

23. Analisi del dissesto da frana in Calabria

A. Pellegrino, S. Borrelli

23.1 Premessa

Il Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) si propone la realizzazione dell'inventario informatizzato dei fenomeni franosi (Amanti *et alii*, 1996) al fine di ottenere una conoscenza globale del territorio nazionale uniformando il più possibile i criteri d'interpretazione e di definizione delle caratteristiche geometriche, tipologiche e dello stato di attività dei fenomeni franosi.

Il Dipartimento Difesa del Suolo (ex Servizio Geologico Nazionale) dell'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici) realizza tale progetto in collaborazione con le Regioni e le Province Autonome.

La Regione Calabria si è avvalsa dell'Autorità di Bacino Regionale (ABR) per la realizzazione del Progetto IFFI, secondo le modalità operative standardizzate contenute nella Convenzione (29 maggio 2001), nell'Allegato Tecnico e nel Piano Operativo di Lavoro (POL).

Di seguito si riportano le fasi che hanno portato all'approvazione del progetto ed al relativo finanziamento.

- a. Il Comitato dei Ministri per la Difesa del Suolo *ex lege* 183/89 ha deliberato con verbale del 17 gennaio 1997 la realizzazione di una *Carta Inventario dei fenomeni franosi* in Italia, stanziando 8 miliardi per l'attuazione del progetto;
- b. la conferenza dei Presidenti delle Regioni ha effettuato delle valutazioni sul progetto per l'attuazione della *Carta Inventario* (lettera Prot. 1298/93 del 13 luglio 1998), proponendo un maggiore coinvolgimento delle Regioni stesse nella sua progettazione e attuazione;
- c. il Comitato dei Ministri per la Difesa del Suolo *ex lege* 183/89, su proposta del Servizio Geologico-DSTN, ha approvato delle modifiche alle modalità di attuazione del progetto, con la creazione di un apposito Gruppo di Lavoro che comprende rappresentanti delle Regioni, del Servizio Geologico Nazionale, del CNR e dei Ministeri rappresentati nel comitato stesso, finalizzato alla redazione di specifiche tecniche per l'attuazione del progetto;
- d. il gruppo di lavoro costituito (nominato con decreto del Capo del Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali n. 2271 del 8 giugno 2000) ha prodotto le specifiche tecniche per l'attuazione di tale progetto, denominato "*Progetto IFFI – Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia*";
- e. le Regioni e le Province Autonome e il Servizio Geologico Nazionale hanno concordato di realizzare un censimento dei fenomeni franosi in Italia per far confluire le conoscenze esistenti nelle Regioni e nelle Province Autonome in un Sistema Informativo Unico, mettendo a disposizione tutti i dati in loro possesso, il personale tecnico e i finanziamenti necessari;
- f. la Regione Calabria con L.R. 35/96 ha istituito l'Autorità di Bacino Regionale che, tra l'altro, ha competenza nella difesa del suolo e in particolare nello studio dei fenomeni franosi;
- g. in data 29 maggio 2001, la Regione Calabria, Assessorato ai Lavori Pubblici, stipula con il Dipartimento dei Servizi Tecnici dello Stato - Servizio Geologico la convenzione avente per oggetto la realizzazione della *Carta Inventario dei fenomeni franosi* (Progetto IFFI), per l'importo complessivo di L. 365.000.500;
- h. in data 12 giugno 2001 il DSTN approva con decreto la suddetta convenzione, in cui, all'art. 2, è prevista la definizione del Piano Operativo di Lavoro (POL) da parte della Regione Calabria.

In linea generale, le fasi di sviluppo progettuale dell'IFFI hanno previsto l'analisi di dati storici e d'archivio, l'analisi aerofotointerpretativa, rilevamenti, controlli e verifiche sul terreno, nonché verifica della completezza e dell'omogeneità dei dati e compilazione delle schede IFFI.

L'organigramma inerente al Progetto IFFI è stato, pertanto composto inizialmente da quattro geologi esperti rilevatori e compilatori delle schede frane IFFI, di documentata esperienza, e di un esperto informatico con esperienza nel settore dei sistemi informativi geografici e nella gestione di banche dati. Al fine di dare un nuovo impulso all'attività e di raggiungere gli obiettivi previsti nei tempi più brevi possibili, il Gruppo IFFI è stato successivamente potenziato, coinvolgendo altri Geologi esperti rilevatori ed Ingegneri esperti informatici, appartenenti alla Segreteria tecnica dell'Autorità di Bacino e al Centro Cartografico della Regione Calabria.

23.2 Fasi di lavoro

La Regione Calabria si è avvalsa della Segreteria tecnico-operativa dell'Autorità di Bacino Regionale per la realizzazione del Progetto IFFI secondo le modalità operative standardizzate e contenute nell'Allegato Tecnico e relativi addendi e/o errata corrige.

Per la redazione del Progetto IFFI sono stati utilizzati principalmente i dati relativi ai Piani Straordinari di intervento urgente e al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Calabria (PAI, leggi 267/1998 e 365/2000; Archivio ABR, 2001).

Le fasi di sviluppo progettuale avviate sono consistite, inizialmente, nella preparazione di una specifica operativa per la revisione, l'integrazione, l'omogeneizzazione ed il trasferimento dei dati del PAI Calabria nel Progetto IFFI. Tale specifica viene descritta nei punti di seguito elencati:

- a. Differenze tra la scheda di censimento delle frane del PAI e quella dell'IFFI - Vers. 2.34 e adattamento di alcuni processi gravitativi

La scheda di censimento delle frane utilizzata nel PAI, derivante dalla *scheda di censimento dei fenomeni franosi* - Miscellanea VII del SGN (Amanti *et alii*, 1996) e adattata al territorio della Calabria, si differenzia in alcuni campi rispetto alla scheda IFFI - Vers. 2.34 e precedenti. In particolare, nella scheda PAI esiste una distinzione iniziale tra "frana", "Zona franosa profonda e superficiale" (ZFP e ZFS) e "DGPV".

Per la definizione dei fenomeni franosi si fa riferimento a quanto riportato in Varnes (1978) e Cruden & Varnes (1996), mentre la definizione di DGPV trova punto di partenza da quanto riportato in Sorriso-Valvo (1995), Dramis & Sorriso Valvo (1996) e nella vasta bibliografia disponibile sull'argomento, presente nello stesso lavoro. La Zona franosa profonda indica, invece, complessi di frane non delimitabili singolarmente che interessano significative aree di un versante (dove possibile viene indicata la tipologia predominante di dissesto e la stima della profondità), mentre la Zona franosa superficiale equivale, infine, a porzioni di versante interessate da frane diffuse e di piccole dimensioni.

Per quanto riguarda le "DGPV", essendo nella scheda IFFI considerate come tipo di movimento non esiste alcun problema di trasferimento dell'informazione.

Nel caso della "Zona franosa superficiale (ZFS) si è operato nel seguente modo: la classificazione al I Livello IFFI è da ricondurre ad "aree soggette a crolli-ribaltamenti diffusi" o ad "aree soggette a frane superficiali diffuse" a secondo del tipo di movimento, specificando nel campo note_Classificazione l'origine del dato in ambito PAI (ZFS) ed il tipo di movimento prevalente.

Relativamente alla Zona franosa profonda (ZFP), al fine di poter distinguere ed analizzare in modo corretto i processi morfogenetici anche ai fini delle successive elaborazioni statistiche e multivariate, si è giunti alla conclusione di considerare le stesse nel modo seguente: "ZFP" è da classificare nella Scheda IFFI come movimento "complesso" se si distinguono nettamente più tipi di movimento, oppure come movimento singolo (specificando il tipo) se si distingue un tipo movimento prevalente; con eventuale compilazione dei campi "stile" (multiplo o successivo) e "distribuzione" (multidirezionale).

- b. Adattamento alle regole di rappresentazione e digitalizzazione del Progetto IFFI
- Dalla banca dati del sistema informativo del PAI Calabria (realizzato su piattaforma GIS "Geomedia 4.0 professional") è stato possibile solo il trasferimento dei dati cartografici relativi alle frane poligonali e puntuali (non cartografabili alla scala del rilievo 1:10.000). In un secondo tempo, tali dati cartografici sono stati riesaminati, modificati ed integrati sulla base delle specifiche tecniche del database cartografico dell'IFFI che prevede, infatti, alcune regole di rappresentazione spaziale e di digitalizzazione ed i seguenti sei livelli informativi :
1. IFFI, puntuale
 2. FRANE, poligonale
 3. AREE, poligonale
 4. DGPV, poligonale
 5. FRANE LINEARI, lineare
 6. DIREZIONE, lineare

Per quanto riguarda la realizzazione del livello informativo IFFI è stata effettuata dapprima una procedura non automatica per l'individuazione e georeferenziazione del PIFF di ogni frana e successivamente automatica per la compilazione degli attributi (Flag, etc,...) previsti dalle specifiche tecniche del *database cartografico* dell'IFFI.

- c. Database alfanumerico IFFI

Per la realizzazione del *database* alfanumerico, essendo difficoltoso il trasferimento informatico dei dati delle schede PAI nelle schede IFFI anche a causa delle suddette differenze, è stato costituito un gruppo di lavoro *ad hoc* che ha proceduto alla informatizzazione delle schede IFFI ex novo.

Le suddette problematiche di revisione, integrazione, omogeneizzazione, adeguamento e trasferimento dei dati hanno comportato ritardi nella attuazione e realizzazione del Progetto IFFI.

Inoltre, al fine di mantenere la tracciabilità dei dati delle frane provenienti dal PAI, è stata inserita nel campo sigla l'identificato delle frane del PAI, mentre nel campo note il corrispondente ID_ABR. In particolare, una volta compilate le schede di tutte le frane quest'ultimo ha avuto, inoltre, funzione provvisoria di "campo chiave" tra il *database cartografico* ed il *database alfanumerico*.

Alla luce di quanto sopra, *le fasi di lavoro e di sviluppo progettuale* sono state svolte come di seguito riportato in modo sintetico.

Fase 1 – Preparazione specifiche operative e di adeguamento.

Fase 2 – Analisi bibliografica.

Fase 3 – Integrazione dati nelle aree carenti tramite fotointerpretazione, rappresentazione cartografica dei fenomeni franosi in scala 1:10.000, confronto con eventuali dati bibliografici e compilazione scheda IFFI - I livello. In accordo con le finalità del PAI, l'integrazione dei dati è stata condotta in 827 centri abitati del territorio regionale (con abitanti > 200) e lungo il tracciato delle principali reti di comunicazione (ferrovie, autostrada, strade statali) e per i beni culturali ed ambientali.

Fase 4 – Verifica di campagna dei dati rilevati nella fase 3, rilievo geologico-geomorfologico speditivo, compilazione più dettagliata della scheda IFFI .

Fase 5 – Informatizzazione dei dati cartografici secondo le specifiche IFFI, informatizzazione dei dati alfanumerici e iconografici nel *database*.

Fase 6 – Fornitura prodotti intermedi: *shapefile*, *database*, plottaggi, relazione tecnica sulle attività svolte e relative problematiche.

Fase 7. Editing e realizzazione del prodotto finale in formato digitale.

23.3 *Basi topografiche ed ortofoto*

Il rilevamento dei fenomeni franosi è stato inizialmente rappresentato su ortofotocarta, in scala 1:10.000, derivante dalla sovrapposizione delle ortofotoimmagini digitali AIMA a colori

1998/99 (produzione CGRA per conto del consorzio TelCal) con la carta topografica Casmez 1956, in scala 1:10.000. Le informazioni di natura geologica sono quelle relative alla Carta geologica 1:25.000 CASMEZ, acquisita in formato raster (il DB geologico è in corso di elaborazione da parte del consorzio Telcal).

La restituzione finale del Progetto IFFI è stata, comunque, su base cartografica IGM 1995 in scala 1:25.000.

23.4 Studi e censimenti precedenti

Per la redazione del Progetto IFFI, come detto in precedenza, sono stati utilizzati principalmente i dati relativi ai Piani Straordinari di intervento urgente e al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Calabria (PAI, leggi 267/1998 e 365/2000), derivanti dall'organizzazione ed elaborazione di fonti per loro natura eterogenee e diacroniche (Figura 23.1), integrate successivamente da indagini e rilevamenti diretti e di dettaglio (vedi paragrafo 23.8). Le basi di riferimento comprendono, in particolare, fonti storiche, giornalistiche, corrispondenze epistolari, Schede di raccolta dati presso tutti i 409 Comuni della Calabria (frane e alluvioni, tipologia di danno, loc. etc.), letteratura tecnica e scientifica talora arricchita di fonti iconografiche, interventi strutturali (Archivio ABR, 2001).

In conformità con le disposizioni normative contenute nel D.L. 180/98 e successive modificazioni ed integrazioni e nel DPCM del 11/09/1999, la scelta dei siti da studiare è avvenuta prioritariamente per 827 centri abitati, tra cui capoluoghi di Comune e nuclei abitati con popolazione di norma maggiore di 200 abitanti (dati ISTAT 1991), e per le reti infrastrutturali principali, che complessivamente rappresentano circa il 40% del territorio regionale (Figura 23.2).

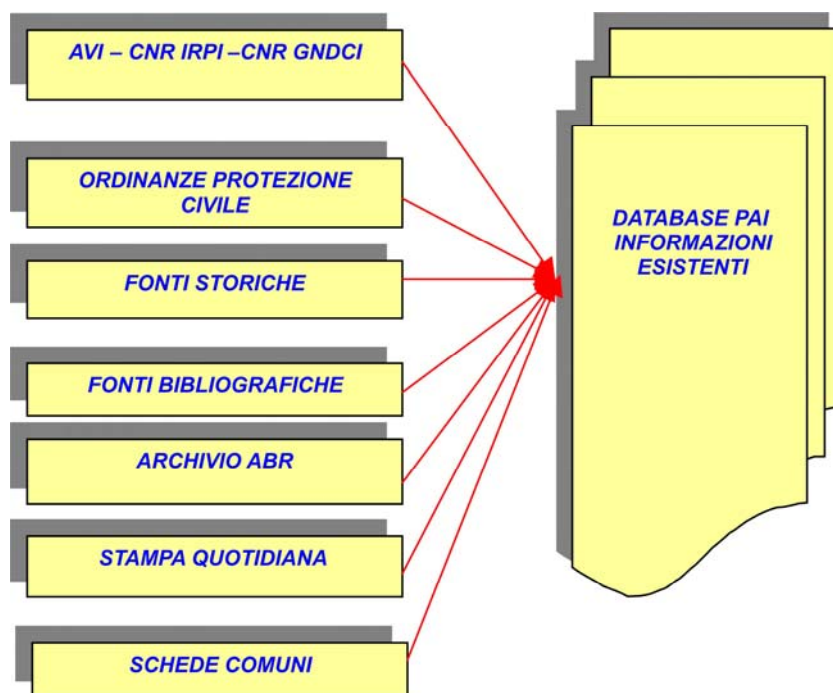


Figura 23.1 Studi e censimenti di riferimento per la redazione del PAI.

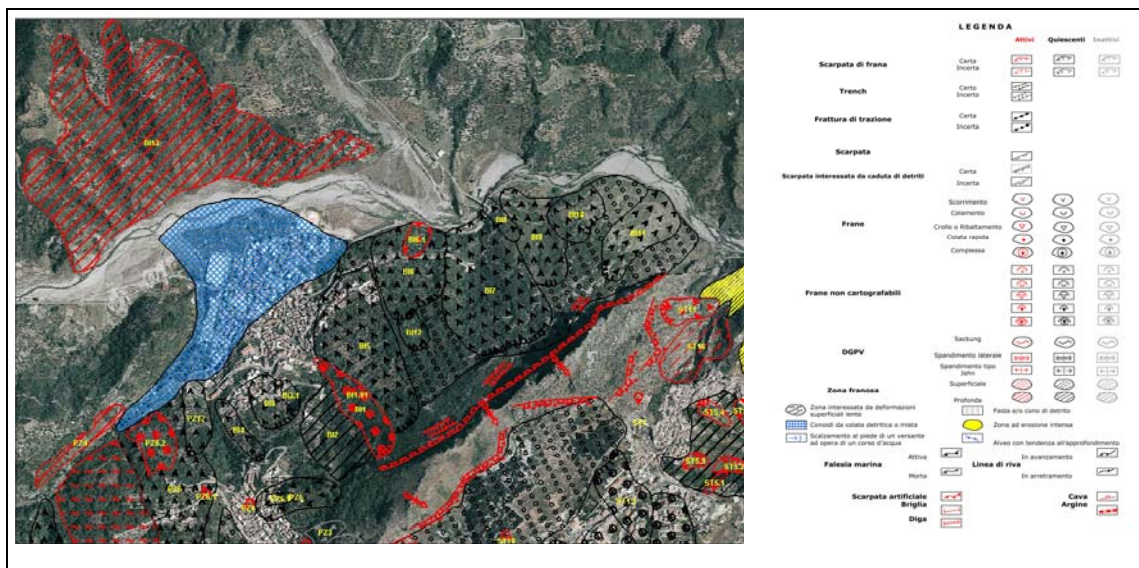
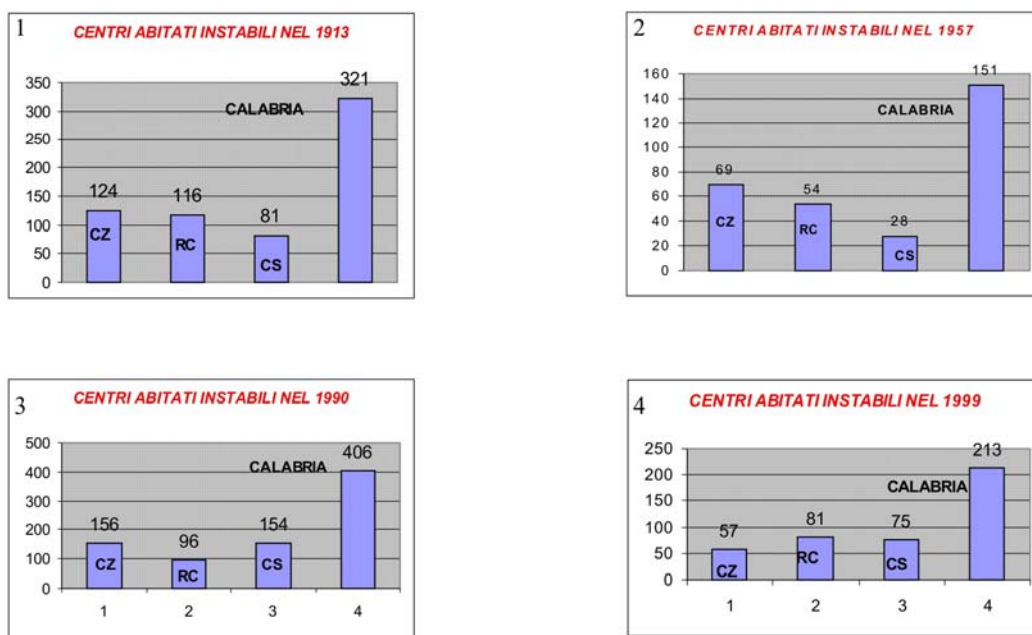


Figura 23.2 Stralcio della “Carta inventario fenomeni franosi”- PAI Regione Calabria.

Relativamente ai Centri abitati, si tratta in prevalenza di insediamenti collinari e montani soggetti ripetutamente a fenomeni franosi in funzione del contesto geologico e morfologico, e caratterizzati spesso dalla presenza di strade di terminazione con funzione di accesso unico agli abitati. Cause tettoniche, che determinano l’assetto morfostrutturale regionale, e cause antropiche, che tendono a costituire situazioni di rischio su aree a pericolosità elevata, spiegano la frequenza degli eventi catastrofici che, registrati fin dalla fine del primo millennio, assumono rilevanza eccezionale dal XVIII secolo, divenendo motivo di studio e di attività di mitigazione a partire dall’Unità d’Italia. Molti dei centri predetti sono stati oggetto di provvedimenti di consolidamento e/o trasferimento fin dal 1907 (Figura 23.3), di rapporti di sopralluogo da parte del Dipartimento della Protezione Civile, di Ordinanze di Protezione di Civile ai sensi dell’art. 5 della legge n. 225/1992 oltre che di studi, indagini e segnalazioni di varia natura, interventi strutturali ed attività di monitoraggio (Archivio ABR, 2001; Figura 23.4 e Figura 23.5). Da alcune indagini eseguite per l’elaborazione del PAI, come la sovrapposizione della cartografia IGM del 1955 con quella attuale, si evidenzia con chiarezza che i territori già colpiti, oggetto di alluvioni e tragedie negli anni ’50, sono stati urbanizzati e profondamente modificati sia attraverso l’attività di Pianificazione Urbana sia con l’intervento non autorizzato di privati. In particolare, a partire dagli anni ’70 si è assistito ad un progressivo degrado del territorio di questa Regione: il dissesto idrogeologico costituisce l’effetto più evidente di tale processo.

Sul complesso di tali attività si forniscono alcuni dati statistici nei grafici che seguono. Tali dati benché eterogenei e differenziati a causa della diversità delle fonti di informazione, evidenziano non solo l’elevato numero di centri abitati oggetto di provvedimenti di trasferimento e/o consolidamento, sui quali incombe pericolo di frana, ma anche il perdurare sul territorio regionale di una situazione emergenziale, che è fonte di notevole dispendio di risorse finanziarie. Tale situazione di emergenzialità molto spesso si è tradotta in interventi di semplice ripristino della funzionalità senza alcuna rimozione delle cause di pericolo.



- 1)M. Ruini –Stato dei lavori pubblici in Calabria in attuazione della legge 245/ 1906, 1913
- 2)CASMEZ- Piano Regolatore di massima per la Calabria,1957
- 3)Rapporto CNR IRPI ,1990
- 4)Piano Straordinario DL 180,1999

Figura 23.3 Dati sui Centri abitati instabili dal 1907 al 1999.

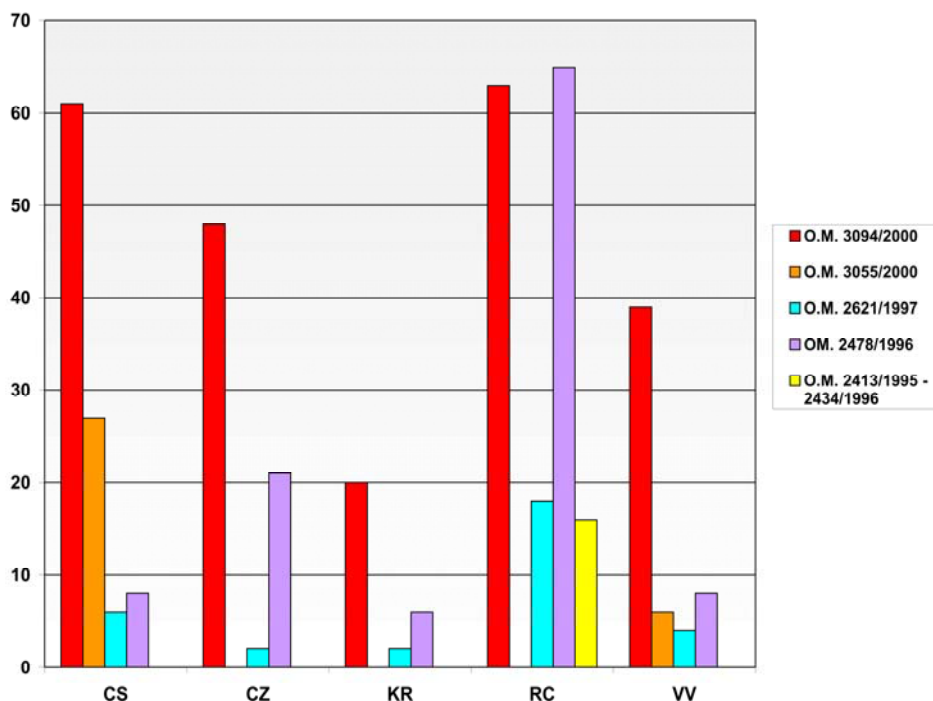


Figura 23.4 Numero di Comuni per ciascuna Provincia coinvolti in Ordinanze di Protezione Civile.

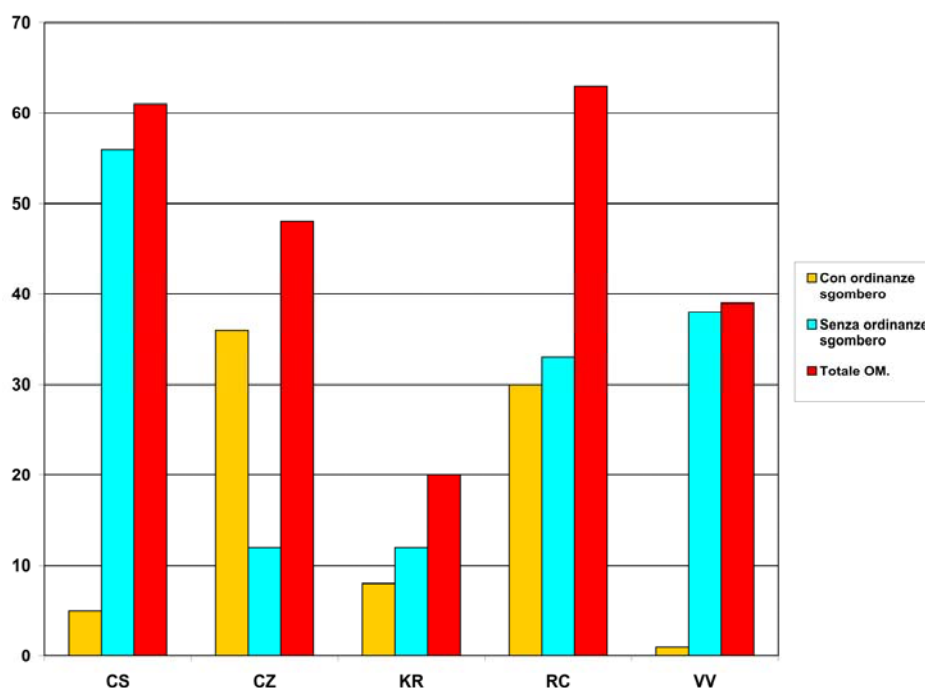


Figura 23.5 Comuni danneggiati dall'alluvione del Settembre 2000 per provincia (O.M. 3094 10/11/2000).

In definitiva, ai fini della realizzazione del progetto è stata utilizzata la seguente cartografia pubblicata:

- Cartografie tematiche elaborate dai professionisti senior relative ai Piani Straordinari di intervento urgente (71 Comuni);
- Cartografie tematiche reperibili in letteratura scientifica (AVI, Rapporti SGN);
- Carte tematiche derivate: esposizione, acclività dei versanti.
- Archivio dati presenti in Autorità di Bacino, che ha consentito la formazione di circa 500 schede di sintesi della documentazione esistente presso gli uffici regionali;
- N. 11 carte tematiche di base alla scala 1:250.000:
 1. Carta geologica;
 2. Carta litologica;
 3. Carta della permeabilità;
 4. Carta dell'uso del suolo;
 5. Carta dell'esposizione dei versanti e delle pendenze;
 6. Carta idrografica;
 7. Carta delle stazioni di misura idropluviometriche;
 8. Carta delle opere di sbarramento e di ritenuta;
 9. Carta degli insediamenti umani;
 10. Carta dei vincoli;
 11. Carta delle infrastrutture;
- Rapporto sullo stato del territorio della Calabria;
- Carta Geologica Ufficiale della Calabria – Scala 1:25.000 (EX CASMEZ);
- Carta delle Grandi Frane e delle DGPV della Calabria – Scala 1:25.000 (Cnr-Irpi, Cosenza);
- Carta Geomorfologica del F.Trionto – SCALA 1:50.000 (CNR);

- Carta Inventario Fenomeni Franosi dei Centri Abitati Calabresi - Scala 10.000 (Elab. 15.1 Del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico-PAI; www.regione-calabria/autorita-dibacino-regionale/PAI; Figura 23.2).

23.5 **Inquadramento geologico regionale**

La forma del territorio calabrese, che assume l'andamento ad arco (Arco Calabro-Peleoritano), rappresenta l'attuale stato di massima distorsione della catena Appennino-Maghrebide che raccorda gli assi NW-SE dell'Appennino meridionale con quelli E-W delle Maghrebidi, che comprendono l'area siciliana (Amodio Morelli *et alii* 1976; Bonardi *et alii* 1982; Vai, 1992). Tale torsione, con velocità ed entità di espansione massime nella parte meridionale, è legata all'attività geodinamica profonda (convergenza tra il blocco euro-asiatico e quello africano), che comporta una forte attività tettonica, con l'insorgere di terremoti. In tale contesto, l'edificio tirrenico dell'Arco Calabro risulta formato da una serie di falde sovrapposte che iniziano con un basamento cristallino pre-Mesozoico (con marcate analogie con la struttura Austro-sudalpina) talvolta coperto da una fascia meso-cenozoica con caratteristiche simili a quella delle Alpi. Si tratta di falde derivanti da tale margine alpino impilatesi inizialmente con "direzione europea". Successivamente, la struttura di rocce molto antiche, è stata trasportata in blocco con "direzione" africana ed incorporata alla catena Appenninico-Maghrebide, in fase di costruzione.

Questa tendenza evolutiva, fortemente attiva nel Paleocene e Miocene, ha avuto forti impulsi nel Quaternario ed è ancora attiva. E' a questa evoluzione che deve essere attribuita la genesi di importanti discontinuità (faglie e fratture), successivamente ereditate dalle masse rocciose, e la formazione di *horst* e *graben*: Graben del Crati, di Paola, di Catanzaro, del Mesima (Tortorici, 1982), con la deposizione all'interno di quest'ultimi di terreni sedimentari continentali e marini per lo più sabbioso-argillosi e conglomeratici.

Le conseguenze di tale dinamica sono rappresentate, da un lato, dallo sviluppo di elevate energie di rilievo e, quindi, di versanti acclivi e instabili anche a causa del generale decadimento dei caratteri fisici dei terreni e, dall'altro, dalla repentina modifica della circolazione delle masse d'aria, sia di provenienza jonica sia tirrenica, e l'insorgere quindi di condizioni climatiche del tutto peculiari.

Sulla base dei dati ad oggi disponibili, l'Arco Calabro può essere suddiviso in macrozone, separate dalle grandi strutture depressionarie trasversali originatesi a partire dal Plio-Pleistocene (Figura 23.6). I terreni affioranti in Calabria, in base alle caratteristiche litotecniche e al conseguente comportamento nei confronti dei fenomeni franosi, sono stati raggruppati in principali gruppi litologici come riportato in Figura 23.7. Di seguito vengono descritte le principali caratteristiche delle rocce affioranti.

- Rocce carbonatiche (Unità mesozoiche-paleogeniche). Affiorano prevalentemente nel massiccio del Pollino e sporadicamente nella Catena Costiera Tirrenica e nella Calabria meridionale.
- Rocce intrusive acide e metamorfiche di alto grado (Unità Alpine, di derivazione continentale, Paleozoico). Costituiscono gran parte del massiccio Silano, delle Serre e dell'Aspromonte. Affiorano localmente anche in Catena Costiera.
- Rocce ofiolifere di basso, medio ed alto grado di derivazione oceanica, localmente frammiste alle precedenti ed in particolare in aree perimetrali della Sila e nella Catena Costiera.
- Metamorfiti di basso e medio grado (Unità sia Panormidi che Alpine di derivazione oceanica e continentale, Paleozoico). Si tratta per lo più di argilloscisti, filladi e scisti aventi scarsa resistenza alla degradazione chimica e all'erosione. Affiorano ai margini dell'Altopiano Silano e in parte della Catena Costiera Tirrenica, del massiccio del Pollino, delle Serre e dell'Aspromonte.
- Flysch e terreni ad affinità flyschoidi (Formazione di Stilo Capo D'Orlando, depositi alto-miocenici, Argille varicolori e Flysch mesoautoctoni appenninici). Comprendono le alternanze ritmiche arenaceo-marnose, calcareo-marnose, argilloso-marnose e le argille varicolori. Affiorano diffusamente nella Calabria nord-orientale e lungo il versante ionico delle Serre e dell'Aspromonte.

- Terreni sedimentari detritici coerenti (Pliocene). Comprendono per lo più unità arenaceo-conglomeratiche che affiorano lungo i margini dell'altopiano Silano, della Catena Costiera, delle Serre e dell'Aspromonte.
- Terreni sedimentari sciolti (Quaternari). Si tratta di depositi a composizione prevalente da sabbiosa ad argillosa e subordinatamente ghiaiosa. Affiorano localmente sul bordo meridionale del massiccio del Pollino e diffusamente lungo i margini pedemontani e nelle aree di pianura (valle del F.Crati, Stretta di Catanzaro, bacino di Crotona, valle del Mesima, pianure costiere).
- Gessi e formazioni associate (alto Miocene e Pliocene). Comprendono gessi, calcari evaporitici, marne e sedimenti silicei, spesso intercalati con argille e sabbie. Affiorano nei bacini di Crotona e Rossano e localmente in sinistra idrografica del F. Crati, tra Amantea e Nicastro, nei pressi di Catanzaro, lungo la costa ionica meridionale.



Figura 23.6 Principali Unità geomorfologiche e geologico-strutturali individuate nella Regione Calabria.

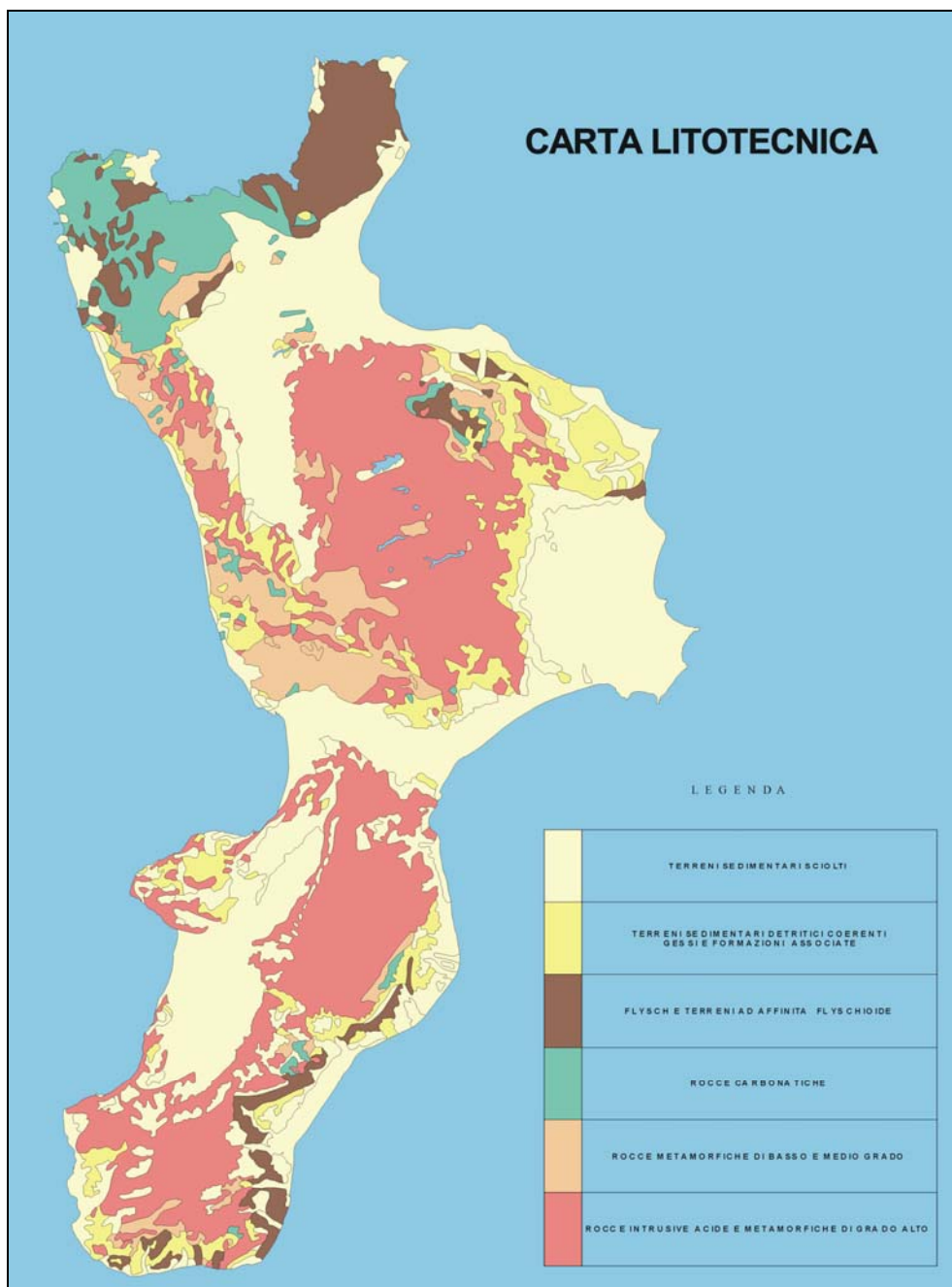


Figura 23.7 Schema della distribuzione delle principali unità litologiche.

23.6 Morfologia e lineamenti geomorfologici regionali

La penisola calabrese, ubicata tra il 38° ed il 40° parallelo, ha una superficie di circa 15.111 Km², che si sviluppa per circa 250 Km in lunghezza e da 111 Km a soli 31 Km in larghezza.

La Regione può essere suddivisa in cinque principali unità geomorfologiche (Figura 23.6):

- il massiccio del Pollino, posto al confine calabro-lucano, culmina con le quote 2.267 m s.l.m. di Serra Dolce Dorme e 2.248 m s.l.m. del Monte Pollino;
- la Catena Costiera Tirrenica, con asse pressoché rettilineo e quote altimetriche superiori ai 1.200 m s.l.m., segue la linea di costa a breve distanza;
- l'Altopiano Silano, che si sviluppa nel settore centro-settentrionale della penisola, ha un'altitudine media di circa 1.300 m s.l.m. ed una estensione di circa 2.500 Km²;
- le Serre e l'Aspromonte che costituiscono le propaggini meridionali dell'Appennino Calabrese. Le prime hanno quote altimetriche intorno ai 1.000 m s.l.m., l'Aspromonte raggiunge la quota di 1.955 m s.l.m. con M.te Montalto;
- le aree pianeggianti, di modesta estensione, rappresentano solo l'8% dell'intera superficie regionale.

Il 60% del territorio si trova al di sopra della quota di 300 m s.l.m., mentre l'altitudine media è di circa 556 m s.l.m.; le aree pianeggianti sono ubicate per lo più in corrispondenza della foce dei principali corsi d'acqua.

In particolare, i dati ottenuti dall'elaborazione del Modello Digitale del Terreno (DEM, 20X20 metri) indicano che circa il 10% del territorio regionale può essere assimilabile ad una morfologia pianeggiante con pendenza minore di 3° ed altitudine < 300 m s.l.m.; il restante 90% presenta, invece, una morfologia montano-collinare.

Dal punto di vista idrografico la Regione conta, inoltre, oltre 1.000 bacini idrografici che presentano in gran parte corsi d'acqua caratterizzati da breve lunghezza ed elevata pendenza longitudinale. Quest'ultima conferisce ai corsi d'acqua un'alta capacità di erosione e di trasporto solido.

23.7 Uso del suolo

Sulla base delle informazioni del Progetto Corine Land Cover, la distribuzione dell'uso del suolo nel territorio regionale è sintetizzata nella Figura 23.8. Essa evidenzia che su circa 15.080 Km², le aree densamente urbanizzate ricoprono soltanto il 2%, mentre gran parte del territorio regionale è costituita da zone boscate (33,7%), da zone dedite all'agricoltura (seminativi, colture permanenti, zone agricole eterogenee) e marginalmente da zone con vegetazione arbustiva e/o erbacea (5,9%). Infine, le zone industriali, commerciali e reti di comunicazione insieme alle zone estrattive, le discariche ed i cantieri costituiscono lo 0,3%.

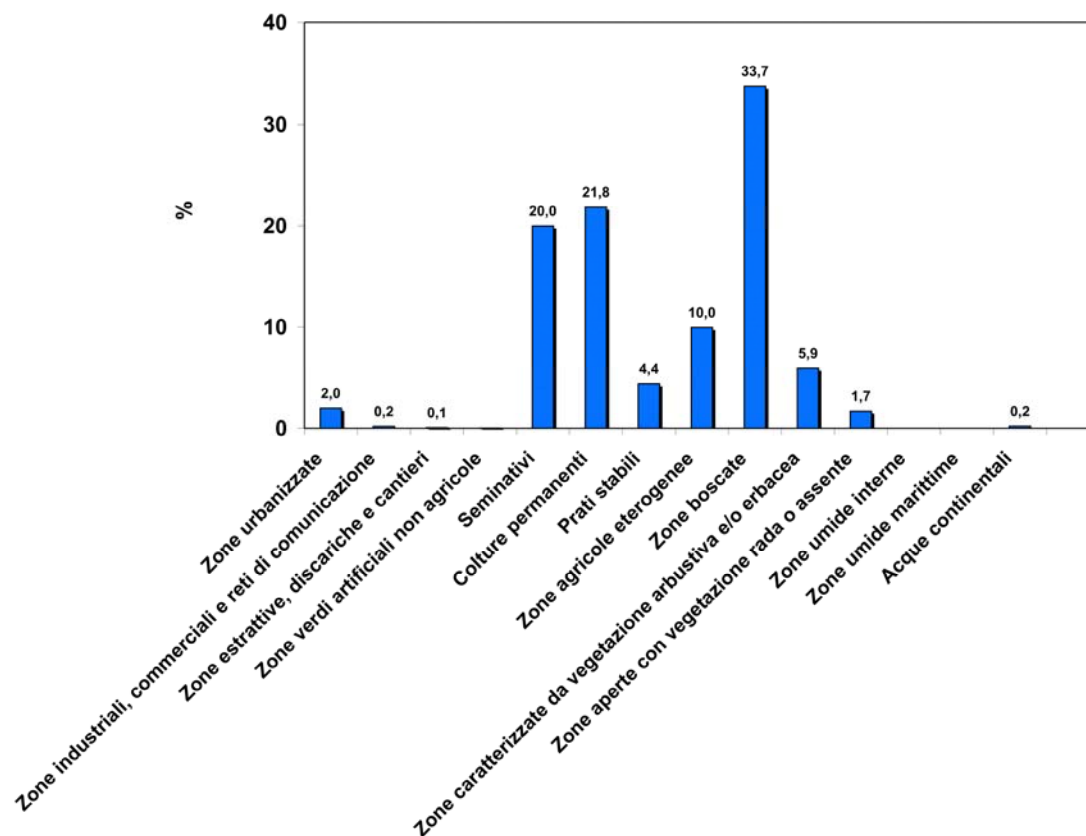


Figura 23.8 Distribuzione territoriale dell'uso del suolo in Calabria.

23.8 Metodologia utilizzata per la perimetrazione delle frane sul territorio regionale

Come già illustrato in precedenza, l'analisi prioritaria ed il censimento degli elementi morfologici areali, puntuali e lineari (aree in frana, frane n.c., scarpate ecc.), relativi ai centri abitati capoluogo di Comune, alle frazioni e nuclei abitati (di norma >200 abitanti), nonché alle vie di accesso alle suddette aree e, successivamente, alle infrastrutture (strade, ferrovie e reti di servizio) ed aree sottoposte a vincolo archeologico, è stata sviluppata tenendo conto del DPCM del 29/9/1998 e delle specifiche tecniche dell'IFFI.

La costituzione di un punto di sintesi sulle diverse tematiche inerenti i fenomeni franosi è stata affrontata, prima di tutto, tramite la costruzione di una banca dati, presupposto necessario a qualunque tipo di previsione e di pianificazione. Alla carenza della dotazione cartografica regionale, sia storica che attuale, si è reso necessario sopperire attraverso la ricognizione della cartografia in dotazione agli Enti Locali e, soprattutto, attraverso l'ausilio del Consorzio Telcal, a partire dalla fornitura delle ortofotografie a colori di tutto il territorio regionale (volo 1998) e dalla rasterizzazione della "Carta geologica" e della carta IGM in scala 1:25.000, fino all'archivio delle fonti storiche, ISTAT etc.

La creazione di una banca dati è stata sviluppata in due fasi distinte: informazioni indirette (fonti storiche, giornalistiche, archivi nazionali, locali, bibliografie storiche, programmazioni Enti regionali, provinciali e locali, ricognizioni fotografiche storiche); informazioni dirette (censimento dati c/o gli Enti Locali, fotointerpretazione a diverse scale e multitemporale, sopralluoghi, rilevamento geomorfologico di dettaglio a scala 1:10.000).

La metodologia di analisi e di perimetrazione delle aree in frana è stata articolata nel seguente modo.

- Fase 1 – preparazione specifiche operative. Questa fase ha previsto l'individuazione delle modalità ritenute più idonee per la realizzazione del progetto e la definizione delle relative metodologie, nonché la definizione di corrette procedure per la revisione,

l'integrazione, l'omogeneizzazione, l'adeguamento ed il trasferimento dei dati derivanti dagli studi precedenti.

- Fase 2 – raccolta di informazioni, con l'indicazione della fonte, della tipologia di evento e della localizzazione. Tra le fonti informative è stata ritenuta di grande importanza la compilazione di una *SCHEDA INFORMAZIONE* da parte dei Comuni (380 su 409). Per ciascun Comune è stato predisposto un *database* di tutte le informazioni disponibili, redatto in formato utile per il sistema informativo ed aggiornato periodicamente.
- Fase 3 – analisi fotointerpretativa dei fenomeni franosi eseguita utilizzando le coppie stereoscopiche delle levate aeree disponibili. A tale scopo la Regione ha allestito un proprio laboratorio di analisi attrezzato di stereoscopi TOPCON MS-3 con gruppi ottici 3x e 6x e di foto aeree a scala da 1:33.000 a 1:9.000 (Volo IGM 1992-94 , Volo SCAME 1978).
- FASE 4 – rilevazioni *in situ*, rilievo geologico-geomorfologico speditivo, compilazione più dettagliata della *Scheda Frane* redatta dal SGN (Amanti *et alii*, 1996).

La validazione dei dati di campagna ha concluso un processo iterativo di individuazione e perimetrazione delle aree in frana. Per ciascun fenomeno franoso è stato definito lo stato di attività e la tipologia, e quando possibile anche lo stile e la distribuzione (WP/WLI1993; Varnes, 1978; Cruden & Varnes, 1994). Il supporto cartografico utilizzato per la restituzione è rappresentato dalle ortoimmagini digitali a colori 1998, a scala nominale 1:10.000, e dalla Carta tecnica 1:10.000 Casmez. I fattori litologici e tettonici sono stati dedotti dalla carta Geologica a scala 1:25.000, disponibile in formato raster.

Lo sviluppo delle attività sopra elencate ha condotto alla costruzione della “Carta Inventario dei fenomeni franosi” a scala 1:10.000 e del relativo *database*. La carta comprende elementi areali definiti da poligoni chiusi, lineari (direzione) e puntuali (PIFF e frane non cartografabili) georiferiti e gerarchizzati sotto il profilo delle corrispondenti tipologie, dello stato di attività e *flags* descrittivi la tipologia di rappresentazione spaziale del fenomeno secondo le procedure IFFI.

La “*Carta Inventario dei fenomeni franosi IFFI*” così elaborata prevede in particolare i seguenti elementi:

- PIFF e frane non cartografabili (nc) su livello IFFI-puntuale;
- Frana su Livello Frane-poligonale (incluse le ZFP del PAI, cod_tipo da 1 a 7);
- DGPV su Livello DGPV- poligonale (cod_tipo 8);
- Zona franosa superficiale su Livello Aree-poligonale (cod_tipo da 9 a 11);
- DIREZIONE su Livello lineare.

In particolare, nel caso delle “aree soggette a.....” (ZFS del PAI, cod_tipo della tabella generalità da 9 a 11), delle Zone franose profonde del PAI (ZFP nel campo note della tabella generalità_classificazione, cod_tipo da 1 a 7) e delle DGPV (cod_tipo della tabella generalità 8), il valore assegnato alla direzione (0) sul livello IFFI equivale ad un valore nullo (*=/s null*), vista la presenza di superfici multiple all'interno della stessa area e di movimenti multidirezionali.

La *Carta Inventario IFFI* comprende inoltre anche i fenomeni franosi relativi alle infrastrutture ed ai beni con vincolo archeologico, riportati su base topografica IGM - Serie 25 - Edizione 1, in scala 1:25.000. Per ciascuna infrastruttura o area archeologica è stato esaminato un intorno territoriale sufficientemente esteso in considerazione della possibile interferenza dei fenomeni franosi con l'elemento antropico, con analisi riferita ai seguenti livelli

- raccolta dati da fonti varie
- analisi fotointerpretativa

I fenomeni franosi cartografati sono stati distinti per tipologia di movimento e stato di attività sulla base della sola fotointerpretazione del volo IGM/91.

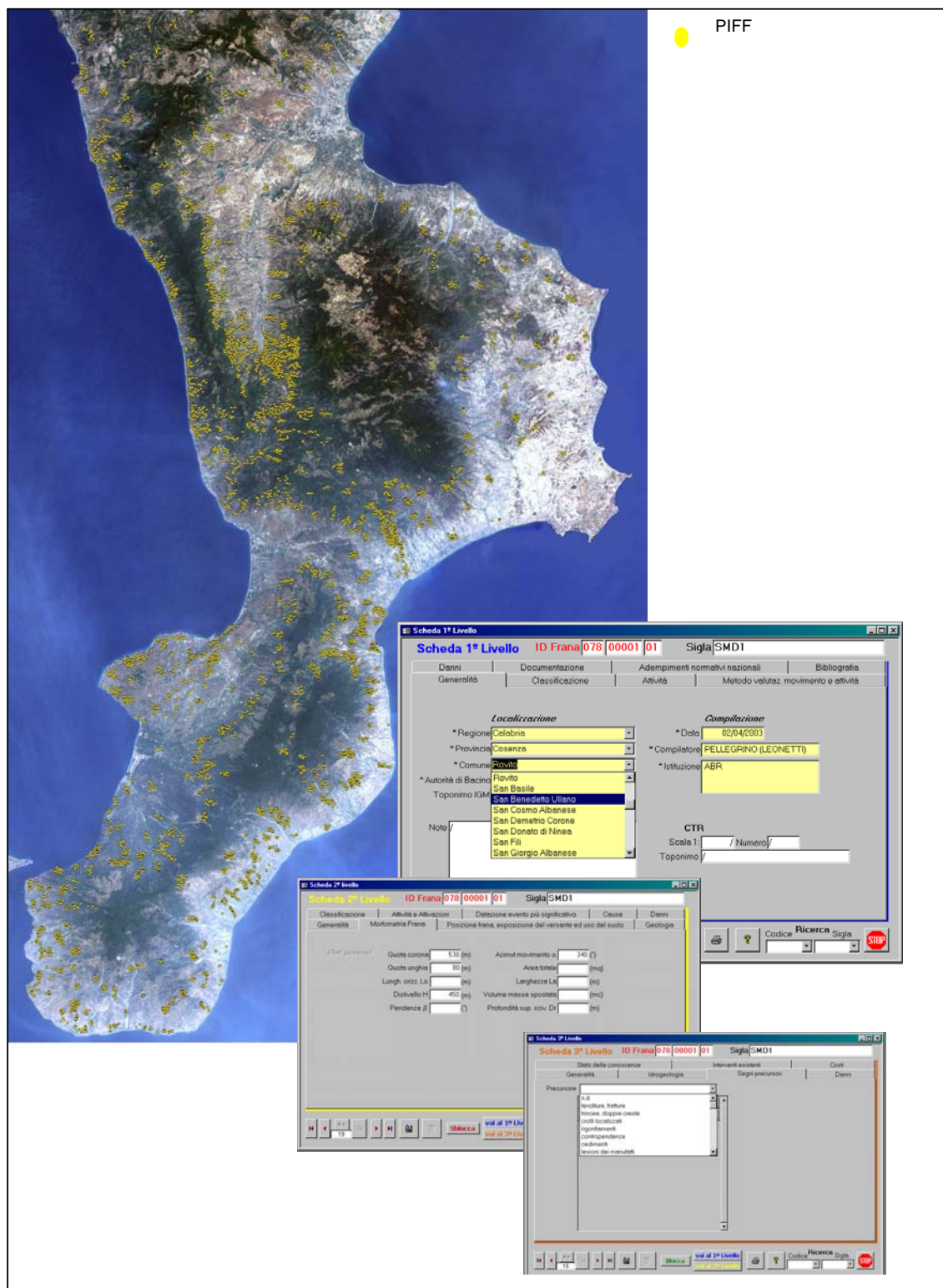


Figura 23.9 Livello IFFI: Distribuzione dei PIFF dei fenomeni franosi individuati nello studio del 40% del territorio regionale ed esempio dell'associato database ALFANUMERICO IFFI.

23.9 Analisi dei dati

23.9.1 Numero di frane

L'insieme delle frane censite su circa il 40% del territorio regionale (6.032 Km²) ammonta a 9.417 (PIFF), tra frane poligonali e puntuali (Frane, Aree, DGPV e puntuali). Sebbene i rilevamenti condotti nella Regione Calabria siano stati alla scala 1:10.000, al fine di uniformare i dati IFFI a livello nazionale l'analisi delle aree in frana è riferita esclusivamente ai poligoni con superficie > di 10.000 m² e (valore complessivo di 821,83 Km²); in caso di fenomeni franosi ritenuti significativi per la loro pericolosità ed elementi a rischio, anche se di minore dimensione, si è scelto di procedere ugualmente alla loro mappatura. La distribuzione delle aree in frana a livello provinciale è sintetizzata nella Tabella 23.1.

Tabella 23.1 Distribuzione della franosità in km² (Livelli Poligonali-IFFI) nelle diverse Province. CA: Centri abitati (827); Str: Infrastrutture ed aree a Vincolo Archeologico.

| | CA (km ²) | Str (km ²) | Totale (km ²) | Numero CA |
|--------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|-----------|
| Catanzaro | 121,35 | 20,01 | 141,36 | 143 |
| Cosenza | 307,39 | 113,86 | 421,25 | 329 |
| Crotone | 24,72 | 16,25 | 40,97 | 42 |
| Reggio di Calabria | 133,43 | 29,25 | 162,68 | 205 |
| Vibo Valentia | 51,45 | 4,11 | 55,56 | 108 |

Sulla base delle elaborazioni condotte, nella Tabella 23.2 sono riportati il numero di elementi individuati nei diversi livelli del *database cartografico*, suddivisi per provincia; il livello "Frane Lineari" è stato praticamente omesso, vista la scala di dettaglio utilizzata per il censimento dei fenomeni franosi. Il livello "Aree" comprende le "Zone franose superficiali" del PAI (ZFS) successivamente distinte nel *database alfanumerico (cod_tipo da 9 a 11)*.

Tabella 23.2 Numero di frane per ciascun livello informativo del database cartografico (vedi paragrafi 2.4.2 e 2.5.1).

| PROVINCIA | PIFF | FRANE POLIGONALI | AREE SOGGETTE A... | DGPV | AREA TOTALE IN FRANA (km ²) |
|--------------------|------|------------------|--------------------|------|---|
| Catanzaro | 1922 | 1589 | 318 | 8 | 141,36 |
| Cosenza | 3842 | 3380 | 417 | 22 | 421,25 |
| Crotone | 409 | 324 | 78 | 0 | 40,97 |
| Reggio di Calabria | 2372 | 2090 | 245 | 7 | 162,68 |
| Vibo Valentia | 872 | 740 | 105 | 1 | 55,56 |

Da un'analisi d'insieme, la Provincia di Cosenza mostra un'areale in frana maggiore rispetto alle altre Province; tale dato, se da un lato è vincolato alla maggiore estensione del relativo territorio provinciale e al maggior numero di centri abitati studiati (Tabella 23.1), dall'altro viene validato dal maggior numero di elementi morfologici censiti (livelli poligoni; Tabella 23.2). Superando il vincolo dell'estensione provinciale, Vibo Valentia possiede, invece, un valore delle aree in frana effettivamente basso ma allo stesso tempo un numero relativamente elevato di movimenti in massa, soprattutto se rapportati a Crotone; tutto ciò presuppone, quindi, l'esistenza di numerosi fenomeni ma di dimensioni piuttosto modeste.

L'analisi di dettaglio mostra, ancora, come le informazioni sulle frane censite possano essere ulteriormente distinte per grado di approfondimento del *database alfanumerico (livello di schedatura)*, differenziando i dati relativi ai Centri Abitati da quelli delle Infrastrutture e a Vincolo archeologico (Tabella 23.3, Tabella 23.4, Tabella 23.5 e Tabella 23.6) e quindi tenendo conto della metodologia di studio adottata (vedi paragrafo 23.8).

Tabella 23.3 Livello IFFI: Numero di elementi inseriti; CA: Centri abitati; Str: Infrastrutture ed aree a Vincolo Archeologico. NC :frane non cartografabili al 1:10.000.

| | CA | Str | NC | Totale |
|--------------------|------|-----|----|--------|
| Catanzaro | 1721 | 194 | 7 | 1922 |
| Cosenza | 3260 | 559 | 23 | 3842 |
| Crotone | 322 | 80 | 7 | 409 |
| Reggio di Calabria | 2107 | 235 | 28 | 2372 |
| Vibo Valentia | 749 | 97 | 28 | 872 |

Tabella 23.4 Livello Frane: Numero di elementi inseriti; CA: Centri abitati; Str: Infrastrutture ed aree a Vincolo Archeologico.

| | CA | Str | Totale |
|--------------------|------|-----|--------|
| Catanzaro | 1468 | 121 | 1589 |
| Cosenza | 2913 | 467 | 3380 |
| Crotone | 270 | 54 | 324 |
| Reggio di Calabria | 1909 | 181 | 2090 |
| Vibo Valentia | 683 | 57 | 740 |

Tabella 23.5 Livello Aree: Numero di elementi inseriti per approfondimento del dato. CA: Centri abitati; Str: Infrastrutture ed aree a Vincolo Archeologico.

| | CA | Str | Totale |
|--------------------|-----|-----|--------|
| Catanzaro | 245 | 73 | 318 |
| Cosenza | 330 | 87 | 417 |
| Crotone | 52 | 26 | 78 |
| Reggio di Calabria | 191 | 54 | 245 |
| Vibo Valentia | 65 | 40 | 105 |

Tabella 23.6 Livello DGPV: Numero di elementi inseriti. CA: Centri abitati; Str: Infrastrutture ed aree a Vincolo Archeologico.

| | CA | Str | Totale |
|--------------------|----|-----|--------|
| Catanzaro | 8 | 0 | 8 |
| Cosenza | 17 | 5 | 22 |
| Crotone | 0 | 0 | 0 |
| Reggio di Calabria | 7 | 0 | 7 |
| Vibo Valentia | 1 | 0 | 1 |

Sulla base di quanto sopra, l'Autorità di Bacino ha fornito le schede IFFI relative ai seguenti livelli:

- 1° livello, compilato per ogni fenomeno cartografato;
- 2° livello, compilato per i fenomeni franosi che risultano dalla perimetrazione delle aree a rischio e dai piani di intervento straordinario (*ex lege* 267/98), nonché per quelli derivanti dal Progetto AVI e per quelli ritenuti più significativi per i processi morfoevolutivi che li caratterizzano;
- 3° livello, compilato principalmente per le frane oggetto del Piano straordinario (*ex lege* 267/98) e per quelli ritenuti più significativi dalla Regione.

Il numero dei livelli di schedatura del *database alfanumerico* relativi alle frane inserite è riportato nella Figura 23.10.

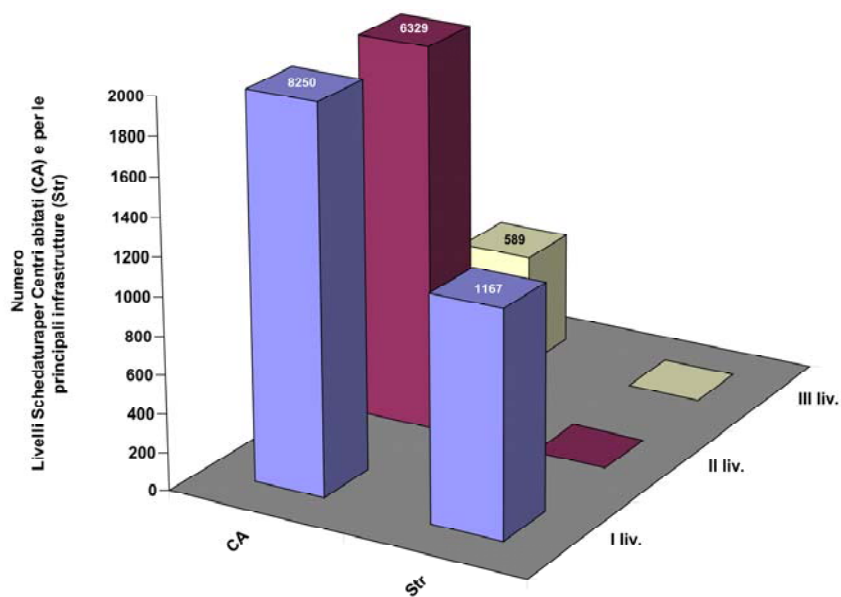


Figura 23.10 Numero Livelli Schedatura. CA: Centri abitati; Str: Infrastrutture ed aree a Vincolo Archeologico.

23.9.2 Tipologia e stato di attività dei movimenti franosi

L'analisi di oltre 9.000 frane ha permesso di individuare le tipologie di movimento predominante (Figura 23.11), ascrivibili principalmente a scorrimenti e a movimenti complessi, secondariamente anche ad "aree soggette a frane superficiali diffuse". Relativamente ai movimenti complessi, la Calabria può vantare un primato a scala nazionale in termini sia di estensione che di numero per le peculiari condizioni geologiche del territorio.

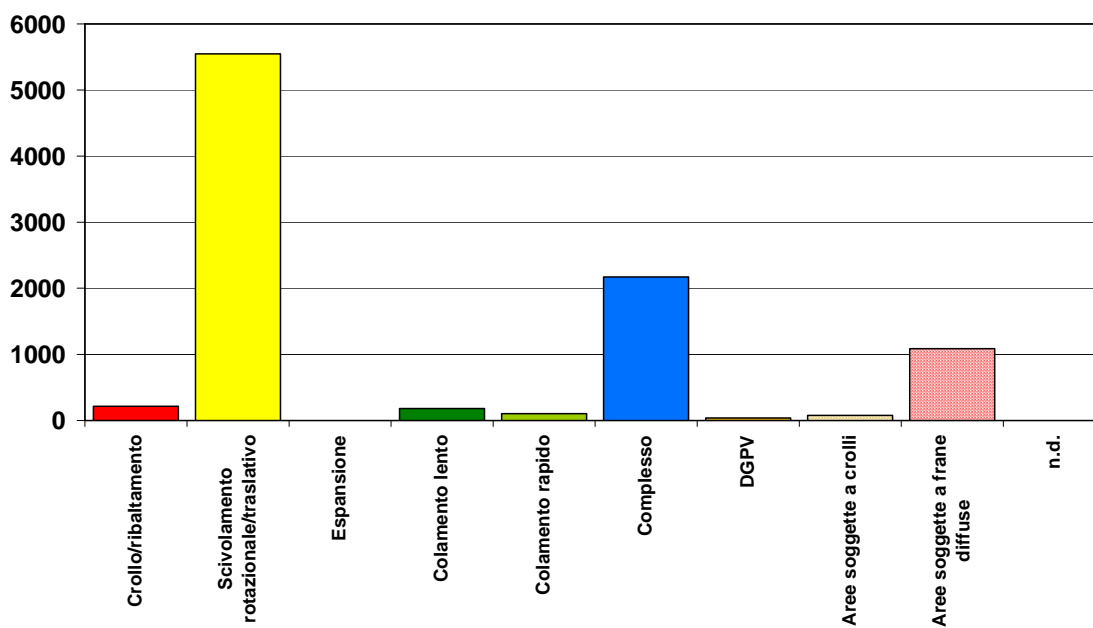


Figura 23.11 Numero di frane per tipologia di movimento.

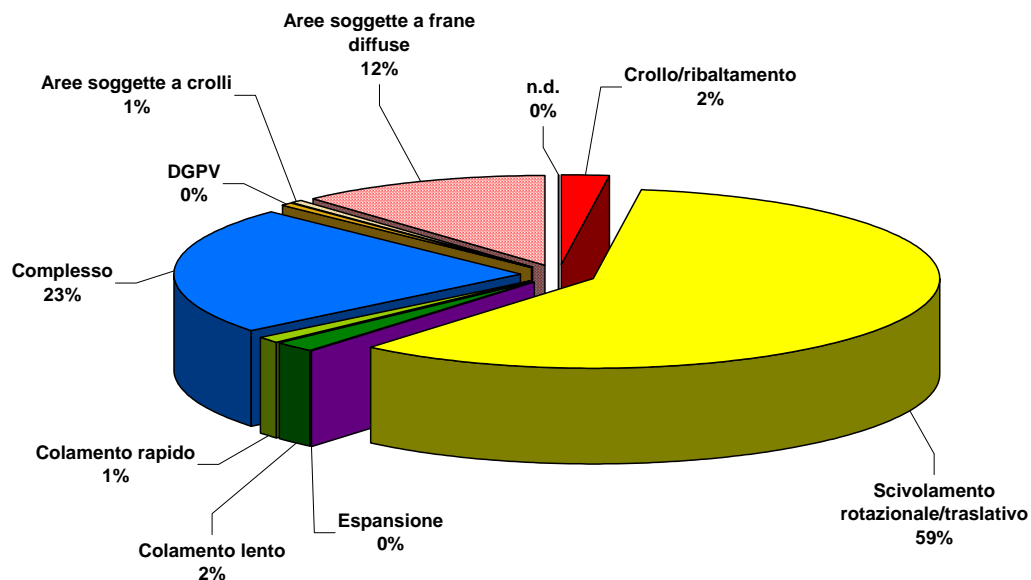


Figura 23.12 Percentuale delle frane per tipologia di movimento di movimento.

Quanto allo stato di attività delle frane rilevate (Figura 23.13), la maggior parte di esse risulta quiescente od attiva. Solo meno dell'0,5% delle frane rilevate può essere considerata inattivo; nel senso che si tratta di eventi riferibili ad un ciclo morfoclimatico diverso da quello attuale e che, di conseguenza, hanno esaurito il loro ciclo di vita.

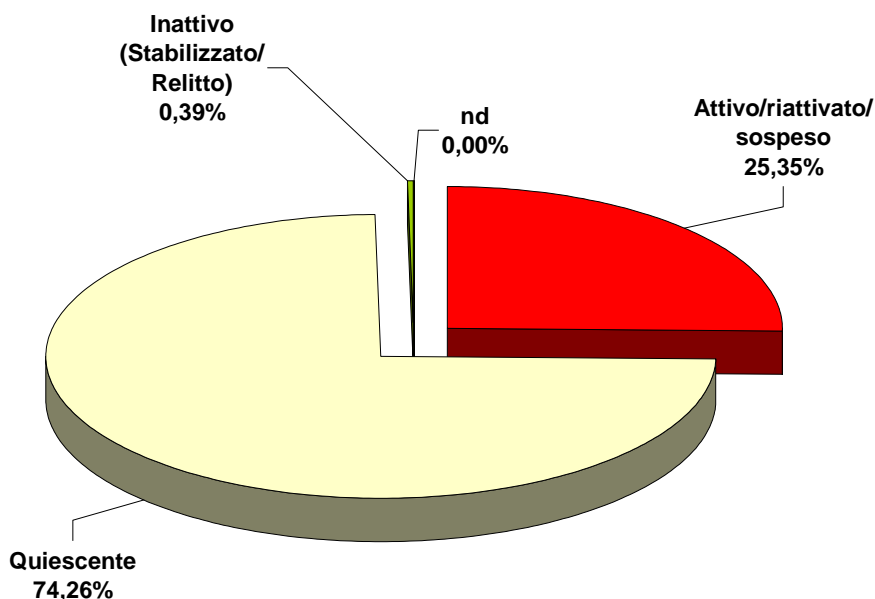


Figura 23.13 Percentuale delle frane per stato di attività.

Di seguito si riportano alcune foto indicative delle tipologie di frana rappresentative dei processi morfodinamici del territorio calabrese, censite anche a seguito di eventi alluvionali (Dati PAI, Rapporti di sopralluogo e di richiesta di stato di emergenza, Archivio ABR). In particolare, si dà molta importanza a quest'ultimi, perchè essi forniscono l'occasione di osservare con una certa periodicità il loro impatto sul territorio, nonché la naturale e peculiare evoluzione morfologica dei versanti in Calabria, visto che circa il 74% dei dissesti censiti ad oggi si trova in condizione di quiescenza.



Figura 23.14 Gioiosa Ionica (RC) - M. Linarè (febbraio 2001): a) fenomeno franoso roto-traslattivo di vaste dimensioni verificatosi nei depositi sedimentari miocenici. b) particolare della zona di coronamento e della scarpata di frana; c) fianco destro della frana in cui risaltano l'entità del danno provocato (distruzione completa della SP) e le vaste proporzioni del fenomeno, i cui effetti sono evidenti anche al di là della linea spartiacque grazie alle estese zone di detensionamento e di fratturazione.



Figura 23.15 Fenomeno di colata rapida, misto a torrente di detrito, che ha interessato il Vallone Favagrega ubicato lungo il costone tra Scilla e Bagnara (RC - maggio 2001; Archivio ABR). a) Colata di detrito nel tratto medio-inferiore del Vallone Favagrega. Si osservi che l'ondata di fango ha raggiunto anche la corsia Nord dell'autostrada A3. b) Canalone Favagrega: percorso dalla colata di fango e detriti nel tratto medio-inferiore. c) Testate dei due canali meridionali del Vallone Fava Greca in cui si sono innescati i fenomeni franosi. d) Nicchia di distacco della frana principale. E' evidente la presenza di materiale in condizioni di incipiente collasso. Tali fenomeni sono ampiamente diffusi nell'area e coinvolgono principalmente le coltri di alterazione del substrato cristallino-metamorfico.

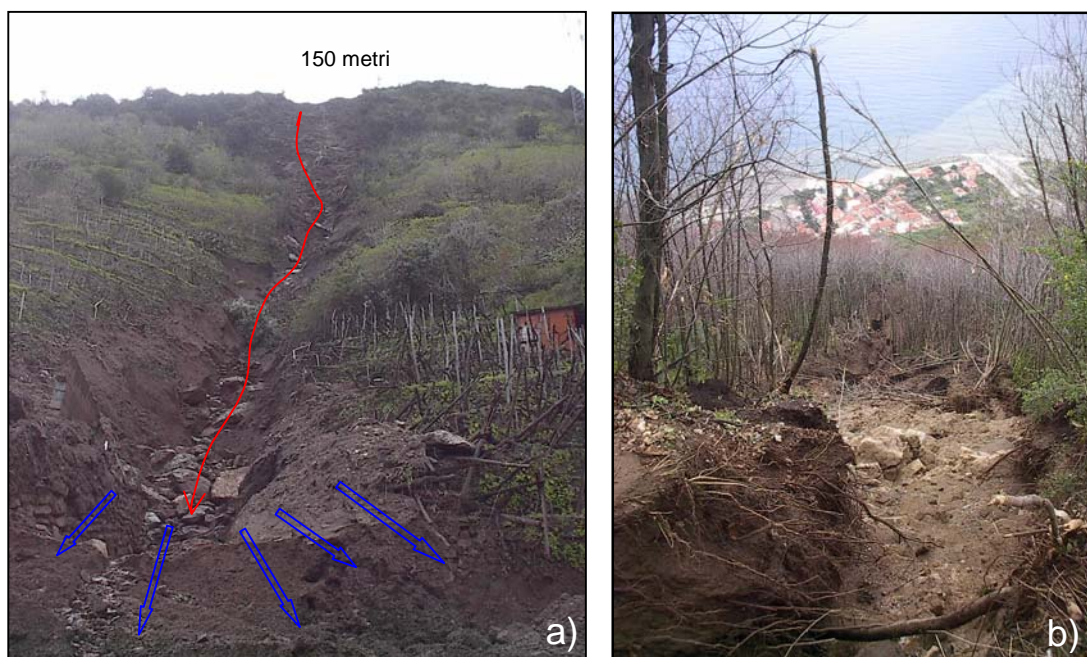


Figura 23.16 Fenomeno di colata rapida, che ha interessato il Vallone poco più a valle di quello Favagrecò, ubicato lungo il costone tra Scilla e Bagnara (RC-marzo 2005; Archivio ABR). a) Parte terminale dell'esteso fenomeno di colata rapida che ha coinvolto la SS18 tra Scilla e Bagnara, la strada ferrata e l'abitato di Favazzina. b) Parte alta della colata rapida (circa 350 m slm), in cui le acque si sono incontrate per effetto della morfologia del terreno e per la presenza di un tracciato stradale, comportando un'intensa erosione e provocando poco più a valle la fluidificazione delle coperture di alterazione del substrato cristallino-metamorfico.



Figura 23.17 a) Parte alta della colata rapida (circa 270-300 m slm); si rilevano un fronte di 20-30 metri ed evidenze del percorso del fango, che è stato deviato dalla presenza di un tracciato preesistente invece di seguire la massima pendenza. b) Particolare dell'effetto valanga della colata rapida quasi a partire dal punto d'innescò ed erosione delle coltri di alterazione del substrato.

Esempi di dissesti verificatisi a seguito dell'evento alluvionale del Dicembre 2002-Gennaio 2003 (Archivio dell'Autorità di Bacino Regionale della Calabria).



Figura 23.18 Martirano Lombardo (CZ): esempio di frana per scorrimento superficiale nelle metamorfiti di basso grado (in particolare nella coltre argillificata di alterazione superficiale) che ha interessato una strada comunale.



Figura 23.19 Martirano (CZ): esempio di frana per scorrimento superficiale nelle coperture di alterazione delle metamorfiti di basso grado, con danni alla viabilità e crollo di opere di sostegno.



Figura 23.20 Martirano Lombardo (CZ): frana complessa nelle metamorfiti di medio-alto grado, che nella sua evoluzione retrogressiva rischia di coinvolgere la SP Martirano L.-S. Mango D'Aquino. Le intense precipitazioni hanno provocato fenomeni di dilavamento, di erosione e smottamenti di piccole dimensioni.



Figura 23.21 Conflenti (CZ)-Loc. Passo del Ceraso: la strada comunale è stata interessata da un vasto fenomeno franoso per scorrimento che ha coinvolto la carreggiata. Il fenomeno si è sviluppato nelle metamorfiti di basso grado da mediamente ad altamente alterate.



Figura 23.22 Paola (CS): Esempio di attivazione di numerosi fenomeni franosi superficiali (soil slip) nei livelli completamente alterati delle metamorfiti di alto grado e delle rocce intrusive acide.



Figura 23.23 Malvito (CS) - Strada Roncino - Boiano: numerosi fenomeni franosi per scorrimento-colata e/o colata che interessano il tracciato dell'Acquedotto ABATEMARCO.



Figura 23.24 Gizzeria (CZ)- T. Grima in località Petramurata: attivazione di un imponente movimento franoso per scorrimento nei depositi argillosi.



Figura 23.25 Isola Capo Rizzuto (KR)- Località Le Cannella: esempio di attivazione di fenomeni franosi per crollo a seguito di forti mareggiate, con distacco del tratto di costa alta (Falesie) e conseguente smottamento del manto stradale e rischio per le abitazioni a monte.



Figura 23.26 Isola Capo Rizzato (KR)- Loc. Le Cannella: ripresa di un importante fenomeno franoso roto-traslattivo nei depositi terrigeni di origine marina; a) coronamento; b) unghia del fenomeno franoso.

Esempi di dissesti verificatisi a seguito dell'evento alluvionale del Dicembre 2003 (Archivio ABR).



Figura 23.27 S.P. Palmi San Procopio (Ponte Mangano). Parete sub-verticale costituita da alternanze argilloso-marnose (con intercalazioni sabbiose), interessata da caduta di blocchi e colamenti, per episodi successivi, che arrivano ad ostruire periodicamente la sede stradale.



Figura 23.28 S.P. Palmi San Procopio (Ponte Mangano). Scorrimento-colata in materiali di copertura a granulometria fine, con invasione della sede stradale.



Figura 23.29 Esempio di crolli di blocchi nelle arenarie mioceniche.



Figura 23.30 Esteso fenomeno franoso rotazionale nell'abitato di Sinopoli Inferiore (RC).



Figura 23.31 Belvedere Marittimo. Frana rotazionale che ha investito un palazzo, la SS 18 e la ferrovia.



Figura 23.32 Particolare della frana precedente vista dalla zona di coronamento.



Figura 23.33 Cerzeto (CS)- Esteso fenomeno roto-traslato evolutosi in parte in colata di detrito e fango che ha interessato la frazione Cavallerizzo (marzo 2005, Archivio ABR).



Figura 23.34 Catanzaro - Ampia zona franosa con movimenti complessi costituiti da frane nel substrato cristallino-metamorfico alterato che si evolvono in colata rapida di detrito/terra, a cui si associano fenomeni di crollo/ribaltamento e scorrimenti di blocchi di roccia nella sovrastante placca di sedimenti miocenici.



Figura 23.35 Catanzaro Colata nei depositi argillosi pliocenici.

23.9.3 Analisi del danno

Il diagramma in Figura 23.36 riassume la stima dei danni per frana riportati al I livello della Scheda IFFI. I dati mostrano che gli effetti maggiori si registrano principalmente nei nuclei/centri abitati e lungo le strade e secondariamente su infrastrutture di servizio, strutture di servizio pubbliche e terreni agricoli.

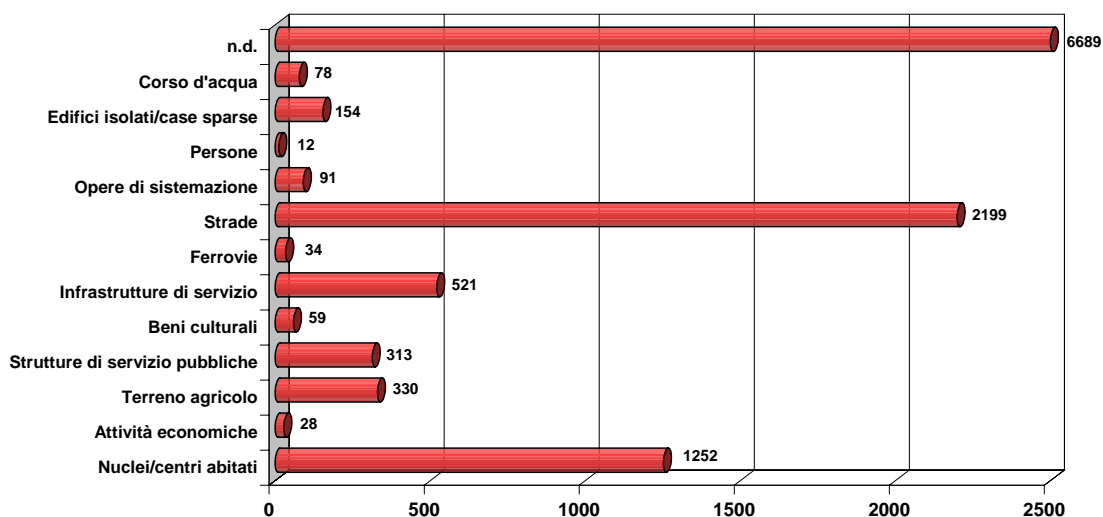


Figura 23.36 Numero di frane per tipologia di danno con riferimento alle frane inserite ad oggi.

Tenendo conto delle finalità del PAI (DL 180/98) e delle specifiche per la valutazione della pericolosità da frana e del rischio associato (Varnes 1984), la stima delle aree a rischio da molto elevato a basso (Tabella 23.7), può essere comunque indicativa per la valutazione dei danni previsti dall'IFFI.

Tabella 23.7 Quadro di sintesi delle aree a rischio di frana (PAI).

| PROVINCIA | COSENZA | CATANZARO | CROTONE | VIBO VALENT. | REGGIO CALAB. |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|
| LIVELLO DI RISCHIO | Area Tot. (mq) | Area Tot. (mq) | Area Tot. (mq) | Area Tot. (mq) | Area Tot. (mq) |
| R4 – RISCHIO MOLTO ELEVATO | 4.159.894 | 2.598.136 | 565.829 | 611.451 | 2.617.532 |
| R3 – RISCHIO ELEVATO | 8.790.024 | 3.864.381 | 857.347 | 1.421.935 | 3.907.342 |
| R2 – RISCHIO MEDIO | 17.953.186 | 5.774.847 | 1.150.090 | 2.016.506 | 3.887.898 |
| R1 – RISCHIO MODERATO | 2.755.647 | 1.539.269 | 171.611 | 540.678 | 867.009 |
| TOTALI PER PROVINCIA | 33.658.751 | 13.776.633 | 2.744.877 | 4.590.570 | 11.279.781 |

23.9.4 Indice di Franosità

L'Indice di Franosità (IF) è definito come area in frana rispetto ad un'area di riferimento, che può essere rappresentativa di parametri territoriali o di carattere geologico. In particolare, la valutazione dell'IF per la Calabria è stata condotta rispetto sia alla superficie totale della regione sia a quella realmente studiata (Tabella 23.8).

Tabella 23.8 Valutazione indice di Franosità.

| Superficie totale regione (km ²) | Superficie regione realmente studiata (km ²) (40%) | Area montano-collinare (km ²) | Numero di PIFF | Area totale in frana (km ²) |
|--|--|---|----------------|---|
| 15080 | 6032 | 13598,93 | 9416 | 821,83 |

| Densità dei fenomeni franosi (N° PIFF / Superficie regione) | Densità dei fenomeni franosi reale (N° PIFF / Superficie regione realmente studiata) | Indice di Franosità % reale (area totale in frana / superficie regione realmente studiata) | Indice di Franosità % (area totale in frana / superficie regione) | Indice di Franosità % (area totale in frana / area montano-collinare) |
|---|--|--|---|---|
| 0,62 | 1,56 | 13,62 | 5,45 | 6,04 |

Il confronto tra IF calcolato sul territorio totale e IF sul territorio realmente studiato (40%; Tabella 23.8) mostra chiaramente una sottostima del primo. Allo stesso modo, la valutazione di IF su classi litologiche, ottenute rispetto all'affioramento sull'intero territorio regionale (Figura 23.37), fornisce risultati parziali e/o viziati.

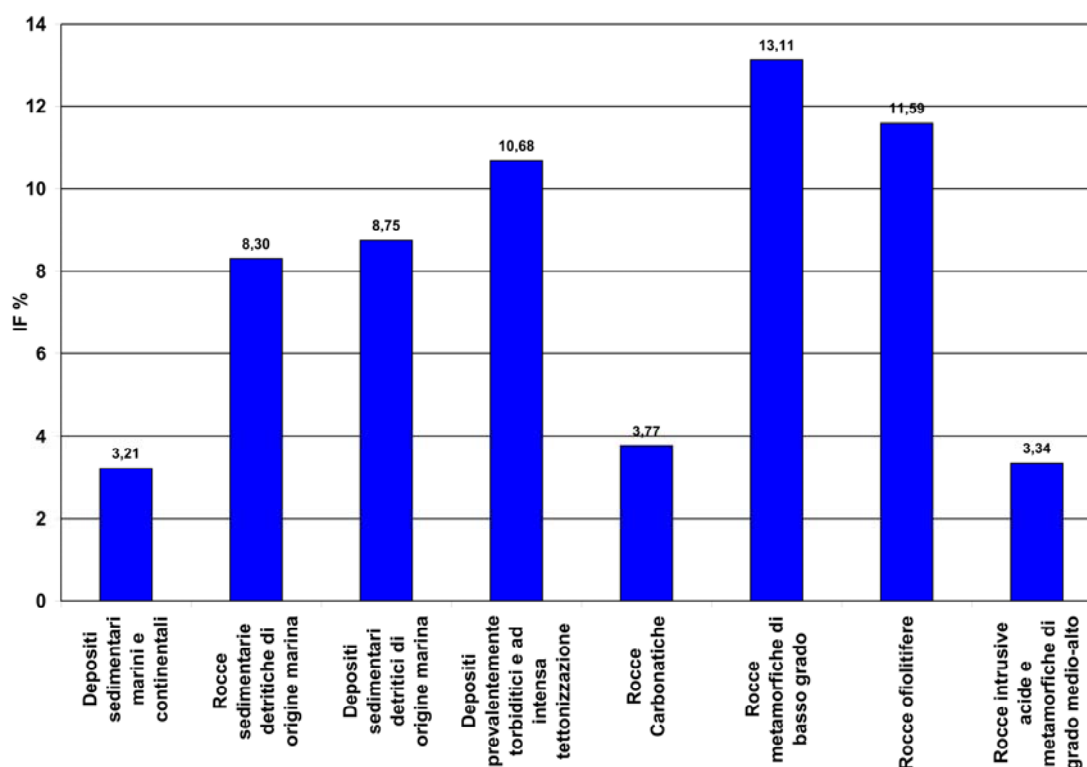


Figura 23.37 Indice di Franosità (%) per classi litologiche, calcolate sull'intero territorio regionale.

I dati in Figura 23.37 mostrano valori più elevati di IF principalmente nelle rocce metamorfiche di basso grado, nei depositi prevalentemente torbiditici e ad intensa tettonizzazione, nelle rocce detritiche e nei depositi detritici sedimentari di origine marina. Nelle restanti classi litologiche si registrano valori relativamente inferiori. Utilizzando, invece, come riferimento la distribuzione della franosità nelle classi litologiche (Area in frana per classe litologica/Area in frana totale; Figura 23.38) si ottengono dati più plausibili e conformi alle condizioni morfodinamiche del territorio. Dall'analisi della distribuzione della franosità per

litologie si osserva una maggiore predisposizione al dissesto nelle rocce metamorfiche di basso grado, nei depositi prevalentemente torbiditici (Flysch) e ad intensa tettonizzazione, nelle rocce detritiche e nei depositi detritici sedimentari di origine marina, a conferma di quanto ottenuto con l'IF su classi litologiche. Si registrano, invece, valori nettamente difforni dall'IF, e comunque più attendibili come confermano i numerosi dati bibliografici, nel caso delle restanti litologie. In particolare, si rileva, un primato della distribuzione delle frane nelle rocce intrusive acide e metamorfiche di grado medio-alto e nei depositi sedimentari marini e continentali, mentre valori relativamente bassissimi si hanno nelle rocce ofiolitifere.

Relativamente ai dissesti più frequenti nelle varie litologie, è stato osservato che nelle rocce carbonatiche i fenomeni che si presentano con maggiore frequenza sono i crolli e ribaltamenti lungo i versanti più acclivi e maggiormente tettonizzati, e a luoghi fenomeni di DGPV assimilabili a *Lateral spread*. Nelle rocce intrusive acide e metamorfiche di alto grado, dove le rocce sono spesso profondamente alterate e tettonizzate, la frequenza, la tipologia e la morfometria dei dissesti varia localmente in funzione del grado di alterazione raggiunto dall'ammasso roccioso e delle condizioni morfologiche locali. In particolare, nei versanti molto acclivi prevalgono fenomeni superficiali di tipo crollo e colata rapida. Fenomeni di tipo scorrimento roto-traslativo coinvolgono invece i livelli di ammasso roccioso da molto a completamente alterati. Nelle metamorfite di basso e medio grado si riscontrano, invece, con alta frequenza, fenomeni franosi del tipo scorrimento-colata evolventi a luoghi in colata rapida che interessano interi versanti. Frequenti sono anche i casi di DGPV. Nei Flysch e nei terreni ad affinità flyschoidi si registrano movimenti prevalenti di tipo scorrimento, colamento e scorrimento-colata; nei terreni sedimentari detritici coerenti si rilevano, invece, di frequente fenomeni franosi superficiali che coinvolgono le coltri di degradazione e, localmente, anche movimenti franosi di maggiori dimensioni condizionati dagli assetti strutturali e tettonici degli ammassi rocciosi, quali scorrimento e scorrimento-colata (es. M. Linarè, Archivio ABR). Infine, nei terreni sedimentari sciolti i fenomeni franosi che maggiormente si osservano sono di tipo scorrimento, mentre nei gessi e formazioni associate si hanno frequentemente, oltre ai dissesti superficiali (crolli diffusi ed erosione calanchiva), anche movimenti franosi profondi e sprofondamenti a causa di fenomeni di dissoluzione.

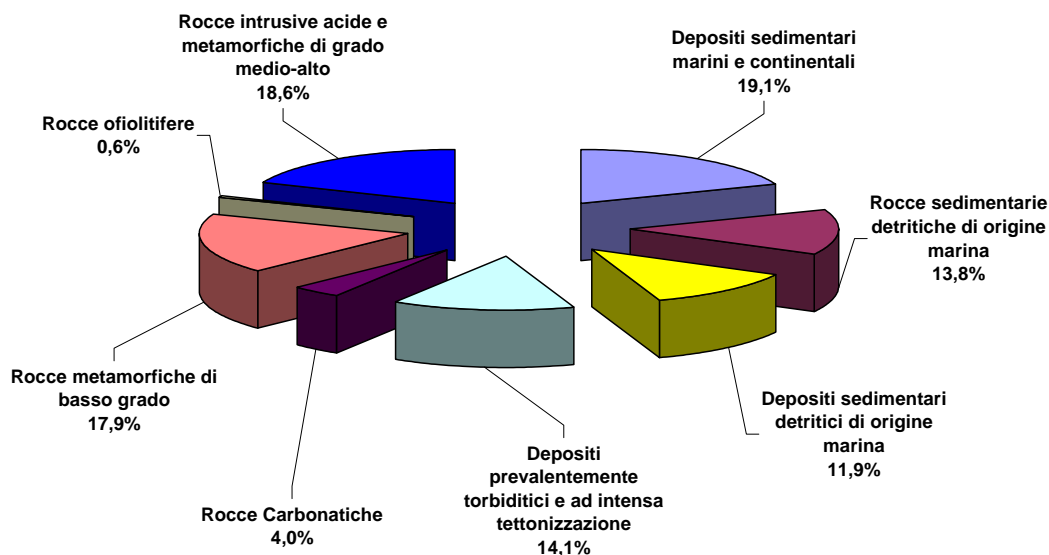


Figura 23.38 Distribuzione della franosità per litologie (Area in frana per classe litologica/ Area in frana totale*100).

Il confronto tra il numero di poligoni in frana e l'areale totale in frana all'interno di ciascuna classe litologica (Figura 23.39) mostra, ancora, un notevole squilibrio nei depositi prevalentemente torbiditici e ad intensa tettonizzazione e nelle rocce metamorfiche di basso grado, sottolineando quindi lo sviluppo di grandi frane in tali litologie.

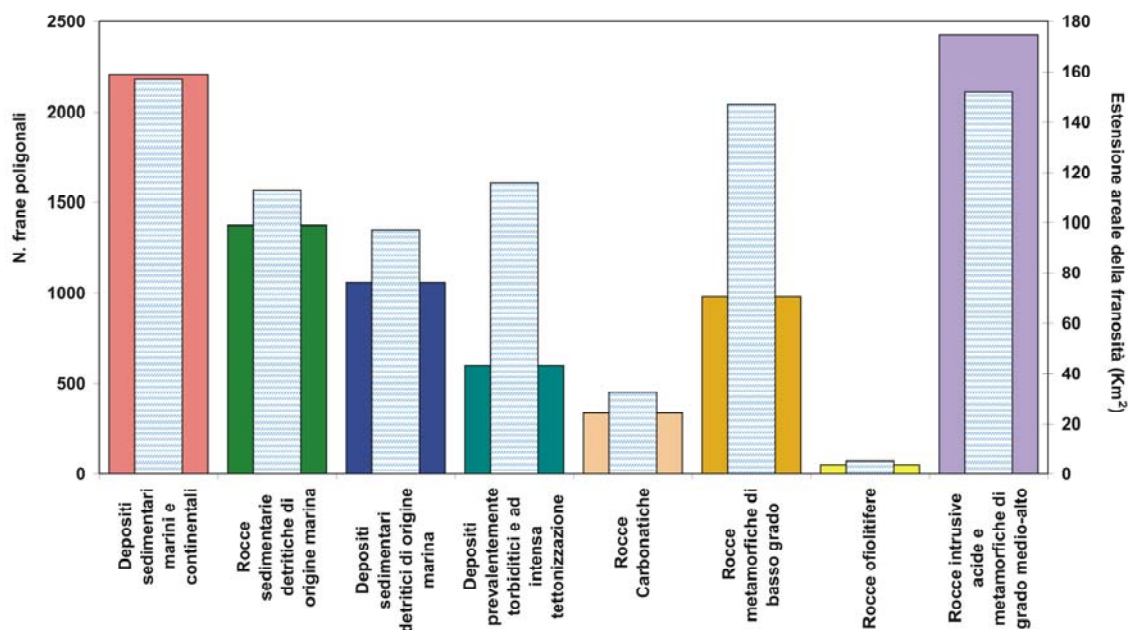


Figura 23.39 Numero di frane e relativa estensione areale per classi litologiche principali.

Infine relativamente all'uso del suolo (dove le classi di uso del suolo corrispondono alla copertura del territorio italiano con Programma Corine Land Cover a 15 classi), si è osservato che, considerando dapprima l'area totale in frana/superficie di affioramento a scala regionale (%), l'indice di franosità per uso del suolo raggiunge i valori più elevati nelle zone urbanizzate, in quelle agricole eterogenee e a colture permanenti, secondariamente in corrispondenza dei prati stabili, delle zone a vegetazione arbustiva e boscate (Figura 23.40).

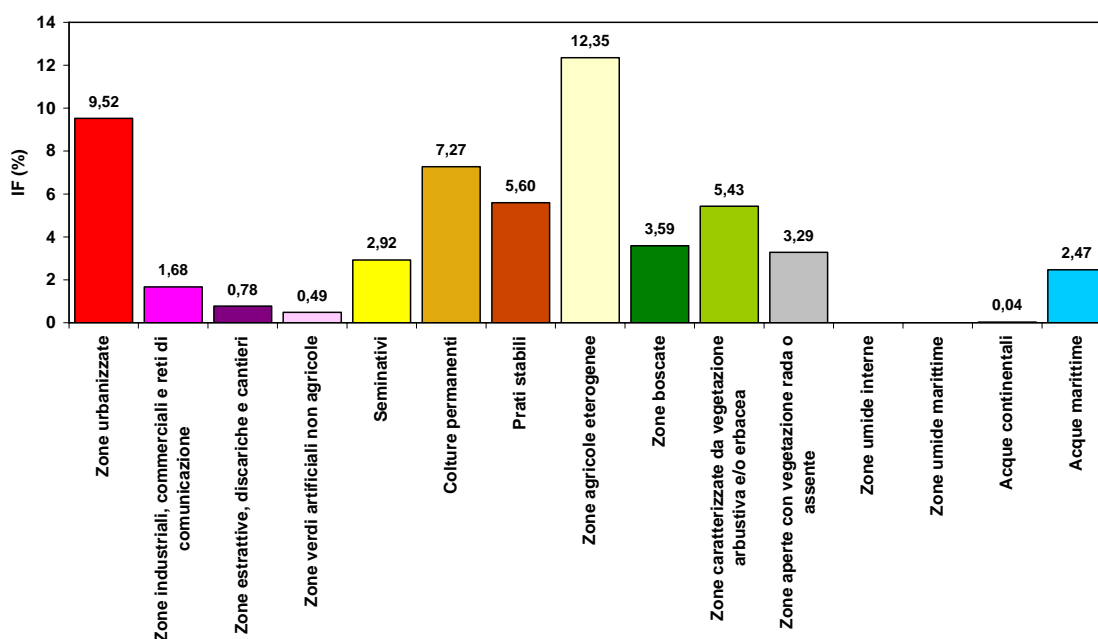


Figura 23.40 Indice di Franosità per uso del suolo.

Considerando, più verosimilmente in accordo con la reale porzione di territorio regionale studiata (40%), la distribuzione della franosità per classi di uso del suolo mostra valori elevati principalmente nelle zone agricole eterogenee, nelle aree dedite alle colture permanenti e nelle zone boscate e secondariamente nelle aree seminative, a vegetazione arbustiva ed urbanizzate (Figura 23.41).

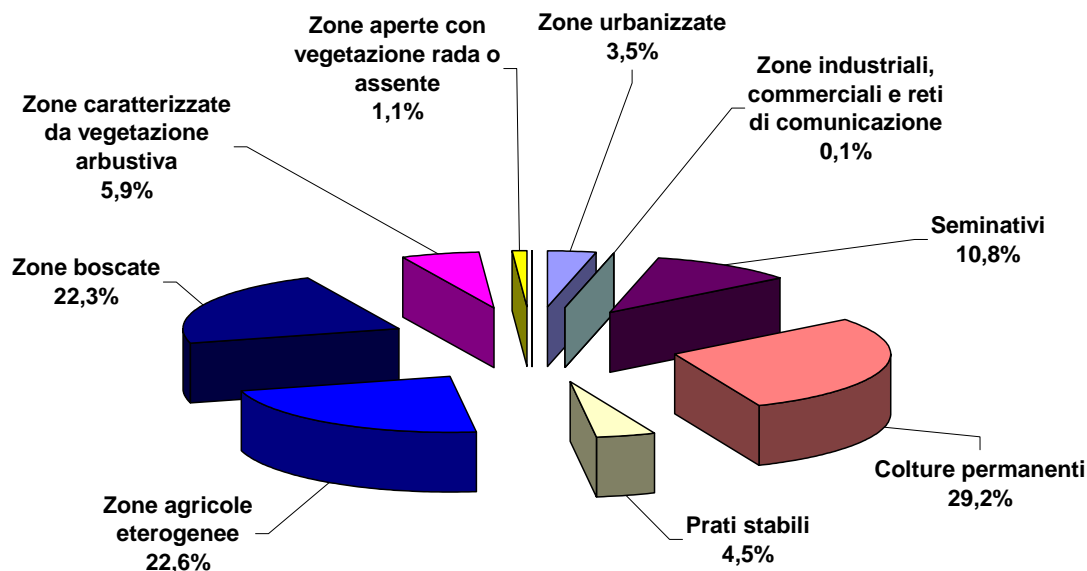


Figura 23.41 Distribuzione della Franosità per Classi di uso del suolo .

23.10 Considerazioni conclusive

L'elevato indice di franosità regionale e la particolare concentrazione delle frane, soprattutto in taluni distretti morfologici, non hanno ad oggi consentito di dare luogo al censimento di tutte le frane presenti sul territorio regionale. Ove si consideri che la sola rilevazione di quelle che insistono sui centri abitati ne ha censito circa 9.000, ben si comprende la motivazione per la quale essa è avvenuta prioritariamente per 827 centri abitati, tra cui capoluogo di Comune e nuclei abitati con popolazione di norma maggiore di 200 abitanti (dati ISTAT 1991), e per le reti infrastrutturali fondamentali, che complessivamente rappresentano circa il 40% del territorio regionale. La scelta di priorità è peraltro coerente con le disposizioni normative contenute nel D.L. 180/98 e successive modificazioni ed integrazione e nel DPCM 11/09/1999.

Nell'insieme, si tratta di un elevato numero di fenomeni franosi (poco più di 9.000) rilevati in scala 1:10.000, relativamente ai centri abitati, ed in scala 1:25.000, riguardanti i beni culturali ed ambientali e le principali reti di comunicazione (ferrovie, autostrada, strade statali). Lo studio di un primo campione dei dati sulle frane evidenzia la concentrazione in alcuni ambiti territoriali già noti per gli elevati indici di franosità e nei quali si concentrano i centri abitati instabili della Calabria (alto Jonio Cosentino, Jonio Reggino, fascia peri-tirrenica cosentina e reggina). In particolare nell'area dell'alto Ionio cosentino si individuano estese porzioni di versante interessate da complessi movimenti franosi e da grandi frane che interessano i flysch; nel medio-basso Ionio, dove affiora il basamento cristallino e la completa sequenza sedimentaria mio-pliocenica, si registrano, invece, diverse tipologie di dissesto che spaziano da movimenti roto-traslativi, colate fino a *rock avalanche*, *debris flow* e DGPV. Infine, lungo la costa del basso Tirreno, dove affiora prevalentemente il substrato cristallino-metamorfico, la presenza di ampie coltri di alterazione, di un reticolo idrografico poco evoluto, di coste alte ed un rapido passaggio tra la zona montuosa e la fascia costiera favoriscono, insieme alle peculiari condizioni climatiche, l'innescò di fenomeni di colata rapida e/o di flussi iperconcentrati. Da una esame globale, emerge, inoltre, che la dinamica dei versanti è caratterizzata da una distribuzione piuttosto elevata di movimenti in massa e da un elevato indice di franosità, come dimostra la distribuzione dei PIFF già solo nei principali centri abitati.

23.11 Riferimenti bibliografici

- Amanti M., Casagli N., Catani F., D'orefice M., Motteran G. (1996) Guida al censimento dei fenomeni franosi ed alla loro archiviazione. *Miscell. Serv. Geol. d'It.*, **VII**, 109 pp.
- Amodio Morelli L., Bonardi G., Colonna V., Dietrich D., Giunta G., Ippolito F., Liguori V., Lorenzoni S., Paglionico A., Perrone V., Piccaretta G., Russo M., Scandone P., Zanettin Lorenzoni E., Zuppetta A. (1976) L'arco Calabro-Peleoritano nell'orogene appenninico-maghrebide. *Mem. Soc. Geol. It.*, **17**, 1-60.
- Archivio ABR - Comune di Gioiosa Ionica (Rc) - Rapporto evento franoso del 12- 02- 2001 in loc. M.te Linarè: interruzione strada Gioiosa Ionica-loc. Cessarè.
- Archivio ABR - Dissesto idrogeologico a seguito degli eventi meteorici dell'11 e del 12 Maggio-Vallone Favagrega (Comune Di Scilla; Rc).
- Archivio ABR - Dossier sui danni alluvionali nel periodo Dicembre 2002–Gennaio 2003–Rapporto Tecnico per la richiesta di stato di emergenza in Calabria (L. 225/92, Consultabile sul Sito Internet [Http.Www.Autoritadibacino.it](http://www.Autoritadibacino.it)).
- Archivio ABR - Rapporto di evento per le precipitazioni di Dicembre 2003 in Calabria- (a supporto della richiesta, con delibera N° 1080 del 29/12/2003, dello "Stato di emergenza" ai sensi della L. 225/92 da parte della Giunta Regionale della Calabria).
- Archivio ABR - Rapporto sul fenomeno franoso del 7 marzo, frazione Cavallerizzo di Cerzeto (CS).
- Archivio ABR - Relazione sui fenomeni franosi che hanno interessato il versante tra Bagnara Calabra e Scilla (Marzo 2005).
- AUTORITA' DI BACINO REGIONE CALABRIA - Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Regione Calabria: Relazione Generale. Catanzaro, ottobre 2001. Pubblicato sul sito internet: www.autoritadibacino.it/pai
- Bonardi G., Giunta G., Perrone V., Russo M., Zuppetta A, Ciampo G. (1980) Osservazioni sull'evoluzione dell'arco calabro peleoritano nel Miocene inferiore: la Formazione di Stilo-Capo d'Orlando. *Boll. Soc. Geol. It.* **99**, 365-393.
- Cruden D.M., Varnes D.J. (1996) Landslide types and processes. In: Turner A.K. and Schuster R.L (eds.) *Landslides investigation and mitigation* (Special report 247, pp. 36-75). Transportation Research Board, Washington D.C.
- Dramis F., Sorriso-Valvo M., (1994) Deep seated gravitational slope deformations, related landslides and tectonics. *Engineering Geology*, **38**, 231-243.
- Sorriso-Valvo M. (1996) Considerazioni sul limite tra frana e deformazione gravitativa profonda di versante. *Mem. Soc. Geol. It.*, **50**, 179-185.
- Tortorici L. (1982) Lineamenti geologico-strutturali dell'Arco Calabro Peleoritano. *Rend. Soc. It. Minerar. Petrogr.* **38**, 927-940.
- Vai G. B. (1992) Il segmento Calabro-Peleoritano dell'orogene ercinico. Disaggregazione palinspastica. *Boll. Soc. Geol. It.*, **111**, 109-129.
- Varnes D.J. (1978) Slope movements types and processes. In R. L. Schuster and R. J. Krizek (eds) *Landslides: Analysis and Control* (Special Report 176, pp. 11-33). Transportation Research Board, National Academy of Science, Washington.
- Varnes D.J. (1984) *Landslide hazard zonation*. Unesco, 63pp.
- WP/WLI (1993) A suggested method for describing the activity of a landslide. *Bullettin of IAEG*, **47**, 53-57.



23.12 Struttura operativa Regione Calabria

REGIONE CALABRIA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE,
Dipartimento/Direzione LL PP REGIONE CALABRIA

Responsabile del Progetto:

Ing. Ricca Giovanni

Responsabile scientifico:

Prof. Prestininzi Alberto

Coordinatore per le Analisi del dissesto e verifiche di campagna:

Dott. Pellegrino Annamaria (Segreteria tecnico-operativa, Autorità di Bacino Regione Calabria)

Staff - Analisi del dissesto e verifiche di campagna:

Dott. Borrelli Sergio

Dott. De Luca Mario Domenico

Dott. La Pietra Tiziana

Dott. Leonetti Sergio

Dott. Mollica Ligio Maria

Dott. Pellegrino Annamaria

Dott. Rechichi Mariacarmela

Dott. Servidio Antonio

Dott. Sicilia Domenico Anselmo

Dott. Sottile Francesca Maria

Coordinatore per l'Informatizzazione:

Dott. Borrelli Sergio (Centro Cartografico Regionale)

Staff – Informatizzazione:

Dott. Borrelli Sergio

Dott. Pellegrino Annamaria

Ing. Calabretta Gianluca

Ing. Romano Pietro

Si ringrazia:

Dott. G. Chiodo, Ing. R. Cagliostro, Ing. F. Laudonio, Ing. G. Spadafora, Ing. O. Saraco, Arch. Lazzaro Francesco (Segreteria tecnico-operativa, Autorità di Bacino Regionale)

Rapporto finale Marzo 2005