.958	7	10.134	36.448	74.799	0	10.141	1,9%	121.388	22,4%
5	Veneto	4.847.745	1.749	4.435	6.071	3.509	6.009	6.184	0,1%	21.773	0,4%
6	Friuli Venezia Giulia	1.194.647	1.557	2.433	1.817	1.173	103	3.990	0,3%	7.083	0,6%
7	Liguria	1.509.227	8.554	97.286	294.032	492.465	0	105.840	7,0%	892.337	59,1%
8	Emilia-Romagna	4.425.366	20.764	61.548	18.638	28.508	52.794	82.312	1,9%	182.252	4,1%
9	Toscana	3.663.191	35.006	146.565	346.263	612.269	5.286	181.571	5,0%	1.145.389	31,3%
10	Umbria	858.812	1.331	16.697	83.124	67.649	0	18.028	2,1%	168.801	19,7%
11	Marche	1.487.150	2.391	25.968	43.161	16.456	0	28.359	1,9%	87.976	5,9%
12	Lazio	5.714.882	69.263	16.358	10.576	9.672	139.519	85.621	1,5%	245.388	4,3%
13	Abruzzo	1.275.950	30.201	34.476	475	18.017	9.688	64.677	5,1%	92.857	7,3%
14	Molise	292.150	6.591	10.736	2.041	6.097	9.415	17.327	5,9%	34.880	11,9%
15	Campania	5.624.420	116.608	147.436	204.686	416.162	214.732	264.044	4,7%	1.099.624	19,6%
16	Puglia	3.922.941	17.549	45.496	55.667	172	1.032	63.045	1,6%	119.916	3,1%
17	Basilicata	541.168	17.863	20.043	23.722	13.387	21.591	37.906	7,0%	96.606	17,9%
18	Calabria	1.855.454	22.998	28.611	59.795	5.417	9.157	51.609	2,8%	125.978	6,8%
19	Sicilia	4.833.329	58.517	34.981	22.761	17.980	228.652	93.498	1,9%	362.891	7,5%
20	Sardegna	1.587.413	5.448	15.209	75.611	230.254	0	20.657	1,3%	326.522	20,6%
	Totale Italia	**59.030.133**	**477.054**	**807.906**	**1.711.206**	**2.014.125**	**697.978**	**1.284.960**	**2,2%**	**5.708.269**	**9,7%**

[33] Popolazione Censimento della popolazione e delle abitazioni Istat2021 su limiti amministrativi Istat 2024

Tabella 1.11 – Densità di popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana PAI su base regionale (n. abitanti a rischio / area regione) – elaborazione 2024

COD REG	Regione	Area regione[34]	Densità di popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana				Densità di popolazione a rischio residente in aree di attenzione	Densità di popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata		
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3
		Km²	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*
1	Piemonte	25.387	1,28	1,76	2,69	0,00	0,00	3,04
2	Valle D'Aosta	3.261	1,34	2,78	14,73	0,00	0,00	4,12
3	Lombardia	23.863	0,75	1,06	12,59	0,00	0,00	1,81
4	Trentino-Alto Adige	13.605	0,43	1,51	3,38	5,51	0,00	1,94
	Bolzano	7.398	0,80	1,40	1,29	0,02	0,00	2,20
	Trento	6.207	0,00	1,63	5,87	12,05	0,00	1,63
5	Veneto	18.355	0,10	0,24	0,33	0,19	0,33	0,34
6	Friuli Venezia Giulia	7.933	0,20	0,31	0,23	0,15	0,01	0,50
7	Liguria	5.418	1,58	17,96	54,27	90,90	0,00	19,54
8	Emilia-Romagna	22.502	0,92	2,74	0,83	1,27	2,35	3,66
9	Toscana	22.990	1,52	6,38	15,06	26,63	0,23	7,90
10	Umbria	8.464	0,16	1,97	9,82	7,99	0,00	2,13
11	Marche	9.346	0,26	2,78	4,62	1,76	0,00	3,03
12	Lazio	17.239	4,02	0,95	0,61	0,56	8,09	4,97
13	Abruzzo	10.832	2,79	3,18	0,04	1,66	0,89	5,97
14	Molise	4.461	1,48	2,41	0,46	1,37	2,11	3,88
15	Campania	13.676	8,53	10,78	14,97	30,43	15,70	19,31
16	Puglia	19.543	0,90	2,33	2,85	0,01	0,05	3,23
17	Basilicata	10.073	1,77	1,99	2,35	1,33	2,14	3,76
18	Calabria	15.219	1,51	1,88	3,93	0,36	0,60	3,39
19	Sicilia	25.835	2,27	1,35	0,88	0,70	8,85	3,62
20	Sardegna	24.109	0,23	0,63	3,14	9,55	0,00	0,86
Totale Italia		**302.110**	**1,58**	**2,67**	**5,66**	**6,67**	**2,31**	**4,25**

[34] Limiti amministrativi Istat 2024

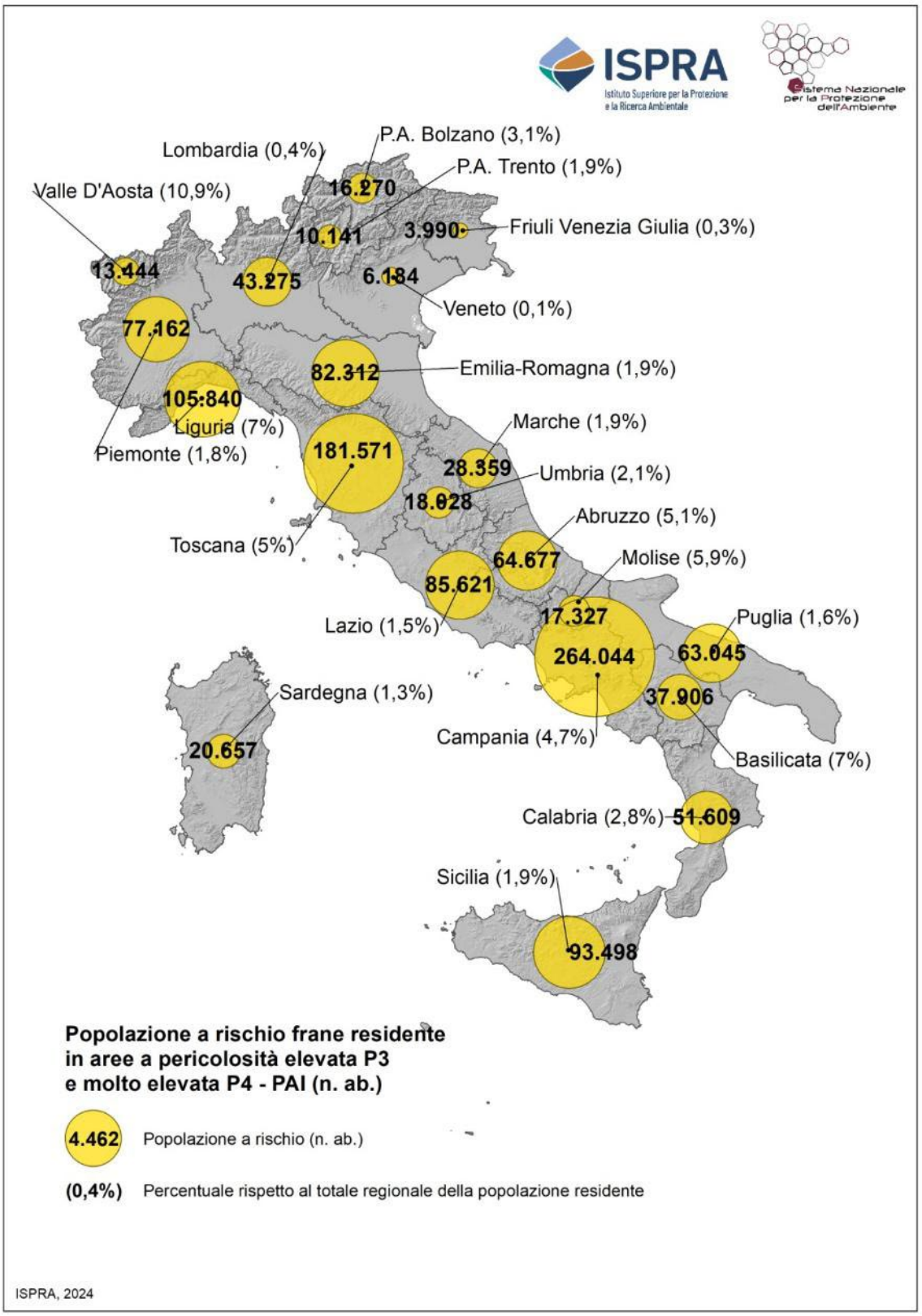


Figura 1.30 - Popolazione a rischio frane residente in aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 PAI su base regionale – elaborazione 2024

Tabella 1.12 - Popolazione residente e popolazione a rischio in aree a pericolosità da frana PAI elevata e molto elevata per fasce d'età su base regionale – elaborazione 2024

Regione	Popolazione residente (Istat 2021)							Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana elevata P3 o molto elevata P4			
	Totale	Giovani (età < 15 anni)		Adulti (età tra 15 e 64 anni)		Anziani (età < 64 anni)		Totale	Giovani	Adulti	Anziani
	n. ab.	*n. ab.*	*%*	*n. ab.*	*%*	*n. ab.*	*%*	*n. ab.*	*%*	*%*	*%*
Piemonte	4.256.350	507.904	11,9%	2.631.765	61,8%	1.116.681	26,2%	77.162	10,6%	60,9%	28,5%
Valle D'Aosta	123.360	15.279	12,4%	77.602	62,9%	30.479	24,7%	13.444	12,3%	64,1%	23,6%
Lombardia	9.943.004	1.300.977	13,1%	6.337.853	63,7%	2.304.174	23,2%	43.275	11,9%	62,5%	25,5%
Trentino-Alto Adige	1.073.574	156.987	14,6%	685.893	63,9%	230.694	21,5%	26.411	14,9%	64,8%	20,3%
Bolzano	532.616	82.746	15,5%	343.092	64,4%	106.778	20,0%	16.270	15,6%	65,4%	19,1%
Trento	540.958	74.241	13,7%	342.801	63,4%	123.916	22,9%	10.141	13,7%	63,9%	22,4%
Veneto	4.847.745	611.007	12,6%	3.081.649	63,6%	1.155.089	23,8%	6.184	10,2%	61,1%	28,8%
Friuli Venezia Giulia	1.194.647	137.906	11,5%	737.064	61,7%	319.677	26,8%	3.990	9,4%	60,7%	29,9%
Liguria	1.509.227	163.054	10,8%	910.519	60,3%	435.654	28,9%	105.840	10,3%	60,6%	29,1%
Emilia-Romagna	4.425.366	556.711	12,6%	2.790.283	63,1%	1.078.372	24,4%	82.312	10,5%	60,5%	29,0%
Toscana	3.663.191	434.367	11,9%	2.273.593	62,1%	955.231	26,1%	181.571	10,8%	61,5%	27,7%
Umbria	858.812	102.419	11,9%	528.163	61,5%	228.230	26,6%	18.028	11,0%	60,7%	28,2%
Marche	1.487.150	179.746	12,1%	925.280	62,2%	382.124	25,7%	28.359	11,3%	61,0%	27,7%
Lazio	5.714.882	734.336	12,8%	3.675.214	64,3%	1.305.332	22,8%	85.621	11,8%	63,6%	24,6%
Abruzzo	1.275.950	153.916	12,1%	802.917	62,9%	319.117	25,0%	64.677	10,8%	62,0%	27,2%
Molise	292.150	31.976	10,9%	183.646	62,9%	76.528	26,2%	17.327	10,9%	62,7%	26,4%
Campania	5.624.420	789.360	14,0%	3.701.598	65,8%	1.133.462	20,2%	264.044	12,7%	64,9%	22,4%
Puglia	3.922.941	491.274	12,5%	2.512.878	64,1%	918.789	23,4%	63.045	11,7%	63,5%	24,8%
Basilicata	541.168	61.977	11,5%	346.487	64,0%	132.704	24,5%	37.906	10,8%	63,3%	25,9%
Calabria	1.855.454	241.012	13,0%	1.184.090	63,8%	430.352	23,2%	51.609	11,7%	61,8%	26,5%
Sicilia	4.833.329	650.524	13,5%	3.092.836	64,0%	1.089.969	22,6%	93.498	12,5%	63,0%	24,5%
Sardegna	1.587.413	169.063	10,7%	1.009.604	63,6%	408.746	25,7%	20.657	10,6%	62,6%	26,8%
Totale Italia	**59.030.133**	**7.489.795**	**12,7%**	**37.488.934**	**63,5%**	**14.051.404**	**23,8%**	**1.284.960**	**11,5%**	**62,6%**	**25,9%**

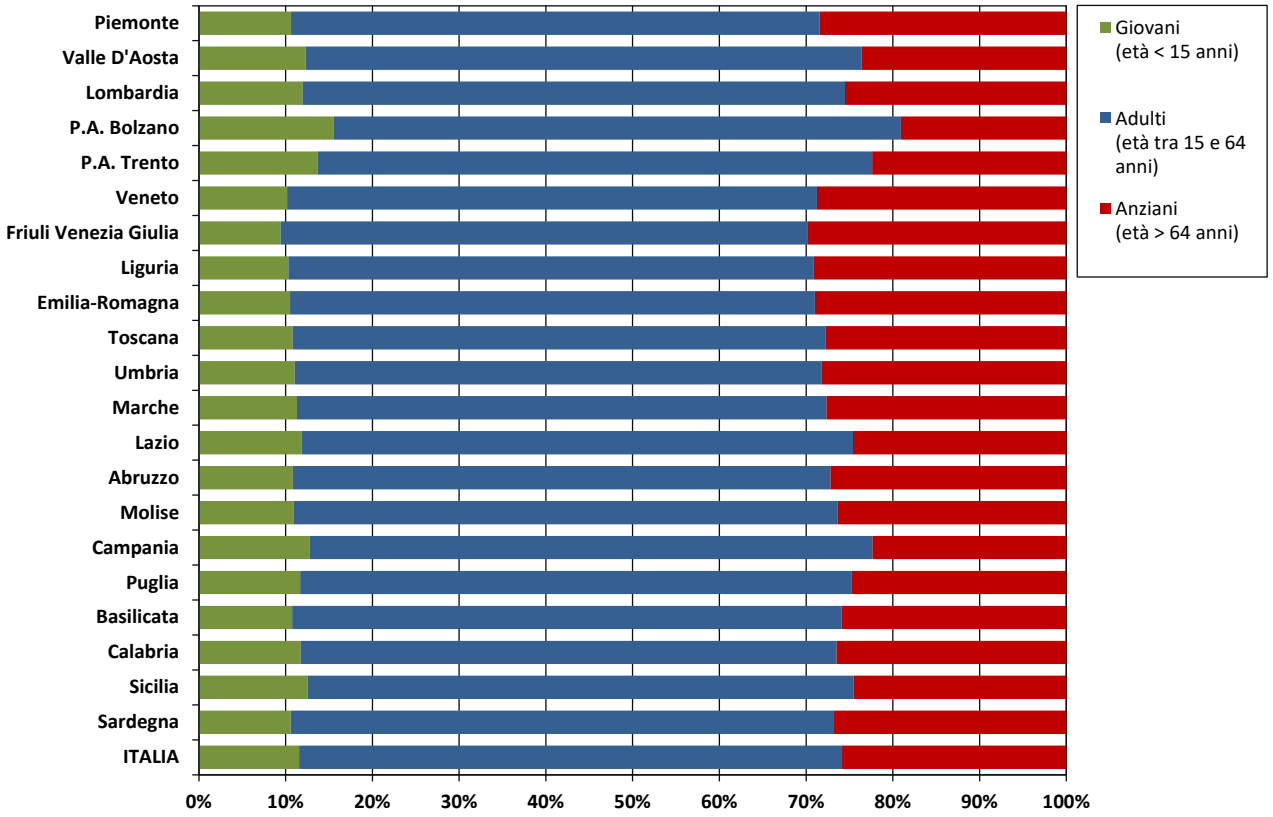


Figura 1.31 - Popolazione residente in aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 PAI per fasce d'età su base regionale – elaborazione 2024

Tabella 1.13 - Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana PAI per Macroaree geografiche - elaborazione 2024

Macroaree geografiche		Popolazione residente (Istat 2021)	Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana				Popolazione a rischio residente in aree di attenzione	Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n. ab.	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*%*	*n. ab.*	*%*
Nord-ovest	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Liguria	15.831.941	63.326	176.395	710.783	492.465	0	239.721	1,5%	1.442.969	9,1%
Nord-est	Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna	11.541.332	29.962	88.935	72.541	108.128	58.906	118.897	1,0%	358.472	3,1%
Centro	Toscana, Umbria, Marche, Lazio	11.724.035	107.991	205.588	483.124	706.046	144.805	313.579	2,7%	1.647.554	14,1%
Sud	Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria	13.512.083	211.810	286.798	346.386	459.252	265.615	498.608	3,7%	1.569.861	11,6%
Isole	Sicilia, Sardegna	6.420.742	63.965	50.190	98.372	248.234	228.652	114.155	1,8%	689.413	10,7%
Totale Italia		**59.030.133**	**477.054**	**807.906**	**1.711.206**	**2.014.125**	**697.978**	**1.284.960**	**2,2%**	**5.708.269**	**9,7%**
Centro-Nord	Centro, Nord-ovest, Nord-est	39.097.308	201.279	470.918	1.266.448	1.306.639	203.711	672.197	1,7%	3.448.995	8,8%
Mezzogiorno	Sud, Isole	19.932.825	275.775	336.988	444.758	707.486	494.267	612.763	3,1%	2.259.274	11,3%
Totale Italia		**59.030.133**	**477.054**	**807.906**	**1.711.206**	**2.014.125**	**697.978**	**1.284.960**	**2,2%**	**5.708.269**	**9,7%**

Tabella 1.14 – Densità di popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana PAI per Macroaree geografiche (n. abitanti a rischio / superficie macroarea) - elaborazione 2024

Macroaree geografiche		Area	Densità di popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana				Densità di popolazione a rischio residente in aree di attenzione	Densità di popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata		
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3
		Km²	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*
Nord-ovest	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Liguria	57.928	1,09	3,05	12,27	8,50	0,00	4,14
Nord-est	Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna	62.395	0,48	1,43	1,16	1,73	0,94	1,91
Centro	Toscana, Umbria, Marche, Lazio	58.039	1,86	3,54	8,32	12,16	2,49	5,40
Sud	Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria	73.803	2,87	3,89	4,69	6,22	3,60	6,76
Isole	Sicilia, Sardegna	49.944	1,28	1,00	1,97	4,97	4,58	2,29
Totale Italia		**302.110**	**1,58**	**2,67**	**5,66**	**6,67**	**2,31**	**4,25**
Centro-Nord	Centro, Nord-ovest, Nord-est	178.363	1,13	2,64	7,10	7,33	1,14	3,77
Mezzogiorno	Sud, Isole	123.747	2,23	2,72	3,59	5,72	3,99	4,95
Totale Italia		**302.110**	**1,58**	**2,67**	**5,66**	**6,67**	**2,31**	**4,25**

Tabella 1.15 - Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana PAI per ripartizione Fondi strutturali 2021-2027 – elaborazione 2024

Fondi strutturali 2021-2027		Popolazione residente (Istat 2021)	Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana				Popolazione a rischio residente in aree di attenzione	Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n. ab.	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*%*	*n. ab.*	*%*
Regioni più sviluppate	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Provincia Autonoma di Trento, Provincia Autonoma di Bolzano, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Lazio	36.751.346	197.557	428.253	1.140.163	1.222.534	203.711	625.810	1,7%	3.192.218	8,7%
Regioni in transizione	Umbria, Marche, Abruzzo	3.621.912	33.923	77.141	126.760	102.122	9.688	111.064	3,1%	349.634	9,7%
Regioni meno sviluppate	Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna	18.656.875	245.574	302.512	444.283	689.469	484.579	548.086	2,9%	2.166.417	11,6%
Totale Italia		**59.030.133**	**477.054**	**807.906**	**1.711.206**	**2.014.125**	**697.978**	**1.284.960**	**2,2%**	**5.708.269**	**9,7%**

Tabella 1.16 – Densità di popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana PAI per ripartizione Fondi strutturali 2021-2027 (n. abitanti a rischio / superficie ripartizione) – elaborazione 2024

Fondi strutturali 2021-2027		Area	Densità di popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana				Densità di popolazione a rischio residente in aree di attenzione	Densità di popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata		
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3
		Km²	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*	*n. ab./km²*
Regioni più sviluppate	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Provincia Autonoma di Trento, Provincia Autonoma di Bolzano, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Lazio	160.552	1,23	2,67	7,10	7,61	1,27	3,90
Regioni in transizione	Umbria, Marche, Abruzzo	28.642	1,18	2,69	4,43	3,57	0,34	3,88
Regioni meno sviluppate	Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna	112.915	2,17	2,68	3,93	6,11	4,29	4,85
Totale Italia		**302.110**	**1,58**	**2,67**	**5,66**	**6,67**	**2,31**	**4,25**

Tabella 1.17 – Popolazione a rischio frane su base provinciale – elaborazione 2024

COD PRO	Provincia	Regione	Popolazione residente (Istat 2021)	Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana				Popolazione a rischio residente in aree di attenzione	Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n. ab.	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*%*
1	Torino	Piemonte	2.208.370	14.349	18.870	20.044	0	0	33.219	1,5%
2	Vercelli	Piemonte	166.083	532	1.476	735	0	0	2.008	1,2%
3	Novara	Piemonte	361.916	783	655	2.498	0	0	1.438	0,4%
4	Cuneo	Piemonte	580.155	3.505	5.027	8.020	0	0	8.532	1,5%
5	Asti	Piemonte	208.286	1.202	1.890	79	0	0	3.092	1,5%
6	Alessandria	Piemonte	407.264	2.051	2.605	60	0	0	4.656	1,1%
96	Biella	Piemonte	170.027	242	1.060	1.840	0	0	1.302	0,8%
103	Verbano-Cusio-Ossola	Piemonte	154.249	9.746	13.169	35.069	0	0	22.915	14,9%
7	Aosta	Valle D'Aosta	123.360	4.375	9.069	48.030	0	0	13.444	10,9%
12	Varese	Lombardia	877.668	1.403	1.193	16.815	0	0	2.596	0,3%
13	Como	Lombardia	594.941	2.616	2.997	23.001	0	0	5.613	0,9%
14	Sondrio	Lombardia	178.784	2.526	3.176	99.864	0	0	5.702	3,2%
15	Milano	Lombardia	3.214.630	29	0	0	0	0	29	0,0%
16	Bergamo	Lombardia	1.102.997	3.325	5.751	31.060	0	0	9.076	0,8%
17	Brescia	Lombardia	1.253.157	5.649	7.221	74.380	0	0	12.870	1,0%
18	Pavia	Lombardia	534.506	569	1.345	3.173	0	0	1.914	0,4%
19	Cremona	Lombardia	351.654	0	0	0	0	0	0	0,0%
20	Mantova	Lombardia	404.476	0	0	0	0	0	0	0,0%
97	Lecco	Lombardia	332.457	1.866	3.602	52.083	0	0	5.468	1,6%
98	Lodi	Lombardia	227.327	0	0	0	0	0	0	0,0%
108	Monza e della Brianza	Lombardia	870.407	4	3	0	0	0	7	0,0%
21	Bolzano	Trentino-Alto Adige	532.616	5.885	10.385	9.567	139	0	16.270	3,1%
22	Trento	Trentino-Alto Adige	540.958	7	10.134	36.448	74.799	0	10.141	1,9%
23	Verona	Veneto	924.024	458	542	715	99	0	1.000	0,1%
24	Vicenza	Veneto	852.139	870	1.699	1.159	360	1.897	2.569	0,3%
25	Belluno	Veneto	198.676	365	1.790	3.734	2.288	3.052	2.155	1,1%
26	Treviso	Veneto	877.890	53	135	65	719	489	188	0,0%
27	Venezia	Veneto	836.916	0	0	0	0	0	0	0,0%
28	Padova	Veneto	929.198	3	269	398	43	571	272	0,0%
29	Rovigo	Veneto	228.902	0	0	0	0	0	0	0,0%
30	Udine	Friuli Venezia Giulia	518.442	1.363	1.645	1.675	313	0	3.008	0,6%
31	Gorizia	Friuli Venezia Giulia	137.899	1	32	25	1	0	33	0,0%
32	Trieste	Friuli Venezia Giulia	228.833	44	602	94	174	0	646	0,3%

continua

segue Tabella 1.17 – Popolazione a rischio frane su base provinciale – elaborazione 2024

COD PRO	Provincia	Regione	Popolazione residente (Istat 2021)	Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana				Popolazione a rischio residente in aree di attenzione	Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n. ab.	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*%*
93	Pordenone	Friuli Venezia Giulia	309.473	149	154	23	685	103	303	0,1%
8	Imperia	Liguria	208.670	1.027	22.369	73.088	42.963	0	23.396	11,2%
9	Savona	Liguria	268.038	758	9.741	38.545	45.556	0	10.499	3,9%
10	Genova	Liguria	817.402	5.234	59.354	149.991	326.338	0	64.588	7,9%
11	La Spezia	Liguria	215.117	1.535	5.822	32.408	77.608	0	7.357	3,4%
33	Piacenza	Emilia-Romagna	283.435	1.078	5.756	1.561	0	0	6.834	2,4%
34	Parma	Emilia-Romagna	448.916	2.745	10.243	3.928	0	0	12.988	2,9%
35	Reggio nell'Emilia	Emilia-Romagna	525.586	2.370	7.995	825	0	0	10.365	2,0%
36	Modena	Emilia-Romagna	701.751	2.100	8.579	3.129	2.112	402	10.679	1,5%
37	Bologna	Emilia-Romagna	1.010.812	1.597	11.591	3.663	23.012	51.285	13.188	1,3%
38	Ferrara	Emilia-Romagna	339.573	0	0	0	0	0	0	0,0%
39	Ravenna	Emilia-Romagna	385.631	510	1.921	471	132	1.107	2.431	0,6%
40	Forlì-Cesena	Emilia-Romagna	391.293	8.062	9.299	4.674	3.252	0	17.361	4,4%
99	Rimini	Emilia-Romagna	338.369	2.302	6.164	387	0	0	8.466	2,5%
45	Massa Carrara	Toscana	188.483	4.318	10.738	22.007	13.740	0	15.056	8,0%
46	Lucca	Toscana	382.464	5.915	33.967	29.054	38.389	0	39.882	10,4%
47	Pistoia	Toscana	289.414	798	9.867	28.817	25.855	2.257	10.665	3,7%
48	Firenze	Toscana	987.260	10.711	36.469	127.029	143.087	2.818	47.180	4,8%
49	Livorno	Toscana	327.262	1.118	6.414	15.193	58.499	0	7.532	2,3%
50	Pisa	Toscana	417.041	2.788	8.788	15.153	73.301	0	11.576	2,8%
51	Arezzo	Toscana	334.926	3.158	15.476	44.525	70.414	0	18.634	5,6%
52	Siena	Toscana	261.209	2.937	10.675	26.463	130.474	0	13.612	5,2%
53	Grosseto	Toscana	217.009	2.932	11.969	18.208	46.959	0	14.901	6,9%
100	Prato	Toscana	258.123	331	2.202	19.814	11.551	211	2.533	1,0%
54	Perugia	Umbria	640.482	621	12.267	68.431	66.949	0	12.888	2,0%
55	Terni	Umbria	218.330	710	4.430	14.693	700	0	5.140	2,4%
41	Pesaro e Urbino	Marche	349.818	987	4.162	5.387	2.278	0	5.149	1,5%
42	Ancona	Marche	461.687	236	11.743	10.983	3.173	0	11.979	2,6%
43	Macerata	Marche	304.986	316	5.359	15.366	3.852	0	5.675	1,9%
44	Ascoli Piceno	Marche	202.365	626	2.074	4.184	1.355	0	2.700	1,3%
109	Fermo	Marche	168.294	226	2.630	7.241	5.798	0	2.856	1,7%
56	Viterbo	Lazio	308.737	9.708	4.158	491	857	2.532	13.866	4,5%
57	Rieti	Lazio	151.143	1.310	2.364	693	875	0	3.674	2,4%
58	Roma	Lazio	4.216.874	17.736	7.098	2.454	4.466	43.432	24.834	0,6%
59	Latina	Lazio	567.439	9.596	714	683	306	9.243	10.310	1,8%

continua

segue Tabella 1.17 - Popolazione a rischio frane su base provinciale – elaborazione 2024

COD PRO	Provincia	Regione	Popolazione residente (Istat 2021)	Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana				Popolazione a rischio residente in aree di attenzione	Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n. ab.	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*%*
60	Frosinone	Lazio	470.689	30.913	2.024	6.255	3.168	84.312	32.937	7,0%
66	L'Aquila	Abruzzo	288.956	12.361	3.987	281	3.041	9.688	16.348	5,7%
67	Teramo	Abruzzo	299.646	4.055	7.681	194	3.288	0	11.736	3,9%
68	Pescara	Abruzzo	313.631	3.449	5.641	0	4.581	0	9.090	2,9%
69	Chieti	Abruzzo	373.717	10.336	17.167	0	7.107	0	27.503	7,4%
70	Campobasso	Molise	211.586	1.087	9.817	374	5.446	3.271	10.904	5,2%
94	Isernia	Molise	80.564	5.504	919	1.667	651	6.144	6.423	8,0%
61	Caserta	Campania	905.045	26.501	1.288	1.552	375	45.537	27.789	3,1%
62	Benevento	Campania	265.055	14.513	4.865	9.016	3.160	40.981	19.378	7,3%
63	Napoli	Campania	2.988.376	27.933	66.564	34.733	119.968	646	94.497	3,2%
64	Avellino	Campania	401.451	22.757	10.798	16.894	17.805	63.429	33.555	8,4%
65	Salerno	Campania	1.064.493	24.904	63.921	142.491	274.854	64.139	88.825	8,3%
71	Foggia	Puglia	599.028	6.270	19.742	43.929	150	1.032	26.012	4,3%
72	Bari	Puglia	1.226.784	1.312	1.601	2.310	20	0	2.913	0,2%
73	Taranto	Puglia	559.892	5.892	8.356	5.148	1	0	14.248	2,5%
74	Brindisi	Puglia	381.273	119	1.334	18	0	0	1.453	0,4%
75	Lecce	Puglia	775.348	1.187	7.032	270	0	0	8.219	1,1%
110	Barletta-Andria-Trani	Puglia	380.616	2.769	7.431	3.992	1	0	10.200	2,7%
76	Potenza	Basilicata	349.616	10.896	18.363	18.905	12.482	21.591	29.259	8,4%
77	Matera	Basilicata	191.552	6.967	1.680	4.817	905	0	8.647	4,5%
78	Cosenza	Calabria	674.543	8.052	13.251	30.111	3.785	1.693	21.303	3,2%
79	Catanzaro	Calabria	343.673	6.884	5.712	15.759	973	2.468	12.596	3,7%
80	Reggio di Calabria	Calabria	522.127	6.282	6.333	9.199	530	1.229	12.615	2,4%
101	Crotone	Calabria	163.553	1.056	1.865	1.645	26	3.499	2.921	1,8%
102	Vibo Valentia	Calabria	151.558	724	1.450	3.081	103	268	2.174	1,4%
81	Trapani	Sicilia	417.220	5.412	1.302	980	625	12.887	6.714	1,6%
82	Palermo	Sicilia	1.208.991	33.487	7.420	5.569	8.989	130.318	40.907	3,4%
83	Messina	Sicilia	603.229	6.804	7.847	5.728	1.616	51.560	14.651	2,4%
84	Agrigento	Sicilia	415.887	3.240	6.349	4.896	3.315	12.861	9.589	2,3%
85	Caltanissetta	Sicilia	251.715	1.507	2.123	1.219	237	5.476	3.630	1,4%
86	Enna	Sicilia	156.730	3.435	1.757	905	525	1.920	5.192	3,3%
87	Catania	Sicilia	1.077.515	1.159	6.433	2.339	626	4.977	7.592	0,7%
88	Ragusa	Sicilia	316.142	2.239	891	931	1.885	1.207	3.130	1,0%
89	Siracusa	Sicilia	385.900	1.234	859	194	162	7.446	2.093	0,5%
90	Sassari	Sardegna	476.516	1.940	5.359	24.189	77.384	0	7.299	1,5%
91	Nuoro	Sardegna	200.376	1.893	7.002	37.798	84.542	0	8.895	4,4%
92	Cagliari	Sardegna	421.688	157	381	1.761	3.913	0	538	0,1%
95	Oristano	Sardegna	151.655	119	582	3.683	12.480	0	701	0,5%
111	Sud Sardegna	Sardegna	337.178	1.339	1.885	8.180	51.935	0	3.224	1,0%
Totale Italia			**59.030.133**	**477.054**	**807.906**	**1.711.206**	**2.014.125**	**697.978**	**1.284.960**	**2,2%**

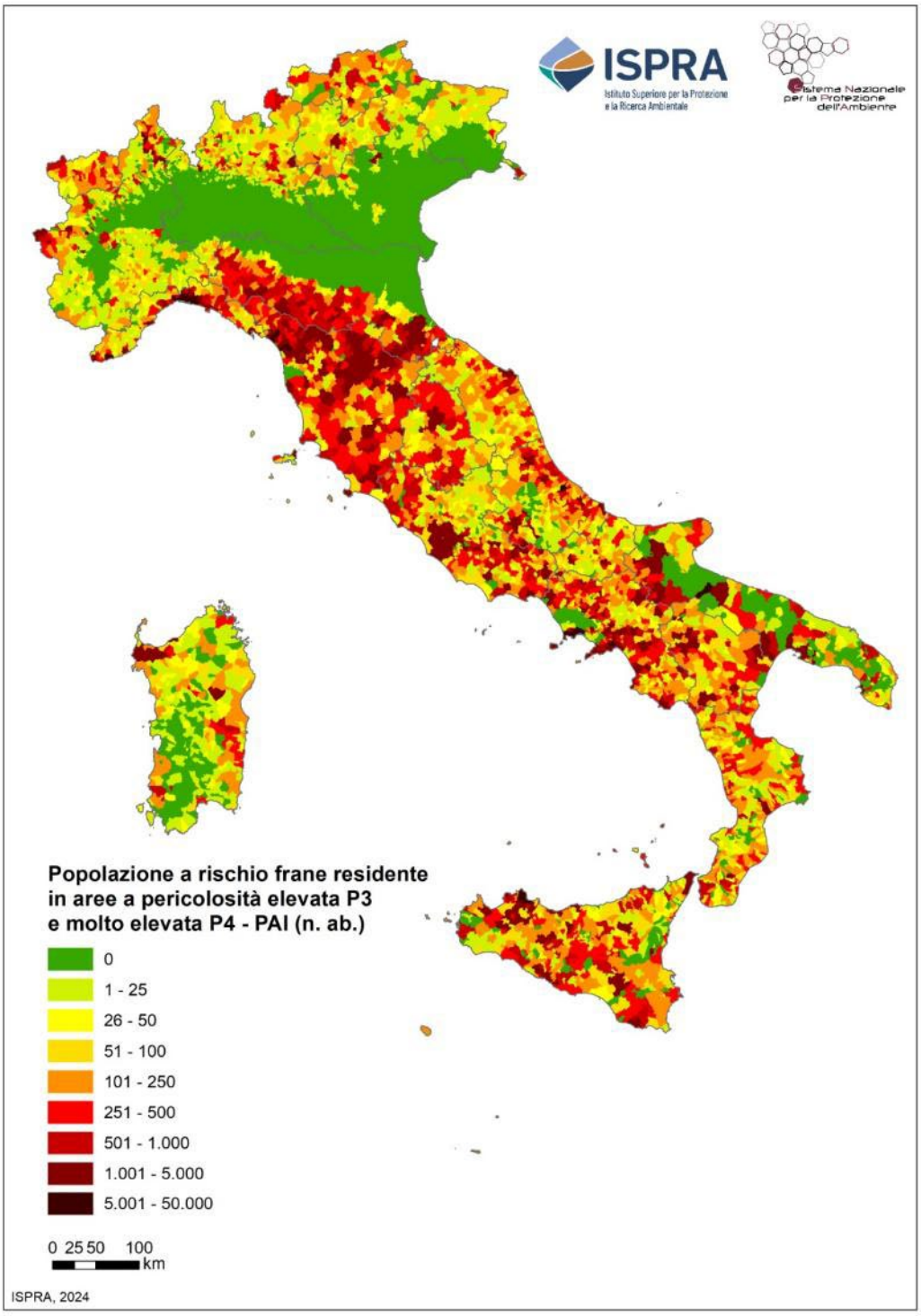


Figura 1.32 - Popolazione a rischio frane residente in aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 PAI su base comunale (n. ab.)[35] – elaborazione 2024

[35] I comuni ricadenti nella prima classe (numero di abitanti a rischio pari a 0) potrebbero avere rischio non nullo per la popolazione, per l'eventuale presenza di abitanti residenti in aree classificate a minore pericolosità.

Tabella 1.18 – Aree a pericolosità da frana PAI e popolazione a rischio su base sub-comunale per i comuni di Genova, Napoli e Palermo

Comune	COM_ASC1	TIPO_ASC1	DEN_ASC1	Area sub-comunale	Popolazione residente (Istat 2021)	Aree a pericolosità da frana PAI elevata e molto elevata	Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata
						P4 + P3	P4 + P3
				Km²	*n. ab.*	*Km²*	*n. ab.*
Genova	10025001	Municipio	Centro Est	7,65	86.590	0,61	1.169
Genova	10025002	Municipio	Centro Ovest	7,71	65.086	0,51	2.080
Genova	10025003	Municipio	Bassa Val Bisagno	7,92	69.122	1,16	3.787
Genova	10025004	Municipio	Media Val Bisagno	41,76	52.050	14,49	9.367
Genova	10025005	Municipio	Val Polcevera	33,22	57.542	8,98	4.406
Genova	10025006	Municipio	Medio Ponente	22,25	57.549	4,19	1.645
Genova	10025007	Municipio	Ponente	77,49	57.756	32,22	4.828
Genova	10025008	Municipio	Medio Levante	6,06	53.309	0,04	34
Genova	10025009	Municipio	Levante	36,60	62.199	12,85	2.833
Totale comune di Genova				**240,65**	**561.203**	**75,04**	**30.148**
Napoli	63049001	Municipalità	1	9,01	88.974	2,24	14.020
Napoli	63049002	Municipalità	2	4,22	94.460	0,46	7.247
Napoli	63049003	Municipalità	3	9,67	95.588	1,66	7.356
Napoli	63049004	Municipalità	4	9,85	90.651	0,11	226
Napoli	63049005	Municipalità	5	7,31	113.976	1,21	5.445
Napoli	63049006	Municipalità	6	20,02	94.473	0,02	9
Napoli	63049007	Municipalità	7	10,36	91.278	0,22	316
Napoli	63049008	Municipalità	8	17,54	73.015	1,87	1.079
Napoli	63049009	Municipalità	9	16,61	88.972	4,39	1.490
Napoli	63049010	Municipalità	10	14,65	89.755	2,57	5.203
Totale comune di Napoli				**119,24**	**921.142**	**14,75**	**42.390**
Palermo	82053001	Circoscrizione	Prima	2,52	26.810	0,00	0
Palermo	82053002	Circoscrizione	Seconda	21,49	69.331	2,97	228
Palermo	82053003	Circoscrizione	Terza	20,35	71.728	2,36	495
Palermo	82053004	Circoscrizione	Quarta	26,24	98.688	1,87	2.060
Palermo	82053005	Circoscrizione	Quinta	17,55	107.993	0,69	33
Palermo	82053006	Circoscrizione	Sesta	24,15	70.110	1,85	460
Palermo	82053007	Circoscrizione	Settima	33,09	74.066	8,67	2.630
Palermo	82053008	Circoscrizione	Ottava	15,28	116.713	2,11	67
Totale comune di Palermo				**160,67**	**635.439**	**20,52**	**5.974**

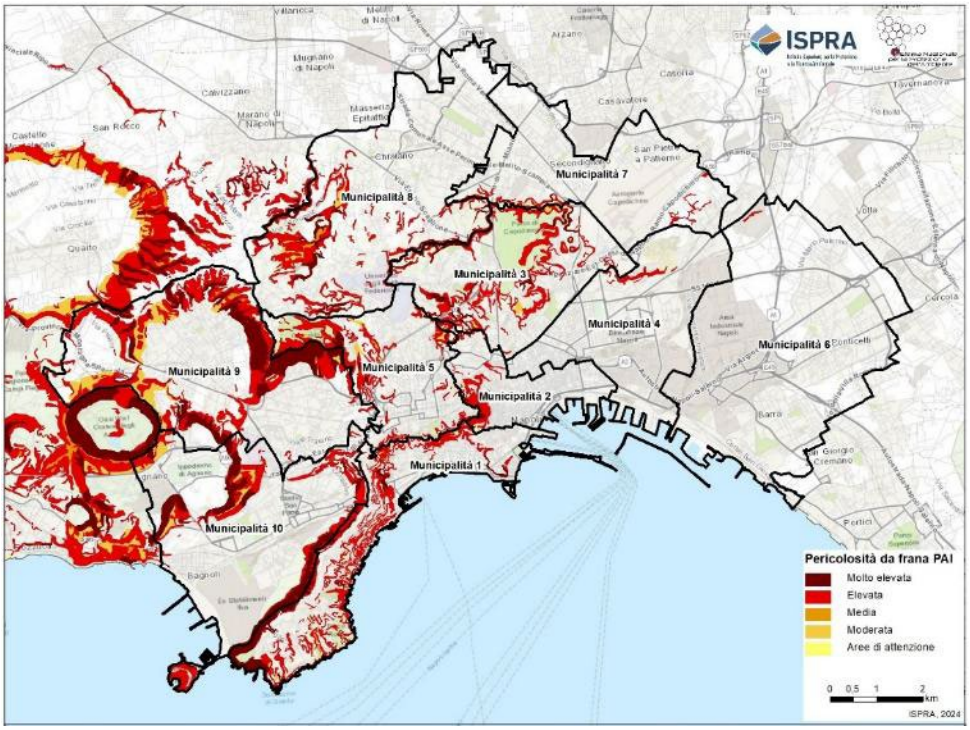


Figura 1.33 – Aree a pericolosità da frana PAI nelle Municipalità del Comune di Napoli

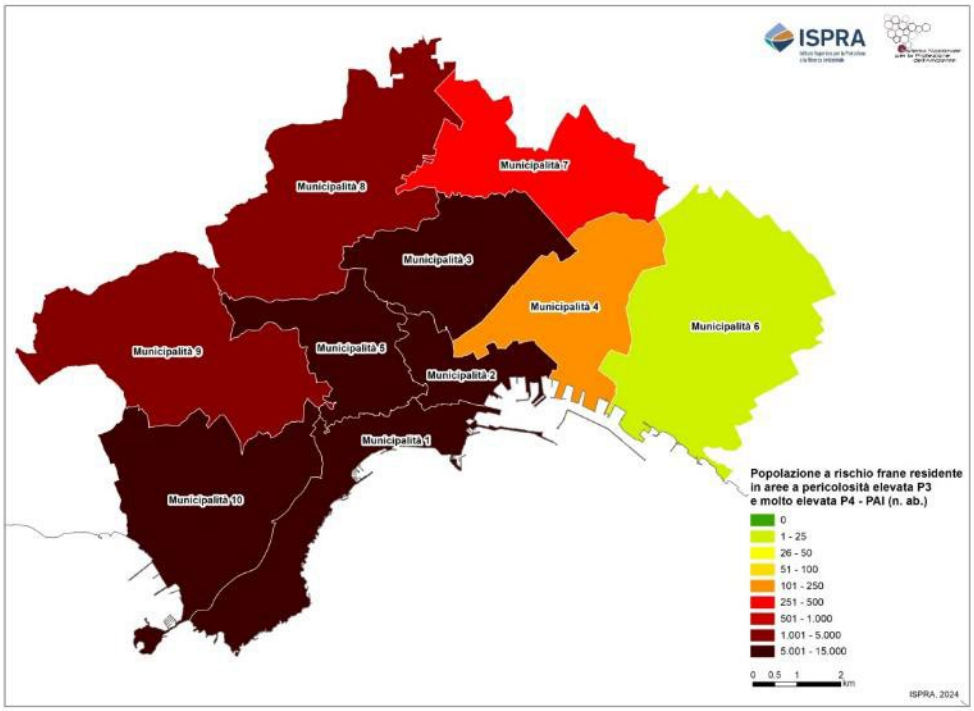


Figura 1.34 - Popolazione a rischio frane residente in aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 PAI nelle Municipalità del Comune di Napoli

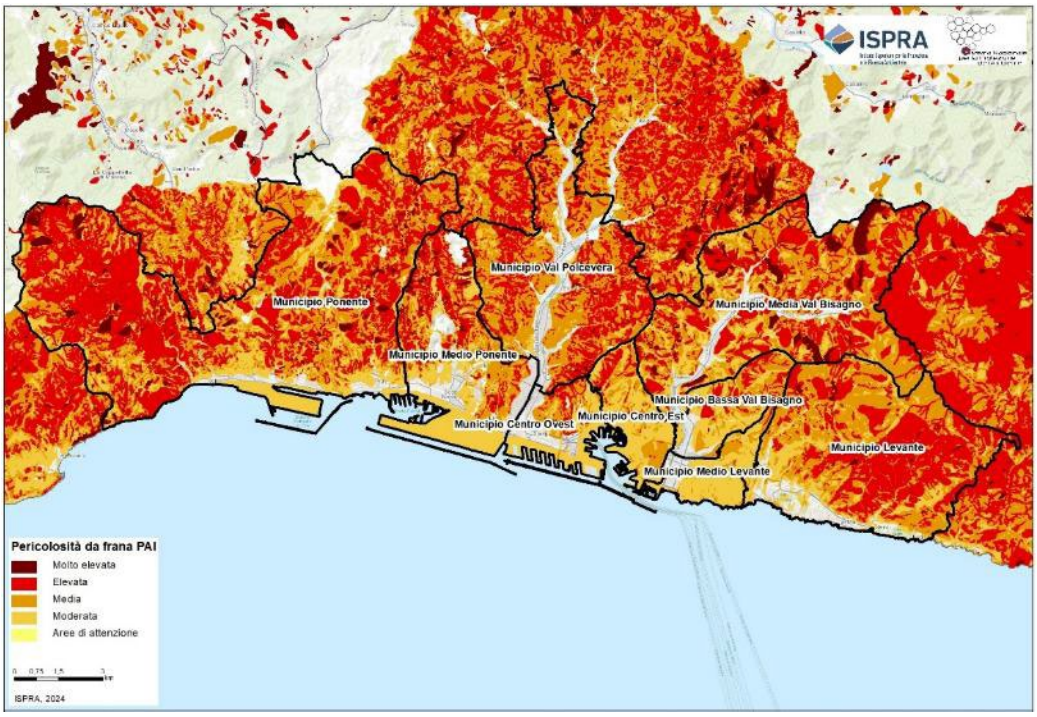


Figura 1.35 – Aree a pericolosità da frana PAI nei Municipi del Comune di Genova

Figura 1.36 - Popolazione a rischio frane residente in aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 PAI nei Municipi del Comune di Genova

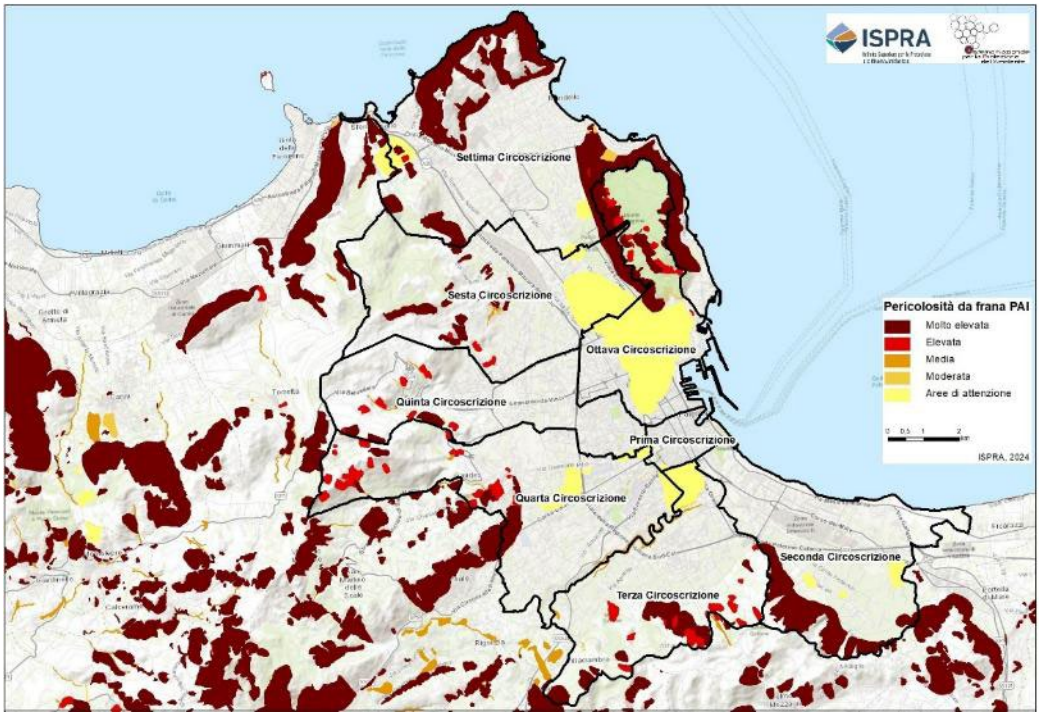


Figura 1.37 – Aree a pericolosità da frana PAI nelle Circoscrizioni del Comune di Palermo

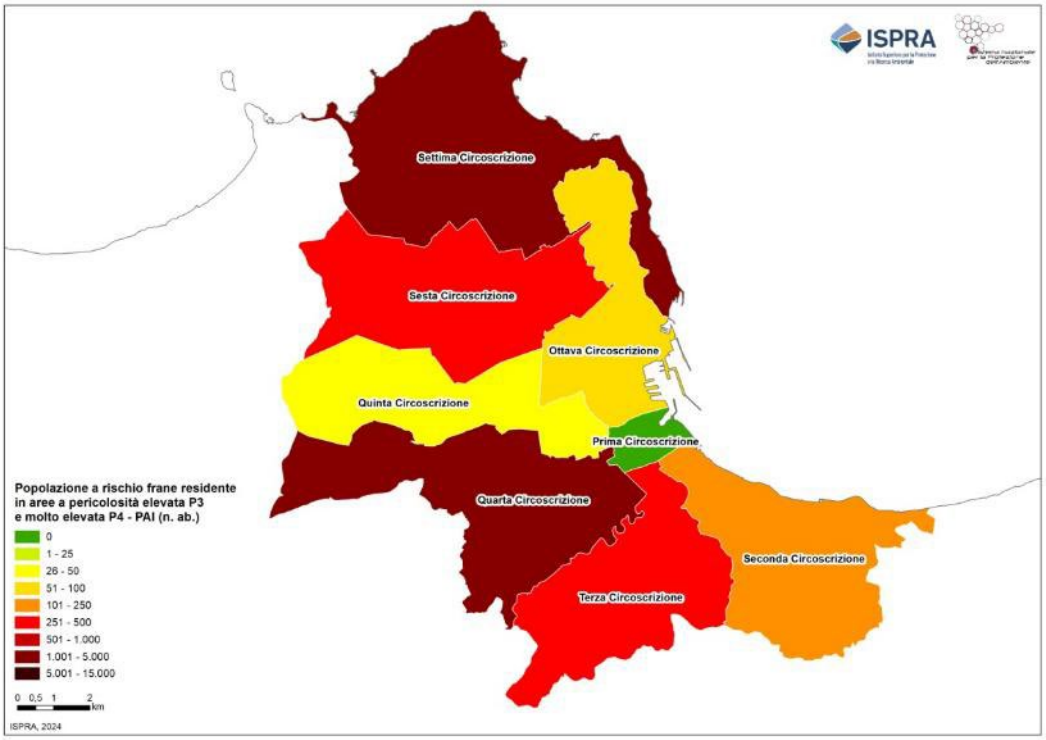


Figura 1.38 - Popolazione a rischio frane residente in aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 PAI nelle Circoscrizioni del Comune di Palermo

1.5.2.1 Stima della popolazione potenzialmente presente a rischio frane

La stima della popolazione potenzialmente presente esposta a rischio frane, elaborata in via sperimentale sulle sezioni di censimento (vedi metodologia al Par. 1.5.1) è stata restituita su base regionale, provinciale e comunale (Tabella 1.19, Tabella 1.20, Figura 1.39).

Tabella 1.19 – Stima sperimentale della popolazione potenzialmente presente a rischio frane nelle aree a pericolosità elevata e molto elevata su base regionale (n. ab.)

COD REG	Regione	Popolazione residente (Censimento Istat 2021)	Popolazione potenzialmente presente	Popolazione residente a rischio frane (P3+P4)	Stima della popolazione potenzialmente presente a rischio frane (P3+P4)
		n. ab.	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*
1	Piemonte	4.256.350	4.483.113	77.162	98.671
2	Valle D'Aosta	123.360	180.267	13.444	23.331
3	Lombardia	9.943.004	10.462.055	43.275	52.727
4	Trentino-Alto Adige	1.073.574	1.481.911	26.411	38.652
	Bolzano	532.616	756.127	16.270	23.457
	Trento	540.958	725.784	10.141	15.195
5	Veneto	4.847.745	5.710.468	6.184	9.380
6	Friuli Venezia Giulia	1.194.647	1.372.472	3.990	5.070
7	Liguria	1.509.227	1.693.352	105.840	116.365
8	Emilia-Romagna	4.425.366	5.010.925	82.312	90.200
9	Toscana	3.663.191	4.249.547	181.571	211.175
10	Umbria	858.812	956.316	18.028	20.301
11	Marche	1.487.150	1.708.858	28.359	31.245
12	Lazio	5.714.882	6.378.063	85.621	92.898
13	Abruzzo	1.275.950	1.411.066	64.677	69.073
14	Molise	292.150	305.510	17.327	17.657
15	Campania	5.624.420	5.943.265	264.044	301.846
16	Puglia	3.922.941	4.274.116	63.045	71.657
17	Basilicata	541.168	591.106	37.906	39.222
18	Calabria	1.855.454	2.050.073	51.609	54.674
19	Sicilia	4.833.329	5.311.183	93.498	101.850
20	Sardegna	1.587.413	1.819.319	20.657	23.907
	Totale Italia	**59.030.133**	**65.392.985**	**1.284.960**	**1.469.901**

Tabella 1.20 – Stima sperimentale della popolazione potenzialmente presente a rischio frane nelle aree a pericolosità elevata e molto elevata su base provinciale (n. ab.)

COD PRO	Provincia	Regione	Popolazione residente (Censimento Istat 2021)	Popolazione potenzialmente presente	Popolazione residente a rischio frane (P3+P4)	Stima della popolazione potenzialmente presente a rischio frane (P3+P4)
			n. ab.	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*
1	Torino	Piemonte	2.208.370	2.294.676	33.219	46.074
2	Vercelli	Piemonte	166.083	174.281	2.008	2.537
3	Novara	Piemonte	361.916	380.812	1.438	1.957
4	Cuneo	Piemonte	580.155	623.632	8.532	10.675
5	Asti	Piemonte	208.286	215.937	3.092	3.268
6	Alessandria	Piemonte	407.264	424.841	4.656	5.179
96	Biella	Piemonte	170.027	178.310	1.302	1.357
103	Verbano-Cusio-Ossola	Piemonte	154.249	190.624	22.915	27.624
7	Aosta	Valle D'Aosta	123.360	180.267	13.444	23.331
12	Varese	Lombardia	877.668	904.288	2.596	2.709
13	Como	Lombardia	594.941	631.901	5.613	7.032
14	Sondrio	Lombardia	178.784	215.273	5.702	7.785
15	Milano	Lombardia	3.214.630	3.427.800	29	30
16	Bergamo	Lombardia	1.102.997	1.143.310	9.076	10.208
17	Brescia	Lombardia	1.253.157	1.381.783	12.870	16.295
18	Pavia	Lombardia	534.506	545.689	1.914	2.280
19	Cremona	Lombardia	351.654	360.204	0	0
20	Mantova	Lombardia	404.476	415.037	0	0
97	Lecco	Lombardia	332.457	348.244	5.468	6.381
98	Lodi	Lombardia	227.327	227.047	0	0
108	Monza e della Brianza	Lombardia	870.407	861.479	7	7
21	Bolzano	Trentino-Alto Adige	532.616	756.127	16.270	23.457
22	Trento	Trentino-Alto Adige	540.958	725.784	10.141	15.195
23	Verona	Veneto	924.024	1.114.862	1.000	2.281
24	Vicenza	Veneto	852.139	906.095	2.569	2.631
25	Belluno	Veneto	198.676	256.564	2.155	3.999
26	Treviso	Veneto	877.890	920.089	188	194
27	Venezia	Veneto	836.916	1.258.537	0	0
28	Padova	Veneto	929.198	994.050	272	275
29	Rovigo	Veneto	228.902	260.271	0	0
30	Udine	Friuli Venezia Giulia	518.442	631.435	3.008	3.950
31	Gorizia	Friuli Venezia Giulia	137.899	166.211	33	33
32	Trieste	Friuli Venezia Giulia	228.833	251.017	646	708

continua

segue Tabella 1.20 – Stima sperimentale della popolazione potenzialmente presente a rischio frane nelle aree a pericolosità elevata e molto elevata su base provinciale (n. ab.)

COD PRO	Provincia	Regione	Popolazione residente (Censimento Istat 2021)	Popolazione potenzialmente presente	Popolazione residente a rischio frane (P3+P4)	Stima della popolazione potenzialmente presente a rischio frane (P3+P4)
			n. ab.	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*
93	Pordenone	Friuli Venezia Giulia	309.473	323.809	303	379
8	Imperia	Liguria	208.670	240.270	23.396	26.034
9	Savona	Liguria	268.038	330.114	10.499	12.870
10	Genova	Liguria	817.402	877.990	64.588	67.592
11	La Spezia	Liguria	215.117	244.978	7.357	9.869
33	Piacenza	Emilia-Romagna	283.435	295.789	6.834	7.587
34	Parma	Emilia-Romagna	448.916	482.092	12.988	13.675
35	Reggio nell'Emilia	Emilia-Romagna	525.586	546.798	10.365	11.790
36	Modena	Emilia-Romagna	701.751	745.534	10.679	12.843
37	Bologna	Emilia-Romagna	1.010.812	1.094.084	13.188	13.904
38	Ferrara	Emilia-Romagna	339.573	392.292	0	0
39	Ravenna	Emilia-Romagna	385.631	473.514	2.431	2.498
40	Forli'-Cesena	Emilia-Romagna	391.293	462.353	17.361	18.987
99	Rimini	Emilia-Romagna	338.369	518.469	8.466	8.916
45	Massa Carrara	Toscana	188.483	222.955	15.056	18.191
46	Lucca	Toscana	382.464	440.220	39.882	44.102
47	Pistoia	Toscana	289.414	310.125	10.665	13.017
48	Firenze	Toscana	987.260	1.111.621	47.180	50.731
49	Livorno	Toscana	327.262	452.119	7.532	10.967
50	Pisa	Toscana	417.041	465.462	11.576	13.218
51	Arezzo	Toscana	334.926	360.056	18.634	20.529
52	Siena	Toscana	261.209	315.637	13.612	18.147
53	Grosseto	Toscana	217.009	307.814	14.901	19.789
100	Prato	Toscana	258.123	263.538	2.533	2.484
54	Perugia	Umbria	640.482	719.834	12.888	14.658
55	Terni	Umbria	218.330	236.482	5.140	5.643
41	Pesaro e Urbino	Marche	349.818	400.729	5.149	5.558
42	Ancona	Marche	461.687	528.023	11.979	13.384
43	Macerata	Marche	304.986	342.487	5.675	6.152
44	Ascoli Piceno	Marche	202.365	233.766	2.700	2.942
109	Fermo	Marche	168.294	203.853	2.856	3.209
56	Viterbo	Lazio	308.737	343.294	13.866	15.360
57	Rieti	Lazio	151.143	162.621	3.674	4.104
58	Roma	Lazio	4.216.874	4.743.366	24.834	25.391
59	Latina	Lazio	567.439	624.457	10.310	11.503

continua

segue Tabella 1.20 – Stima sperimentale della popolazione potenzialmente presente a rischio frane nelle aree a pericolosità elevata e molto elevata su base provinciale (n. ab.)

COD PRO	Provincia	Regione	Popolazione residente (Censimento Istat 2021)	Popolazione potenzialmente presente	Popolazione residente a rischio frane (P3+P4)	Stima della popolazione potenzialmente presente a rischio frane (P3+P4)
			n. ab.	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*
60	Frosinone	Lazio	470.689	504.325	32.937	36.540
66	L'Aquila	Abruzzo	288.956	316.664	16.348	16.890
67	Teramo	Abruzzo	299.646	355.540	11.736	12.965
68	Pescara	Abruzzo	313.631	330.512	9.090	9.276
69	Chieti	Abruzzo	373.717	408.350	27.503	29.942
70	Campobasso	Molise	211.586	222.263	10.904	11.044
94	Isernia	Molise	80.564	83.247	6.423	6.613
61	Caserta	Campania	905.045	932.036	27.789	29.001
62	Benevento	Campania	265.055	271.332	19.378	19.209
63	Napoli	Campania	2.988.376	3.159.226	94.497	107.752
64	Avellino	Campania	401.451	406.916	33.555	33.534
65	Salerno	Campania	1.064.493	1.173.755	88.825	112.350
71	Foggia	Puglia	599.028	706.864	26.012	30.776
72	Bari	Puglia	1.226.784	1.292.800	2.913	3.245
73	Taranto	Puglia	559.892	592.130	14.248	14.997
74	Brindisi	Puglia	381.273	414.640	1.453	1.486
75	Lecce	Puglia	775.348	875.045	8.219	10.710
110	Barletta-Andria-Trani	Puglia	380.616	392.637	10.200	10.443
76	Potenza	Basilicata	349.616	370.455	29.259	30.357
77	Matera	Basilicata	191.552	220.651	8.647	8.865
78	Cosenza	Calabria	674.543	759.546	21.303	22.678
79	Catanzaro	Calabria	343.673	373.689	12.596	13.515
80	Reggio di Calabria	Calabria	522.127	545.450	12.615	12.901
101	Crotone	Calabria	163.553	181.231	2.921	3.012
102	Vibo Valentia	Calabria	151.558	190.157	2.174	2.568
81	Trapani	Sicilia	417.220	470.052	6.714	7.856
82	Palermo	Sicilia	1.208.991	1.326.750	40.907	44.123
83	Messina	Sicilia	603.229	679.676	14.651	16.743
84	Agrigento	Sicilia	415.887	451.889	9.589	10.194
85	Caltanissetta	Sicilia	251.715	268.951	3.630	3.688
86	Enna	Sicilia	156.730	163.327	5.192	5.410
87	Catania	Sicilia	1.077.515	1.164.868	7.592	8.036
88	Ragusa	Sicilia	316.142	358.264	3.130	3.549
89	Siracusa	Sicilia	385.900	427.406	2.093	2.251
90	Sassari	Sardegna	476.516	597.085	7.299	8.755
91	Nuoro	Sardegna	200.376	236.593	8.895	9.856
92	Cagliari	Sardegna	421.688	452.406	538	618
95	Oristano	Sardegna	151.655	164.407	701	821
111	Sud Sardegna	Sardegna	337.178	368.828	3.224	3.857
Totale Italia			**59.030.133**	**65.392.985**	**1.284.960**	**1.469.901**

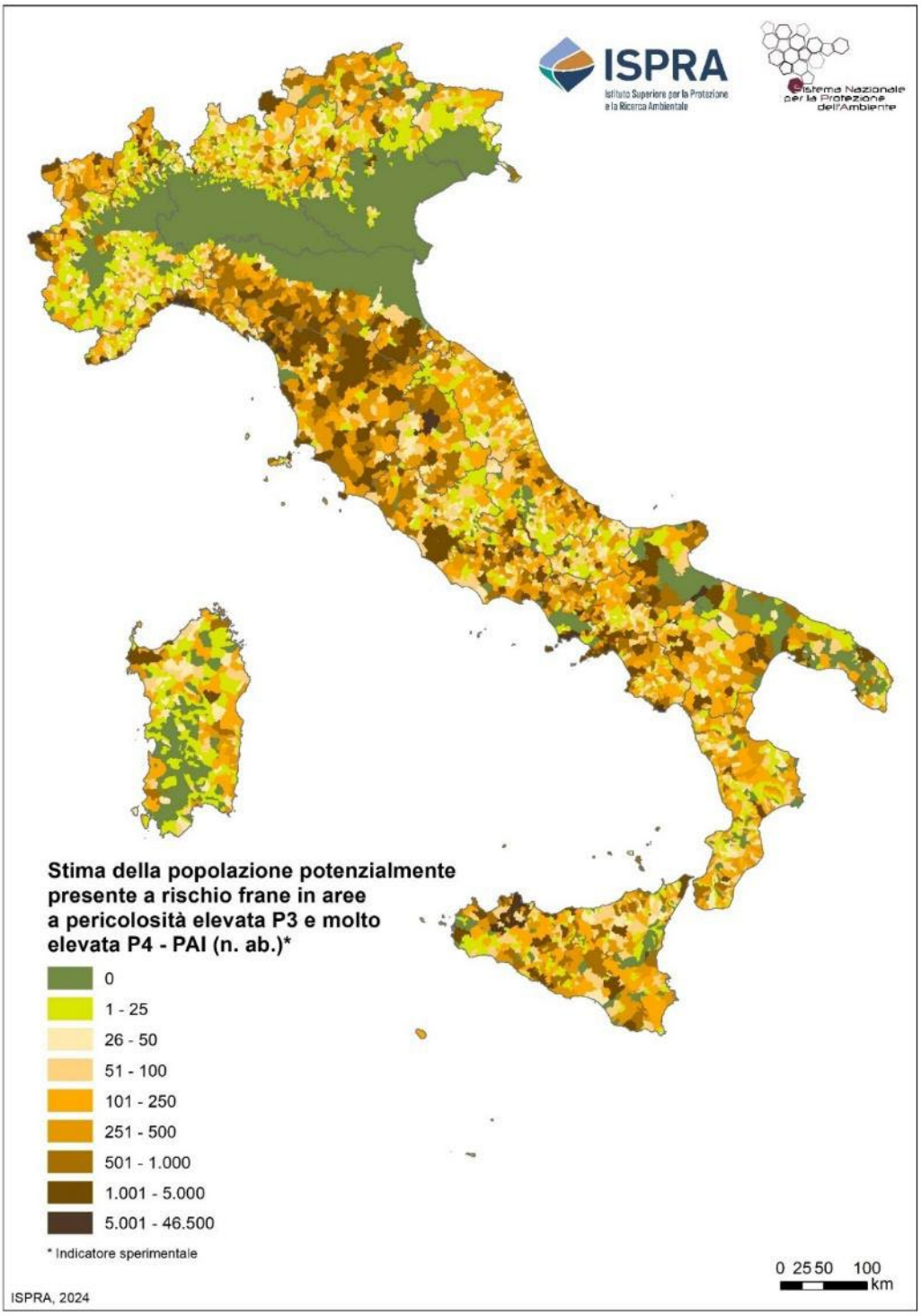


Figura 1.39 – Stima sperimentale della popolazione potenzialmente presente a rischio frane in aree a pericolosità elevata e molto elevata su base comunale (n. ab.)

La Tabella 1.21 riporta la stima della popolazione potenzialmente presente a rischio frane per i comuni con coefficiente territoriale di presenza maggiore di 4 e popolazione residente a rischio frane maggiore di 25 abitanti.

Tabella 1.21 – Stima sperimentale della popolazione potenzialmente presente a rischio frane per i comuni con coefficiente territoriale di presenza (rapporto popolazione presente potenziale massima / popolazione residente) maggiore di 4 e popolazione residente a rischio maggiore di 25 abitanti

Comune	Provincia	Popolazione residente (Censimento Istat 2021)	Popolazione presente non residente	Saldo pendolari per studio e lavoro	Capacità degli esercizi ricettivi	Popolazione potenzialmente presente	Coefficiente territoriale di presenza	Popolazione residente a rischio frane (P3+P4)	Stima della popolazione potenzialmente presente a rischio frane (P3+P4)
		n. ab.	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*	*n. ab.*		*n. ab.*	*n. ab.*
Valsavarenche	Aosta	166	26	-5	1.397	1.585	9,5	36	338
Limone sul Garda	Brescia	1.141	83	115	7.135	8.473	7,4	203	1.507
Campitello di Fassa	Trento	707	113	6	3.263	4.089	5,8	26	153
Sestriere	Torino	919	40	45	4.308	5.312	5,8	183	1.056
Gressoney-La-Trinité	Aosta	332	28	16	1.526	1.902	5,7	77	437
Mezzana	Trento	882	117	-6	3.796	4.790	5,4	45	243
Peschici	Foggia	4.305	0	16	16.480	20.801	4,8	578	2.792
Numana	Ancona	3.757	88	-14	14.061	17.893	4,8	111	527
Selva di Cadore	Belluno	493	0	5	1.841	2.339	4,7	74	349
Valgrisenche	Aosta	192	27	-4	696	910	4,7	32	150
Canazei	Trento	1.878	140	20	6.745	8.784	4,7	58	271
La Thuile	Aosta	816	34	16	2.877	3.743	4,6	91	420
Forni Avoltri	Udine	515	0	-2	1.836	2.349	4,6	62	283
Framura	La Spezia	599	18	-23	2.084	2.678	4,5	197	880
Saint-Oyen	Aosta	198	27	-13	649	861	4,3	73	317
Vieste	Foggia	13.434	196	90	43.002	56.722	4,2	233	986
Usseaux	Torino	178	39	-3	529	743	4,2	117	487
Pontechianale	Cuneo	187	39	2	550	778	4,2	67	277
Pragelato	Torino	735	40	-22	2.286	3.039	4,1	397	1.644
Molveno	Trento	1.097	122	-40	3.345	4.524	4,1	28	117
Bionaz	Aosta	218	27	-17	671	899	4,1	50	207
Malcesine	Verona	3.596	0	38	11.031	14.665	4,1	273	1.115

1.5.3 Famiglie a rischio frane

Le famiglie a rischio frane sono state stimate con la metodologia riportata nel Par. 1.5.1.

Su oltre 26,2 milioni di famiglie (Censimento Istat 2021), quelle a rischio frane sono quasi 2,6 milioni (9,8%), di cui oltre 213.000 in aree a pericolosità molto elevata P4, quasi 370.000 in aree a pericolosità elevata P3, quasi 780.000 in aree a pericolosità media P2, 914.000 in aree a pericolosità moderata P1 e quasi 303.000 in aree di attenzione (Figura 1.40).

Le famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana P3 e P4 sono pertanto oltre **582.000** pari al **2,2%** del totale (elaborazione v. 3.0 – dicembre 2024).

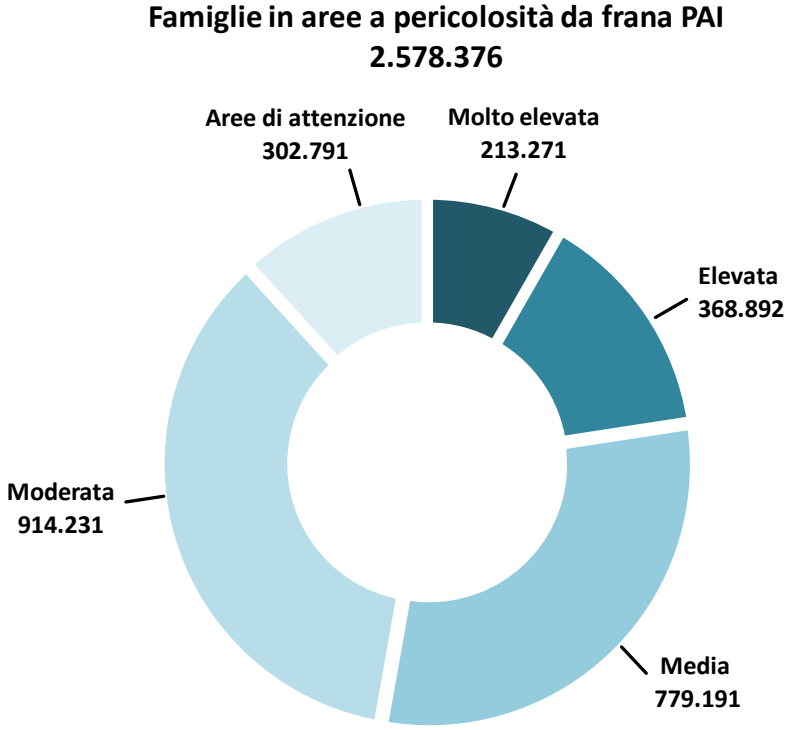


Figura 1.40 - Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana PAI in Italia – elaborazione 2024

Le regioni con numero più elevato di famiglie a rischio frane in aree P3 e P4 sono Campania, Toscana, Liguria e Sicilia, mentre i valori più elevati di percentuale rispetto al totale regionale si registrano in Valle d'Aosta, Basilicata, Liguria e Molise (Tabella 1.22, Figura 1.41).

Nelle province di Napoli, Salerno e Genova sono oltre 30.000 le famiglie a rischio frane (Tabella 1.25). I dati su base comunale sono riportati in Figura 1.42 e sono consultabili sulla piattaforma IdroGEO.

Il rapporto tra famiglie e popolazione a rischio è di 1: 2,2.

Tabella 1.22 - Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana PAI su base regionale – elaborazione 2024

COD REG	Regione	Famiglie (Istat 2021)	Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana				Famiglie a rischio in aree di attenzione	Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*	*n.*	*%*
1	Piemonte	2.001.951	15.657	21.643	32.862	0	0	37.300	1,9%	70.162	3,5%
2	Valle D'Aosta	60.468	2.132	4.437	23.665	0	0	6.569	10,9%	30.234	50,0%
3	Lombardia	4.492.423	8.158	11.552	134.925	0	0	19.710	0,4%	154.635	3,4%
4	Trentino-Alto Adige	469.907	2.411	8.871	20.023	32.838	0	11.282	2,4%	64.143	13,7%
	Bolzano	229.882	2.407	4.398	3.944	54	0	6.805	3,0%	10.803	4,7%
	Trento	240.025	4	4.473	16.079	32.784	0	4.477	1,9%	53.340	22,2%
5	Veneto	2.109.478	830	2.072	2.870	1.665	2.751	2.902	0,1%	10.188	0,5%
6	Friuli Venezia Giulia	564.743	782	1.254	900	547	46	2.036	0,4%	3.529	0,6%
7	Liguria	760.931	4.431	48.941	146.509	248.534	0	53.372	7,0%	448.415	58,9%
8	Emilia-Romagna	2.032.219	9.662	29.894	8.816	13.649	24.907	39.556	1,9%	86.928	4,3%
9	Toscana	1.662.574	16.001	67.051	157.992	275.798	2.536	83.052	5,0%	519.378	31,2%
10	Umbria	383.931	659	7.766	36.612	30.099	0	8.425	2,2%	75.136	19,6%
11	Marche	646.864	1.089	11.035	18.338	6.912	0	12.124	1,9%	37.374	5,8%
12	Lazio	2.630.892	31.704	7.622	4.590	4.381	59.708	39.326	1,5%	108.005	4,1%
13	Abruzzo	558.313	13.457	14.726	241	7.732	4.156	28.183	5,0%	40.312	7,2%
14	Molise	130.888	2.885	4.675	905	2.735	4.207	7.560	5,8%	15.407	11,8%
15	Campania	2.212.896	48.512	61.910	83.648	166.119	90.988	110.422	5,0%	451.177	20,4%
16	Puglia	1.635.899	7.734	20.374	22.732	76	479	28.108	1,7%	51.395	3,1%
17	Basilicata	237.160	8.092	9.151	10.479	5.637	9.124	17.243	7,3%	42.483	17,9%
18	Calabria	808.445	10.501	12.831	26.833	2.487	3.897	23.332	2,9%	56.549	7,0%
19	Sicilia	2.066.148	25.912	15.884	9.984	7.767	99.992	41.796	2,0%	159.539	7,7%
20	Sardegna	740.116	2.662	7.203	36.267	107.255	0	9.865	1,3%	153.387	20,7%
	Totale Italia	**26.206.246**	**213.271**	**368.892**	**779.191**	**914.231**	**302.791**	**582.163**	**2,2%**	**2.578.376**	**9,8%**

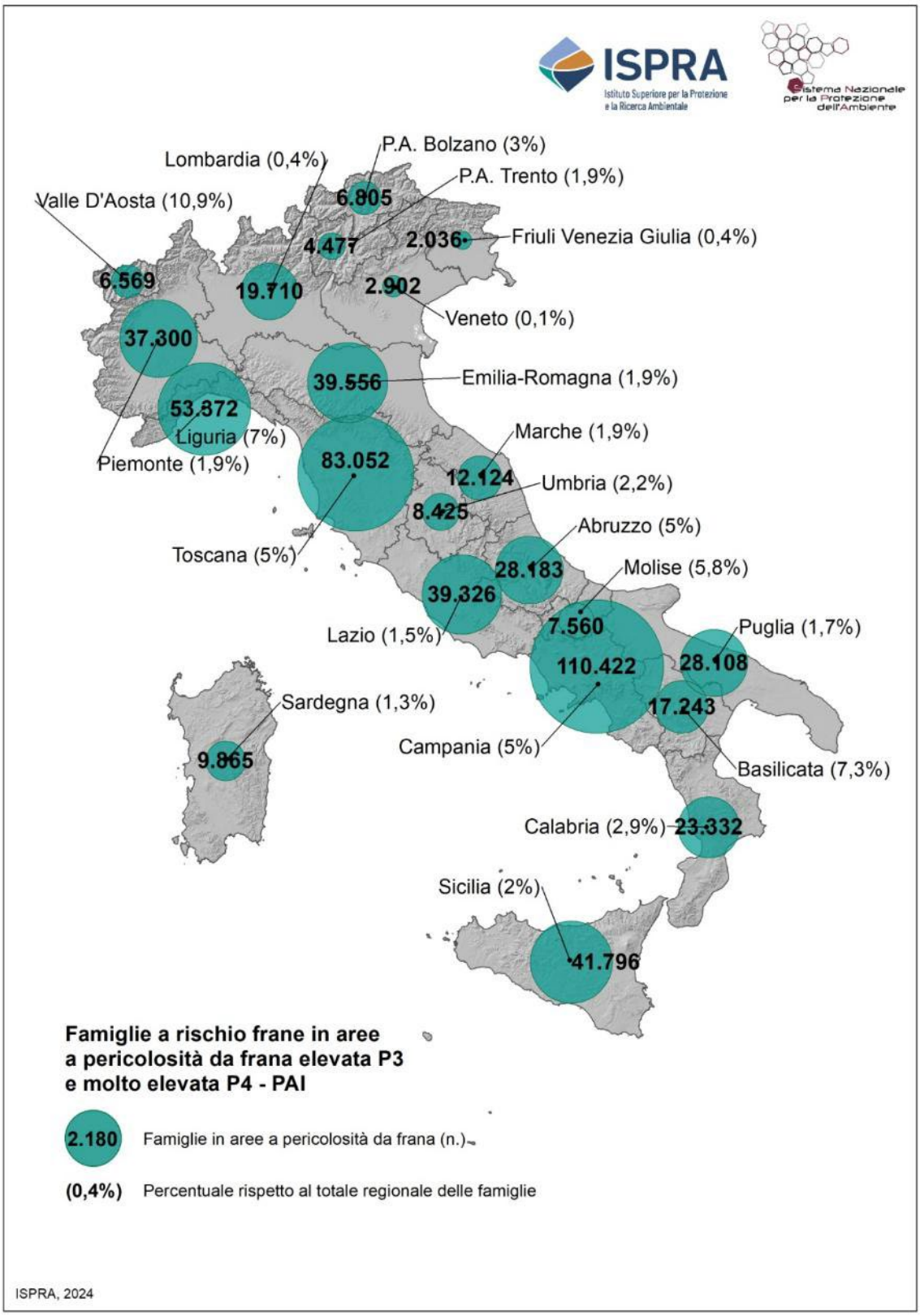


Figura 1.41 – Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata PAI su base regionale – elaborazione 2024

Tabella 1.23 - Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana PAI per Macroaree geografiche - elaborazione 2024

Macroaree geografiche		Famiglie (Istat 2021)	Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana				Famiglie a rischio in aree di attenzione	Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*	*n.*	*%*
Nord-ovest	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Liguria	7.315.773	30.378	86.573	337.961	248.534	0	116.951	1,6%	703.446	9,6%
Nord-est	Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna	5.176.347	13.685	42.091	32.609	48.699	27.704	55.776	1,1%	164.788	3,2%
Centro	Toscana, Umbria, Marche, Lazio	5.324.261	49.453	93.474	217.532	317.190	62.244	142.927	2,7%	739.893	13,9%
Sud	Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria	5.583.601	91.181	123.667	144.838	184.786	112.851	214.848	3,8%	657.323	11,8%
Isole	Sicilia, Sardegna	2.806.264	28.574	23.087	46.251	115.022	99.992	51.661	1,8%	312.926	11,2%
Totale Italia		**26.206.246**	**213.271**	**368.892**	**779.191**	**914.231**	**302.791**	**582.163**	**2,2%**	**2.578.376**	**9,8%**
Centro-Nord	Centro, Nord-ovest, Nord-est	17.816.381	93.516	222.138	588.102	614.423	89.948	315.654	1,8%	1.608.127	9,0%
Mezzogiorno	Sud, Isole	8.389.865	119.755	146.754	191.089	299.808	212.843	266.509	3,2%	970.249	11,6%
Totale Italia		**26.206.246**	**213.271**	**368.892**	**779.191**	**914.231**	**302.791**	**582.163**	**2,2%**	**2.578.376**	**9,8%**

Tabella 1.24 - Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana PAI per ripartizione Fondi strutturali 2021-2027 – elaborazione 2024

Fondi strutturali 2021-2027		Famiglie (Istat 2021)	Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana				Famiglie a rischio in aree di attenzione	Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*	*n.*	*%*
Regioni più sviluppate	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Provincia Autonoma di Trento, Provincia Autonoma di Bolzano, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Lazio	16.785.586	91.768	203.337	533.152	577.412	89.948	295.105	1,8%	1.495.617	8,9%
Regioni in transizione	Umbria, Marche, Abruzzo	1.589.108	15.205	33.527	55.191	44.743	4.156	48.732	3,1%	152.822	9,6%
Regioni meno sviluppate	Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna	7.831.552	106.298	132.028	190.848	292.076	208.687	238.326	3,0%	929.937	11,9%
Totale Italia		**26.206.246**	**213.271**	**368.892**	**779.191**	**914.231**	**302.791**	**582.163**	**2,2%**	**2.578.376**	**9,8%**

Tabella 1.25 – Famiglie a rischio frane su base provinciale – elaborazione 2024

COD PRO	Provincia	Regione	Famiglie (Istat 2021)	Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana				Famiglie a rischio in aree di attenzione	Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*
1	Torino	Piemonte	1.052.777	7.022	9.311	9.585	0	0	16.333	1,6%
2	Vercelli	Piemonte	77.705	281	746	380	0	0	1.027	1,3%
3	Novara	Piemonte	163.549	374	318	1.199	0	0	692	0,4%
4	Cuneo	Piemonte	260.059	1.677	2.339	3.849	0	0	4.016	1,5%
5	Asti	Piemonte	95.528	550	866	39	0	0	1.416	1,5%
6	Alessandria	Piemonte	197.081	1.066	1.361	26	0	0	2.427	1,2%
96	Biella	Piemonte	81.445	119	508	871	0	0	627	0,8%
103	Verbano-Cusio-Ossola	Piemonte	73.807	4.568	6.194	16.913	0	0	10.762	14,6%
7	Aosta	Valle D'Aosta	60.468	2.132	4.437	23.665	0	0	6.569	10,9%
12	Varese	Lombardia	388.352	627	547	7.573	0	0	1.174	0,3%
13	Como	Lombardia	262.648	1.224	1.401	10.776	0	0	2.625	1,0%
14	Sondrio	Lombardia	80.000	1.092	1.377	44.701	0	0	2.469	3,1%
15	Milano	Lombardia	1.543.973	13	0	0	0	0	13	0,0%
16	Bergamo	Lombardia	473.846	1.504	2.633	13.639	0	0	4.137	0,9%
17	Brescia	Lombardia	545.421	2.548	3.299	33.078	0	0	5.847	1,1%
18	Pavia	Lombardia	246.439	288	676	1.567	0	0	964	0,4%
19	Cremona	Lombardia	153.574	0	0	0	0	0	0	0,0%
20	Mantova	Lombardia	172.954	0	0	0	0	0	0	0,0%
97	Lecco	Lombardia	145.726	860	1.618	23.591	0	0	2.478	1,7%
98	Lodi	Lombardia	98.197	0	0	0	0	0	0	0,0%
108	Monza e della Brianza	Lombardia	381.293	2	1	0	0	0	3	0,0%
21	Bolzano	Trentino-Alto Adige	229.882	2.407	4.398	3.944	54	0	6.805	3,0%
22	Trento	Trentino-Alto Adige	240.025	4	4.473	16.079	32.784	0	4.477	1,9%
23	Verona	Veneto	400.723	206	240	315	41	0	446	0,1%
24	Vicenza	Veneto	365.498	408	769	495	161	816	1.177	0,3%
25	Belluno	Veneto	93.752	191	882	1.864	1.126	1.482	1.073	1,1%
26	Treviso	Veneto	368.762	23	62	29	318	209	85	0,0%
27	Venezia	Veneto	378.428	0	0	0	0	0	0	0,0%
28	Padova	Veneto	400.290	2	119	167	19	244	121	0,0%
29	Rovigo	Veneto	102.025	0	0	0	0	0	0	0,0%
30	Udine	Friuli Venezia Giulia	243.457	680	825	819	160	0	1.505	0,6%
31	Gorizia	Friuli Venezia Giulia	66.309	0	13	10	0	0	13	0,0%
32	Trieste	Friuli Venezia Giulia	119.346	26	335	57	88	0	361	0,3%

continua

segue Tabella 1.25 – Famiglie a rischio frane su base provinciale – elaborazione 2024

COD PRO	Provincia	Regione	Famiglie (Istat 2021)	Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana				Famiglie a rischio in aree di attenzione	Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*
93	Pordenone	Friuli Venezia Giulia	135.631	76	81	14	299	46	157	0,1%
8	Imperia	Liguria	103.256	502	11.130	35.807	20.822	0	11.632	11,3%
9	Savona	Liguria	136.292	377	4.874	19.254	22.802	0	5.251	3,9%
10	Genova	Liguria	418.096	2.757	29.996	75.808	167.964	0	32.753	7,8%
11	La Spezia	Liguria	103.287	795	2.941	15.640	36.946	0	3.736	3,6%
33	Piacenza	Emilia-Romagna	130.337	585	3.241	714	0	0	3.826	2,9%
34	Parma	Emilia-Romagna	205.702	1.369	5.220	1.952	0	0	6.589	3,2%
35	Reggio nell'Emilia	Emilia-Romagna	229.912	1.093	3.778	372	0	0	4.871	2,1%
36	Modena	Emilia-Romagna	308.600	1.007	4.292	1.497	1.005	186	5.299	1,7%
37	Bologna	Emilia-Romagna	492.822	770	5.570	1.712	11.130	24.249	6.340	1,3%
38	Ferrara	Emilia-Romagna	161.544	0	0	0	0	0	0	0,0%
39	Ravenna	Emilia-Romagna	179.575	244	870	227	59	472	1.114	0,6%
40	Forlì-Cesena	Emilia-Romagna	173.429	3.541	4.153	2.174	1.455	0	7.694	4,4%
99	Rimini	Emilia-Romagna	150.298	1.053	2.770	168	0	0	3.823	2,5%
45	Massa Carrara	Toscana	87.818	2.040	5.110	10.580	6.673	0	7.150	8,1%
46	Lucca	Toscana	171.240	2.650	15.148	12.861	16.618	0	17.798	10,4%
47	Pistoia	Toscana	126.724	375	4.705	12.677	11.084	1.105	5.080	4,0%
48	Firenze	Toscana	456.078	4.659	16.203	58.386	63.074	1.321	20.862	4,6%
49	Livorno	Toscana	155.340	563	3.076	7.461	27.495	0	3.639	2,3%
50	Pisa	Toscana	187.299	1.283	4.027	7.009	32.235	0	5.310	2,8%
51	Arezzo	Toscana	147.521	1.404	7.033	19.875	29.923	0	8.437	5,7%
52	Siena	Toscana	119.737	1.408	4.946	11.842	61.047	0	6.354	5,3%
53	Grosseto	Toscana	104.127	1.472	5.848	8.998	22.788	0	7.320	7,0%
100	Prato	Toscana	106.690	147	955	8.303	4.861	110	1.102	1,0%
54	Perugia	Umbria	281.962	306	5.732	30.008	29.799	0	6.038	2,1%
55	Terni	Umbria	101.969	353	2.034	6.604	300	0	2.387	2,3%
41	Pesaro e Urbino	Marche	151.923	445	1.775	2.216	978	0	2.220	1,5%
42	Ancona	Marche	205.395	111	5.046	4.815	1.363	0	5.157	2,5%
43	Macerata	Marche	130.449	158	2.208	6.495	1.560	0	2.366	1,8%
44	Ascoli Piceno	Marche	87.082	272	879	1.761	555	0	1.151	1,3%
109	Fermo	Marche	72.015	103	1.127	3.051	2.456	0	1.230	1,7%
56	Viterbo	Lazio	142.726	4.863	2.031	234	425	1.219	6.894	4,8%
57	Rieti	Lazio	71.368	677	1.187	347	446	0	1.864	2,6%
58	Roma	Lazio	1.972.311	8.145	3.235	1.064	2.032	18.782	11.380	0,6%
59	Latina	Lazio	241.964	4.223	294	263	129	3.856	4.517	1,9%

continua

segue Tabella 1.25 – Famiglie a rischio franesu base provinciale – elaborazione 2024

COD PRO	Provincia	Regione	Famiglie (Istat 2021)	Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana				Famiglie a rischio in aree di attenzione	Famiglie a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*
60	Frosinone	Lazio	202.523	13.796	875	2.682	1.349	35.851	14.671	7,2%
66	L'Aquila	Abruzzo	130.357	5.492	1.824	148	1.438	4.156	7.316	5,6%
67	Teramo	Abruzzo	129.156	1.731	3.134	93	1.356	0	4.865	3,8%
68	Pescara	Abruzzo	136.014	1.496	2.330	0	1.896	0	3.826	2,8%
69	Chieti	Abruzzo	162.786	4.738	7.438	0	3.042	0	12.176	7,5%
70	Campobasso	Molise	94.973	472	4.239	163	2.398	1.475	4.711	5,0%
94	Isernia	Molise	35.915	2.413	436	742	337	2.732	2.849	7,9%
61	Caserta	Campania	358.621	11.080	488	630	167	19.545	11.568	3,2%
62	Benevento	Campania	112.487	6.146	2.131	3.837	1.377	17.470	8.277	7,4%
63	Napoli	Campania	1.140.332	11.027	27.600	13.053	44.727	285	38.627	3,4%
64	Avellino	Campania	168.604	9.632	4.531	6.910	6.926	26.251	14.163	8,4%
65	Salerno	Campania	432.852	10.627	27.160	59.218	112.922	27.437	37.787	8,7%
71	Foggia	Puglia	248.993	2.930	9.068	18.118	68	479	11.998	4,8%
72	Bari	Puglia	502.464	551	695	708	7	0	1.246	0,2%
73	Taranto	Puglia	237.027	2.495	3.549	2.085	1	0	6.044	2,5%
74	Brindisi	Puglia	162.002	60	646	13	0	0	706	0,4%
75	Lecce	Puglia	336.897	531	3.312	177	0	0	3.843	1,1%
110	Barletta-Andria-Trani	Puglia	148.516	1.167	3.104	1.631	0	0	4.271	2,9%
76	Potenza	Basilicata	153.206	5.036	8.341	8.205	5.266	9.124	13.377	8,7%
77	Matera	Basilicata	83.954	3.056	810	2.274	371	0	3.866	4,6%
78	Cosenza	Calabria	303.056	3.892	6.026	13.614	1.740	744	9.918	3,3%
79	Catanzaro	Calabria	149.519	3.096	2.617	7.061	464	1.037	5.713	3,8%
80	Reggio di Calabria	Calabria	221.734	2.706	2.734	4.146	226	547	5.440	2,5%
101	Crotone	Calabria	69.659	486	816	687	12	1.457	1.302	1,9%
102	Vibo Valentia	Calabria	64.477	321	638	1.325	45	112	959	1,5%
81	Trapani	Sicilia	183.834	2.470	582	427	282	5.543	3.052	1,7%
82	Palermo	Sicilia	503.257	14.289	3.162	2.341	3.926	57.168	17.451	3,5%
83	Messina	Sicilia	276.107	3.275	3.831	2.618	768	22.319	7.106	2,6%
84	Agrigento	Sicilia	175.495	1.490	2.879	2.173	1.357	5.951	4.369	2,5%
85	Caltanissetta	Sicilia	106.063	697	957	538	103	2.464	1.654	1,6%
86	Enna	Sicilia	69.166	1.607	822	394	235	828	2.429	3,5%
87	Catania	Sicilia	454.512	516	2.897	1.016	277	2.210	3.413	0,8%
88	Ragusa	Sicilia	131.641	999	393	396	749	485	1.392	1,1%
89	Siracusa	Sicilia	166.073	569	361	81	70	3.024	930	0,6%
90	Sassari	Sardegna	226.760	937	2.550	11.685	36.967	0	3.487	1,5%
91	Nuoro	Sardegna	93.530	952	3.286	18.037	39.234	0	4.238	4,5%
92	Cagliari	Sardegna	198.866	72	188	794	1.690	0	260	0,1%
95	Oristano	Sardegna	68.745	60	280	1.749	5.688	0	340	0,5%
111	Sud Sardegna	Sardegna	152.215	641	899	4.002	23.676	0	1.540	1,0%
Totale Italia			**26.206.246**	**213.271**	**368.892**	**779.191**	**914.231**	**302.791**	**582.163**	**2,2%**

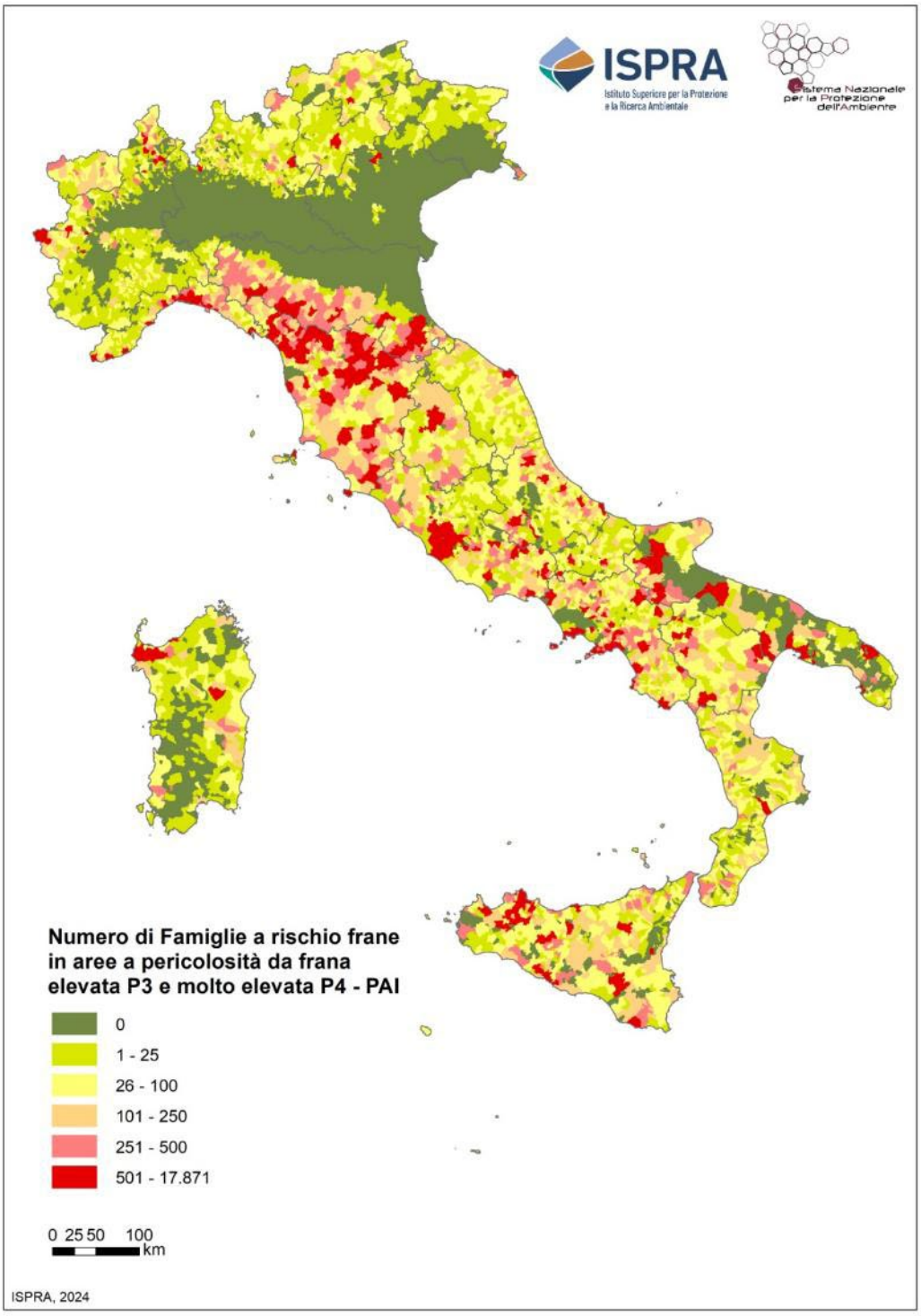


Figura 1.42 - Famiglie a rischio frane in aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 PAI su base comunale (n.) – elaborazione 2024

1.5.4 Edifici a rischio frane

Gli edifici a rischio frane sono stati stimati con la metodologia riportata nel Par. 1.5.1.

Su un totale di 18,4 milioni di edifici (DataBase di Sintesi Nazionale, IGMI), quelli a rischio frane sono oltre 2,6 milioni (14,2%), di cui oltre 243.000 in aree a pericolosità molto elevata P4, quasi 499.000 in aree a pericolosità elevata P3, oltre 838.000 in aree a pericolosità media P2, oltre 768.000 in aree a pericolosità moderata P1 e 273.000 in aree di attenzione (Figura 1.43).

Gli edifici a rischio in aree a pericolosità da frana P3 e P4 sono pertanto oltre **742.000** pari al **4%** del totale (elaborazione v. 3.0).

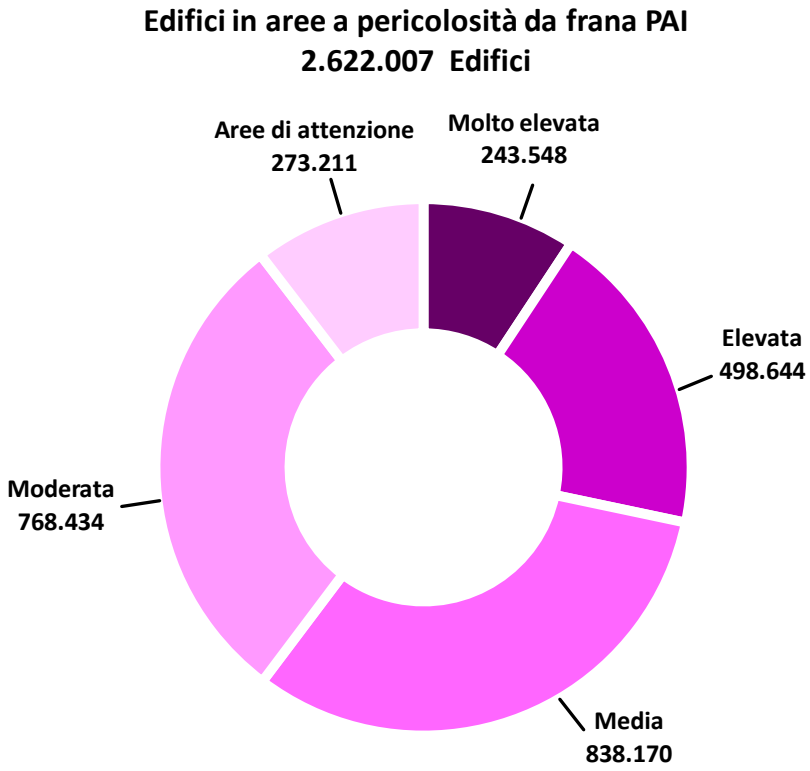


Figura 1.43 - Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana PAI in Italia

Le regioni con numero più elevato di edifici a rischio frane in aree P3 e P4 sono Toscana, Emilia-Romagna, Piemonte e Campania, mentre i valori più elevati di percentuale rispetto al totale regionale si registrano in Valle d'Aosta, Liguria, Campania, Toscana e Abruzzo (Tabella 1.26, Figura 1.44).

Su base provinciale, le province di Torino, Lucca, Salerno e Genova presentano il numero più elevato di edifici a rischio frane (Tabella 1.29). I dati su base comunale sono riportati in Figura 1.45 e sono consultabili sulla piattaforma IdroGEO.

Tabella 1.26 – Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana PAI su base regionale

COD REG	Regione	Edifici (DBSN)	Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana				Edifici a rischio in aree di attenzione	Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*	*n.*	*%*
1	Piemonte	2.105.732	40.148	52.719	49.132	1	0	92.867	4,4%	142.000	6,7%
2	Valle D'Aosta	59.374	3.671	9.737	31.617	0	0	13.408	22,6%	45.025	75,8%
3	Lombardia	2.167.002	8.118	16.511	118.380	1	0	24.629	1,1%	143.010	6,6%
4	Trentino-Alto Adige	289.037	1.849	8.224	18.420	22.436	0	10.073	3,5%	50.929	17,6%
	Bolzano	152.331	1.838	4.990	5.058	91	0	6.828	4,5%	11.977	7,9%
	Trento	136.706	11	3.234	13.362	22.345	0	3.245	2,4%	38.952	28,5%
5	Veneto	2.045.520	1.501	4.132	4.914	2.190	4.870	5.633	0,3%	17.607	0,9%
6	Friuli Venezia Giulia	512.145	1.335	1.941	1.622	746	100	3.276	0,6%	5.744	1,1%
7	Liguria	424.289	7.261	53.194	128.147	110.728	0	60.455	14,2%	299.330	70,5%
8	Emilia-Romagna	1.758.563	18.944	80.111	16.923	17.820	29.212	99.055	5,6%	163.010	9,3%
9	Toscana	1.588.740	20.683	108.605	232.300	345.575	5.626	129.288	8,1%	712.789	44,9%
10	Umbria	453.647	1.256	12.455	37.993	30.995	0	13.711	3,0%	82.699	18,2%
11	Marche	432.502	1.074	10.533	15.063	5.227	0	11.607	2,7%	31.897	7,4%
12	Lazio	1.065.104	27.559	6.903	5.805	4.045	61.387	34.462	3,2%	105.699	9,9%
13	Abruzzo	522.851	15.572	23.147	544	9.844	5.120	38.719	7,4%	54.227	10,4%
14	Molise	232.159	6.439	10.543	2.495	6.660	12.680	16.982	7,3%	38.817	16,7%
15	Campania	958.972	39.959	48.125	75.643	102.935	110.399	88.084	9,2%	377.061	39,3%
16	Puglia	1.001.741	5.455	11.825	21.656	147	664	17.280	1,7%	39.747	4,0%
17	Basilicata	189.966	7.051	6.839	7.533	4.820	14.071	13.890	7,3%	40.314	21,2%
18	Calabria	741.072	11.660	13.922	26.254	1.815	2.254	25.582	3,5%	55.905	7,5%
19	Sicilia	1.279.123	21.123	9.938	9.241	6.497	26.828	31.061	2,4%	73.627	5,8%
20	Sardegna	596.291	2.890	9.240	34.488	95.952	0	12.130	2,0%	142.570	23,9%
	Totale Italia	**18.423.830**	**243.548**	**498.644**	**838.170**	**768.434**	**273.211**	**742.192**	**4,0%**	**2.622.007**	**14,2%**

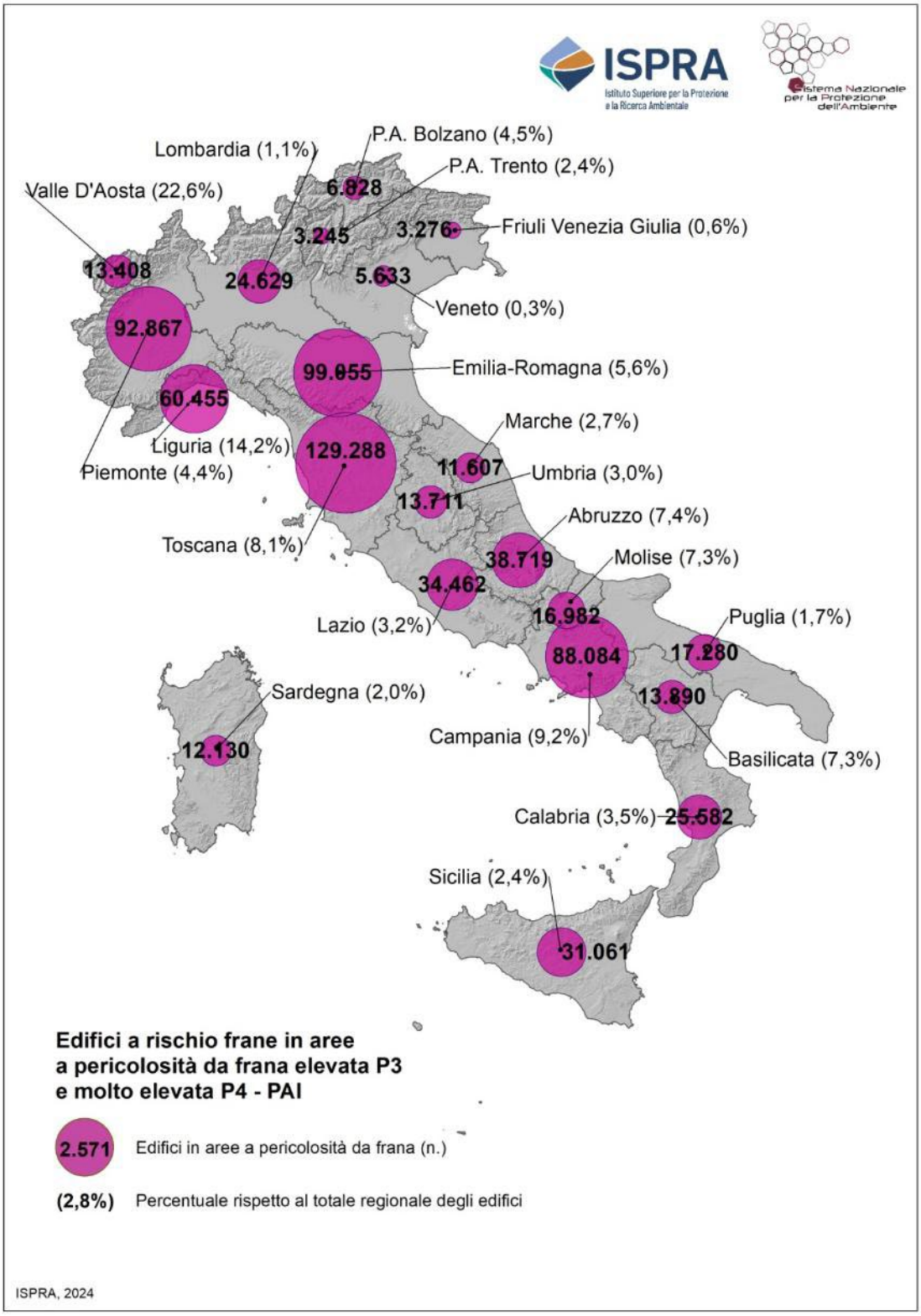


Figura 1.44 - Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata PAI su base regionale

Tabella 1.27 – Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana PAI per Macroaree geografiche

Macroaree geografiche		Edifici (DBSN)	Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana				Edifici a rischio in aree di attenzione	Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*	*n.*	*%*
Nord-ovest	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Liguria	4.756.397	59.198	132.161	327.276	110.730	0	191.359	4,0%	629.365	13,2%
Nord-est	Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna	4.605.265	23.629	94.408	41.879	43.192	34.182	118.037	2,6%	237.290	5,2%
Centro	Toscana, Umbria, Marche, Lazio	3.539.993	50.572	138.496	291.161	385.842	67.013	189.068	5,3%	933.084	26,4%
Sud	Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria	3.646.761	86.136	114.401	134.125	126.221	145.188	200.537	5,5%	606.071	16,6%
Isole	Sicilia, Sardegna	1.875.414	24.013	19.178	43.729	102.449	26.828	43.191	2,3%	216.197	11,5%
Totale Italia		**18.423.830**	**243.548**	**498.644**	**838.170**	**768.434**	**273.211**	**742.192**	**4,0%**	**2.622.007**	**14,2%**
Centro-Nord	Centro, Nord-ovest, Nord-est	12.901.655	133.399	365.065	660.316	539.764	101.195	498.464	3,9%	1.799.739	13,9%
Mezzogiorno	Sud, Isole	5.522.175	110.149	133.579	177.854	228.670	172.016	243.728	4,4%	822.268	14,9%
Totale Italia		**18.423.830**	**243.548**	**498.644**	**838.170**	**768.434**	**273.211**	**742.192**	**4,0%**	**2.622.007**	**14,2%**

Tabella 1.28 – Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana PAI per ripartizione Fondi strutturali 2021-2027

Fondi strutturali 2021-2027		Edifici (DBSN)	Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana				Edifici a rischio in aree di attenzione	Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*	*n.*	*%*
Regioni più sviluppate	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Provincia Autonoma di Trento, Provincia Autonoma di Bolzano, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Lazio	12.015.506	131.069	342.077	607.260	503.542	101.195	473.146	3,9%	1.685.143	14,0%
Regioni in transizione	Umbria, Marche, Abruzzo	1.409.000	17.902	46.135	53.600	46.066	5.120	64.037	4,5%	168.823	12,0%
Regioni meno sviluppate	Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna	4.999.324	94.577	110.432	177.310	218.826	166.896	205.009	4,1%	768.041	15,4%
Totale Italia		**18.423.830**	**243.548**	**498.644**	**838.170**	**768.434**	**273.211**	**742.192**	**4,0%**	**2.622.007**	**14,2%**

Tabella 1.29 – Edifici a rischio frane su base provinciale

COD PRO	Provincia	Regione	Edifici (DBSN)	Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana				Edifici a rischio in aree di attenzione	Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*
1	Torino	Piemonte	717.708	20.122	22.401	14.896	0	0	42.523	5,9%
2	Vercelli	Piemonte	120.619	1.053	1.362	1.772	0	0	2.415	2,0%
3	Novara	Piemonte	181.637	638	492	2.698	0	0	1.130	0,6%
4	Cuneo	Piemonte	420.732	6.659	9.008	10.261	1	0	15.667	3,7%
5	Asti	Piemonte	123.314	679	1.797	63	0	0	2.476	2,0%
6	Alessandria	Piemonte	274.981	4.534	5.847	26	0	0	10.381	3,8%
96	Biella	Piemonte	120.947	335	1.051	2.556	0	0	1.386	1,1%
103	Verbano-Cusio-Ossola	Piemonte	145.794	6.128	10.761	16.860	0	0	16.889	11,6%
7	Aosta	Valle D'Aosta	59.374	3.671	9.737	31.617	0	0	13.408	22,6%
12	Varese	Lombardia	231.874	456	424	6.925	0	0	880	0,4%
13	Como	Lombardia	179.475	1.056	2.864	15.486	0	0	3.920	2,2%
14	Sondrio	Lombardia	111.416	1.750	2.826	42.415	1	0	4.576	4,1%
15	Milano	Lombardia	299.752	1	0	0	0	0	1	0,0%
16	Bergamo	Lombardia	258.156	1.474	3.058	10.879	0	0	4.532	1,8%
17	Brescia	Lombardia	336.161	2.347	4.704	26.552	0	0	7.051	2,1%
18	Pavia	Lombardia	188.363	430	1.313	3.010	0	0	1.743	0,9%
19	Cremona	Lombardia	140.783	0	0	0	0	0	0	0,0%
20	Mantova	Lombardia	151.544	0	0	0	0	0	0	0,0%
97	Lecco	Lombardia	85.215	604	1.322	13.113	0	0	1.926	2,3%
98	Lodi	Lombardia	49.460	0	0	0	0	0	0	0,0%
108	Monza e della Brianza	Lombardia	134.803	0	0	0	0	0	0	0,0%
21	Bolzano	Trentino-Alto Adige	152.331	1.838	4.990	5.058	91	0	6.828	4,5%
22	Trento	Trentino-Alto Adige	136.706	11	3.234	13.362	22.345	0	3.245	2,4%
23	Verona	Veneto	389.215	440	552	713	103	0	992	0,3%
24	Vicenza	Veneto	326.263	660	1.332	834	294	1.628	1.992	0,6%
25	Belluno	Veneto	113.441	376	1.928	2.914	1.311	2.446	2.304	2,0%
26	Treviso	Veneto	418.906	19	88	80	435	247	107	0,0%
27	Venezia	Veneto	302.015	0	0	0	0	0	0	0,0%
28	Padova	Veneto	383.619	6	232	373	47	549	238	0,1%
29	Rovigo	Veneto	112.061	0	0	0	0	0	0	0,0%
30	Udine	Friuli Venezia Giulia	277.547	1.163	1.690	1.533	234	8	2.853	1,0%
31	Gorizia	Friuli Venezia Giulia	43.323	2	21	16	0	0	23	0,1%
32	Trieste	Friuli Venezia Giulia	34.987	21	46	30	27	0	67	0,2%

continua

segue Tabella 1.29– Edifici a rischio frane su base provinciale

COD PRO	Provincia	Regione	Edifici (DBSN)	Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana				Edifici a rischio in aree di attenzione	Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*
93	Pordenone	Friuli Venezia Giulia	156.288	149	184	43	485	92	333	0,2%
8	Imperia	Liguria	105.402	973	13.147	48.914	26.937	0	14.120	13,4%
9	Savona	Liguria	85.863	471	5.758	18.884	15.652	0	6.229	7,3%
10	Genova	Liguria	158.410	4.610	30.153	40.329	37.677	0	34.763	21,9%
11	La Spezia	Liguria	74.614	1.207	4.136	20.020	30.462	0	5.343	7,2%
33	Piacenza	Emilia-Romagna	180.606	1.721	15.526	1.386	0	0	17.247	9,5%
34	Parma	Emilia-Romagna	194.516	2.140	15.574	4.742	0	0	17.714	9,1%
35	Reggio nell'Emilia	Emilia-Romagna	211.952	1.837	9.407	680	0	0	11.244	5,3%
36	Modena	Emilia-Romagna	244.397	999	13.224	4.102	1.144	574	14.223	5,8%
37	Bologna	Emilia-Romagna	279.282	489	10.987	1.923	14.362	27.738	11.476	4,1%
38	Ferrara	Emilia-Romagna	155.900	0	0	0	0	0	0	0,0%
39	Ravenna	Emilia-Romagna	168.640	612	1.792	295	118	900	2.404	1,4%
40	Forli'-Cesena	Emilia-Romagna	193.777	9.596	9.176	3.545	2.196	0	18.772	9,7%
99	Rimini	Emilia-Romagna	129.493	1.550	4.425	250	0	0	5.975	4,6%
45	Massa Carrara	Toscana	92.388	2.755	8.319	18.808	10.165	0	11.074	12,0%
46	Lucca	Toscana	261.672	6.452	33.164	31.560	31.758	0	39.616	15,1%
47	Pistoia	Toscana	138.460	697	8.597	23.100	16.846	2.260	9.294	6,7%
48	Firenze	Toscana	292.117	3.015	16.749	55.821	58.908	2.994	19.764	6,8%
49	Livorno	Toscana	121.165	652	4.261	12.245	27.398	0	4.913	4,1%
50	Pisa	Toscana	190.165	1.183	5.797	13.295	46.879	0	6.980	3,7%
51	Arezzo	Toscana	171.091	1.749	13.520	32.851	43.119	0	15.269	8,9%
52	Siena	Toscana	131.031	1.435	6.258	16.423	71.144	0	7.693	5,9%
53	Grosseto	Toscana	116.168	2.542	10.300	16.144	34.426	0	12.842	11,1%
100	Prato	Toscana	74.483	203	1.640	12.053	4.932	372	1.843	2,5%
54	Perugia	Umbria	344.675	645	8.204	31.598	30.277	0	8.849	2,6%
55	Terni	Umbria	108.972	611	4.251	6.395	718	0	4.862	4,5%
41	Pesaro e Urbino	Marche	99.681	477	1.349	1.835	806	0	1.826	1,8%
42	Ancona	Marche	112.011	52	3.420	3.035	962	0	3.472	3,1%
43	Macerata	Marche	112.377	220	3.389	5.893	2.000	0	3.609	3,2%
44	Ascoli Piceno	Marche	58.079	267	1.287	1.588	297	0	1.554	2,7%
109	Fermo	Marche	50.354	58	1.088	2.712	1.162	0	1.146	2,3%
56	Viterbo	Lazio	121.425	2.989	1.997	210	488	1.338	4.986	4,1%
57	Rieti	Lazio	83.080	858	2.158	468	790	0	3.016	3,6%
58	Roma	Lazio	482.716	4.373	1.483	733	1.061	12.322	5.856	1,2%
59	Latina	Lazio	151.291	3.988	287	463	88	3.641	4.275	2,8%

continua

segue Tabella 1.29– Edifici a rischio frane su base provinciale

COD PRO	Provincia	Regione	Edifici (DBSN)	Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana				Edifici a rischio in aree di attenzione	Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*
60	Frosinone	Lazio	226.592	15.351	978	3.931	1.618	44.086	16.329	7,2%
66	L'Aquila	Abruzzo	141.489	7.610	3.521	372	2.011	5.120	11.131	7,9%
67	Teramo	Abruzzo	129.089	2.099	5.148	172	1.513	0	7.247	5,6%
68	Pescara	Abruzzo	91.196	1.355	3.739	0	1.646	0	5.094	5,6%
69	Chieti	Abruzzo	161.077	4.508	10.739	0	4.674	0	15.247	9,5%
70	Campobasso	Molise	151.055	987	9.314	569	5.218	4.817	10.301	6,8%
94	Isernia	Molise	81.104	5.452	1.229	1.926	1.442	7.863	6.681	8,2%
61	Caserta	Campania	165.283	10.612	483	969	207	17.560	11.095	6,7%
62	Benevento	Campania	110.937	5.723	3.553	5.880	1.789	26.575	9.276	8,4%
63	Napoli	Campania	248.443	6.492	9.605	8.801	20.767	74	16.097	6,5%
64	Avellino	Campania	160.834	8.018	7.471	9.076	4.488	37.504	15.489	9,6%
65	Salerno	Campania	273.475	9.114	27.013	50.917	75.684	28.686	36.127	13,2%
71	Foggia	Puglia	138.690	2.433	7.610	18.635	98	664	10.043	7,2%
72	Bari	Puglia	235.320	286	222	78	44	0	508	0,2%
73	Taranto	Puglia	143.423	952	933	1.942	4	0	1.885	1,3%
74	Brindisi	Puglia	139.738	125	223	27	0	0	348	0,2%
75	Lecce	Puglia	284.305	1.361	2.349	767	0	0	3.710	1,3%
110	Barletta-Andria-Trani	Puglia	60.265	298	488	207	1	0	786	1,3%
76	Potenza	Basilicata	136.447	5.486	6.153	6.384	4.543	14.071	11.639	8,5%
77	Matera	Basilicata	53.519	1.565	686	1.149	277	0	2.251	4,2%
78	Cosenza	Calabria	251.302	3.871	5.972	11.792	1.021	394	9.843	3,9%
79	Catanzaro	Calabria	119.380	1.983	2.581	6.495	383	526	4.564	3,8%
80	Reggio di Calabria	Calabria	221.329	4.812	3.708	5.388	297	442	8.520	3,8%
101	Crotone	Calabria	60.407	413	571	626	17	774	984	1,6%
102	Vibo Valentia	Calabria	88.654	581	1.090	1.953	97	118	1.671	1,9%
81	Trapani	Sicilia	139.680	3.011	344	700	384	2.919	3.355	2,4%
82	Palermo	Sicilia	240.256	10.320	1.960	3.301	2.566	4.496	12.280	5,1%
83	Messina	Sicilia	178.783	4.189	3.987	2.530	1.274	13.145	8.176	4,6%
84	Agrigento	Sicilia	134.032	945	1.465	1.444	1.283	2.069	2.410	1,8%
85	Caltanissetta	Sicilia	71.274	859	427	309	106	942	1.286	1,8%
86	Enna	Sicilia	74.609	794	365	260	266	1.545	1.159	1,6%
87	Catania	Sicilia	229.310	238	911	517	210	752	1.149	0,5%
88	Ragusa	Sicilia	104.840	494	319	156	406	483	813	0,8%
89	Siracusa	Sicilia	106.339	273	160	24	2	477	433	0,4%
90	Sassari	Sardegna	176.918	561	2.646	8.706	24.814	0	3.207	1,8%
91	Nuoro	Sardegna	85.400	858	3.759	13.917	30.840	0	4.617	5,4%
92	Cagliari	Sardegna	75.867	99	134	908	2.237	0	233	0,3%
95	Oristano	Sardegna	74.470	100	550	2.619	7.532	0	650	0,9%
111	Sud Sardegna	Sardegna	183.636	1.272	2.151	8.338	30.529	0	3.423	1,9%
Totale Italia			**18.423.830**	**243.548**	**498.644**	**838.170**	**768.434**	**273.211**	**742.192**	**4,0%**

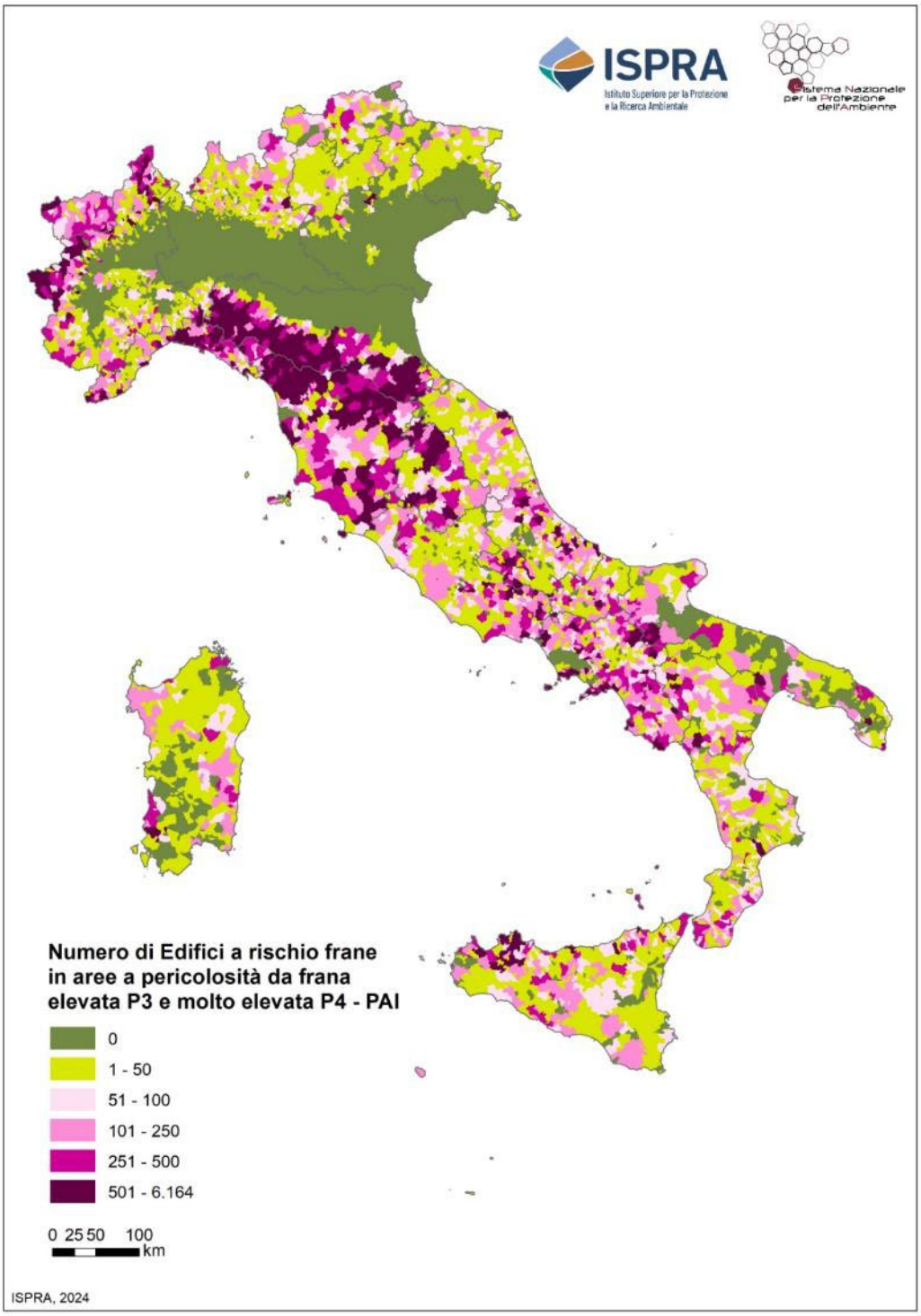


Figura 1.45 - Edifici a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata PAI su base regionale

1.5.5 Industrie e servizi a rischio frane

Le unità locali delle industrie e servizi a rischio frane sono state stimate con la metodologia riportata nel Par. 1.5.1.

Su un totale di 5,1 milioni di unità locali di imprese (Registro ASIA 2022, Istat), quelle a rischio frane sono oltre 413.000 (8,1%), di cui oltre 26.000 in aree a pericolosità molto elevata P4, quasi 49.000 in aree a pericolosità elevata P3, quasi 128.000 in aree a pericolosità media P2, 162.000 in aree a pericolosità moderata P1 e oltre 48.000 in aree di attenzione (Figura 1.46).

Le unità locali a rischio in aree a pericolosità da frana P3 e P4 sono pertanto oltre **74.974** pari al **1,5%** del totale (elaborazione v. 4.0).

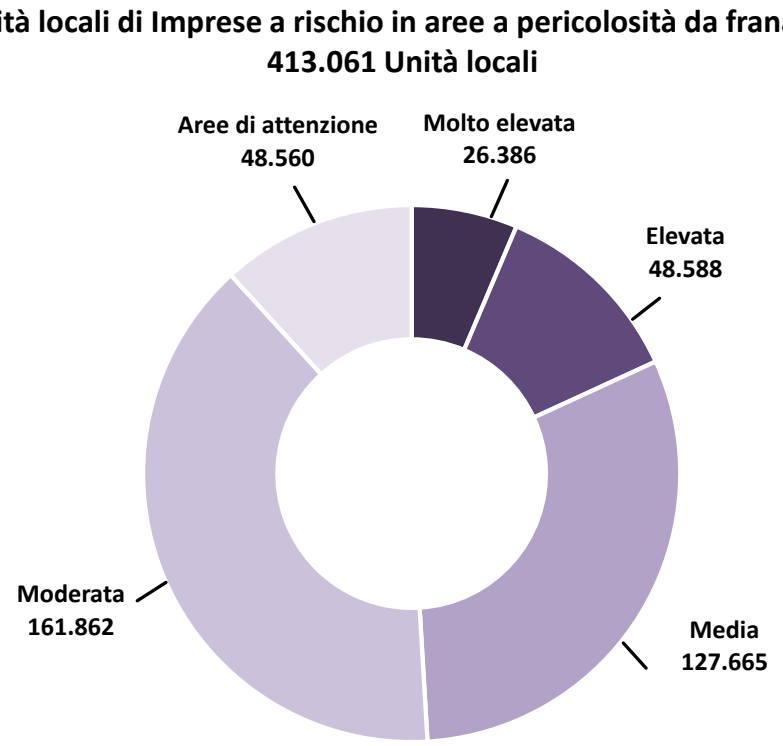


Figura 1.46 – Unità locali di imprese a rischio frane in aree a pericolosità PAI in Italia

Le regioni con numero più elevato di unità locali a rischio frane in aree P3 e P4 sono Campania, Toscana e Piemonte, mentre i valori più elevati di percentuale rispetto al totale regionale si registrano in Valle d'Aosta, Basilicata, Molise e Campania (Tabella 1.30, Figura 1.47).

Su base provinciale, le province di Napoli, Salerno e Torino presentano il numero più elevato di unità locali a rischio frane (Tabella 1.33). I dati su base comunale sono riportati in Figura 1.48 e sono consultabili sulla piattaforma IdroGEO.

Tabella 1.30 – Unità locali di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana PAI su base regionale

COD REG	Regione	Unità locali di imprese	Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana				Unità di imprese a rischio in aree di attenzione	Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*	*n.*	*%*
1	Piemonte	376.604	2.291	3.567	6.239	0	0	5.858	1,6%	12.097	3,2%
2	Valle D'Aosta	12.842	318	699	4.533	0	0	1.017	7,9%	5.550	43,2%
3	Lombardia	965.276	990	1.932	29.076	0	0	2.922	0,3%	31.998	3,3%
4	Trentino-Alto Adige	99.189	297	1.670	3.719	6.562	0	1.967	2,0%	12.248	12,3%
	Bolzano	51.596	297	1.094	1.079	12	0	1.391	2,7%	2.482	4,8%
	Trento	47.593	0	576	2.640	6.550	0	576	1,2%	9.766	20,5%
5	Veneto	450.247	130	288	586	344	475	418	0,1%	1.823	0,4%
6	Friuli Venezia Giulia	96.192	70	153	139	53	22	223	0,2%	437	0,5%
7	Liguria	141.985	424	4.473	22.708	39.832	0	4.897	3,4%	67.437	47,5%
8	Emilia-Romagna	415.440	993	4.370	1.494	2.256	4.367	5.363	1,3%	13.480	3,2%
9	Toscana	366.692	1.476	7.602	23.185	50.255	422	9.078	2,5%	82.940	22,6%
10	Umbria	75.553	109	1.079	7.331	6.301	0	1.188	1,6%	14.820	19,6%
11	Marche	143.474	190	1.176	2.910	1.048	0	1.366	1,0%	5.324	3,7%
12	Lazio	516.773	4.162	1.002	339	615	7.820	5.164	1,0%	13.938	2,7%
13	Abruzzo	113.357	1.818	1.699	22	944	485	3.517	3,1%	4.968	4,4%
14	Molise	24.332	367	550	108	309	597	917	3,8%	1.931	7,9%
15	Campania	416.847	6.653	8.920	12.820	33.677	12.524	15.573	3,7%	74.594	17,9%
16	Puglia	292.860	1.153	4.599	2.895	14	56	5.752	2,0%	8.717	3,0%
17	Basilicata	41.006	930	1.154	1.464	979	1.329	2.084	5,1%	5.856	14,3%
18	Calabria	125.804	869	1.019	2.711	326	373	1.888	1,5%	5.298	4,2%
19	Sicilia	320.972	2.940	2.061	1.048	922	20.090	5.001	1,6%	27.061	8,4%
20	Sardegna	124.915	206	575	4.338	17.425	0	781	0,6%	22.544	18,0%
	Totale Italia	**5.120.360**	**26.386**	**48.588**	**127.665**	**161.862**	**48.560**	**74.974**	**1,5%**	**413.061**	**8,1%**

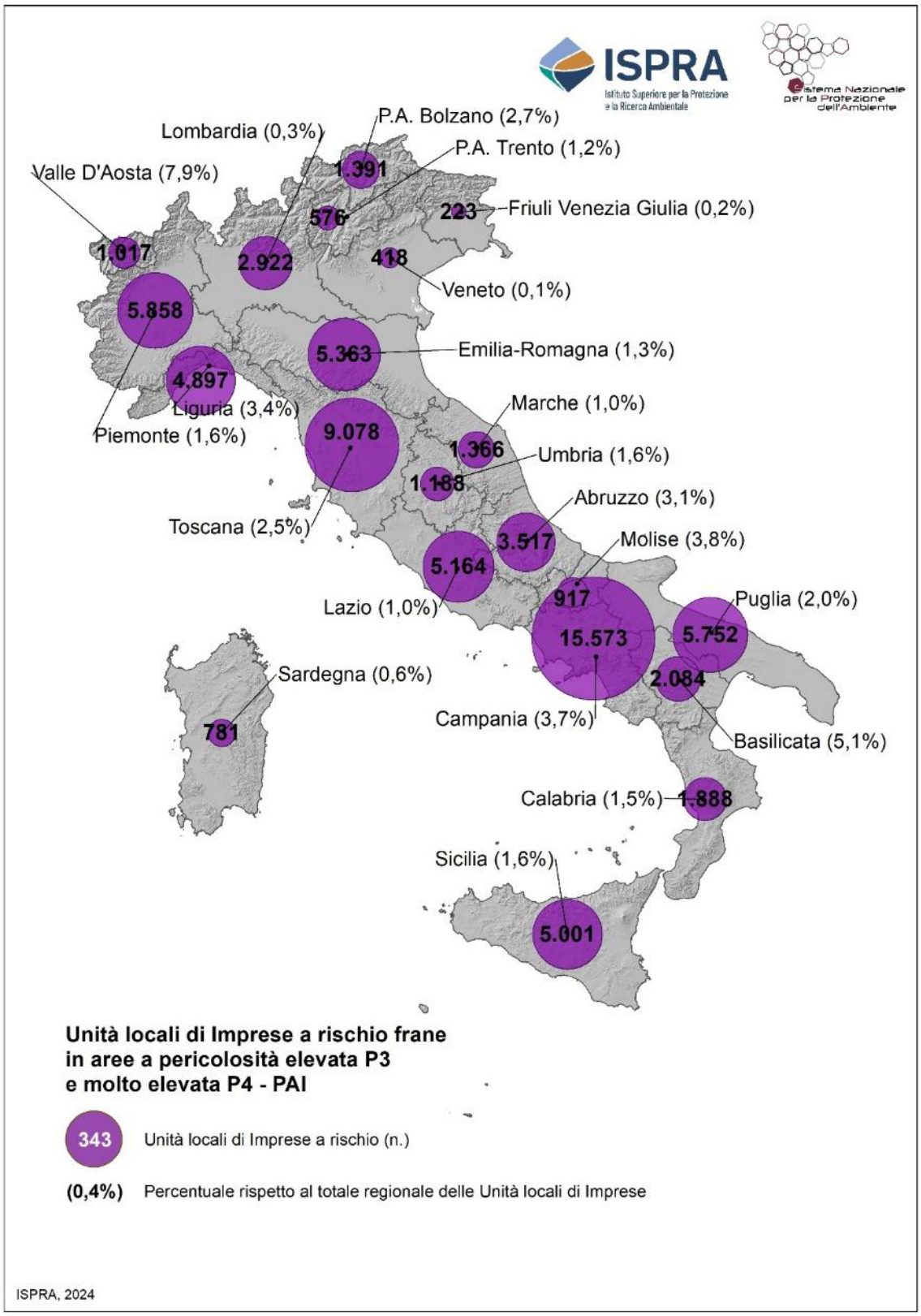


Figura 1.47 – Unità locali di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata PAI su base regionale

Tabella 1.31 – Unità locali di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana PAI per Macroaree geografiche

Macroaree geografiche		Unità locali di imprese	Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana				Unità di imprese a rischio in aree di attenzione	Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*	*n.*	*%*
Nord-ovest	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Liguria	1.496.707	4.023	10.671	62.556	39.832	0	14.694	1,0%	117.082	7,8%
Nord-est	Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna	1.061.068	1.490	6.481	5.938	9.215	4.864	7.971	0,8%	27.988	2,6%
Centro	Toscana, Umbria, Marche, Lazio	1.102.492	5.937	10.859	33.765	58.219	8.242	16.796	1,5%	117.022	10,6%
Sud	Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria	1.014.206	11.790	17.941	20.020	36.249	15.364	29.731	2,9%	101.364	10,0%
Isole	Sicilia, Sardegna	445.887	3.146	2.636	5.386	18.347	20.090	5.782	1,3%	49.605	11,1%
Totale Italia		**5.120.360**	**26.386**	**48.588**	**127.665**	**161.862**	**48.560**	**74.974**	**1,5%**	**413.061**	**8,1%**
Centro-Nord	Centro, Nord-ovest, Nord-est	3.660.267	11.450	28.011	102.259	107.266	13.106	39.461	1,1%	262.092	7,2%
Mezzogiorno	Sud, Isole	1.460.093	14.936	20.577	25.406	54.596	35.454	35.513	2,4%	150.969	10,3%
Totale Italia		**5.120.360**	**26.386**	**48.588**	**127.665**	**161.862**	**48.560**	**74.974**	**1,5%**	**413.061**	**8,1%**

Tabella 1.32 – Unità locali di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana PAI per ripartizione Fondi strutturali 2021-2027

Fondi strutturali 2021-2027		Unità locali di imprese	Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana				Unità di imprese a rischio in aree di attenzione	Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*	*n.*	*%*
Regioni più sviluppate	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Provincia Autonoma di Trento, Provincia Autonoma di Bolzano, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Lazio	3.441.240	11.151	25.756	92.018	99.917	13.106	36.907	1,1%	241.948	7,0%
Regioni in transizione	Umbria, Marche, Abruzzo	332.384	2.117	3.954	10.263	8.293	485	6.071	1,8%	25.112	7,6%
Regioni meno sviluppate	Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna	1.346.736	13.118	18.878	25.384	53.652	34.969	31.996	2,4%	146.001	10,8%
Totale Italia		**5.120.360**	**26.386**	**48.588**	**127.665**	**161.862**	**48.560**	**74.974**	**1,5%**	**413.061**	**8,1%**

Tabella 1.33 – Unità locali di imprese a rischio frane su base provinciale

COD PRO	Provincia	Regione	Unità locali di imprese	Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana				Unità di imprese a rischio in aree di attenzione	Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*
1	Torino	Piemonte	201.028	1.164	1.606	1.484	0	0	2.770	1,4%
2	Vercelli	Piemonte	13.079	31	149	111	0	0	180	1,4%
3	Novara	Piemonte	30.072	58	51	290	0	0	109	0,4%
4	Cuneo	Piemonte	52.880	237	296	739	0	0	533	1,0%
5	Asti	Piemonte	17.824	67	72	1	0	0	139	0,8%
6	Alessandria	Piemonte	33.911	94	103	1	0	0	197	0,6%
96	Biella	Piemonte	14.582	18	55	113	0	0	73	0,5%
103	Verbano-Cusio-Ossola	Piemonte	13.228	622	1.235	3.500	0	0	1.857	14,0%
7	Aosta	Valle D'Aosta	12.842	318	699	4.533	0	0	1.017	7,9%
12	Varese	Lombardia	74.384	46	67	1.115	0	0	113	0,2%
13	Como	Lombardia	51.909	94	161	2.496	0	0	255	0,5%
14	Sondrio	Lombardia	15.410	164	214	8.491	0	0	378	2,5%
15	Milano	Lombardia	375.076	0	0	0	0	0	0	0,0%
16	Bergamo	Lombardia	99.585	255	503	2.857	0	0	758	0,8%
17	Brescia	Lombardia	118.635	319	588	7.654	0	0	907	0,8%
18	Pavia	Lombardia	42.511	21	65	245	0	0	86	0,2%
19	Cremona	Lombardia	27.287	0	0	0	0	0	0	0,0%
20	Mantova	Lombardia	33.328	0	0	0	0	0	0	0,0%
97	Lecco	Lombardia	29.220	89	334	6.218	0	0	423	1,4%
98	Lodi	Lombardia	16.113	0	0	0	0	0	0	0,0%
108	Monza e della Brianza	Lombardia	81.818	2	0	0	0	0	2	0,0%
21	Bolzano	Trentino-Alto Adige	51.596	297	1.094	1.079	12	0	1.391	2,7%
22	Trento	Trentino-Alto Adige	47.593	0	576	2.640	6.550	0	576	1,2%
23	Verona	Veneto	86.621	31	38	119	8	0	69	0,1%
24	Vicenza	Veneto	79.038	60	105	81	26	137	165	0,2%
25	Belluno	Veneto	15.994	38	128	340	275	279	166	1,0%
26	Treviso	Veneto	80.680	1	3	15	30	19	4	0,0%
27	Venezia	Veneto	75.339	0	0	0	0	0	0	0,0%
28	Padova	Veneto	94.102	0	14	31	5	40	14	0,0%
29	Rovigo	Veneto	18.473	0	0	0	0	0	0	0,0%
30	Udine	Friuli Venezia Giulia	44.901	58	102	133	14	1	160	0,4%
31	Gorizia	Friuli Venezia Giulia	9.711	2	1	1	0	0	3	0,0%
32	Trieste	Friuli Venezia Giulia	17.175	5	33	3	8	0	38	0,2%

continua

segue Tabella 1.33 – Unità locali di imprese a rischio frane su base provinciale

COD PRO	Provincia	Regione	Unità locali di imprese	Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana				Unità di imprese a rischio in aree di attenzione	Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*
93	Pordenone	Friuli Venezia Giulia	24.405	5	17	2	31	21	22	0,1%
8	Imperia	Liguria	19.428	28	1.538	3.833	3.242	0	1.566	8,1%
9	Savona	Liguria	27.445	39	485	2.466	3.224	0	524	1,9%
10	Genova	Liguria	75.998	232	2.163	14.819	27.144	0	2.395	3,2%
11	La Spezia	Liguria	19.114	125	287	1.590	6.222	0	412	2,2%
33	Piacenza	Emilia-Romagna	25.412	64	372	231	0	0	436	1,7%
34	Parma	Emilia-Romagna	42.025	142	716	302	0	0	858	2,0%
35	Reggio nell'Emilia	Emilia-Romagna	46.480	99	675	69	0	0	774	1,7%
36	Modena	Emilia-Romagna	66.104	68	676	286	245	27	744	1,1%
37	Bologna	Emilia-Romagna	100.334	48	682	213	1.699	4.300	730	0,7%
38	Ferrara	Emilia-Romagna	26.643	0	0	0	0	0	0	0,0%
39	Ravenna	Emilia-Romagna	32.987	28	96	47	14	40	124	0,4%
40	Forlì-Cesena	Emilia-Romagna	36.744	391	537	309	298	0	928	2,5%
99	Rimini	Emilia-Romagna	38.711	153	616	37	0	0	769	2,0%
45	Massa Carrara	Toscana	17.936	179	412	890	870	0	591	3,3%
46	Lucca	Toscana	38.999	371	2.095	1.803	3.184	0	2.466	6,3%
47	Pistoia	Toscana	27.727	46	627	1.497	2.052	145	673	2,4%
48	Firenze	Toscana	105.585	422	1.798	10.118	12.430	269	2.220	2,1%
49	Livorno	Toscana	28.914	39	280	889	5.015	0	319	1,1%
50	Pisa	Toscana	39.784	70	404	898	4.834	0	474	1,2%
51	Arezzo	Toscana	31.236	91	556	3.543	4.874	0	647	2,1%
52	Siena	Toscana	24.748	132	596	1.306	12.814	0	728	2,9%
53	Grosseto	Toscana	19.909	104	738	1.073	3.261	0	842	4,2%
100	Prato	Toscana	31.854	22	96	1.168	921	8	118	0,4%
54	Perugia	Umbria	57.300	49	877	6.465	6.282	0	926	1,6%
55	Terni	Umbria	18.253	60	202	866	19	0	262	1,4%
41	Pesaro e Urbino	Marche	34.016	106	185	315	86	0	291	0,9%
42	Ancona	Marche	40.764	6	496	675	97	0	502	1,2%
43	Macerata	Marche	31.227	20	223	1.015	135	0	243	0,8%
44	Ascoli Piceno	Marche	20.134	43	116	346	80	0	159	0,8%
109	Fermo	Marche	17.333	15	156	559	650	0	171	1,0%
56	Viterbo	Lazio	25.109	650	316	18	51	177	966	3,8%
57	Rieti	Lazio	11.024	94	92	38	84	0	186	1,7%
58	Roma	Lazio	400.411	1.199	485	85	357	2.552	1.684	0,4%
59	Latina	Lazio	43.523	759	46	32	3	404	805	1,8%

continua

segue Tabella 1.33 – Unità locali di imprese a rischio frane su base provinciale

COD PRO	Provincia	Regione	Unità locali di imprese	Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana				Unità di imprese a rischio in aree di attenzione	Unità di imprese a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*
60	Frosinone	Lazio	36.706	1.460	63	166	120	4.687	1.523	4,1%
66	L'Aquila	Abruzzo	24.986	766	158	13	133	485	924	3,7%
67	Teramo	Abruzzo	27.384	248	322	9	140	0	570	2,1%
68	Pescara	Abruzzo	30.463	214	250	0	283	0	464	1,5%
69	Chieti	Abruzzo	30.524	590	969	0	388	0	1.559	5,1%
70	Campobasso	Molise	17.050	25	484	23	276	228	509	3,0%
94	Isernia	Molise	7.282	342	66	85	33	369	408	5,6%
61	Caserta	Campania	61.415	1.385	22	44	8	2.119	1.407	2,3%
62	Benevento	Campania	21.132	781	189	485	224	2.421	970	4,6%
63	Napoli	Campania	216.009	1.414	4.477	2.099	8.614	39	5.891	2,7%
64	Avellino	Campania	31.007	1.139	533	1.016	1.352	3.728	1.672	5,4%
65	Salerno	Campania	87.284	1.934	3.699	9.176	23.479	4.217	5.633	6,5%
71	Foggia	Puglia	40.752	340	1.546	2.066	14	56	1.886	4,6%
72	Bari	Puglia	98.136	148	247	269	0	0	395	0,4%
73	Taranto	Puglia	34.851	277	588	277	0	0	865	2,5%
74	Brindisi	Puglia	26.818	35	254	3	0	0	289	1,1%
75	Lecce	Puglia	64.536	150	1.169	30	0	0	1.319	2,0%
110	Barletta-Andria-Trani	Puglia	27.767	203	795	250	0	0	998	3,6%
76	Potenza	Basilicata	27.080	553	1.103	1.170	925	1.329	1.656	6,1%
77	Matera	Basilicata	13.926	377	51	294	54	0	428	3,1%
78	Cosenza	Calabria	47.392	314	462	1.441	226	63	776	1,6%
79	Catanzaro	Calabria	25.141	317	211	773	61	119	528	2,1%
80	Reggio di Calabria	Calabria	32.794	184	208	337	34	55	392	1,2%
101	Crotone	Calabria	10.095	27	57	48	4	124	84	0,8%
102	Vibo Valentia	Calabria	10.382	27	81	112	1	12	108	1,0%
81	Trapani	Sicilia	28.585	321	147	39	46	858	468	1,6%
82	Palermo	Sicilia	74.460	1.340	394	214	506	15.167	1.734	2,3%
83	Messina	Sicilia	44.814	500	513	329	82	1.448	1.013	2,3%
84	Agrigento	Sicilia	25.954	108	396	206	136	1.233	504	1,9%
85	Caltanissetta	Sicilia	15.172	105	91	58	6	396	196	1,3%
86	Enna	Sicilia	9.722	202	105	9	30	87	307	3,2%
87	Catania	Sicilia	74.541	116	307	91	22	558	423	0,6%
88	Ragusa	Sicilia	23.463	226	56	97	84	108	282	1,2%
89	Siracusa	Sicilia	24.261	22	52	5	10	235	74	0,3%
90	Sassari	Sardegna	41.290	64	280	1.654	6.640	0	344	0,8%
91	Nuoro	Sardegna	15.204	66	197	2.145	6.912	0	263	1,7%
92	Cagliari	Sardegna	37.605	4	41	86	244	0	45	0,1%
95	Oristano	Sardegna	10.750	7	14	169	720	0	21	0,2%
111	Sud Sardegna	Sardegna	20.066	65	43	284	2.909	0	108	0,5%
Totale Italia			**5.120.360**	**26.386**	**48.588**	**127.665**	**161.862**	**48.560**	**74.974**	**1,5%**

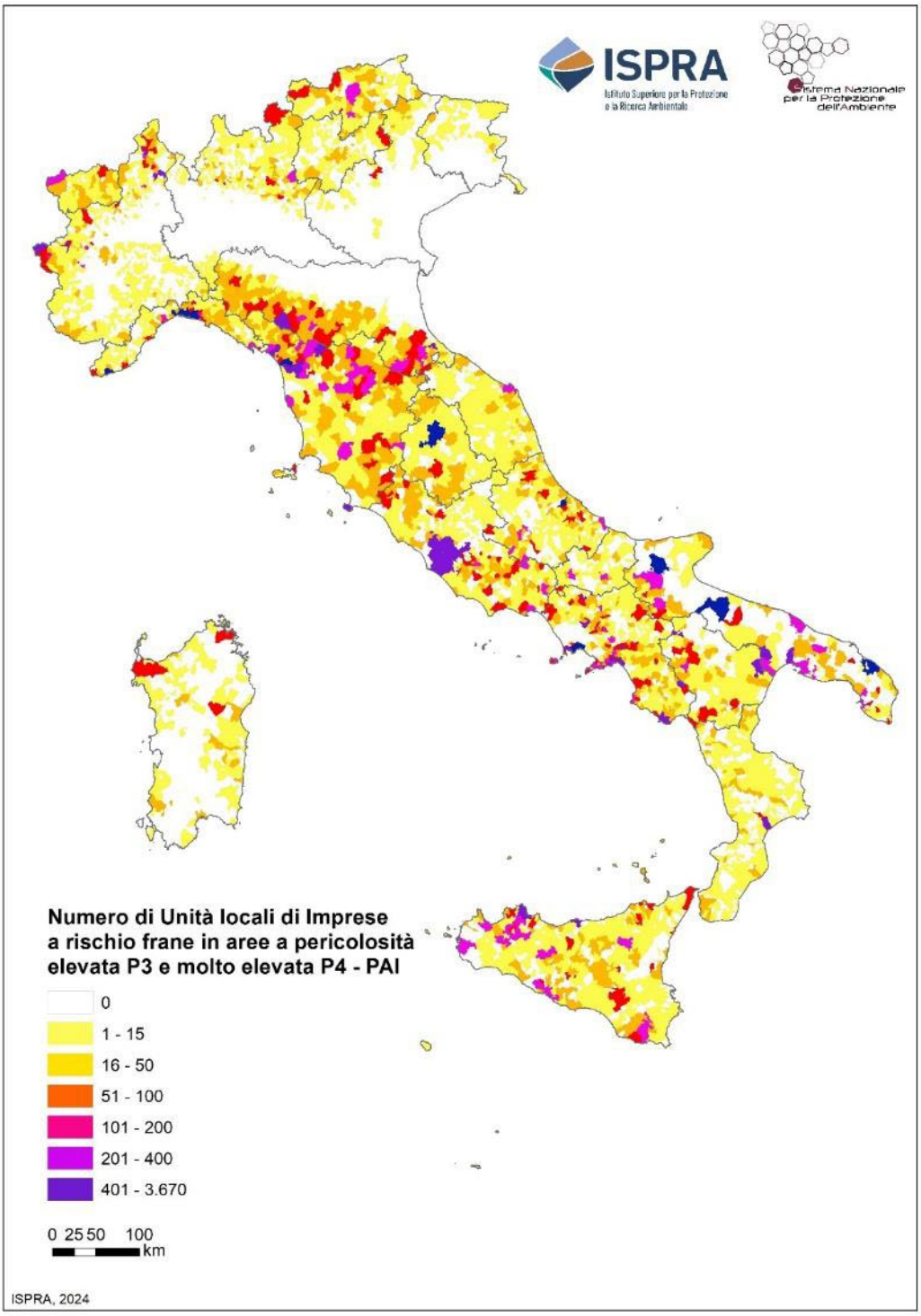


Figura 1.48 – Unità locali di imprese a rischio frane in aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 PAI su base comunale (n.)

1.5.6 Beni Culturali a rischio frane

I Beni Culturali complessivi a rischio frane in Italia, calcolati con la metodologia descritta nel Paragrafo 1.5.1, sono oltre **45.000** pari al **19,8%** del totale (229.530 Beni Culturali; banca dati VIR al 1° novembre 2024). Se consideriamo le classi di pericolosità elevata P3 e molto elevata P4 i Beni Culturali esposti sono quasi **14.000** pari al **6,1%** (elaborazione v. 7.0 – dicembre 2024). L'attività di studio e analisi del rischio dei Beni Culturali sul territorio nazionale è portata avanti dal 2009 in collaborazione con ICR (Istituto Centrale per il Restauro) attraverso protocolli d'intesa e convenzioni.

Il dettaglio sui Beni Culturali a rischio nelle singole classi di pericolosità da frana è riportato in Figura 1.49.

Per la salvaguardia dei Beni Culturali, è particolarmente importante valutare tutte le classi di pericolosità, tenuto conto che, in caso di evento, i danni prodotti al patrimonio culturale potrebbero essere inestimabili e irreversibili fino alla perdita totale del bene; quelli architettonici, monumentali e archeologici, a differenza dei beni mobili (es. quadri, sculture), non sono inoltre delocalizzabili e necessitano quindi di adeguate misure strutturali di salvaguardia (Trigila *et alii*, 2018).

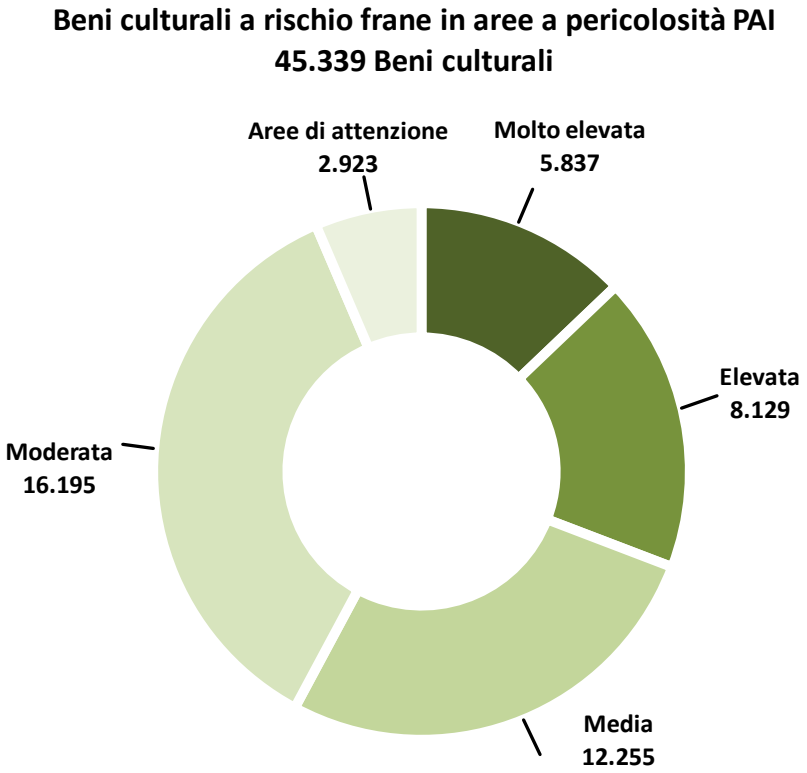


Figura 1.49 – Beni Culturali a rischio frane in aree a pericolosità PAI in Italia – elaborazione 2024

Numerosi sono i borghi storici interessati da fenomeni franosi innescatesi o riattivatisi anche negli ultimi anni, quali ad esempio la rupe di San Leo (RN), con il crollo del versante nord il 27 febbraio 2014 (Lucente, 2015; Figura 1.50), Volterra (PI), con il crollo di una porzione delle mura medievali nel 2014, e Civita di Bagnoregio (Figura 1.51), in provincia di Viterbo, ubicata su una rupe tufacea interessata da un progressivo arretramento delle scarpate con distacchi di roccia e colamenti lungo i sottostanti versanti argillosi.

Il Santuario di Gallivaggio (comune di San Giacomo Filippo, SO; Figura 1.52) il 29 maggio 2018 ha subito danni al tetto e alle mura, a causa del distacco di una massa rocciosa di circa 5.500 m^3 dalla parte sommitale della parete di metagranito di Gallivaggio, monitorata dal 2011 dal Centro di Monitoraggio Geologico (CMG) di ARPA Lombardia. Prima del crollo, a causa dell'accelerazione delle deformazioni misurate sulla parete rocciosa, i Vigili del Fuoco e la Protezione Civile avevano rimosso e trasferito in un luogo più sicuro le opere asportabili presenti nel Santuario. Dal 2024, il costone roccioso è oggetto di monitoraggio sperimentale con radar doppler gestito dall'Università degli Studi di Firenze nell'ambito dell'Infrastruttura di ricerca GeoSciences IR, coordinata da ISPRA.

Il 6 dicembre 2022 il tetto della chiesa di Santa Maria delle Rogge alla periferia del paese di Pont Canavese (TO) è stata danneggiato da un crollo di blocchi dall'adiacente parete rocciosa. La chiesa di San Martino, a Valle di

Cadore (BL) ubicata su uno sperone roccioso che si affaccia sulla Valle del Boite, invece è stata chiusa nel 2021 in seguito a un aggravamento della situazione della frana che interessa il versante a sud e riaperta il 1° maggio 2023 dopo la realizzazione di lavori di consolidamento.

Negli ultimi decenni diversi centri storici sono stati oggetto di interventi di consolidamento e riduzione del rischio idrogeologico, come a Certaldo (FI), Todi (PG) e Orvieto (TR).

Figura 1.50 - Crollo del versante nord della Rupe di San Leo del 27 febbraio 2014 (Foto Geol. Claudio Corrado Lucente, Servizio Area Romagna, Agenzia regionale per la sicurezza del Territorio e la Protezione Civile, Regione Emilia-Romagna)

Figura 1.51 - Frana nel versante settentrionale di Civita di Bagnoregio (Foto di Claudio Margottini)

Figura 1.52 - Nicchia di frana soprastante il Santuario del Gallivaggio e la SS 36 dello Spluga – Valchiavenna (SO), foto del 5 luglio 2018 (Foto Geol. Massimo Ceriani, Regione Lombardia)

Il numero più elevato di Beni culturali a rischio frane in aree a pericolosità P3 e P4 si registra in Campania, Toscana, Marche, Emilia-Romagna e Lazio (Tabella 1.34 e Figura 1.53) e nelle Province di Napoli, Isernia, Viterbo, Genova e Torino (Tabella 1.37).

I dati su base comunale sono riportati in Figura 1.54, in Figura 1.55 e sono consultabili sulla piattaforma IdroGEO.

Tabella 1.34 – Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana PAI su base regionale – elaborazione 2024

COD REG	Regione	Beni culturali (VIR ICR 2024)	Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana				Beni culturali a rischio in aree di attenzione	Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*	*n.*	*%*
1	Piemonte	17.371	423	496	584	0	0	919	5,3%	1503	8,7%
2	Valle D'Aosta	350	30	89	143	0	0	119	34,0%	262	74,9%
3	Lombardia	21.522	174	234	1.508	0	0	408	1,9%	1916	8,9%
4	Trentino-Alto Adige	1.751	55	139	218	195	0	194	11,1%	607	34,7%
	Bolzano	881	55	44	60	0	0	99	11,2%	159	18,0%
	Trento	870	0	95	158	195	0	95	10,9%	448	51,5%
5	Veneto	27.044	55	56	96	31	176	111	0,4%	414	1,5%
6	Friuli Venezia Giulia	7.040	71	101	32	14	2	172	2,4%	220	3,1%
7	Liguria	12.796	139	717	2.803	5.389	0	856	6,7%	9048	70,7%
8	Emilia-Romagna	22.331	290	857	224	231	344	1.147	5,1%	1946	8,7%
9	Toscana	20.162	371	1.150	3.021	6.963	51	1.521	7,5%	11556	57,3%
10	Umbria	6.684	88	287	587	480	0	375	5,6%	1442	21,6%
11	Marche	22.885	386	917	1.024	204	0	1.303	5,7%	2531	11,1%
12	Lazio	14.830	711	237	35	159	449	948	6,4%	1591	10,7%
13	Abruzzo	4.831	349	199	6	103	54	548	11,3%	711	14,7%
14	Molise	5.918	578	224	52	249	298	802	13,6%	1401	23,7%
15	Campania	12.489	802	912	436	1.094	947	1.714	13,7%	4191	33,6%
16	Puglia	9.369	181	668	165	1	1	849	9,1%	1016	10,8%
17	Basilicata	2.628	229	99	235	106	62	328	12,5%	731	27,8%
18	Calabria	5.119	307	215	320	52	6	522	10,2%	900	17,6%
19	Sicilia	8.580	473	250	87	73	533	723	8,4%	1416	16,5%
20	Sardegna	5.830	125	282	679	851	0	407	7,0%	1937	33,2%
	Totale Italia	**229.530**	**5.837**	**8.129**	**12.255**	**16.195**	**2.923**	**13.966**	**6,1%**	**45.339**	**19,8%**

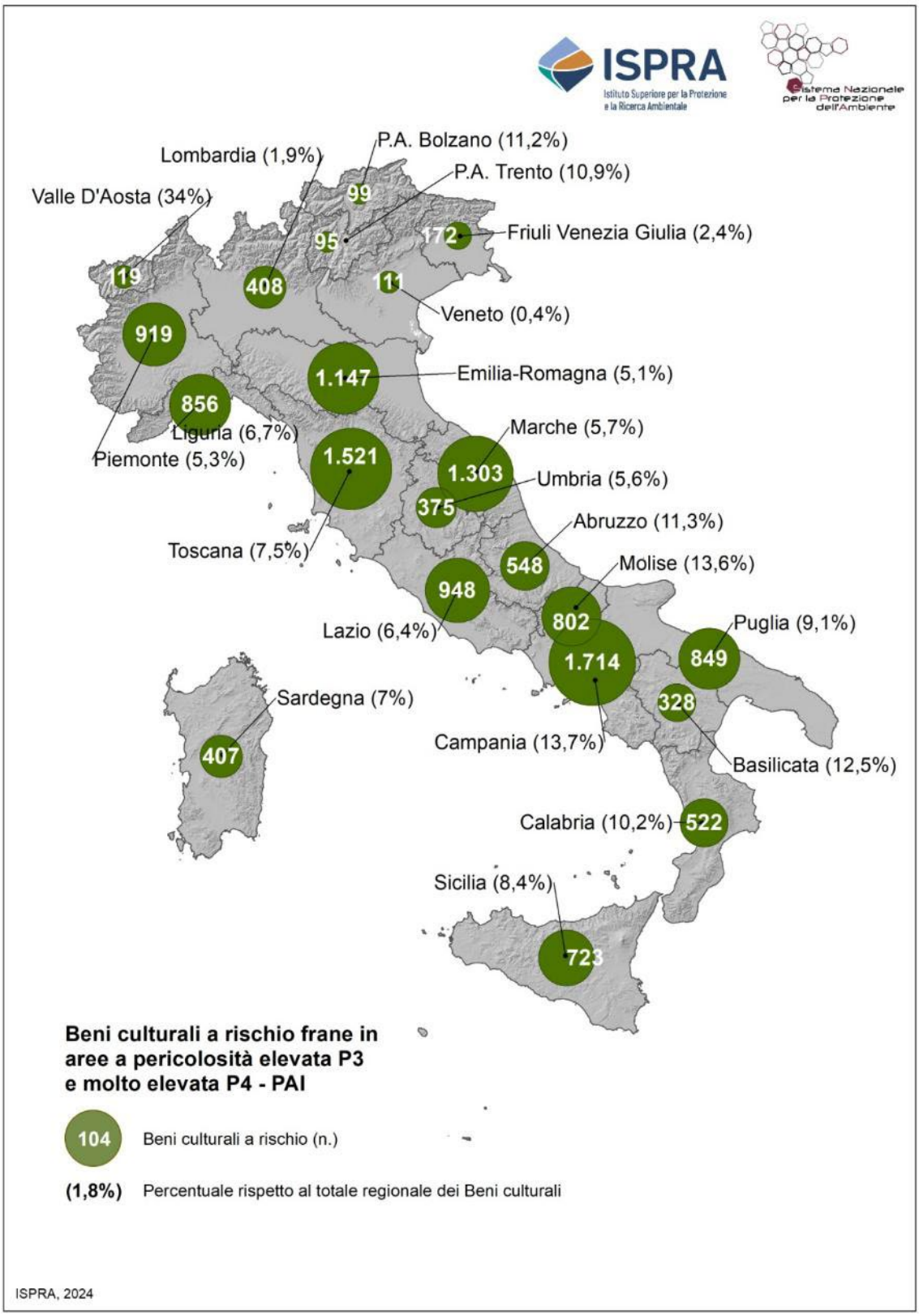


Figura 1.53 – Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata PAI su base regionale – elaborazione 2024

Tabella 1.35 - Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana PAI per Macroaree geografiche - elaborazione 2024

Macroaree geografiche		Beni culturali (VIR ICR 2024)	Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana				Beni culturali a rischio in aree di attenzione	Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*	*n.*	*%*
Nord-ovest	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Liguria	52.039	766	1.536	5.038	5.389	0	2.302	4,4%	12.729	24,5%
Nord-est	Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna	58.166	471	1.153	570	471	522	1.624	2,8%	3.187	5,5%
Centro	Toscana, Umbria, Marche, Lazio	64.561	1.556	2.591	4.667	7.806	500	4.147	6,4%	17.120	26,5%
Sud	Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria	40.354	2.446	2.317	1.214	1.605	1.368	4.763	11,8%	8.950	22,2%
Isole	Sicilia, Sardegna	14.410	598	532	766	924	533	1.130	7,8%	3.353	23,3%
Totale Italia		**229.530**	**5.837**	**8.129**	**12.255**	**16.195**	**2.923**	**13.966**	**6,1%**	**45.339**	**19,8%**
Centro-Nord	Centro, Nord-ovest, Nord-est	174.766	2.793	5.280	10.275	13.666	1.022	8.073	4,6%	33.036	18,9%
Mezzogiorno	Sud, Isole	54.764	3.044	2.849	1.980	2.529	1.901	5.893	10,8%	12.303	22,5%
Totale Italia		**229.530**	**5.837**	**8.129**	**12.255**	**16.195**	**2.923**	**13.966**	**6,1%**	**45.339**	**19,8%**

Tabella 1.36 - Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana PAI per ripartizione Fondi strutturali 2021-2027 – elaborazione 2024

Fondi strutturali 2021-2027		Beni culturali (VIR ICR 2024)	Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana				Beni culturali a rischio in aree di attenzione	Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata		Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana	
			Molto elevata	Elevata	Media	Moderata					
			P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3		P4 + P3 + P2 + P1 + AA	
		n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*	*n.*	*%*
Regioni più sviluppate	Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Provincia Autonoma di Trento, Provincia Autonoma di Bolzano, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Lazio	145.197	2.319	4.076	8.664	12.982	1.022	6.395	4,4%	29.063	20,0%
Regioni in transizione	Umbria, Marche, Abruzzo	34.400	823	1.403	1.617	787	54	2.226	6,5%	4.684	13,6%
Regioni meno sviluppate	Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna	49.933	2.695	2.650	1.974	2.426	1.847	5.345	10,7%	11.592	23,2%
Totale Italia		**229.530**	**5.837**	**8.129**	**12.255**	**16.195**	**2.923**	**13.966**	**6,1%**	**45.339**	**19,8%**

Tabella 1.37 – Beni culturali a rischio frane su base provinciale – elaborazione 2024

COD PRO	Provincia	Regione	Beni culturali (VIR ICR 2024)	Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana				Beni culturali a rischio in aree di attenzione	Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*
1	Torino	Piemonte	5856	168	202	146	0	0	370	6,3%
2	Vercelli	Piemonte	1290	23	32	35	0	0	55	4,3%
3	Novara	Piemonte	1709	7	9	22	0	0	16	0,9%
4	Cuneo	Piemonte	4100	120	87	163	0	0	207	5,0%
5	Asti	Piemonte	698	9	8	1	0	0	17	2,4%
6	Alessandria	Piemonte	1736	33	31	1	0	0	64	3,7%
96	Biella	Piemonte	668	1	17	14	0	0	18	2,7%
103	Verbano-Cusio-Ossola	Piemonte	1314	62	110	202	0	0	172	13,1%
7	Aosta	Valle D'Aosta	350	30	89	143	0	0	119	34,0%
12	Varese	Lombardia	1404	9	6	46	0	0	15	1,1%
13	Como	Lombardia	1593	40	42	159	0	0	82	5,1%
14	Sondrio	Lombardia	1139	21	33	521	0	0	54	4,7%
15	Milano	Lombardia	4581	0	0	0	0	0	0	0,0%
16	Bergamo	Lombardia	3009	42	48	226	0	0	90	3,0%
17	Brescia	Lombardia	3748	39	73	398	0	0	112	3,0%
18	Pavia	Lombardia	1755	2	9	21	0	0	11	0,6%
19	Cremona	Lombardia	954	0	0	0	0	0	0	0,0%
20	Mantova	Lombardia	1174	0	0	0	0	0	0	0,0%
97	Lecco	Lombardia	887	21	23	137	0	0	44	5,0%
98	Lodi	Lombardia	511	0	0	0	0	0	0	0,0%
108	Monza e della Brianza	Lombardia	767	0	0	0	0	0	0	0,0%
21	Bolzano	Trentino-Alto Adige	881	55	44	60	0	0	99	11,2%
22	Trento	Trentino-Alto Adige	870	0	95	158	195	0	95	10,9%
23	Verona	Veneto	4501	11	3	6	3	0	14	0,3%
24	Vicenza	Veneto	3336	7	11	5	1	21	18	0,5%
25	Belluno	Veneto	3511	18	32	81	25	140	50	1,4%
26	Treviso	Veneto	4250	19	4	1	1	1	23	0,5%
27	Venezia	Veneto	6333	0	0	0	0	0	0	0,0%
28	Padova	Veneto	3825	0	6	3	1	14	6	0,2%
29	Rovigo	Veneto	1288	0	0	0	0	0	0	0,0%
30	Udine	Friuli Venezia Giulia	3293	63	78	29	4	0	141	4,3%
31	Gorizia	Friuli Venezia Giulia	1185	3	11	2	0	0	14	1,2%
32	Trieste	Friuli Venezia Giulia	1664	5	4	0	7	0	9	0,5%

continua

segue Tabella 1.37 – Beni culturali a rischio frane su base provinciale – elaborazione 2024

COD PRO	Provincia	Regione	Beni culturali (VIR ICR 2024)	Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana				Beni culturali a rischio in aree di attenzione	Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*
93	Pordenone	Friuli Venezia Giulia	898	0	8	1	3	2	8	0,9%
8	Imperia	Liguria	2622	14	216	1053	872	0	230	8,8%
9	Savona	Liguria	2757	15	132	397	696	0	147	5,3%
10	Genova	Liguria	5985	77	318	1113	3082	0	395	6,6%
11	La Spezia	Liguria	1432	33	51	240	739	0	84	5,9%
33	Piacenza	Emilia-Romagna	2276	9	101	27	0	0	110	4,8%
34	Parma	Emilia-Romagna	2639	56	113	29	0	0	169	6,4%
35	Reggio nell'Emilia	Emilia-Romagna	4072	16	40	3	0	0	56	1,4%
36	Modena	Emilia-Romagna	1783	5	67	31	11	3	72	4,0%
37	Bologna	Emilia-Romagna	3868	13	93	17	155	318	106	2,7%
38	Ferrara	Emilia-Romagna	2499	0	0	0	0	0	0	0,0%
39	Ravenna	Emilia-Romagna	2115	20	64	15	4	23	84	4,0%
40	Forlì-Cesena	Emilia-Romagna	1841	105	204	98	61	0	309	16,8%
99	Rimini	Emilia-Romagna	1238	66	175	4	0	0	241	19,5%
45	Massa Carrara	Toscana	946	11	65	205	237	0	76	8,0%
46	Lucca	Toscana	1724	59	205	207	297	0	264	15,3%
47	Pistoia	Toscana	1147	9	95	185	168	26	104	9,1%
48	Firenze	Toscana	4456	82	201	901	906	24	283	6,4%
49	Livorno	Toscana	781	10	35	101	218	0	45	5,8%
50	Pisa	Toscana	2203	10	74	152	657	0	84	3,8%
51	Arezzo	Toscana	2287	42	159	795	457	0	201	8,8%
52	Siena	Toscana	4758	74	200	291	3492	0	274	5,8%
53	Grosseto	Toscana	1437	74	116	126	486	0	190	13,2%
100	Prato	Toscana	423	0	0	58	45	1	0	0,0%
54	Perugia	Umbria	5608	52	220	559	476	0	272	4,9%
55	Terni	Umbria	1076	36	67	28	4	0	103	9,6%
41	Pesaro e Urbino	Marche	4123	72	103	129	42	0	175	4,2%
42	Ancona	Marche	5424	39	268	126	13	0	307	5,7%
43	Macerata	Marche	6287	70	229	416	87	0	299	4,8%
44	Ascoli Piceno	Marche	4155	130	169	177	28	0	299	7,2%
109	Fermo	Marche	2896	75	148	176	34	0	223	7,7%
56	Viterbo	Lazio	2585	294	153	10	54	47	447	17,3%
57	Rieti	Lazio	880	25	45	7	46	0	70	8,0%
58	Roma	Lazio	9010	96	28	10	53	147	124	1,4%
59	Latina	Lazio	1044	148	5	1	0	16	153	14,7%

continua

segue Tabella 1.37 – Beni culturali a rischio franesu base provinciale – elaborazione 2024

COD PRO	Provincia	Regione	Beni culturali (VIR ICR 2024)	Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana				Beni culturali a rischio in aree di attenzione	Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
				Molto elevata	Elevata	Media	Moderata			
				P4	P3	P2	P1	AA	P4 + P3	
			n.	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*n.*	*%*
60	Frosinone	Lazio	1311	148	6	7	6	239	154	11,7%
66	L'Aquila	Abruzzo	2341	122	21	5	66	54	143	6,1%
67	Teramo	Abruzzo	790	81	38	1	6	0	119	15,1%
68	Pescara	Abruzzo	602	45	44	0	8	0	89	14,8%
69	Chieti	Abruzzo	1098	101	96	0	23	0	197	17,9%
70	Campobasso	Molise	3518	36	170	7	189	124	206	5,9%
94	Isernia	Molise	2400	542	54	45	60	174	596	24,8%
61	Caserta	Campania	3004	267	12	8	32	369	279	9,3%
62	Benevento	Campania	1325	86	21	32	31	257	107	8,1%
63	Napoli	Campania	5175	224	627	77	230	3	851	16,4%
64	Avellino	Campania	1186	109	29	35	38	227	138	11,6%
65	Salerno	Campania	1799	116	223	284	763	91	339	18,8%
71	Foggia	Puglia	1525	54	158	148	1	1	212	13,9%
72	Bari	Puglia	3310	51	77	0	0	0	128	3,9%
73	Taranto	Puglia	859	40	133	2	0	0	173	20,1%
74	Brindisi	Puglia	607	4	17	0	0	0	21	3,5%
75	Lecce	Puglia	2382	26	227	4	0	0	253	10,6%
110	Barletta-Andria-Trani	Puglia	686	6	56	11	0	0	62	9,0%
76	Potenza	Basilicata	1338	106	76	85	85	62	182	13,6%
77	Matera	Basilicata	1290	123	23	150	21	0	146	11,3%
78	Cosenza	Calabria	1617	80	75	169	44	3	155	9,6%
79	Catanzaro	Calabria	946	46	39	58	8	1	85	9,0%
80	Reggio di Calabria	Calabria	1584	155	57	85	0	1	212	13,4%
101	Crotone	Calabria	314	2	7	0	0	1	9	2,9%
102	Vibo Valentia	Calabria	658	24	37	8	0	0	61	9,3%
81	Trapani	Sicilia	527	27	1	0	4	2	28	5,3%
82	Palermo	Sicilia	1618	111	22	9	24	130	133	8,2%
83	Messina	Sicilia	1730	129	100	41	9	157	229	13,2%
84	Agrigento	Sicilia	902	66	41	11	14	76	107	11,9%
85	Caltanissetta	Sicilia	449	26	9	8	3	29	35	7,8%
86	Enna	Sicilia	598	64	18	7	15	13	82	13,7%
87	Catania	Sicilia	1291	13	23	4	1	24	36	2,8%
88	Ragusa	Sicilia	525	30	16	6	1	2	46	8,8%
89	Siracusa	Sicilia	940	7	20	1	2	100	27	2,9%
90	Sassari	Sardegna	2055	50	146	266	286	0	196	9,5%
91	Nuoro	Sardegna	817	20	24	144	269	0	44	5,4%
92	Cagliari	Sardegna	754	14	31	53	14	0	45	6,0%
95	Oristano	Sardegna	729	4	17	61	73	0	21	2,9%
111	Sud Sardegna	Sardegna	1475	37	64	155	209	0	101	6,8%
Totale Italia			**229.530**	**5.837**	**8.129**	**12.255**	**16.195**	**2.923**	**13.966**	**6,1%**

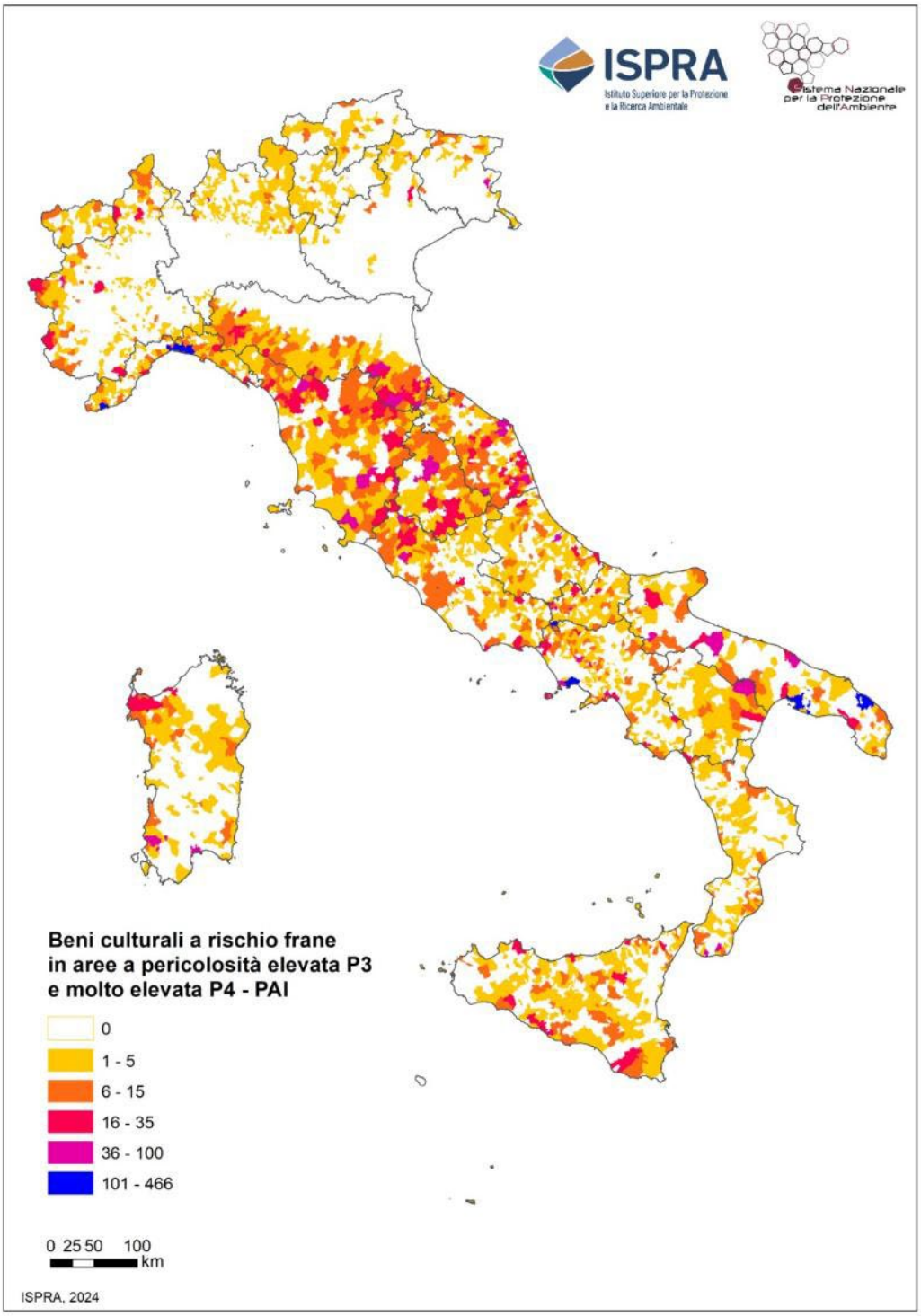


Figura 1.54 - Beni culturali a rischio frane in aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 PAI su base comunale (n.) – elaborazione 2024

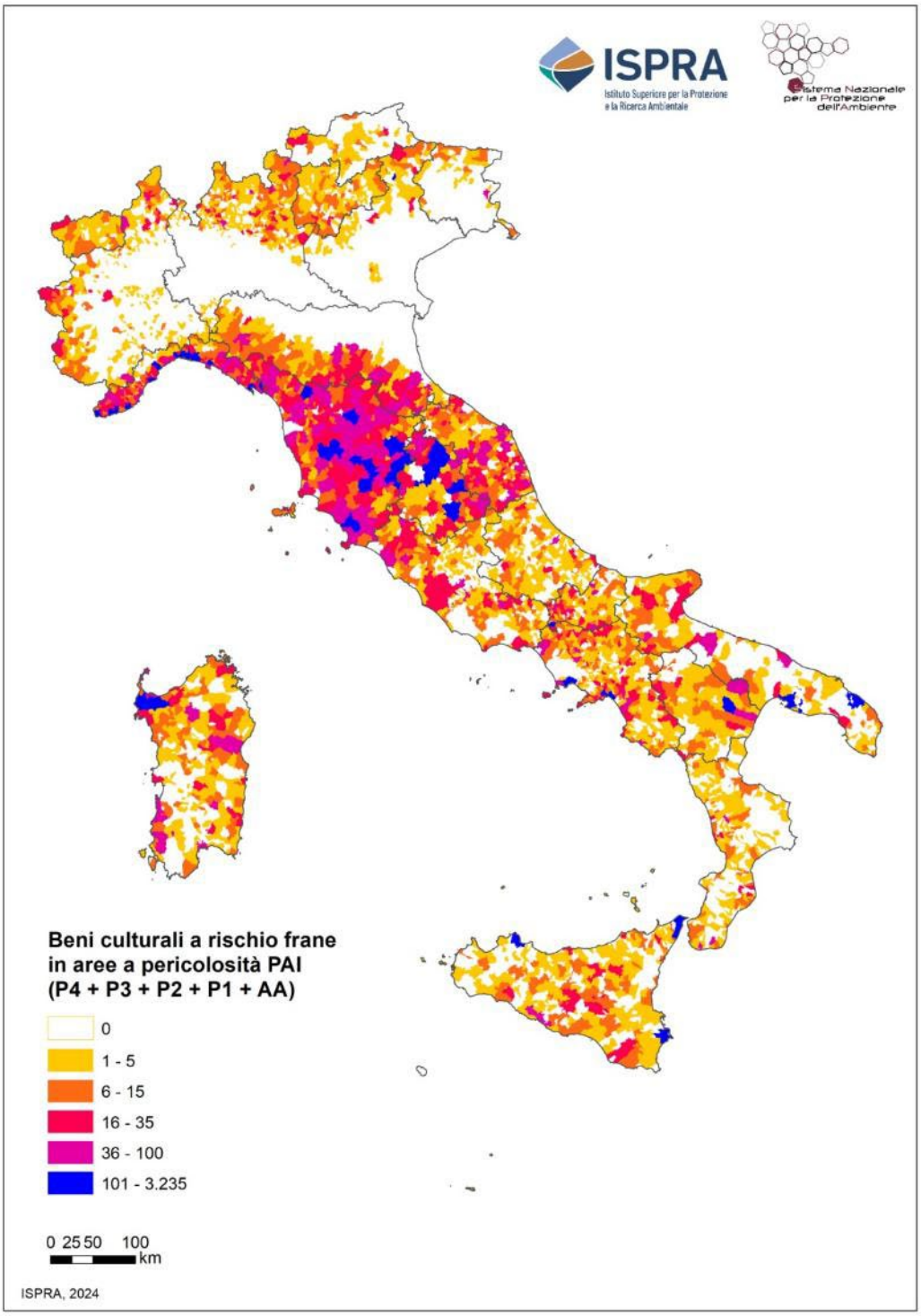


Figura 1.55 - Beni culturali a rischio frane in aree a pericolosità da frana P4, P3, P2, P1, AA dei PAI su base comunale (n.) – elaborazione 2024

1.5.7 Confronto dati di popolazione a rischio frane 2021-2024

Sono disponibili ad oggi i dati dell'indicatore "Popolazione a rischio frane" pubblicati nei quattro Rapporti ISPRA sul Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio, edizioni 2015, 2018, 2021 e 2024.

Confrontando i dati delle elaborazioni dell'indicatore di rischio frane 2015, 2018 e 2021, emerge che la popolazione a rischio frane in Italia residente in aree a pericolosità elevata P3 e molto elevata P4 è aumentata del 4,7% tra il 2015 e il 2018 e dell'1,7% tra il 2018 e il 2021.

Considerato che il dato della popolazione residente per le edizioni 2015, 2018 e 2021 era un valore costante (Censimento Istat 2011 con 402.678 sezioni di censimento e popolazione totale pari a 59.433.744 abitanti), il suddetto incremento della popolazione a rischio era legato all'integrazione/revisione delle aree a pericolosità da frana dei Piani di Assetto Idrogeologico. I PAI, infatti, sono strumenti dinamici che negli anni sono stati oggetto di integrazioni e modifiche da parte delle Autorità di Bacino (ora Autorità di Bacino Distrettuali), a seguito di nuovi studi e indagini (es. studi di maggior dettaglio, attività di mappatura in territori precedentemente non indagati), nuovi eventi franosi, al completamento di interventi strutturali di mitigazione del rischio o su richiesta degli Enti locali (Trigila *et alii*, 2015). Le integrazioni/revisioni dei PAI hanno determinato un incremento percentuale delle superfici classificate a pericolosità P3 e P4 del 6,2% tra il 2015 e il 2018 e del 3,8% tra il 2018 e il 2021.

Confrontando i dati delle elaborazioni 2021 e 2024, la popolazione a rischio frane, residente in aree a pericolosità elevata e molto elevata, è diminuita dell'1,4% a fronte di un aumento delle superfici classificate a pericolosità P3 e P4 del 9,2%. Premesso che nell'elaborazione 2024 è stato utilizzato come dato di input il Censimento della popolazione Istat 2021 (756.259 sezioni di censimento e popolazione totale pari a 59.030.133 abitanti), con una diminuzione della popolazione residente dello 0,7% rispetto al Censimento 2011, il disaccoppiamento tra la variazione 2021-2024 della popolazione a rischio e delle superfici classificate a pericolosità elevata P3 e molto elevata P4 risulta influenzato dalla diminuzione della popolazione residente, soprattutto nelle Aree interne (Par. 1.5.1), che sono ubicate prevalentemente lungo la dorsale alpina e appenninica e quindi quelle maggiormente interessate da aree a pericolosità da frana.

Con riferimento alla relazione tra popolazione a rischio, superfici a pericolosità da frana e interventi strutturali di mitigazione del rischio (Cap. 8), bisogna tenere in considerazione i seguenti aspetti:

- il numero di interventi finanziati rispetto al quadro complessivo del dissesto sul territorio nazionale;
- i tempi di impatto dei programmi degli interventi: le opere finanziate negli ultimi anni produrranno effetti solo nel prossimo futuro, tenuto conto di un tempo medio di attuazione degli interventi strutturali, comprensivo delle fasi di avvio, progettazione, aggiudicazione, esecuzione lavori e collaudo, pari a 4,7 anni;
- i tempi medi di aggiornamento dei PAI;
- la non deperimetrazione delle aree o mancata riduzione della classe di pericolosità delle aree a pericolosità PAI a intervento concluso da porre in relazione a : a) rischio residuo (margine di rischio che rimane dopo la realizzazione dell'opera); b) assenza di sistemi di monitoraggio strumentale per misurare l'efficienza ed efficacia dell'opera strutturale nel tempo; c) evitare che l'eliminazione dei vincoli e delle regolamentazioni d'uso del territorio determini un eventuale incremento di nuovi edifici e del numero di abitanti residenti.

2 ALLUVIONI

2.1 Gli adempimenti della Direttiva Alluvioni

La valutazione della pericolosità e del rischio di alluvioni, incluse quelle con importante mobilitazione di sedimenti, c.d. "colate" detritiche, è assoggettata alla disciplina comunitaria (Dir. 2007/60/CE o Direttiva Alluvioni), così come trasposta a livello nazionale dal D. Lgs. 49/2010 e ss.mm.ii.

Allo stato attuale, non sono disponibili aggiornamenti per quanto concerne il quadro nazionale della pericolosità di alluvione e il conseguente rischio associato, per le motivazioni che saranno di seguito chiarite e che derivano dalle modalità con cui la Direttiva è concepita e richiede di essere implementata.

L'implementazione della Direttiva Alluvioni prevede che siano attuati in maniera consequenziale e ciclica i seguenti adempimenti: la Valutazione Preliminare del Rischio di Alluvioni (art. 4) con contestuale individuazione delle Aree a Potenziale Rischio Significativo di Alluvioni (art. 5); le Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni (art. 6) e, infine, il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (art. 7), che sulla base delle conoscenze derivanti dai precedenti adempimenti, definisce gli obiettivi di mitigazione del rischio e le misure con cui conseguirli.

In Italia, gli ambiti amministrativi a cui tali adempimenti sono applicati sono i 7 Distretti Idrografici (Figura 2.1), suddivisi in 47 Unità di Gestione (*Unit of Management* – UoM), mentre la responsabilità dell'implementazione in qualità di Autorità Competenti (*Competent Authority* – CA) è affidata a vario titolo a: Autorità di bacino distrettuale, Regioni e Provincie Autonome, Ministero dell'Ambiente, ISPRA e Dipartimento di protezione civile (DPC).

Figura 2.1 - Limiti amministrativi dei distretti idrografici e relative UoM vigenti dal 2018. In legenda nomi dei distretti e codice identificativo europeo

La Direttiva Alluvioni si basa sul concetto di ciclo di gestione, ovvero su una revisione periodica della valutazione del rischio di alluvioni e degli strumenti con cui si decide di gestirlo. All'articolo 14, infatti, la Direttiva stabilisce che ogni 6 anni si provveda al riesame e, se del caso, all'aggiornamento degli adempimenti previsti dalla sua implementazione, tenendo conto, inoltre, degli sviluppi di lungo termine, tra cui in particolare gli impatti dei cambiamenti climatici sul verificarsi delle alluvioni.

Ogni 6 anni le Autorità Competenti cooperano, con diverso livello di responsabilità, nel fornire alla Commissione Europea (CE), attraverso apposita piattaforma web, un insieme di informazioni standardizzate

per ciascuno dei suddetti adempimenti. Tale procedura, meglio nota come reporting, fornisce il quadro unitario nazionale, ad una determinata data, delle conoscenze raggiunte a tale data, frutto tuttavia di un processo continuo di aggiornamento che avviene con diverse modalità e tempi nei vari Distretti Idrografici.

Rispetto alla "valutazione del rischio" si pone, infatti, l'esigenza di aggiornare continuamente la conoscenza del territorio, dei processi che lo caratterizzano e degli effetti delle misure introdotte per la mitigazione del rischio. Alterazioni dell'uso che si fa del territorio stesso influiscono, infatti, sulla pericolosità di alluvione, poiché agiscono sui meccanismi di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi superficiali e, quindi, sugli apporti di acqua e sedimento in alveo (portate liquide e solide) oltre che sui processi di dinamica fluviale. Inoltre, le suddette alterazioni hanno effetti sul danno potenziale, dato che modifiche del territorio si sostanziano in una variazione del tipo e della numerosità dei beni esposti al rischio.

Altro aspetto della conoscenza riguarda i fenomeni meteorici e in particolare la distribuzione delle precipitazioni nello spazio e nel tempo e l'alterazione che ne può derivare per effetto dei cambiamenti climatici. Tale alterazione si manifesta sull'intensità degli eventi, ovvero sulla quantità di pioggia che cade su una determinata area nell'unità di tempo, sulla durata, e quindi sulla persistenza dei fenomeni su una certa porzione di territorio (ad es., eventi di maggio 2023 e settembre 2024 in Emilia-Romagna), sulla frequenza di accadimento e, come riscontrato in recenti eventi (ad es., evento nelle Marche di settembre 2022), sulla formazione di fenomeni temporaleschi anomali in determinate aree geografiche del territorio o per determinati periodi dell'anno.

Ultimo aspetto, che richiede una valutazione continua, è quello che riguarda le *misure di mitigazione del rischio*, per le quali vanno monitorati il livello di implementazione e di efficacia – in termini di raggiungimento degli obiettivi di mitigazione – e lo stato di conservazione delle opere già realizzate, in specie a seguito di eventi di piena significativi.

La valutazione preliminare del rischio ha lo scopo di dare atto di tale conoscenza acquisita, sulla base degli eventi alluvionali occorsi, di osservazioni, studi e modellazioni (art. 4), e di concepire di conseguenza possibili scenari per individuare, in maniera la più ampia possibile, in termini spaziali e con riferimento anche agli sviluppi di lungo termine, le aree che sono potenzialmente a rischio significativo di alluvioni (art. 5).

L'individuazione di tali aree è fondamentale per l'implementazione della Direttiva, dato che essa stabilisce non solo che gli Stati Membri predispongano le mappe della pericolosità e del rischio (art. 6) per le zone di cui all'articolo 5, ma che proprio per tali zone siano redatti i Piani di gestione del rischio di alluvioni sulla base delle mappe di cui all'articolo 6.

2.2 Il terzo ciclo di gestione del rischio di alluvioni

Con l'adozione, a dicembre del 2021, in sede di Conferenza Istituzionale Permanente (CIP), del primo aggiornamento del Piano di gestione del rischio di alluvioni (approvato con DPCM nel dicembre dell'anno successivo), ha avuto inizio il III ciclo di gestione ai fini dell'implementazione della Direttiva Alluvioni.

Per il terzo ciclo di gestione (2022-2027), la prima scadenza è quella del 22 dicembre 2024, data entro la quale dovevano essere concluse le attività di aggiornamento della Valutazione Preliminare del Rischio (*Preliminary Flood Risk Assessment* - PFRA) con individuazione delle Aree a Potenziale rischio significativo di Alluvioni (*Areas of Potential Significant Flood Risk* - APSFR) e i cui esiti dovevano essere riportati alla CE entro i 3 mesi successivi (22 marzo 2025).

Con delibere di dicembre 2024, la CIP di ciascun Distretto Idrografico ha preso atto dello stato di avanzamento del primo aggiornamento della valutazione preliminare del rischio e dell'individuazione delle zone per le quali esiste un rischio potenziale significativo di alluvioni, delegando il Segretario generale di ciascun distretto a provvedere all'aggiornamento definitivo, sulla base di eventuali ulteriori informazioni acquisite e/o rese disponibili attraverso il caricamento da parte delle regioni sulla piattaforma FloodCat. Ciò anche in virtù del fatto che alla data di dicembre 2024 la CE non aveva ancora reso disponibili le versioni definitive dei nuovi formati tecnici per l'elaborazione e la trasmissione dei dati e delle relative Linee Guida per il reporting, disattendendo quanto specificato all'art. 11 della Direttiva stessa ("*I formati tecnici dovrebbero essere adottati almeno due anni prima delle date indicate* […]).

A partire dal III ciclo di gestione, infatti, il reporting delle informazioni richieste dalla CE per comprovare gli adempimenti previsti dalla Direttiva Alluvioni avviene su una nuova infrastruttura, "ReportNet 3" della

European Environmental Agency (EEA), che contiene anche tutti i documenti e gli strumenti a supporto dell'attività di reportistica (Figura 2.2) e che contestualmente all'adozione di tale infrastruttura sono stati modificati anche standard, formati e modalità è richiesto che siano fornite le informazioni ai fini del reporting.

Figura 2.2 - Screenshot della finestra di gestione del PFRA-APSFR Dataflow di Reportnet 3, accessibile ai data reporter nazionali

Si consideri che, sebbene l'apertura del reporting PFRA-APSFR sia avvenuta a metà febbraio 2025, solo a fine marzo sono state completate le ultime versioni delle *Technical Reporting Guidance*.

Oltre alle complessità introdotte dall'utilizzo di nuovi formati e strutture dati e di una nuova infrastruttura che ha avuto negli scorsi mesi vari problemi nell'importazione dei dati, bloccandone di fatto l'operatività per diversi intervalli di tempo, la principale complicazione riguarda il fatto che il caricamento delle informazioni richieste e i controlli di validazione su di esse effettuati, non sono più gestiti a livello di UoM ma di intero territorio nazionale, con aggravio della durata dei processi suddetti e necessità di riconcepire alcune delle codifiche adottate nei precedenti cicli di gestione a livello di UoM o al più di Distretto per garantirne l'univocità su scala nazionale.

Le successive scadenze relative agli ulteriori adempimenti previsti dalla Direttiva Alluvioni, aggiornamento delle mappe di pericolosità e rischio di alluvione e dei piani di gestione del rischio di alluvioni, sono rispettivamente dicembre 2025 (con reporting alla CE entro il 22 marzo 2026) e dicembre 2027 (con reporting alla CE entro il 22 marzo 2028). Ne consegue che **il quadro nazionale aggiornato della pericolosità e del rischio di alluvioni non è al momento disponibile perché in corso di costruzione** e restano valide le statistiche riportate nei Rapporti ISPRA 353/2021 (Lastoria *et alii*, 2021) e 356/2021 (Trigila *et alii*, 2021).

2.2.1 La Valutazione Preliminare del Rischio e le Aree a Potenziale Rischio Significativo di Alluvioni

Gli oggetti fondamentali che compongono la Valutazione Preliminare sono gli *eventi alluvionali* (Flood events - FE) e *i luoghi in cui essi si verificano* (Flood Locations - FL), a partire dai quali sono individuate le Aree a Potenziale Rischio Significativo di alluvioni (APSFR).

Gli eventi sono differenziati in *past* e *future event*, a seconda che si tratti di eventi occorsi o di scenari di inondazione futuribili.

Alla categoria delle *past flood* appartengono le alluvioni a cui fanno riferimento l'art. 4.2 (b) e 4.2 (c) della Direttiva Alluvioni:

- l'art. 4.2(b) riguarda eventi alluvionali caratterizzati dall'aver avuto nel passato impatti avversi significativi in determinati luoghi in cui si sono verificate e dall'avere una probabilità non nulla di ripetersi "in futuro" negli stessi luoghi;
- l'art. 4.2(c) riguarda alluvioni del passato che si possono considerare "significative" in quanto, pur essendosi verificate in determinati luoghi senza provocare impatti avversi significativi noti, sono caratterizzate da una probabilità non nulla che il loro verificarsi negli stessi luoghi possa comportare "in futuro" conseguenze avverse significative.

Alla categoria delle *future flood* appartengono le alluvioni a cui fa riferimento l'art. 4.2(d).

In base a tale articolo, l'individuazione delle *future flood* e delle conseguenze avverse ad esse associate deve tenere conto, da una parte, della predisposizione fisica di bacini e corsi d'acqua in termini di caratteristiche topografiche, idrologiche, geomorfologiche, compresa la presenza ed efficacia delle piane inondabili e delle opere di difesa idraulica, e dall'altra, del fatto che tali eventi devono interessare contesti in cui siano presenti elementi esposti potenzialmente danneggiabili anche in prospettiva "futura" tenendo conto degli sviluppi di lungo termine in relazione a cambiamenti dell'uso del suolo o degli impatti dei cambiamenti climatici.

I criteri forniti a livello nazionale, per l'individuazione e la selezione degli eventi del passato e futuri, prevedono che:

- Per i *past event* la principale fonte informativa sia la Piattaforma webGIS *FloodCat* (Figura 2.3), il catalogo nazionale degli eventi alluvionali implementato dal DPC in collaborazione con la fondazione CIMA e l'ISPRA che ne supportano la funzionalità e l'aggiornamento. In FloodCat, l'informazione è catalogata in conformità con gli standard europei e gli eventi riportati rispondono ad un livello di significatività determinato da caratteristiche di intensità, estensione e impatti delle inondazioni. L'alimentazione della piattaforma è a cura delle Regioni e Provincie Autonome. Gli eventi che devono essere riportati per il III ciclo di gestione ai fini della PFRA, sono quelli avvenuti nel periodo compreso tra le date del 1° dicembre 2018 e del 31 ottobre 2024, in continuità con quanto riportato nel ciclo precedente. In taluni casi, ove le Regioni lo ritenessero opportuno, è possibile riportare aggiornamenti relativi ad eventi occorsi precedentemente. Sono in ogni caso da riportare quegli eventi in cui si siano verificati danni alla popolazione (vittime/dispersi o feriti).

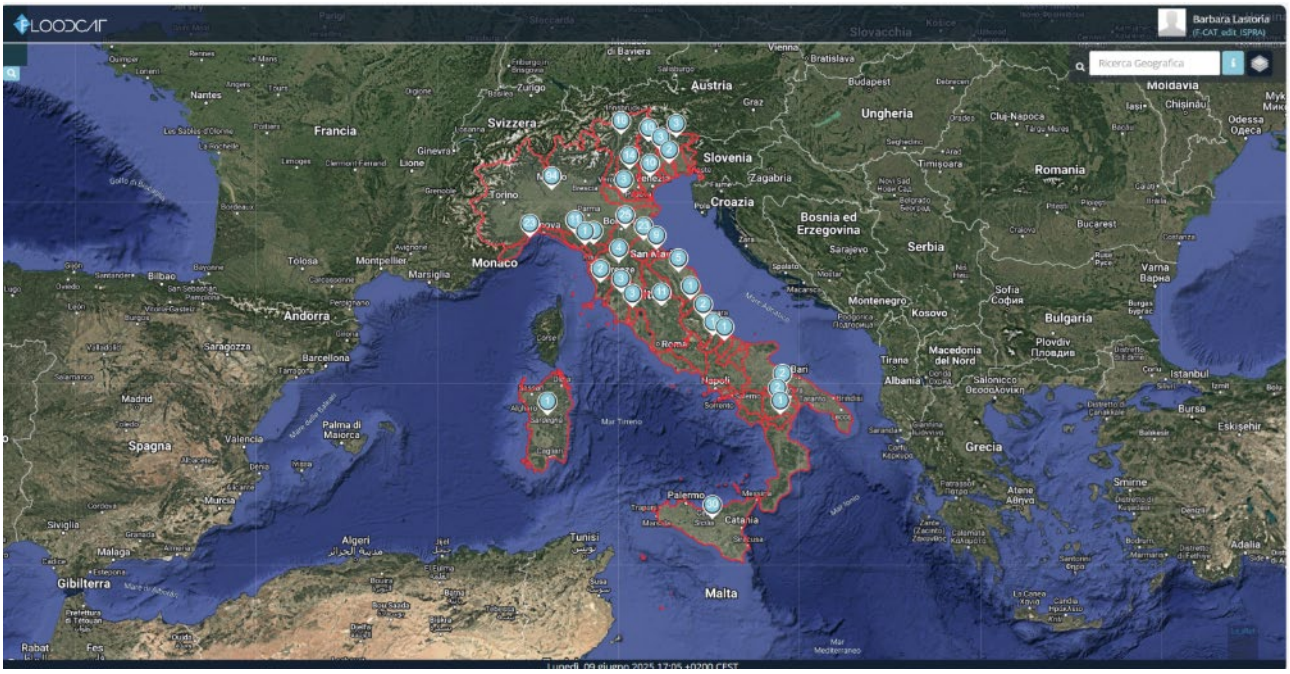


Figura 2.3 - Screenshot tratto da FloodCat in data 09/06/2025 relativamente agli eventi caricati sulla piattaforma la cui data di inizio evento è compresa tra il 1 dicembre 2018 e il 31 ottobre 2024

- Per i *future event*, oltre alle perimetrazioni di aree allagate o allagabili associate a scenari previsti, ricostruiti, modellati e relativi aggiornamenti prodotti successivamente al 2020, possono essere inclusi tratti "critici", quali ad esempio: tratti del reticolo minore (corsi d'acqua temporanei o effimeri) interferenti con elementi esposti, tratti tombati, tratti di costa con spiccati fenomeni erosivi. Da considerare, inoltre, gli ambiti in cui i processi di versante potrebbero interferire con il deflusso d'alveo, comprese le aree di conoide (tutte le aree di conoide attive o quiescenti rintracciabili su carte geomorfologiche) e le aree che possono essere soggette a *flash flood* (piene rapide e improvvise) o *debris flow* (colate detritiche), introducendo come ulteriore elemento connotante gli sviluppi di lungo termine aventi effetti aggravanti sulla pericolosità e sul danno potenziale atteso, il consumo di suolo.

L'identificazione delle APSFR deve essere basata sugli esiti della Valutazione Preliminare del rischio di alluvioni e, dal momento che l'indicazione fornita a livello europeo è quella di riferirsi alle "large floods", esse devono

ricomprendere l'inviluppo delle aree allagate o allagabili derivanti dagli eventi passati e futuri. Inoltre, le APSFR devono conservare l'informazione sulla tipologia di alluvioni espressa in termini di *origine* (fluviale, pluviale, marina, ecc.), *caratteristiche* (flash flood, scioglimento nivale, debris flow, ecc.) e *meccanismi* (superamento della capacità di contenimento naturale, superamento della capacità di contenimento delle opere di difesa, cedimenti/collassi/malfunzionamenti delle opere di difesa, ecc.). Si tratta di informazioni particolarmente utili per comprendere quali sono le modalità con cui si possono verificare allagamenti in determinate aree e le cause che li possono generare: basti pensare ad es., alle 21 rotte arginali che hanno caratterizzato gli eventi di maggio 2023 in Emilia-Romagna e, nella stessa regione, alle ulteriori 6 avvenute nel corso dell'evento del settembre 2024 e 7 in quello di ottobre 2024[36] .

2.2.1.1 Eventi idrometeorologici significativi (Significant Past Events)

Il triennio 2022-2024 è stato caratterizzato da elevate anomalie termiche e da diversi eventi idro-meteorologici di eccezionale intensità (in particolare nel 2023), che hanno causato vittime e danni alle infrastrutture e alle attività economiche, oltre che all'ambiente (Braca *et alii*, 2023, 2024; SNPA, 2023, 2024, 2025).

L'anno **2022** si è contraddistinto per l'elevato deficit di precipitazione, che su scala nazionale ha fatto registrare un'anomalia del 22%, rispetto alla media climatologica di riferimento 1991-2020 (SNPA, 2023) e il minimo storico nazionale, dal 1951 a oggi, della precipitazione annua, con un valore di 719 mm (Figura 2.4), inferiore persino a quelli estremi minimi registrati nel 2007 e nel 2017 (Braca et al., 2023). Su scala annuale, circa il 20% del territorio nazionale è stato interessato da condizioni di siccità estrema. In termini di persistenza delle condizioni di siccità, il 2022 risulta in Italia il terzo per gravità (Braca et al., 2023, SNPA, 2023).

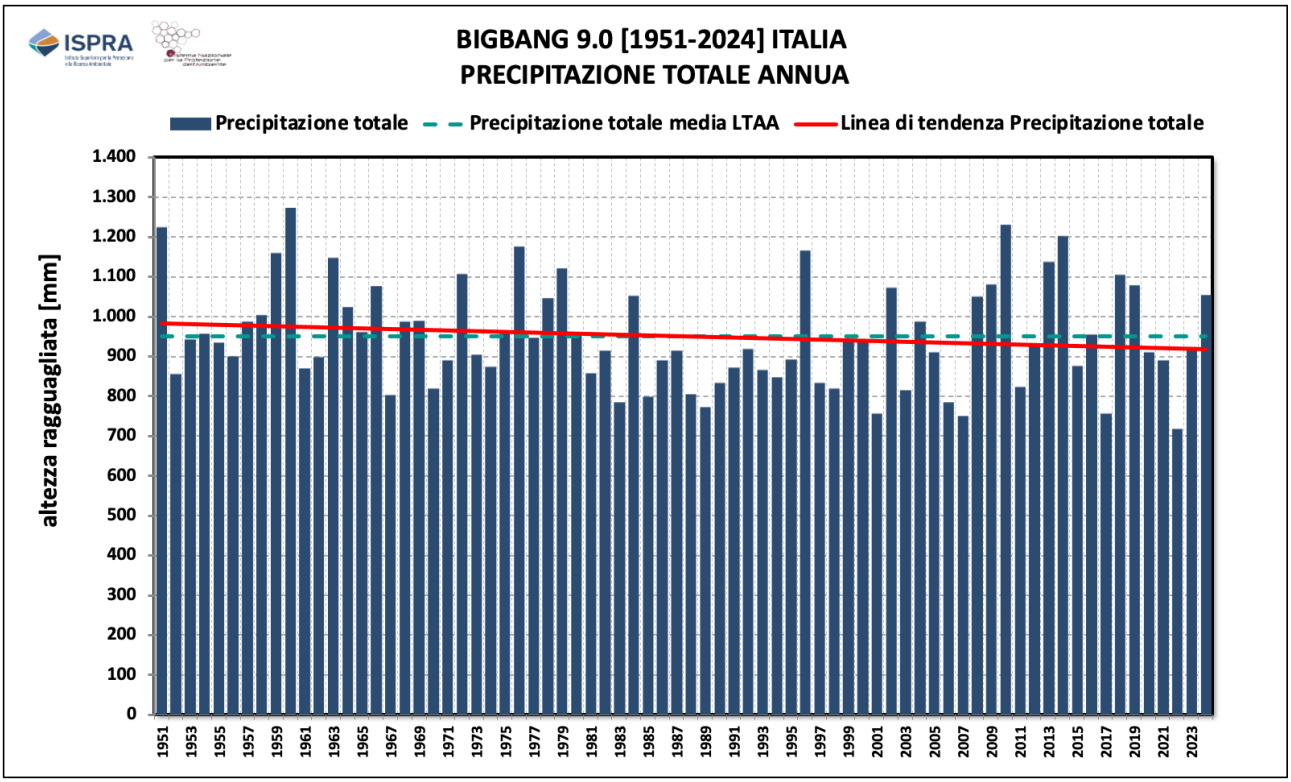


Figura 2.4 - Serie della precipitazione totale annua per l'Italia nel periodo 1951–2024 (barre blu), con precipitazione totale media sul lungo periodo (LTAA; linea celeste continua) e trend (linea rossa tratteggiata). Fonte: Elaborazioni BIGBANG dell'ISPRA, su dati ufficiali dei servizi idrologici regionali e delle provincie autonome e del soppresso SIMN-Servizio idrografico e Mareografico Nazionale.

[36] Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po: Valutazione preliminare del rischio di alluvioni e definizione delle aree a potenziale rischio significativo di alluvioni ai sensi degli art. 4 e 5 della Direttiva 2007/60/CE: terzo ciclo di gestione - RELAZIONE METODOLOGICA, Stato di avanzamento – dicembre 2024. https://pianoalluvioni.adbpo.it/wp-content/uploads/2025/04/Relazione-metodologica_III_ciclo_DistrettoPo.pdf

Tuttavia, non sono mancati eventi calamitosi, tra cui quello che ha flagellato le Marche nel mese di settembre 2022 e quello che ha interessato l'isola di Ischia nel novembre dello stesso anno.

Tra il 15 e il 16 settembre 2022, precipitazioni intense e concentrate occorse tra le ore 16:00 e le 22:00 (con una cumulata che ha raggiunto i 419 mm a Cantiano), hanno causato esondazioni diffuse lungo le aste fluviali principali e secondarie dei bacini del Misa, del Cesano, del Candigliano e dell'Esino, nelle Marche, con un bilancio di 13 vittime e ingenti danni (Centro Funzionale Regione Marche, 2022; SNPA, 2023).

Poco più di due mesi dopo, il 26 novembre, un evento meteorologico di intensità straordinaria ha interessato l'isola di Ischia. Nell'arco temporale compreso tra le ore 00:00 e le 19:00 si sono registrate precipitazioni elevate, che hanno raggiunto il valore massimo di 176.8 mm nella stazione Forio d'Ischia, di 162.4 mm a Ischia, di 149.8 mm a Piano Liguori e di 145.4 mm a Monte Epomeo (SNPA, 2023). L'evento ha determinato effetti al suolo soprattutto nel territorio del comune di Casamicciola Terme, con l'innesco di colate rapide di fango, miste a detriti e massi di grandi dimensioni, e ha causato 12 vittime. Rispetto all'ultimo evento analogo per danni, che nel novembre 2009 aveva colpito l'area, le precipitazioni del 2022 sono state di intensità più elevata; per l'evento sul Monte Epomeo, i valori di intensità di precipitazione osservati nel 2022 per tutte le durate considerate (comprese quelle sub-orarie), sono stati superiori ai corrispettivi registrati nel 2009 (Centro Funzionale Multirischi Regione Campania, 2022; SNPA, 2023).

Nel mese di dicembre il maltempo ha colpito anche la Sicilia, con precipitazioni intense e persistenti, e tra il 9 e l'11 del mese precipitazioni diffuse hanno causato piene su tutti i corsi d'acqua maggiori del settore centrale dell'Emilia-Romagna, senza però causare significative criticità (SNPA, 2023)

Numerosi eventi alluvionali eccezionali hanno contraddistinto il **2023** con effetti devastanti sulla popolazione, sull'ambiente, sulle infrastrutture e sulle attività economiche.

Il 9-10 febbraio, le aree sud-orientali della Sicilia sono state colpite dalla tempesta sub-tropicale Helios, con piogge persistenti che hanno fatto registrare valori cumulati sulle 48 ore compresi tra i 200 e i 450 mm e l'esondazione dei fiumi Ficuzza e Acate che hanno causato 3 vittime.

Tuttavia, per estensione e impatti, si contraddistingue la successione di eventi pluviometrici (1 e 17 maggio), e le conseguenti inondazioni, che hanno devastato l'Emilia-Romagna nel maggio 2023. Stanti le caratteristiche idro-fisiografiche e il conseguente sviluppo territoriale regionale, l'Emilia-Romagna è tra le regioni in cui le percentuali di territorio potenzialmente allagabile, così come quelle di popolazione esposta a rischio di alluvione, per i tre scenari di pericolosità/probabilità previsti dalla normativa, risultano superiori rispetto ai valori calcolati alla scala nazionale. La notevole estensione delle aree allagabili, a partire dallo scenario medio, è legata alla presenza di una complessa ed estesa rete di collettori di bonifica e corsi d'acqua minori che si sviluppano su ampie aree morfologicamente depresse, di tratti arginati spesso lungo alvei stretti e pensili, di regimazioni e rettifiche in specie nei tratti di pianura. Per tempi di ritorno (TR) superiori a quelli previsti per lo scenario di pericolosità elevata, infatti, il reticolo di bonifica, per lo più insufficiente in modo generalizzato, provoca allagamenti diffusi su porzioni molto ampie del territorio.

Le analisi dell'ISPRA (Lastoria *et alii*, 2021), riferite al quadro della pericolosità e del rischio di alluvioni, aggiornato dalle Autorità di Bacino Distrettuali a dicembre 2020[37], in attuazione dell'art. 6 della Direttiva Europea sulle Alluvioni 2007/60/CE (II ciclo di Gestione), hanno evidenziato che l'11,6% del territorio regionale, in cui risiede poco meno del 10% della popolazione, ricade in aree potenzialmente allagabili secondo uno scenario di pericolosità elevata (ovvero inondabile per eventi con TR-tempi di ritorno compresi tra i 20 e i 50 anni[38]). In caso di scenario di pericolosità media (TR compreso tra 100 e 200 anni) le aree potenzialmente allagabili raggiungono il 45,6% dell'intero territorio regionale e la popolazione esposta supera ampiamente il 60%. Le province con maggiori percentuali di territorio inondabile sono Ravenna e Ferrara con percentuali che arrivano rispettivamente all'80% e quasi al 100% in caso di scenario di pericolosità media da alluvioni.

Il carattere eccezionale della successione di eventi meteo-pluviometrici, si deve alla combinazione di una serie di fattori legati alla struttura e alla traiettoria del ciclone in transito da sabato 12 maggio sul Mediterraneo e da lunedì 14 maggio sulla Penisola. Le precipitazioni hanno rilasciato sul territorio romagnolo, e poi su quello della parte centrale della regione, un quantitativo di precipitazione tra il 25% e il 30% della media storica, con cumulate nei 17 giorni di 609.8 mm nella stazione di Trebbio (FC) e di 563.4 mm a Le Taverne (BO).

[37] Successivo aggiornamento a dicembre 2026.

[38] I valori dei tempi di ritorno di riferimento per i diversi scenari di pericolosità sono definiti all'art. 6 del D.Lgs. 49/2010.

L'eccezionale intensità degli eventi ha provocato devastanti impatti sul territorio: rotte arginali, (21) e 17 decessi (ABD Po, 2024 e SNPA, 2024).

Alla scala nazionale, nel mese di maggio 2023 si è registrata una precipitazione (circa 49 miliardi di metri cubi) che è risultata superiore al doppio della corrispondente media mensile sul lungo periodo 1951–2023 (23 miliardi di metri cubi), con una anomalia percentuale del +114% rispetto alla media (Braca *et alii*, 2024). In Emilia-Romagna, Sicilia e in minor parte in Calabria, si sono registrati localmente valori cumulati di pioggia addirittura superiori di oltre 6 volte alle medie del periodo (Figura 2.5).

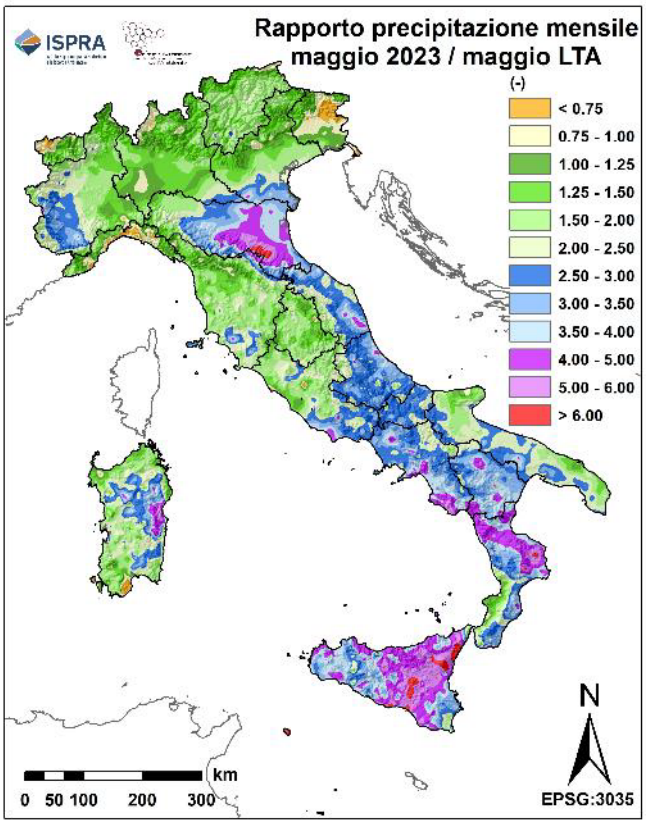


Figura 2.5 - Rapporto tra la precipitazione mensile di maggio 2023 e la corrispondente media mensile calcolata sul periodo 1951–2023 (LTA-Long term average). Fonte: Elaborazioni BIGBANG dell'ISPRA, su dati ufficiali dei servizi idrologici regionali e delle provincie autonome e del soppresso SIMN-Servizio idrografico e Mareografico Nazionale.

Il mese di novembre del 2023 è stato segnato da forti eventi temporaleschi, tra cui quello occorso il giorno 2 in un'area compresa tra le province di Pisa, Pistoia e Prato, dove le precipitazioni intense hanno raggiunto i 200 mm in circa 4 ore, causando l'esondazione di diversi tratti del reticolo minore, danni a cose e persone con ben 8 vittime.

L'anno **2024** è stato caratterizzato da abbondanti precipitazioni (Figura 2.6). Nel Nord, il 2024 è risultato essere il secondo anno più piovoso della serie storica (SNPA, 2025). A scala nazionale, il modello di bilancio idrologico nazionale BIGBANG dell'ISPRA (Braca *et alii*, 2021) stima un totale annuo di precipitazioni di circa 319 miliardi di metri cubi (corrispondenti a 1.056 mm), che è superiore, di oltre il 10%, alla media annua riferita all'ultimo trentennio climatologico 1991-2020, stimata in circa 285 miliardi di metri cubi (944,4 mm). Febbraio è stato il mese più piovoso mentre novembre, normalmente tra i mesi più piovosi, ha fatto registrare una forte anomalia negativa rispetto alla media climatologica dell'ordine del -70% (SNPA, 2025).

A livello distrettuale, le stime del BIGBANG evidenziano, rispetto alla media di lungo periodo 1951-2024, surplus di precipitazione nei Distretti idrografici del Fiume Po (+38%), delle Alpi Orientali (+34%) e dell'Appennino Settentrionale (+20%). Tutte negative le anomalie di precipitazioni nei restanti Distretti idrografici, in particolare in quello della Sicilia con un deficit del -25% rispetto alla media di lungo periodo.

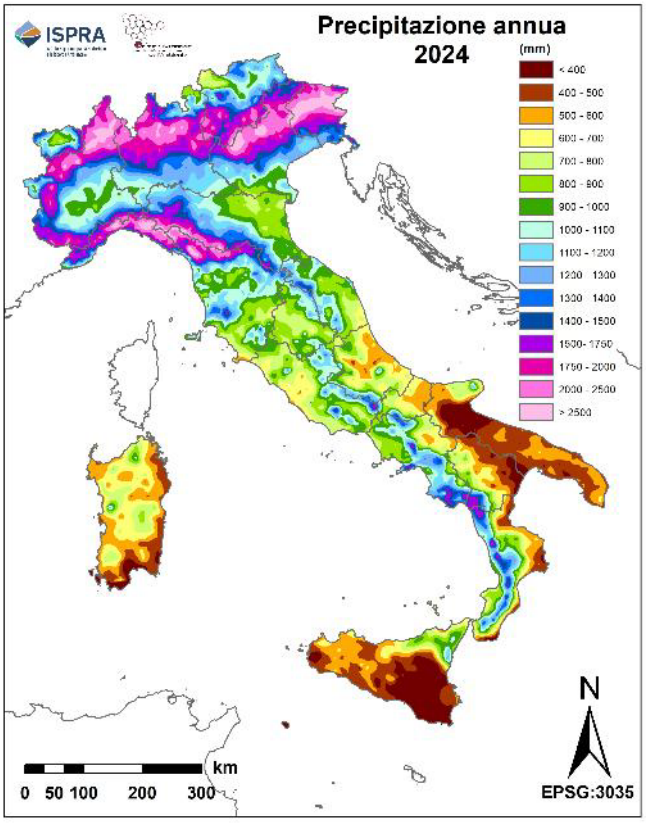


Figura 2.6 - Precipitazione totale annua nel 2024. Fonte: Elaborazioni BIGBANG dell'ISPRA, su dati ufficiali dei servizi idrologici regionali e delle provincie autonome e del soppresso SIMN-Servizio idrografico e Mareografico Nazionale.

Le abbondanti e persistenti piogge occorse nel 2024, che si sono spesso concentrate su porzioni limitate del territorio nazionale, sono state la causa di diversi eventi alluvionali, da nord a sud, con effetti amplificati in quelle aree che sono state principalmente caratterizzate da fenomeni di siccità e stress idrico, come, ad esempio, il versante orientale dell'Etna, in Sicilia (la regione più colpita nel 2024 dalla siccità e dalla severità idrica), che è stato investito, il 10 gennaio, da abbondanti precipitazioni amplificate dall'orografia (232,6 mm in 24 ore presso la stazione di Giarre) che hanno causato allagamenti e l'evacuazione di diverse famiglie (SNPA, 2025).

Tra il 13 e il 18 maggio, sulle province di Milano e Lodi si sono registrati oltre 200 mm di pioggia, concentrate principalmente nel corso del giorno 15 (SNPA, 2025). L'elevata intensità e persistenza delle piogge ha prodotto l'esondazione dei corsi d'acqua.

Uno tra i più rilevanti eventi, tra quelli che hanno caratterizzato il 2024, ha interessato la Valle d'Aosta e il Piemonte settentrionale nei giorni 29 e 30 giugno. Le forti precipitazioni hanno raggiunto valori localmente molto alti, con tempi di ritorno eccezionali stimati tra i 500 e i 1000 anni per la durata di 3 ore e 300 anni per la durata di 6 ore nella valle di Cogne e con effetti significativi in termini di esondazioni e colate detritiche (SNPA, 2025).

Nel corso dei primi mesi dell'autunno, l'Emilia-Romagna è stata nuovamente colpita da importanti fenomeni alluvionali generati da precipitazioni eccezionali di carattere locale, che si sono mosse dal litorale romagnolo all'entroterra, nella zona collinare centrale, raggiungendo un massimo nell'area di Bologna e sui bacini del Samoggia e dell'Idice, dove, in 6 ore, sono caduti circa i due terzi della precipitazione mensile attesa in ottobre (SNPA, 2025).

Le piogge intense hanno colpito, nello stesso periodo, anche la Calabria e la Sardegna, causando l'esondazione di diversi corsi d'acqua, allagamenti di centri abitati e frane (SNPA, 2025).

3 EROSIONE COSTIERA

3.1 Aree costiere vulnerabili all'erosione

Le aree costiere italiane subiscono da decenni gli effetti dell'antropizzazione e dello sfruttamento da parte dell'uomo, i quali hanno mutato profondamente la dinamica morfologica naturale, dando origine ad un'alterazione profonda della costa, specie in termini di erosione. Agli effetti diretti delle azioni antropiche, attive ed in crescita ancora oggi, negli ultimi anni stanno cominciando ad aggiungersi gli effetti dovuti al cambiamento climatico, che alterano ulteriormente gli equilibri naturali rendendo il quadro generale complesso e gravoso da affrontare.

A titolo di esempio di questa complessità, basti pensare agli effetti paradossali, sulla dinamica costiera, delle opere di difesa dal dissesto idrogeologico dei versanti e delle strutture di difesa idraulica del territorio. Si tratta evidentemente di opere necessarie alla mitigazione del rischio idraulico su vasti territori ma la conseguente riduzione dei processi di erosione dei suoli e dell'energia delle piene più grandi le rende di fatto tra le principali cause, insieme con l'attività estrattiva, di riduzione del trasporto di sedimento verso valle, limitando l'apporto della materia prima di cui è costituita la quasi totalità delle spiagge.

Dei circa 8.300 km di coste nazionali (Tabella 3.3 e Tabella 3.4), il 90% è costituito da costa naturale, ossia libera da strutture marittime; di questa parte, più della metà (4.100) km si caratterizza come costa rocciosa, per lo più circa 2600 km della costa alta, mentre 1.500 km si caratterizzano come costa bassa rocciosa, ovvero plateaux affioranti, alti non più di qualche metro, oppure scogli.

L'instabilità delle falesie rientra tra i fattori di dissesto delle coste, ma le spiagge e le aree limitrofe sono certamente i territori più vulnerabili all'azione del mare e al degrado geomorfologico; perciò, l'erosione di queste, rientra tra le manifestazioni di maggiore impatto.

Le spiagge italiane si sviluppano per una lunghezza complessiva di 3.400 km e una superficie complessiva di circa 120 km^2 (un valore inferiore anche alla superficie del solo municipio di Ostia, nel comune di Roma), con un'ampiezza media che generalmente è dell'ordine di qualche decina di metri, da cui si comprende quanto esse risultino estremamente suscettibili ai fenomeni meteorologici e alle variazioni del flusso dei sedimenti.

L'equilibrio naturale della maggior parte dei fenomeni che governano la dinamica costiera si può brevemente schematizzare nel modo seguente: apporto di sedimento da parte dei corsi d'acqua, soprattutto durante le piene, che si depositano alla foce; conseguente dispersione del sedimento e suo trasporto grazie alle correnti d'onda, soprattutto a quelle ad energia maggiore che si generano durante le mareggiate; presenza degli accumuli di sedimento che costituiscono le dune costiere, le quali durante le mareggiate più forti vengono intaccate e i loro sedimenti trascinati via a reintegrare il sedimento che si disperde verso il largo, per poi riformarsi nei mesi e negli anni successivi.

Oggi il sedimento trasportato dai fiumi arriva a mare solo in minima parte rispetto ai decenni passati. Buona parte viene prelevato ed usato nell'edilizia, in parte rimane intrappolato negli invasi che sono stati costruiti lungo le aste fluviali, in parte non si stacca più dai versanti di colline e montagne anche per l'aumentare delle superfici boscate un tempo coltivate o gestite a pascolo. Le mareggiate non registrano dei cambiamenti significativi rispetto al passato, per quanto delle modifiche cominciano a rilevarsi. Il problema è che il loro ruolo funzionale di distribuzione del nuovo sedimento apportato dai fiumi viene a perdersi, al contrario resta la capacità di spostare grandi masse di sedimento lungo la costa e verso il largo.

La distribuzione di quel che resta dell'apporto di sedimenti dei fiumi viene sempre più spesso bloccata dalla presenza di opere antropiche lungo le coste. Innanzi tutto, si tratta di opere portuali, progettate proprio per non essere superate dal sedimento, che altrimenti finirebbe per creare problemi d'insabbiamento, poi da diversi altri tipi di opere antropiche con funzioni diverse: dalle foci armate dei fiumi, all'urbanizzazione diretta lungo la costa, ad opere idrauliche di impianti o peschiere. Le stesse opere di difesa costiera rigide, le massicciate che costituiscono pennelli e scogliere sempre più protagoniste dei nostri paesaggi marini, possono arginare l'erosione di certi arenili ma di contro possono determinare fenomeni erosivi sui tratti di costa limitrofi.

Infine, quella riserva di sedimento autorigenerante rappresentata dalle dune costiere viene persa a causa della crescente antropizzazione della fascia costiera. Così, le strutture (lungomare, lidi e abitazioni), costruite sui sistemi dunali o al loro posto, vengono aggredite o superate dalle mareggiate determinando il fenomeno delle alluvioni costiere, ove ampie superfici, prima arginate da quelle dighe naturali, sono invase dalle acque del mare.

In Italia le aree costiere sono tra i territori maggiormente occupati da insediamenti abitativi, da infrastrutture di trasporto e da attività produttive. Nei comuni costieri vive stabilmente circa il 30% della popolazione, con una densità doppia rispetto alla media nazionale, densità che va ulteriormente ad incrementarsi in quanto i centri abitati si concentrano proprio nella fascia costiera degli stessi comuni e sulla porzione che è costituita da costa bassa, più accessibile al mare.

In prossimità della riva, la percentuale di suolo consumato è tra le più elevate rispetto al resto del territorio nazionale, tanto che circa l'80% della caratterizzazione dell'interfaccia tra le spiagge ed il territorio retrostante è attribuibile alle varie tipologie di urbanizzazione, principalmente in funzione abitativa o turistica, insieme alle infrastrutture viarie e ferroviarie.

La tendenza generalizzata delle coste italiane a subire fenomeni di erosione è da far risalire al dopoguerra. Dagli studi ISPRA sui cambiamenti della linea di costa e sull'erosione costiera condotti a scala nazionale è emerso che tra gli anni '50 e il 2000 circa 1.800 km di spiaggia (il 55% del totale), hanno subito cambiamenti superiori a 25 m, con una lunghezza complessiva dei tratti in erosione di quasi 80 km superiore a quella dei tratti in avanzamento, con perdita di superfici marino-costiere e picchi di arretramento di centinaia di metri, particolarmente evidenti e profondi in corrispondenza delle foci dei fiumi.

Tra il 2000 e il 2006 la lunghezza delle spiagge modificate risulta praticamente invariata, con ulteriori 45 km circa di tratti in erosione in più rispetto a quelli in avanzamento, anche se la misura dello scostamento di questo intervallo temporale è più accurata grazie ai migliori dati a disposizione, passando a +/-5 metri.

Per fronteggiare il problema, negli anni sono stati realizzati numerosi interventi per mitigare localmente l'erosione costiera e per proteggere abitazioni e infrastrutture da mareggiate e inondazioni. Nei casi più gravi sono stati realizzati muri o scogliere radenti la riva, in altri sono state adottate soluzioni di difesa alternative - pennelli, scogliere e soluzioni miste - con l'obiettivo principale di contenere il dissesto provocato dalle mareggiate, di ostacolare la crescente erosione e di stabilizzare le spiagge. Le regioni centro-adriatiche sono quasi completamente protette da opere di difesa, ma tutte le regioni costiere italiane sono state costrette a proteggere lunghi tratti di costa con le stesse soluzioni per far fronte ai rischi derivanti dall'erosione dei litorali.

Anche nel rilievo tra 2006 e 2020 i tratti di spiagge modificate coprono una misura paragonabile agli altri rilievi (56%) con un cambio di tendenza ed una prevalenza della lunghezza dei tratti in avanzamento su quelli in erosione di circa 30 km. Il cambio di tendenza, seppur non riscontrabile in tutte le regioni, è da considerarsi quale probabile effetto dei numerosi e continui sforzi compiuti negli anni per mitigare il dissesto costiero, quantificabili in centinaia di milioni di euro. I litorali stabilizzati artificialmente attraverso opere di difesa rigide e semirigide aumentano progressivamente, nonostante il ricorso negli ultimi anni alla pratica del ripristino di spiagge mediante ripascimento artificiale, con riporto di sabbia prelevata dagli alvei dei fiumi o da depositi in mare. Buona parte dei 3.300 km di costa sono interessati dall'influenza di questo genere di opere di difesa costiera tanto che negli anni si è visto passare da 1.170 km nel 2000, a 1.310 km nel 2006, fino ai 1.520 km elaborati per il 2020[39].

Un'ulteriore precisazione va fatta rispetto all'oggetto dell'analisi, vale a dire proprio la lunghezza dei tratti di costa in avanzamento o erosione. Avere una sostanziale parità tra i valori in avanzamento e quelli in erosione non significa infatti aver trovato il punto di equilibrio tra investimenti annui in azioni di gestione del litorale e tendenza all'erosione dello stesso. Quello che viene rilevato è che i ripascimenti reintegrano le spiagge in contesti con la presenza di abitati o di stabilimenti balneari, ampliando queste spiagge tipicamente per qualche decina di metri. Al contrario, generalmente le aree più naturali e meno interessate da interventi di ripascimento possano perdere porzioni di territorio molto maggiore, come mostra la Figura 3.1, relativa al litorale di Fregene sud, presso Roma. In questo territorio, ciò che resta dell'apporto di sedimento che naturalmente le correnti d'onda muoverebbero dalla foce del Tevere (posta a sud), è completamente bloccato

[39] Indicatore Costa protetta, pubblicato nell'Annuario dei Dati Ambientali. edizione 2023 sezione Coste della macroarea Idrosfera, ISPRA (https://indicatoriambientali.isprambiente.it/it/coste/costa-protetta). Da notare il fatto che l'indicatore prende in considerazione tutta la costa naturale interessata dalla presenza di opere, siano esse spiagge o no, per quanto la quota delle spiagge è preponderante.

dalle opere rigide di Fiumicino e Focene, dove la linea di costa ed il confine tra spiagge e abitato appare stabile nei rilievi 2000-2006-2020. Più a nord, in corrispondenza con l'Oasi naturalistica WWF di Macchiagrande, il litorale risulta eroso di oltre 100 m e la spiaggia è arretrata rispetto ai rilievi 2000-2006 occupando parte della macchia mediterranea da cui l'oasi naturalistica prende il nome. Più a nord, l'erosione costiera davanti agli stabilimenti balneari di Fregene, non più bilanciabile attraverso i ripascimenti, sta lasciando il posto alle opere di difesa semi-rigide che sono attualmente in costruzione (Figura 3.1)

Figura 3.1 - Dinamica costiera della zona di Fregene sud nelle coperture territoriali ISPRA

3.2 Norme e piani per la difesa delle coste

A livello internazionale le convenzioni attualmente in vigore non sempre affrontano in modo specifico il tema dell'erosione costiera; infatti, data la loro natura di quadri programmatici di riferimento, affrontano in modo generale le tematiche della tutela del mare e della costa. La Convenzione di Barcellona, "Convenzione per la protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento", firmata a Barcellona il 16 febbraio 1976, rappresenta una delle principali norme relative alla protezione dell'ambiente marino e riguarda tutti i Paesi del Mediterraneo (europei, africani e asiatici). Nel 1995, la Convenzione è stata sottoposta a diversi emendamenti

che ne hanno ampliato l'ambito di applicazione ed azione, allargando l'interesse anche alla tutela delle zone costiere. Alla nuova Convenzione, dal titolo "Convenzione di Barcellona sulla tutela dell'ambiente marino e della regione costiera del Mediterraneo" entrata in vigore nel luglio 2004, si ricollegano sette Protocolli aggiuntivi, finalizzati a completarne il portato giuridico e ad assicurarne l'applicazione concreta. Ai sensi dell'articolo 4 della stessa Convenzione, infatti, nel 2008 è stato elaborato il "Protocollo sulla gestione integrata delle zone costiere del Mediterraneo", che ha lo scopo di creare un quadro normativo comune per favorire e implementare la gestione integrata delle coste mediterranee, tenendo in considerazione la salvaguardia delle aree di interesse ecologico e paesaggistico e l'uso razionale delle risorse naturali. Solo nel 2008, quindi, con la firma del Protocollo sulla Gestione Integrata delle Zone Costiere del Mediterraneo, viene fornito un quadro atto a stimolare un approccio specifico e integrato nella gestione delle coste, comprendendo una vasta gamma di disposizioni che le diverse amministrazioni di tutti i livelli (nazionale, regionale e locale) dovranno attuare nel rispetto dei principi di sussidiarietà e di proporzionalità.

Il Protocollo è stato recepito dall'UE con Decisione 2010/631/UE del Consiglio del 13 settembre 2010, «Conclusione, a nome dell'Unione Europea, del protocollo sulla gestione integrata delle zone costiere del Mediterraneo della convenzione sulla protezione dell'ambiente marino e del litorale del Mediterraneo».

Nella normativa europea, il tema "erosione costiera" viene affrontato soprattutto evidenziando che le aree litorali sono soggette a dinamiche naturali a cui si sommano pressioni antropiche, che spesso accentuano e determinano problemi che devono essere affrontati entro i limiti della capacità di tolleranza dell'ambiente locale. Tali norme sottolineano la necessità di adottare misure per prevenire e mitigare più efficacemente l'impatto negativo dell'erosione costiera, al fine di preservare o ripristinare la capacità naturale della costa di adattarsi ai cambiamenti e di ridurre al minimo gli effetti negativi sulle strutture esistenti in aree costiere. La Raccomandazione 2002/413/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e la **Direttiva 2007/60/UE** (Flood Directive, Direttiva Alluvioni), rappresentano di sicuro due norme che trattano più nello specifico il tema erosione costiera. La Raccomandazione 2002/413/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, relativa all'attuazione della gestione integrata delle zone costiere in Europa, promuove l'adozione di un approccio strategico per la gestione dei litorali da parte di ogni Stato membro, consistente in una serie di strumenti di tutela degli ecosistemi litoranei, di sviluppo dell'occupazione e di sviluppo economico-sociale rispettoso dei valori ambientali operato da parte delle comunità locali. In seguito, la Direttiva 2007/60/UE (Flood Directive, Direttiva Alluvioni) introduce, tra gli altri, il tema specifico della delimitazione delle aree soggette ad inondazione marina secondo diversi scenari di tempi di ritorno, chiedendo agli Stati Membri di individuare idonee azioni per la gestione del rischio all'interno dei Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni

A livello nazionale, nell'ambito quindi dei diversi Stati dell'Unione Europea, non c'è una trattazione uniforme del tema erosione costiera, soprattutto a causa del diverso assetto di competenze amministrative esistenti nei diversi Stati. In Italia la normativa per la difesa del suolo, prima con la Legge n. 183/89 (*Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*) e successivamente con il D.lgs. n. 152/2006 (*Norme in materia ambientale*) e s.m.i. (che all'art. 175 abroga la L.183/89) prevede "*attività di programmazione, di pianificazione e di attuazione*" per "*la protezione delle coste e degli abitati dall'invasione e dall'erosione delle acque marine ed il ripascimento degli arenili, anche mediante opere di ricostruzione dei cordoni dunosi*" (art. 56, comma 1 lett. g) e per "*la disciplina delle attività estrattive nei corsi d'acqua, nei laghi, nelle lagune ed in mare, al fine di prevenire il dissesto del territorio, inclusi erosione ed abbassamento degli alvei e delle coste*" (art. 56, comma 1 lett. d). All'art. 63 prevede, inoltre, l'istituzione dell'Autorità di Bacino distrettuale e all'art. 65 lett. h) stabilisce che il Piano di Bacino deve contenere anche le indicazioni delle opere di protezione, consolidamento e sistemazione dei litorali marini che sottendono il distretto idrografico.

Il D. Lgs. n.112/98 (Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni e agli Enti locali, in attuazione del capo I della Legge n.59 del 15 marzo 1997) inoltre conferisce alle Regioni e agli Enti locali tutte le funzioni relative "alla programmazione, pianificazione e gestione integrata degli interventi di difesa delle coste e degli abitati costieri" (art. 89, comma 1, lettera h), inclusi "i compiti di protezione ed osservazione delle zone costiere" (art. 70, comma 1, lettera a), mentre rientra tra i compiti di rilievo nazionale quello relativo "agli indirizzi generali ed ai criteri per la difesa delle coste" (art.88 comma1 lett. aa).

In questo contesto normativo le Regioni, secondo le disposizioni del D.Lgs. 112/98, e le Autorità di Bacino, secondo quelle del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., hanno emanato norme ed elaborato piani di protezione per le coste. Nel corso degli anni a livello regionale, pur seguendo obiettivi e percorsi normativi differenti, si è assistito al graduale passaggio dai Programmi Operativi Regionali (POR), che includevano solo interventi su

aree in crisi, a strumenti di piano estesi all'intera costa regionale, finalizzati alla programmazione organica di interventi di protezione e, in alcuni casi, anche alla gestione delle attività economiche e ricreative presenti sulla costa. Quasi tutte le Regioni costiere sono attualmente dotate di strumenti di pianificazione che includono tutto il litorale.

Il D.lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni" recepisce la Direttiva europea relativa alla gestione del rischio alluvioni e dispone di procedere alla perimetrazione delle aree soggette a inondazioni marine per ridurre le conseguenze negative per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali derivanti dalle stesse inondazioni/alluvioni.

Il Decreto CLE prot. 86/CLE 16.06.2015 del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare adotta e approva la "Strategia Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici" predisposta in attuazione della Strategia EU 2013 di adattamento ai cambiamenti climatici. Il Decreto ne dispone la revisione ogni 5 anni.

La "Strategia europea di adattamento ai cambiamenti climatici" e le relative Conclusioni del Consiglio Europeo, richiedono un approccio strategico tra i vari settori e livelli di governo interessati per affrontare adeguatamente le conseguenze degli impatti e per garantire che le misure di adattamento siano efficaci e tempestive. La "Strategia Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici" da attuare mediante un Piano di Azione/Piani di Azione Settoriali è stata definita in seguito ad una complessa attività istruttoria e di consultazione condotta dal MATTM. La Strategia e il Piano di Azione/Piani di Azione Settoriali indicano tempi e modi di internalizzazione delle tematiche di Adattamento ai Cambiamenti Climatici nei Piani e Programmi settoriali nazionali, distrettuali, regionali e locali.

La "Strategia Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici" (SNAC) nello specifico delle zone costiere contiene: una sintesi delle conoscenze relative agli impatti dei cambiamenti climatici sui processi naturali specifici delle zone costiere (aumento del livello del mare e variazioni delle caratteristiche generali dello stato del mare); l'esame degli impatti potenzialmente inducibili dai cambiamenti climatici sui servizi ecosistemici forniti dalla zona costiera agli esseri umani ed ai sistemi socio-economici; la valutazione di vulnerabilità delle aree costiere con particolare riferimento alle zone urbanizzate che le caratterizzano, fornendo un quadro di sintesi dell'attuale contesto normativo rilevante. Inoltre, propone azioni specifiche per la protezione degli ecosistemi e per l'adattamento e la riduzione della vulnerabilità dei contesti urbani costieri.

Circa gli indirizzi e i criteri generali per la difesa della costa nel 2016 il Ministero dell'Ambiente, del Territorio e del mare, attualmente Ministero della Transizione Ecologica, d'intesa con tutte le Regioni costiere e in collaborazione con ISPRA, ha istituito il Tavolo Nazionale per l'Erosione Costiera (TNEC), che ha elaborato, anche con il contributo delle Autorità di Bacino e della comunità scientifica, le "*Linee Guida per la Difesa della Costa dai fenomeni di Erosione e dagli effetti dei Cambiamenti Climatici*".

La normativa prodotta a livello regionale consente di esplicitare nel dettaglio le metodologie d'intervento laddove c'è necessità di attuare azioni mirate alla protezione dei litorali, ad esempio con direttive frutto di delibere delle giunte regionali che regolamentano in merito alle caratteristiche e alla valutazione di compatibilità delle sabbie destinate al ripascimento dei litorali. Infatti, gli interventi fino ad oggi adottati, che spaziano tra naturali e artificiali, fissi e rigidi, richiedono un'approfondita conoscenza del contesto ambientale nel quale vengono inseriti. È proprio per questo motivo che un'analisi a livello regionale rende meglio evidente quali sono le ripercussioni nel momento in cui un'amministrazione decide di intervenire lungo un tratto di costa.

3.3 Stato delle coste e cambiamenti

3.3.1 Aspetti metodologici

Questo aggiornamento delle analisi costiere rispetto all'edizione 2021 del Report si presenta come l'affinamento dei dati acquisiti nell'ambito del progetto pluriennale *Statistiche ambientali per le politiche di coesione 2014-2020*, finanziato dall'Autorità di Gestione del PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020, elaborazioni che hanno portato alla definizione della copertura informativa costiera LC2020, pubblicata

e distribuita al pubblico all'interno del Portale delle Coste di ISPRA[40] . Si tratta solo parzialmente di un rinnovo dei dati, piuttosto di una rielaborazione complessiva di quelli già acquisiti grazie all'applicazione di un nuovo standard, capace di sfruttare la maggiore qualità e abbondanza delle ortofoto e del materiale di supporto a disposizione, pur mantenendo la confrontabilità con le coperture nazionali LC2000 ed LC2006. (D'Ascola *et alii*, 2022).

L'analisi dei cambiamenti è stata effettuata in ambiente GIS mediante sovrapposizione di due andamenti della linea di riva rilevati in periodi successivi e procedure di analisi spaziale degli scostamenti dell'ultimo rilievo rispetto al precedente superiori a +/- 5m, intervallo ritenuto sufficiente ad escludere sia le variazioni naturali dovute all'escursione di marea e alle mareggiate invernali, tipicamente recuperate nella stagione primavera-estate, sia gli eventuali errori connessi alla trasposizione cartografica e alla qualità e risoluzione delle immagini da cui sono stati rilevati i dati di base. Per il periodo 1950-2000, tenuto conto della differenza di scala tra le due coperture territoriali (cartografia IGM scala 1: 25.000 e ortofoto del voloIT2000 a risoluzione metrica), si è scelto di classificare solo le variazioni superiori a +/- 25 m.

Per ogni periodo esaminato i tratti di costa che hanno subito scostamenti inferiori a 5 m rispetto al rilievo precedente sono stati classificati come stabili, mentre i tratti di costa che hanno subito uno scostamento superiore sono stati classificati come modificati; inoltre i tratti di costa che hanno subito scostamenti verso l'entroterra superiori a 5 m rispetto al rilievo precedente sono stati classificati in erosione, mentre i tratti di costa che hanno subito uno scostamento verso mare superiore a 5 m sono stati classificati in avanzamento. Per il periodo 2006-2020 si è proceduto ad una campagna di rilievo di caposaldi capace di risolvere gli eventuali problemi di coregistrazione laddove si sono riscontrate ortofoto non correttamente sovrapponibili. Sono stati verificati gli elementi acquisiti tramite il progetto PON e ne sono state risolte le incongruenze e le incertezze di fotointerpretazione (nitidezza della foto, ombra, mare mosso, presenza di Posidonia spiaggiata), salvo restando alcune aree di incertezza nelle regioni dell'alto Adriatico, dovute ad una grande variabilità dell'assetto costiero in funzione delle maree. Nel GeoDB LC_2020 la lunghezza dei tratti classificati come aree di incertezza lungo la costa italiana passano da 130 km a circa 30 km, ma con una consistenza dei dati generalmente migliore lungo tutta la linea di costa.

L'analisi spaziale dei cambiamenti è stata condotta solo per le spiagge, ovvero per le coste basse non rocciose, nella sintesi dei risultati le coste alte sono contabilizzate tra quelle rocciose.

Per l'attribuzione dei diversi livelli amministrativi sono stati utilizzati i limiti comunali, provinciali e regionali Istat 2017 per il rilievo delle coste al 2020 e i limiti amministrativi Istat 2001 per il rilievo al 2000 e 2006.

3.3.2 Risultati e analisi dei dati

I risultati dell'analisi dei cambiamenti sono stati restituiti sui livelli territoriali nazionale, regionale e provinciale, utilizzando i limiti amministrativi Istat 2017.

Partendo dal livello nazionale, il grafico di Figura 3.2 mostra i valori delle lunghezze dell'analisi spaziale dei tratti costieri, con le variazioni rilevate alle coperture cartografiche LC_2006 – LC_2020: essi sono relativi all'estensione totale della costa rocciosa, comprensiva della costa alta (2.630 km), dei tratti di costa artificializzati per la presenza di manufatti che si sostituiscono ai tratti di riva naturale e dei tratti lineari fittizi introdotti in corrispondenza di manufatti (opere portuali, colmate, ecc.). Il grafico scorpora la piccola percentuale di linea di costa occupata dalle foci fluviali e dagli imbocchi lagunari.

Nel periodo di riferimento per le coperture ISPRA LC_2006 ed LC_2020, l'analisi degli strati informativi rileva 1.899 km di spiagge che hanno subito cambiamenti significativi, con alterazioni dell'assetto della linea di riva superiori a 5 m, pari a circa il 23% dell'intera costa italiana, ovvero al 56% delle sole spiagge, con 965 km di spiagge (11,6% del totale, 28% delle spiagge) che risultano in avanzamento e 934 km (11,2% del totale, 27% delle spiagge) in erosione.

[40] https://sinacloud.isprambiente.it/portal/apps/sites/#/coste

L'analisi spaziale è riferita alle sole spiagge e non fornisce alcuna misura circa i cambiamenti e l'instabilità delle coste rocciose[41].

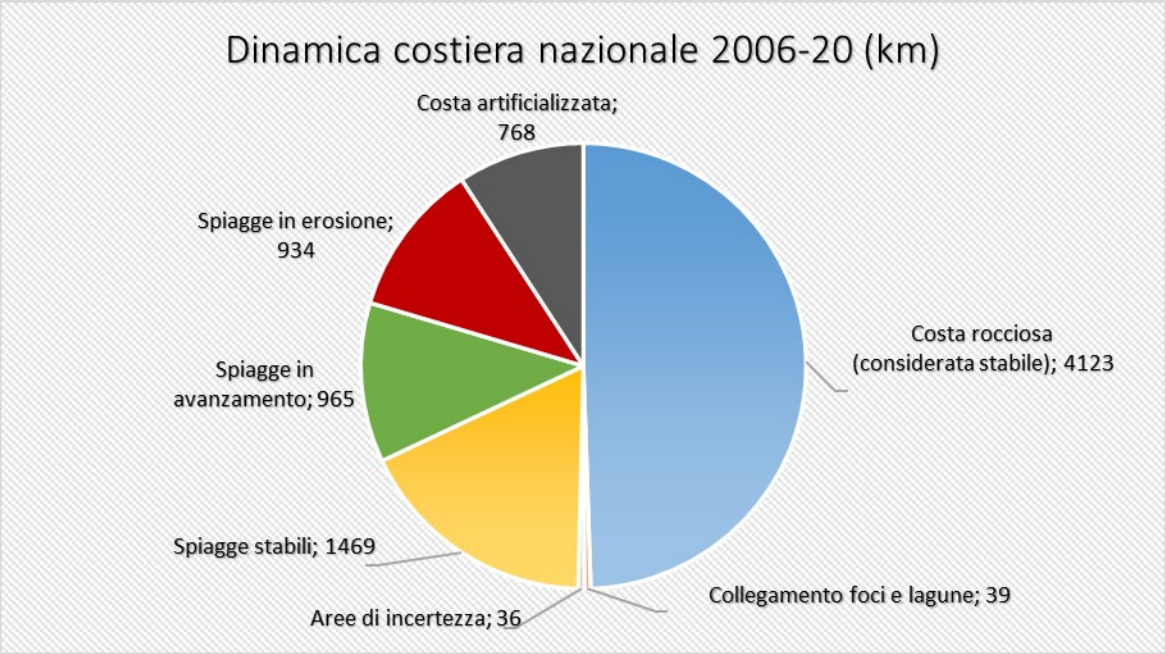


Figura 3.2 - Andamento della dinamica costiera nazionale nel confronto delle coperture LC_2006 ed LC_2020

A livello nazionale i litorali naturali tendenzialmente stabili possono essere considerati come la somma di tutti i tratti di costa rocciosa, che da sola vale circa la metà delle coste complessive, più i tratti di spiagge considerate stabili tra un rilievo ed il successivo.

Come rilevato in precedenza, lungo la gran parte dei settori di spiagge stabili sono presenti numerose opere di protezione, realizzate negli anni per contenere i processi erosivi in corso e assicurare un livello di stabilità accettabile per l'incolumità dei beni presenti nell'immediato entroterra.

Opere di sistemazione costiera sono riscontrabili lungo tutti i settori costieri del Paese; da elaborazioni derivate dalla LC_2020 risulta che circa il 18% delle coste, pari a 1.510 km, risente dell'influenza di opere di difesa costiera[42]. I litorali più protetti sono quelli in cui centri urbani, infrastrutture stradali e ferroviarie e attività socioeconomiche si sviluppano lungo la costa, in particolare proprio la costa bassa e non rocciosa, tanto che per circa 300 km la linea di costa italiana è costituita da opere di difesa radente, mentre l'influenza delle opere di difesa costiera interessa 840 km di spiagge, il 25% del totale.

Negli ultimi anni, le problematiche sempre più stringenti legate all'erosione costiera sono state oggetto di azioni di pianificazione e di intervento da parte delle amministrazioni competenti; un approccio più integrato alle problematiche e l'evoluzione della risposta tecnica nella realizzazione di interventi di difesa costiera lungo la costa, ha visto un notevole incremento della costa difesa, circa 200 km nelle elaborazioni riferite alle LC_2006 ed LC_2020, pur non computando i numerosi tratti interessati da ripascimenti semplici. L'incremento dei tratti di costa in progradazione e l'inversione di tendenza nel confronto con quelli in erosione (Tabella 3.5) sembra confermare l'efficacia degli interventi, fermo restando che l'analisi misura i tratti di costa interessati al fenomeno e non l'effettiva area che si trasforma da fondale marino a territorio emerso e viceversa.

Le coperture ISPRA, come risultato di fotointerpretazioni, di immagini aeree e satellitari ad alta definizione, da sempre sono capaci di individuare e caratterizzare di conseguenza le spiagge italiane. Quelle rilevate dalle coperture ISPRA LC_2020 hanno lunghezze e ampiezze estremamente variabili. Le prime partono dall'ordine

[41] Il problema del dissesto delle falesie, per quanto significativo in alcuni tratti di costa, risulta generalmente localizzato e non comporta l'arretramento di decine di metri di costa come per le spiagge, al contrario, il cedimento di una falesia comporta normalmente un leggero avanzamento della linea di costa, formata dai resti del distacco.

[42] Indicatore Costa protetta, pubblicato nell'Annuario dei Dati Ambientali. edizione 2023 sezione Coste della macroarea Idrosfera, ISPRA (https://indicatoriambientali.isprambiente.it/it/coste/costa-protetta)

della decina di metri, come nel caso delle *pocket beach* che si formano ai piedi di alcune falesie, oppure delle piccole spiagge rilevate tra le opere antropiche, addirittura in contesti di opere portuali. Nel GeoDB ISPRA, di spiagge che occupano porzioni molto limitate di linea di costa, se ne contano 156 con una lunghezza inferiore a 20 m, mentre ben 1.183 si riferiscono ad un tratto di coste comunque inferiore a 50 m. Non mancano nel rilievo casi di spiagge particolarmente lunghe: in 142 casi si sono registrate spiagge continue lunghe tra 5 e 10km, mentre in 22 casi si è trattato di spiagge che occupano ininterrottamente più di 10km di linea di costa. Le ampiezze registrate partono da pochi metri, come nei casi ai piedi di alcune falesie o delle spiagge "inerbite" entro paraggi costieri particolarmente riparati dalle onde; il GeoDB annovera 440 spiagge profonde mediamente meno di 4 m, quasi il doppio delle 260 spiagge profonde mediamente oltre 50 m, di cui solo 21 di queste superano il valore di 100 m.

I layer poligonali "Spiagge" delle coperture ISPRA, classificano le spiagge sia per ampiezza che per lunghezza del tratto di costa riferibile ad ogni spiaggia. Dal confronto del numero e della superficie riferita alle varie categorie di spiagge riportato nelle Tabelle 3.1 e 3.2, ne viene fuori un quadro molto frammentato, in cui le quasi 5.800 spiagge aggregano una superficie di circa 120 km^2, di cui il 76% è riferibile al solo 9% della componente costituita dalle spiagge categorizzate come "Lunga" e insieme di "Ampia" o "Media" profondità.

Dai dati del GeoDB si ricava che 1.278 km di spiagge, il 37% del totale, si possono riferire a spiagge categorizzate come "Stretta", profonde al massimo 25 m. In casi come questi, arretramenti progressivi, anche di pochi metri, possono provocare effetti distruttivi che si manifestano con una significativa riduzione dell'ampiezza della spiaggia, con lo spostamento verso terra della linea di retrospiaggia e in casi estremi con il riposizionamento dell'intera spiaggia verso l'entroterra (esempio in Figura 3.1).

Tabella 3.1 – Spiagge (numero) classificate per ampiezza media e lunghezza

Spiagge N °per classi		Lunga L>=1.000m	Media 200m<L<1000m	Piccola L<=200m	Totale per classe di ampiezza
Ampia	**A>= 50 m**	163	66	37	266[43]
Media	**25m<A<50m**	377	376	337	1.090
Stretta	**A<=25 m**	242	1.067	3.127	4.436
Totale per classe di lunghezza		**782**	**1.509**	**3.501**	**5.792**

Tabella 3.2 – Spiagge (superficie) classificate per ampiezza media e lunghezza

Spiagge Superficie (kmq) per classi		Lunga L>=1.000m	Media 200m<L<1000m	Piccola L<=200m	Totale per classe di ampiezza
Ampia	**A>= 50 m**	43,1	2,4	0,3	45,8[44]
Media	**25m<A<50m**	48,2	6,2	1,0	55,3
Stretta	**A<=25 m**	9,2	6,6	2,8	18,7
Totale per classe di lunghezza		**100,5**	**15,2**	**4,1**	**119,8**

Nei rilievi ISPRA risulta come la lunghezza delle porzioni di spiaggia definite "Modificata", supera del 30% quella che viene definita "Stabile", in una proporzione che risulta sostanzialmente costante nel tempo (Tabella 3.5). Una tendenza, questa, alla modifica, che se nel complesso coinvolge il 56% delle spiagge italiane, si conferma essere diffusa lungo le coste di quasi tutte le regioni costiere, anche se in un quadro eterogeneo e con impatti potenzialmente minori, anche per la maggiore o minore quota di costa costituita da spiagge e quindi soggetta ad erosione (Tabella 3.3; Figura 3.3, Figura 3.5).

Il quadro regionale dell'analisi spaziale mostra innanzi tutto quanto la costa rocciosa, circa la metà della costa complessiva nazionale, sia concentrata nelle regioni del nord-Tirreno, soprattutto Liguria e Toscana, poi in Puglia e nelle isole maggiori (Figura 3.3).

Le regioni del sud e le isole maggiori sono quelle che assommano la maggior parte dello sviluppo delle coste italiane, il 60% delle spiagge risulta in Puglia, Calabria, Sicilia e Sardegna. I dati dell'analisi spaziale confermano che la maggior abbondanza e naturalità delle spiagge di un territorio non le protegge dall'erosione, che è una

[43] 21 spiagge con A >100m

[44] 7 kmq di spiagge con A >100m

tendenza generalizzata su tutte le coste, ma al contrario ne riduce l'incidenza degli effetti di una pianificazione e di interventi mirati. Proprio per le regioni sopra indicate, la differenza tra lunghezza dei tratti di costa in avanzamento ed in erosione vede quelli in erosione prevalere per 47 km, in controtendenza col dato nazionale che in tutto assomma 43 km in più per i tratti in avanzamento (Tabella 3.3).

Le Regioni nord e centro-adriatiche sono quelle che, insieme alla Toscana, fanno registrare generalmente dei saldi positivi tra spiagge in avanzamento ed in erosione a conferma che i cospicui mezzi messi in atto dalle amministrazioni in termini di pianificazione e gestione del litorale, negli ultimi anni hanno saputo arginare il fenomeno dell'erosione costiera, almeno per quello che riguarda l'estensione del fenomeno.

Le Province con il maggior numero di chilometri di costa in erosione, e in generale anche con significativi cambiamenti nel periodo 2006-2020, sono Sud Sardegna, Reggio Calabria, Roma, Cosenza, Messina, Foggia, Agrigento, Crotone, Catanzaro, Salerno (Tabella 3.4).

Tabella 3.3 – Costa e variazioni nel periodo 2006-2020 su base regionale

cod	Regione	Costa	Naturale		Naturale Bassa		Rocciosa		Costa naturale bassa non rocciosa (spiagge)											
					(rocciosa e non)		(alta e bassa)		Totale		Stabile		Aree di incertezza		Modificata (variazione coste basse >+/-5m - periodo 2006-2020)					
															Totale		Erosione		Avanzam.	
		km	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%
5	Veneto	159	128	81%	128	100%	0	0%	128	100%	21	17%	4	3%	103	81%	38	29%	66	51%
6	Friuli-Venezia Giulia	115	72	63%	68	94%	9	13%	63	87%	16	25%	25	39%	23	36%	9	14%	14	21%
7	Liguria	382	286	75%	124	43%	181	63%	106	37%	65	62%	0	0%	41	38%	20	19%	21	20%
8	Emilia-Romagna	125	106	85%	106	100%	0	0%	105	100%	25	24%	8	7%	73	69%	35	34%	37	35%
9	Toscana	652	604	93%	289	48%	375	62%	229	38%	104	45%	0	0%	125	55%	41	18%	84	37%
11	Marche	179	147	82%	138	93%	17	12%	130	88%	38	29%	0	0%	93	71%	39	30%	54	41%
12	Lazio	386	344	89%	255	74%	114	33%	230	67%	75	32%	0	0%	155	68%	80	35%	75	33%
13	Abruzzo	130	107	82%	105	98%	7	7%	100	93%	33	33%	0	0%	67	67%	24	25%	43	43%
14	Molise	38	33	86%	33	100%	0	0%	33	100%	9	28%	0	0%	24	72%	11	32%	13	40%
15	Campania	511	430	84%	220	51%	244	57%	186	43%	91	49%	0	0%	94	51%	48	26%	46	25%
16	Puglia	958	876	92%	695	79%	539	61%	344	39%	154	45%	0	0%	191	55%	111	32%	80	23%
17	Basilicata	69	67	98%	42	62%	27	40%	40	60%	8	20%	0	0%	32	80%	22	54%	10	26%
18	Calabria	745	675	91%	605	90%	108	16%	567	84%	220	39%	0	0%	347	61%	167	29%	181	32%
19	Sicilia	1.625	1.475	91%	1.050	71%	835	57%	640	43%	308	48%	0	0%	332	52%	157	25%	175	27%
20	Sardegna	2.254	2.170	96%	1.037	48%	1.667	77%	502	23%	304	60%	0	0%	199	40%	132	26%	67	13%
	Italia	**8.328**	**7.521**	**90%**	**4.896**	**65%**	**4.123**	**55%**	**3.405**	**45%**	**1.469**	**43%**	**36**	**1,1%**	**1.899**	**56%**	**934**	**27%**	**965**	**28%**

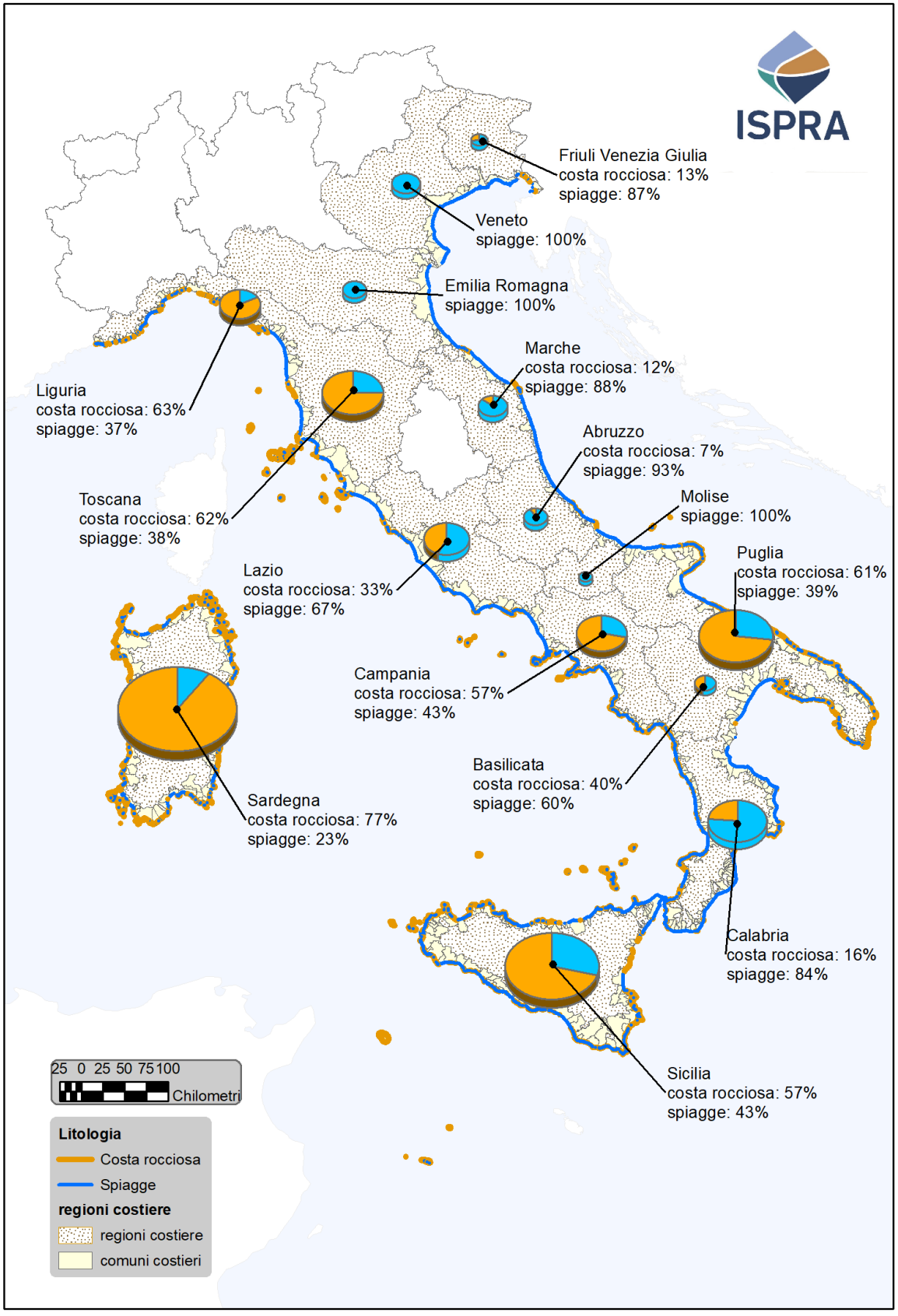


Figura 3.3 - Costa rocciosa e spiagge (costa modificabile) nel periodo 2006-2020

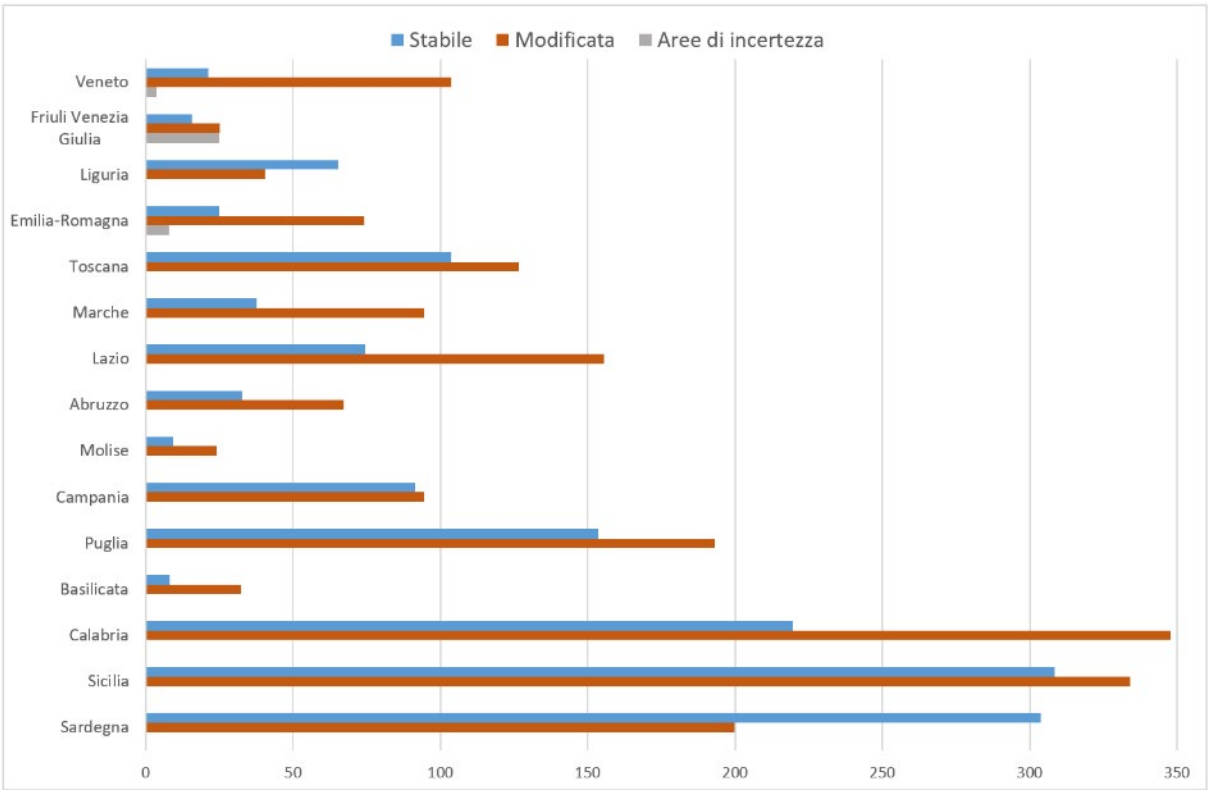


Figura 3.4 - Chilometri di spiagge stabili, modificate o di incerta attribuzione nel periodo 2006-2020

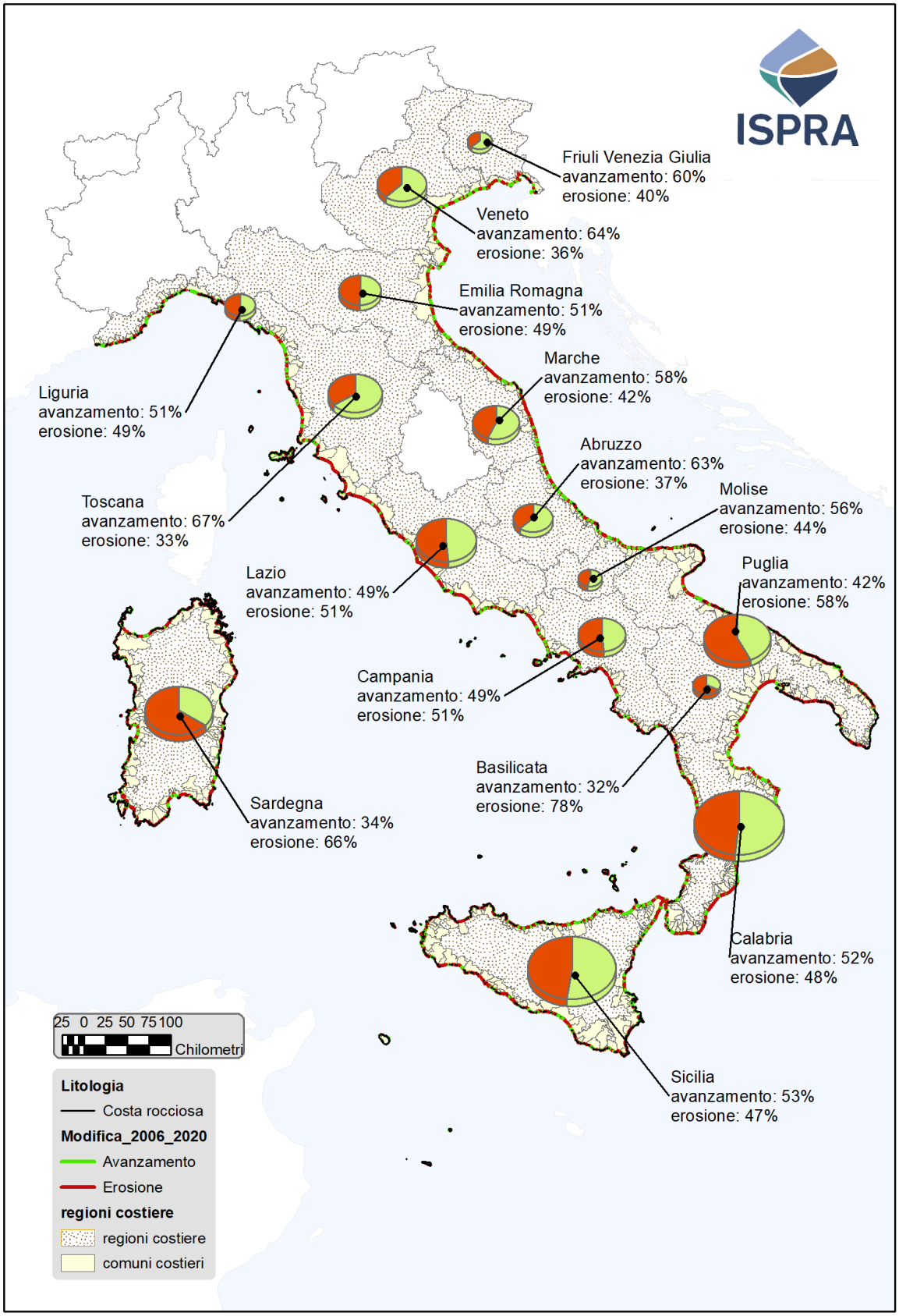


Figura 3.5 - Percentuale dei tratti in avanzamento ed erosione delle coste nel periodo 2006-2020

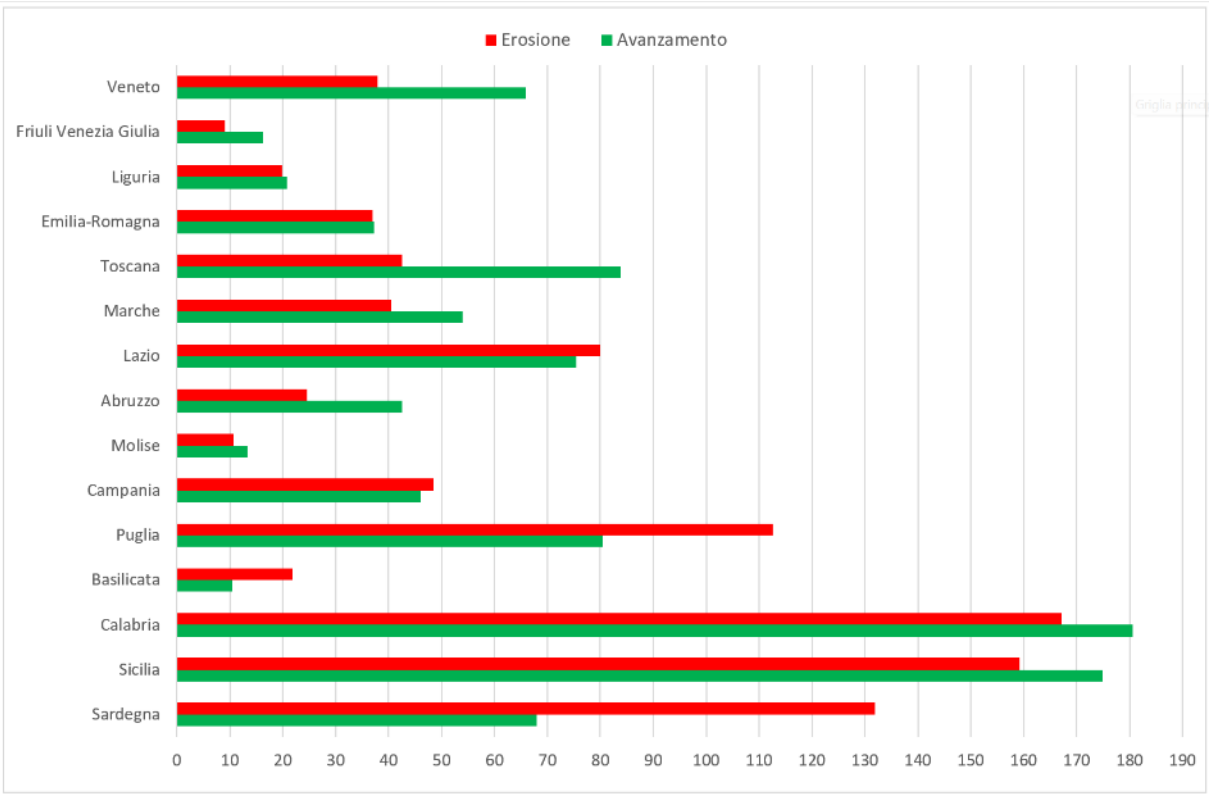


Figura 3.6 - Chilometri di spiagge in erosione e in avanzamento nel 2020 rispetto al 2006

Tabella 3.4 – Costa e variazioni nel periodo 2006-2020 su base provinciale (le percentuali di costa modificata – stabile – Aree di incertezza sono riferite all'intera costa bassa naturale, che comprende la costa rocciosa)

Cod	Regione / Province	Costa	Naturale		Bassa		Variazione coste basse (>+/-5m) periodo 2006-2020									
							Stabile		Aree di incertezza		Modificata					
											Totale		Erosione		Avanzam.	
		km	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%
5	**Veneto**	**159**	**128**	**81%**	**128**	**100%**	**21**	**17%**	**4**	**3%**	**103**	**81%**	**38**	**29%**	**66**	**51%**
5	Rovigo	61	49	80%	49	100%	5	10%	4	7%	40	83%	16,3	33%	24,0	49%
5	Venezia	98	80	81%	80	100%	16	21%			63	79%	21,3	27%	41,9	53%
6	**Friuli-Venezia Giulia**	**115**	**72**	**63%**	**68**	**94%**	**16**	**23%**	**25**	**37%**	**23**	**33%**	**9**	**13%**	**14**	**20%**
6	Gorizia	57	43	76%	43	100%	8	19%	25	58%	10	23%	3,3	8%	6,7	16%
6	Trieste	42	14	34%	10	70%	4	42%			1	7%	0,3	3%	0,5	5%
6	Udine	17	15	92%	15	100%	4	23%			12	77%	5,5	36%	6,3	41%
7	**Liguria**	**382**	**286**	**75%**	**124**	**43%**	**65**	**52%**	**0,0**	**0,0%**	**41**	**33%**	**20**	**16%**	**21**	**17%**
7	Genova	125	93	74%	30	32%	16	53%			9	31%	4,6	16%	4,6	16%
7	Imperia	68	43	63%	33	77%	16	47%			10	31%	3,9	12%	6,6	20%
7	La Spezia	104	88	84%	17	19%	6	36%			5	29%	0,9	6%	3,9	24%
7	Savona	84	62	73%	45	73%	28	62%			16	36%	10,4	23%	5,6	12%
8	**Emilia-Romagna**	**125**	**106**	**85%**	**106**	**100%**	**25**	**24%**	**8**	**7%**	**73**	**69%**	**35**	**33%**	**37**	**35%**
8	Ferrara	33	26	78%	26	100%	4	14%	8	30%	15	56%	7,2	27%	7,6	29%
8	Forlì-Cesena	9	9	93%	9	100%	2	19%			7	75%	4,1	47%	2,4	28%
8	Ravenna	47	39	82%	39	100%	10	26%			29	74%	14,2	36%	14,6	37%
8	Rimini	35	32	93%	32	100%	10	30%			23	70%	10,1	31%	12,6	39%

continua

segue Tabella 3.4– Costa e variazioni nel periodo 2006-2020 su base provinciale (le percentuali di costa modificata – stabile – Aree di incertezza sono riferite all'intera costa bassa naturale, che comprende la costa rocciosa)

Cod	Regione / Province	Costa	Naturale		Bassa		Variazione coste basse (>+/-5m) periodo 2006-2020									
							Stabile		Aree di incertezza		Modificata					
											Totale		Erosione		Avanzam.	
		km	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%
9	**Toscana**	**652**	**604**	**93%**	**289**	**48%**	**104**	**36%**	**0,0**	**0,0%**	**125**	**43%**	**41**	**14%**	**84**	**29%**
9	Grosseto	213	202	95%	107	53%	43	40%			43	40%	17,7	16%	25,5	24%
9	Livorno	376	347	92%	126	36%	46	36%			42	33%	15,0	12%	27,1	22%
9	Lucca	21	20	96%	20	100%	2	10%			18	90%	0,5	3%	17,5	88%
9	Massa Carrara	14	10	74%	10	100%	5	52%			5	48%	2,8	28%	2,0	20%
9	Pisa	29	26	89%	26	100%	8	33%			17	67%	5,5	21%	11,7	46%
11	**Marche**	**179**	**147**	**82%**	**138**	**93%**	**38**	**27%**	**0,0**	**0,0%**	**93**	**67%**	**39**	**28%**	**54**	**39%**
11	Ancona	63	51	80%	44	86%	16	36%			21	48%	7,2	16%	13,9	32%
11	Ascoli Piceno	21	18	87%	18	100%	4	21%			14	79%	4,8	27%	9,4	52%
11	Fermo	28	22	78%	22	100%	3	14%			19	86%	8,6	40%	10,0	46%
11	Macerata	22	19	86%	19	100%	4	19%			16	81%	6,7	34%	8,9	46%
11	Pesaro e Urbino	45	38	84%	35	93%	11	33%			23	66%	11,3	32%	11,8	34%
12	**Lazio**	**386**	**344**	**89%**	**255**	**74%**	**75**	**29%**		**0,0%**	**155**	**61%**	**80**	**31%**	**75**	**30%**
12	Latina	204	189	93%	101	53%	27	26%			60	59%	24,6	24%	35,5	35%
12	Roma	144	118	82%	118	100%	36	31%			71	60%	42,3	36%	28,7	24%
12	Viterbo	37	36	97%	36	100%	11	31%			24	67%	13,0	36%	11,3	31%
13	**Abruzzo**	**130**	**107**	**82%**	**105**	**98%**	**33**	**31%**	**0,0**	**0,0%**	**67**	**64%**	**24**	**23%**	**43**	**41%**
13	Chieti	70	51	73%	49	97%	18	36%			26	53%	10,6	21%	15,8	32%
13	Pescara	14	13	90%	13	100%	3	26%			9	74%	2,5	20%	6,9	55%
13	Teramo	46	43	93%	43	100%	12	27%			31	73%	11,4	27%	19,9	46%
14	**Molise**	**38**	**33**	**86%**	**33**	**100%**	**9**	**28%**	**0,0**	**0,0%**	**24**	**72%**	**11**	**32%**	**13**	**40%**
14	Campobasso	38	33	86%	33	100%	9	28%			24	72%	10,7	32%	13,3	40%
15	**Campania**	**511**	**430**	**84%**	**220**	**51%**	**91**	**42%**	**0,0**	**0,0%**	**94**	**43%**	**48**	**22%**	**46**	**21%**
15	Caserta	45	42	94%	42	100%	9	22%			33	78%	12,9	31%	20,0	48%
15	Napoli	242	181	75%	58	32%	27	46%			18	32%	8,4	15%	10,1	18%
15	Salerno	225	207	92%	120	58%	56	46%			43	36%	27,1	23%	15,9	13%
16	**Puglia**	**958**	**876**	**92%**	**695**	**79%**	**154**	**22%**	**0,0**	**0,0%**	**191**	**27%**	**111**	**16%**	**80**	**11%**
16	Bari	119	101	85%	79	78%	7	9%			7	9%	2,8	4%	4,2	5%
16	Barletta-Andria-Trani	56	41	73%	41	99%	10	24%			21	53%	10,5	26%	10,8	27%
16	Brindisi	137	126	92%	121	96%	20	16%			23	19%	17,0	14%	5,5	5%
16	Foggia	228	217	95%	140	64%	45	32%			71	51%	36,5	26%	34,9	25%
16	Lecce	290	277	96%	201	72%	38	19%			37	18%	23,9	12%	13,3	7%
16	Taranto	127	114	89%	114	100%	35	31%			31	27%	20,1	18%	11,2	10%
17	**Basilicata**	**69**	**67**	**98%**	**42**	**62%**	**8**	**19%**	**0,0**	**0,0%**	**32**	**77%**	**22**	**52%**	**10**	**25%**
17	Matera	38	37	97%	37	100%	6	17%			30	83%	19,9	54%	10,4	28%
17	Potenza	31	31	98%	5	18%	2	33%			2	37%	1,9	35%	0,1	2%
18	**Calabria**	**745**	**675**	**91%**	**605**	**90%**	**220**	**36%**	**0,0**	**0,0%**	**347**	**57%**	**167**	**28%**	**181**	**30%**
18	Catanzaro	105	104	99%	99	96%	23	23%			76	77%	30,4	31%	45,9	46%
18	Cosenza	236	209	89%	193	92%	87	45%			101	52%	42,1	22%	59,4	31%
18	Crotone	119	110	92%	99	90%	29	29%			51	52%	34,1	35%	16,7	17%
18	Reggio Calabria	208	184	89%	164	89%	63	38%			97	59%	45,5	28%	51,7	32%
18	Vibo Valentia	77	68	88%	50	73%	18	36%			21	43%	14,6	29%	6,8	14%

segue Tabella 3.4– Costa e variazioni nel periodo 2006-2020 su base provinciale (le percentuali di costa modificata – stabile – Aree di incertezza sono riferite all'intera costa bassa naturale, che comprende la costa rocciosa)

Cod	Regione / Province	Costa	Naturale		Bassa		Variazione coste basse (>+/-5m) periodo 2006-2020									
							Stabile		Aree di incertezza		Modificata					
											Totale		Erosione		Avanzam.	
		km	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%	*km*	%
19	**Sicilia**	**1.625**	**1475**	**91%**	**1050**	**71%**	**308**	**29%**	**0,0**	**0,0%**	**332**	**32%**	**157**	**15%**	**175**	**17%**
19	Agrigento	211	196	93%	134	69%	44	33%			54	41%	34,8	26%	19,7	15%
19	Caltanissetta	33	30	93%	30	99%	6	19%			23	78%	14,0	47%	9,2	31%
19	Catania	73	66	90%	44	67%	15	33%			15	35%	8,4	19%	6,8	16%
19	Messina	404	370	92%	235	64%	109	46%			109	46%	38,9	17%	69,7	30%
19	Palermo	209	184	88%	124	67%	40	33%			27	22%	15,6	13%	11,7	9%
19	Ragusa	90	84	93%	78	93%	19	25%			34	44%	12,1	16%	22,3	29%
19	Siracusa	224	193	86%	170	88%	23	13%			25	14%	9,8	6%	14,8	9%
19	Trapani	382	353	92%	235	67%	52	22%			44	19%	23,8	10%	20,4	9%
20	**Sardegna**	**2.254**	**2170**	**96%**	**1037**	**48%**	**304**	**29%**	**0,0**	**0,0%**	**199**	**19%**	**132**	**13%**	**67**	**6%**
20	Cagliari	105	86	82%	61	71%	34	56%			19	31%	14,2	23%	5,0	8%
20	Nuoro	195	191	98%	108	57%	37	34%			32	30%	17,2	16%	14,9	14%
20	Oristano	175	168	96%	91	55%	31	34%			27	29%	17,9	20%	8,9	10%
20	Sassari	1232	1194	97%	562	47%	123	22%			48	8%	30,6	5%	17,2	3%
20	Sud Sardegna	547	531	97%	214	40%	79	37%			73	34%	52,0	24%	21,0	10%
	Italia	**8.328**	**7.521**	**90%**	**4.896**	**63,9%**	**1.469**	**59,5%**	**36**	**0,7%**	**1.899**	**39%**	**934**	**19%**	**965**	**20%**

3.3.3 Confronto dei cambiamenti rilevati nei GeoDB LC_2000, LC_2006 e LC_2020

Nella Tabella 3.5 sono riportati per i periodi 1950-2000, 2000-2006 e 2006-2020 i dati di sintesi a scala nazionale dei cambiamenti geomorfologici riferiti a tutta la costa italiana.

Tabella 3.5 – Lunghezza (km) e percentuale di spiagge (costa naturale, bassa, non rocciosa) stabile e che ha subito cambiamenti superiori a +/-5m nei confronti tra i rilievi ISPRA, sintesi nazionale

	1950-2000 (variazioni >+/-25m)		2000-2006 (variazioni >+/-5m)		2006-2020 (variazioni >+/-5m)	
	km	*%*	*km*	*%*	*km*	*%*
TOTALE costa nazionale	**8353**	**100%**	**8274**	**100%**	**8328**	**100%**
Spiagge stabili	**1426**	**17,1%**	**1509**	**18,2%**	**1469**	**17,6%**
Aree di incertezza	**520**	**6,2%**	**619**	**7,5%**	**36**	**0,4%**
Spiagge modificate	**1814**	**21,7%**	**1774**	**21,4%**	**1899**	**22,8%**
Spiagge in erosione	**946**	**11,3%**	**925**	**11,2%**	**934**	**11,2%**
Spiagge in avanzamento	**868**	**10,4%**	**849**	**10,3%**	**965**	**11,6%**

La lunghezza della costa è determinata dalla linea di riva, rilevata da immagini zenitali a colori a risoluzione submetrica[45], e classificata come naturale, con sotto attributi geo morfologici e litologici(alta o bassa, rocciosa, sabbiosa, ciottolosa, ecc.); come artificiale, quando la riva è sostituita da un manufatto; come fittizia, ossia con un tratto lineare introdotto tra due elementi naturali per rappresentare la costa ove quella naturale manca o è

[45] Coperture territoriali derivate dai mosaici delle tavole IGM scala 1:25.000, delle ortofoto a colori del volo IT2000, rilevate tra il 1998 e 1999, del volo IT2006, rilevate tra il 2005 e il 2006, con risoluzione nominale di 1 metro, e delle ortofoto pubblicate sulle piattaforme Google Maps e Google Earth nel periodo luglio-ottobre 2020, rilevate tra il 2017 e 2020, con risoluzione spaziale submetrica.

del tutto stravolta, ovvero in corrispondenza della foce dei fiumi, delle strutture portuali e delle opere collegate alla riva ma che si sviluppano verso mare come "pennelli" e "scogliere".

La differenza di lunghezza da un rilievo all'altro dipende da diversi fattori. Prima di tutto dalla mutevole forma del complesso delle spiagge, anche a seguito dell'azione di opere di difesa più o meno rigide, poi da fattori antropici. Infatti, parte della linea di costa viene modificata dalle opere dell'uomo, ad esempio attraverso opere di difesa radente. Esistono anche modifiche "sistematiche" ovvero l'utilizzo di linee fittizie per bypassare lo stravolgimento della costa a seguito della sua occupazione da parte di grandi opere come i porti o le colmate; questi, con la loro forma complessa non vengono più conteggiati come linea di costa né nel calcolo della dinamica, ma vengono affiancati graficamente da linee fittizie che uniscono i due estremi dell'opera, permettendo di superarla senza creare soluzione di continuità nella digitalizzazione della costa e permettendo ancora un calcolo, per quanto sottostimato, della lunghezza della costa preesistente, infatti le linee fittizie, essendo rette, risultano più corte degli originali naturali.

La differenza di misura tra le lunghezze complessive delle coste tra le tre coperture LC_2000, LC_2006 ed LC_2020 è dovuta a tutti questi fattori, cui si aggiunge una maggiore precisione e completezza di alcuni elementi grazie anche alla possibilità di utilizzare ortofoto di risoluzione via via superiore.

Nella differenza tra le lunghezze riferite tra LC_2006 ed LC_2020, hanno contato da una parte esclusioni a priori di alcune aree della foce del Po (Sacca di Goro – Emilia-Romagna, Sacca degli Scardovari e Po di Pila – Veneto) e di diverse aree costiere lagunari (Sardegna), caratterizzate da specifici processi idromorfodinamici. Nei precedenti rilievi delle LC_2000 e LC_2006 le stesse aree sono state escluse dall'analisi delle variazioni morfologiche a posteriori, rientrando tra quelle per cui non è stato definito né il tipo né l'entità del cambiamento. Queste esclusioni sono state compensate dalla definizione di alcuni elementi minori, soprattutto isolotti e faraglioni, prima assenti, che comunque non modificano l'analisi spaziale in quanto composti quasi del tutto da costa rocciosa.

Il graduale aumento del totale della lunghezza delle spiagge dipende innanzi tutto alla riassegnazione di quelle che erano in passato aree di incertezza non definite, che oggi sono determinate sia come "stabili" che come "modificate", con la prevalenza delle attribuzioni che riguardano in particolare la seconda componente, mentre la prima risulta in linea con i rilievi del passato. Inoltre, per circa 23 km, si tratta della caratterizzazione delle spiagge di "ambito portuale", ovvero che si sono formate o esistevano ove ora esistono le opere che chiudono un bacino portuale e che in passato sono state caratterizzate anch'esse come opere portuali.

I rilievi periodici hanno evidenziato che l'arretramento della riva e la perdita di superfici marino-costiere sono particolarmente evidenti e profonde in corrispondenza delle foci dei fiumi e delle grandi opere portuali, l'esempio in Figura 3.7 mostra entrambi i fenomeni, in una delle aree più naturali ma anche maggiormente colpite dall'erosione di tutta la costa italiana, il Metaponto. Nell'immagine, va considerato che il trasporto di sedimento costiero in quel paraggio avviene da sud verso nord. In questo modo può spiegarsi innanzi tutto la differenza tra la linea IGM_1950 e quella LC_2000/LC_2006 nell'area tra la vecchia e la nuova foce dell'Agri, con un'erosione della linea di costa che supera i 200 m e l'accumulo di sedimento sulla foce che si ritrova, parzialmente, più a nord, con la linea IGM_1950 che risulta leggermente più arretrata di quelle della LC_2000 / LC_2006. Quello che è avvenuto e che il sedimento del fiume, depositandosi più a nord ed essendo trasportato generalmente verso nord dalle correnti d'onda, è stato portato via dal sito storico di deposizione (erosione) ma si è depositato più a nord (avanzamento), con effetti molto più limitati a causa del diminuito trasporto di sedimento da parte del fiume. Le foci armate della vecchia foce fluviale trattenevano parte del sedimento proveniente da sud così a sud di questa gli effetti risultavano minori. Tra i rilievi della LC_2000 e LC_2006 il trend appare costante, con un'erosione marcata a nord della vecchia foce. Dal confronto LC_2006 – LC_2020 si osservano le conseguenze dovute alla costruzione del porto turistico di Marina di Policoro. L'imboccatura portuale ha completamente annullato il trasporto sedimentario verso nord[46], rendendo il trend erosivo più marcato[47]. Nonostante la costruzione di due pennelli tra la vecchia e la nuova foce fluviale, l'erosione nel paraggio è arrivata a superare i 200 m, tanto che oggi uno di essi è completamente circondato dalle acque, funzionalmente inutile.

[46] I moli di un porto sono configurati per evitare di essere superati dal flusso sedimentario, che avrebbe come primo effetto proprio l'insabbiamento e la perdita di operatività delle strutture

[47] Anche al netto del fatto che il secondo periodo considerato è maggiore

In conclusione, il fenomeno dell'erosione costiera ad oggi appare contrastato in modo generalmente più efficace che in passato ma non in modo uniforme sull'intero territorio nazionale. I risultati positivi della pianificazione e delle azioni di gestione del territorio comportano anche un esborso pubblico via via più gravoso, mentre alla stabilità ed al leggero avanzamento di alcuni tratti di costa può corrispondere l'erosione marcata di altri tratti che subiscono le conseguenze dell'azione diretta dell'uomo cui si stanno iniziando a sommare quelle dovute ai cambiamenti climatici in atto.

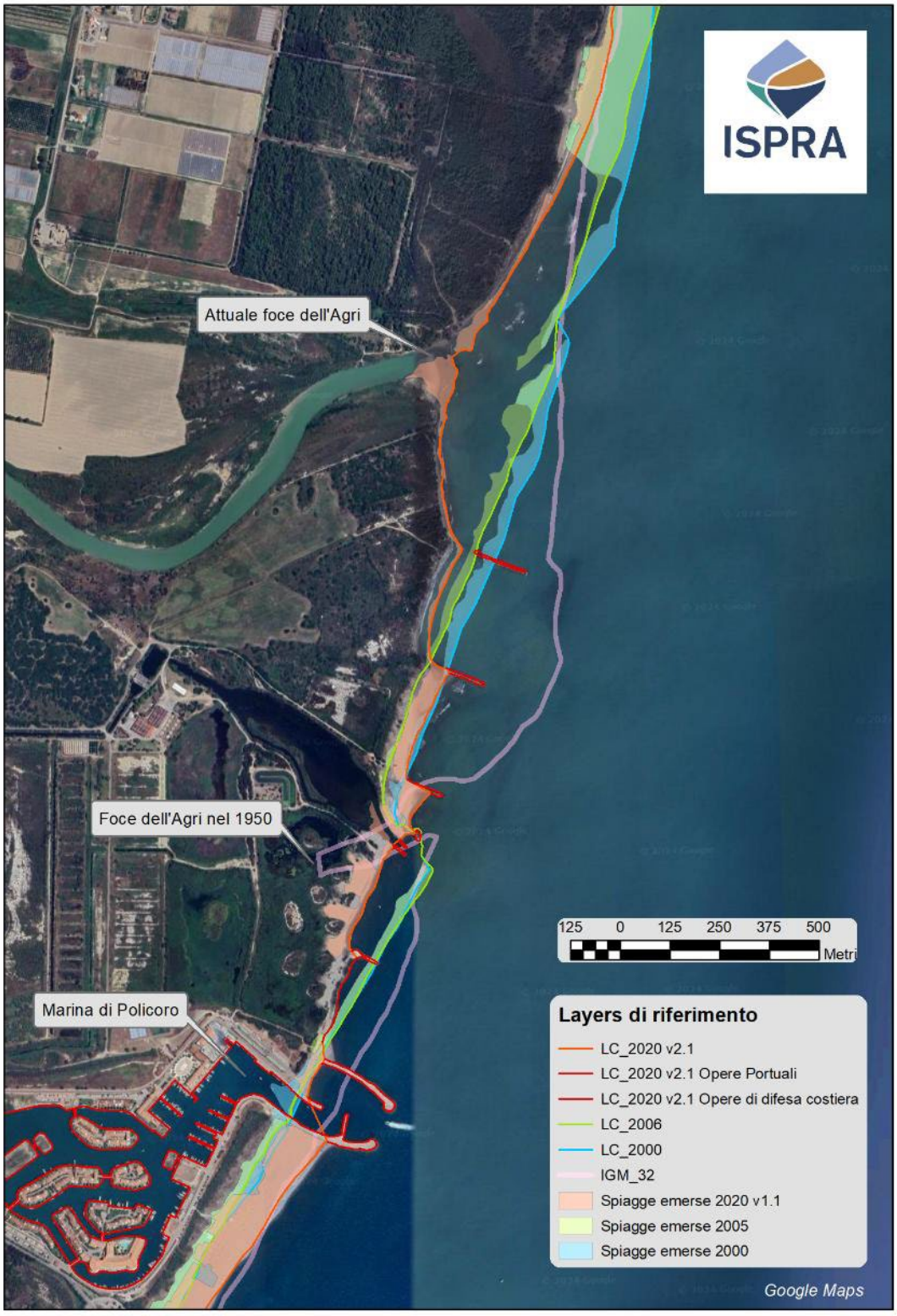


Figura 3.7 - Dinamiche costiere presso la Foce del fiume Agri

4 VALANGHE

Le valanghe sono definite come masse di neve in movimento lungo un pendio. Sono 1.896 gli incidenti documentati nella banca dati AINEVA dal 1984 a oggi in Italia, con complessivamente oltre 800 morti (Valt, 2023), a partire da quello del 12/01/1984 a Pale di San Martino (TN), dove sciatori o escursionisti sono rimasti coinvolti da un distacco valanghivo. In questi ultimi 30 anni nei paesi del centro Europa sono morte in valanga mediamente oltre un centinaio di persone per stagione invernale e, tra queste, una ventina sul versante italiano.

Il 18 gennaio 2017 si è verificato l'evento valanghivo catastrofico con il più alto numero di morti sull'Appennino: in prossimità del comune di Farindola (Pescara), una valanga "di bosco", innescata a oltre 2.000 metri sul versante orientale del Monte Siella (massiccio del Gran Sasso), incanalandosi in un canalone coperto da un faggeto ha distrutto l'albergo Rigopiano causando 29 vittime (Frigo *et alii*, 2021).

Tutte le attività umane in ambiente innevato (edifici, strade, impianti sciistici, reti di servizi) devono tenere conto del possibile rischio di valanghe.

Il primo quadro conoscitivo sulle valanghe in Italia è rappresentato dell'indagine nazionale Neve e Valanghe, commissionata dal Dipartimento Nazionale della Protezione Civile e realizzata nel 2006 da AINEVA (Associazione interregionale di coordinamento e documentazione per i problemi inerenti alla neve e alle valanghe), in collaborazione con il Servizio Meteomont del Corpo Forestale dello Stato (ora Arma dei Carabinieri) e le strutture tecniche regionali (Tecilla, 2007). Nell'indagine risultavano 1.174 segnalazioni di ambiti territoriali vulnerabili a valanga sull'intero territorio nazionale. La tipologia prevalente di beni potenzialmente esposti a valanga era costituita dalle aree sciabili (326 ambiti potenzialmente esposti), seguita dalla viabilità secondaria (309 tratti), dagli ambiti residenziali stabilmente occupati (217), dai centri abitati o edifici ad alta densità di presenze (185) e dalla viabilità primaria (137 tratti di autostrade, superstrade e strade di rilevanza statale). 981 segnalazioni di ambiti vulnerabili ricadevano nelle Regioni e Province Autonome alpine, 109 nell'area appenninica settentrionale e centrale e 84 nell'area appenninica meridionale.

L'ISPRA nel 2016, al fine di predisporre un indicatore sulle valanghe omogeneo sull'intero territorio nazionale, ha effettuato, in collaborazione con il Servizio Meteomont, l'AINEVA e i Servizi regionali competenti in materia, un'indagine conoscitiva sui dati disponibili relativi a Catasti valanghe, Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe – CLPV, Aree a pericolosità valanghe dei Piani di Assetto Idrogeologico – PAI (Par. 4.1 - 4.3). Non essendo disponibile, alla data dell'indagine, una copertura nazionale né dei catasti, né delle CLPV, né delle aree a pericolosità PAI, è stato elaborato un indicatore sul numero dei siti valanghivi, ricavati sulla base delle CLPV, dei catasti valanghe regionali e del catasto nazionale CFS. Il numero di siti valanghivi in Italia ammontava nel 2016 a 23.741, con una densità media di 35 siti su 100 km^2 di ambito montano (Trigila & Iadanza, 2016b). I dati sui siti valanghivi sono stati utilizzati per elaborare l'indicatore di riparto su base regionale delle risorse finalizzate agli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico (DPCM 5 dicembre 2016).

Il 12 agosto 2019 la Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri contenente "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale e per la pianificazione di protezione civile territoriale nell'ambito del rischio valanghe", ha previsto che le Regioni e Province Autonome "*entro due anni dalla pubblicazione del provvedimento, sulla base degli studi di pericolosità, definiscano, in raccordo con i comuni, in base alle informazioni fornite dagli stessi, una prima mappatura delle aree soggette a rischio valanghe ed emanino le direttive per l'allertamento e gli indirizzi per la pianificazione provinciale, comunale/intercomunale o di ambito di protezione civile. ... Le regioni, oltre al necessario supporto per la pianificazione di livello locale, mettono a disposizione dei comuni la perimetrazione delle aree potenzialmente valanghive e le informazioni relative alla pericolosità dei fenomeni valanghivi attesi. I comuni individuati come territori esposti al rischio valanghe, entro due anni dalla pubblicazione degli indirizzi regionali adeguano i propri piani di protezione civile*."

Al fine di fornire indicazioni ai Comuni e agli Enti preposti sulla definizione del rischio valanghivo in ambiente antropico, la Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento per gli Affari Regionali e le Autonomie ha realizzato, in collaborazione con il Politecnico di Torino – Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica le "Linee Guida per la valutazione e mitigazione del Rischio Valanghe di Neve sulle Costruzioni" (Chiaia *et alii*, 2024). In analogia alle "Linee Guida per la Classificazione e gestione del Rischio, la Valutazione

della Sicurezza ed il Monitoraggio dei Ponti esistenti" promulgate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e delle analoghe LLGG per le gallerie stradali, il documento descrive una procedura per il censimento e la classificazione dei manufatti civili e infrastrutturali esposti a rischio valanghivo, al fine di fornire un supporto ai *policy maker* per la successiva prioritizzazione degli interventi per la mitigazione del rischio valanghe in ambiente antropico (sistemi di protezione, sorveglianza, monitoraggio).

Nel 2024, l'ISPRA, con il contributo di AINEVA, del Servizio Meteomont - Carabinieri e dei Servizi competenti di Regioni, Province Autonome e ARPA, ha avviato una nuova analisi sui dati disponibili relativi ai Catasti valanghe, alle Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe – CLPV, alle Aree a pericolosità valanghe dei Piani di Assetto Idrogeologico e alle Aree valanghive da modello, che ha consentito di realizzare il Livello informativo nazionale delle Valanghe.

4.1 Catasti valanghe

I Catasti delle valanghe rappresentano lo strumento di base per la documentazione degli eventi valanghivi. Sono realizzati sulla base dei rilievi effettuati sui siti, generalmente il giorno stesso o pochi giorni dopo l'evento valanghivo, attraverso la compilazione di apposite schede. I Catasti riportano ogni singolo evento cartografabile per ciascun sito valanghivo con il proprio perimetro. Dal 1957, il Servizio Segnalazione Valanghe del Corpo Forestale dello Stato (ora Servizio Meteomont – Carabinieri) rileva sul territorio nazionale, e dalla metà degli anni '70 unicamente nelle regioni a statuto ordinario, gli eventi valanghivi significativi con danni a boschi, viabilità, strutture ed infrastrutture territoriali o vittime, archiviandole in un catasto nazionale (Figura 4.1).

Figura 4.1 – Catasto valanghe Meteomont

A partire dagli anni '70-'80 anche alcune Regioni alpine hanno avviato la realizzazione dei propri Catasti valanghe regionali – CVR (es. Catasto della Regione Autonoma Valle d'Aosta, della Provincia Autonoma di Trento, della Provincia Autonoma di Bolzano) (Figura 4.2).

Per il censimento dei fenomeni, l'AINEVA ha elaborato una scheda standardizzata di rilievo denominata "modello 7".

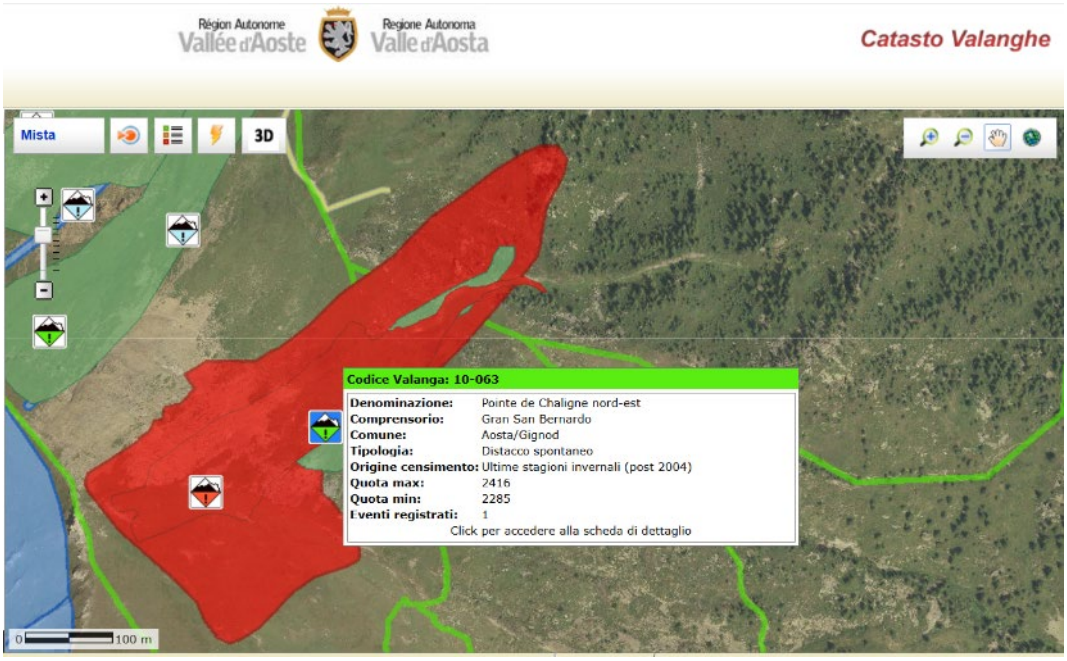


Figura 4.2 – Catasto regionale valanghe Regione Autonoma Valle d'Aosta

4.2 Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe - CLPV

Le Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe - CLPV sono carte tematiche, originariamente in scala 1: 25.000, più recentemente a scala 1: 10.000 o 1: 5.000, che riportano i siti valanghivi, individuati sia in loco sulla base di indagine sul terreno o di testimonianze oculari o d'archivio (es. archivi parrocchiali, forestali, comunali), sia mediante l'utilizzo di fotointerpretazione di aerofotogrammi estivi (Barbolini *et alii*, 2005). La CLPV riporta le aree interessate o che in passato sono state interessate da fenomeni valanghivi, ma non dà indicazioni sulle caratteristiche dinamiche (velocità, pressione, altezza del flusso, distanza massima di arresto, ecc.) e di frequenza dei singoli eventi. Le perimetrazioni della CLPV rappresentano il massimo inviluppo di tutti gli eventi noti/cartografabili per ciascun sito.

Le aree di distacco e parte delle zone di scorrimento sono prevalentemente cartografate per fotointerpretazione mentre le aree di deposito sono cartografate con entrambi i metodi e talvolta con una prevalenza dell'inchiesta di terreno/dato di archivio, anche mediante l'individuazione di testimoni muti, quali danni alla vegetazione arborea, ruderi di edifici.

Le geometrie sono tematizzate in mappa con una simbologia standard che prevede il colore arancione per i dati da fotointerpretazione e il viola per quelli da inchiesta di terreno/dato di archivio.

L'utilizzo delle due metodologie consente di superare i limiti insiti nei due approcci presi singolarmente.

La fotointerpretazione è condizionata da: soggettività del fotointerprete; zone d'ombra; quota di sorvolo della ripresa dei fotogrammi che, se eccessivamente elevata, limita la visibilità delle zone di fondovalle, soprattutto in caso di valli a profilo a V; data dei fotogrammi, che, se distante nel tempo dagli eventi valanghivi, limita la visibilità delle tracce nel bosco, dei testimoni muti, dei danni su viabilità o edificati.

L'inchiesta sul terreno può essere fortemente condizionata dalle testimonianze: i testimoni troppo giovani possono non avere la memoria storica degli eventi del passato, degli anni '50 o antecedenti, anni in cui eventi nevosi eccezionali hanno determinato valanghe di dimensioni eccezionali con effetti catastrofici; i testimoni anziani sovente non ricordano la precisa localizzazione degli eventi del passato. Inoltre, le informazioni sono presenti per lo più in prossimità di centri abitati, stazioni sciistiche, rifugi alpini.

Le CLPV distinguono tra:

- valanghe: siti a contorno definito, soggetti al movimento simultaneo e repentino della coltre nevosa;
- zone pericolose: porzioni di territorio dove si sviluppano scaricamenti parziali o valanghe di piccole dimensioni, differenziati nel tempo e nello spazio, ovvero con percorsi non sempre uguali e con distacchi non simultanei;

- pericoli localizzati: colatoi di larghezza ridotta non cartografabili nella loro forma reale alla scala della CLPV, solitamente indicati quali elementi lineari.

La descrizione delle opere di difesa realizzate, rappresentate nella carta tematica con simbologia specifica, completano la caratterizzazione dei siti valanghivi.

Le Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe – CLPV sono disponibili per le Regioni Piemonte (Prola *et alii,* 2021; Figura 4.3), Lombardia, Veneto (ARPA Veneto, 2023), Friuli Venezia Giulia, Liguria (Regione Liguria, 2024), Toscana, Marche (Regione Marche, 2022), Abruzzo (Regione Abruzzo, 2025) e per la Provincia Autonoma di Trento (Fruet *et alii*, 2003).

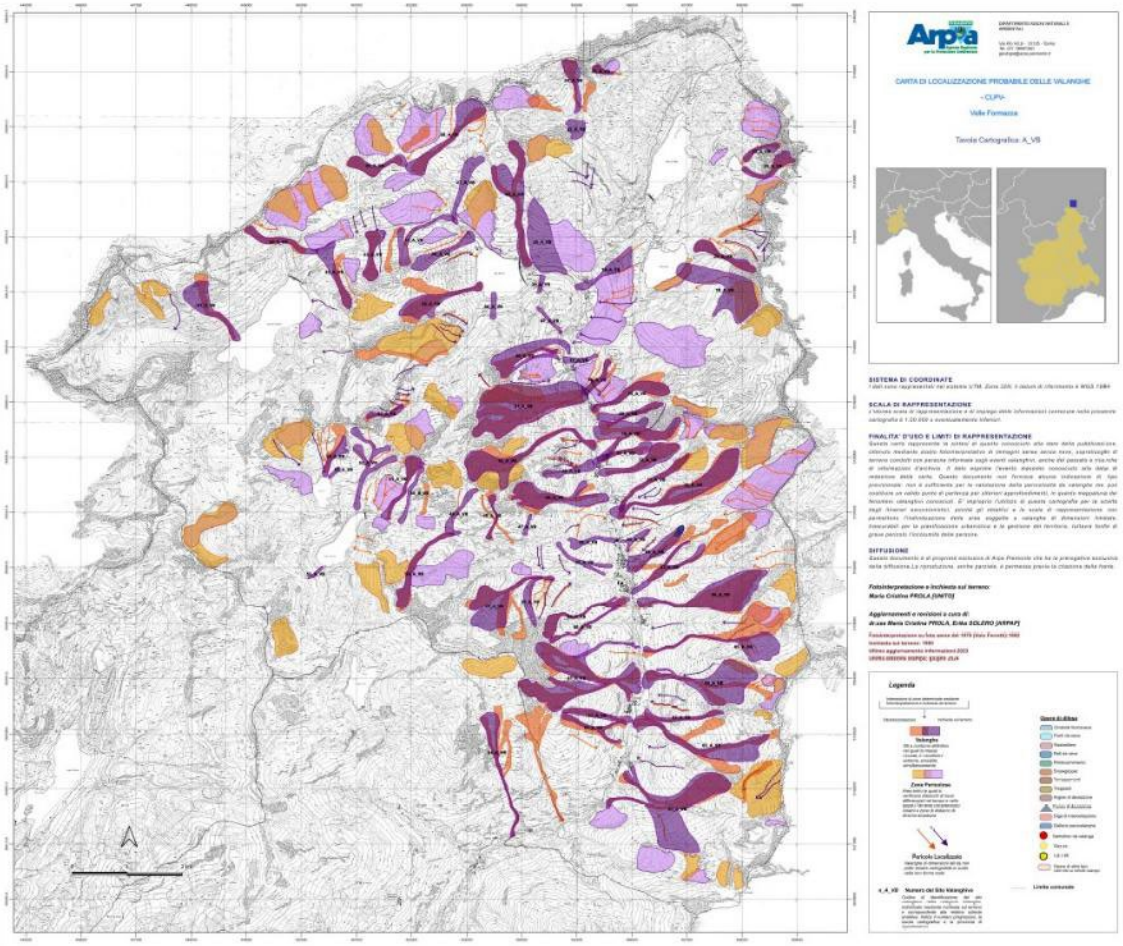


Figura 4.3 - Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe – CLPV, Valle Formazza, ARPA Piemonte

4.3 Aree a pericolosità da valanga

Le Aree a pericolosità da valanga delimitano e classificano zone a differente pericolosità, in funzione della frequenza (tempo di ritorno) ed intensità (pressione e/o altezza di flusso della valanga) degli eventi valanghivi attesi. La disponibilità di un Catasto dei fenomeni valanghivi del passato o della Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe – CLPV costituisce la base metodologica per la redazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – PAI (ARPA Piemonte, 2005). Le aree a pericolosità da valanga sono contenute in alcuni PAI (PAI Po, PAI Adige, Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione, Livenza, PAI Marche) o in altri strumenti di pianificazione territoriale (es. Ambiti inedificabili L.R. 11/98 Regione Autonoma Valle d'Aosta; Piani Zone di Pericolo - Provincia Autonoma di Bolzano (Figura 4.4) Carta di sintesi della pericolosità - Provincia Autonoma di Trento)

Relativamente ai PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale delle Alpi Orientali presenti nel territorio regionale del Veneto e del Friuli Venezia Giulia, le aree in cui la CLPV riporta la sovrapposizione della perimetrazione su base storica/inchiesta sul terreno con quella effettuata su base fotointerpretativa sono classificate a pericolosità da valanga elevata P3, mentre le aree in cui la CLPV riporta elementi grafici senza sovrapposizione sono

classificate a pericolosità moderata P2 (Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, 2012; Regione Veneto, 2022).

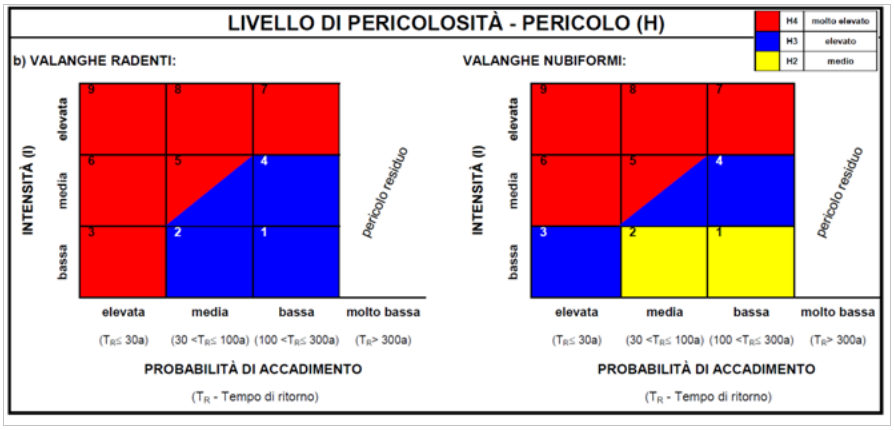


Figura 4.4 - Matrice di definizione dei livelli di pericolo, modificata secondo BUWAL (1998) e Bundesamt für Forstwesen (1984), per valanghe (Provincia Autonoma di Bolzano, Direttive per la redazione dei Piani delle Zone di Pericolo e per la classificazione del rischio)

Per il livello nazionale delle Aree a pericolosità da valanga, sono state prese in considerazione anche le perimetrazioni dei Piani delle Zone Esposte alle Valanghe – PZEV, elaborati a scala locale di singolo sito valanghivo (da 1: 5.000 a 1:2000) mediante l'ausilio di modelli di simulazione della dinamica delle valanghe che quantificano velocità e altezza di scorrimento delle valanghe, pressioni d'impatto e distanza d'arresto (es. PZEV Livigno, PZEV Matese). Le *Linee guida metodologiche per la perimetrazione delle aree esposte al pericolo di valanghe* (Barbolini *et alii*, 2005) riportano i seguenti criteri per la delimitazione delle aree pericolose in 3 zone a differente grado di esposizione al pericolo di valanghe: zona rossa a elevata pericolosità, zona blu a moderata pericolosità e zona gialla a bassa pericolosità (Figura 4.5).

	Criteri da Normativa (cfr. Parte 1, § 1.2.2.1 ÷ 1.2.2.4)	**Criterio pratico per valanghe dense**	**Criterio pratico per valanghe polverose**
ZONA ROSSA	- T=30anni; P≥3kPa - T=100 anni; P≥15kPa	Il limite della zona rossa può essere fatto coincidere con la distanza di arresto dell'evento trentennale o con la soglia di pressione pari a 15kPa per l'evento centennale	Il limite della zona rossa è dato dalla condizione più conservativa tra la soglia di pressione pari a 3kPa per l'evento trentennale e la soglia di pressione pari a 15kPa per l'evento centennale.
ZONA BLU	- T=30anni; 0kPa≤P<3kPa - T=100 anni; 3 kPa ≤P<15kPa	Il limite della zona blu può essere fatto coincidere con la distanza di arresto dell'evento centennale	Il limite della zona blu è dato dalla condizione più conservativa tra la soglia di pressione pari a 0,5 kPa per l'evento trentennale e la soglia di pressione pari a 3 kPa per l'evento centennale.
ZONA GIALLA	- T=100 anni; 0kPa≤P<3kPa - Aree interessate dall'arresto di eventi valanghivi di natura "eccezionale" (per i quali si può assumere indicativamente, ma non necessariamente, T=300anni)	Il limite della zona gialla è delimitato con riferimento al limite massimo di espansione di eventi a carattere "eccezionale" (ovvero con tempi di ritorno superiori al secolo, per i quali si può assumere indicativamente, ma non necessariamente, T=300anni); tale limite può essere desunto mediante indagini storiche, aerofotogrammetriche, dendocronologiche, e più in generale mediante attività di studio ed indagine sul campo che non prevedono necessariamente l'ausilio di modelli di calcolo.	Il limite della zona gialla è dato dalla soglia di pressione pari a 0,5 kPa per l'evento centennale; potranno altresì essere delimitate in giallo anche le zona riconosciute come interessate da danneggiamenti prodotti da valanghe polverose eccezionali (ovvero con tempi di ritorno superiori al secolo, per i quali si può assumere indicativamente, ma non necessariamente, T=300anni)

Figura 4.5 – Criteri di perimetrazione aree a pericolosità da valanga (Barbolini *et alii*, 2005)

Dall'analisi condotta, si riscontrano alcune differenze nel numero di classi di pericolosità e/o nelle combinazioni di valori di tempo ritorno e pressione della valanga adottati nei PAI, PZEV o negli altri strumenti di pianificazione territoriale.

4.4 Aree valanghive da modello

Le zone di potenziale distacco (*Potential Release Areas* - PRA) e di scorrimento delle valanghe vengono individuate, generalmente nella fase preliminare di analisi territoriale, mediante elaborazioni in ambiente GIS, sulla base di opportuni fattori topografici, morfologici e vegetativi, quali quota, esposizione, acclività, curvatura e rugosità dei versanti, tipo di copertura del suolo.

In generale una valanga può innescarsi su ogni area non boscata con acclività superiore a 25°÷28°; il limite superiore dei valori favorevoli al distacco di valanghe è normalmente fatto coincidere con 50°, anche se statisticamente non possono essere esclusi possibili distacchi su pendenze di 55°÷60°.

La rugosità, o scabrezza, influenza la propensione al distacco, la localizzazione e l'estensione delle valanghe (McClung, 2001; Schweizer et al., 2003) ed è quindi uno dei parametri fondamentali del modello. La scabrezza varia in funzione dello spessore del manto nevoso e della sua variabilità spaziale (Veitinger e Sovilla, 2016; Veitinger et al., 2014).

La Regione Emilia-Romagna ha utilizzato l'algoritmo proposto da Bühler *et alii* (2013), che utilizza un approccio booleano con i parametri acclività, curvatura e rugosità (Regione Emilia-Romagna, 2023). La Regione Lazio per l'individuazione delle Aree di Potenziale Distacco delle valanghe ha implementato un modello semiautomatico che consente di selezionare le aree in cui i parametri fissi assumono valori compresi entro specifici *range* considerati favorevoli all'innesco di valanghe (aree prive di copertura arborea, quota maggiore di 1.000 m, acclività tra 30 e 60°, scabrezza superficiale inferiore a 0,02). La stima delle aree di scorrimento e accumulo delle valanghe è stata quindi effettuata mediante la determinazione degli impluvi (elementi morfologici lungo i quali tendono ad incanalarsi le valanghe) e calcolando il percorso lungo celle topograficamente più in basso fino al punto in cui la pendenza dall'area di origine diventa inferiore a un valore soglia chiamato angolo Alfa, considerato pari a 26° (Regione Lazio, 2024) (Figura 4.6).

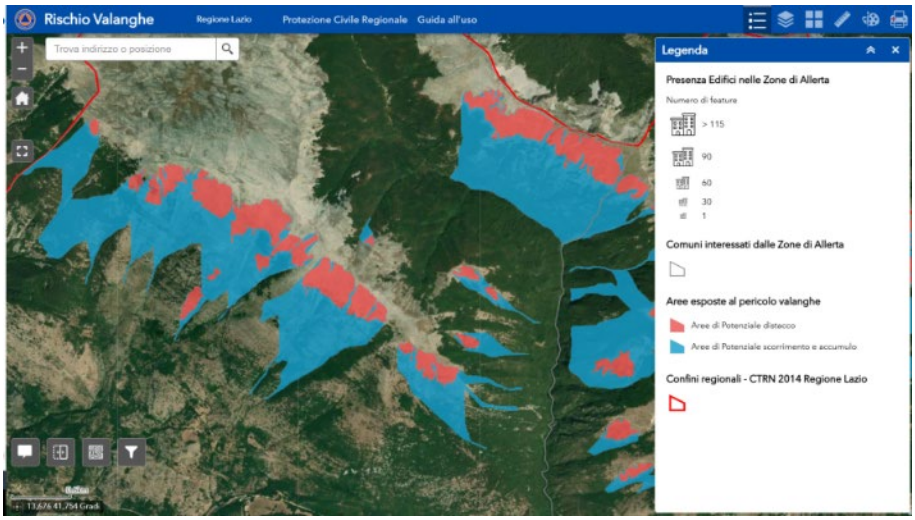


Figura 4.6 – WebGIS Regione Lazio – aree di potenziale distacco valanghe e di potenziale scorrimento e accumulo

La Regione Lombardia ha proposto una versione aggiornata, implementata e tarata dell'algoritmo (Veitinger *et alii* (2016) che utilizza il metodo fuzzy con i parametri di acclività, quota, esposizione e curvature ed uso del suolo (Valsecchi *et alii*, 2024).

4.5 Livello nazionale Valanghe

In Italia, il territorio montano posto a quota superiore a 800 m s.l.m., che rappresenta l'ambito territoriale potenzialmente esposto a fenomeni di innevamento significativi (Tecilla, 2007), costituisce il 22,3% del

territorio nazionale e il 40,1% nelle Regioni e Province Autonome dell'Area alpina[48] (Figura 4.7; Tabella 4.1). Se consideriamo il territorio a quote maggiori di 1.200 m s.l.m., la percentuale nazionale e quella sull'Area alpina sono rispettivamente pari al 12,3% e al 30,4%.

Il Livello nazionale delle Valanghe, elaborato da ISPRA e pubblicato sulla piattaforma nazionale IdroGEO nel 2025, è strutturato in: Catasti valanghe (nazionale e/o regionali); Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe – CLPV; Aree a pericolosità da valanga (PAI o altri Piani); Aree valanghive da modello (Figura 4.8 - Figura 4.11).

Per la Mosaicatura delle aree a pericolosità da valanga è stata adottata, in questa prima elaborazione sul territorio nazionale, una legenda armonizzata in due classi di pericolosità (Molto elevata o elevata, Media o moderata) sulla base della classificazione adottata nei PAI. È stata inoltre introdotta una classe di Aree di attenzione per tener conto della classificazione adottata dalla Provincia Autonoma di Trento nella Carta di sintesi della pericolosità. È necessario far riferimento ai documenti e alla cartografia ufficiale pubblicati sui siti delle Autorità di Bacino Distrettuali, Regioni, Province Autonome e ARPA competenti in materia, per consultare i dati aggiornati, il livello di pericolosità, le norme e i vincoli d'uso del territorio vigenti.

Al fine di superare le disomogeneità attualmente presenti nella classificazione della pericolosità da valanga nei PAI, PZEV o altri strumenti di pianificazione territoriale, sarebbe auspicabile la realizzazione di Linee Guida in collaborazione con le ARPA, i Servizi competenti di Regioni e Province Autonome, le Autorità di Bacino Distrettuali e AINEVA.

La superficie complessiva della mappatura delle aree interessate in passato da eventi valanghivi (Catasti valanghe, CLPV) o a pericolosità (Aree a pericolosità, Aree da modello) ammonta a 9.283 km^2 (Tabella 4.1), pari al 3,1% del territorio nazionale e al 13,8% del territorio a quota maggiore di 800 m s.l.m.

La distribuzione di frequenza dell'acclività è rappresentata in Figura 4.12 ed evidenzia che l'80% delle aree della cartografia delle valanghe in Italia ha acclività tra 25° e 60°.

[48] Elaborazione effettuata utilizzando il modello digitale del terreno TINItaly INGV 10×10 m (Tarquini *et alii*, 2023)

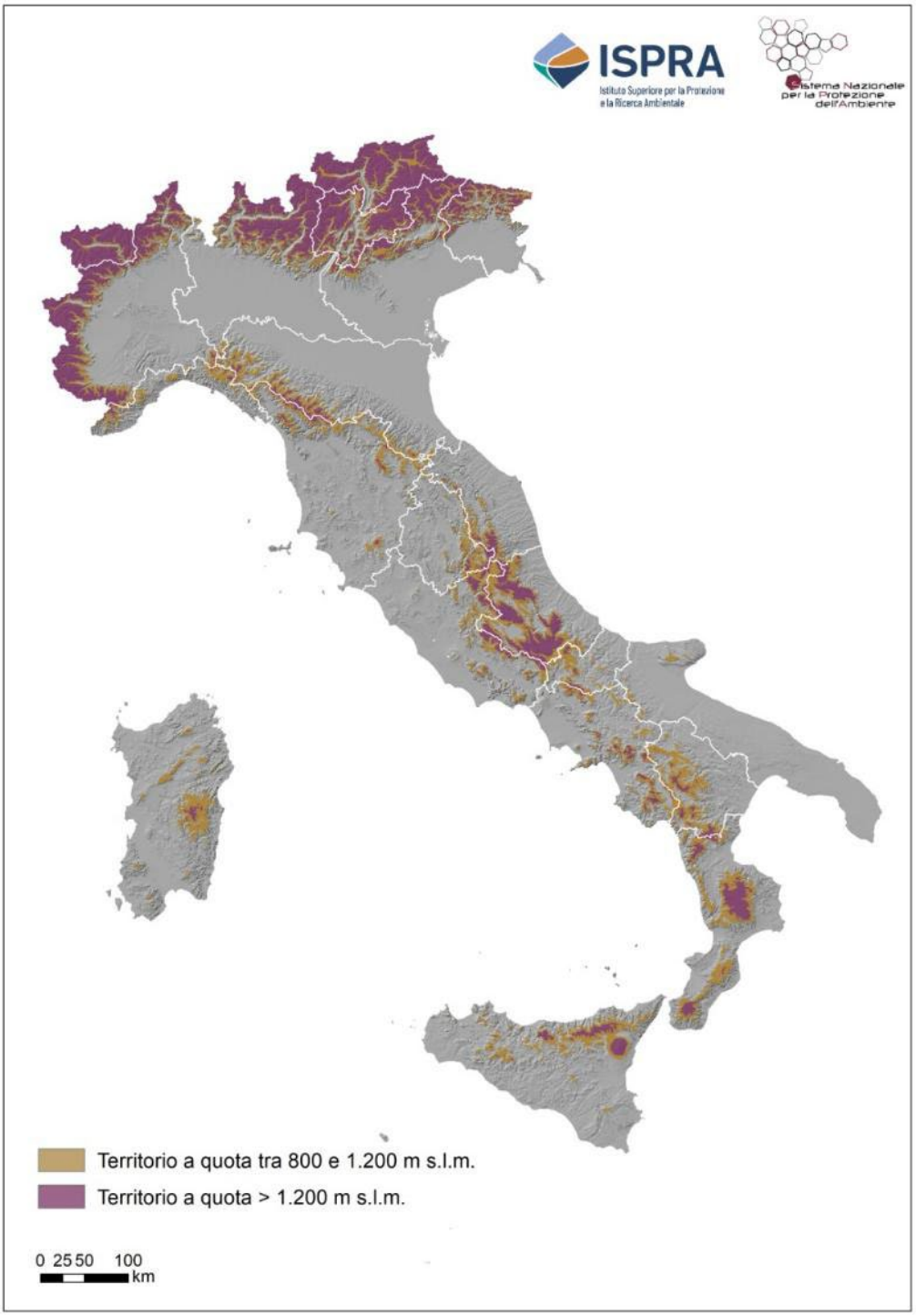


Figura 4.7 – Territorio a quota tra 800 e 1.200 m e a quota superiore a 1.200 m (elaborazione su DEM TINItaly 10×10 m)

Tabella 4.1 – Territorio a quota maggiore di 800 m e di 1.200 m s.l.m. e superficie complessiva della cartografia delle valanghe (Catasti, Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe, aree a pericolosità dei PAI o altri Piani, aree da modello)

COD REG	Regione	Area Regione	Territorio a quota > 800 m	Territorio a quota > 1200 m	Superficie complessiva della mappatura valanghe (Catasti, CLPV, pericolosità, aree da modello)	Fonte dati cartografia valanghe
		Km²	*%*	*%*	*Km²*	
1	Piemonte	25.387	35,4%	26,4%	2.028,7	Catasto Meteomont, Catasto Regionale, CLPV, Aree a pericolosità PAI, Aree da modello
2	Valle D'Aosta	3.261	94,7%	87,4%	1.515,6	Catasto Meteomont, Catasto Regionale, Aree a pericolosità LR 11/98
3	Lombardia	23.863	28,3%	20,3%	1.910,3	Catasto Meteomont, CLPV, Aree a pericolosità PAI e PZEV
4	Trentino-Alto Adige	13.605	86,1%	70,4%	1.433,0	
	Bolzano	7.398	91,7%	79,3%	502,5	Catasto Meteomont, Catasto PAB, Aree a pericolosità Piani Zone Pericolo
	Trento	6.207	79,4%	59,8%	930,5	Catasto Meteomont, Catasto PAT, CLPV, Aree a pericolosità Carta Sintesi Pericolosità
5	Veneto	18.355	21,6%	14,4%	914,4	Catasto Meteomont, CLPV, Aree a pericolosità PAI e PZEV
6	Friuli Venezia Giulia	7.933	31,7%	18,0%	770,5	Catasto Meteomont, CLPV, Aree a pericolosità PAI
7	Liguria	5.418	21,3%	4,2%	18,6	Catasto Meteomont, Catasto Regionale, CLPV
8	Emilia-Romagna	22.502	11,2%	2,7%	3,3	Catasto Meteomont, Aree da modello
9	Toscana	22.990	9,7%	1,8%	24,2	Catasto Meteomont, CLPV
10	Umbria	8.464	14,2%	3,2%	2,1	Catasto Meteomont
11	Marche	9.346	12,0%	3,7%	111,4	Catasto Meteomont, CLPV, Aree a pericolosità PAI
12	Lazio	17.239	15,4%	5,7%	100,2	Catasto Meteomont, Catasto Regionale, Aree da modello
13	Abruzzo	10.832	46,2%	25,2%	441,1	Catasto Meteomont, CLPV
14	Molise	4.461	21,3%	4,1%	9,5	Catasto Meteomont, CLPV, Aree a pericolosità PZEV
15	Campania[49]	13.676	15,2%	3,2%	0,0	Catasto Meteomont
16	Puglia	19.543	1,1%	0,0%	-	-
17	Basilicata	10.073	25,3%	4,2%	0,5	Catasto Meteomont
18	Calabria	15.219	25,8%	9,1%	0,1	Catasto Meteomont
19	Sicilia	25.835	12,1%	3,1%	-	-
20	Sardegna	24.109	7,0%	0,6%	-	-
	Totale Italia	**302.110**	**22,3%**	**12,3%**	**9.283,3**	

[49] Per la regione Campania, il Catasto è a geometria puntuale

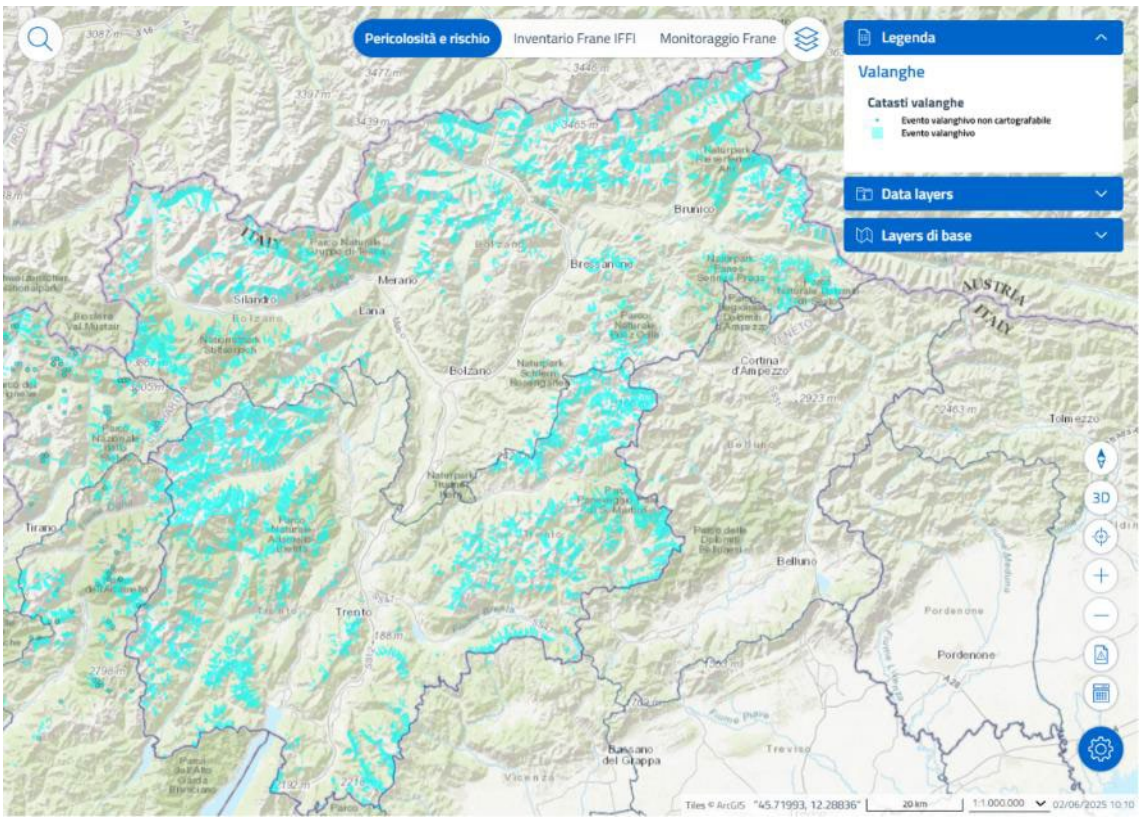


Figura 4.8 – Livello nazionale Valanghe pubblicato sulla piattaforma IdroGEO: stralcio Catasti valanghe in Provincia di Trento e Bolzano

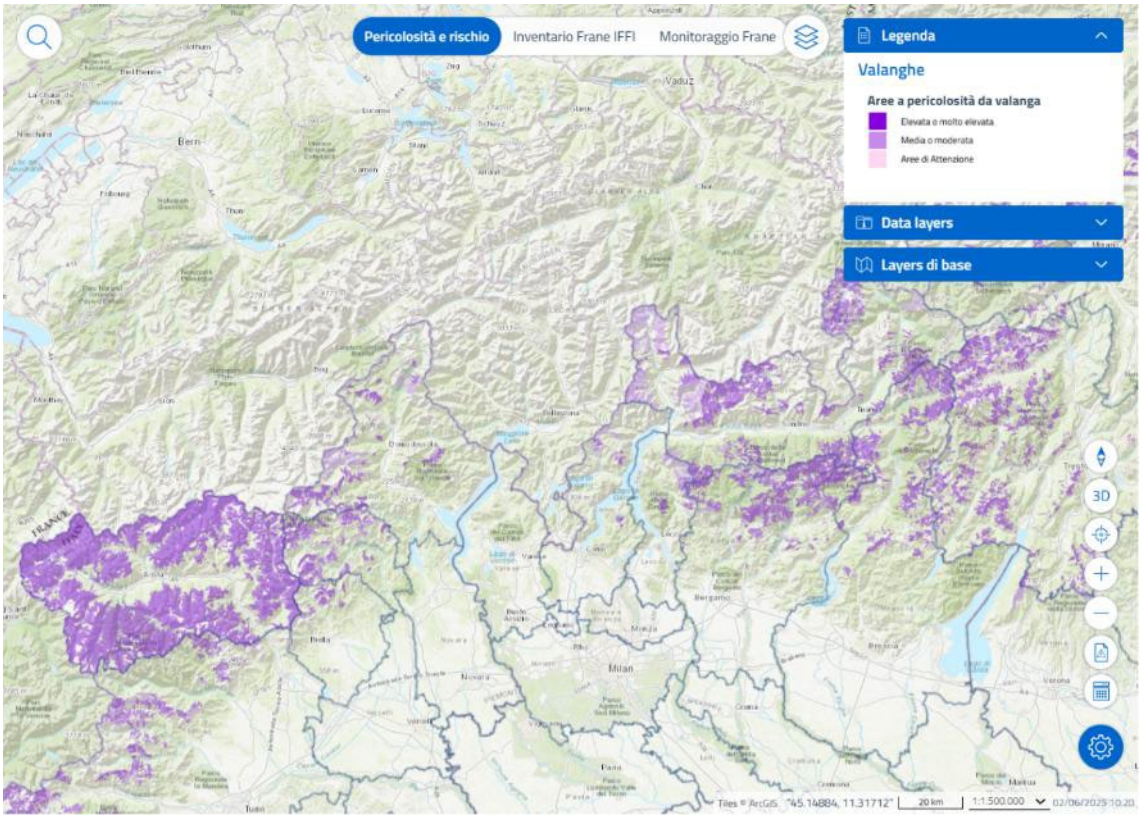


Figura 4.9 – Livello nazionale Valanghe pubblicato sulla piattaforma IdroGEO: stralcio aree a pericolosità da valanga del PAI Po in Regione Piemonte e Lombardia e Ambiti inedificabili L.R. 11/98 Regione Autonoma Valle d'Aosta

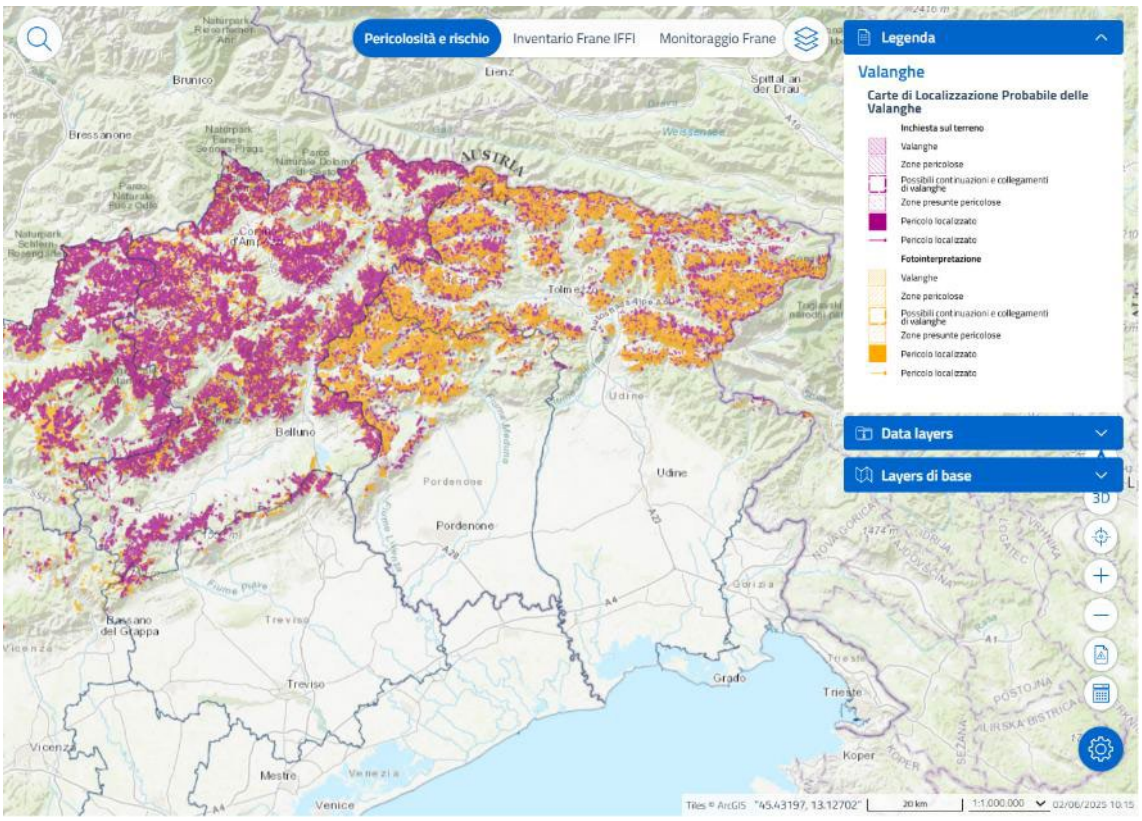


Figura 4.10 – Livello nazionale Valanghe pubblicato sulla piattaforma IdroGEO: stralcio Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe (CLPV) in Regione Veneto e Friuli Venezia Giulia

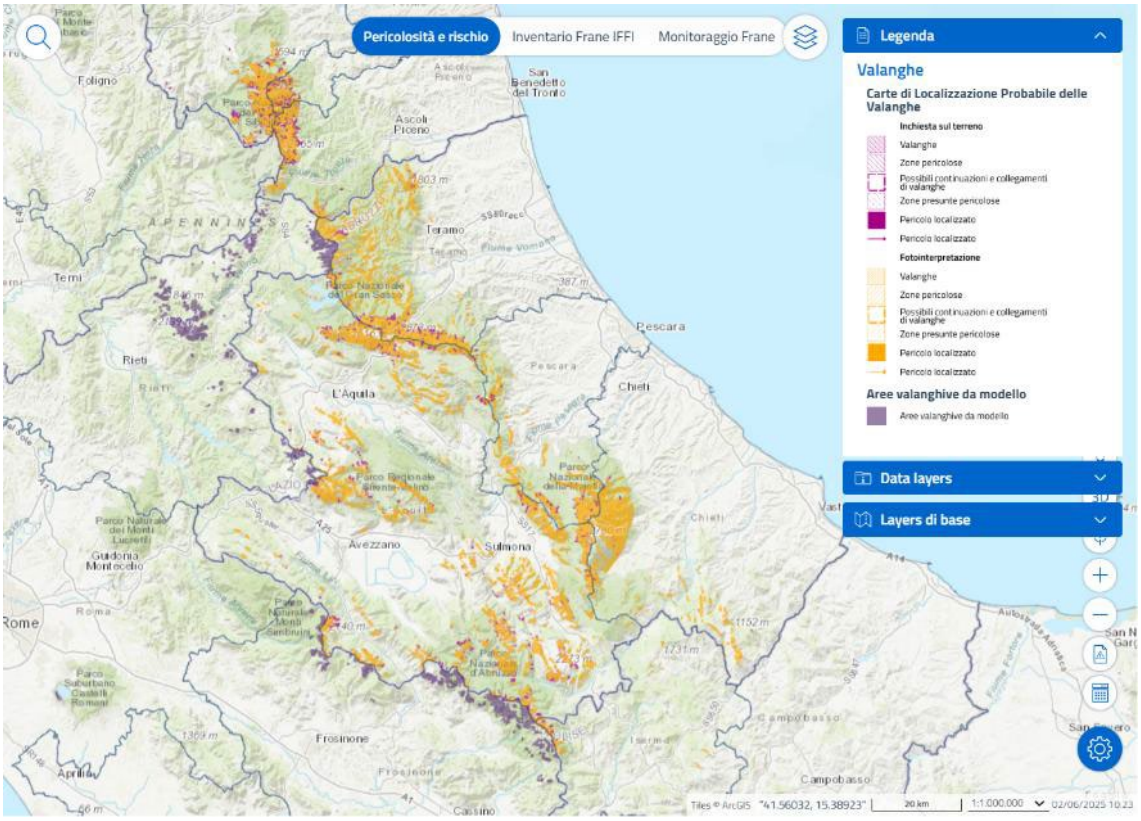


Figura 4.11 – Livello nazionale Valanghe pubblicato sulla piattaforma IdroGEO: stralcio Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe (CLPV) in Regione Marche e Abruzzo e Aree valanghive da modello in Regione Lazio

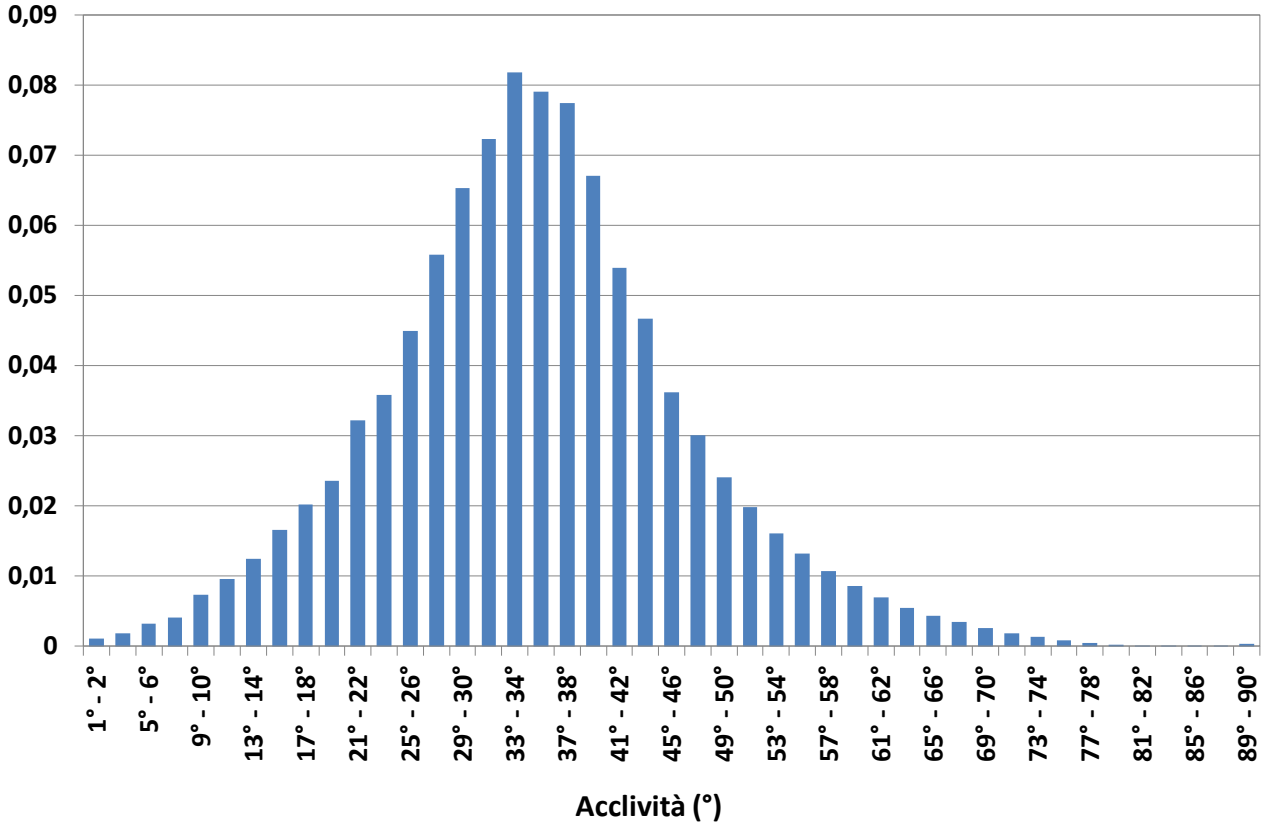


Figura 4.12 – Distribuzione di frequenza dell'acclività (elaborazione su Livello nazionale Valanghe e DTM TINItaly)

5 QUADRO SINOTTICO SU FRANE, ALLUVIONI, EROSIONE COSTIERA E VALANGHE

Il capitolo presenta il quadro sinottico sul dissesto idrogeologico in Italia in termini di superficie di territorio e di numero di comuni a rischio per frane, alluvioni, erosione costiera e valanghe. I dati di input utilizzati per l'elaborazione sono (Figura 5.1):

- la Mosaicatura nazionale 2024 delle aree a pericolosità da frana (Paragrafo 1.4);
- la Mosaicatura nazionale 2020 delle aree a pericolosità idraulica (Rapporto ISPRA 356/2021);
- il Livello della dinamica costiera nazionale 2006-2020 (Paragrafo 3.3);
- il Livello nazionale delle valanghe 2024 (Paragrafo 4.5).

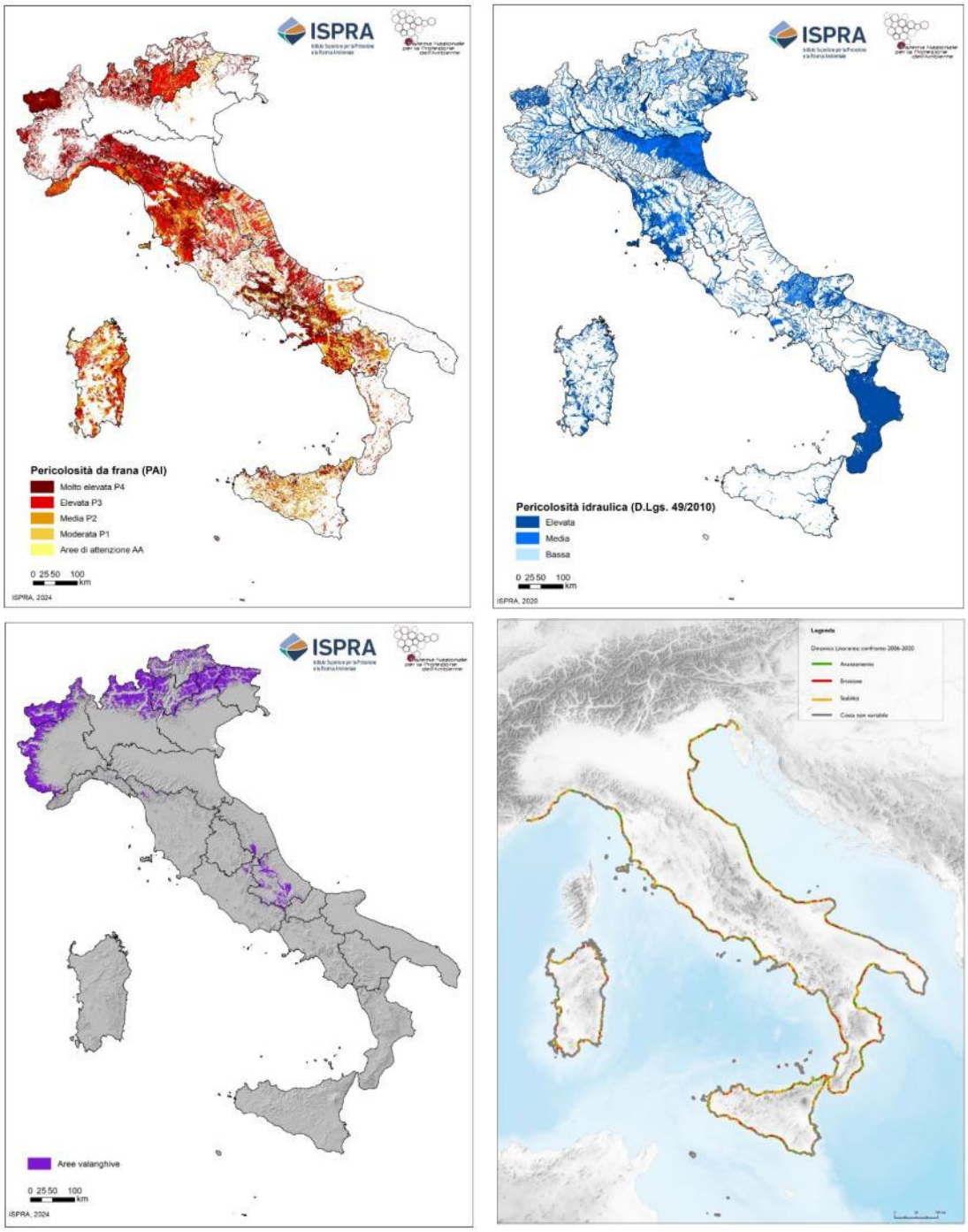


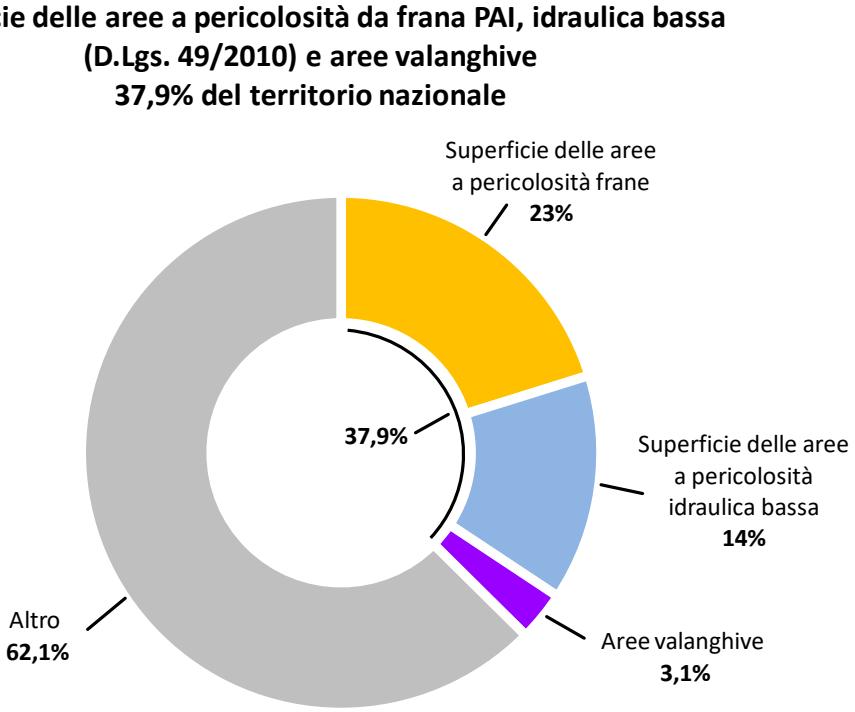
Figura 5.1 – Aree a pericolosità da frana; aree a pericolosità idraulica; aree valanghive; dinamica litoranea (2006-2020)

5.1 Superfici a pericolosità da frane, idraulica e aree valanghive

La superficie complessiva delle aree classificate a pericolosità da frana nelle 5 classi (P4+P3+P2+P1+AA), a pericolosità idraulica nello scenario a bassa pericolosità - *Low Probability Hazard* LPH (massima estensione delle aree inondabili; scenario che ricomprende quelli di pericolosità maggiore: MPH, HPH) e/o delle aree valanghive in Italia (Tabella 5.1 e Figura 5.1) ammonta a 114.567 km² pari al 37,9% del territorio nazionale[50].

Tabella 5.1 – Superficie complessiva delle aree classificate a pericolosità da frana nelle 5 classi, a pericolosità idraulica bassa e/o delle aree valanghive in Italia

Superficie Italia	Superficie delle aree a: pericolosità da frana (PA+P3+P2+P1+AA) (Mosaicatura 2024)		pericolosità idraulica bassa (Mosaicatura 2020)		aree valanghive		pericolosità da frana (5 classi) + pericolosità idraulica bassa + aree valanghive	
km²	*km²*	*%*	*km²*	*%*	*km²*	*%*	*km²*	*%*
302.110	69.530	23,0%	42.376	14,0%	9.283	3,1%	114.567	37,9%



Superficie delle aree a pericolosità da frana PAI, idraulica bassa (D.Lgs. 49/2010) e aree valanghive 37,9% del territorio nazionale

Figura 5.2 – Superficie delle aree a pericolosità[51] da frana nelle 5 classi, a pericolosità idraulica bassa e/o delle aree valanghive in Italia

Se consideriamo le aree a maggiore criticità del territorio italiano per frane e alluvioni, la superficie delle aree, classificate a pericolosità da frana elevata e molto elevata (P3+P4) o a pericolosità idraulica media, ammonta a 57.924 km² pari al 19,2% del territorio nazionale[52] (Tabella 5.2 e Figura 5.3).

[50] La superficie complessiva delle aree a pericolosità da frana (P4+P3+P2+P1+AA), delle aree a pericolosità idraulica bassa (scenario *Low Probability Hazard* - LPH) e delle aree valanghive risulta inferiore alla somma delle superfici considerate separatamente tenuto conto che si osserva una parziale sovrapposizione tra aree classificate a pericolosità da frana, idraulica e/o aree valanghive.

[51] Ibidem nota 52

[52] La superficie complessiva delle are e a pericolosità da frana elevata e molto elevata e delle aree a pericolosità idraulica media risulta inferiore alla somma delle superfici considerate separatamente in quanto l'1,85% dei 57.924 km² (1.073 km²) sono classificati sia a pericolosità da frana P3-P4 che idraulica media.

Tabella 5.2 – Superficie delle aree a pericolosità da frana P3-P4 e idraulica media

Superficie Italia	Superficie delle aree a: pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 (Mosaicatura 2024)		pericolosità idraulica media (Mosaicatura 2020)		pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 + pericolosità idraulica media[53]	
km²	*km²*	*%*	*km²*	*%*	*km²*	*%*
302.110	28.801	9,5%	30.196	10,0%	57.924	19,2%

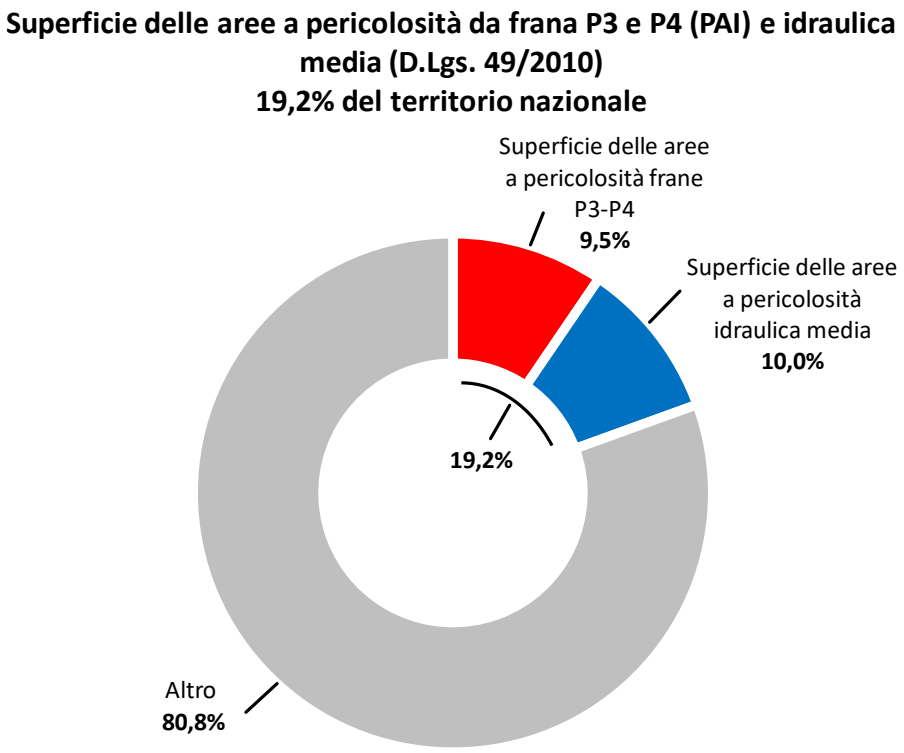


Figura 5.3 – Superficie delle aree a pericolosità[54] da frana P3 e P4 (Mosaicatura 2024) e idraulica media (Mosaicatura 2020)

Se consideriamo la superficie complessiva classificata a pericolosità da frana P3 e P4 e idraulica media, espressa in percentuale rispetto al territorio regionale, la Valle d'Aosta e l'Emilia-Romagna presentano valori maggiori del 60%, la Toscana, la Campania, la Provincia di Trento e il Molise valori compresi tra il 20 e il 30% e undici regioni (Calabria, Liguria, Abruzzo, Friuli Venezia Giulia, Lombardia, Piemonte, Veneto, Sardegna, Marche, Umbria e Puglia) tra il 10 e il 20% (Tabella 5.3).

[53] Ibidem nota 52

[54] Ibidem nota 52

Tabella 5.3 – Superficie delle aree a pericolosità da frana P3 e P4 e idraulica media su base regionale

COD REG	Regione	Superficie Regione	Superficie delle aree a: pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 (Mosaicatura 2024)		pericolosità idraulica media (Mosaicatura 2020)		pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 + pericolosità idraulica media[55]	
		km²	*km²*	*%*	*km²*	*%*	*km²*	*%*
1	**Piemonte**	25.387	1.725,5	6,8%	2.108,2	8,3%	3.730,0	14,7%
2	**Valle D'Aosta**	3.261	2.728,1	83,7%	238,5	7,3%	2.768,3	84,9%
3	**Lombardia**	23.863	1.578,9	6,6%	2.428,1	10,2%	3.869,3	16,2%
4	**Trentino-Alto Adige**	13.605	1.669,5	12,3%	351,2	2,6%	1.954,6	14,4%
	Bolzano	7.398	389,4	5,3%	70,9	1,0%	453,1	6,1%
	Trento	6.207	1.280,1	20,6%	280,3	4,5%	1.501,5	24,2%
5	**Veneto**	18.355	128,3	0,7%	2.435,5	13,3%	2.546,1	13,9%
6	**Friuli Venezia Giulia**	7.933	195,3	2,5%	1.156,1	14,6%	1.305,9	16,5%
7	**Liguria**	5.418	789,9	14,6%	155,9	2,9%	943,2	17,4%
8	**Emilia-Romagna**	22.502	3.299,3	14,7%	10.235,4	45,5%	13.503,3	60,0%
9	**Toscana**	22.990	4.839,0	21,0%	2.794,5	12,2%	7.344,3	31,9%
10	**Umbria**	8.464	498,9	5,9%	368,6	4,4%	867,4	10,2%
11	**Marche**	9.346	707,4	7,6%	253,1	2,7%	960,0	10,3%
12	**Lazio**	17.239	946,5	5,5%	594,6	3,4%	1.527,3	8,9%
13	**Abruzzo**	10.832	1.671,1	15,4%	239,7	2,2%	1.884,5	17,4%
14	**Molise**	4.461	713,9	16,0%	250,4	5,6%	934,8	21,0%
15	**Campania**	13.676	2.675,7	19,6%	777,8	5,7%	3.392,0	24,8%
16	**Puglia**	19.543	609,8	3,1%	1.357,1	6,9%	1.965,8	10,1%
17	**Basilicata**	10.073	611,6	6,1%	349,2	3,5%	960,7	9,5%
18	**Calabria**	15.219	359,3	2,4%	2.622,6	17,2%	2.952,7	19,4%
19	**Sicilia**	25.835	790,9	3,1%	505,0	2,0%	1.295,9	5,0%
20	**Sardegna**	24.109	2.262,2	9,4%	974,0	4,0%	3.217,7	13,3%
	Totale Italia	**302.110**	**28.801**	**9,5%**	**30.196**	**10,0%**	**57.924**	**19,2%**

5.2 Comuni a rischio frane, alluvioni, erosione costiera e valanghe

I comuni[56] interessati da aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4, da aree a pericolosità idraulica media, da erosione costiera e/o da aree valanghive[57] sono complessivamente **7.463** pari all'**94,5%** del numero dei comuni italiani (Tabella 5.4 e Figura 5.4). Considerando singolarmente le quattro categorie di dissesto, sono 5.753 i comuni con aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4, 6.384 quelli con aree a pericolosità idraulica media, 556 con erosione costiera[58] e 1.354 quelli con aree valanghive.

[55] Ibidem nota 52

[56] Il numero dei comuni fa riferimento alle Basi territoriali Istat 2024.

[57] E' stata posta pari a 1.000 m² l'area minima perché un comune sia classificato come interessato da aree a pericolosità da frana P3+P4 o da aree valanghive, pari a 1ha (10.000 m²) l'area minima perché sia classificato con aree a pericolosità idraulica media e pari a 25 m la lunghezza minima cumulata di litorali in erosione perché sia classificato con erosione costiera.

[58] Considerando i limiti Istat 2024, i comuni costieri, ovvero quelli che presentano un tratto di costa sono 644; di questi 596 presentano tassi erosivi maggiori di zero mentre i restanti 48 comuni sono caratterizzati da una costa esclusivamente rocciosa o da spiagge di lunghezza limitata che non presentano tassi erosivi.

Tabella 5.4 – Numero di comuni (Basi territoriali Istat 2024) interessati da aree a pericolosità da frana, idraulica, erosione costiera e/o aree valanghive – elaborazione 2024

Comuni interessati da:	*n.*	*%*[59]
aree a pericolosità da frana elevata P3 o molto elevata P4 e idraulica media (A)	3.149	39,9%
solo aree a pericolosità idraulica media (B)	1.638	20,7%
aree a pericolosità da frana elevata P3 o molto elevata P4, idraulica media e aree valanghive (C)	1.066	13,5%
solo aree a pericolosità da frana elevata P3 o molto elevata P4 (D)	773	9,8%
aree a pericolosità da frana elevata P3 o molto elevata P4, idraulica media ed erosione costiera (E)	467	5,9%
aree a pericolosità da frana elevata P3 o molto elevata P4 e aree valanghive (F)	252	3,2%
aree a pericolosità idraulica media ed erosione costiera (G)	40	0,5%
aree a pericolosità da frana elevata P3 o molto elevata P4 ed erosione costiera (H)	39	0,5%
aree a pericolosità idraulica media e aree valanghive (I)	17	0,2%
solo aree valanghive (J)	12	0,2%
aree a pericolosità da frana elevata P3 o molto elevata P4, idraulica media, erosione costiera e aree valanghive (K)	7	0,1%
solo erosione costiera (L)	3	0,04%
Totale comuni interessati da aree a pericolosità da frana, idraulica, erosione costiera e/o aree valanghive	**7.463**	**94,5%**
Altri comuni	436	5,5%
Totale comuni	**7.899**	**100%**

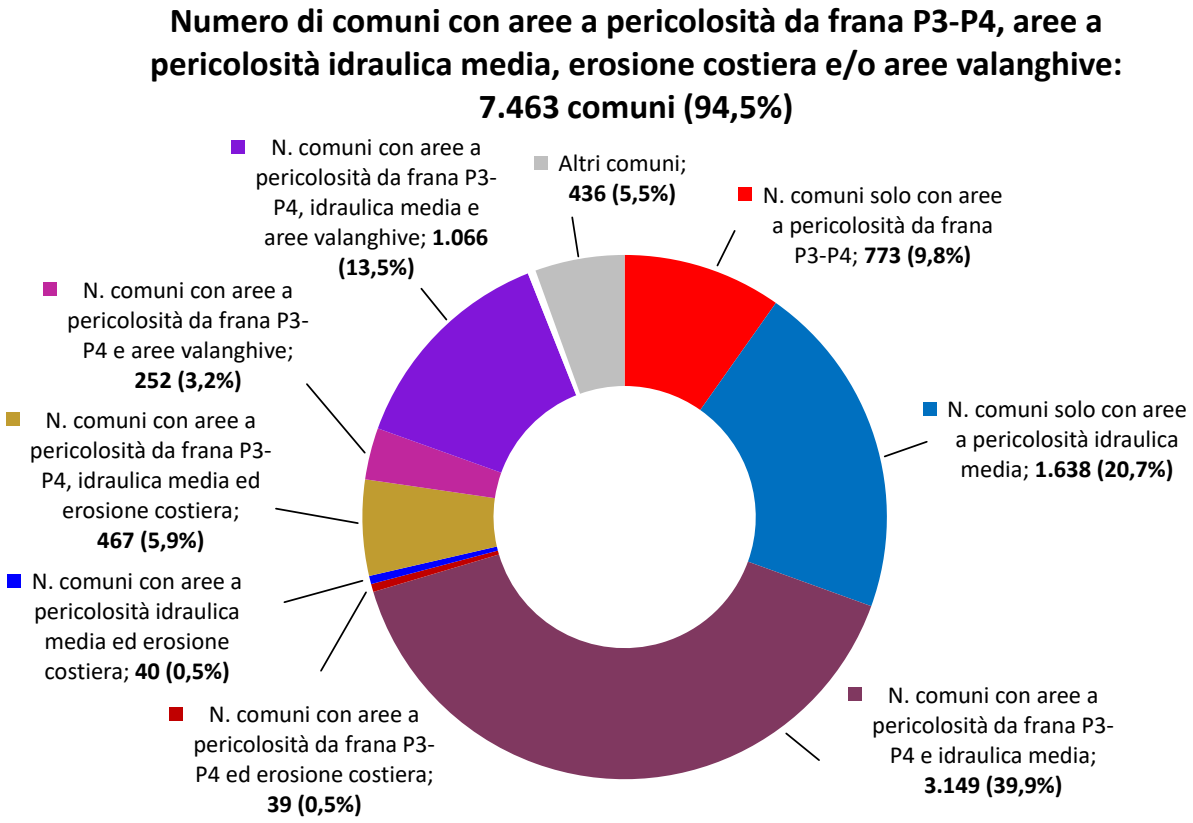


Figura 5.4 – Numero di comuni con aree a pericolosità da frana P3-P4, idraulica media, erosione costiera e/o valanghe. Nota: le categorie di comuni con percentuali inferiori allo 0,5% del totale non sono visualizzabili nel diagramma

Se prendiamo in considerazione il numero di comuni, sono dodici le Regioni/Province Autonome (Valle d'Aosta, PA Trento, Bolzano, Liguria, Emilia-Romagna, Toscana, Umbria, Marche, Abruzzo, Molise, Basilicata e Calabria) che hanno il 100% di comuni interessati da aree a pericolosità da frana P3-P4, idraulica media erosione costiera e/o aree valanghive; a queste si aggiungono Lazio, Friuli Venezia Giulia, Sicilia, Puglia, Sardegna, Piemonte, Campania con una percentuale di comuni interessati maggiore del 90% (Tabella 5.5).

[59] La percentuale è calcolata rispetto al numero totale dei comuni italiani

Tabella 5.5 – Numero di comuni (Basi territoriali Istat 2024) interessati da: (A) aree a pericolosità da frana P3-P4 e idraulica media; (B) solo aree a pericolosità idraulica media; (C) aree a pericolosità da frana P3-P4, idraulica media e aree valanghive; (D) solo aree a pericolosità da frana P3-P4; (E) aree a pericolosità da frana P3-P4, idraulica media ed erosione costiera; (F) aree a pericolosità da frana P3-P4 e aree valanghive; (G) aree a pericolosità idraulica media ed erosione costiera; (H) aree a pericolosità da frana P3-P4 ed erosione costiera; (I) aree a pericolosità idraulica media e aree valanghive; (J) solo aree valanghive; (K) aree a pericolosità da frana P3-P4, idraulica media, erosione costiera e aree valanghive; (L) solo erosione costiera

COD REG	Regione	N. di comuni	Numero di comuni interessati da:												Altri comuni	% comuni (A+B+C+D+E+F+G+H+I+J+K+L)
			(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)	(L)		
1	Piemonte	1.180	579	253	203	65		21			5				54	95,4%
2	Valle D'Aosta	74	2		72											100,0%
3	Lombardia	1.502	237	628	294	72		42			1	1			227	84,9%
4	Trentino-Alto Adige	282	48	1	166	11		54			1	1				100,0%
	Bolzano	116	24	1	29	9		51			1	1				100,0%
	Trento	166	24		137	2		3								100,0%
5	Veneto	563	36	315	79	12		10	10		10	9			82	85,4%
6	Friuli Venezia Giulia	215	37	105	63	1	2		4						3	98,6%
7	Liguria	234	107		35	33	44	10					5			100,0%
8	Emilia-Romagna	330	156	138	21	4	4		7							100,0%
9	Toscana	273	209	3	31	4	22		2				2			100,0%
10	Umbria	92	75	1	1	14		1								100,0%
11	Marche	225	147		15	34	22	7								100,0%
12	Lazio	378	151	2	21	167	18	10		4					5	98,7%
13	Abruzzo	305	100	3	50	38	18	94		1		1				100,0%
14	Molise	136	111	1	10	7	4	3								100,0%
15	Campania	550	361	37		67	46		1	2				1	35	93,6%
16	Puglia	257	104	88		6	45		5	2					7	97,3%
17	Basilicata	131	77		4	43	5		2							100,0%
18	Calabria	404	282	16	1		102		3							100,0%
19	Sicilia	391	124	10		142	69		4	30				2	10	97,4%
20	Sardegna	377	206	37		53	66		2						13	96,6%
	Totale Italia	**7.899**	**3.149**	**1.638**	**1.066**	**773**	**467**	**252**	**40**	**39**	**17**	**12**	**7**	**3**	**436**	**94,5%**

5.3 Indicatori di rischio per frane e alluvioni

Quasi 1,3 milioni di abitanti sono a rischio frane e 6,8 milioni di abitanti a rischio alluvioni. Le regioni con i valori più elevati di popolazione a rischio per frane e alluvioni sono Emilia-Romagna, Toscana, Veneto, Campania, Lombardia, e Liguria (Tabella 5.6, Tabella 5.7, Figura 5.5, Figura 5.6).

Le famiglie a rischio sono oltre 582.000 per frane e 2,9 milioni per alluvioni; gli edifici ubicati in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata sono oltre 742.000 (4%), quelli ubicati in aree inondabili nello scenario medio sono oltre 1,5 milioni (10,7%). Le industrie e i servizi ubicati in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata sono oltre 84.000; quelli esposti al pericolo di inondazione nello scenario medio sono oltre 640.000 (13,4% del totale).

I beni architettonici, monumentali e archeologici potenzialmente soggetti a fenomeni franosi sono quasi 14.000 nelle aree a pericolosità elevata e molto elevata; raggiungono complessivamente le 45.000 unità se si considerano anche quelli ubicati in aree a minore pericolosità. I Beni Culturali a rischio alluvioni sono quasi

34.000 nello scenario a pericolosità media e raggiungono quasi i 50.000 in quello a scarsa probabilità di accadimento (eventi rari o estremi).

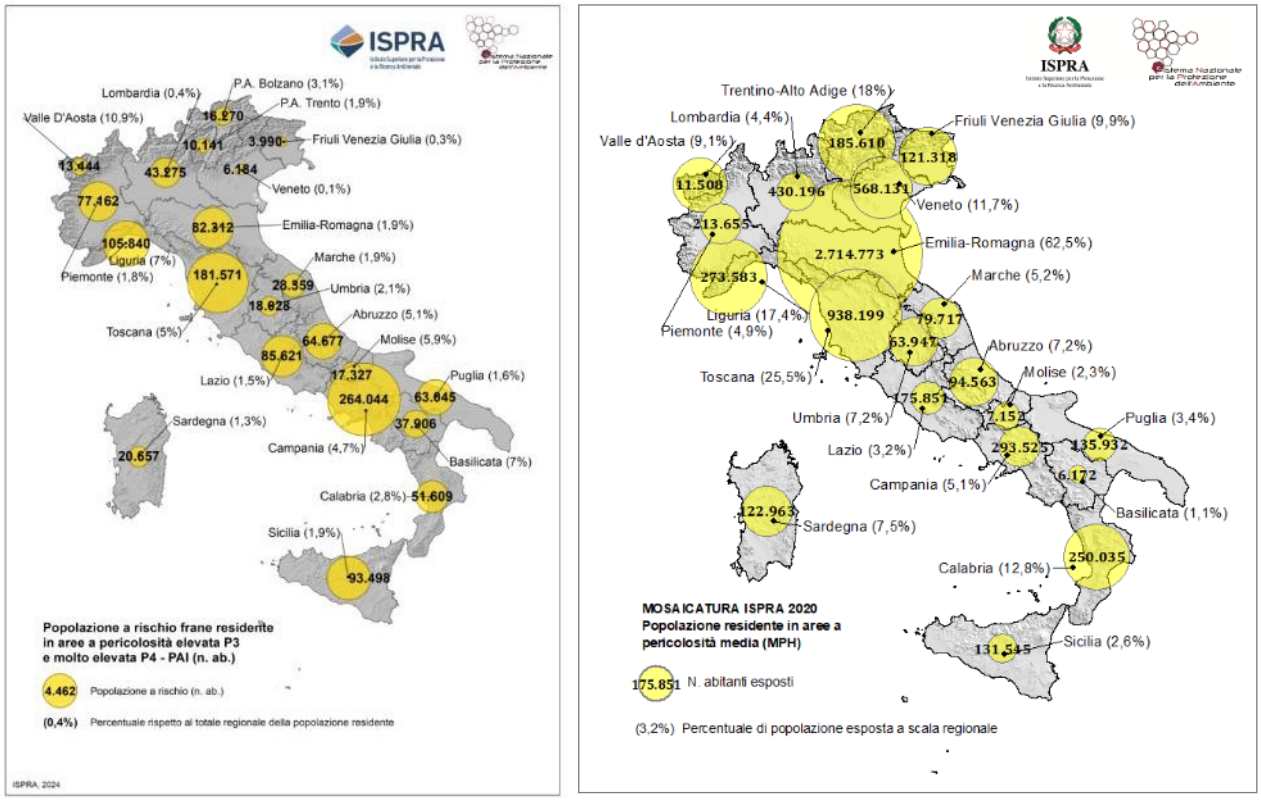


Figura 5.5 – Popolazione a rischio su base regionale - a sinistra: popolazione a rischio frane residente in aree a pericolosità elevata P3 e molto elevata P4 (vedi Paragrafo 1.5); a destra popolazione esposta a rischio di alluvioni residente in aree a pericolosità idraulica media MPH (fonte: Rapporto ISPRA 356/2021)

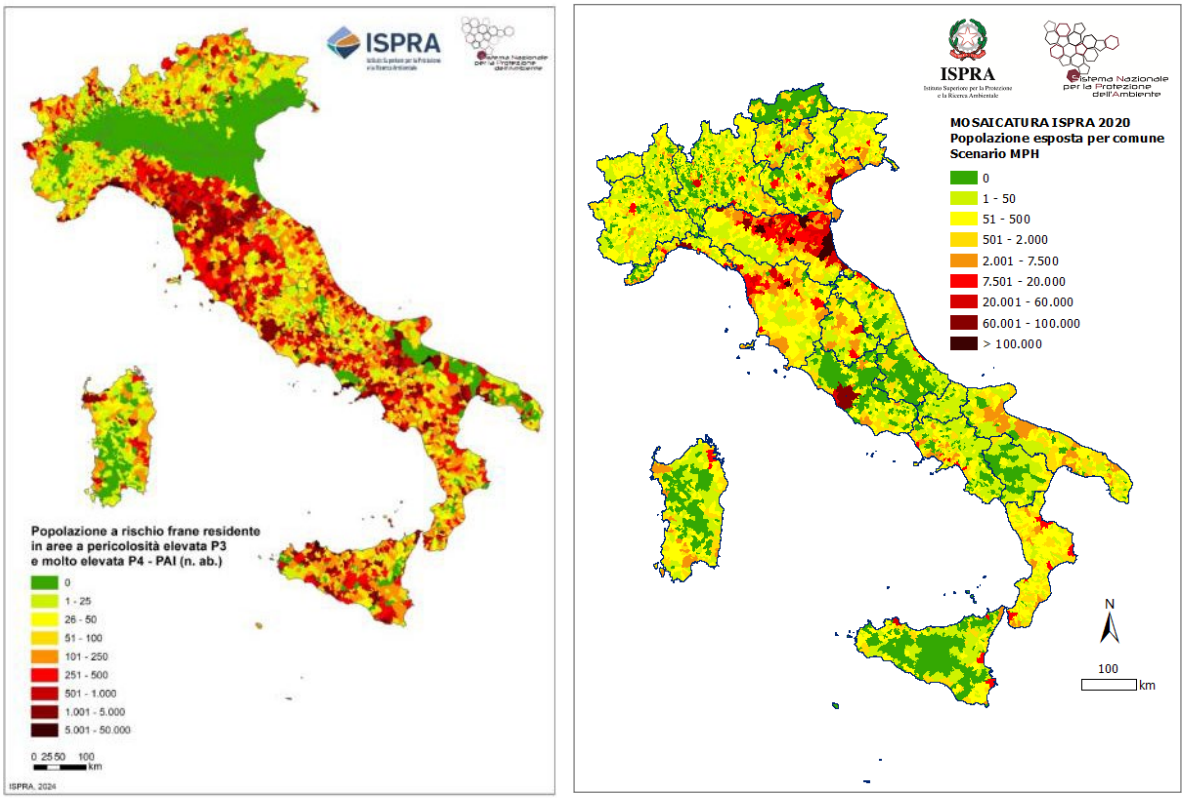


Figura 5.6 – Popolazione a rischio - a sinistra: popolazione residente in aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 PAI su base comunale (vedi Paragrafo 1.5); a destra: popolazione residente nei Comuni in area allagabile per scenario di pericolosità da alluvione media (MPH – Medium Probability Hazard) (fonte: Rapporto ISPRA 356/2021)

Tabella 5.6 – Indicatori di rischio frane relativi a popolazione, famiglie, edifici, imprese e Beni Culturali su base regionale - elaborazione 2024 (vedi Paragrafo 1.5)

COD REG	Regione	Popolazione a rischio[60]		Famiglie a rischio[61]		Edifici a rischio[62]		Unità di imprese a rischio[63]		Beni culturali a rischio[64]	
		in aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4									
		n. ab.	*%*	*n.*	*%*	*n.*	*%*	*n.*	*%*	*n.*	*%*
1	**Piemonte**	77.162	1,8%	37.300	1,9%	92.867	4,4%	5.858	1,6%	764	5,2%
2	**Valle D'Aosta**	13.444	10,9%	6.569	10,9%	13.408	22,6%	1.017	7,9%	115	33,0%
3	**Lombardia**	43.275	0,4%	19.710	0,4%	24.629	1,1%	2.922	0,3%	397	2,1%
4	**Trentino-Alto**	26.411	2,5%	11.282	2,4%	10.073	3,5%	1.967	2,0%	192	10,8%
	Bolzano	16.270	3,1%	6.805	3,0%	6.828	4,5%	1.391	2,7%	63	7,1%
	Trento	10.141	1,9%	4.477	1,9%	3.245	2,4%	576	1,2%	129	14,6%
5	**Veneto**	6.184	0,1%	2.902	0,1%	5.633	0,3%	418	0,1%	107	0,4%
6	**Friuli Venezia Giulia**	3.990	0,3%	2.036	0,4%	3.276	0,6%	223	0,2%	104	1,8%
7	**Liguria**	105.840	7,0%	53.372	7,0%	60.455	14,2%	4.897	3,4%	738	5,9%
8	**Emilia-**	82.312	1,9%	39.556	1,9%	99.055	5,6%	5.363	1,3%	1.097	4,9%
9	**Toscana**	181.571	5,0%	83.052	5,0%	129.288	8,1%	9.078	2,5%	1.490	8,0%
10	**Umbria**	18.028	2,1%	8.425	2,2%	13.711	3,0%	1.188	1,6%	320	5,4%
11	**Marche**	28.359	1,9%	12.124	1,9%	11.607	2,7%	1.366	1,0%	1.296	6,2%
12	**Lazio**	85.621	1,5%	39.326	1,5%	34.462	3,2%	5.164	1,0%	867	6,2%
13	**Abruzzo**	64.677	5,1%	28.183	5,0%	38.719	7,4%	3.517	3,1%	503	10,9%
14	**Molise**	17.327	5,9%	7.560	5,8%	16.982	7,3%	917	3,8%	791	13,3%
15	**Campania**	264.044	4,7%	110.422	5,0%	88.084	9,2%	15.573	3,7%	1.513	13,4%
16	**Puglia**	63.045	1,6%	28.108	1,7%	17.280	1,7%	5.752	2,0%	513	5,8%
17	**Basilicata**	37.906	7,0%	17.243	7,3%	13.890	7,3%	2.084	5,1%	265	13,1%
18	**Calabria**	51.609	2,8%	23.332	2,9%	25.582	3,5%	1.888	1,5%	500	10,0%
19	**Sicilia**	93.498	1,9%	41.796	2,0%	31.061	2,4%	5.001	1,6%	637	7,6%
20	**Sardegna**	20.657	1,3%	9.865	1,3%	12.130	2,0%	781	0,6%	324	5,8%
	Totale Italia	**1.284.960**	**2,2%**	**582.163**	**2,2%**	**742.192**	**4,0%**	**74.974**	**1,5%**	**13.966**	**6,1%**

[60] Elaborazione sulla base della Mosaicatura nazionale ISPRA 2024 delle aree a pericolosità da frana PAI, del Censimento della popolazione e abitazioni Istat 2021 e dei limiti amministrativi Istat 2024

[61] Ibidem nota 60

[62] Elaborazione sulla base della Mosaicatura nazionale ISPRA 2024 delle aree a pericolosità da frana PAI, del tema Edificato del DataBase di Sintesi Nazionale IGM 2023-2025 e dei limiti amministrativi Istat 2024

[63] Elaborazione sulla base della Mosaicatura nazionale ISPRA 2024 delle aree a pericolosità da frana PAI, delle unità locali di industrie e servizi georiferite dal Centro Studi Tagliacarne su dati del Registro statistico delle imprese attive (ASIA) Istat 2022 e dei limiti amministrativi Istat 2024

[64] Elaborazione sulla base della Mosaicatura nazionale ISPRA 2024 delle aree a pericolosità da frana PAI, della banca dati Vincoli in Rete al 1° novembre 2024 e dei limiti amministrativi Istat 2024

Tabella 5.7 – Indicatori di rischio alluvioni relativi a popolazione, famiglie, edifici, imprese e Beni Culturali su base regionale - elaborazione 2020 (fonte: Rapporto ISPRA 356/2021)

COD REG	Regione	Popolazione a rischio[65]		Famiglie a rischio[66]		Edifici a rischio[67]		Unità di imprese a rischio[68]		Beni culturali a rischio[69]	
		in aree a pericolosità idraulica media - MPH									
		n. ab.	*%*	*n.*	*%*	*n.*	*%*	*n.*	*%*	*n.*	*%*
1	**Piemonte**	213.655	4,9	94.115	4,8	66.330	5,8	18.957	5,1	1.353	9,9
2	**Valle D'Aosta**	11.508	9,1	5.323	9,0	6.535	11,1	1.192	9,3	45	12,9
3	**Lombardia**	430.196	4,4	186.452	4,5	84.215	4,7	40.308	4,5	1.570	8,5
4	**Trentino-Alto**	185.610	18,0	78.713	18,4	40.703	17,2	17.711	19,3	207	11,7
	Bolzano	49.489	9,8	21.197	10,4	7.450	8,2	5.080	10,9	35	3,9
	Trento	136.121	25,9	57.516	25,8	33.253	22,8	12.631	28,1	172	19,5
5	**Veneto**	568.131	11,7	236.904	11,9	132.709	10,8	54.166	12,3	5.523	22,7
6	**Friuli Venezia Giulia**	121.318	9,9	52.574	9,6	38.395	10,9	12.000	12,5	977	18,8
7	**Liguria**	273.583	17,4	134.415	17,7	38.250	12,2	40.470	28,8	3.263	27,1
8	**Emilia-**	2.714.773	62,5	1.183.878	61,8	578.088	59,0	245.460	60,9	12.811	55,4
9	**Toscana**	938.199	25,5	398.160	25,4	197.612	22,2	102.517	28,6	3.489	19,6
10	**Umbria**	63.947	7,2	26.200	7,1	15.447	6,5	6.596	8,8	329	5,6
11	**Marche**	79.717	5,2	33.429	5,4	20.864	5,7	11.049	7,7	983	4,7
12	**Lazio**	175.851	3,2	72.931	3,1	32.660	3,4	15.921	3,5	327	2,4
13	**Abruzzo**	94.563	7,2	40.804	7,8	16.232	3,7	13.617	12,4	184	4,3
14	**Molise**	7.152	2,3	2.765	2,2	2.687	2,1	660	2,8	88	1,6
15	**Campania**	293.525	5,1	103.137	5,0	62.359	5,9	17.721	4,9	537	5,8
16	**Puglia**	135.932	3,4	50.210	3,3	36.600	3,3	9.287	3,4	409	4,6
17	**Basilicata**	6.172	1,1	2.488	1,1	2.539	1,4	497	1,3	59	2,9
18	**Calabria**	250.035	12,8	97.464	12,6	92.850	12,4	15.506	13,2	828	16,7
19	**Sicilia**	131.545	2,6	51.293	2,6	39.225	2,3	9.490	3,3	473	5,7
20	**Sardegna**	122.963	7,5	50.361	7,4	45.459	7,5	9.854	8,4	432	8,4
Totale Italia		**6.818.375**	**11,5**	**2.901.616**	**11,8**	**1.549.759**	**10,7**	**642.979**	**13,4**	**33.887**	**16,5**

[65] Elaborazione sulla base della Mosaicatura nazionale ISPRA 2020 delle aree a pericolosità idraulica, del Censimento della popolazione e abitazioni Istat 2011 e dei limiti amministrativi Istat 2021

[66] Ibidem nota 65

[67] Ibidem nota 65

[68] Elaborazione sulla base della Mosaicatura nazionale ISPRA 2020 delle aree a pericolosità idraulica, del Censimento delle industrie e servizi Istat 2011 e dei limiti amministrativi Istat 2021

[69] Elaborazione sulla base della Mosaicatura nazionale ISPRA 2020 delle aree a pericolosità idraulica, della banca dati Vincoli in Rete al 30 ottobre 2019 e dei limiti amministrativi Istat 2021

6 IDROGEO: LA PIATTAFORMA NAZIONALE SUL DISSESTO IDROGEOLOGICO

6.1 Obiettivi e principi della Piattaforma IdroGEO

La piattaforma nazionale IdroGEO[70] sul dissesto idrogeologico è una applicazione web *open source*, *open data*, *multi-device* e multilingua (IT, EN, FR, DE), per la gestione, la consultazione, la condivisione e il download di dati e mappe dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI), delle Mosaicature nazionali di pericolosità per frane e alluvioni, degli indicatori di rischio e dell'Anagrafe nazionale dei sistemi di monitoraggio *in situ* delle frane (Iadanza *et alii*, 2020, 2021, 2024).

IdroGEO è uno strumento di comunicazione e diffusione delle informazioni, a supporto delle decisioni nell'ambito delle politiche nazionali di mitigazione del rischio, della pianificazione territoriale, della progettazione preliminare delle infrastrutture, della programmazione degli interventi strutturali di difesa del suolo, della gestione delle emergenze idrogeologiche e delle valutazioni ambientali (VIA, VAS, AIA, ecc.).

Informare i cittadini e le imprese sui rischi che interessano il proprio territorio contribuisce a una maggiore consapevolezza e a decisioni informate su dove acquistare la propria casa o localizzare nuove attività economiche e produttive, con un importante risvolto sociale ed economico, contribuendo alla riduzione dei danni e dei costi.

La comunicazione e la diffusione delle informazioni sui rischi rispondono alla prima priorità d'azione "Comprensione del rischio" del quadro di riferimento di SENDAI delle Nazioni Unite per la riduzione del rischio di disastri - DRR (2015-2030) e contribuiscono al raggiungimento dei target 11.5 e 13.1 degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs), relativi alla riduzione significativa del numero di morti, di persone colpite e delle perdite economiche causate da disastri naturali, oltre a rafforzare la resilienza e la capacità di adattamento ai rischi legati ai cambiamenti climatici.

La piattaforma IdroGEO si inserisce appieno negli obiettivi di innovazione tecnologica e di digitalizzazione della PA ed è stata progettata tenendo conto della Direttiva EU 2019/1024, dell'EU *eGovernment Action Plan* 2016-2020, del Piano Triennale 2020-2022 per l'informatica nella Pubblica Amministrazione (Dipartimento per la Trasformazione Digitale - PCM), delle norme del Codice dell'Amministrazione Digitale (D. Lgs. 82/2005), del D. Lgs. 33/2013 per l'accesso, la trasparenza e la diffusione dei dati della PA, delle Linee Guida AgID su: acquisizione e riuso di software per le pubbliche amministrazioni, design per i servizi digitali della PA, interoperabilità tecnica, dati di elevato valore, e per la sicurezza dei sistemi informativi.

È rivolta alle amministrazioni pubbliche centrali e locali, ai decisori, alle Autorità di Bacino Distrettuali, ai soggetti che gestiscono le reti infrastrutturali, alle università e agli enti di ricerca, alle imprese e alle compagnie assicurative, ai professionisti che lavorano nel settore della difesa del suolo e ai cittadini.

È stata progettata con l'obiettivo di essere facilmente utilizzabile, di fornire un'informazione chiara e completa, consentire il download dei dati e delle mappe e la condivisione sui social, essere accessibile con diversi tipi di dispositivo (*smartphone*, *tablet*, *desktop*), in modo da rendere più efficienti e tempestivi i servizi resi dalla PA alle imprese e al cittadino.

La Piattaforma, ideata e curata da ISPRA, è stata sviluppata nel 2019-2020 con il cofinanziamento dell'Unione Europea, Programma Operativo Nazionale sulla Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 – Progetto "Statistiche ambientali per le politiche di coesione 2014-2020" Asse: 3; Obiettivo Specifico: 3.1, Azione: 3.1.4, CUP I52E18000040002. Nel 2022, ISPRA ha proceduto al potenziamento della stessa (IdroGEO 2.0) con lo sviluppo di nuove funzionalità e tool realizzati nell'ambito dell'Infrastruttura di ricerca GeoSciences IR, finanziata dal PNRR MUR M4C2 Investimento 3.1 – Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione, finanziato dall'Unione europea – NextGenerationEU, CUP I53C22000800006.

[70] https://idrogeo.isprambiente.it

6.2 Principali funzionalità

IdroGEO supporta tre categorie di funzionalità: visualizzazione, editing e analisi dei dati. Oltre alla navigazione sulla mappa (zoom, pan, gestione dei layer tematici), fornisce funzionalità dinamiche di interrogazione dei dati, creazione di report e condivisione sui social media, fino alla possibilità di effettuare elaborazioni spaziali.

La piattaforma IdroGEO è strutturata in tre sezioni: Pericolosità per frane e alluvioni e indicatori di rischio idrogeologico, Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia – IFFI e Monitoraggio frane.

La sezione relativa all'**Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia** consente la consultazione di dati, mappe, foto, video e documenti relativi all'Inventario IFFI (Figura 6.1). A livelli di zoom opportuni (scala > 1: 350.000) e cliccando sulla singola frana IFFI, l'utente può visualizzare, nel pannello informativo di sinistra, una selezione degli attributi della frana e produrre un report ("Stampa report frana") contenente lo stralcio della mappa e tutte le informazioni associate alla frana presenti in banca dati (Figura 6.2).

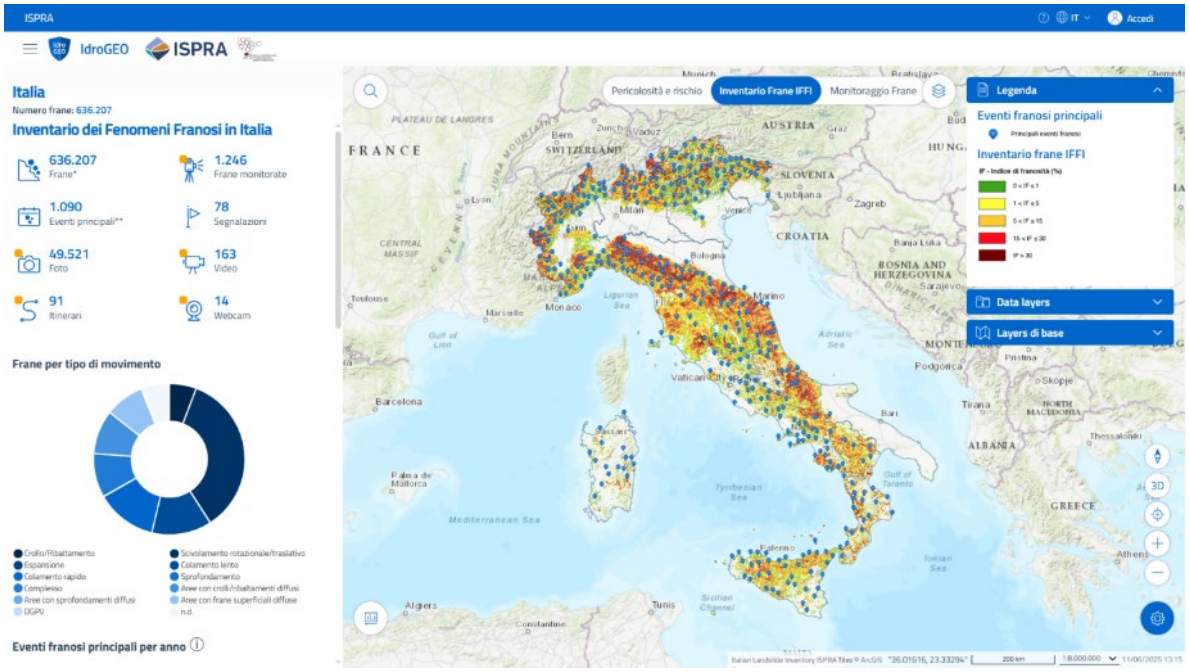


Figura 6.1 – Piattaforma IdroGEO – Sezione Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia – IFFI

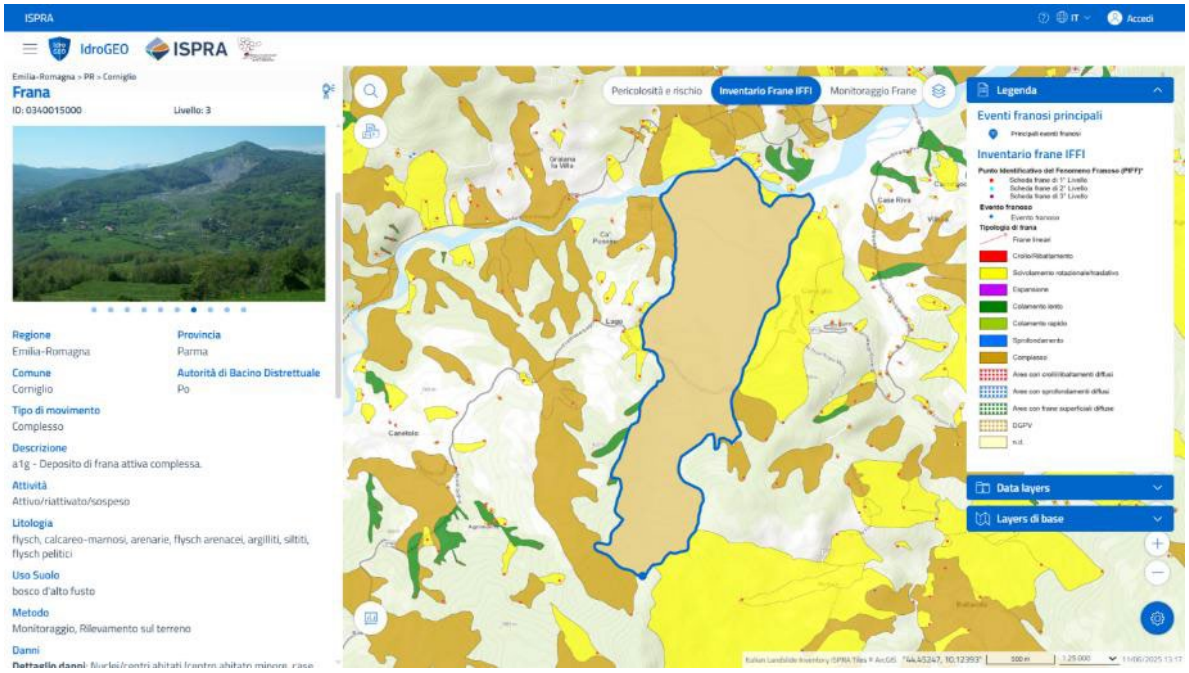


Figura 6.2 – Sezione Inventario IFFI: visualizzazione frana

Sono inoltre disponibili le funzionalità del visualizzatore 3D, che facilita l'interpretazione della morfologia delle aree interessate dai fenomeni franosi, del calcolo del profilo di elevazione lungo una linea tracciata in mappa (Figura 6.3), i livelli informativi dell'acclività derivata dal DTM TINITALY 10×10 m (Tarquini *et alii*, 2023) e della litologia a scala 1: 100.000 (Bucci *et alii*, 2022). La Sezione consente la consultazione interattiva dei Percorsi e storie sulle frane più significative sul territorio nazionale (Figura 6.4), avvalendosi dei contenuti presenti nella guida "Frane d'Italia" pubblicata dall'Associazione di Geologia Applicata ed Ambientale (Calcaterra *et alii*, 2022).

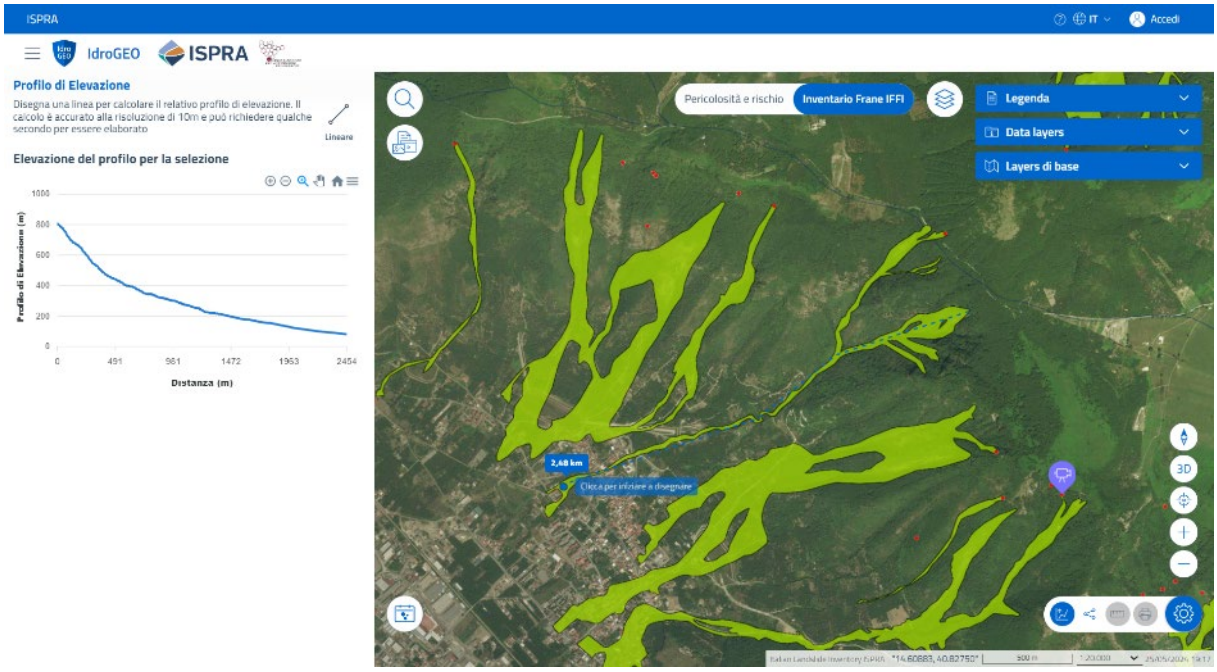


Figura 6.3 – Sezione Inventario IFFI: profilo di elevazione

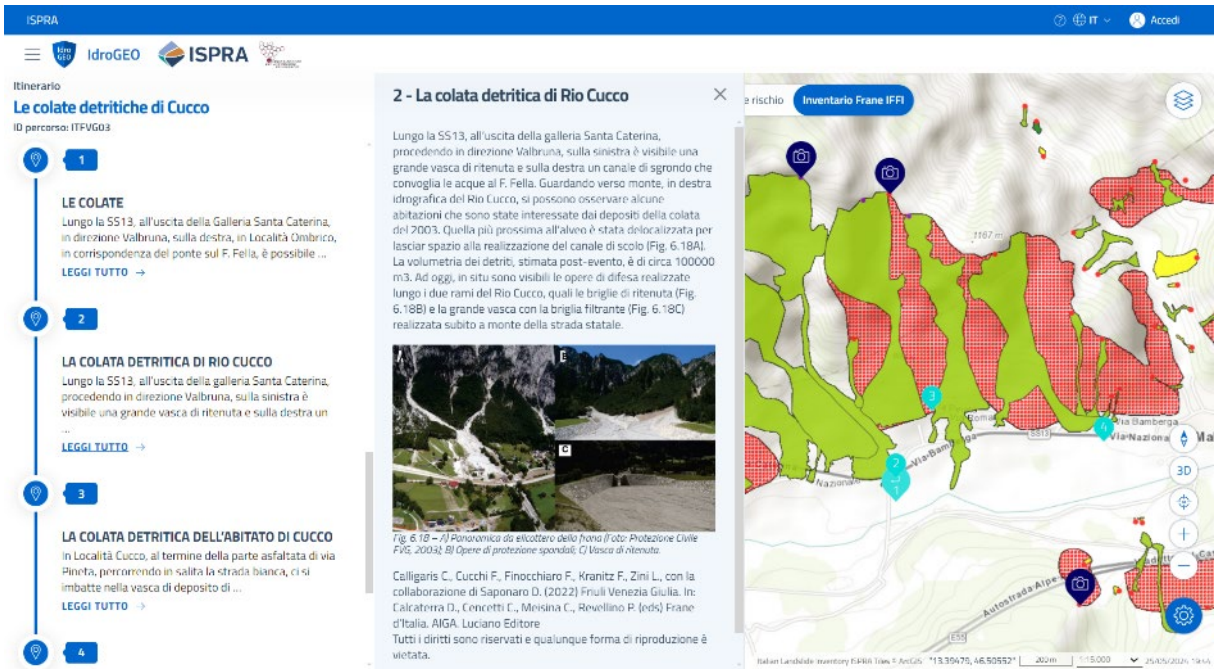


Figura 6.4 – Sezione Inventario IFFI: consultazione di percorsi e storie sulle frane più significative sul territorio nazionale

La piattaforma consente inoltre la segnalazione di nuove frane sul territorio da parte delle Amministrazioni Pubbliche (es. Uffici tecnici comunali, Servizi Forestali) e dei professionisti della Rete delle professioni tecniche e la gestione e l'aggiornamento da remoto dei dati delle frane dell'Inventario da parte dei funzionari delle strutture tecniche regionali IFFI. Mediante accesso registrato all'area gestionale della piattaforma IdroGEO -

IFFI, è possibile l'editing delle geometrie puntuali, lineari e poligonali delle frane e il caricamento dei parametri alfanumerici associati alla frana, nonché di foto, video e documenti in pdf (Figura 6.5). L'area gestionale della piattaforma IdroGEO - IFFI semplifica notevolmente le attività di aggiornamento della banca dati con la possibilità di acquisire e archiviare le informazioni sulle frane anche durante i sopralluoghi mediante dispositivi mobile. Il processo prevede un protocollo di qualità dei dati basato su tre figure: data entry regionale, validatore regionale e validatore ISPRA.

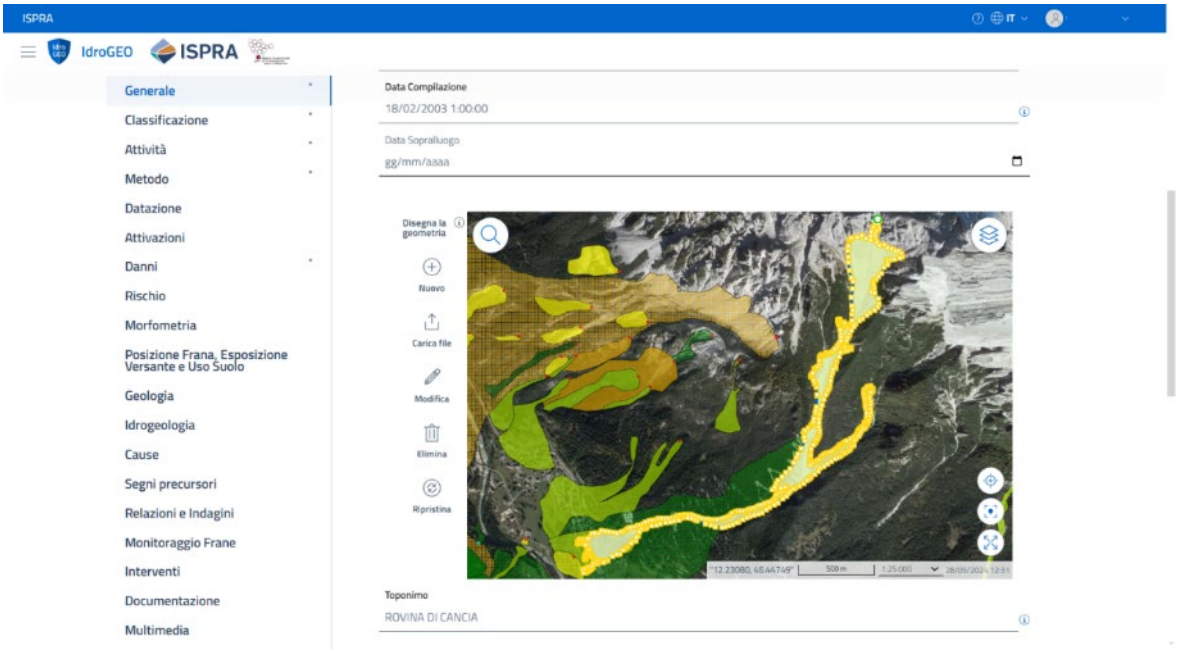


Figura 6.5 – Piattaforma IdroGEO – Area Gestionale Inventario IFFI

La sezione **Pericolosità e indicatori di rischio** pubblica in maniera interattiva i dati contenuti nel Rapporto ISPRA sul Dissesto idrogeologico. L'utente può visualizzare sul pannello informativo i dati di pericolosità per frane e alluvioni e di rischio, aggregati su base nazionale, regionale, provinciale o comunale, in funzione della scala corrente visualizzata in mappa. Questi ultimi sono presentati attraverso infografiche dinamiche, offrendo così immediatezza al contenuto e un notevole impatto comunicativo (Figura 6.6). Le principali funzionalità sono la "Stampa report", "Calcolo Scenario" e "Verifica Pericolosità". Il primo report contiene, oltre alla mappa dimensionata automaticamente correntemente visualizzata dall'utente, i dati di contesto (es. popolazione residente), i dati di pericolosità per frane e alluvioni e gli indicatori di rischio relativi a popolazione, famiglie, edifici, imprese e beni culturali. Il tool "Calcolo scenario" restituisce la stima degli elementi esposti su una porzione del territorio circoscritta a piacere attraverso un poligono disegnato dall'utente. La funzione "Verifica pericolosità" consente di ottenere informazioni di primo livello sulla pericolosità per frane e alluvioni in un sito di interesse. L'utente può cercare un indirizzo, inserire le coordinate geografiche, oppure geolocalizzarsi in mappa e identificare il livello di pericolosità per frane e alluvioni e/o i fenomeni franosi censiti nell'Inventario IFFI in un intorno di 500 metri e stampare un report. A partire da tale screening preliminare, è necessario per le imprese procedere, in presenza di aree a pericolosità, a un'analisi di rischio di secondo livello, sito-specifica, per valutare la vulnerabilità del bene (tipologia costruttiva) e le condizioni locali di pericolosità (come l'altezza idrica nello scenario di riferimento relativo alle alluvioni o il volume/velocità della frana) (Trigila *et alii*, 2024).

Nella sezione Pericolosità e rischio è possibile consultare il livello informativo nazionale delle Valanghe che è strutturato in: Catasti, Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe - CLPV, Aree a pericolosità, Aree valanghive da modello (Capitolo 4).

È disponibile, inoltre, un'assistente virtuale basato sull'Intelligenza Artificiale che dialoga con l'utente, fornendo informazioni e rispondendo a domande sul dissesto idrogeologico.

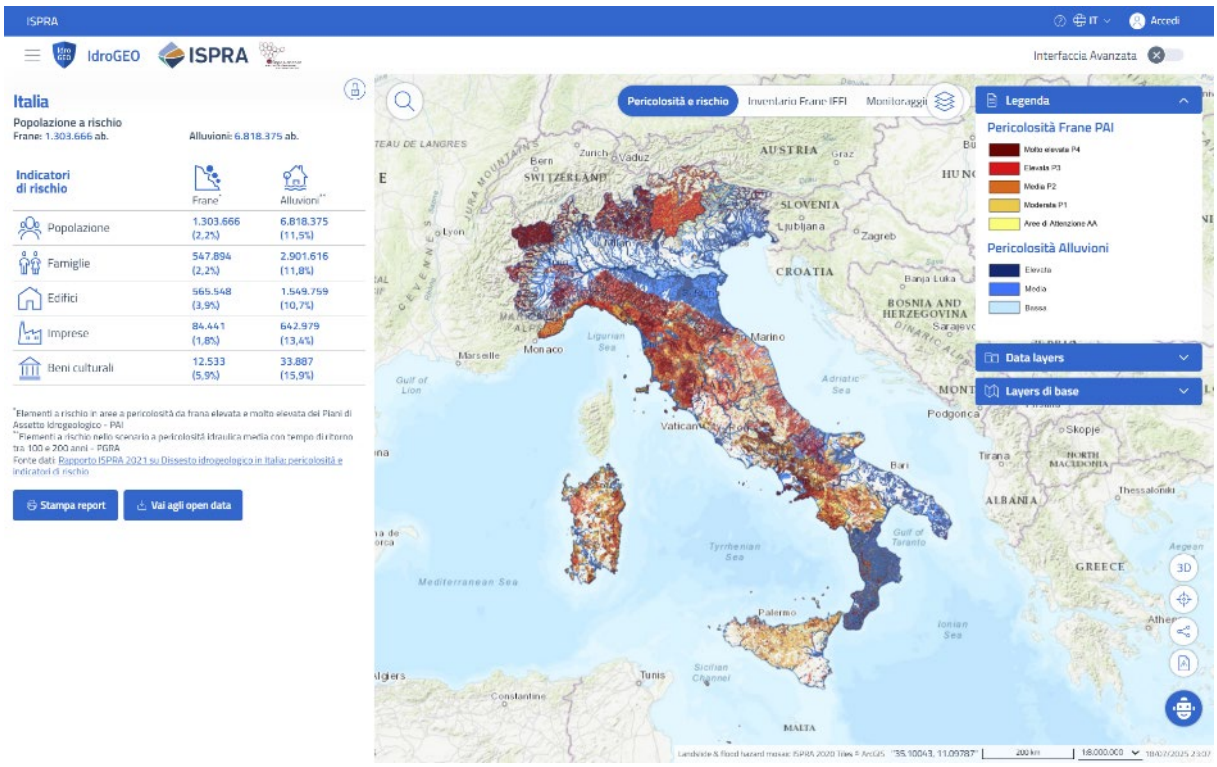


Figura 6.6 – Piattaforma IdroGEO – Sezione pericolosità e indicatori di rischio

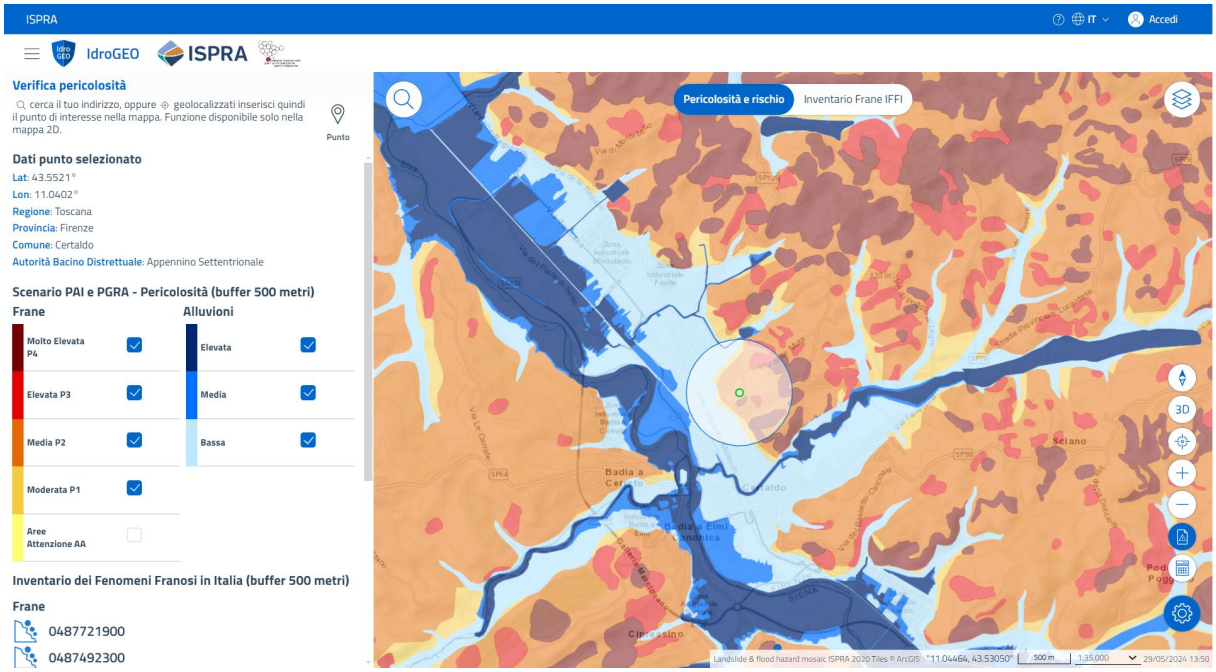


Figura 6.7 – Sezione pericolosità e indicatori di rischio: tool "Verifica Pericolosità"

La sezione **Monitoraggio frane** pubblica l'*Anagrafe nazionale dei sistemi di monitoraggio in situ delle frane*, che contiene le informazioni sui sistemi, le stazioni e i sensori di monitoraggio (Paragrafo 7.3.1).

Il pannello informativo posto a sinistra della mappa pubblica il numero complessivo di Sistemi di monitoraggio frane censiti nell'Anagrafe nazionale, il diagramma ad anello con la distribuzione dei Sistemi per tipologia di acquisizione (manuale/in continuo/entrambi) e il diagramma a barra con la tipologia di strumentazione utilizzata. Il pannello riporta anche l'elenco dei Sistemi di monitoraggio relativi all'estensione geografica rappresentata in mappa e mediante l'icona Filtro è possibile effettuare una selezione dei Sistemi

per finalità del monitoraggio, stato di attività, tipologia di strumentazione, livello di dettaglio dell'Anagrafica e/o fonte di finanziamento.

In mappa, i sistemi di monitoraggio sono tematizzati in base allo stato di attività e al dettaglio delle informazioni contenute nell'Anagrafe (Paragrafo 7.3.1). A scale di zoom ≥ 1: 25.000, in mappa viene visualizzato, oltre al segnaposto del Sistema, anche l'ubicazione delle Stazioni di monitoraggio, se disponibili in Anagrafe nazionale.

Cliccando in mappa su un Sistema di monitoraggio, nel Pannello Informativo vengono visualizzate le informazioni del Sistema contenute nell'Anagrafe nazionale, l'elenco delle frane dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia – IFFI monitorate dal Sistema e, se disponibili, l'elenco delle Stazioni con i relativi metadati e allegati multimediali (Figura 6.8).

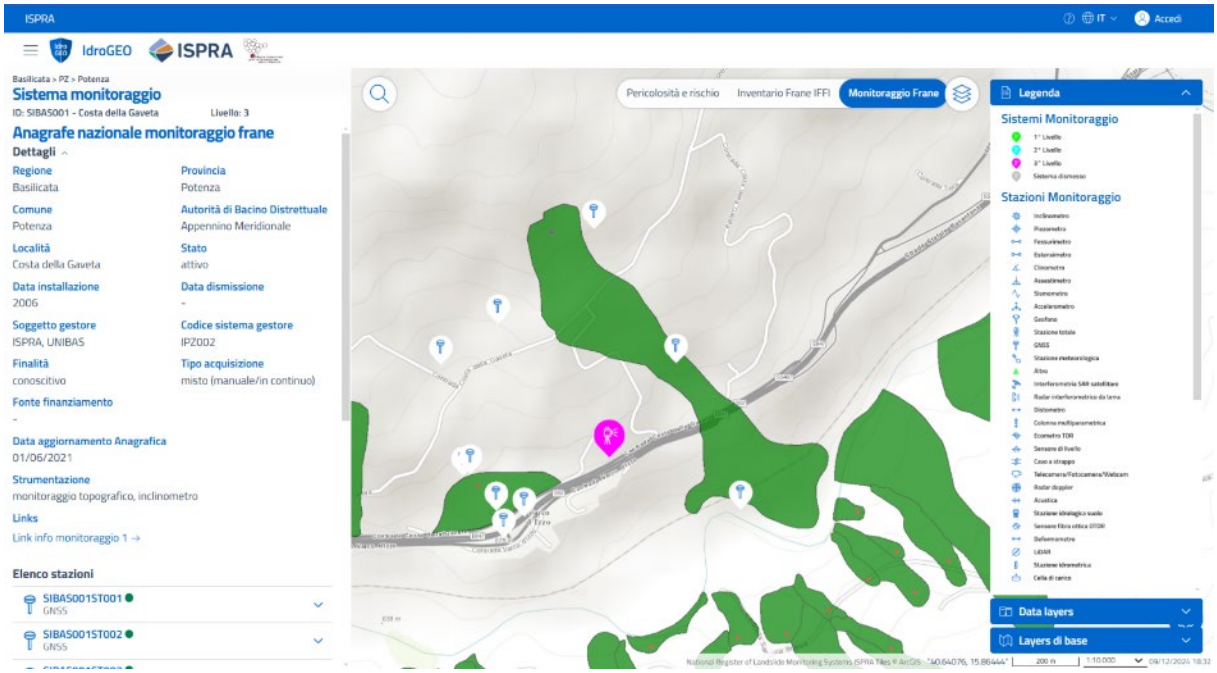


Figura 6.8 – Sezione monitoraggio frane: consultazione Anagrafe nazionale - sistema di monitoraggio di Costa della Gaveta e relative stazioni

Per i Sistemi di monitoraggio sperimentali dell'Infrastruttura di ricerca GeoSciences IR (Figura 6.9 e Figura 6.10) e per alcuni Sistemi GNSS gestiti da ISPRA è possibile visualizzare anche i dati di monitoraggio mediante grafici customizzati per tipologia di sensore. Sono disponibili, inoltre, alcuni *widget* mediante i quali l'utente può interagire con il grafico: *zoom in*, *zoom out*, *zoom* alla selezione, *pan*, *download* grafico (SVG, PNG, CSV); selezione della finestra temporale di interesse; visualizzazione del valore del parametro e della data di acquisizione; accensione/spegnimento delle singole curve nei grafici relativi a strumenti multi-sensore a differenti profondità (es. colonne multiparametriche, profilatori del contenuto idrico del suolo).

In coerenza con il principio di *Openness & transparency* definito nell'EU eGovernment Action Plan 2016-2020 è disponibile una pagina *Open data* dalla quale è possibile scaricare i dati pubblicati sulla piattaforma IdroGEO (mosaicature nazionali della pericolosità da frana e idraulica; indicatori di rischio su base nazionale, regionale, provinciale e comunale; frane dell'Inventario IFFI per Regione/Provincia Autonoma).

La Piattaforma IdroGEO garantisce l'accesso aperto ai dati e l'interoperabilità fra le Pubbliche amministrazioni, attraverso l'erogazione di Servizi API (*Application Programming Interface*) pubblicate anche sulla Piattaforma Digitale Nazionale Dati (PDND).

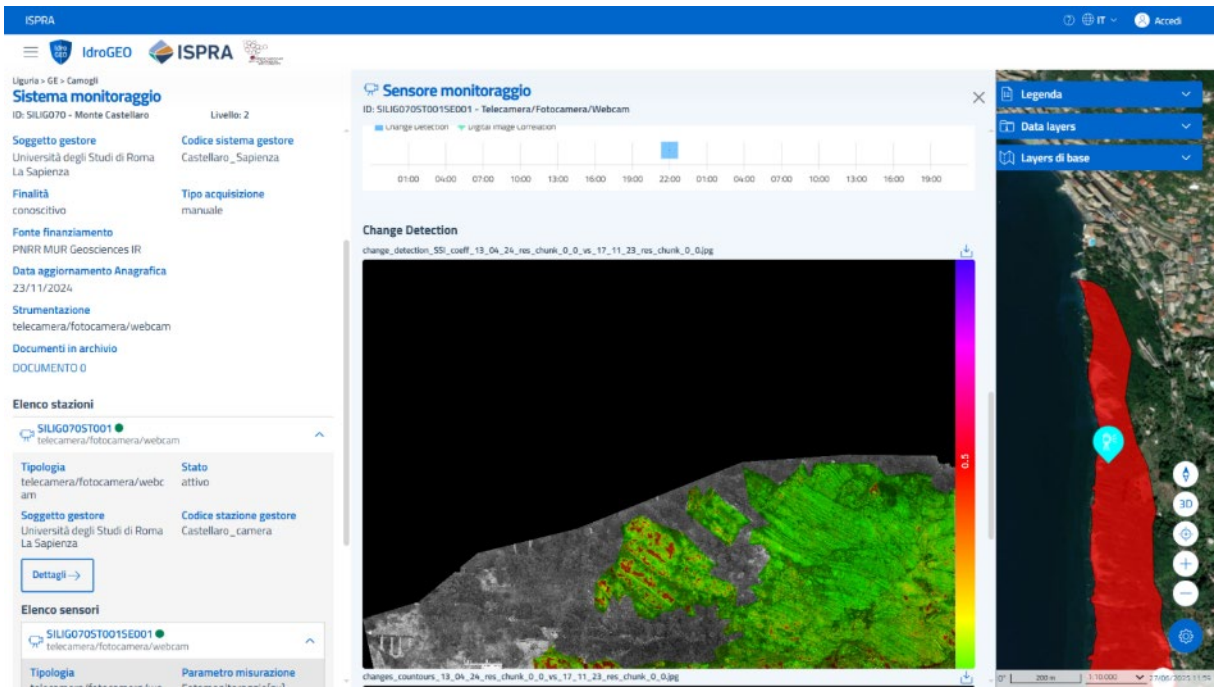


Figura 6.9 – Sezione monitoraggio frane: sistema di monitoraggio GeoSciences IR di Monte Castellaro - Camogli (GE): output fotomonitoraggio *Change Detection*

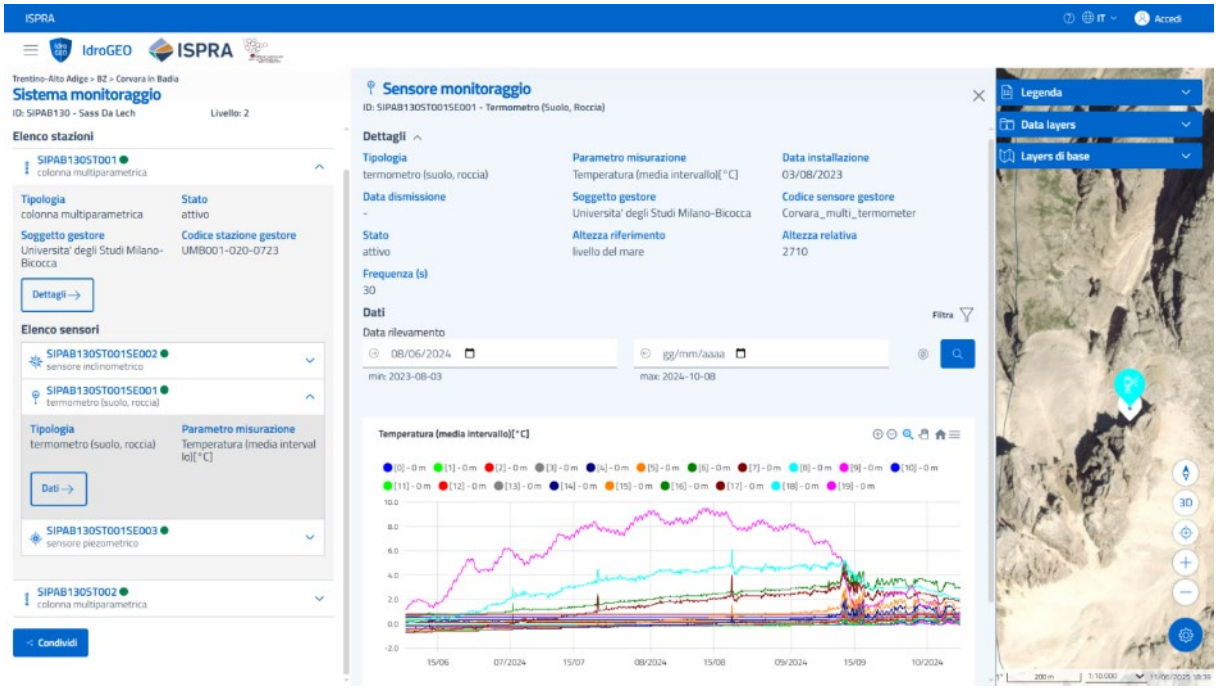


Figura 6.10 – Sezione monitoraggio frane: sistema di monitoraggio GeoSciences IR di Sass Da Lech (BZ): diagramma temperatura roccia misurata a differenti profondità lungo la colonna multiparametrica

6.3 Architettura di sistema

Tutte le tecnologie, le librerie e i software utilizzati sono *open source* per favorire il riuso di software tra le pubbliche amministrazioni.

La piattaforma è stata implementata utilizzando lo *stack* applicativo PEAN (PostgreSQL, Express, Angular, Node.js), uno standard per lo sviluppo di moderne applicazioni web aperte che prevedono la gestione di dati geospaziali.

Per garantire una fruizione ottimale su dispositivi *mobile* l'applicazione è stata implementata come *Progressive Web App* (PWA), una soluzione per fornire un'esperienza utente pari a quella offerta da applicazioni native, ma che non comporta lo sviluppo di codice dedicato e garantisce una fluidità nella navigazione anche in caso di temporanea disconnessione dalla rete.

In coerenza con il principio di *Interoperability by default* definito nell'EU eGovernment Action Plan 2016-2020, al fine di promuovere l'adozione dell'approccio "API first" e semplificare le procedure di scambio di dati e servizi tra le pubbliche amministrazioni e tra Pubblica Amministrazione e privati, per l'implementazione dei servizi di accesso ai dati è stato adottato lo standard REST (*REpresentational State Transfer*). La componente geografica del layer "*Data Services*" è fornita da *GeoServer*, un applicativo server che permette la consultazione e la modifica di dati geospaziali utilizzando i formati e servizi standard pubblici mantenuti dall'*Open Geospatial Consortium* (OGC). L'API e il *GeoServer* attingono i dati dal *layer* "*Data Store*", composto dal DBMS *PostgreSQL* al quale è stato applicato il *plugin PostGIS* per aggiungere il supporto alle componenti geografiche e l'esecuzione delle *query* spaziali sugli oggetti. L'intero *deployment* è basato su tecnologia Docker, una piattaforma per la gestione di container con lo scopo di eseguire i singoli processi in ambienti isolati.

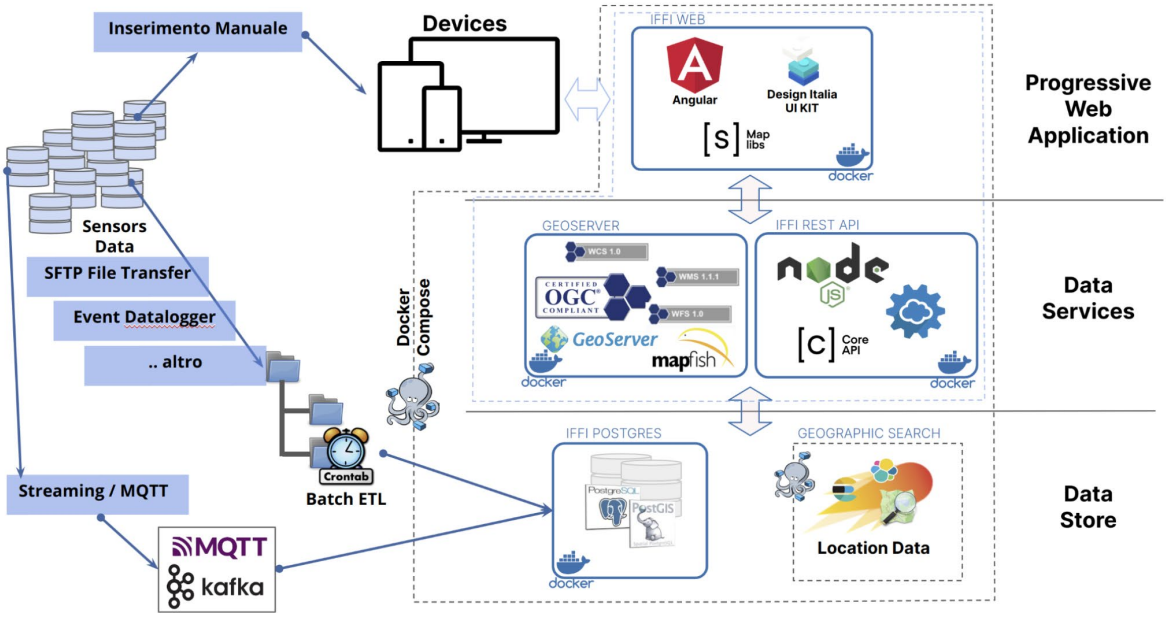


Figura 6.11 – Architettura di sistema della Piattaforma IdroGEO

6.4 Risultati

Dal lancio della piattaforma (2020) sono stati registrati oltre 269.000 visitatori e 14 milioni di pagine visualizzate. La tecnologia usata per la navigazione è stata per il 68,9% via desktop, il 29,8% via smartphone e l'1,3% via tablet. Il monitoraggio del traffico *online* della piattaforma evidenzia che gli accessi sono aumentati di anno in anno. In concomitanza con l'emergenza in Emilia-Romagna del maggio 2023, la piattaforma IdroGEO è stata utilizzata da oltre 21.000 utenti unici con modalità di accesso per il 54,8 % da smartphone.

L'ISPRA si impegna nel miglioramento della qualità dei servizi offerti e nel rafforzamento della comunicazione con i cittadini attraverso la misurazione della soddisfazione dell'utente. Nel 2020 ha promosso la compilazione di un questionario online sull'utilizzo della piattaforma per rilevare punti di forza ed eventuali criticità e valutare il grado di soddisfazione complessivo degli utenti. Relativamente a quest'ultimo, è stato rilevato un giudizio ottimo per il 44% del campione, discreto per il 40% e sufficiente per il 16%. Le caratteristiche più apprezzate della piattaforma sono risultate la semplicità di utilizzo, la chiarezza e completezza dell'informazione, la disponibilità e il riuso dei dati, rispettivamente con il 54%, il 40% e il 37% di giudizi ottimi.

La piattaforma IdroGEO è risultata vincitrice del Premio "PA sostenibile e resiliente" edizione 2021, promosso da ForumPA e ASviS, nella categoria Comunicare la sostenibilità e nel 2024 ha conseguito il *Good Practice Certificate* dell'EPSA - *European Public Sector Award*, nella categoria "Innovazione nelle amministrazioni pubbliche".

7 MISURE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA E DA VALANGA

7.1 Introduzione

L'adozione delle misure di mitigazione contro il rischio da frana e da valanga si articola attraverso un complesso di attività volte a determinare l'efficacia e la sostenibilità dell'intervento rispetto alle esigenze di protezione della collettività, di sviluppo urbanistico e infrastrutturale del territorio.

Secondo Norris e Wilbur (1960), il processo decisionale che condurrebbe alla migliore soluzione segue cinque attività principali, a cui sono state associate le fasi procedurali nella schematizzazione riportata in Tabella 7.1. Il punto di partenza è rappresentato dall'analisi conoscitiva o pre-intervento (Cascini *et alii*, 2022) che rappresenta una imprescindibile fase propedeutica alla pianificazione e al successivo sviluppo delle soluzioni progettuali sia dal punto di vista tecnico che da quello della sostenibilità economica.

Tabella 7.1 – Passi per la definizione delle misure di mitigazione

Fase	Attività e livelli di progettazione[71]	Ambito di analisi
Analisi conoscitiva o pre-intervento	Inquadramento generale delle aspettative funzionali e degli obiettivi Valutazione delle possibili soluzioni alternative per soddisfare i requisiti funzionali	Area vasta
Progetto FTE - Fattibilità Tecnico Economica	Progettazione preliminare delle soluzioni alternative e della soluzione ottima in termini economici e di funzionalità	Area vasta e/o locale
Progetto esecutivo	Predisposizione dei dettagli progettuali sulla soluzione scelta	Area locale

Come noto, i problemi di pianificazione e progettazione di sistemi instabili naturali incontrano un certo grado d'incertezza legato alle caratteristiche intrinseche del sistema stesso (fattori predisponenti) in relazione alle cause naturali e/o antropiche scatenanti l'instabilità. In tal senso, la Tabella 7.2 riporta una sintesi dei principali fattori predisponenti e fattori scatenanti che concorrono alla pericolosità di un sito.

Tabella 7.2 – Principali fattori predisponenti e scatenanti del rischio franoso e valanghivo

Fattori predisponenti	Fattori scatenanti
▪ Assetto morfologico e geologico ▪ Proprietà idrauliche e meccaniche dei terreni e delle rocce ▪ Regime idraulico superficiale e sotterraneo	▪ Azioni climatiche (piogge, neve e vento) ▪ Azioni meteo-marine ▪ Azioni sismiche ▪ Azioni antropiche

Nell'elaborazione della soluzione ottimale ai fini della mitigazione, l'analisi dei fattori predisponenti e scatenanti viene affrontato con un diverso grado di approfondimento a seconda del livello progettuale considerato (cfr. Tabella 7.1) e a seconda che il contesto di riferimento sia quello territoriale (area vasta) o locale. Nei casi della pianificazione di emergenza e dello sviluppo urbano, della progettazione di fattibilità (ai sensi del D.Lgs. n. 50/2016 e successive modifiche) di grandi opere civili di cui verificarne la compatibilità con la pericolosità idraulica e geologica, il contesto di intervento è assimilabile a quello di area vasta e la scala di

[71] Decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36 art 41

riferimento è nel range 1: 10.000 - 1: 5.000. A questo livello, la valutazione dei fattori predisponenti e scatenanti si appoggia su studi e informazioni già disponibili per l'area di interesse tra cui:

- Cartografia pedologica, geologica, geo-strutturale, geomorfologica e idrogeologica;
- Inventari ufficiali sui dissesti (es. Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia - IFFI);
- Sistemi informativi su dati di sottosuolo (ad es. Archivio indagini nel sottosuolo, Legge 464/84);
- Mappa della pericolosità da frana, idraulica, costiera e valanghiva (es. piattaforma IdroGEO);
- Dati pluviometrici e dati di moto ondoso;
- Monitoraggio satellitare o sistemi informativi di monitoraggio (es. *European Ground Motion Service* - EGMS);
- Definizione semi-qualitativa azioni esterne.

Se l'ambito di riferimento è locale, la scala è superiore a 1: 5.000 e l'analisi dei fattori si basa su indagini e studi di dettaglio predisposti ad hoc durante l'iter progettuale, ad es.:

- indagini topografiche di dettaglio (acquisizione LIDAR, laser scanner, ecc.);
- rilievi sito-specifici di tipo geologico, geomorfologico, geomeccanico, geologico-strutturale e idrogeologico;
- predisposizione reti di monitoraggio in situ dei parametri rappresentativi il problema di instabilità;
- determinazione quantitativa delle azioni esterne.

I metodi adottati per l'analisi dei presupposti di potenziale dissesto e le conseguenti iniziative di contenimento sono condizionati dalla dimensionalità del problema (Corominas *et alii*, 2014) e, pertanto, si basano su un compromesso tra accuratezza della valutazione e speditezza dell'approccio utilizzato. Seguendo quello che è comunemente denominato 'approccio down-scaling' (Maraun *et alii*, 2010), per i problemi di area vasta è possibile adottare metodi euristici, empirici, statistici/stocastici; al diminuire della dimensione del dominio di analisi, i metodi utilizzati si basano anche su approcci di modellazione fisica in scala, approcci analitici e numerici di maggiore complessità (es. modellazione tensio-deformativa in condizioni 2D e 3D). In definitiva, la valutazione delle diverse soluzioni progettuali di mitigazione contro i fenomeni di dissesto non può prescindere da una accurata definizione di tutti quegli elementi (ambientali, antropici, ecc.) che concorrono alle condizioni di instabilità di un sistema naturale e dall'affidabilità dei metodi di analisi. Oltre alle precedenti considerazioni di carattere squisitamente tecnico, bisogna tenere in considerazione anche gli aspetti di convenienza economica nella realizzazione di un intervento (analisi benefici/costi), gli aspetti di compatibilità ambientale (durante la vita utile delle opere e della loro eventuale rimozione) e i limiti vincolistici vigenti. Infine, nella scelta di una soluzione è necessario prendere in considerazione le conseguenze che una misura di mitigazione ha sull'intero quadro fenomenologico considerando anche scenari di lungo termine e i potenziali effetti sul territorio circostante (Rapporto Italia Sicura, 2017), specialmente in un contesto attuale caratterizzato da effetti sempre più tangibili del cambiamento climatico.

7.2 Tipologia interventi di mitigazione

Come descritto nel Paragrafo 7.1, la gestione del rischio da instabilità di versante è una questione di grande complessità dove gli interventi di mitigazione rappresentano solo un aspetto di un processo decisionale da cui dipende la modifica delle condizioni di rischio per la collettività.

Trascurando, dunque, gli aspetti politico/gestionali e tenendo in considerazione solo gli aspetti tecnici, la scelta di una misura di mitigazione è, in molti casi, rappresentata da una o più combinazioni di diversi interventi di tipo 'strutturale' e 'non-strutturale' (cui si fa riferimento nei §7.2.1 e §7.2.2), secondo la definizione proposta da UNISDR *Terminology on Disaster Risk Reduction* (2009), e cioè:

- **Interventi strutturali**: ovvero quelli in cui si interviene nel sistema con una qualsiasi realizzazione fisica volta a ridurre la pericolosità o l'applicazione di tecniche ingegneristiche per aumentare la resistenza e la resilienza delle strutture o dei sistemi;
- **Interventi non-strutturali**: qualsiasi misura che non coinvolga realizzazioni fisiche ma che utilizzi la conoscenza, la pianificazione, la sensibilizzazione e la formazione per ridurre i rischi.

Come illustrato in Figura 7.1, tra gli interventi strutturali rientrano quelli rivolti alla riduzione della vulnerabilità, ovvero del grado di perdita atteso a uno o più elementi esposti al rischio, e alla riduzione della pericolosità (Cascini *et alii*, 2022). Questi ultimi si distinguono ulteriormente in interventi di prevenzione (o attivi) e di protezione (o passivi).

Gli interventi non strutturali si dividono in interventi per la riduzione dell'esposizione, ovvero del numero e/o del valore degli elementi esposti al rischio, in modo temporaneo o permanente, e nell'utilizzo dei sistemi di monitoraggio satellitare o terrestre.

Nei §7.2.1 e §7.2.2 si illustrano le tipologie più comunemente conosciute di interventi strutturali e non-strutturali per la mitigazione del rischio da instabilità di versante, intendendo con tale locuzione sia i fenomeni associati all'occorrenza di frane e/o colate rapide, sia all'innesco di eventi valanghivi. Nel caso specifico degli interventi di monitoraggio si rimanda al paragrafo dedicato (7.3) del presente capitolo.

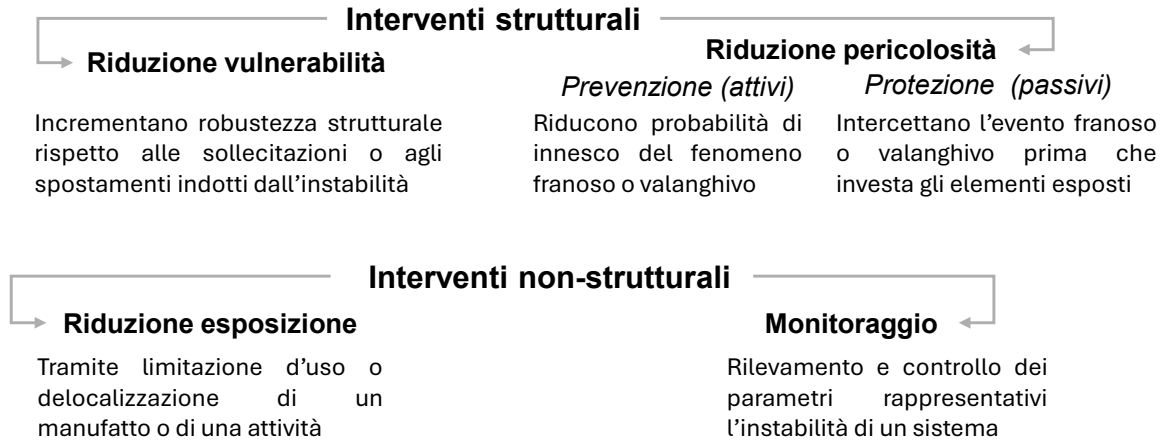


Figura 7.1 – Schema tipologie di intervento (modificato dopo Cascini *et alii*, 2022)

7.2.1 Interventi strutturali

Come anticipato e in accordo con le definizioni riportate nel UNISDR *Terminology on Disaster Risk Reduction* (2009), gli interventi strutturali sono definiti tali in quanto prevedono una modifica significativa delle caratteristiche di un sito prevedendo la realizzazione concreta di opere di ingegneria civile per ridurre il rischio che investe i beni della collettività e la popolazione stessa.

Nel seguito verranno brevemente illustrati ed elencati i principali interventi volti a ridurre la pericolosità di innesco e impatto dei fenomeni di instabilità di versante (franoso e valanghivo) e si farà cenno alle principali soluzioni progettuali di riduzione della vulnerabilità ovvero dell'incremento della robustezza di strutture e infrastrutture.

Riduzione della pericolosità

Gli interventi di riduzione della pericolosità possono essere classificati in due categorie (Cascini *et alii*, 2022):

- interventi di *prevenzione (o attivi)*: volti a ridurre la probabilità di accadimento del dissesto di un dato livello di intensità;
- interventi di *protezione (o passivi)*: volti a ridurre la probabilità che un dissesto di un dato livello di intensità investa gli elementi esposti.

Un elenco degli interventi declinati secondo il principio di funzionamento con cui agiscono sul livello di pericolosità, con alcuni esempi della tipologia delle opere (estratte da quelle elencate nella piattaforma ReNDiS) e la loro categoria di appartenenza (protezione o prevenzione) sono riportati in Tabella 7.3 per mitigare il rischio da frana e in Tabella 7.4 per mitigare quello valanghivo.

Tabella 7.3 – Applicazione della classificazione funzionale proposta da Cascini *et alii* 2022 ad alcune delle tipologie di opere utilizzate in ReNDiS

Funzione	Esempi di opere (da classificazione ReNDiS)	Tipologia
Modifica distribuzione delle masse	Riprofilatura, gradonatura, riporto terreno di appesantimento al piede (SF-1)	Prevenzione
	Taglio vegetazione, disboscamento selettivo (SF-3)	
	Disgaggio, scoronamento (SF-2)	
Trasferimento azioni	Gabbionata (SF-15)	Prevenzione
	Spritz-beton con rete metallica e tiranti (SF-24)	
	Muro in c.a., muro in c.a. fondato su micropali, muro in c.a. tirantato (SF-21)	
	Rete metallica a doppia torsione, pannelli in fune d'acciaio, rinforzi con funi d'acciaio (SF-30)	
Modifica proprietà meccaniche sistema	Chiodatura dei terreni (soil nailing) (SF-56)	Prevenzione
	Chiodi, bulloni, tiranti, placcaggi, ancoraggi (SF-32)	
	Reticoli micropali (SF-41)	
	Iniezioni e sigillatura/sarcitura fratture (SF-33)	
	Jet grouting (SF-40)	
	Trattamenti termici, chimici, elettrici (SF-42)	
Modifica regime idraulico profondo	Trincee/speroni drenanti superficiali o profondi (SF-26)	Prevenzione
	Dreni sub-orizzontali (SF-28)	
	Pozzi di piccolo, medio e grande diametro (SF-27)	
	Gallerie drenanti, speroni drenanti (SF-29; SF-57)	
Modifica regime idraulico superficiale	Canaletta in calcestruzzo, in lamiera, cunetta (SF-7)	Prevenzione
	Briglie (SI-7; SI-8; SI-9; SI-10)	
	Canaletta in legname e pietrame, canaletta rinverdita (SF-8)	
	Messa a dimora di talee, specie arbustive ed arboree (SF-29)	
Contrasto all'erosione superficiale	Semina, idrosemina (con paglia e bitume), talee (SF-4)	Prevenzione
	Fascinata viva drenante (SF-25)	
	Biostuoia, biorete, biofeltro (biodegradabili) (SI-30)	
	Geostuoia tridimensionale, geocomposito, geocelle, rivestimento vegetativo (sintetici) (SF-6)	
	Copertura diffusa con ramaglia viva (SI-25)	
Azione di deviazione, di arresto e frenante	Barriera di ritenuta in rete per colate detritiche (SF-54)	Protezione
	Vasca di accumulo, piazza di deposito (SF-36)	
	Terra rinforzata (SF-17)	
	Muro a gravità (in pietrame, in muratura, in cls.) (SF-19)	
	Cuneo di deviazione/frazionamento, barriera deflettente (SF-39)	

Tabella 7.4 – Applicazione della classificazione funzionale per ridurre la pericolosità da dissesto valanghivo (Linee Guida per la Valutazione e la Mitigazione del Rischio Valanghe sulle infrastrutture e costruzioni, 2024) ad alcune delle tipologie di opere utilizzate in ReNDiS

Funzione	Opera	Tipo
Stabilizzazione e/o antiscivolamento del manto nevoso	Rastrelliere o staccionate (SV-1)	Prevenzione
	Reti paravalanghe (SV-2)	
	Treppiedi in legname con rimboschimento (SV-5)	
	Gradoni o terrazzamenti (SV-3)	
	Rimboschimenti (SV-4)	
Controllo del trasporto eolico della neve	Barriere frangivento (SV-6)	Prevenzione
Azione di deviazione, di arresto e frenante	Dighe di intercettazione/deviazione (SV-10)	Protezione
	Opere di frenaggio (coni di frenaggio) (SV-7)	
	Gallerie paravalanghe (SV-8)	
	Terrapieni/muri (SV-9)	

Riduzione della vulnerabilità

Gli interventi volti a ridurre la vulnerabilità determinano principalmente l'incremento della robustezza strutturale o di un sistema infrastrutturale che è investito dall'evento franoso o valanghivo tramite:

- Incremento delle caratteristiche meccaniche dei depositi di fondazione delle strutture con miglioramento delle prestazioni contro spostamenti, rotazioni e cedimenti differenziali (es. iniezioni di resine espandenti, jet grouting);
- Rinforzo e/o ampliamento delle strutture di fondazione con trasferimento carichi a depositi con migliori caratteristiche meccaniche (es. micropali, pali di fondazione);
- Inspessimento e consolidamento delle sezioni strutturali.

7.2.2 Interventi non-strutturali

Come anticipato nel Par. 7.2, gli interventi non strutturali per la mitigazione del rischio da frana si concentrano su azioni che non comportano modifiche o realizzazioni fisiche dirette sul territorio, ma piuttosto riguardano la gestione del rischio agendo principalmente sulla riduzione dell'esposizione oppure sul monitoraggio di parametri rappresentativi del comportamento instabile del versante. In molti casi, gli interventi di riduzione dell'esposizione e il monitoraggio sono progettati e implementati contestualmente, ad esempio nei sistemi di *Early Warning*.

Nel seguito verranno descritte le principali azioni da intraprendersi nel caso di interventi non-strutturali per la riduzione dell'esposizione per quelli di monitoraggio si rimanda, ancora una volta, al Par. 7.3.

Riduzione dell'esposizione

I principali interventi non-strutturali per la riduzione dell'esposizione limitano o evitano che persone, infrastrutture e attività economiche siano affette dall'instabilità di versante contingentando o inibendo l'uso di aree potenzialmente pericolose. Nel seguito, si riporta una breve sintesi delle principali iniziative, proposte anche da letteratura (e.g. Turner & Schuster, 1996), che è possibile adottare a tal fine:

Pianificazione territoriale e zonizzazione del rischio attraverso:

- Il divieto di costruzione in aree ad alto rischio di frana, di erosione o valanghivo;
- La zonizzazione del rischio tramite mappatura aree a rischio e limitando l'uso per attività residenziali, industriali o infrastrutturali;
- La definizione e l'aggiornamento regolare dei di piani per definizione delle procedure di emergenza ed evacuazione;

- Il rafforzamento degli interventi normativi e legislativi per la gestione del rischio da instabilità di versante, ad esempio imponendo obblighi di valutazione del rischio in fase di progettazione di nuove costruzioni o modifiche territoriali.

Rimozione delle abitazioni e attività da aree a rischio attraverso:

- L'esproprio o il trasferimento delle strutture vulnerabili situate in zone ad alto rischio, per evitare danni in caso di evento calamitoso;
- La promozione di politiche di ricollocamento per le popolazioni a rischio.

Educazione e sensibilizzazione della popolazione attraverso:

- Campagne di informazione per sensibilizzare la popolazione sui rischi legati all'instabilità di versante e su come prevenire esposizioni e danni (ad esempio, mantenere una distanza di sicurezza dalle aree vulnerabili, conoscere i segnali di allarme, ecc.).
- Esercitazioni di evacuazione e corsi di formazione per le autorità locali e i cittadini.

Miglioramento dell'accesso alle informazioni e alla cartografia del rischio attraverso:

- La diffusione di mappe del rischio frana e valanghivo e informazioni dettagliate, in modo che i pianificatori urbani e la popolazione possano prendere decisioni informate su dove costruire o quali aree evitare.

Adeguamento tecnico-normativo delle costruzioni:

- Adozione di tecniche costruttive e materiali che possano resistere agli impatti dei fenomeni e migliorare le capacità costruttive e di resistenza delle strutture e delle infrastrutture.

7.3 Il monitoraggio in situ delle frane

Nell'ambito della mitigazione del rischio idrogeologico, il monitoraggio delle frane, che consiste nella misura di grandezze fisiche significative (ad es. spostamenti, tensioni, forze, pressioni interstiziali, ecc.), assume un ruolo determinante nell'acquisizione degli elementi necessari al controllo dei processi franosi e alla riduzione del rischio. Il monitoraggio strumentale, in modo particolare quello realizzato a scala di versante (c.d. monitoraggio *in situ*), è fondamentale per approfondire la conoscenza dei fenomeni franosi (es. stato di attività, estensione, ecc.), valutare i trend deformativi in atto, supportare la progettazione delle eventuali opere di stabilizzazione e verificarne l'efficacia nel tempo, per pianificare correttamente il territorio e per l'attivazione di sistemi e procedure di allertamento della popolazione per la salvaguardia delle vite umane (*Early Warning System*). Quest'ultimo punto costituisce uno dei sette principali target del Quadro di Riferimento di Sendai per la Riduzione del Rischio di Disastri 2015-2030[72], adottato nel 2015 dalle Nazioni Unite. Il monitoraggio *in situ* è altresì fondamentale per calibrare e validare i dati provenienti da sistemi di monitoraggio che operano a scale differenti (es. scala regionale). In questo ambito, uno dei casi più emblematici è rappresentato dal monitoraggio interferometrico satellitare (InSAR), che fornisce un contributo importante all'analisi e al monitoraggio dei fenomeni franosi a cinematismo lento.

Negli ultimi decenni, anche grazie all'innovazione tecnologica e all'accessibilità della strumentazione disponibile sul mercato, il monitoraggio delle frane è divenuta una pratica sempre più utilizzata nel Paese. Tuttavia, mentre il monitoraggio meteo-idrologico è caratterizzato da una significativa copertura spaziale e temporale, nel caso dei dissesti di versante le esperienze sono di gran lunga più recenti. Le attività di monitoraggio possono essere classificate in funzione delle finalità per cui sono concepite: finalità conoscitiva o di allertamento (*Early Warning*). Nel primo caso, il monitoraggio fornisce un valido supporto alla comprensione delle caratteristiche del fenomeno franoso quali, ad esempio, la geometria e i volumi coinvolti, i meccanismi di movimento, ecc. Nel secondo caso, il monitoraggio è teso a identificare in tempo reale la variazione e la dinamica delle frane e richiede, pertanto, una progettazione, realizzazione e gestione più onerosa e complessa rispetto alle reti con finalità conoscitive.

Dal punto di vista normativo, il tema del monitoraggio delle frane scontava, fino a pochi anni fa, una carenza di norme tecniche o linee guida a valenza nazionale che permettessero di disporre di riferimenti comuni. L'ISPRA insieme alle ARPA, alle strutture tecniche regionali, a Università ed Enti di Ricerca, nel 2021 ha redatto

[72] https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030

le *Linee guida SNPA per il monitoraggio delle frane*[73], che raccolgono le raccomandazioni per la progettazione, l'installazione, la gestione e la manutenzione delle reti di monitoraggio e le caratteristiche tecniche della strumentazione (Dei Cas, Trigila & Iadanza, eds., 2021). Uno dei principali riferimenti a livello nazionale, relativo alla progettazione e gestione dei sistemi di monitoraggio, è inoltre rappresentato dalle Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC 2018 (D.M. del 17 gennaio 2018) che, al capitolo 6 Progettazione Geotecnica, individuano la "programmazione delle attività di controllo e monitoraggio" come uno degli aspetti essenziali in cui si articola il progetto delle opere e degli interventi. Nella Norma si evidenzia che "*il monitoraggio di un pendio o di una frana interessa le diverse fasi che vanno dallo studio al progetto, alla realizzazione e gestione delle opere di stabilizzazione e al controllo della loro funzionalità e durabilità*" Esistono poi diverse norme UNI (Ente Italiano di Normazione) relative a Indagini e prove geotecniche - Monitoraggio geotecnico con strumentazione di campo, prodotte dal Technical Committee ISO/TC 182 Geotechnics: UNI EN ISO 18674-1:2015, UNI EN ISO 18674-2:2016, UNI EN ISO 18674-3:2020, UNI EN ISO 18674-5:2019.

Il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) ha tra i propri obiettivi l'adozione di regole condivise per l'armonizzazione dell'attività e dei dati derivanti dalle funzioni assegnate al Sistema dall'art. 3 della L.132/16, quali il monitoraggio dello stato dell'ambiente e della sua evoluzione in termini quantitativi e qualitativi, avvalendosi di reti di osservazione e strumenti modellistici. L'SNPA fornisce un importante contributo al monitoraggio *in situ* e controllo delle frane con il Centro Monitoraggio Geologico di ARPA Lombardia, la Rete Regionale di Controllo Movimenti Franosi (ReRCoMF) di ARPA Piemonte, la rete di monitoraggio dei versanti (Remover) gestita da ARPA Liguria, le reti di monitoraggio delle colate detritiche gestite da ARPA Veneto e le reti GNSS gestite da ISPRA. Altre reti regionali di monitoraggio *in situ* delle frane sono gestite dalla Regione Autonoma Valle d'Aosta (DGR 3655/2009) e dalla Provincia Autonoma di Trento.

7.3.1 Anagrafe nazionale dei sistemi di monitoraggio in situ delle frane

Nel 2021 l'ISPRA ha ideato l'anagrafe nazionale dei sistemi di monitoraggio *in situ* delle frane al fine di effettuare una ricognizione delle reti attive o dismesse sul territorio nazionale, anche nell'ottica di un potenziamento delle stesse per monitorare i fenomeni franosi più critici che interessano centri abitati e/o infrastrutture di comunicazione. L'anagrafe, curata in collaborazione con Regioni, Province Autonome e ARPA competenti in materia, è pubblicata sulla piattaforma IdroGEO (Capitolo 6) nella sezione Monitoraggio Frane.

L'Anagrafe è strutturata su tre livelli gerarchici, sulla base delle *Technical Guidelines* INSPIRE *on Data Specification on Environmental Monitoring Facilities* (INSPIRE, 2024): i Sistemi, le Stazioni e i Sensori. I Sistemi, che rappresentano l'insieme della strumentazione di monitoraggio su un sito in frana, contengono i seguenti metadati: codice identificativo del sistema, ubicazione, soggetto gestore, finalità del monitoraggio (conoscitivo/allertamento), stato del sistema (attivo/dismesso/in fase di realizzazione), data di installazione e di eventuale dismissione, tipo di acquisizione (manuale/in continuo/entrambi), tipo di strumentazione di monitoraggio, frana/e IFFI associata/e, ecc.

Ciascun Sistema è costituito da una o più Stazioni che, a loro volta, contengono uno o più Sensori.

In funzione del livello di dettaglio delle informazioni contenute nell'anagrafe nazionale, i Sistemi sono definiti di 1° livello, quando sono disponibili esclusivamente le informazioni dell'anagrafica del Sistema; di 2° livello, se sono presenti le anagrafiche Sistema e Stazione; di 3° livello, quando sono disponibili le anagrafiche Sistema, Stazione, Sensore e/o dati di monitoraggio.

L'anagrafe contiene complessivamente le informazioni su 973 sistemi di monitoraggio, di cui 509 (52% del totale) attivi, 357 (37%) dismessi e 107 (11%) in corso di realizzazione. Relativamente al tipo di monitoraggio, la gran parte dei sistemi (779 sistemi; 80%) ha finalità conoscitiva, mentre 194 sistemi (20%) vengono o sono stati utilizzati anche con finalità di allertamento. L'acquisizione dei dati avviene per il 69,5% dei sistemi in manuale, per il 10,5% in continuo e per il 20% con alcuni strumenti in manuale e altri in continuo (Figura 7.2). Gli strumenti più utilizzati nei sistemi di monitoraggio sono gli inclinometri e i piezometri, seguiti dal monitoraggio topografico con stazione totale o strumentazione GNSS, i fessurimetri e il monitoraggio idrometeorologico (Figura 7.2).

[73] https://www.snpambiente.it/2021/09/21/linee-guida-per-il-monitoraggio-delle-frane/

L'Anagrafe contiene inoltre metadati e dati dei siti sperimentali di monitoraggio frane realizzati nell'ambito dell'Infrastruttura di ricerca GeoSciences IR[74], finanziata dall'Unione Europea – NextGenerationEU – PNRR MUR - Missione 4 "Istruzione e Ricerca" – Componente 2 "Dalla Ricerca all'Impresa" – Linea di investimento 3.1 (Par. 7.3.2).

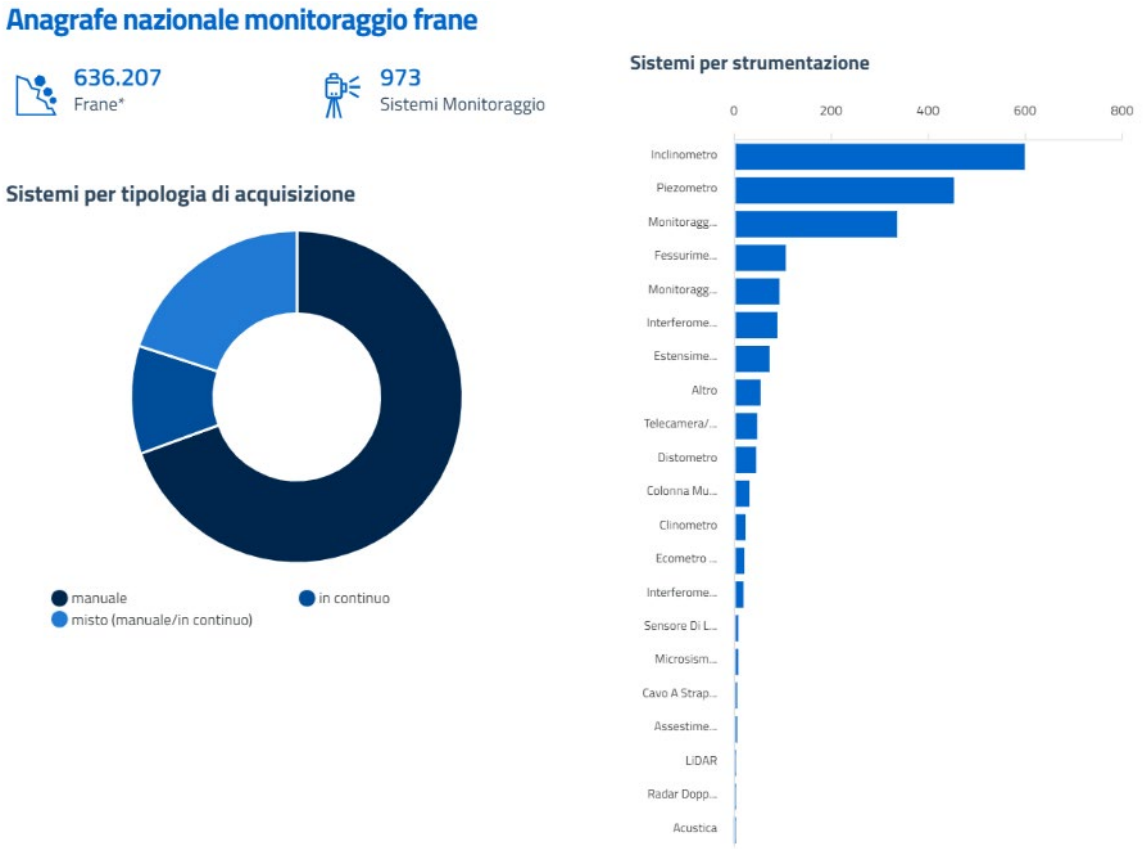


Figura 7.2 – Anagrafe nazionale dei sistemi di monitoraggio in situ delle frane: distribuzione percentuale della tipologia di acquisizione dati dei sistemi di monitoraggio; tipologia di strumentazione utilizzata nei sistemi di monitoraggio

Nel 2024 ISPRA ha definito una simbologia ad hoc per la rappresentazione cartografica dei Sistemi di monitoraggio in situ delle frane, mediante la realizzazione di una libreria di simboli per le differenti tipologie di Stazioni e Sensori (Tabella 7.5), compatibile con i principali software GIS. Questa iniziativa rappresenta un contributo migliorativo nella gestione e condivisione dei dati di monitoraggio, favorendo una maggiore coerenza e comprensione nella lettura delle mappe tematiche.

[74] https://geosciences-ir.it/

Tabella 7.5 – Simboli monitoraggio frane, utilizzati per la rappresentazione in mappa e nel pannello informativo della Sezione Monitoraggio frane della piattaforma IdroGEO

Sistemi di monitoraggio frane	Stazioni di monitoraggio frane	Sensori di monitoraggio frane
1° Livello	Inclinometro	Sensore inclinometrico
2° Livello	Piezometro	Sensore piezometrico
3° Livello	Fessurimetro	Fessurimetro
Sistema dismesso	Estensimetro	Estensimetro
	Clinometro	Clinometro
	Assestimetro	Assestimetro
	Sismometro	Sismometro
	Accelerometro	Accelerometro
	Geofono	Geofono
	Stazione totale	Stazione totale
	GNSS	GNSS
	Stazione meteorologica	Mira ottica
	Stazione idrometrica	Pluviometro
	Stazione idrologica suolo	Termometro aria
	Interferometria SAR satellitare	Nivometro
	Radar interferometrico da terra	Anemometro
	Distometro	Igrometro
	Colonna multiparametrica	Albedo
	Ecometro TDR	Radiazione
	Sensore di livello	Barometro
	Cavo a strappo	Idrometro
	Telecamera/Fotocamera/Webcam	Tensiometro suolo
	Radar doppler	Igrometro suolo
	Acustica	Conduttimetro suolo
	Sensore fibra ottica OTDR	Interferometria SAR satellitare
	Deformometro	Radar interferometrico da terra
	LiDAR	Distometro
	Cella di carico	Ecometro TDR
	Altro	Sensore di livello
		Cavo a strappo
		Telecamera/Fotocamera/Webcam
		Radar doppler
		Microfono
		Sensore ad ultrasuoni
		Sensore fibra ottica OTDR
		Deformometro
		LiDAR
		Termometro suolo
		Cella di carico
		Punto di misura (generico)
		Corner Reflector Satellitare
		Corner Reflector Terrestre
		Altro

7.3.2 Progetti PNRR sul monitoraggio delle frane

Nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), sono state finanziate alcune progettualità relative al monitoraggio delle frane.

Il PNRR SIM Missione 2 Componente 4 Investimento 1.1, Sistema avanzato ed integrato di monitoraggio, finanziato con 500 Milioni di euro, ha l'obiettivo di sviluppare un sistema di monitoraggio integrato a lungo termine per mettere in atto sia misure preventive (manutenzione programmata del territorio e manutenzione/ammodernamento delle infrastrutture), sia interventi mirati a prevenire l'illecito conferimento di rifiuti e gli incendi. Il progetto, di cui il MASE è soggetto beneficiario e attuatore, prevede l'acquisizione ed elaborazione di dati LiDAR e aero-gravimetrici da aereo, con copertura dell'intero territorio nazionale e la fornitura di strumentazione per il potenziamento delle reti esistenti di monitoraggio (Reti Monitoraggio dei movimenti franosi, Radar, Idro-Meteo, Agrometeorologiche, Sismica, ecc.). In tale ambito l'ISPRA, insieme a Regioni e ARPA, ha proposto il potenziamento delle reti di monitoraggio *in situ* delle frane su 183 siti sul territorio nazionale.

L'Infrastruttura di Ricerca GeoSciences IR, finanziata con 16,7 milioni di euro (PNRR MUR M4C2 Inv. 3.1) coordinata dall'ISPRA con la partecipazione di 15 Università ed Enti di ricerca italiani, è finalizzata a promuovere la ricerca applicata, la sperimentazione di tecnologie innovative per il monitoraggio, la produzione di dati e il trasferimento di conoscenze tecnico-scientifiche ai Servizi geologici regionali relativamente alle tematiche: mappatura e modellazione geologica e geotematica, frane e sinkhole, monitoraggio e gestione dei rischi, monitoraggio delle georisorse e dei territori. Con riferimento al monitoraggio delle frane, sono state sperimentate tecnologie innovative che riguardano l'analisi dei processi di instabilità in alta quota legati alla degradazione del permafrost (Università degli Studi di Milano-Bicocca), il monitoraggio di crolli con radar doppler (OGS – Università di Firenze), il monitoraggio con fotocamere e webcam (Sapienza Università degli Studi di Roma) e il monitoraggio di versanti in suoli piroclastici (Università degli Studi Federico II di Napoli).

Complementare al monitoraggio *in situ*, il PNRR Spazio IRIDE Missione 1 Componente 2, Investimento 4.2, Tecnologie satellitari ed economia spaziale, finanziato con 1,49 Mld dal PNRR e con 800 milioni di euro dal Piano Complementare, prevede la messa in orbita di nuove costellazioni di satelliti e lo sviluppo di servizi e prodotti di monitoraggio satellitare dei movimenti del terreno, della copertura e uso del suolo, delle variabili idro-meteorologiche e climatiche, delle risorse idriche.

8 RENDIS: LA PIATTAFORMA NAZIONALE PER LA GESTIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

8.1 Sviluppo e struttura di ReNDiS

Il Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo – ReNDiS è la piattaforma nazionale sviluppata da ISPRA che acquisisce, gestisce e rende disponibili alla consultazione le informazioni relative agli interventi realizzati e programmati per la mitigazione del rischio idrogeologico in Italia.

Principale obiettivo di ReNDiS è quello di costruire un quadro informativo unitario e sistematicamente aggiornato delle opere e delle risorse impegnate nel campo della difesa del suolo, condiviso in tempo reale tra tutte le Amministrazioni pubbliche che operano nella pianificazione ed attuazione degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico.

Oggi il sistema ReNDiS costituisce una piattaforma integrata i cui servizi e funzionalità riguardano tutte le fasi di pianificazione, programmazione ed attuazione degli interventi, a partire dall'istruttoria dei progetti fino al monitoraggio della loro realizzazione. Al contempo, attraverso la sua interfaccia web[75], rappresenta il principale punto di acceso pubblico ai dati e alle informazioni su quanto viene messo in atto dalle pubbliche Amministrazioni per la mitigazione del rischio idrogeologico, favorendo un maggiore coordinamento nella fase di programmazione degli interventi, ed una maggiore visibilità, partecipazione e controllo nella fase di attuazione, anche da parte dei cittadini. Tramite la piattaforma, infatti, è possibile accedere alle informazioni di tipo tecnico dei singoli interventi, ma anche di tipo finanziario ed attuativo, e viene fornita una fotografia, realistica e in costante aggiornamento, della distribuzione e dello stato di attuazione delle opere, che viene condivisa tra tutte le amministrazioni che operano nella programmazione e attuazione dei suddetti interventi.

Il progetto ReNDiS nasce in ISPRA nel 2005 a partire dall'attività di monitoraggio che l'Istituto tuttora svolge per conto dell'allora Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (oggi Ministero per l'Ambiente e la Sicurezza Energetica - MASE) sull'attuazione di Piani e programmi di interventi urgenti per la mitigazione del rischio idrogeologico, finanziati dal 1999 dal Ministero stesso.

Nel 2015 la piattaforma è stata implementata in conseguenza all'emanazione del DPCM "Criteri" del 28 maggio 2015, in seguito aggiornato e sostituito dal DPCM del 27/09/2021, con una specifica area dedicata alla gestione delle attività istruttorie relative alle richieste avanzate dalle Regioni/Province autonome al MASE per l'ottenimento di finanziamenti finalizzati alla realizzazione di nuovi interventi di mitigazione del rischio idrogeologico secondo i criteri contenuti nel DPCM sopra richiamato.

A giugno 2017 la piattaforma è stata ulteriormente integrata con una specifica "Area PGRA", dedicata al monitoraggio delle misure previste dai Piani di Gestione del Rischio Alluvioni, che consente di acquisire i dati sull'attuazione delle misure stesse integrandole con le informazioni presenti nel sistema ReNDiS per gli interventi già finanziati o proposti dalle Regioni nell'Area Istruttorie.

Nell'ambito dei diversi sistemi di monitoraggio attuati dalle diverse Amministrazioni dello Stato che, a vario titolo, si occupano di interventi di difesa del suolo, la piattaforma ReNDiS rappresenta un caso significativo di digitalizzazione dei flussi documentali, integrazione delle informazioni e fruizione pubblica dei contenuti delle banche dati, ed è caratterizzata da un marcato orientamento agli aspetti tecnico-progettuali degli interventi che non trova riscontro in nessuna altra banca dati di carattere nazionale.

Questo approccio ha portato anche a prevedere la progressiva condivisione ed integrazione delle informazioni sugli interventi di difesa del suolo disponibili da diverse fonti (altre Amministrazioni pubbliche).

In considerazione di quanto sopra e del peculiare orientamento tecnico di ReNDiS, il Piano ProteggItalia per la sicurezza del territorio (DPCM 20.02.2019) e, successivamente, le misure previste nel PNRR e dal D.L. 77/2021 per la Governance del piano, hanno inserito tra le azioni e gli obiettivi anche il potenziamento e l'integrazione del sistema ReNDiS con le altre banche dati della pubblica Amministrazione.

In particolare, secondo quanto previsto dall'art. 36 ter, commi 15-19, del DL 77/2021, l'ISPRA è stata incaricata di realizzare una serie di attività di revisione e potenziamento di ReNDiS e di rendere operativa la sua

[75] http://www.rendis.isprambiente.it/rendisweb

integrazione funzionale con i sistemi informativi delle altre Amministrazioni centrali competenti nel finanziamento, monitoraggio e rendicontazione degli interventi di mitigazione del dissesto idrogeologico.

In riferimento a quanto sopra, a partire da luglio 2022 è stata attivata una ulteriore implementazione della piattaforma che ha permesso di avviare la progressiva integrazione nel database anche di interventi finanziati con programmi di competenza di altre Amministrazioni pubbliche (c.d. interventi "extra-MASE") e di visualizzarne direttamente i dati disponibili attivando anche una procedura automatica di aggiornamento settimanale dello stato di attuazione con i dati disponibili sulla piattaforma della Banca Dati delle Amministrazioni Pubbliche (BDAP) del Ministero dell'Economia e delle Finanze (MEF) per tutti gli interventi (MASE + extra-MASE) acquisiti in ReNDiS correttamente associati ad un Codice Unico di Progetto (CUP).

L'inserimento dei nuovi Programmi è stato avviato con un primo gruppo di interventi finanziato dal Dipartimento per gli Affari Interni e Territoriali (DAIT) del Ministero dell'Interno. A questi ha fatto seguito l'acquisizione degli interventi finanziati dal Dipartimento della Protezione Civile e dal Dipartimento Casa Italia della PCM, di quelli finanziati dal Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste (MASAF) e di quelli finanziati dalla Regione Calabria. Questo processo di acquisizione degli interventi extra MASE, sebbene sia stato messo in atto a partire dal 2022, ha riguardato anche programmazioni di alcune annualità precedenti, come meglio illustrato nei paragrafi successivi.

Il percorso virtuoso avviato nel corso degli ultimi anni verso un monitoraggio integrato di tutti gli interventi per la difesa del suolo finanziati sul territorio nazionale da attuare attraverso la piattaforma ReNDiS è stato consolidato con la recente emanazione il 18 ottobre 2024 del D.L. 153/24 che, all'art. 8, individua in ReNDiS la piattaforma di riferimento a livello nazionale per il censimento e il monitoraggio degli aspetti tecnici di tutti gli interventi finanziati per la mitigazione del rischio idrogeologico, a prescindere dalla fonte del finanziamento. Lo stesso D.L. prescrive, inoltre, che per gli interventi già censiti nella piattaforma, dovranno essere fornite dai rispettivi titolari le informazioni tecniche relative agli interventi, quali la posizione geografica, la tipologia del dissesto e delle opere, nonché gli elaborati progettuali.

Attualmente, sotto il profilo funzionale, lo schema di gestione della piattaforma è articolato in due aree principali di interfaccia:

- **Area monitoraggio**: implementata dal primo sviluppo della piattaforma per l'acquisizione e la gestione dei dati relativi agli interventi finanziati dal MASE (c.d. "interventi MASE") a partire dal 1999, oggi viene utilizzata per gestire le informazioni relative a tutti gli interventi finanziati anche da altre Amministrazioni pubbliche ai fini della mitigazione del rischio idrogeologico (c.d. "interventi extra-MASE"), per i quali sia stato già approvato il finanziamento e che, quindi, sono oggetto del monitoraggio dello stato di attuazione. I dati di quest'area sono in gran parte accessibili liberamente tramite ReNDiS-web, in particolare quelli riguardanti gli aspetti tecnici (tipologia dei dissesti e delle opere, posizione geografica, elaborati progettuali disponibili) mentre per una parte dei dati di tipo amministrativo l'accesso è limitato agli utenti registrati che appartengono alle Amministrazioni coinvolte nella realizzazione, gestione e controllo di ciascun intervento;
- **Area istruttorie**: è finalizzata alla gestione delle attività istruttorie connesse alle richieste di finanziamento al MASE, da parte delle Regioni e Province Autonome, per la realizzazione di nuovi interventi di mitigazione del rischio idrogeologico. Dal 2021, con l'emanazione del DPCM del 18.06.2021 (c.d. "DPCM Casa Italia"), l'Area istruttorie ReNDiS gestisce anche le attività istruttorie che fanno riferimento ai finanziamenti per la difesa del suolo stanziati dal Dipartimento Casa Italia della Presidenza del Consiglio dei Ministri. L'accesso all'area istruttorie è riservato solamente agli utenti appartenenti alle Regioni/Province autonome, alle Autorità di bacino distrettuale, al MASE e al Dipartimento Casa Italia, limitatamente alle istruttorie su cui siano titolari o competenti per la valutazione dei progetti.

Alla fine del 2024, nell'Area monitoraggio della piattaforma ReNDiS risultavano censiti 25.539 interventi complessivi, suddivisi tra quelli di competenza del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), del Ministero dell'Interno (c.d. "interventi DAIT"), del Dipartimento della Protezione Civile (DPC) e del Dipartimento Casa Italia della Presidenza del Consiglio dei Ministri (PCM), e incluso anche un primo gruppo di risorse regionali (Calabria), per un importo complessivo finanziato pari a 19,2 miliardi di euro.

Per quanto riguarda l'Area istruttorie, a fronte di oltre 11.500 schede caricate complessivamente dal 2015, e al netto di quelle già finanziate nelle annualità precedenti (interamente o per la sola progettazione) e di quelle

"ritirate" per effetto delle disposizioni contenute nel DPCM del 27/09/2021, le richieste di finanziamento "attive" a fine dicembre 2024 consistono in 1.267 proposte progettuali, per un importo complessivo richiesto pari a oltre 3,6 miliardi di euro.

Gli utenti appartenenti alle diverse Amministrazioni pubbliche, centrali e locali, che si occupano a vario titolo degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico registrati sulla piattaforma ReNDiS, a tutto il 2024 sono oltre tremila. Di questi, la gran parte, il 67% circa, è rappresentato dagli Enti attuatori degli interventi (Comuni, Comunità montane, ecc.), che generalmente si occupano dell'aggiornamento del monitoraggio degli interventi di loro competenza, mentre una buona percentuale (il 19%) è costituita da rappresentanti dalle Regioni, la cui attività è legata non solo al monitoraggio degli interventi già finanziati, ma anche alle richieste di finanziamento di nuovi interventi presentate alle diverse Amministrazioni pubbliche ai sensi della normativa vigente.

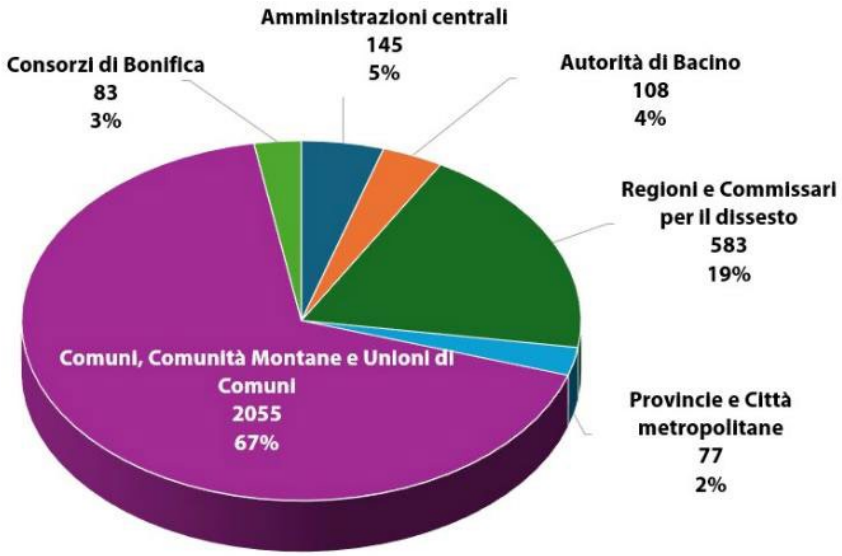


Figura 8.1 – Riepilogo e suddivisione degli utenti registrati sulla piattaforma ReNDiS (dicembre 2024)

8.2 Area monitoraggio

Le analisi di seguito illustrate riguardano gli interventi finanziati a partire dal 1999 per finalità di mitigazione del rischio idrogeologico, che risultavano censiti nell'Area monitoraggio della piattaforma ReNDiS alla data del 31 dicembre 2024. Al riguardo è necessario evidenziare che, tra questi, sono compresi soltanto Piani e Programmi approvati fino al 31 ottobre 2024: ne restano infatti esclusi i decreti della programmazione MASE 2024 che, approvati tra novembre 2024 e marzo 2025, non erano ancora censiti in banca dati al 31 dicembre 2024 e per i quali, quindi, non è disponibile nessun dato riferito al 2024.

8.2.1 Le fonti di finanziamento e distribuzione regionale degli interventi

Per tenere conto in modo aggregato dei numerosi Decreti, Atti ed Accordi che hanno finanziato tutti gli interventi censiti in ReNDiS, gli stessi provvedimenti vengono classificati in base a tipologie omogenee in riferimento a diversi fattori, quali, l'Ente finanziatore (*Competenza*) individuato, il corrispettivo Gruppo di finanziamento definito in ReNDiS (*Gruppo di finanziamento in ReNDiS*), suddiviso nelle relative sub-categorie *Gruppo sintetico* e *Descrizione gruppo*, l'importo finanziato e il numero di interventi, suddivisi entrambi in funzione del macrogruppo di finanziamento (Tabella 8.1).

Il quadro sintetico dei provvedimenti di finanziamento riportato nella Tabella 8.1 evidenzia che quelli relativi al Ministero dell'ambiente sono i più numerosi e coprono tutto l'arco temporale di riferimento poiché, come indicato nei paragrafi precedenti, la piattaforma è nata storicamente proprio per il monitoraggio dei primi interventi finanziati dal Ministero dell'Ambiente nel 1999. Tuttavia, il numero degli interventi extra MASE censiti, benché distribuiti su un periodo più breve (finora non sono stati resi disponibili ad ISPRA dati precedenti al 2017), è quasi tre volte quello degli interventi MASE finanziati complessivamente nel corso degli ultimi 25 anni (Figura 8.4 a). La situazione è analoga, seppure in modo meno marcato, anche riguardo all'entità

delle risorse, dove quelle extra MASE sono decisamente maggiori rispetto a quelle stanziate dal Ministero dell'ambiente a partire dal 1999 (Figura 8.4 b).

Tabella 8.1 – Riepilogo e suddivisione dei provvedimenti di finanziamento degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico in funzione dell'Amministrazione finanziatrice competente e dei relativi Gruppi di finanziamento – Decreti e Programmi approvati fino al 31 ottobre 2024 (Ministero Ambiente a partire dal 1999; extra MASE dal 2017)

Competenza	Gruppo di finanziamento in ReNDiS	Descrizione	n. decreti	Importo (€)	n. interventi
Ministero Ambiente	D.L.180/98	Varie Tipologie	82	2.369.156.881 €	3.232
	AP 2010-11	Accordi di Programma MATTM-Regioni 2010-11	39	2.975.218.379 €	2243
	PN 2015-20	Piano nazionale 2015-2020	108	1.620.413.417 €	857
	Programmazione 2021-2024	MASE - Mitigazione del rischio idrogeologico	71	853.725.767 €	418
Ministero Agricoltura	Extra MASE	Programmazioni Ministero dell'Agricoltura	148	1.598.861.400 €	186
Ministero Interno		Programmi Ministero Interno	8	6.271.109.565 €	11.466
PCM - Casa Italia		Programmazioni Casa Italia	21	219.835.722 €	185
PCM - Protezione Civile		Programmazioni Dipartimento Protezione Civile	69	3.058.176.964 €	6.812
Regioni-Prov.AA.		Risorse regionali Calabria	1	240.230.563 €	140

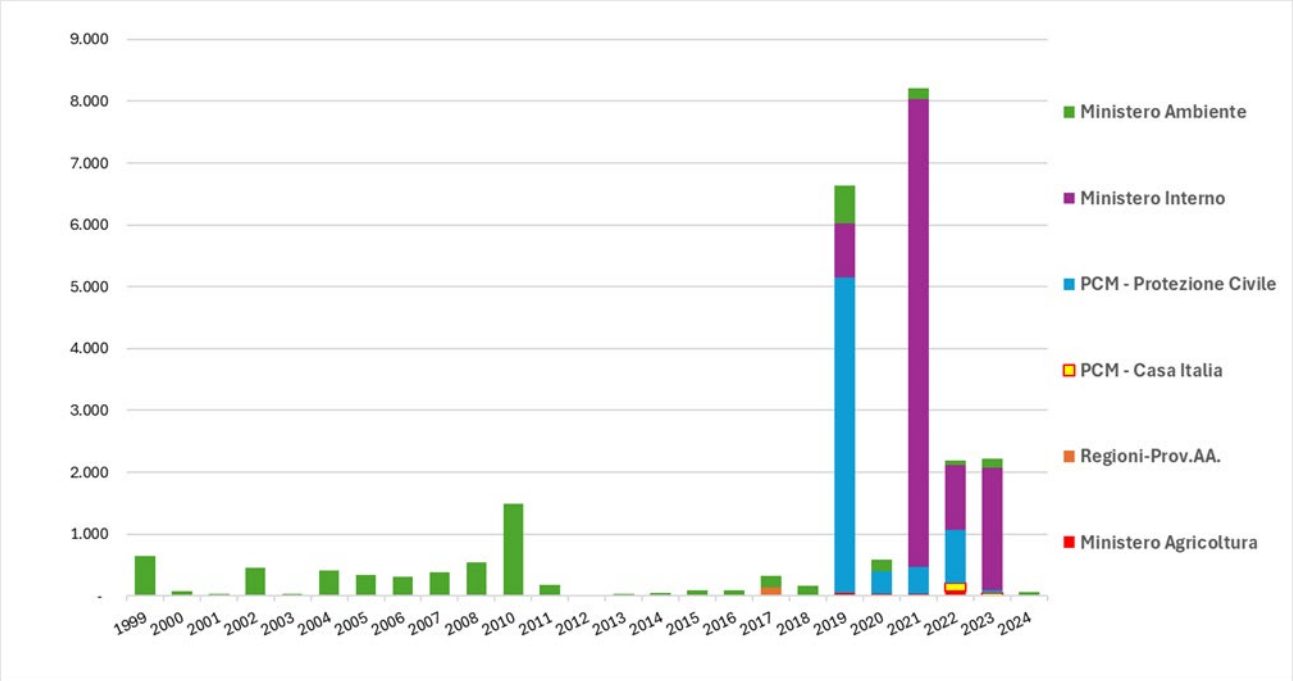


Figura 8.2 – Numero degli interventi censiti, suddivisi per anno di finanziamento e per Ente finanziatore (elaborazione sui dati ReNDiS disponibili al dicembre 2024)

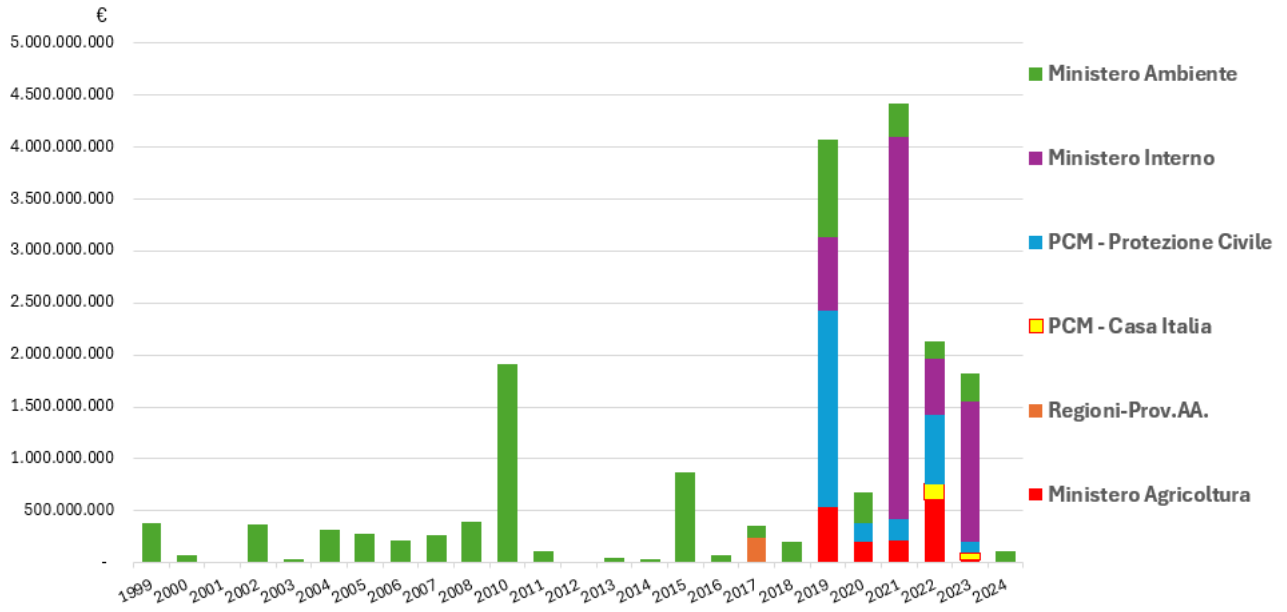


Figura 8.3 – Importo dei finanziamenti, suddivisi per anno di finanziamento e per Ente finanziatore (elaborazione sui dati ReNDiS disponibili al dicembre 2024)

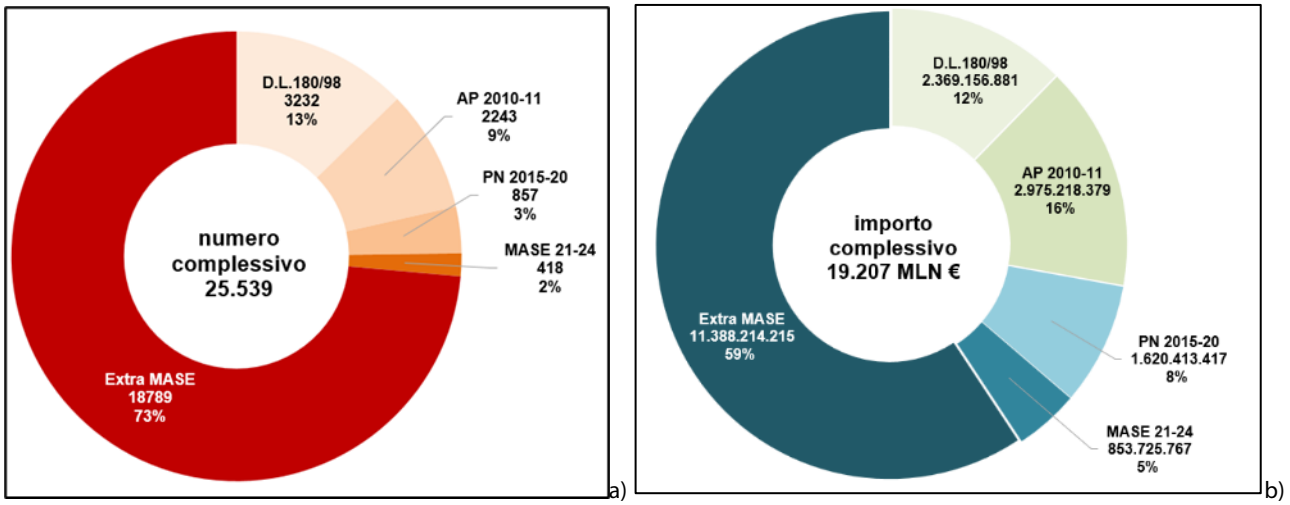


Figura 8.4 – Distribuzione complessiva del numero degli interventi censiti (a) e importo dei finanziamenti (b), suddivisi per gruppo di finanziamento (elaborazione sui dati ReNDiS disponibili al dicembre 2024 - cfr. Tabella 8.1)

I dati sugli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico censiti in ReNDiS evidenziano che, fino al 31 ottobre 2024, erano stati finanziati complessivamente 25.539 interventi, per un importo totale di 19.207 Mln € (Figura 8.4).

Di questi, il numero degli interventi di competenza MASE risulta essere poco meno del 27% (6.750) del totale, cui corrisponde il relativo finanziamento che è pari a circa il 41% (7.819 Mln €) rispetto alle risorse complessivamente stanziate dalle diverse Amministrazioni pubbliche finanziatrici degli interventi censiti in ReNDiS.

Simmetricamente, gli interventi extra-MASE, complessivamente finanziati da Ministero dell'Interno - DAIT, Dipartimento Protezione Civile, Dipartimento Casa Italia, MASAF e Regione Calabria, rappresentano in numero oltre il 73,5% (18.789) del totale, cui corrisponde un finanziamento di oltre il 59% (13.388 Mln €). Questa prevalenza degli interventi extra-MASE è ancora più significativa se si considera che il loro periodo di riferimento copre un arco temporale di soli 8 anni (2017 - 2024), a differenza di quello degli interventi MASE, che abbraccia un intervallo di tempo di quasi 25 anni.

Esaminando nello specifico i dati degli interventi di competenza di ciascuna Amministrazione (Figura 8.5), si evidenzia che, pur essendo il numero degli interventi DAIT (11.466) di gran lunga il più alto rispetto agli altri gruppi, il relativo finanziamento complessivo è nettamente inferiore a quello MASE (quasi 6,3 miliardi di euro

per gli interventi DAIT contro i poco più di 7,8 miliardi per interventi MASE). In modo analogo, anche l'incidenza percentuale degli interventi della Protezione civile si riduce drasticamente passando dal dato numerico a quello economico. Al contrario, gli interventi MASAF, molto contenuti numericamente, assumono un peso significativo se considerati come importi. Queste differenze nei costi medi degli interventi (circa mezzo milione di euro per DAIT e Protezione Civile, intorno al milione per MASE e Casa Italia, oltre 8 milioni per MASAF) sono verosimilmente legate a delle differenze di carattere generale che rispecchiano gli obiettivi e le finalità delle programmazioni di ciascuna amministrazione. Infatti, mentre gli interventi finanziati da Protezione Civile e DAIT vengono individuati, per lo più, con criteri e logiche focalizzate su aspetti locali, i programmi MASE e Casa Italia sono definiti anche in relazione alla pianificazione delle Autorità di bacino distrettuale e con il loro diretto coinvolgimento istruttori; ne risultano così favoriti, nella selezione degli interventi, quelli di maggiore valenza strategica, con caratteri più estensivi o maggiormente complessi e, pertanto, con un costo unitario mediamente più elevato. Fatto ancor più marcato per gli interventi MASAF che, in buona parte, riguardano azioni integrate su sistemi di irrigazione e di regimazione idraulica che coinvolgono in modo esteso i territori di uno o più Consorzi di bonifica.

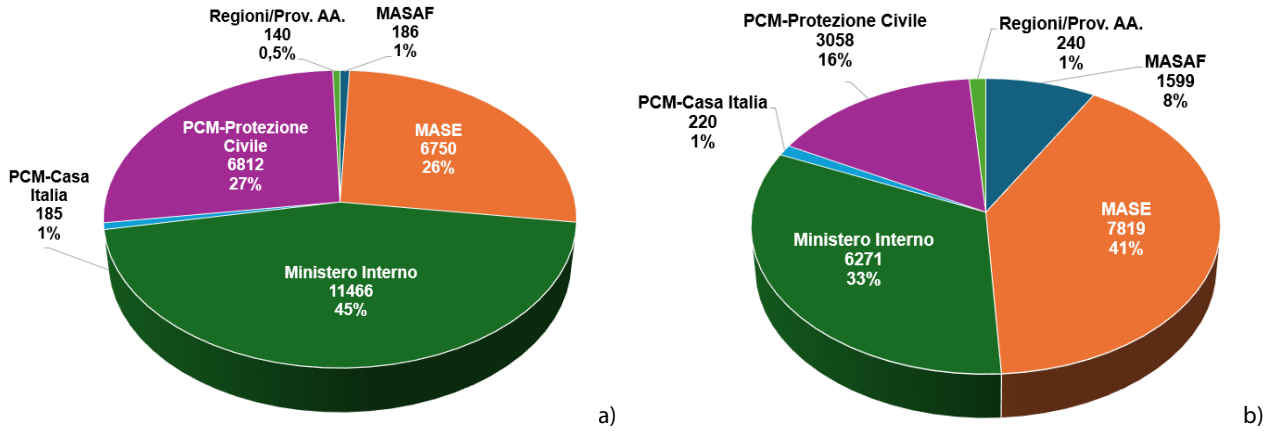


Figura 8.5 – Distribuzione complessiva del numero d'interventi (a) e dei relativi importi finanziati (b), suddivisi per amministrazione di Competenza (cfr. Tabella 8.1 - elaborazione sui dati ReNDiS disponibili al dicembre 2024)

Se si analizzano i soli interventi di competenza MASE, il confronto tra il numero di interventi e dei relativi importi finanziati, in riferimento ai diversi Gruppi di finanziamento definiti in Tabella 8.1, consente di evidenziare come gli interventi realizzati a seguito degli Accordi di Programma MATTM-Regioni (AdP 2010-11 e successivi Atti integrativi adottati fino al 2015/2016), ma soprattutto gli interventi del PN 2015-2020 (Tabella 8.1; Figura 8.2-Figura 8.4), siano caratterizzati da importi unitari mediamente più elevati rispetto alle programmazioni precedenti al 2010 (Atti e Decreti riferiti al D.L 180/98 e successivi programmi integrativi), confermando il progressivo affermarsi, nella programmazione MASE, di un orientamento più favorevole a progetti strategici di maggiore importanza (es. casse d'espansione) e riferiti ad aree di più ampia superficie, nell'ottica di una pianificazione che tiene conto di una visione a scala più ampia degli interventi necessari (es. a scala di bacino) e di una programmazione maggiormente efficiente delle risorse disponibili.

Ulteriori interventi vengono poi programmati nell'ambito del Piano Nazionale 2015-2020 (PN 2015-2020), con un finanziamento complessivo da parte del MASE di oltre 1.620 Mln € per la realizzazione di 857 interventi. In tale ambito è stato finanziato anche il Piano stralcio per le aree metropolitane, finalizzato alla realizzazione di 33 interventi in aree metropolitane interessate da fenomeni di tipo alluvionale, per un importo complessivo di 800 Mln €.

Ulteriori risorse, pari a oltre 853 Mln €, vengono successivamente stanziate dal MASE dal 2021 al 2023 per finanziare 418 interventi, suddivisi fra quelli finalizzati alla realizzazione di interventi di mitigazione del rischio idrogeologico (Piani degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico, annualità 2021-2023), e quelli finalizzati alla sola progettazione di nuovi interventi attraverso l'impiego di uno specifico Fondo progettazione per le annualità 2022-2023 (Tabella 8.1; Figura 8.4).

8.2.1.1 Distribuzione regionale degli interventi

Prendendo in esame la distribuzione regionale degli interventi finanziati censiti nella piattaforma ReNDiS (Figura 8.6-Figura 8.7), si rileva che, tra le otto regioni con il maggior numero di interventi, la Lombardia è quella che ne ha di più in assoluto (2.579), seguita dalla Calabria (2.309), dal Piemonte (2.276), dal Veneto (1.890), dall'Emilia-Romagna (1.874), dal Lazio (1.766), dall'Abruzzo (1.716) e dalla Campania (1.693); tutte le altre presentano un numero di interventi decisamente minore.

Se per tale analisi si considera la suddivisione tra interventi MASE e interventi extra-MASE, si osserva che il numero di interventi extra-MASE per ciascuna Regione/Provincia Autonoma considerata è nella gran parte dei casi decisamente maggiore rispetto a quelli di competenza MASE, rispecchiando di fatto quello che accade anche a livello nazionale. Considerando, invece, solo gli interventi extra-MASE, la distribuzione regionale del loro numero segue per la gran parte lo stesso trend sopra richiamato in considerazione delle otto Regioni caratterizzate dal numero maggiore di interventi finanziati (1.961 per la Lombardia, 1.736 per la Calabria, 1.726 per il Piemonte, 1.654 per il Veneto, 1.459 per l'Abruzzo, 1.414 per l'Emilia-Romagna, 1.411 per il Lazio).

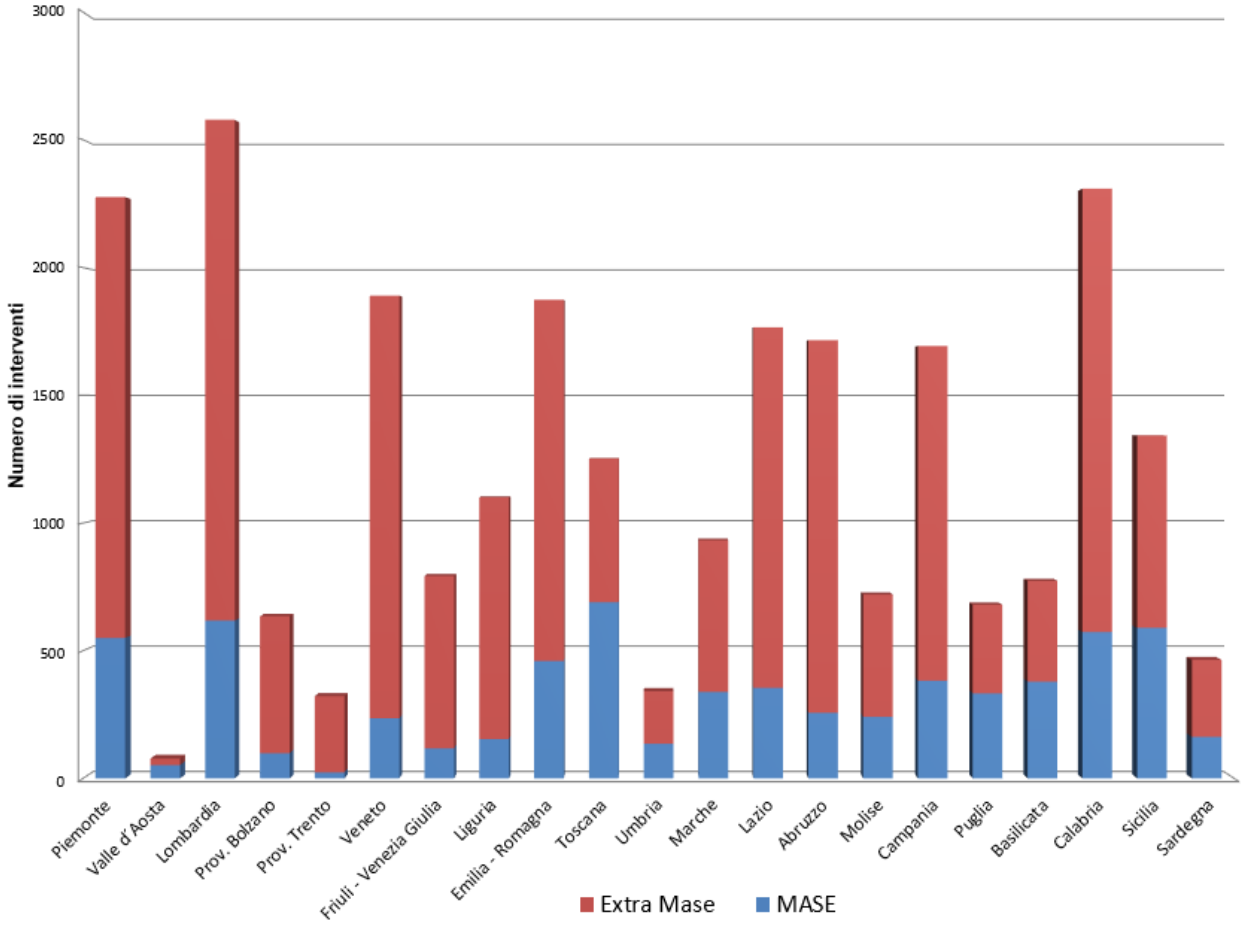


Figura 8.6 – Distribuzione per Regione/Provincia Autonoma del numero degli interventi, suddivisi tra quelli di competenza MASE ed extra-MASE (elaborazione sui dati ReNDiS disponibili al dicembre 2024)

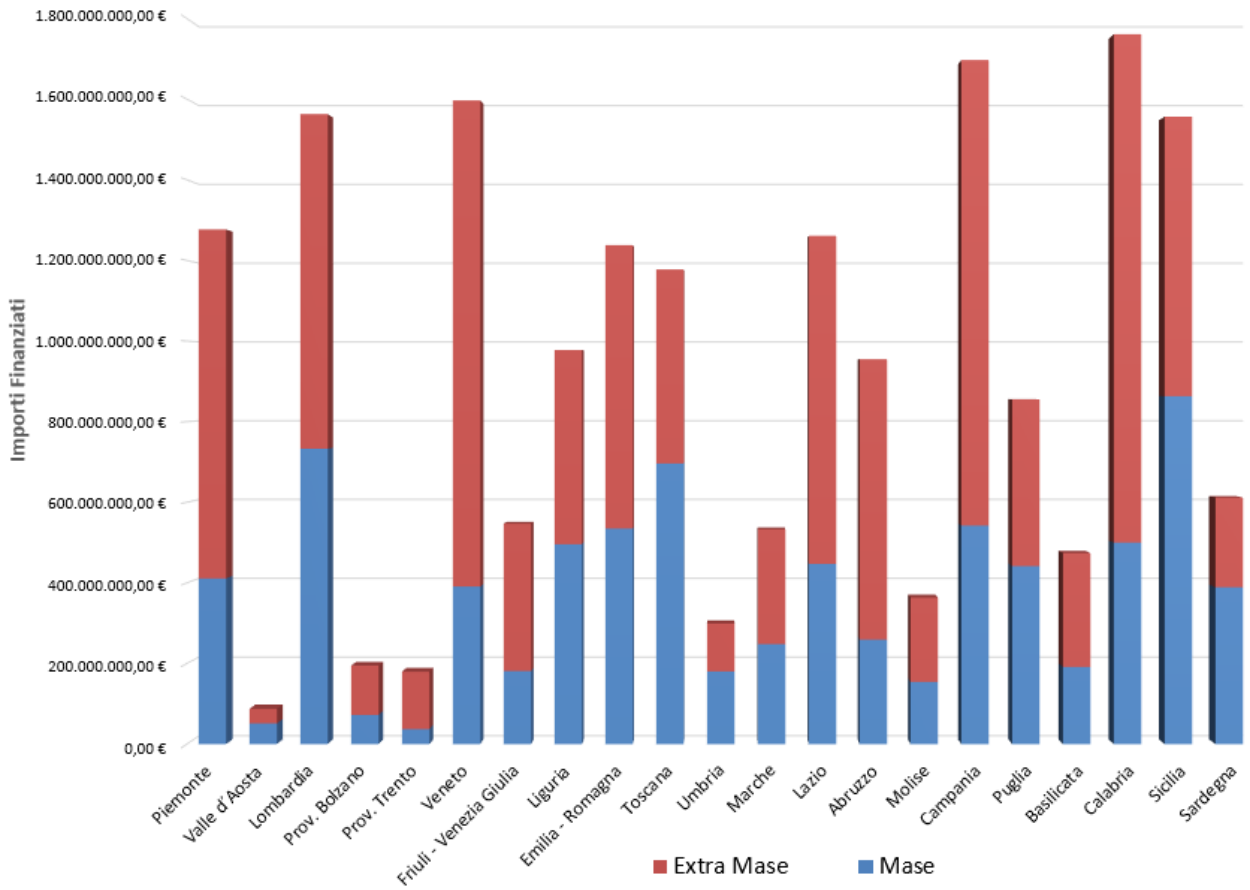


Figura 8.7 – Distribuzione per Regione/Provincia Autonoma dell'importo finanziato degli interventi, suddivisi tra quelli di competenza MASE ed extra-MASE (elaborazione sui dati ReNDiS disponibili al dicembre 2024)

La distribuzione dei finanziamenti erogati con finanziamenti MASE ed extra-MASE su scala regionale (Figura 8.7), invece, si discosta da quella relativa alla distribuzione del numero degli interventi sopra analizzata (Figura 8.6), poiché emerge che, per ogni singola Regione/Provincia Autonoma considerata, ad un maggior numero di interventi finanziati non corrisponde un maggior importo dei finanziamenti stanziati, in quanto l'entità del finanziamento è da porre in relazione anche alla tipologia di opera realizzata e all'estensione areale delle superfici interessate dalle opere stesse.

In linea generale, dal confronto delle Figure 8.6 e 8.7 si rileva che la percentuale del finanziamento MASE rispetto al totale è maggiore della percentuale del numero degli stessi interventi MASE rispetto al totale degli interventi. Tale evidenza può essere messa in relazione anche in questo caso con il fatto che gli importi medi dei singoli interventi MASE risultano mediamente più elevati rispetto a quelli di competenza extra-MASE poiché, come già detto nei paragrafi precedenti, in generale gli interventi finanziati dal Ministero dell'Ambiente sono caratterizzati da una maggiore complessità ed estensione areale, essendo la loro realizzazione legata a strategie più ampie definite da una pianificazione a scala di bacino effettuata dai Distretti competenti, a differenza degli interventi extra-MASE per i quali i finanziamenti vengono stanziati perlopiù su base comunale per superfici di minore estensione areale.

In riferimento a quanto sopra, dall'esame dei dati, considerando l'ammontare complessivo dei finanziamenti assegnati (MASE + extra-MASE) (Figura 8.7), sembrerebbe che sia la Calabria la Regione destinataria degli importi maggiori rispetto alle altre Regioni, con oltre 1.761 Mln €. A riguardo, però, occorre evidenziare che tale importo contiene nella quota parte extra-MASE anche le risorse relative agli interventi finanziati direttamente dalla Regione stessa che, al 31.12.2024, sono gli unici di esclusiva competenza regionale censiti nella piattaforma ReNDiS.

Oltre al caso sopra illustrato, dal grafico si evidenzia che le Regioni alle quali sono state assegnate maggiori risorse sono la Campania con quasi 1.700 Mln €, il Veneto (quasi 1.600 Mln €), la Lombardia (1.563 Mln €), la Sicilia (1.556 Mln €), il Piemonte (quasi 1.300 Mln €), il Lazio (1.261 Mln € milioni di €) e l'Emilia-Romagna (1.238 Mln €).

Se si considera, invece, la distribuzione regionale delle risorse stanziate per i soli interventi di competenza MASE, si osservano differenze sostanziali nelle prime otto Regioni, considerate in ordine decrescente di finanziamento ottenuto. La Sicilia, infatti, è la Regione con il finanziamento del Ministero Ambiente più elevato (circa 863 Mln €), seguita dalla Lombardia (quasi 733 Mln €), dalla Toscana (696 Mln €), dalla Campania (542 Mln €), dall'Emilia-Romagna (quasi 535 Mln €), dalla Calabria (quasi 500 Mln €), dalla Liguria (quasi 496 Mln €) e dal Lazio (447 Mln €).

Sulla base di questi dati, confrontati con quelli corrispettivi relativi al numero degli interventi MASE, emerge il caso della Regione Liguria che, a fronte di un ridotto numero di interventi finanziati (154), inferiore a quello di gran parte delle altre Regioni, ha ricevuto una quantità considerevole di risorse (quasi 496 Mln €) per la realizzazione delle opere relative ai progetti degli interventi finalizzati alla mitigazione del rischio alluvionale dell'area urbana di Genova, stanziati a seguito degli eventi alluvionali del novembre 2011.

In generale, il confronto tra le due tendenze sopra illustrate, evidenzia che l'entità dei finanziamenti extra-MASE incide in modo rilevante sul trend dei finanziamenti complessivamente stanziati, essendo i primi significativamente maggiori rispetto alle risorse erogate dal MASE.

8.2.2 Tipologia dei dati degli interventi ReNDiS: i dati tecnici

La piattaforma ReNDiS contiene diverse tipologie di dati relativi agli interventi censiti nell'Area monitoraggio, costituiti da dati economico-finanziari e amministrativi generali e da dati tecnici.

Riguardo questi ultimi, ReNDiS si distingue rispetto ai sistemi informativi gestiti dalle altre Amministrazioni dello Stato che si occupano a vario titolo degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico per essere l'unica banca dati a scala nazionale che è stata pensata e predisposta per l'acquisizione anche dei dati tecnici degli interventi.

Tali dati, accessibili per la gran parte direttamente da ReNDiS-web, possono essere utilizzati per le analisi e le elaborazioni a supporto della programmazione, pianificazione e progettazione degli interventi stessi da parte dei diversi Enti competenti

I dati tecnici, in particolare, costituiti essenzialmente dalle caratteristiche dei dissesti e delle opere, dalla documentazione progettuale e dalla posizione geografica, sono tuttavia disponibili perlopiù per i soli interventi di competenza MASE, mentre i dati acquisiti per gli interventi extra-MASE sono quasi esclusivamente quelli derivati dalla banca dati BDAP, interrogata sulla base del codice CUP associato a ciascun intervento, e consistono essenzialmente nei dati amministrativo-contabili (tra cui, denominazione dell'intervento, CUP, stato di attuazione e importo finanziato), nello stato d'attuazione e nella posizione geografica. Non sono invece, per la maggior parte dei casi, presenti dati utili a caratterizzare tecnicamente l'intervento in monitoraggio.

Figura 8.8 – Ubicazione degli interventi censiti nell'Area monitoraggio di ReNDiS, suddivisi tra interventi georiferiti e non georiferiti (elaborazione sui dati ReNDiS disponibili al dicembre 2024)

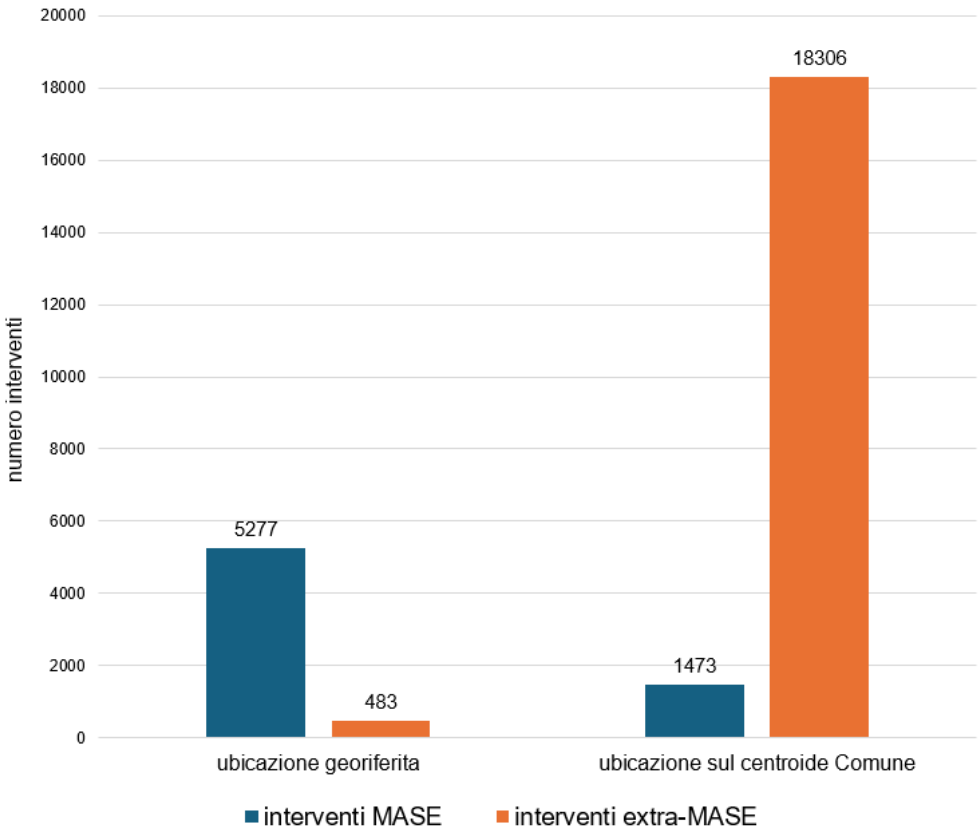


Figura 8.9 – Numero degli interventi MASE ed extra-MASE censiti nell'Area monitoraggio di ReNDiS, suddivisi tra interventi georiferiti e con ubicazione sul centroide del Comune (elaborazione sui dati ReNDiS disponibili al dicembre 2024)

Per quanto riguarda nello specifico l'ubicazione geografica degli interventi, si rileva che gli interventi georiferiti rappresentano solamente il 22,6% del totale degli interventi censiti nella piattaforma (Figura 8.8) e, di questi, la grande maggioranza (il 91,6%) è costituita da interventi di competenza MASE, mentre la posizione della quasi totalità degli interventi extra-MASE (pari al 97,4%) non risulta georiferita ma ubicata sul centroide del Comune di intervento (Figura 8.9).

L'inserimento dei dati tecnici sopra richiamati (posizione geografica, tipologia del dissesto e delle opere, elaborati progettuali), previsto ai sensi del D.L. 153/24 per tutti gli interventi censiti in ReNDiS, può essere effettuato ad opera degli Enti attuatori o delle Amministrazioni titolari del monitoraggio attraverso la compilazione direttamente online su ReNDiS-web delle Sezioni predisposte nella piattaforma per l'acquisizione delle caratteristiche tecniche.

Un'ulteriore modalità di inserimento dei suddetti dati tecnici consiste nella loro importazione automatica in ReNDiS-web attraverso l'associazione dell'intervento ReNDiS al codice del Progetto RaStEM.

A riguardo, si segnala che il codice del Progetto RaStEM associato ad un intervento può essere ottenuto utilizzando l'applicativo RaStEM (Rappresentazione Standardizzata degli Effetti di Mitigazione) che è stato sviluppato da ISPRA ed è liberamente accessibile online[76] da febbraio 2023.

Tale applicativo ha lo scopo di consentire ai progettisti di rappresentare in maniera sintetica e standardizzata mediante poligoni georiferiti gli elementi tecnici maggiormente significativi dei loro progetti di mitigazione del rischio idrogeologico, quali le aree di dissesto, gli elementi esposti e le opere, con l'obiettivo di facilitare lo scambio delle informazioni tra i vari soggetti coinvolti non solo nella sviluppo degli elaborati progettuali, ma anche nelle attività di valutazione e validazione dei progetti ai fini del loro finanziamento da parte delle diverse Amministrazioni dello Stato.

Per ulteriori approfondimenti sui presupposti metodologici, gli obiettivi e l'utilizzo dell'applicativo RaStEM, si rimanda alle Linee Guida ISPRA 2022/2023[77].

8.2.2.1 Distribuzione degli interventi per tipologia di dissesto e di opera

L'analisi delle tipologie dei dissesti per i quali gli interventi sono stati finanziati, considerando l'ammontare complessivo delle risorse stanziate dal Ministero dell'Ambiente e dalle altre Amministrazioni pubbliche censite in ReNDiS (Figura 8.10), offre un ulteriore strumento di valutazione su come, a scala nazionale, vengono affrontate le problematiche di carattere geologico, idrogeologico e ambientale presenti sul territorio italiano. Infatti, la loro distribuzione è un buon indicatore di quali siano le tipologie di dissesto su cui vengono indirizzate le risorse destinate alla riduzione del rischio idrogeologico ad essi associato.

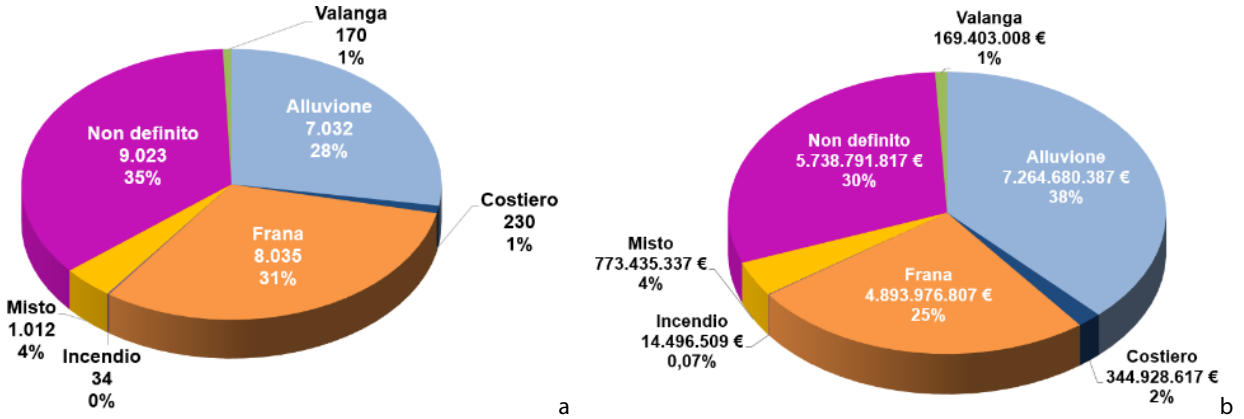


Figura 8.10 – Distribuzione complessiva del numero d'interventi (a) e dei relativi importi finanziati (b), suddivisi per amministrazione di Competenza (cfr. Tabella 8.1 - elaborazione sui dati ReNDiS disponibili al dicembre 2024)

In particolare, l'analisi dei dati, relativi al numero totale degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico finanziati in funzione delle diverse tipologie di dissesto classificate in ReNDiS (Figura 8.10 a) evidenzia che il numero degli interventi finanziati sul territorio nazionale per le aree in frana (pari a 8.035, corrispondente al 31% degli interventi totali) e per quelle colpite da dissesti idraulici (7.032, corrispondente al

[76] https://rastem.rendis.isprambiente.it

[77] https://www.isprambiente.gov.it/files2023/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/master_finale_rev02_3_plg.pdf

28% del totale) è decisamente prevalente rispetto a quelli finanziati per le aree interessate da altre tipologie di dissesto , rappresentando complessivamente il 59% degli interventi totali finanziati. Il numero degli interventi finanziati per i dissesti misti (pari a 1.012), per quelli costieri (pari a 230) e per quelli valanghivi (pari a 170) costituisce complessivamente, infatti, solo il 6% del totale.

Confrontando i dati sopra richiamati con quelli relativi all'ammontare complessivo delle risorse stanziate, MASE ed extra-MASE, in funzione della diversa tipologia di dissesto (Figura 8.10 b), si osserva che, sebbene il numero degli interventi finanziati per le aree in frana sia maggiore rispetto a quello degli interventi finanziati per i dissesti idraulici, l'importo stanziato per le aree interessate da dissesti alluvionali è considerevolmente maggiore (circa 7.265 Mln €) in confronto a quello erogato per la realizzazione di interventi di mitigazione del rischio da frana (quasi 4.900 Mln €), rappresentando il 38% del totale dei finanziamenti complessivamente stanziati.

Tale evidenza è spiegabile considerando il maggior costo unitario dei progetti degli interventi di sistemazioni idrauliche rispetto a quelli definiti per le aree in frana e/o caratterizzate da altre tipologie di dissesto. Le sistemazioni idrauliche, infatti, interessano aree molto più estese rispetto a quelle franose e, quindi, comportano maggiori costi legati sia alla progettazione, che all'eventuale esproprio di aree, nonché alla quantità di materiali da costruzione che necessitano tali opere. Questo dato trova riscontro anche nel maggiore impatto (principalmente di tipo areale) che ha un'opera idraulica sul contesto territoriale e ambientale (es., casse di espansione, scolmatori) rispetto alle più circoscritte opere di contrasto ai fenomeni franosi, caratterizzate prevalentemente da minori dimensioni e da costi relativamente contenuti, se confrontati rispetto ai primi, anche se ampiamente diffuse e rappresentate su tutto il territorio nazionale.

Una criticità che emerge chiaramente dall'analisi dai dati analizzati (Figura 8.10) è l'elevato numero di interventi (pari a 9.023) per i quali non è stata definita la tipologia di dissesto in relazione al quale tali interventi sono stati finanziati che, da soli, rappresentano circa il 35% del totale degli interventi considerati. Quanto sopra risulta ancora più critico se si considera che a tali interventi sono associate risorse pari al 30% di quelle complessivamente stanziate, per un importo corrispondente di oltre 5.738 Mln €.

Tali criticità dipendono essenzialmente dalla diversa tipologia dei dati associati agli interventi MASE ed extra-MASE censiti in ReNDiS. Come infatti già richiamato nei paragrafi precedenti, mentre per i primi nella gran parte dei casi sono disponibili anche dati di tipo tecnico, tra cui la tipologia del dissesto, per i secondi sono presenti perlopiù solo dati di tipo amministrativo-contabile e sullo stato di attuazione. Nei prossimi anni, per effetto dell'entrata in vigore del DL 153/2024 che prescrive l'aggiornamento su ReNDiS dei dati tecnici su tutti gli interventi di difesa del suolo, questa carenza informativa dovrebbe progressivamente colmarsi.

8.2.2.2 Distribuzione degli interventi e delle relative opere per i dissesti franosi e idraulici

Nella piattaforma ReNDiS ogni singolo intervento è associato ad una sola categoria di dissesto (franoso, alluvionale, costiero, valanghivo, incendio, misto, non definito), che, quando presente, corrisponde a quella ufficialmente individuata nel relativo Decreto di finanziamento, ma possono essere implementate ulteriori informazioni di maggior dettaglio relative alle specifiche tipologie di dissesto in cui è suddivisa ogni categoria sopra richiamata, utilizzando la classificazione in uso in ReNDiS-web. Tali informazioni, infatti, possono essere inseriti dagli Enti titolari dell'intervento compilando online le specifiche sezioni della piattaforma ReNDiS con i dati relativi alla classificazione del dissesto oggetto di intervento, desumibili direttamente dagli elaborati progettuali in loro possesso. Considerando gli interventi per i quali sono state effettuate tali implementazioni, si osserva che piuttosto frequentemente nell'ambito di uno stesso intervento o lotto, finanziato ad esempio per la mitigazione del rischio da frana, vengano individuati e, e quindi associati all'intervento, più tipologie di dissesto, appartenenti alla stessa categoria (es., crolli o scivolamenti per i dissesti franosi), o anche ad una categoria diversa da quella indicata da Decreto (es., erosioni di sponda, appartenente alla categoria di dissesto idraulico, anche quando per un intervento ubicato al piede di un versante in frana).

Utilizzando le informazioni sulla classificazione di dettaglio dei dissesti (quando queste sono disponibili), Nel seguito sono riportate le analisi riguardanti la distribuzione degli interventi in riferimento alle due principali categorie di dissesto classificate nella piattaforma, quali frane e alluvioni. Per quanto riguarda i dissesti franosi, nella classificazione in uso in ReNDiS la corrispondente categoria di dissesto "frana" è suddivisa in 16 diverse tipologie, la cui distribuzione nei 2.893 casi totali di frane individuate per gli interventi censiti nella piattaforma è rappresentata nel grafico di Figura 8.11.

I dati disponibili consentono di verificare che i dissesti franosi di tipologia crollo e crolli/ribaltamenti diffusi sono quelli più numerosi (oltre il 27%) per i quali sono stati finanziati interventi di mitigazione del rischio da frana censiti in ReNDiS, così come, se si considerano gli scivolamenti nel loro complesso (rotazionale + traslativo), anche la loro tipologia di dissesto costituisce oltre il 27% di quelli oggetto di intervento. Per quanto riguarda i dissesti gravitativi di tipo superficiale, si rileva una loro incidenza sul totale di quasi il 19%, considerando complessivamente le tipologie dei soliflussi, *soilcreep* e scivolamenti corticali e delle aree con frane superficiali diffuse.

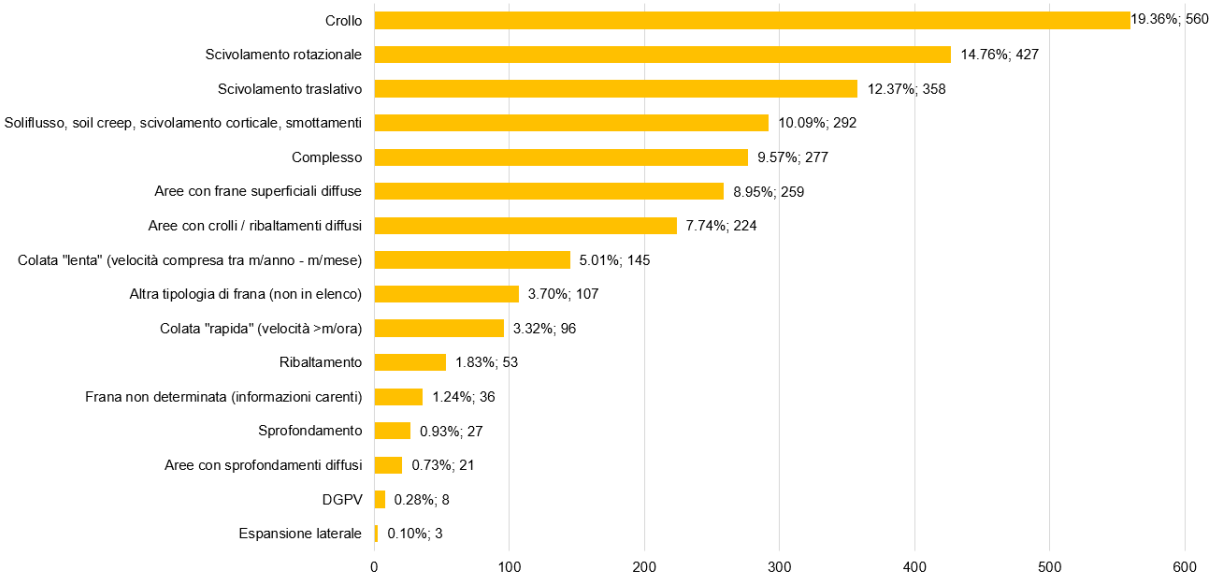


Figura 8.11 – Numero dei dissesti franosi individuati negli interventi censiti in ReNDiS, suddivisi per tipologia

Per quanto riguarda, invece, i dissesti idraulici, la corrispondente categoria delle alluvioni è suddivisa in 14 differenti tipologie la cui distribuzione rispetto al totale dei 2.458 casi riscontrati negli interventi censiti in ReNDiS è riportata nel grafico di Figura 8.12.

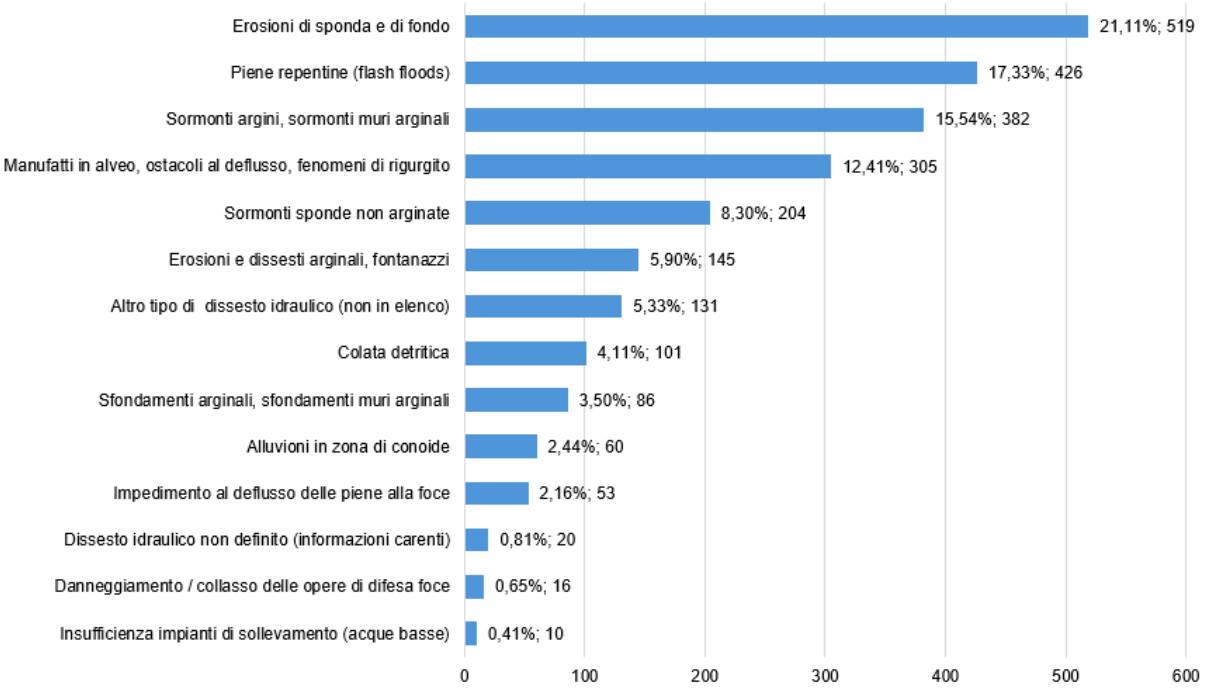


Figura 8.12 – Numero dei dissesti idraulici individuati negli interventi censiti in ReNDiS, suddivisi per tipologia

I dati evidenziano che i fenomeni di erosione di sponda e di fondo rappresentano da soli oltre il 21% dei dissesti per i quali sono stati realizzati interventi idraulici, seguiti dalle piene repentine (oltre il 17%), i sormonti degli argini e gli sfondamenti arginali considerati nel loro complesso (circa il 19%) e i dissesti causati dalla presenza di manufatti in alveo, ostacoli al deflusso e fenomeni di rigurgito, che incidono per oltre il 12% sul totale dei dissesti idraulici censiti.

Per quanto riguarda la classificazione dei dissesti utilizzata nella piattaforma, si rimanda alle tabelle scaricabili nella sezione open data di ReNDiS[78].

Passando ora a considerare la tipologia delle opere realizzate in relazione alle diverse tipologie di dissesto franoso e idraulico individuate negli interventi ReNDiS sopra riportate, si fa riferimento alla classificazione delle opere utilizzata in ReNDiS-web e scaricabile allo stesso link sopra indicato.

In base a tale classificazione, il totale delle diverse Tipologie delle opere classificate viene articolato in Gruppi e in Classi, con ordine di aggregazione crescente.

In particolare, vengono individuate le seguenti 5 Classi di opere, corrispondenti alle omologhe Categorie di dissesto:

- Classe 1 – Sistemazioni di frana e dei versanti;
- Classe 2 – Sistemazioni idrauliche;
- Classe 3 – Sistemazioni costiere;
- Classe 4 – Sistemazioni incendi;
- Classe 5 – Sistemazioni e difesa valanghe

Ognuna delle suddette Classi è costituita da Gruppi di opere i quali, a loro volta, sono costituiti da diverse Tipologie di opere.

Come nel caso dell'analisi dei dati fatta precedentemente per la distribuzione delle tipologie di dissesto alluvionali e franose negli interventi censiti in ReNDiS, analogamente, di seguito viene presentata l'analisi della distribuzione delle diverse Tipologie di opere, suddivise a loro volta in Gruppi, censite basata sui dati attualmente di classificazione delle opere attualmente disponibili per i soli gli interventi di mitigazione del rischio da frana e idraulico acquisiti in Area monitoraggio.

Per quanto riguarda la Classe 1 delle "Opere per le sistemazioni di frana e dei versanti", è stato verificato che le 7.805 opere relative ai dissesti franosi individuate nei progetti censiti in ReNDiS sono classificate e distribuite negli 11 Gruppi definiti dalla classificazione, come rappresentato nella Figura 8.13.

In particolare, il Gruppo di opere maggiormente rappresentato è quello delle "Opere di sostegno" che, da solo, costituisce il 25% circa delle opere per i dissesti franosi censite nella piattaforma, seguito dal Gruppo delle "Opere complementari", quasi sempre presenti e associate ad altre opere, con poco più del 15%, e infine dai Gruppi delle "Operazioni su pendio" e di "Controllo dell'erosione superficiale e regimazione acque", che incidono ciascuno per circa il 12%. Meno rappresentati, invece, sono i Gruppi di opere relativi agli studi e rilievi (poco più del 2%) e agli interventi non strutturali (1,5%).

[78] http://www.rendis.isprambiente.it/rendisweb/vistepub.jsp

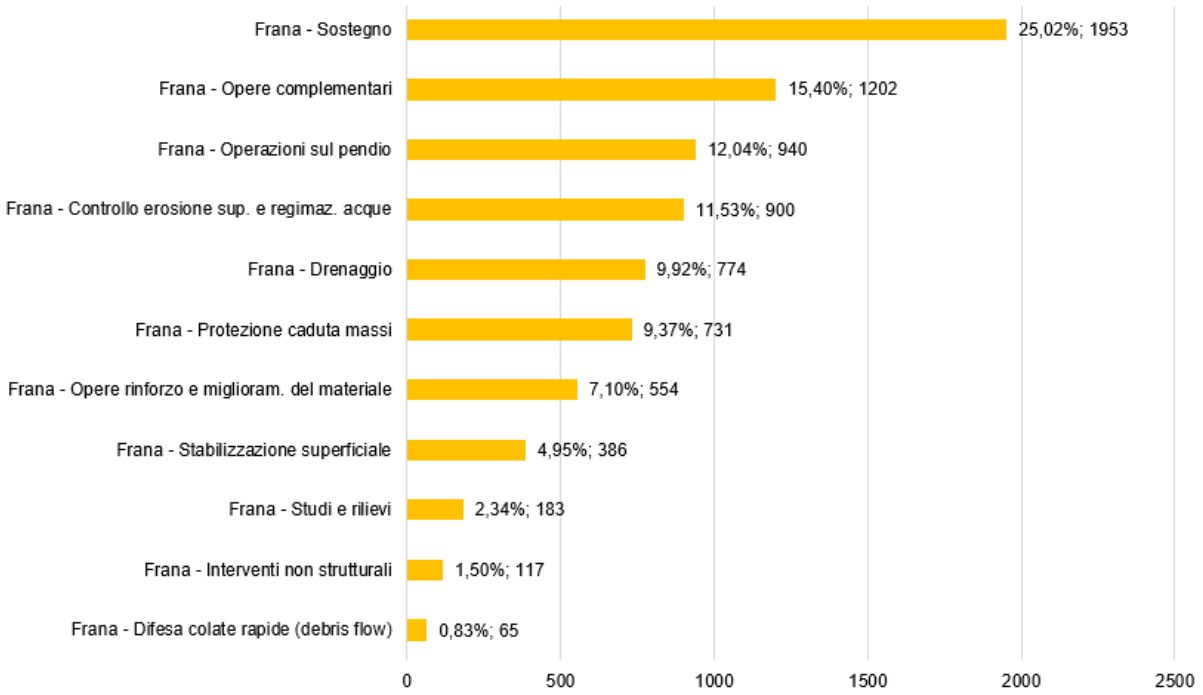


Figura 8.13 – Distribuzione per gli interventi per la mitigazione del rischio da frana censiti in ReNDiS. negli 11 Gruppi di opere che costituiscono la Classe "Sistemazione di frane e dei versanti"

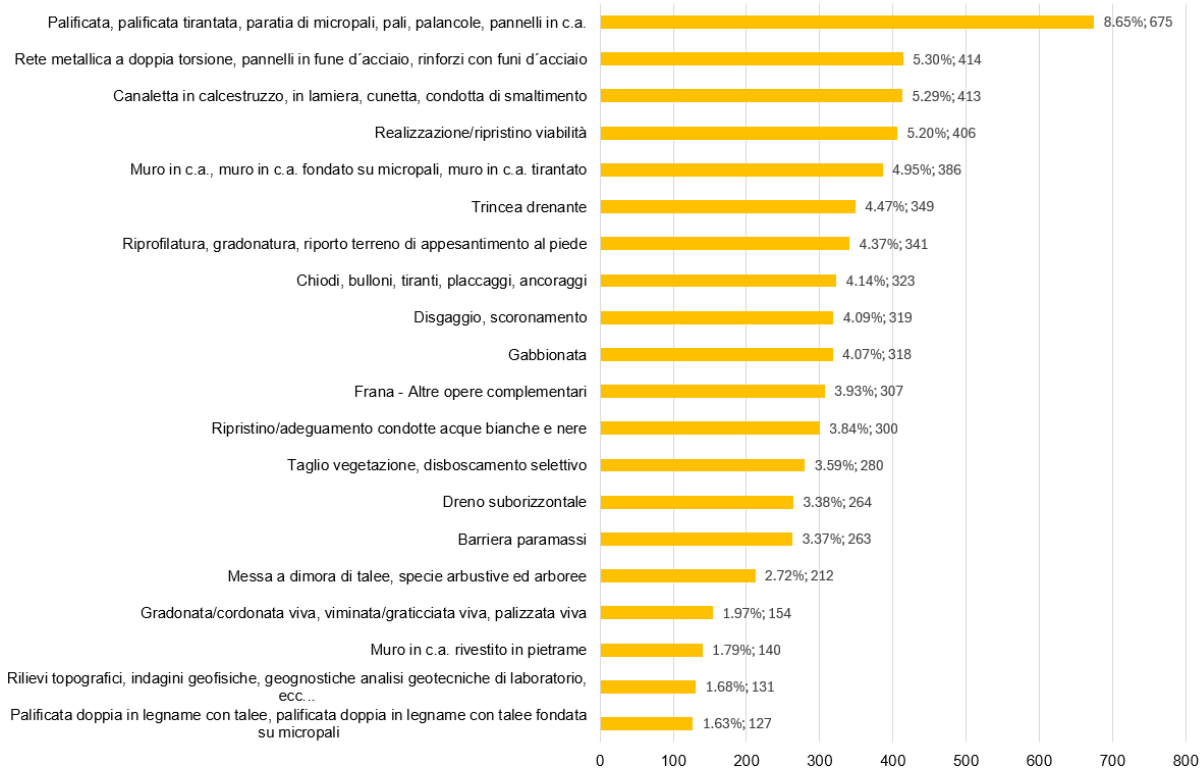


Figura 8.14 – Distribuzione per gli interventi per la mitigazione del rischio da frana censiti in ReNDiS nelle prime 20 Tipologie di opere (su 57 totali) riferite alla Classe "Sistemazione di frane e dei versanti"

Se si considera più in dettaglio la distribuzione delle opere per le sistemazioni di frana all'interno delle 57 diverse Tipologie di opere individuate nella classificazione in uso, e facendo riferimento ai dati relativi alle prime venti Tipologie maggiormente utilizzate (Figura 8.14), si rileva che la Tipologia di opera utilizzata più frequentemente per la sistemazione dei versanti in frana è quella della "Palificata, palificata tirantata, paratia di micropali, pali, palancole, pannelli in c.a." (8,6% circa), mentre l'utilizzo di reti metalliche, pannelli in funi d'acciaio, la realizzazione di canalette in cls e la realizzazione /ripristino della viabilità, rappresentano ognuna il 5% circa del totale delle opere per i dissesti franosi censite nella piattaforma. Meno utilizzate, con percentuali

che si attestano singolarmente tra l'1,6 e il 2,7% circa, sono le opere di ingegneria naturalistica (Messa a dimora di talee, specie arbustive ed arboree, Gradonata/cordonata viva, viminata/graticciata viva, palizzata viva, Palificata doppia in legname con talee, palificata doppia in legname con talee fondata su micropali) che tuttavia, considerate complessivamente, attestano un utilizzo delle tecniche IN su più dell'8% dei casi.

Analogamente, prendendo in considerazione le opere per i dissesti alluvionali, ovvero, la Classe 2 "Sistemazioni idrauliche", è stato verificato che le 4.771 opere relative ai dissesti idraulici individuate nei progetti censiti in ReNDiS sono classificate e distribuite secondo le 45 Tipologie di opere, articolate nei 9 Gruppi, definiti dalla classificazione in uso nella piattaforma, come rappresentato nelle Figure 8.15 e 8.16.

In particolare, per quanto riguarda la distribuzione delle opere in relazione alla loro suddivisone in Gruppi (Figura 8.15), i dati derivati dal database evidenziano che il Gruppo di opere maggiormente rappresentato è quello delle "Operazioni in alveo", che incide per oltre il 34% sul totale delle opere idrauliche utilizzate nei progetti degli interventi considerati. Il Gruppo delle "Opere longitudinali", invece, è rappresentato per circa la metà di quello precedente (circa 19%), così come il Gruppo delle "Opere di difesa e laminazione delle piene" (quasi 16%). I gruppi relativi alle "Opere di rinverdimento e antierosione", agli "Studi e rilievi" e agli "Interventi non strutturali" costituiscono insieme poco più del 7% delle opere utilizzate nei progetti degli interventi acquisiti in ReNDiS.

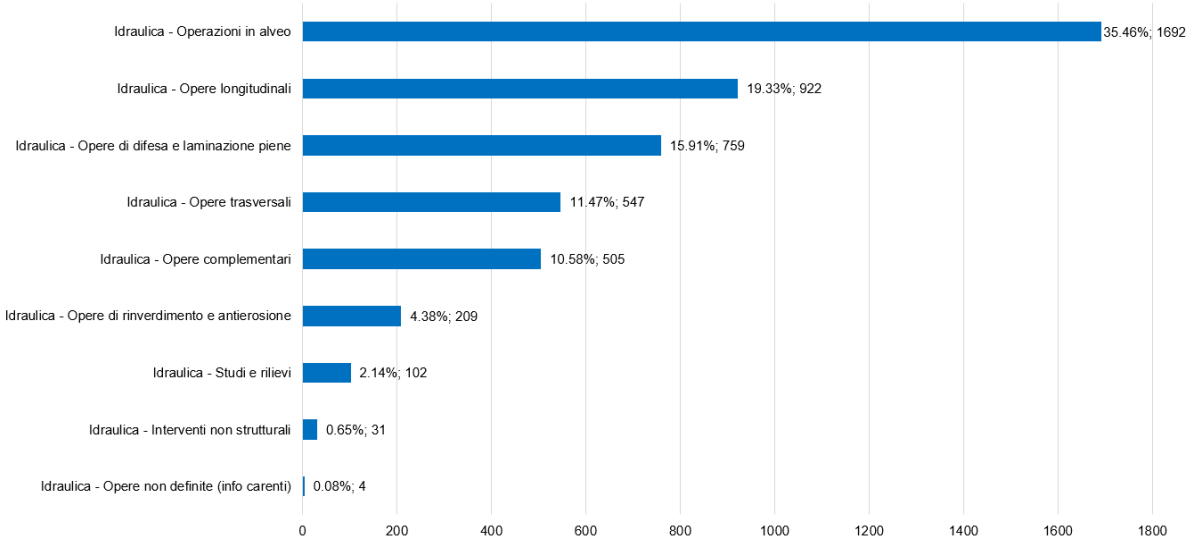


Figura 8.15 – Distribuzione complessiva del numero d'interventi (a) e dei relativi importi finanziati (b), suddivisi per amministrazione di Competenza (cfr. Tabella 8.1 - elaborazione sui dati ReNDiS disponibili al dicembre 2024)

Considerando più nel dettaglio la distribuzione delle opere censite negli interventi idraulici acquisiti nell'Area monitoraggio secondo la loro classificazione per Tipologia (Figura 8.16) e considerando solamente le prime 20 delle 45 voci totali, si osserva che la tipologia di opera più adottata in ambito idraulico risulta essere l'adeguamento della sezione di deflusso dell'alveo (ricalibratura sezione/rimozione depositi alluvionali, rinaturalizzazione, demolizioni) con oltre il 17% del totale, seguita dal taglio selettivo della vegetazione (opera complementare spesso associata ad altre) con una percentuale dell'8,6%, pressoché dimezzata rispetto alla precedente, e poi dalla realizzazione dell'arginatura con il 7,7%. Anche in questo caso, le opere di ingegneria naturalistica maggiormente utilizzate (briglia in pietrame e legname rinverdita, scogliera rinverdita, messa a dimora di talee, specie arbustive ed arboree, idrosemina) presentano percentuali contenute, dell'ordine dell'1-2%, se considerate singolarmente mentre, complessivamente, forniscono un indicatore dell'utilizzo delle tecniche IN che si attesta intorno al 7%.

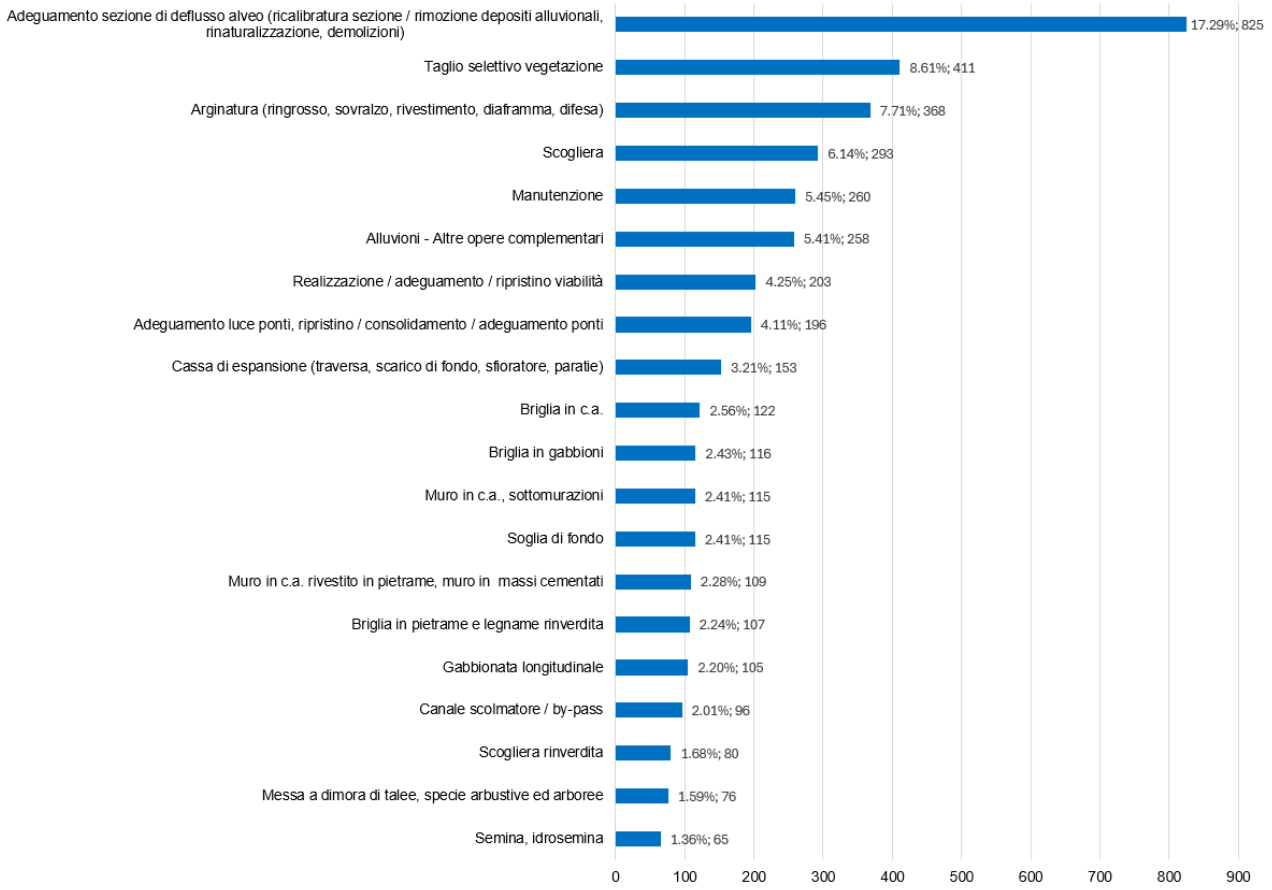


Figura 8.16 – Distribuzione per gli interventi per la mitigazione del rischio alluvionale censiti in ReNDiS nelle prime 20 Tipologie di opere (su 45 totali) riferite alla Classe "Sistemazioni idrauliche"

8.2.3 Tempi di realizzazione degli interventi

Al fine di analizzare i tempi medi di realizzazione degli interventi, suddivisi per ciascuna Regione/Provincia Autonoma e facendo riferimento ai soli interventi che risultavano conclusi in base ai dati ReNDiS 2024 (Figura 8.17), si possono ricostruire i tempi medi di realizzazione degli interventi. Per una migliore lettura ed analisi dei dati è comunque utile ricordare le seguenti definizioni:

- Tempo di avvio e progettazione: tempo che intercorre tra il Decreto di finanziamento e l'approvazione del progetto esecutivo.
- Tempo di affidamento lavori: tempo che intercorre tra la pubblicazione del bando e l'aggiudicazione lavori.
- Tempo di esecuzione lavori: tempo che intercorre tra la consegna lavori e la loro ultimazione o collaudo.

Inoltre, si specifica che, per quanto riguarda i dati relativi alla Regione Basilicata e alla Provincia Autonoma di Trento, non avendo nessuna informazione utile circa i tempi di affidamento lavori, sono stati attribuiti i valori medi nazionali al fine di ottimizzare il grafico rappresentato in Figura 8.17.

In riferimento a quanto sopra, dall'istogramma di Figura 8.17 emerge che, rispetto al valore medio nazionale di realizzazione di un intervento, pari a 4,6 anni, diverse sono le Regioni/Province Autonome per le quali si rileva un tempo superiore, tra cui, Sardegna, Campania, Veneto, Lazio, Prov. Aut. di Bolzano, Friuli Venezia Giulia e Puglia, per le quali si registra una durata media superiore a 5 anni.

Dall'analisi complessiva dei dati, inoltre, emergono i casi della Sardegna e della Campania, caratterizzate da tempi medi di realizzazione che sfiorano i 6 anni (5,9 e 5,8 anni rispettivamente) e, sul fronte opposto, l'Emilia-Romagna e la Provincia Autonoma di Trento, per le quali si registrano i minori tempi medi di attuazione (3,8 e 3,9 anni rispettivamente).

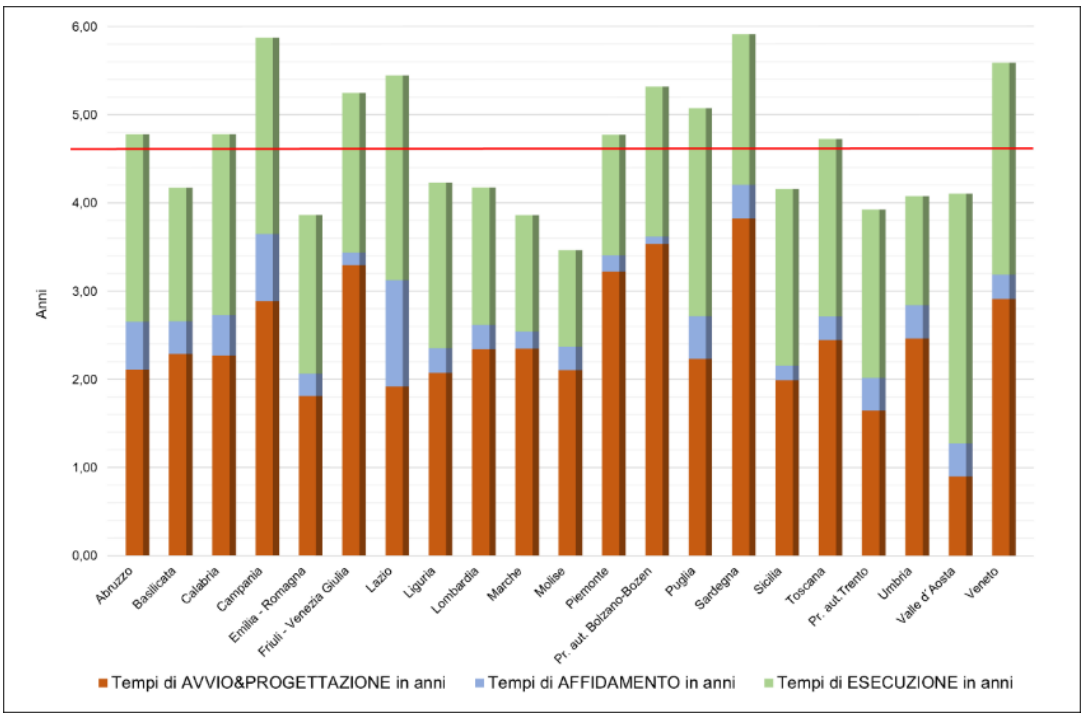
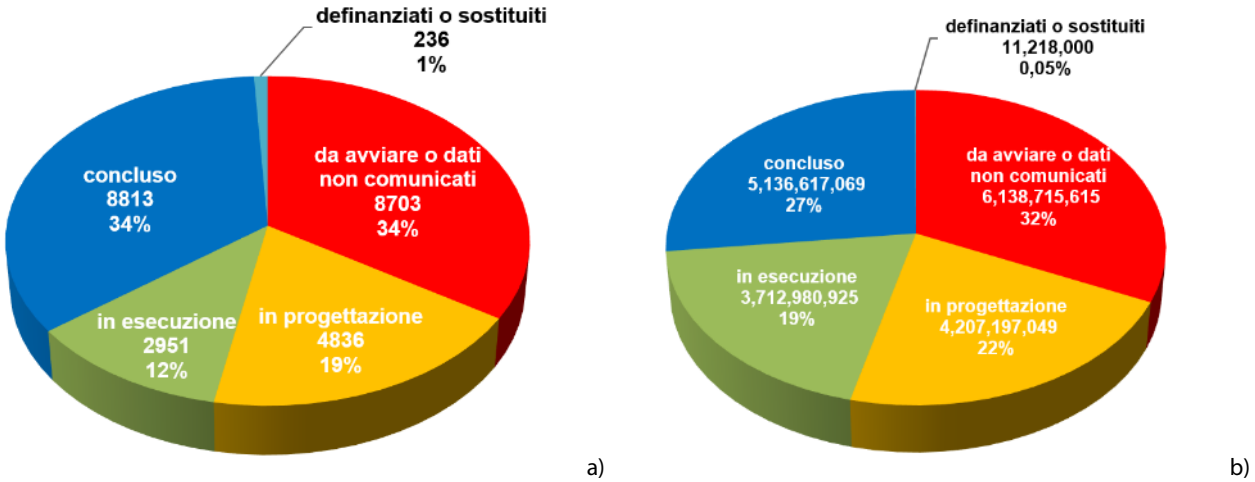


Figura 8.17 – Tempi medi di realizzazione degli interventi, suddivisi per Regione/Provincia Autonoma. La linea rossa corrisponde al valore medio di realizzazione di un intervento derivato per l'intero territorio nazionale

Dal confronto tra i dati sopra richiamati e la durata media delle diverse fasi di realizzazione dell'intervento, si rileva che la fase di avvio e progettazione è quella che incide maggiormente nel determinare l'allungamento dei tempi complessivi di attuazione di un intervento rispetto alle successive fasi di affidamento lavori e della loro esecuzione.

8.2.3.1 Stato di attuazione

Se si analizza lo stato di attuazione degli interventi finanziati sull'intero territorio nazionale in funzione del numero degli interventi stessi e dei relativi finanziamenti erogati, considerando nel loro complesso tutte le risorse MASE e quelle extra-MASE censite in ReNDiS dal 1999, si evidenzia che (Figura 8.18 a), su un numero totale di 25.539 interventi finanziati, 8.813, pari a circa il 34%, risultano conclusi, il 12% (2.951 interventi) è in fase di esecuzione, il 19% (4.836 interventi) è in fase di progettazione, mentre quasi il 34% (8.703 interventi) è ancora da avviare o senza dati comunicati.



a) b)

Figura 8.18 – Distribuzione del numero (a) e degli importi (b) degli interventi in funzione della fase di attuazione

Considerando gli stessi dati dal punto di vista delle risorse stanziate ai fini della realizzazione degli interventi (Figura 8.18 b), si evidenzia che solo il 27% (5.136 Mln €) di quelle complessivamente stanziate fa riferimento

ad interventi conclusi, mentre la restante parte è relativa per il 19% (3.800 Mln €) ad interventi in fase di esecuzione, per il 22% (4.207 Mln €) ad interventi in fase di progettazione e per il 32% (6.139 Mln €) ad interventi ancora da avviare o senza dati comunicati.

Riguardo ai dati sopra riportati, è opportuno evidenziare che lo stato di attuazione riportato su ReNDiS, per tutti gli interventi di cui è stato correttamente indicato il relativo CUP, deriva dall'allineamento settimanale con le informazioni disponibili nella banca dati BDAP della Ragioneria Generale dello Stato – MEF, eseguito con modalità automatiche di interoperabilità applicativa. In tutti gli altri casi, l'aggiornamento delle informazioni compete alle Amministrazioni titolari degli interventi, che possono inserirle autonomamente operando direttamente sulla piattaforma.

In generale, si ritiene che la percentuale particolarmente elevata di interventi da avviare o con dati non comunicati sia in buona parte da collegare principalmente al mancato aggiornamento del monitoraggio degli interventi, sia MASE, sia extra-MASE, da parte degli Enti titolari degli stessi.

Analizzando più in dettaglio i dati sullo stato di attuazione degli interventi per ogni Regione/Provincia Autonoma, si evidenzia che ai valori medi su base nazionale corrisponde una ampia variabilità, a scala locale, della incidenza percentuale delle diverse fasi. In particolare, facendo riferimento ai dati per numero di interventi (Figura 8.19) si nota che il numero di quelli conclusi si distribuisce in modo abbastanza regolare passando dal 55% dell'Emilia-Romagna fino al 15% della Campania, senza alcuna riscontrabile correlazione con la loro area di collocazione geografica. Anche l'incidenza degli interventi nelle altre fasi presenta un andamento abbastanza analogo e regolare, con le vistose eccezioni delle due Provincie autonome dove, però, i numeri assoluti molto bassi (Figura 8.6) insieme con il marcato squilibrio tra interventi MASE ed extra-MASE, può essere all'origine della incidenza "anomala" degli interventi in stato da avviare o in progettazione.

Gli stessi dati, ma espressi in termini di risorse finanziate per gli interventi, presentano un andamento parzialmente diverso (Figura 8.20). Sia pure con diffusi spostamenti nelle posizioni relative delle Regioni, permane una variabilità abbastanza regolare per quanto riguarda l'incidenza degli interventi conclusi, ma più contenuta, passando dal 39% della Provincia autonoma di Trento fino al 12% scarso della Sardegna. L'incidenza delle altre fasi è, invece, molto più articolata di quanto riscontrato nell'analisi per numero di interventi e, in generale, appare meno significativa: bastano infatti pochi interventi di importo elevato per alterare vistosamente il dato regionale come, ad esempio, nel caso della Liguria dove, dei 126 interventi in esecuzione, il solo intervento 07IR004/G4 sul torrente Bisagno (oltre 220 Mln € di finanziamento per lo scolmatore a protezione della città di Genova) rappresenta più del 20% delle risorse complessivamente assegnate alla Regione ed è all'origine del valore apparentemente anomalo che si osserva in Figura 8.20.

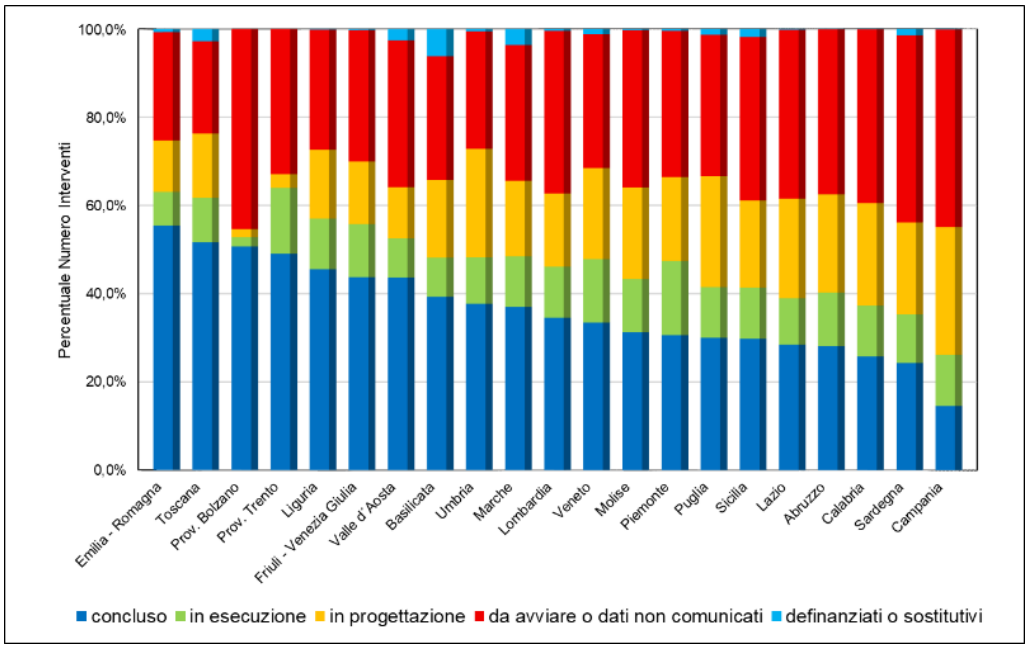


Figura 8.19 – Distribuzione della incidenza regionale per numero degli interventi finanziati in funzione dello stato di attuazione

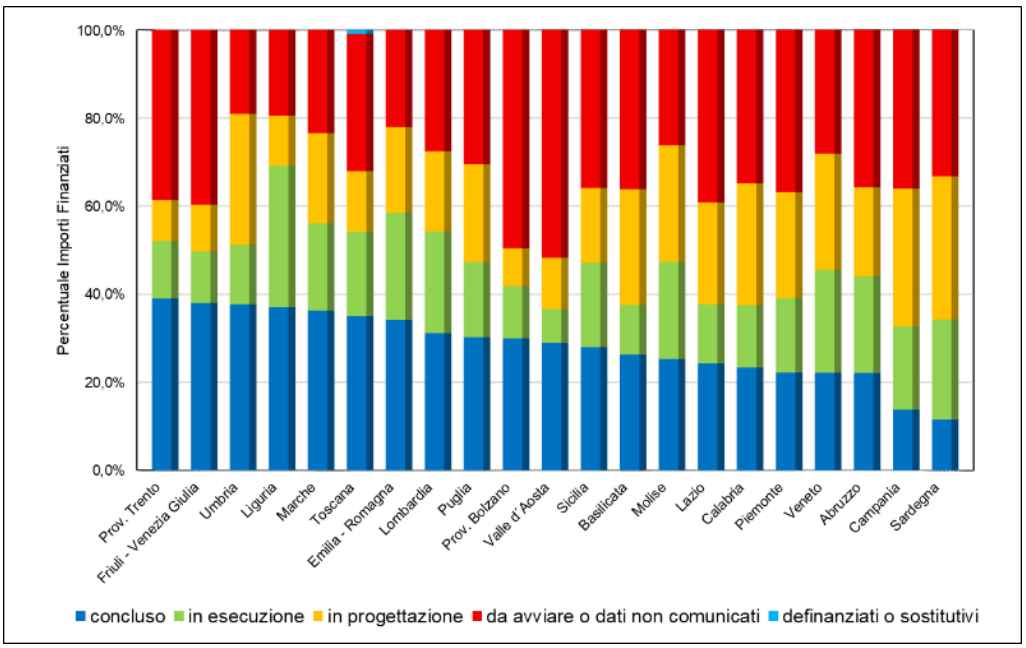


Figura 8.20 – Distribuzione regionale della incidenza per importo degli interventi finanziati in funzione dello stato di attuazione

8.3 Area istruttorie

Le analisi di seguito illustrate riguardano le schede istruttorie per la richiesta di finanziamenti destinati a nuovi interventi di mitigazione del rischio idrogeologico, presentate dalle Regioni/Province Autonome al MASE e al Dipartimento Casa Italia. Le Schede attive alla fine del 2024 risultano complessivamente 1.267, per un ammontare di risorse richieste pari a 3.631 Mln € che copre l'85% del corrispondente costo complessivo dei progetti presentati: il restante 15% trova copertura in altre risorse, per lo più di diretta competenza regionale.

8.3.1 Le richieste di finanziamento per tipologia dei dissesti e loro distribuzione regionale

L'analisi dei dati relativi alla distribuzione delle richieste di finanziamento in funzione della tipologia del dissesto classificato in ReNDiS (Figura 8.21 a) consente di evidenziare che i dissesti franosi sono quelli per i quali è più elevata la richiesta di realizzazione di nuovi interventi, pari al 47% (592 Schede istruttorie) del totale. Per la realizzazione di interventi in aree caratterizzate da dissesti idraulici è stato invece avanzato il 33% delle richieste (423 Schede istruttorie). Le richieste relative a dissesti di tipo costiero (43), valanghivo (5) e misto (68) rappresentano nel loro insieme poco meno del 10% del totale.

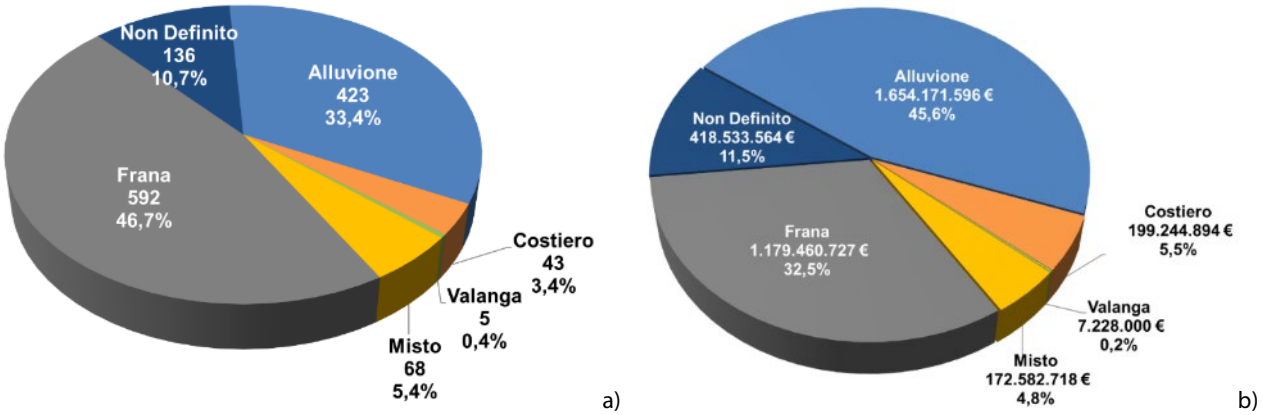


Figura 8.21 – Distribuzione del numero (a) di Schede istruttorie e dei relativi importi (b) inserite nell'Area Istruttorie dalle Regioni ed attive a dicembre 2024, suddivise in funzione della categoria di dissesto classificato in ReNDiS

Confrontando i dati sopra illustrati con la distribuzione dell'importo dei finanziamenti associati alle Schede istruttorie presentate, sempre in funzione della tipologia di dissesto considerata (Figura 8.21 b), si evidenzia che, sebbene le richieste per la realizzazione di interventi relativi ad aree in frana siano in numero maggiore rispetto a quelle relative ad aree interessate da fenomeni alluvionali, per questi ultimi l'ammontare dei finanziamenti richiesti è di gran lunga più elevato rispetto alle altre tipologie di dissesto, rappresentando quasi il 46% (pari a circa 1,7 MlD €) degli importi totali richiesti.

I dati sopra illustrati confermano ancora una volta quanto già fatto osservare per gli interventi in monitoraggio e i relativi finanziamenti, ovvero che, a parità di numero di interventi per le diverse tipologie di dissesto, il relativo importo è molto più elevato per quelli relativi ad aree interessate da dissesti idraulici.

Per quanto riguarda la distribuzione regionale delle richieste di finanziamento, prima di esaminare i dati disponibili in ReNDiS è necessario richiamare alcuni aspetti del meccanismo di finanziamento definito dal DPCM "criteri" del 27.09.2021. Infatti, mentre in precedenza tutti i progetti inseriti nell'area istruttorie venivano "priorizzati" e solo nella fase di verifica delle richieste di finanziamento erano poi sottoposti a valutazione della Autorità di Bacino Distrettuale, con il nuovo decreto soltanto i progetti che hanno già ottenuto la valutazione positiva dell'ABD entrano a far parte di una specifica Graduatoria Regionale da cui possono essere selezionati quelli da proporre a finanziamento. Inoltre, per quanto riguarda le risorse del MASE, all'avvio di ogni ciclo di programmazione il Ministero comunica alle Regioni l'ammontare della dotazione finanziaria assegnata per l'annualità in corso, e le Regioni predispongono l'elenco dei progetti da inserire nella richiesta di finanziamento commisurandolo a detto importo.

Tenendo conto di questi aspetti, nella Figura 8.22 è riportata la distribuzione regionale delle 1.267 schede istruttorie attive su ReNDiS a dicembre 2024, con evidenziata la quota di queste che, in ciascuna Regione, costituiva all'epoca la Graduatoria Regionale. Ne emerge una variabilità molto ampia nelle modalità di gestione delle schede istruttorie da parte delle Regioni, sia come numero complessivo, che come rapporto tra schede in graduatoria e no. Si passa infatti, con un andamento abbastanza regolare, dal "picco" della Campania (oltre 250 schede attive) fino alle poche unità inserite dalla Provincia autonoma di Bolzano e, soprattutto, si evidenzia come la percentuale delle schede in graduatoria segua un andamento che non ha nessuna evidente correlazione con il numero totale delle schede attive. Su questo intervengono sicuramente molteplici fattori ma le altissime percentuali di schede in graduatoria che si riscontrano in Sardegna e Sicilia (dove la struttura che propone il progetto e il distretto che lo valuta sono articolazioni della stessa Amministrazione) suggeriscono che il rapporto tra schede in graduatoria e schede attive possa essere anche, almeno in parte, indicativo del grado di sintonia ed efficacia nella collaborazione tra i due attori istituzionali coinvolti nella formazione della graduatoria.

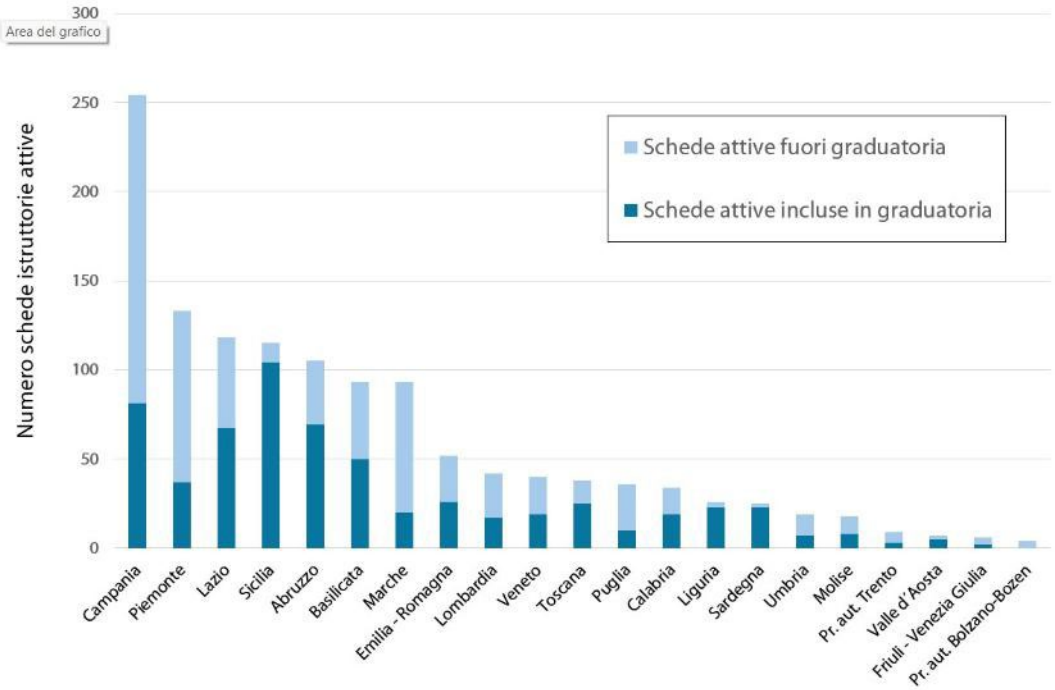


Figura 8.22 – Numero delle schede istruttorie attive per la richiesta del finanziamento di nuovi interventi, suddivisi per Regione/Provincia Autonoma

Ulteriori indicazioni si possono ricavare dalla analoga distribuzione regionale delle schede attive espressa in termini di importi richiesti. I dati sono riportati nella Figura 8.23 e sono messi a confronto con le dotazioni finanziarie assegnate dal MASE nelle sole programmazioni del triennio 2022-24, ovvero quelle gestite con le nuove procedure introdotte dal DPCM criteri del 2021.

L'andamento generale non è dissimile da quello riportato nella Figura 8.22 con Campania e Piemonte che restano le due Regioni con i valori nettamente più elevati (rispettivamente 755 e 511 Mln di €) mentre, negli altri casi, gli spostamenti nel posizionamento relativo sono abbastanza limitati; fa eccezione il caso del Friuli-Venezia Giulia che, a fronte di soltanto sei schede attive, risulta invece la terza Regione con i maggiori importi associati (282 Mln di €), ma per effetto di un solo grande progetto (un'opera da oltre 240 Mln di €) che però, finora, non dispone dell'approvazione del Distretto.

Un aspetto interessante che emerge dalla Figura 8.23 è la presenza di alcune analogie, tra Regioni diverse, nella proporzione tra le due tipologie di schede attive e gli importi delle dotazioni finanziarie assegnate per le programmazioni. Dette analogie suggeriscono che proprio l'entità delle dotazioni finanziarie possa giocare un ruolo di "forzante" nella gestione e nell'inserimento delle schede istruttorie, anche se interpretato in modo diverso da Regione a Regione.

In pochi casi (Campania, Sicilia, Basilicata, Abruzzo) gli importi complessivi delle schede in graduatoria risultano nettamente superiori a quelli delle dotazioni finanziarie dell'ultimo triennio e, a prescindere dalle ulteriori schede attive totali, sembra potersi desumere che i criteri adottati nella gestione dei progetti in istruttoria sia del tutto indipendente dalla potenziale disponibilità di risorse e che, quindi, la loro gestione sia effettivamente improntata all'obiettivo di costituire un quadro rappresentativo del fabbisogno regionale di interventi, approvato dal Distretto.

Ci sono poi altre situazioni dove il totale degli importi delle schede attive è comunque significativamente più elevato delle dotazioni ma, tuttavia, queste ultime risultano circa equivalenti all'importo associato alle sole schede in graduatoria (Piemonte, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Lazio, Marche) o addirittura superiori (Lombardia, Puglia). Se ne può desumere l'ipotesi che, anche per questi gruppi, la gestione complessiva delle schede tenda ancora all'obiettivo di costituire un quadro del fabbisogno regionale, ma che le azioni finalizzate all'inserimento delle schede in graduatoria siano in qualche modo condizionate dalla effettiva entità delle risorse disponibili.

In tutti gli altri casi, ovvero per quasi la metà delle Regioni (parte destra del grafico di Figura 8.23), l'andamento degli importi associati al totale delle schede attive è pressoché coincidente con quello delle dotazioni MASE assegnate nel triennio e, a prescindere dalla quota (variabile) di quelle inserite in graduatoria, le dotazioni disponibili sembrano essere interpretate come un forte elemento di riferimento per quanto riguarda la gestione delle schede istruttorie.

In conclusione, le evidenti differenze che si riscontrano nella gestione delle schede istruttorie da parte delle Regioni non consentono, allo stato attuale, di considerare i dati presenti nell'area istruttorie come un indicatore omogeneo e significativo del fabbisogno regionale di risorse ed interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico.

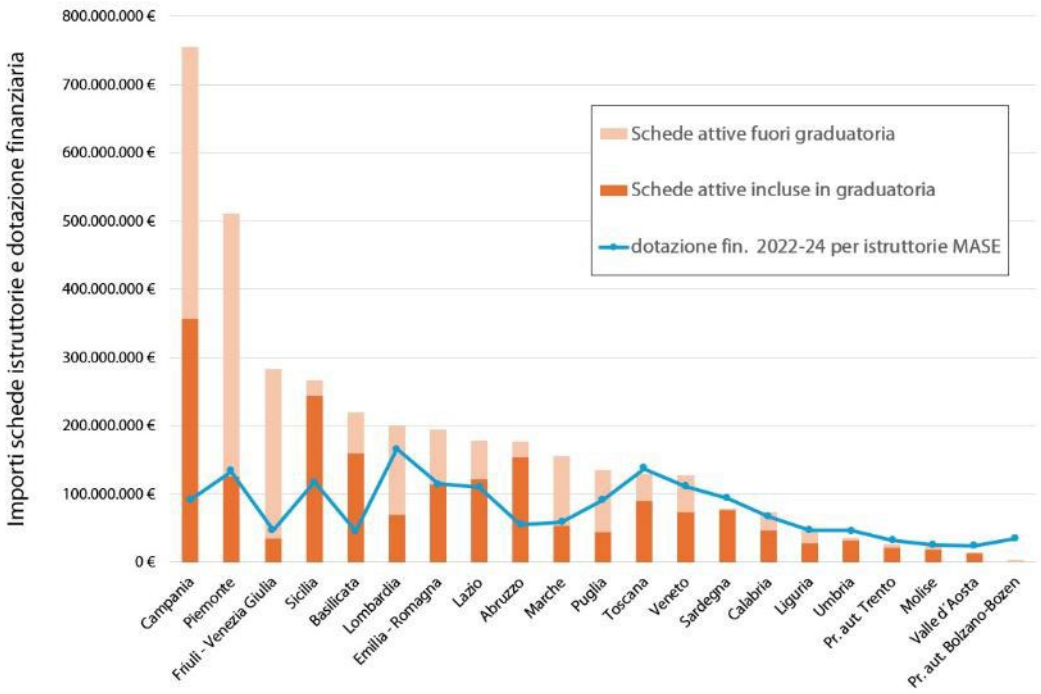


Figura 8.23 – Importi associati alle schede istruttorie attive per la richiesta del finanziamento di nuovi interventi, a confronto con le dotazioni finanziarie complessive rese disponibili dal MASE nel triennio 2022-24, suddivisi per Regione/Provincia Autonoma

8.3.2 Confronto fra gli importi delle istruttorie e degli interventi finanziati con gli indicatori di rischio e di pericolosità per frane e alluvioni

Di seguito viene presentata un'analisi delle incidenze che assumono, su base nazionale, gli importi associati sia alle schede istruttorie che ai finanziamenti ottenuti da ciascuna Regione, mettendole a confronto con le rispettive incidenze delle condizioni di rischio e pericolosità per frane e alluvioni. Per poter esprimere in forma sintetica dette condizioni, è stata eseguita un'operazione di aggregazione su base regionale dei parametri utilizzati per definire (nei capitoli precedenti) gli indicatori di popolazione a rischio e le aree a pericolosità per frane e alluvioni. Nel dettaglio, è stato dapprima determinato un parametro aggregato per la popolazione a rischio, sommando la popolazione residente in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata con quella residente in aree a pericolosità idraulica media P2 ed esprimendone il risultato come valore percentuale rispetto al totale nazionale. Analogamente è stato determinato un parametro aggregato per le aree a pericolosità, sommando le superfici a pericolosità da frana elevata e molto elevata con quelle a pericolosità idraulica media P2 ed esprimendone, anche qui, il risultato come percentuale del dato nazionale. La media tra i due parametri è stata quindi assunta come valore sintetico idoneo, per le analisi che seguono, a rappresentare l'incidenza delle condizioni di rischio e pericolosità presenti in ciascuna regione, rispetto al quadro nazionale.

Nella Figura 8.24 i valori sintetici così ricavati vengono messi a confronto con le incidenze sia degli importi associati a tutte le schede istruttorie attive, sia di quelli associati alla sola aliquota di schede attive che è anche in graduatoria.

Dal confronto si può effettivamente riscontrare un generale trend discendente degli importi associati alle schede, coerente con l'andamento dei parametri di rischio/pericolosità, ma le ampie discordanze che si riscontrano per diverse Regioni (Campania, Piemonte, Sicilia e Basilicata, le più spiccate) portano a confermare che il fattore determinante nella gestione delle schede istruttorie è probabilmente legato al modo con cui le diverse Regioni prendono a "riferimento" o meno l'ammontare delle risorse potenzialmente disponibili, come già prospettato a commento della Figura 8.23.

Infine, nella Figura 8.25, gli stessi valori sintetici di incidenza dei parametri di rischio/pericolosità vengono messi a confronto con le incidenze relative dei finanziamenti ottenuti e delle dotazioni finanziarie assegnate per le istruttorie. Anche in questo risulta assente ogni significativa correlazione e, in particolare, si evidenzia che solo tre Regioni (Emilia-Romagna, Toscana e Valle d'Aosta) hanno sia la percentuale di finanziamenti che

quella delle dotazioni assegnate per le istruttorie nettamente inferiori all'incidenza relativa dei parametri di rischio/pericolosità. Per contro quasi tutte le altre hanno ricevuto finanziamenti in percentuale superiore all'incidenza del rischio/pericolosità, prime fra tutte Calabria, Sicilia, Veneto e Lazio.

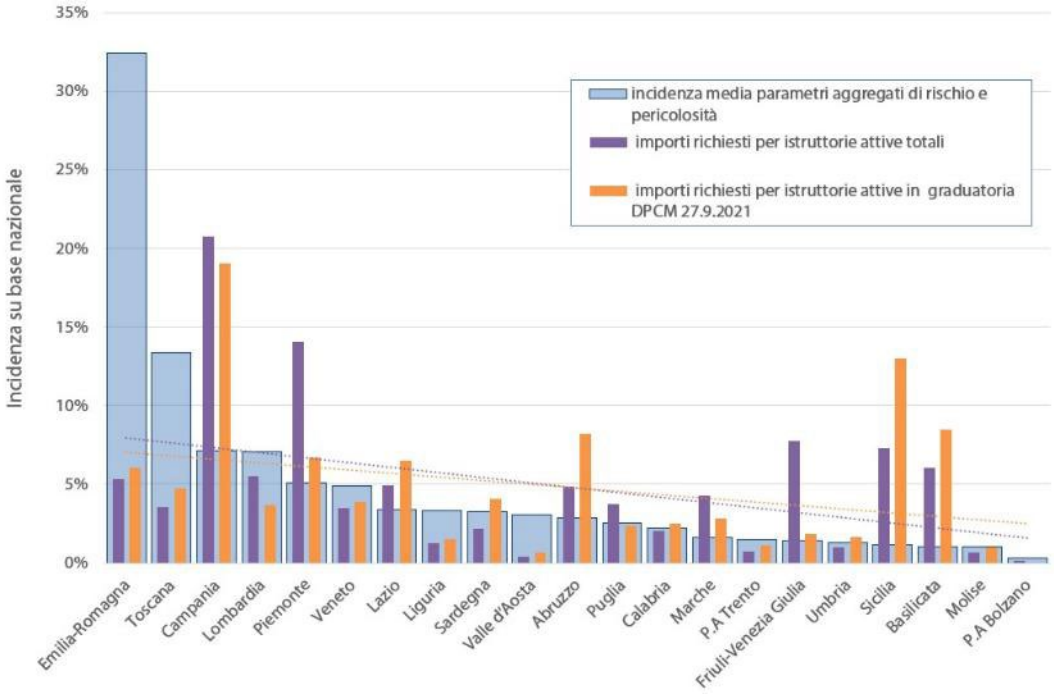


Figura 8.24 – Incidenza regionale degli importi associati alle schede istruttorie a confronto con l'incidenza media dei parametri aggregati di rischio e pericolosità per alluvioni e frane

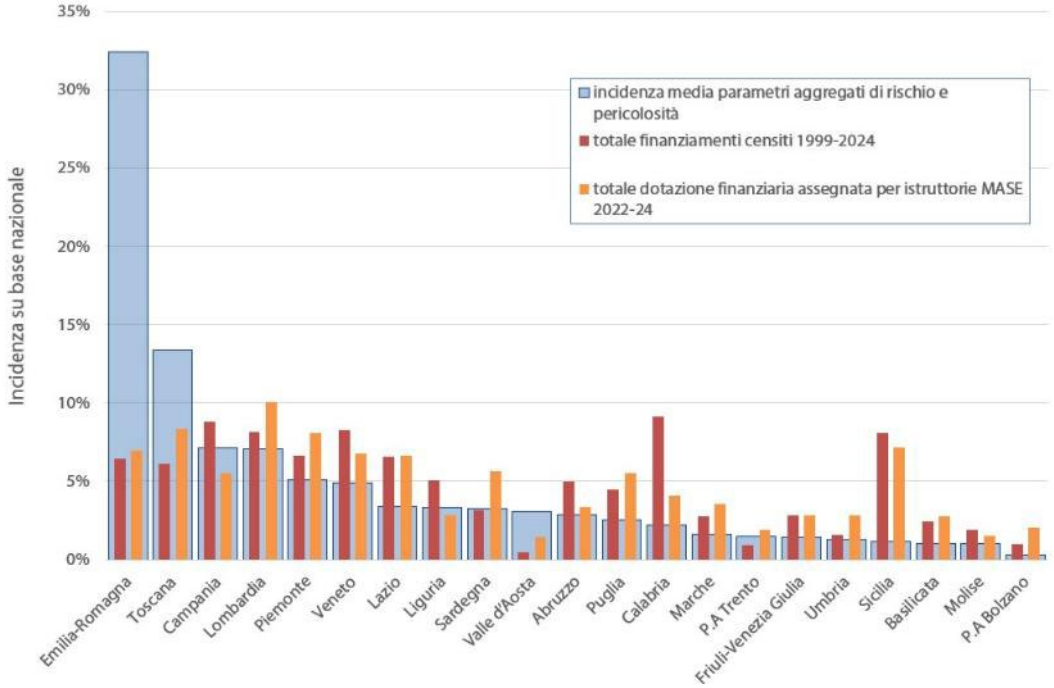


Figura 8.25 – Incidenza regionale dei finanziamenti totali ottenuti e delle dotazioni finanziarie assegnate per le istruttorie MASE, a confronto con l'incidenza media dei parametri aggregati di rischio e pericolosità per alluvioni e frane

9 BIBLIOGRAFIA

APAT (2007a) Trigila A. (ed.) Rapporto sulle frane in Italia – Il Progetto IFFI: Metodologia, risultati e rapporti regionali. Rapporti 78/2007.

APAT (2007b) Atlante delle opere di sistemazione costiera. APAT, Manuali e Linee guida 44/2007.

Arpae-SIMC (2023a) Rapporto degli eventi meteorologici di piena e di frana dell'1-4 maggio 2023. Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale Emilia-Romagna. https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/reportmeteo/rapporti-post-evento/rapporto_idro_meteo_20230501-04.pdf

Arpae-SIMC (2023b) Rapporto degli eventi meteorologici di piena e di frana del 16-18 maggio 2023. Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale Emilia-Romagna. https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/reportmeteo/rapporti-post-evento/rapporto_idro_meteo_20230516-18.pdf

ARPAE-SIMC (2024) Rapporto IdroMeteoClima Emilia-Romagna Dati 2023. ISBN: 978-88-87854-59-6. https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/rapporti-annuali/rapporto-idrometeoclima-2023

ARPA Piemonte (2005) Le valanghe. In: Dalla valutazione alla previsione dei rischi naturali. ISBN 88-7479-082-1

ARPA Piemonte (2023) Rapporto di approfondimento sugli eventi di colata detritica della Val di Susa - il caso del Rio Frejus (Bardonecchia) del 13 agosto 2023.

ARPA Veneto (2023) WEB GIS del Sistema Informativo della Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe della Regione del Veneto. Manuale d'uso.

Auflič MJ, Herrera G, Mateos RM et al. (2023) Landslide monitoring techniques in the Geological Surveys of Europe. Landslides 20:951–965. https://doi.org/10.1007/s10346-022-02007-1

Autorità di Bacino della Basilicata (2018) Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico - aggiornamento 2018. Relazione.

Autorità di Bacino del Fiume Arno (2004) Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico. Relazione Integrativa.

Autorità di Bacino del Fiume Arno (2009) Carta dei beni culturali Evento eccezionale Tempo di Ritorno 200 anni.

Autorità di Bacino Distrettuale delle Alpi Orientali (2024) Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico. Relazione tecnica. Terza Variante.

Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (2024a) Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica (PAI Dissesti). Relazione.

Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (2024b) Disciplina di Piano. Allegato 3 Modalità di redazione delle mappe del PAI Dissesti e delle proposte di riesame.

Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (2023) Progetto di Aggiornamento del Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Isola di Ischia - Primo Stralcio funzionale - Comune di Casamicciola Terme. Relazione sintetica attività svolte e risultati conseguiti

Autorità di Bacino Regionale Campania Sud e Interregionale per il Bacino Idrografico del Fiume Sele (2012) Rivisitazione del piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino Idrografico del Fiume Sele. Metodologia applicata per la definizione della pericolosità e del rischio da frana.

Autorità di Bacino Regionale Campania Centrale (2015) Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Relazione Generale.

Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Fiora (2001) Piano di Assetto Idrogeologico – Allegato 3.1 Studi relativi alla delimitazione delle aree a diversa probabilità di frana.

Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione (2014) Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del sottobacino del fiume Fella. Relazione Generale.

Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione (2015) Progetto di Prima Variante Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Livenza. I variante. Relazione tecnica.

Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione (2012) Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave e Brenta-Bacchiglione. Relazione Generale.

Autorità dei Bacini regionali del Lazio (2012) Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.). Relazione tecnica.

Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno (2006) Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Rischio da frana.

Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Magra. Piano Stralcio Assetto Idrogeologico. Relazione Generale.

Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (2016) Piano Stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico. Relazione specifica di Variante sottobacino Marecchia-Conca.

Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (ABD Po), 2024: Valutazione preliminare del rischio di alluvioni e definizione delle aree a potenziale rischio significativo di alluvioni ai sensi degli art. 4 e 5 della Direttiva 2007/60/CE: terzo ciclo di gestione - RELAZIONE METODOLOGICA: Stato di avanzamento – dicembre 2024. Disponibile online all'indirizzo: https://pianoalluvioni.adbpo.it/wp-content/uploads/2025/04/Relazione-metodologica_III_ciclo_DistrettoPo.pdf

Autorità di Bacino del Fiume Po (1999) Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Relazione generale.

Autorità di Bacino della Puglia (2004) Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI). Relazione di piano.

Autorità di Bacino del Reno (2002) Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico. Titolo 1 – Rischio da frana e assetto dei versanti.

Autorità di Bacino del Reno (2008) Piano Stralcio per il bacino del torrente Samoggia. Aggiornamento 2007. Titolo 1 – Rischio da frana e assetto dei versanti.

Autorità di Bacino del Reno (2009) Piano Stralcio per il bacino del torrente Senio. Revisione Generale. Titolo 1 – Rischio da frana e assetto dei versanti.

Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli Piano Stralcio di Bacino per il Rischio Idrogeologico. Relazione tecnica. Rischio di frana.

Autorità di Bacino del Fiume Tevere (2006) Piano stralcio di Assetto Idrogeologico. Relazione.

Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore (2004) Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Biferno. Relazione Generale.

Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore (2004) Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Fortore. Relazione Generale.

Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore (2004) Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Saccione. Relazione Generale.

Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore (2007) Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Trigno. Relazione Generale.

Autorità di Bacino interregionale del Fiume Tronto (2007) Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Tronto. Elaborato A – Relazione Generale.

Barbano A., Braca G., Bussettini M., Dessì B., Inghilesi R., Lastoria B., Monacelli G., Morucci S., Piva F., Sinapi L., Spizzichino D. (2012) Proposta metodologica per l'aggiornamento delle mappe di pericolosità e di rischio - Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi da alluvioni (Decreto Legislativo n.49/2010). Manuali e Linee Guida ISPRA, 82/2012.

Barbolini M., Natale L., Tecilla G., Cordola M. (2005) Linee guida metodologiche per la perimetrazione delle aree esposte al pericolo valanghe. AINEVA.

Bazzoffi P., Ciccarese L., De Meo A., Di Leginio M., Fumanti F., Guerra P., Iadanza C., Munafò M., Rossi L., Romano R. Trigila A. (2013) Linee guida per la valutazione del dissesto idrogeologico e la sua mitigazione attraverso misure ed interventi in campo agricolo e forestale. ISPRA, Manuali e Linee Guida 85/2013.

Berti M., Pizziolo M., Scaroni M., Generali M., Critelli V., Mulas M., Tondo M., Lelli F., Fabbiani C., Ronchetti F., Ciccarese G., Dal Seno N., Ioriatti E., Rani R., Zuccarini A., Simonelli T., Corsini A. (2024) RER2023: the landslide inventory dataset of the May 2023 Emilia-Romagna event. Earth Syst. Sci. Data, 17, 1055–1074, 2025. https://doi.org/10.5194/essd-17-1055-2025.

Bianchi C., Salvati P. (2025) Rapporto Periodico sul Rischio posto alla Popolazione italiana da Frane e Inondazioni. Anno 2024 CNR-IRPI.

Braca G., Mariani S., Lastoria B., Tropeano R., Casaioli M., Piva F., Marchetti G., Bussettini M. (2024) Bilancio idrologico nazionale: stime BIGBANG e indicatori sulla risorsa idrica. Aggiornamento al 2023. Rapporti n. 401/2024, ISPRA, Roma. Disponibile online all'indirizzo: https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/bilancio-idrologico-nazionale-stime-bigbang-e-indicatori-sulla-risorsa-idrica-aggiornamento-al-2023.

Braca G., Mariani S., Lastoria B., Piva F., Archi F., Botto A., Casaioli M., Forte T., Marchetti G., Peruzzi C., Tropeano R., Vendetti C., Bussettini M. (2023) Bilancio idrologico nazionale: focus su siccità e disponibilità naturale della risorsa idrica rinnovabile. Aggiornamento al 2022. Rapporti n. 388/2023, ISPRA, Roma. Disponibile online all'indirizzo: https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/bilancio-idrologico-nazionale-focus-su-siccita-e-disponibilita-naturale-della-risorsa-idrica-rinnovabile-aggiornamento-al-2022.

Braca G., Bussettini M., Lastoria B., Mariani S., Piva F. (2021) Il Bilancio Idrologico Gis BAsed a scala Nazionale su Griglia regolare – BIGBANG: metodologia e stime. Rapporto sulla disponibilità naturale della risorsa idrica. Rapporti n. 339/21, ISPRA, Roma. Disponibile online all'indirizzo: https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/il-bilancio-idrologico-gis-based-a-scala-nazionale-su-griglia-regolare-bigbang.

Brath A., Casagli N., Marani M., Mercogliano P., Motta R. (2023) Rapporto della Commissione Tecnico-Scientifica istituita con Deliberazione della Giunta Regionale n. 984/2023 e determinazione dirigenziale 14641/2023, al fine di analizzare gli eventi meteorologici estremi del mese di maggio 2023. Regione Emila-Romagna.

Bucci F., Santangelo M., Fongo L., Alvioli M., Cardinali M., Melelli L., Marchesini I. (2022) A new digital lithological map of Italy at the 1:100 000 scale for geomechanical modelling. Earth Syst. Sci. Data 14, 4129–4151.

Bühler Y., Kumar S., Veitinger J., Christen M., Stoffel A., Snehmani (2013) Automated identification of potential snow avalanche release areas based on digital elevation models. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 13, 1321–1335, https://doi.org/10.5194/nhess-13-1321-2013, 2013.

Calcaterra D., Cencetti C., Meisina C., Revellino P. (eds) (2022) Frane d'Italia, AIGA. Luciano Editore.

Canuti P., Casagli N. (1996) Considerazioni sulla valutazione del rischio di frana. CNR-GNDCI e Regione Emilia Romagna, Pubbl. n. 846, Tip. Risma, Firenze, 57pp.

Cascini, L., Ferlisi, S., Moraci, N., Soccodato, C. (2022). Progettazione degli interventi di mitigazione del rischio da frana (pp. 1-107). Associazione Geotecnica Italiana.

Centro Funzionale Multirischi Regione Campania (2022) Rapporto dell'evento idrometeorologico occorso il 26 novembre 2022 sul territorio dell'isola di Ischia Comune di Casamicciola. Disponibile online all'indirizzo: http://centrofunzionale.regione.campania.it/#/pages/documenti/rapporti.

Centro Funzionale Regione Marche (2022) Rapporto di Evento preliminare 15-17 Settembre 2022. Disponibile online all'indirizzo: https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Protezione-Civile/Progetti-e-Pubblicazioni/Rapporti-di-evento.

Chae BG, Park HJ, Catani F, Simoni A, Berti M (2017) Landslide prediction, monitoring and early warning: a concise review of state-of-the-art. Geosci J 21:1033–1070. https://doi.org/10.1007/s12303-017-0034-4

Chiaia B., Frigo B. (2024) Linee guida per la valutazione e la mitigazione del rischio valanghe di neve sulle infrastrutture e costruzioni, Presidenza del Consiglio dei ministri - Dipartimento per gli affari regionali e le autonomie.

Corominas J., van Westen C., Frattini P. et al. (2014) Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk. Bull Eng Geol Environ 73, 209–263; https://doi.org/10.1007/s10064-013-0538-8

Cruden D.M. (1991) A simple definition of a landslide. IAEG Bull., 43, 27-29

Dei Cas L., Pastore M.L., Bonetti D., Ferrarini F. (2022) Problems and solutions for the management of a unitary system of landslide monitoring networks: an experience in North Italy. Italian Journal of Engineering Geology and Environment 2:41–57. https://doi.org/10.4408/IJEGE.2022-02.O-04

Dei Cas L., Trigila A., Iadanza C. (eds.) (2021) Linee Guida SNPA per il monitoraggio delle frane. SNPA, Linee Guida 32/2021

Dipartimento della Protezione Civile - Presidenza del Consiglio dei Ministri (2021) La cartografia nazionale degli aggregati strutturali. Settembre 2021 – Vers.1.2.

Dipartimento per lo Sviluppo e la Coesione economica - Presidenza del Consiglio dei Ministri (2014) Accordo di Partenariato 2014-2020 Italia - Settembre 2014.

D.Lgs. n. 152/2006 - Norme in materia ambientale del 3 aprile 2006

D.Lgs. n.112/98 - Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni e agli Enti locali, in attuazione del capo I della Legge n.59 del 15 marzo 1997, del 31 marzo 1998

D.Lgs. 49/2010 - Attuazione della Direttiva comunitaria 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni. Del 23 febbraio 2010

DPCM 20 febbraio 2019 - Piano nazionale per la mitigazione del rischio idrogeologico - ProteggItalia

EEA (2010) The European Environment State and Outlook 2010 Marine And Coastal Environment. European Environment Agency.

EEA (2012) Guidelines for verification and enhancement of high-resolution layers produced under GMES initial operations. (GIO) Land monitoring 2011 – 2013.

EU (2000) Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of European Communities, L 327, 22/12/2000 P. 0001 - 0073

EU (2002) Recommendation of the European Parliament and of the Council of 30 May 2002 concerning the implementation of Integrated Coastal Zone Management in Europe. (2002/413/EC) Official Journal of the European Communities, 6-6-2002.

EU (2004) DGENV European Commission, Development of a Guidance Document on Strategic Environmental Assessment (SEA) and Coastal Erosion. Final Report.

EU (2007) Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks. Official Journal of European Communities, L 288, 6.11.2007, p. 27–34

EU (2010) Decisione del Consiglio 2010/631/UE, del 13 settembre 2010, relativa alla conclusione, a nome dell'Unione europea, del protocollo sulla gestione integrata delle zone costiere del Mediterraneo della convenzione sulla protezione dell'ambiente marino e del litorale del Mediterraneo.

EUrosion (2004) Living with Coastal Erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability: A guide to coastal erosion management practices in Europe, prepared for European Commission Directorate General Environment, Service contract B4-3301/2001/329175/MAR/B3.

Filipponi F., Iadanza C., Vivaldi V., Zucca F., Meisina C., Ferrario M.F., Trigila A. (2025) Hybrid pixel-based and object-based image analysis approach for landslides rapid mapping: the extreme rainfall in 1 Emilia-Romagna (Italy) May 2023 case study. Submitted to Natural Hazards.

Frigo, B., Bartelt, P., Chiaia, B. et al. (2021) A Reverse Dynamical Investigation of the Catastrophic Wood-Snow Avalanche of 18 January 2017 at Rigopiano, Gran Sasso National Park, Italy. Int J Disaster Risk Sci 12, 40–55. https://doi.org/10.1007/s13753-020-00306-6.

Fruet G., Cestari P., Gadotti M. (2003) Trentino: la nuova Carta Valanghe Digitale. Neve e Valanghe, 48/2003.

Gallozzi P.L., Dessì B., Iadanza C., Guarneri E., Miscione F., Spizzichino D., Rischia I., Trigila A. (2020) ReNDiS 2020. Ventanni di monitoraggio ISPRA sugli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico. ISPRA, Rapporti 328/2020 - ISBN: 978-88-448-1026-9.

Gariano S. L., Guzzetti F. (2016) Landslides in a changing climate. Earth-Science Reviews, 162, 227-252.

Guzzetti F., Mondini A.C., Cardinali M., Fiorucci F., Santangelo M., Chang K.T. (2012). Landslide inventory maps: New tools for an old problem. Earth-Science Reviews, 112(1-2), 42-66.

Herrera, G., Mateos, R.M., García-Davalillo, J.C. et al. (2018) Landslide databases in the Geological Surveys of Europe. Landslides, 15, 359-379.

Hürlimann M., Coviello V., Bel C., Guo X., Berti M., Graf C., Hübl J., Miyata S., Smith J.B., Yin H.Y. (2019) Debris-flow monitoring and warning: Review and examples. Earth-Science Reviews 199:102981. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.102981

Iadanza C., Cacace C., Del Conte S., Spizzichino D., Cespa S., Trigila A. (2013) Cultural heritage, landslide risk and remote sensing in Italy. In: K. Sassa, P. Canuti, C. Margottini (eds) Landslide science and practice Vol. 6 Risk Assessment, Management and Mitigation. Springer, pp. 491-500.

Iadanza C., Romano D., Di Paola G., Romeo S., Gambino P., Calcaterra S., Dragoni A., Biondo T., Trigila A. (2024) IdroGEO 2.0: le nuove funzionalità della piattaforma nazionale sul dissesto idrogeologico. Atti della Conferenza ASITA 2024, Padova 9-13 Dicembre 2024, pp. 313-318. ISBN 979-12-985355-0-3.

Iadanza, C., Trigila A., Napolitano F. (2016) Identification and characterization of rainfall events responsible for triggering of debris flows and shallow landslides. Journal of Hydrology, 541, Part A, 230-245.

Iadanza C., Trigila A., Starace P., Dragoni A., Roccisano M., Biondo T. (2021) IdroGEO: A Collaborative Web Mapping Application Based on REST API Services and Open Data on Landslides and Floods in Italy. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2021; 10(2):89. https://doi.org/10.3390/ijgi10020089.

Iadanza C., Trigila A., Starace P., Dragoni A., Roccisano M., Biondo T. (2020) IdroGEO: la piattaforma italiana sul dissesto idrogeologico. Geomedia, 5, 2020.

INSPIRE Maintenance and Implementation Group (2024) D2.8.II/III.7 INSPIRE Data Specification on Environmental Monitoring Facilities – Technical Guidelines. https://knowledge-base.inspire.ec.europa.eu/publications/inspire-dataspecification-environmental-monitoring-facilities-technical-guidelines_en.

ISPRA (2011) Annuario dei dati ambientali, Tematiche in primo piano. Edizione 2011.

ISPRA (2022) Annuario in cifre – Annuario dei Dati Ambientali 2021. Stato dell'Ambiente, 97/2022.

ISPRA (2023) Ambiente in Italia: uno sguardo d'insieme – Annuario dei Dati Ambientali 2022. Stato dell'Ambiente, 100/2023.

ISPRA (2024) Ambiente in Italia: uno sguardo d'insieme – Annuario dei Dati Ambientali 2023. Stato dell'Ambiente, 101/2024.

Istat (2011) Istruzioni per l'individuazione delle unità locali delle istituzioni pubbliche. Censimento generale dell'industria e dei servizi 2011.

Istat (2012) 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni. Struttura demografica della popolazione - Dati definitivi. Istat, 32 pp.

Istat (2013) 9° Censimento dell'industria e dei servizi e Censimento delle istituzioni non profit. Primi risultati. Istat, 16 pp.

Istat (2021) Capacità degli esercizi ricettivi. https://www.istat.it/scheda-qualita/capacita-degli-esercizi-ricettivi-2/

Istat (2022) Popolazione residente e dinamica demografica - Anno 2021.

Istat (2024) Indagine sui musei e le istituzioni similari - Anno 2022. Aspetti metodologici dell'indagine. Istat.

Istat (2024) I nuclei familiari nei censimenti della popolazione - anni 2011-2021.

JRC (2012) Landslide inventories in Europe and policy recommendations for their interoperability and harmonisation. Report EUR 25666 EN.

Lastoria B., Bussettini M., Mariani S., Piva F., Braca G. (2021) Rapporto sulle condizioni di pericolosità da alluvione in Italia e indicatori di rischio associati. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Rapporti 353/21, Roma. Disponibile online all'indirizzo: https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rapporto-sulle-condizioni-di-pericolosita-da-alluvione-in-italia-e-indicatori-di-rischio-associati

Lucente C.C. (2015) Il crollo del versante nord della rupe di San Leo del 27 febbraio 2014: studio e monitoraggio a un anno di distanza. Il Geologo - Bollettino Ufficiale d'Informazione dell'Ordine dei Geologi Regione Emilia-Romagna, Anno XIV 2014 - N. 52.

Maraun D., Wetterhall F., Ireson A.M., Chandler R.E., Kendon E.J., Widmann M., Brienen S., Rust H.W., Sauter T., Themessl M., Venema V.K.C., Chun K.P., Goodess C.M., Jones R.G., Onof C., Vrac M., Thiele-Eich I. (2010) Precipitation downscaling under climate change. Recent developments to bridge the gap between dynamical models and the end user. Rev. Geophys., 48, RG3003. doi:10.1029/2009RG000314.

Martelloni G., Segoni S., Fanti R. Catani F. (2012) Rainfall thresholds for the forecasting of landslide occurrence at regional scale. Landslides 9, 485–495.

Martino S (2017) Earthquake-induced landslides in Italy: from the distribution of effects to the hazard mapping. Ital J Eng Geol Environ 1(2017):53–67.

Martino S., Antonielli B., Bozzano F., Caprari P., Discenza, M.E., Esposito C., Fiorucci M., Iannucci R., Marmoni G., Schiliro L. (2020) Landslides triggered after the 16 August 2018 Mw 5.1 Molise earthquake (Italy) by a combination of intense rainfalls and seismic shaking. Landslides, 17(5), 1177-1190.

McClung, D. M. (2001) The elements of applied avalanche forecasting. Part II: the physical issues and the rules of applied avalanche forecasting, Natural Hazards 26, 131-146.

Melillo M., Brunetti M.T., Peruccacci S., Gariano S.L., Roccati A., Guzzetti F. (2018) A tool for the automatic calculation of rainfall thresholds for landslide occurrence. Environmental Modelling & Software, 105, 230-243.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - MATTM (2008) Il rischio idrogeologico in Italia.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2013) Documento conclusivo del tavolo tecnico Stato-Regioni. Indirizzi operativi per l'attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi da alluvioni con riferimento alla predisposizione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni (D. Lgs 49/2010).

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Regioni (2018) Linee Guida per la Difesa della Costa dai fenomeni di Erosione e dagli effetti dei Cambiamenti climatici. Versione 2018 - Documento elaborato dal Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera MATTM-Regioni con il coordinamento tecnico di ISPRA, 305 pp.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Gruppo di lavoro della Direzione Generale per la Difesa del Suolo, 2006. Documento preliminare per l'individuazione degli indirizzi e dei criteri per la difesa delle coste. Roma, Novembre 2006. 102 pp.

Nikolopoulos E.I., Crema S., Marchi L., Marra F., Guzzetti F., Borga M. (2014) Impact of uncertainty in rainfall estimation on the identification of rainfall thresholds for debris flow occurrence. Geomorphology 221, 286–297.

Noli A., Mita M. (2005) Difesa delle coste e salvaguardia dei litorali. Analisi delle caratteristiche meteo-marine al largo e a riva e valutazione dei processi evolutivi costieri. MATTM - Direzione Generale per la Difesa del Suolo: Progetto Operativo Difesa Suolo.

Provincia Autonoma di Bolzano (2012) Direttive per la redazione dei Piani delle Zone di Pericolo (PZP) e per la Classificazione del Rischio Specifico (CRS).

Prola M.C., Lanteri L., Solero E. (2021) 20 anni di SIVA. I passi per il completamento della cartografia valanghe in Piemonte. Neve e valanghe, 95/2021.

Provincia Autonoma di Trento (2006) Piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche. PARTE IV - Pericolosità e rischio idrogeologici.

Regione Abruzzo Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del fiume Sangro. Fenomeni gravitativi e processi erosivi. Allegato 11 – Note illustrative alla carta della pericolosità.

Regione Abruzzo - Agenzia regionale di Protezione Civile (2025) Relazione tecnica. L.R. n. 47/92 art. 2. Approvazione degli aggiornamenti periodici della Carta di Localizzazione dei Pericoli da Valanga (C.L.P.V.), contenente la localizzazione delle aree che presentano pericoli potenziali di caduta valanghe.

Regione Calabria, Assessorato ai Lavori Pubblici - Autorità di Bacino Regionale (2002) Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Linee guida - Studi relativi alla valutazione e alla zonazione della pericolosità e del rischio frana.

Regione Emilia-Romagna (2023) Indicazioni metodologiche sulla realizzazione della carta regionale delle aree di potenziale distacco valanghe - PRA (Potential Release Areas). Deliberazione della Giunta Regionale 22 dicembre 2023, n. 2278.

Regione Friuli Venezia Giulia (2016) Progetto di Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici di interesse regionale. Relazione Tecnica.

Regione Lazio - Direzione Regionale Emergenza, Protezione Civile e Nue 112 (2024) Direttive per l'allertamento e indirizzi per la pianificazione locale di protezione civile per rischio valanghe nella regione Lazio.

Regione Liguria (2024) Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento regionale e per la pianificazione di protezione civile territoriale nell'ambito del rischio valanghe. Libro Bianco.

Regione Marche (2004) Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI). All. B - Ricognizione dei dissesti gravitativi.

Regione Marche (2022) Sistema Informativo della Carta Valanghe della Regione Marche. Manuale d'uso.

Regione Toscana Bacino Regionale Ombrone. Progetto di Piano di Assetto Idrogeologico. Relazione Generale.

Regione Siciliana - Assessorato Territorio e Ambiente (2004) Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana – Relazione Generale.

Regione Sardegna - Assessorato Lavori Pubblici (2000) Linee guida per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia.

Regione Toscana Bacino Regionale Toscana Costa. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Relazione Introduttiva.

Regione Toscana (2004) Bacino Regionale Toscana Nord. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Relazione Generale.

Regione Veneto (2022) Linee guida per l'aggiornamento e ridefinizione della pericolosità da valanga dei piani stralcio di assetto idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Distrettuale delle Alpi Orientali presenti nel territorio regionale. Allegato a DGR n. 135 del 15 febbraio 2022.

Romeo S., Di Matteo L., Melelli L., Cencetti C., Dragoni W., Fredduzzi A. (2017) Seismic-induced rockfalls and landslide dam following the October 30, 2016 earthquake in Central Italy. Landslides 14, 1457–1465 (2017). doi: 10.1007/s10346-017-0841-8

Romeo S., Iadanza C., Romano D., Trigila A. (2024) Towards the Italian Database of Landslide in Situ Monitoring Systems: The Enhancement Of The IdroGEO Web Platform. Proceedings of the XIVth International Symposium on Landslides - ISL2024, 8-12th July 2024, Chambéry, France

Schweizer J., Jamieson J. B., Schneebeli M. (2003) Snow avalanche formation, Rev. Geophys., 41, 1016, doi: 10.1029/2002RG000123, 4.

SNPA (2023) Il clima in Italia nel 2022. Report SNPA n. 36/2023. Disponibile online all'indirizzo: https://www.snpambiente.it/temi/report-intertematici/cambiamenti-climatici/il-clima-in-italia-nel-2022/.

SNPA (2024) Il clima in Italia nel 2023. Report SNPA n. 42/2024. Disponibile online all'indirizzo: https://www.snpambiente.it/snpa/il-clima-in-italia-nel-2023/.

SNPA (2024) Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2024, Report ambientali SNPA, 43/2024.
https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2025/01/Rapporto_consumo_di_suolo_2024.pdf

SNPA (2025) Il clima in Italia nel 2024. Report SNPA n. 44/2025. Disponibile online all'indirizzo: https://www.snpambiente.it/snpa/il-clima-in-italia-nel-2024/.

Struttura di Missione Casa Italia – Presidenza del Consiglio dei Ministri (2017) Rapporto sulla Promozione della sicurezza dai Rischi naturali del Patrimonio abitativo.

Struttura di Missione Italia Sicura contro il dissesto idrogeologico e per lo sviluppo delle infrastrutture idriche – Presidenza del Consiglio dei Ministri (2017) Il Piano nazionale di opere e interventi e il piano finanziario per la riduzione del rischio idrogeologico.

Tarquini, S., Isola, I., Favalli, M., Battistini, A., Dotta, G. (2023) TINITALY, a digital elevation model of Italy with a 10 meters cell size (Version 1.1). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) [dataset].

Tecilla G. (2007) Il rischio valanghe in Italia. Neve e Valanghe n. 60 - 2007.

Tersigni S. (ed.) (2019) Utilizzo e qualità della risorsa idrica in Italia. Ebook Istat - Letture statistiche. 104 pagine.

Tersigni S., Adolini V., Isidori F. (2025) a measure of the potential pollutant load of urban wastewater. Rivista Italiana di Economia Demografia e Statistica Volume LXXIX n.4 Ottobre-Dicembre 2025.

Tiranti D., Ronchi C. (2023) Climate Change Impacts on Shallow Landslide Events and on the Performance of the Regional Shallow Landslide Early Warning System of Piemonte (Northwestern Italy). GeoHazards, 4(4), 475-496. doi: 10.3390/geohazards4040027

Trigila A., Iadanza C. (2008) Landslides in Italy. Special report 2008. Rapporti ISPRA, 83/2008.

Trigila A., Iadanza C. (2014) Mappe di pericolosità idraulica e popolazione esposta a rischio alluvioni in Italia. ISPRA, RT/SUO-IST 052/2014, Dicembre 2014.

Trigila A., Iadanza C. (2015a) Mappe di pericolosità idraulica e popolazione esposta a rischio alluvioni in Italia. ISPRA, RT/SUO-IST 022/2015, Aggiornamento Maggio 2015.

Trigila A., Iadanza C. (2015b) Beni culturali esposti a rischio alluvioni in Italia. ISPRA, RT/SUO-IST 04/2015, Febbraio 2015.

Trigila A., Iadanza C. (2015c) Industrie e servizi esposti a rischio alluvioni in Italia. ISPRA, RT/SUO-IST 027/2015, Giugno 2015.

Trigila A., Iadanza C. (2015d) Aree a pericolosità da frana - PAI in Italia e popolazione residente a rischio. ISPRA, RT/SUO-IST 038/2015, Ottobre 2015.

Trigila A., Iadanza C. (2015e) Industrie e servizi in aree a pericolosità da frana - PAI in Italia. ISPRA, RT/SUO-IST 039/2015, Ottobre 2015.

Trigila A., Iadanza C. (2015f) Beni culturali in aree a pericolosità da frana - PAI in Italia. ISPRA, RT/SUO-IST 040/2015, Ottobre 2015.

Trigila A., Iadanza C. (2016a) Aree a pericolosità da frana - PAI e popolazione a rischio in Italia. ISPRA, RT/SUO-IST 023/2016, Luglio 2016.

Trigila A., Iadanza C. (2016b) Indicatore sulle valanghe in Italia. ISPRA, RT/SUO-IST 024/2016, Luglio 2016.

Trigila A., Iadanza C., Spizzichino D. (2010) Quality assessment of the Italian Landslide Inventory using GIS processing. Landslides, Journal of the International Consortium on Landslides, 7, Number 4, 455-470.

Trigila A., Frattini P., Casagli N., Catani F., Crosta G., Esposito C., Iadanza C., Lagomarsino D., Lari S., Scarascia-Mugnozza G., Segoni S., Spizzichino D., Tofani V. (2013) Landslide susceptibility mapping at national scale: the Italian case study. In: K. Sassa, P. Canuti, C. Margottini (eds) Landslide science and practice Vol. 1 Inventory and hazard assessment. Springer, pp. 287-296.

Trigila A., Iadanza C., Munafò M., Marinosci I. (2015a) Population Exposed to Landslide and Flood Risk in Italy. In: Lollino G., Manconi, A., Guzzetti, F., Culshaw, M., Bobrowsky, P., Luino, F. (eds.), Engineering Geology for Society and Territory – Volume 5, Springer, pp. 843-848.

Trigila A., Iadanza C., Esposito C., Scarascia-Mugnozza G. (2015b) Comparison of Logistic Regression and Random Forests techniques for shallow landslide susceptibility assessment in Giampilieri (NE Sicily, Italy). Geomorphology, 249, 119–136.

Trigila A., Iadanza C., Bussettini M., Lastoria B., Barbano A. (2015c) Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio. Rapporto 2015. ISPRA, Rapporti 233/2015

Trigila A., Iadanza C., Bussettini M., Lastoria B. (2018) Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio. Rapporto 2018. ISPRA, Rapporti 287/2018.

Trigila A., Iadanza C., Lastoria B., Bussettini M., Barbano A. (2021) Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio - Edizione 2021. ISPRA, Rapporti 356/2021. Disponibile online all'indirizzo: https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/dissesto-idrogeologico-in-italia-pericolosita-e-indicatori-di-rischio-edizione-2021.

Trigila A., Iadanza C., Spizzichino D. (2024) Indicatore rischio frane. In: ISPRA (2024) La sfida ambientale per la finanza sostenibile. Metodologie, informazioni e indicatori ambientali. ISPRA, Documenti tecnici 2024, ISBN: 978-88-448-1215-7.

Trigila A., Iadanza C., Romeo S., Di Paola G., Gambino P., Calcaterra S., Zastrow L.R., Romano D., Biondo T., Noman M., Di Muro F., Dragoni A. (2025) Advancing landslide knowledge and dissemination in Italy through IdroGEO 2.0 web platform. Landslides (in corso di pubblicazione).

Turner, A.K., Schuster, R.L. (1996) Landslides: Investigation and Mitigation. Special Report 247. Transportation Research Board, The National Academies Press, Washington DC.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) (2015) Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030.

Valsecchi I.Q., Cucchi A., Hagos S., Negretti A., Zaccone A., Chiambretti I. (2024) Fuzzy avalanche Probable Release Areas (PRA) and hazard-risk matrix in the Lombardia region – Italy. Proceedings, International Snow Science Workshop, Tromsø, Norway, 2024.

Valt M. (2023) Incidenti d valanga sulle Alpi Meridionali. Neve e Valanghe n. 97 - 2023.

Van Westen, C.J., Castellanos E., Kuriakose S.L. (2008) Spatial data for landslide susceptibility, hazards and vulnerability assessment: an overview. Engineering geology, 102 (3-4), 112-131.

Varnes D.J. (1984) Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. Commission on Landslides of the IAEG, UNESCO, Natural Hazards, 3, 61 pp.

Veitinger, J., Sovilla, B., and Purves, R. S. (2014) Influence of snow depth distribution on surface roughness in alpine terrain: a multi-scale approach, The Cryosphere, 8, 547–569, doi:10.5194/tc-8-547-2014.

Veitinger, J., Purves, R. S., and Sovilla, B. (2016) Potential slab avalanche release area identification from estimated winter terrain: a multi-scale, fuzzy logic approach, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 16, 2211–2225, https://doi.org/10.5194/nhess-16-2211-2016, 2016.

WTTC - World Travel and Tourism Council (2014) Travel and tourism economic impact, Italy, 2014.

10 LINK UTILI

ISPRA
https://idrogeo.isprambiente.it

https://indicatoriambientali.isprambiente.it/it

https://www.progettoiffi.isprambiente.it

https://idrogeo.isprambiente.it/app/page/open-data

https://sinacloud.isprambiente.it/portal/apps/sites/#/coste

http://www.rendis.isprambiente.it/rendisweb/

https://geosciences-ir.it/

MASE
https://gn.mase.gov.it/

Istat
https://www.istat.it/it/archivio/104317

ICR
http://vincoliinrete.beniculturali.it

IGMI

https://www.igmi.org/it/dbsn-database-di-sintesi-nazionale

EU
https://egms.land.copernicus.eu/

https://inspire.ec.europa.eu/

https://land.copernicus.eu/local/coastal-zones

AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALI

Po
https://pai.adbpo.it/

Alpi Orientali
https://distrettoalpiorientali.it/piano-assetto-idrogeologico/

Appennino Settentrionale
https://www.appenninosettentrionale.it/itc/

Appennino Centrale
https://aubac.it/; https://webgis.abdac.it/

Appennino Meridionale
https://www.distrettoappenninomeridionale.it/

Sardegna
https://autoritadibacino.regione.sardegna.it/

Sicilia
https://www.sitr.regione.sicilia.it/pai/

VALANGHE

Catasto valanghe METEOMONT Carabinieri
https://meteomont.carabinieri.it/catasto-cartografia

Regione Abruzzo - Valanghe:
https://protezionecivile.regione.abruzzo.it/agenzia/agenzia-regionale-di-protezione-civile-abruzzo/prevenzione-del-rischio-neve-e-valanghe/cartografia-rischio-neve-e-valanghe/

Regione Emilia-Romagna - Valanghe
https://mappegis.regione.emilia-romagna.it/astrid/Minerva/Documentazione/Fenomeni_valanghivi/Indicazioni_metodologiche_potenziale_distacco_valanghe.pdf

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Valanghe
https://eaglefvg.regione.fvg.it/eagle/main.aspx?configuration=Guest&workspacename=5c6e8ff0b6c35324149635ce

Regione Lazio - Valanghe
https://gis-protezionecivile.regione.lazio.it/app/rischio_valanghe/

Regione Liguria - Valanghe
https://srvcarto.regione.liguria.it/geoviewer2/pages/apps/geoportale/index.html?id=2306

Regione Lombardia - Valanghe
https://www.arpalombardia.it/temi-ambientali/neve-e-ghiacciai/cartografia-valanghe/

Regione Marche - Valanghe
https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Protezione-Civile/Progetti-e-Pubblicazioni/Studi-Meteo-Idro#Open-Data-CLPV

Regione Piemonte - Valanghe
https://webgis.arpa.piemonte.it/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=04d98ab767c94dd3b1eab694608c39c4&page=Home

Regione Toscana - Valanghe
https://webgis.sir.toscana.it/mapstore/#/viewer/openlayers/12151

Regione Autonoma Valle d'Aosta - Valanghe
https://valangheweb.partout.it/

https://mappe.regione.vda.it/pub/geonavitg/geopiani.asp

Regione Veneto - Valanghe
https://siv.arpa.veneto.it/Html5Viewer/index.html?viewer=Arpav_Valanghe_Base.ArpavValangheBase

https://bur.regione.veneto.it/BurvServices/pubblica/DettaglioDgr.aspx?id=471352

Provincia Autonoma di Bolzano - Valanghe
https://mapview.civis.bz.it/?context=PROV-BZ-HAZARD

Provincia Autonoma di Trento - Valanghe
http://www.territorio.provincia.tn.it/portal/server.pt/community/gcv/268/consultazione_carta_delle_valanghe_e_gestione_campagne_di_sopralluogo/19032

AINEVA - Associazione Interregionale di coordinamento e documentazione per i problemi inerenti alla neve ed alle valanghe
https://aineva.it/

RAPPORTI
415/2025