

19. Analisi del dissesto da frana in Molise

C.M. Roskopf, P.P.C. Aucelli

19.1 Premessa

Per l'attuazione del Progetto IFFI della Regione Molise il Responsabile delegato della Regione ha stipulato una apposita convenzione di ricerca con l'Università degli Studi del Molise che ha curato sia gli aspetti del rilevamento ed inventario dei fenomeni franosi, sia gli aspetti relativi alla informatizzazione.

19.2 Fasi di lavoro

Lo studio dei fenomeni franosi svolto dall'Unità di Ricerca dell'Università degli Studi del Molise è stato condotto avvalendosi della collaborazione sia di ricercatori di questa Università, sia di geologi professionisti per quanto riguarda le fasi di rilevamento. Questi ultimi, operando nell'ambito della Regione Molise e risiedendo in aree sensibili ai problemi franosi, hanno permesso di migliorare il dettaglio locale proprio in base alla loro intima conoscenza di scenari morfo-evolutivi locali.

L'obiettivo perseguito in sede di indagine è stato quello di realizzare un censimento preciso ed accurato dei fenomeni franosi presenti nel territorio molisano secondo un programma di lavoro diviso nelle seguenti cinque fasi:

Fase a – Preparazione del materiale per ciascun rilevatore

1. Stampa delle carte topografiche in scala 1:10.000 (CTR in scala 1:5.000 con equidistanza delle curve di livello di 5 m);
2. Stampa della cartografia prodotta per il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Molise (PAI) in scala 1:10.000;
3. Stampa dei fotogrammi del volo R.T.A. 1992, formato A3 ad alta risoluzione;
4. Fotogrammi originali del volo I.G.M. 1991;
5. Stampa delle ortofoto con base fotogrammetrica volo del 1998;
6. Stampa dei fotogrammi del volo della R.T.A. del 2002 limitatamente ad alcune aree del Molise;
7. Stampa degli allegati tecnici (cartografie ed iconografie) delle aree a rischio R4 definite nel corso dello studio delle aree ad alto rischio idrogeologico (ex. D.L. 180/99) effettuato dal Dipartimento S.T.A.T. dell'Università degli Studi del Molise;
8. Ricerca e stampa di eventuale materiale bibliografico e cartografico in possesso dell'Università o reperito presso enti locali relativo a studi specifici su aree in frana del Molise (ad es. Studio ANAS su Biferno);
9. Consegna ad ogni rilevatore di uno stereoscopio Wild con gruppi binoculari 3x ed 8x;
10. Stampa degli allegati tecnici IFFI comprensivi della Scheda Frane.

Fase b - Formazione del personale

1. Corso di formazione individuale e collettivo ai criteri di individuazione e mappatura dei fenomeni franosi e delle relative specifiche IFFI;
2. Prove su piccole aree e verifiche con il coordinatore scientifico.

Fase c – Redazione da parte dei rilevatori delle carte-censimento delle frane

1. Analisi preventiva della bibliografia reperita;
2. Analisi delle fotografie aeree del volo I.G.M. 1991;
3. Analisi delle fotografie aeree del volo R.T.A. 1992;

4. Analisi delle fotografie aeree del volo R.T.A. 2002;
5. Rilievi di campagna per la redazione delle carte-censimento dei fenomeni franosi ed acquisizione di dati fotografici per ogni tipologia di fenomeno osservato (durante questa fase sono stati continui i contatti tra rilevatori e coordinatori scientifici);
6. Produzione di una cartografia di dettaglio su base topografica 1:5.000;
7. Verifica degli elaborati cartografici da parte del coordinatore e fase di discussione con i rilevatori. Verifiche di campo a campione e sopralluoghi su aree problematiche;
8. Redazione della scheda inventario secondo le specifiche e codifica delle frane secondo una numerazione interna al gruppo;
9. Verifica dell'attribuzione di un codice univoco interno per ciascun fenomeno cartografato;
10. Verifica della scheda informativa per ciascun fenomeno cartografato.

Fase d - Informatizzazione dei dati

1. Terminata la verifica, è stato effettuato il passaggio della cartografia redatta all'informatizzatore per l'inserimento nel data base cartografico (realizzato in ambiente Arcview G.I.S) secondo le specifiche IFFI;
2. Prima fase di informatizzazione su base topografica georeferenziata 1:5.000 (CTR) che prevede la sola ubicazione e delimitazione dei fenomeni franosi ed attribuzione agli shape dei codici interni;
3. Stampa degli elaborati e verifica da parte dei rilevatori/coordinatore della corrispondenza tra l'originale d'autore e il dato informatizzato;
4. Informatizzazione delle schede IFFI utilizzando il data base alfanumerico fornito dall'APAT. L'informatizzazione delle schede viene effettuata mediante due operatori per la verifica in simultanea degli elaborati cartacei e delle relative schede con particolare attenzione alle frane a geometria complessa prima dell'immissione del dato;
5. Redazione finale della tabella degli attributi dei 5 livelli GIS;
6. Fase di verifica del prodotto finale alla scala 1:5.000.

Fase e – Conclusione e consegna dei lavori

1. Verifica del database cartografico;
2. Verifica del database alfanumerico;
3. Trasferimento del database cartografico alla scala 1:5.000 su base topografica I.G.M. 1:25.000;
4. Verifiche dei risultati anche utilizzando gli applicativi forniti dall'APAT e dall'ARPA Piemonte (IFFI Controllo Forniture, IFFI Tools);
5. Creazione degli archivi digitali e stampa del materiale cartografico secondo il POL;
 - Shape file e relative tabelle *.dbf dei 5 livelli;
 - Tabelle *.dbf della scheda frane;
 - Plottaggi su carta alla scala 1:25.000 di aree rappresentative (contenenti base raster, livelli IFFI, con ID, limiti regionali ed amministrativi);
 - Plottaggi su carta alla scala 1:250.000 di tutto il Molise (contenenti base raster, livelli IFFI, con ID, limiti regionali ed amministrativi);
6. Redazione della Relazione finale.

19.3 Supporti cartografici e aerofotogrammetrici

Per l'individuazione e la rappresentazione cartografica delle frane inventariate si è fatto uso dei seguenti supporti cartografici e/o aerofotogrammetrici:

- Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 (con equidistanza delle curve di livello di 5 m) realizzata nel 1992;
- Foto aeree del volo I.G.M. 1954;
- Foto aeree del volo R.T.A. 1992;

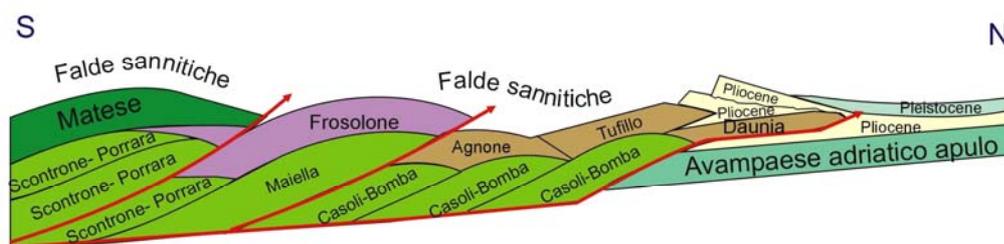
- Ortofoto con base fotogrammetrica, volo AIMA del 1998;
- Foto aeree del volo della R.T.A. del 2002 limitatamente ad alcune aree del Molise.

19.4 Studi e censimenti precedenti

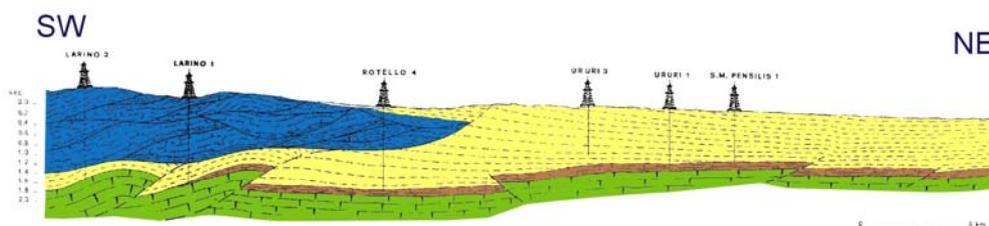
Poiché il Progetto IFFI permetteva l'acquisizione e l'integrazione di dati relativi agli studi nazionali relativi all'ambito territoriale di appartenenza, dopo un'approfondita ricerca si è deciso di riferirsi principalmente agli studi condotti per la stesura dei Piani per l'Assetto Idrogeologico della Regione Molise (in particolare lo Studio del Rischio Idrogeologico della regione Molise) e quelli realizzati in ottemperanza al D.L. 180/98 oltre che a studi realizzati per altre finalità da questa Università relativi a frane interagenti con centri abitati. Attraverso questi studi era stato possibile identificare circa 6.000 fenomeni franosi.

19.5 Inquadramento geologico regionale

L'Appennino molisano è parte di una più ampia catena (la catena appenninica meridionale) che viene identificata in una classica catena a falde di ricoprimento *thrust and fold belt* con direzione del trasporto orogenetico verso i quadranti nord-orientali (Figura 19.1). Tale catena deriva dalla deformazione compressiva, realizzatasi tra il Miocene ed il Pleistocene, del margine continentale apulo-adriatico, che si era sviluppato a partire dal Trias ed era costituito da un'alternanza di piattaforme carbonatiche e bacini profondi (D'Argenio *et alii*, 1973; Ogniben *et alii*, 1975; Sgrosso 1983; Mostardini & Merlini, 1986).



Modificata da Patacca *et alii*, 1991



Cello, Tortorici, Martini e Paltrinieri 1989

Figura 19.1 Sezioni geologiche.

Le principali unità stratigrafico-strutturali che compongono l'Appennino molisano sono le seguenti:

L'Unità di Piattaforma appenninica

Ascritta ad un dominio paleogeografico più o meno articolato di mare basso, è rappresentata da successioni carbonatiche riferibili sia ad aree di piattaforma interna che di scarpata.

Le Unità Molisane

Vengono ascritte ad un dominio paleogeografico più o meno articolato di mare profondo, il *Bacino Molisano*, interposto tra la piattaforma appenninica e quella apula. Ad esse sono riferibili quattro unità tettoniche rappresentate, dall'interno verso l'esterno, dalle Unità di Frosolone (con caratteristiche facies di scarpata), di Agnone, di Tufillo e Daunia, con facies di bacino più o meno distali (vedi oltre).

La Falda (Unità) Sannitica

Ritenuta di provenienza interna, si è deposta secondo vari autori ad ovest del dominio di piattaforma appenninica. Rappresenta nell'area in esame l'Unità strutturalmente più alta e risulta formata da una successione a prevalente componente argillosa (*Argille Varicolori*) e subordinatamente calcareo-quarzarenitica.

La Formazione di San Bartolomeo

Nota in letteratura come *Flysch di San Bartolomeo*, la Formazione di San Bartolomeo si è deposta, secondo alcuni autori in un bacino di tipo *piggy-back* impostatosi sulla Falda Sannitica in movimento nel corso del Tortoniano sup. – Messiniano inf. Secondo altri, invece, deriverebbe dallo scollamento del margine interno del Bacino Molisano. Si distinguono un membro basale (*Membro di Vallone Castelluccio*), prevalentemente argilloso, e un membro superiore a prevalente componente arenaceo-conglomeratica (*Membro Valli*).

I depositi plio-pleistocenici dell'ultima avanfossa appenninica

Costituiscono i termini di colmamento dell'ultima avanfossa appenninica. Si distinguono due cicli pliocenici, il primo prevalentemente arenaceo-sabbioso, il secondo argilloso-sabbioso. Un terzo ciclo (Pliocene sup.-Pleistocene inf.) di tipo trasgressivo-regressivo, è a prevalente componente argillosa.

Tenendo quindi conto della organizzazione spaziale delle suddette unità stratigrafico-strutturali, l'assetto geologico del Molise risulta caratterizzato a grande scala da due settori principali di catena: l'uno (occidentale e meridionale) prevalentemente costituito da rilievi calcareo-dolomitici mesozoico-terziari in facies di piattaforma carbonatica e scarpata, l'altro (orientale) costituito da successioni bacinali e silico-clastiche mesozoico-terziarie che verso oriente si raccordano ai domini di avanfossa plio-quadernari, affioranti lungo la costa adriatica.

In particolare l'area dei rilievi calcareo-dolomitici mesozoico-terziari è ben rappresentata nel Massiccio del Matese nella porzione più meridionale della regione. Il Massiccio del Matese è costituito da successioni carbonatiche potenti oltre 3.000 metri in cui sono rappresentate porzioni di domini sedimentari riferibili sia ad aree di Piattaforma carbonatica interna, che aree di scarpata.

Le successioni presentano alla base un comune livello stratigrafico (il più antico affiorante nella Regione) costituito da dolomie e subordinatamente calcari dolomitici del Trias superiore - Lias inferiore. Sull'intervallo dolomitico basale seguono in continuità stratigrafica le successioni di piattaforma interna che dal Lias al Paleogene documentano l'evoluzione stratigrafica di questo settore della piattaforma appenninica. Di contro le successioni di scarpata costituite da notevoli spessori di risedimenti carbonatici del Cretacico superiore-Paleocene poggiano in discordanza su differenti livelli stratigrafici delle successioni di Piattaforma carbonatica interna fino ad essere in contatto (di norma nel settore occidentale dei Monti del Matese) con i livelli triassici basali, marcando così lacune stratigrafiche di notevole ampiezza.

Il limite di affioramento delle grandi strutture carbonatiche segna il passaggio verso una porzione più esterna della catena appenninica affiorante nella Regione Molise. Tale porzione di catena è occupata innanzitutto dalle Unità derivate dalla deformazione del Bacino Molisano che risultano geometricamente e tettonicamente sottoposte alle grandi strutture carbonatiche prima menzionate.

Le successioni riferibili alle Unità Molisane e alle Argille Varicolori si sono deposte in ambiente di mare profondo ed oggi affiorano lungo strutture costituite da falde complessamente embricate ed interessate da una tettonica polifasica (D'Argenio *et alii*, 1973; Ippolito *et alii*, 1975; Patacca *et alii*, 1992).

Le Unità Molisane sono costituite da quattro unità tettoniche rappresentate, dall'interno verso l'esterno, dalle Unità di Frosolone, di Agnone, del Tuffillo e della Daunia (Patacca *et alii*, 1990). L'Unità di Frosolone presenta una facies di transizione che può essere interpretata come un deposito di scarpata, sedimentato sulla rampa che raccordava il Bacino Molisano e la piattaforma carbonatica (Patacca *et alii*, 1992, Piattaforma Abruzzese-Campana Auct.), la cui deformazione ha dato luogo all'Unità del Matese. Le Unità di Agnone, Tuffillo e Daunia sono invece costituite da depositi di bacino s.s. che presentano facies via via più distali passando dalle aree di sedimentazione interne verso quelle esterne (ovvero dall'Unità di Agnone a quelle della Daunia; Patacca *et alii*, 1992).

L'interruzione della sedimentazione pelagica delle Unità Molisane è testimoniata dalla deposizione di depositi silicoclastici tardo-miocenici. Tale deposizione testimonia che durante il tardo Miocene le Unità Molisane erano oramai incluse nelle aree deposizionali dell'avanfossa messiniana (Patacca *et alii*, 1990; 1992). Nell'area, i depositi silicoclastici sono rappresentati dalle formazioni del Flysch di Frosolone e di quello di Agnone, entrambe caratterizzate da una estrema variabilità di facies.

Altri depositi bacinali di importanza regionale sono rappresentati dalle Argille Varicolori che devono essere differenziate in base alla loro posizione geometrica e quindi localizzazione paleogeografica, essendosi in parte depositi in un bacino più interno rispetto a quello molisano, per essere in seguito sovrapposte tettonicamente ai terreni di quest'ultimo (Falda Sannitica) e in parte come i termini stratigraficamente più bassi del Bacino Molisano.

Come accennato in precedenza le aree della porzione mediana ed esterna della catena appenninica "molisana" fanno da graduale passaggio verso il settore adriatico ad un settore prevalentemente occupato da successioni del Pliocene e del Pleistocene che consentono di individuare depositi caratterizzati da un generale *trend* regressivo. A grande scala si possono individuare i depositi marini argillosi e sabbiosi dell'avanfossa del Pliocene-Pleistocene inferiore (che nei sondaggi per la ricerca di idrocarburi sono stati attraversati per svariate centinaia di metri) e le successioni costituite da depositi continentali quaternari riferibili a differenti ambienti deposizionali che di norma nelle aree più interne ricoprono in discordanza tutte le unità della catena prima descritte.

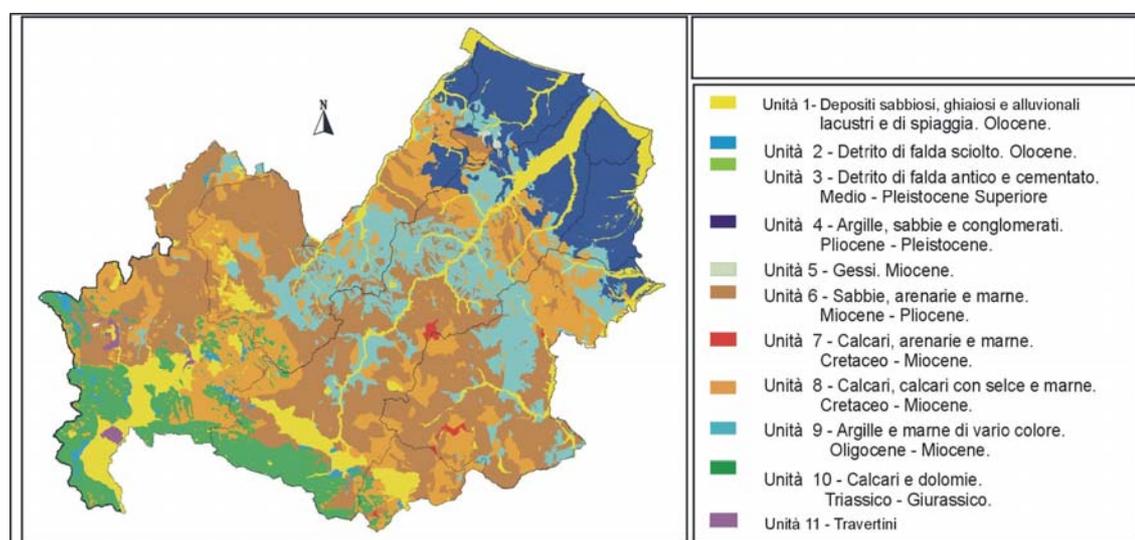


Figura 19.2 Unità stratigrafico-strutturali.

A prescindere dalla collocazione stratigrafico-strutturale delle unità fin qui descritte, è possibile accorpate queste seguendo un criterio geolitologico, tenendo conto quindi soprattutto del loro grado di coerenza (rocce coerenti, incoerenti, pseudocoerenti e semicoerenti) e quindi della loro suscettibilità a processi di erosione idrica e in massa. In particolare (Figura 19.2) è possibile distinguere, tralasciando le unità di copertura di tipo glaciali, fluviali, fluvio-lacustri, litorali e di versante, sette principali unità di substrato. Queste sono rappresentate, a parte le unità composte essenzialmente da terreni carbonatici (Unità 10: Calcari e dolomie e Unità 8:

Calcari, calcari con selce e marne), da terreni a media fino ad elevata erodibilità, generalmente da incoerenti a semicoerenti o al più pseudocoerenti. A tal riguardo va messo in evidenza nel settore centrale dell'area molisana, peraltro dotato di significativi dislivelli altimetrici locali e quindi elevate energie di rilievo, la prevalenza di unità composte da terreni essenzialmente pelitici (soprattutto Unità 6: sabbie, arenarie e marne e Unità 9: Argille e marne di vario colore), talora comprendenti, o a contatto con termini più coerenti e quindi a comportamento essenzialmente fragile. Ciò, ovviamente, accresce la suscettibilità dei terreni che tendono ad avere un comportamento differenziato e quindi disomogeneo in relazione alle sollecitazioni cui vengono esposti.

19.6 Morfologia e lineamenti geomorfologici regionali

La regione Molise è caratterizzata da un territorio dalla tipica morfologia montuoso-collinare in cui le aree a carattere sub-pianeggiante sono molto limitate (11% della superficie regionale). Queste ultime sono rappresentate essenzialmente dalle poche conche intramontane situate nel settore sud-occidentale (es. le conche di Boiano-Sepino e di Sessano, le piane di Isernia e Venafro) e dalle porzioni di fondovalle alluvionale sia intravallive che costiere.

Dal punto di vista orografico, il Molise si distingue per la presenza di rilievi montuosi carbonatici le cui cime maggiori si collocano intorno e in parte superano i 2.000 m (es. Le Mainardi, Monti del Matese) che si situano nel suo settore occidentale. Il settore orientale è dominato da rilievi collinari che degradano progressivamente verso nord-est, cioè verso la costa adriatica.



Figura 19.3 Principali bacini idrografici.

I principali bacini idrografici (Figura 19.3) sono rappresentati dal bacino del fiume Volturno, l'unico corso d'acqua maggiore che sfocia nel Tirreno, e quelli dei fiumi Sangro (di cui solo un settore molto ristretto rientra nei limiti regionali), Trigno (di parziale confine tra Molise ed Abruzzo), Biferno e Fortore (di parziale confine tra Molise e Puglia), che drenano verso l'Adriatico.

Come si è visto poco prima, l'assetto geolitologico dell'area molisana le conferisce una particolare fragilità di fronte ai processi di degrado dei versanti come è facile riscontrare attraverso l'analisi geomorfologica in generale e soprattutto della distribuzione, tipologia e frequenza dei fenomeni franosi (AA.VV., 2001; Aucelli *et alii*, 2000, 2002, 2003, 2004a, 2004b).

Come già accennato in precedenza, il territorio della Regione Molise, essendo in massima parte impostato su di una catena di recente corrugamento e sollevamento, è caratterizzato da paesaggi fisici con forti escursioni altimetriche (*local relief*) ed elevata frequenza degli elementi fisiografici a forte pendenza (versanti strutturali e fianchi vallivi). Questi ultimi divengono addirittura dominanti (in termini di percentuale areale) nelle zone più interne ed elevate della

regione, dove le uniche unità geomorfologiche a basso gradiente (localmente anche sub-pianeggianti) sono i rari lembi relitti di paesaggi erosivi morfologicamente molto maturi, modellatisi prima delle ultime fasi di sollevamento tettonico (ora disposti a quote elevate nelle zone di spartiacque), nonché le sottili fasce di fondovalle che marcano alcuni dei corsi d'acqua principali ed i fondi di alcune conche intramontane (ad es. Boiano, Sepino, Sessano).

Laddove gli elementi acclivi del paesaggio risultano impostati su litologie a scarsa coesione, a bassa resistenza agli sforzi di taglio e/o suscettibili di comportamento plastico, l'evoluzione dei versanti verso condizioni di maggiore stabilità avviene attraverso fenomeni franosi (anche di grosse dimensioni, vedi il recente esempio della frana di Covatta, Figura 19.6) che di norma si distribuiscono in modo molto discontinuo sia nel tempo che nello spazio. Dove, invece, i pendii tagliano litologie che hanno migliori caratteristiche meccaniche, l'evoluzione geomorfologica avviene in modo più regolare e lento, così da permettere una coesistenza più o meno equilibrata dei processi di alterazione e pedogenesi con quelli di erosione, trasporto ed accumulo. Questo secondo tipo di scenario morfodinamico risulta attivo e dominante anche sui pendii che generano frane, limitatamente agli intervalli di relativa stabilità che, talora alla scala secolare o millenaria, marcano i **tempi di ritorno** dei dissesti in massa rapidi su di uno stesso sito.

19.7 Uso del suolo

Il territorio della Regione Molise è caratterizzato da una copertura del suolo relativamente mosaicata ed ovviamente correlata alla morfologia regionale.

Il tessuto urbano continuo e discontinuo e le aree industriali e commerciali di un certo rilievo sono concentrate negli agglomerati di Termoli, Campobasso, Isernia e Venafro.

I seminativi, in gran parte irrigui, e le colture legnose dominano la fascia costiera e collinare adriatica mentre nelle piane alluvionali di Boiano e Venafro e nei medi bacini del Trigno, Biferno e Fortore il paesaggio è contrassegnato da zone agricole eterogenee, dove, in molti casi è evidente l'abbandono dei terreni con mosaici di vegetazione naturale di neoformazione.

La vegetazione seminaturale e forestale copre gran parte del Massiccio del Matese, delle Mainarde e la macroarea del flysch di Agnone (Alto Molise) ed è in fase di graduale espansione in aree marginali agricole.

In molti casi, ad eccezione delle praterie di alta quota, le formazioni erbacee naturali sub-montane sono in fase di contrazione a causa dell'abbandono delle pratiche silvo-pastorali e dell'avanzamento degli arbusteti e dei boschi di neoformazione.

Le acque continentali sono rappresentate da importanti invasi artificiali come quelli di Occhito e Guardialfiera.

19.8 Metodologia utilizzata per la perimetrazione delle frane sul territorio regionale

I dati relativi agli studi pregressi si sono molto spesso dimostrati di un dettaglio e di una scala non compatibili con le esigenze di rappresentazione cartografica ed informatizzazione previste dal Progetto IFFI. Pertanto, tali dati sono stati essenzialmente trattati per indirizzare un rilievo di maggiore dettaglio che è stato svolto mediante analisi multi-temporale di carte topografiche e foto aeree integrate da sopralluoghi di campo.

Va inoltre aggiunto che tra la fine dell'anno 2002 e i primi mesi dell'anno 2003, mentre erano in pieno svolgimento le indagini di campo, la Regione Molise è stata colpita prima da un sisma, il cui epicentro si trovava nella zona di S. Giuliano di Puglia, e successivamente da un prolungato evento meteorico.

Le due calamità, e soprattutto l'evento alluvionale, hanno causato l'innescio di nuovi fenomeni franosi, e la riattivazione di molti fenomeni quiescenti già cartografati. Pertanto è stato deciso non solo di ripetere i sopralluoghi nelle aree già censite, ma di rilevare necessariamente tutto il territorio molisano della provincia di Campobasso in relazione agli effetti collegabili a tali calamità, non essendo disponibile un volo aereo aggiornato. In questo modo è stata individuata e cartografata la maggior parte dei fenomeni prodottesi ex-novo e le frane riattivate. Sono state tenute a tal fine in considerazione anche tutte le segnalazioni che sono state rese disponibili dalla Regione quali ad es. la relazione tecnica APAT-ARPA Molise relativa all'evento alluvionale

del 23-27 gennaio 2003 e le relazioni di segnalazione danni alle infrastrutture (specie reti viarie) fatte dalle Province di Isernia e di Campobasso.

19.9 Analisi dei dati

19.9.1 Numero di frane

Lo studio effettuato per l'intera regione ha consentito di censire 22.527 frane. La maggior parte di tali fenomeni ha una superficie maggiore di 10.000 m².

Tabella 19.1 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	FRANE LINEARI	AREA TOTALE IN FRANA (KM ²)
Campobasso	17991	17060	495	1	0	396,92
Isernia	4536	4316	202	3	0	97,41

19.9.2 Livelli di schedatura

Sono state compilate 22.527 schede di I livello e 608 di II livello (Tabella 19.2).

Tabella 19.2 Livelli di schedatura.

PROVINCIA	1° livello	2° livello	3° livello
Campobasso	17991	346	0
Isernia	4536	262	0

19.9.3 Tipo di movimento indicato al I Livello Scheda frane

La maggior parte dei fenomeni franosi cartografati rientra nella categoria dei colamenti e degli scorrimenti sia rotazionali che traslativi (Figura 19.4 e Figura 19.5). Molti fenomeni inoltre risultano complessi e del tipo scorrimento-colata; tra queste, va ricordata la grande frana di Covatta (Figura 19.6) che nel 1996 sbarrò completamente l'alveo del fiume Biferno.

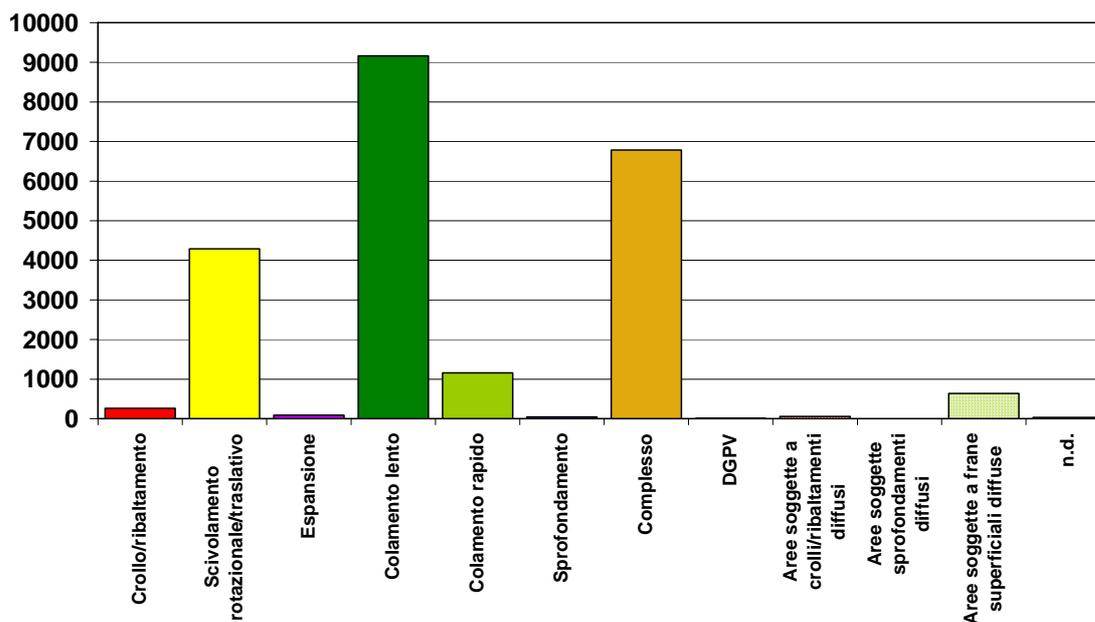


Figura 19.4 Numero di frane per tipologia di movimento.

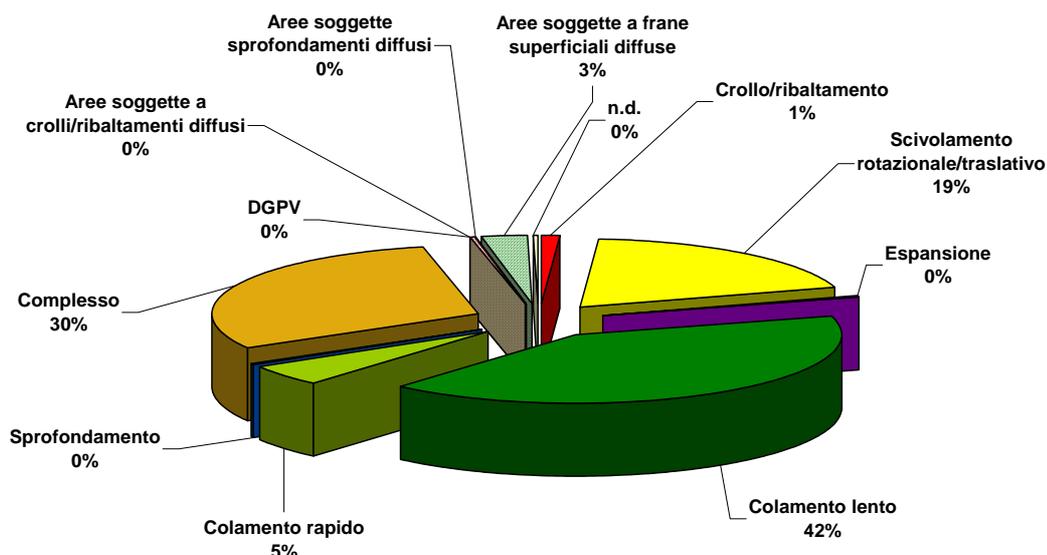


Figura 19.5 Percentuale delle frane per tipologia di movimento.



Figura 19.6 Frana di Covatta.

Tenendo in particolare considerazione la morfodinamica in atto e le tipologie dei processi morfogenetici dominanti, è possibile proporre per il territorio molisano una zonazione in termini di unità di paesaggio. Tale zonazione, ovviamente, oltre alle caratteristiche morfologiche e morfodinamiche dominanti, tiene conto anche dei caratteri litologici, idrogeologici, clivometrici, della distribuzione spazio-altimetrica e infine dei caratteri vegetazionali più salienti.

In base a tale zonazione (Figura 19.7), vengono distinte le seguenti unità di paesaggio:

- Unità 1 – Aree di spianamento carsico o di origine fluvio-denudazionale riferibili ad antichi livelli carsici
- Unità 2 – Versanti a prevalente controllo strutturale
- Unità 3 – Superfici d’erosione di origine fluvio-denudazionale
- Unità 4 – Versanti di origine fluvio-denudazionale
- Unità 5 – Superfici deposizionali di origine fluvio-marina
- Unità 6 – Superfici deposizionali di origine fluviale s.l.
- Unità 7 – Aree fluviali attive
- Unità 8 – Aree costiere

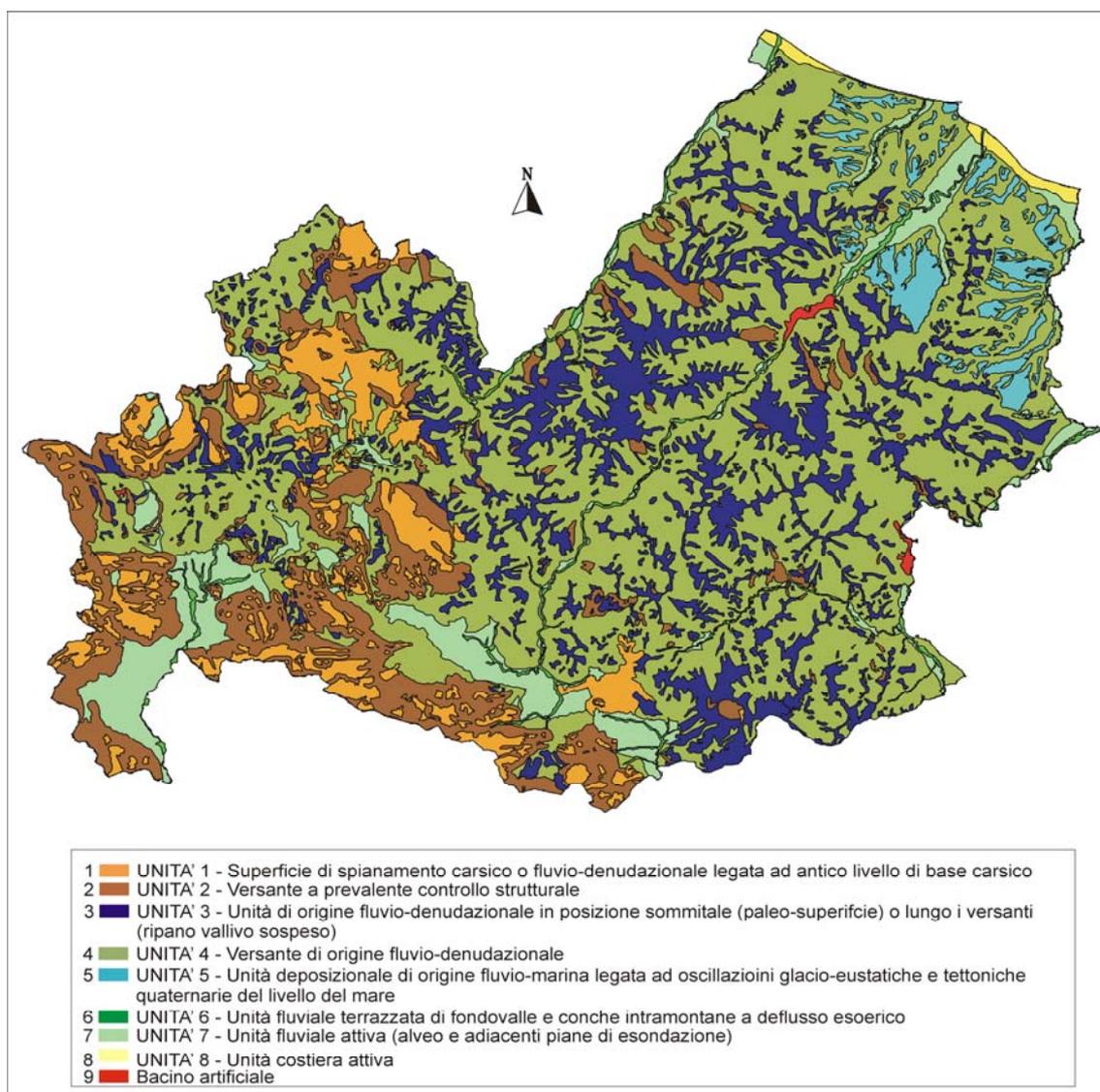


Figura 19.7 Unità di paesaggio.

Tra le unità appena elencate, ci sono varie unità localizzate in prevalenza nei settori montuosi più alti (Unità 1 e 2), entro le conche intramontane e lungo le maggiori incisioni fluviali (Unità 6 e 7) e nella fascia costiera (Unità 5 e 8) che sono relativamente poco interessate da fenomeni di dissesto idrogeologico o per la loro natura litologica, le basse pendenze delle superfici su cui insistono e/o per le ridotte energie di rilievo locali.

Gran parte del territorio molisano è invece dominata da unità morfologiche che sono la chiara espressione di una morfodinamica molto accentuata. Queste sono soprattutto l'Unità 4 che rappresenta i versanti di origine fluvio-denudazionale, largamente dominante, cui si accosta l'Unità 3, presente in posizione sommitale (paleosuperficie) e a lembi lungo gli stessi versanti fluvio-denudazionali (ripiani vallivi sospesi). L'Unità 4 è impostata su rocce calcareo-marnose, arenacee e argillose con caratteristiche di permeabilità complessivamente da basse a molto basse e pendenze prevalenti comprese tra 15 e 35°. In questa unità trovano la massima espressione tutta una serie di fenomeni franosi sia lenti che rapidi spesso in stretta interazione con i processi di erosione idrica concentrata e lineare accelerata (*rill* e *gully erosion*, calanchizzazione). Quest'ultimi risultano molto diffusi in aree soggette a denudamento e/o variazioni del naturale profilo d'equilibrio del versante sia per cause naturali (fenomeni franosi, erosione fluviale) che artificiali (sbancamenti, arature, ecc.).

A parte le tipologie semplici di frana (quali scivolamenti e colamenti soprattutto) i fenomeni rilevati evidenziano spesso un'origine e una attività complessa. Particolarmente frequenti sono i fenomeni complessi del tipo *slide-flow* che coinvolgono roccia o suolo, e frane multiple (soprattutto scorrimenti) i quali generalmente sono retrogressivi o multidirezionali (*sensu* Cruden & Varnes, 1996).

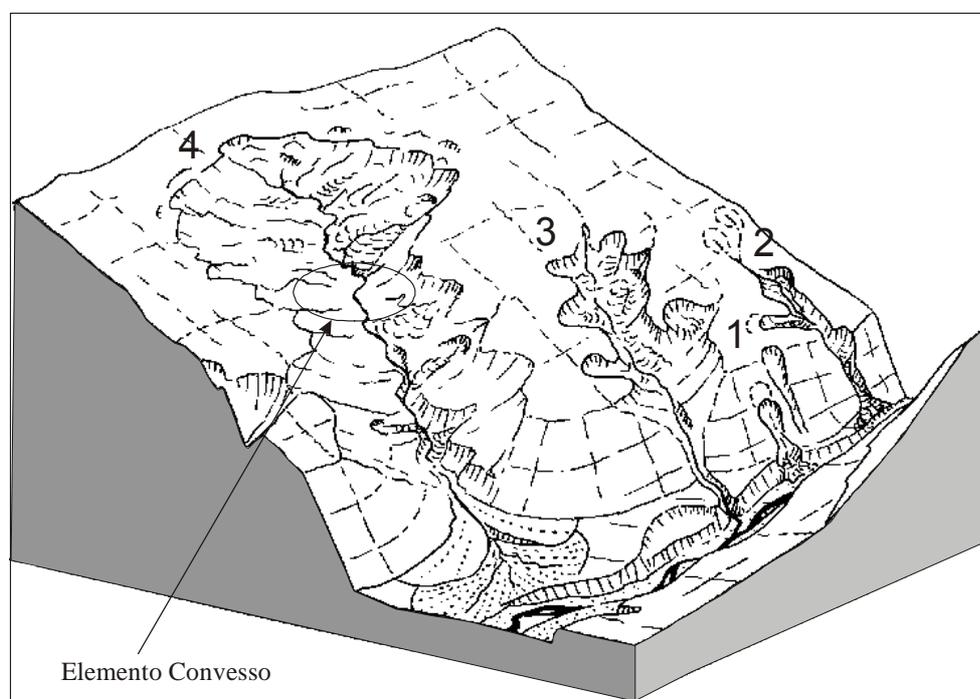


Figura 19.8 Schema evolutivo.

L'analisi della distribuzione spaziale delle frane e dei loro caratteri ha evidenziato che esse sono strettamente correlabili con lo stato evolutivo del paesaggio fluviale nel quale sono inserite, oltre che alle condizioni litologiche e strutturali locali. In particolare, in un contesto di rete drenante in fase di approfondimento, caratteristico del settore mediano molisano, l'evoluzione progressiva nel tempo di singole incisioni (*gully*) o fenomeni franosi (soprattutto colamenti) porta allo sviluppo di complessi bacini franosi (cosiddetti *Landslide Catchments*, vedi schema evolutivo in Figura 19.8), che insieme alla rete drenante provvedono alla evoluzione e maturazione del sistema vallivo in cui si inscrivono (Aucelli *et alii*, 2000).

Per quanto riguarda gli sviluppi più recenti del territorio molisano in relazione alla dinamica dei versanti e il collegato dissesto idrogeologico è doveroso fare cenno all'evento alluvionale che ha colpito duramente la Regione Molise il 24-26 gennaio 2003 (Aucelli *et alii*, 2003, 2004a). Gli effetti al suolo sono stati infatti di considerevole entità ed hanno coinvolto l'intero sistema crinale-versante-fondovalle. Ripercussioni pesanti si sono manifestate lungo i versanti, con diffusissimi fenomeni di frana e poderosi fenomeni di erosione idrica diffusa (*sheet erosion*) e

concentrata (*rill* e *gully erosion*). Parimenti i fondovalle dei corsi d'acqua principali e di alcuni tributari sono stati interessati dal considerevole deflusso idrico di superficie e dalle ingenti quantità di materiale solido proveniente dai versanti.

L'area interessata dall'evento alluvionale del gennaio 2003 risulta molto ampia. In più del 12% del territorio molisano sono stati superati i 200 mm di pioggia, mentre mediamente sono stati superati i 150 mm su almeno il 34% del territorio e 70 comuni su 136 hanno subito dissesti.

Le aree comunali maggiormente colpite sono state quelle di Montemitro, Ripabottoni, Lucito, Casacalenda e Bonefro. In esse sono stati raggiunti afflussi superiori al 30% del totale medio annuo e si stima che su questi territori sia caduto al suolo un volume d'acqua pari a 40 milioni di metri cubi. Significativi sono comunque anche i quantitativi di acqua che si sono riversati sui territori comunali di Mafalda, Palata, Colletorto e Larino.

19.9.4 Stato di attività:

La forte instabilità dei versanti che bordano le valli molisane fa sì che la maggior parte dei fenomeni franosi siano o in fase di attività o di quiescenza. Queste ultime vanno comunque considerate come frane che generalmente hanno tempi di quiescenza piuttosto brevi. In particolare molte di queste frane di grandi dimensioni vanno a costituire dei sistemi franosi (cosiddetti *Landslide Catchments*) in continua evoluzione.

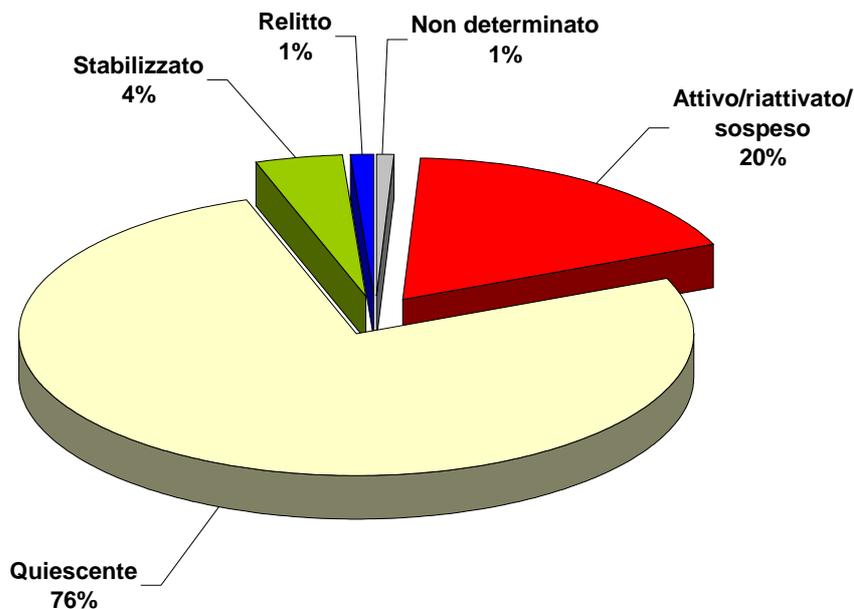


Figura 19.9 Percentuale delle frane per stato di attività.

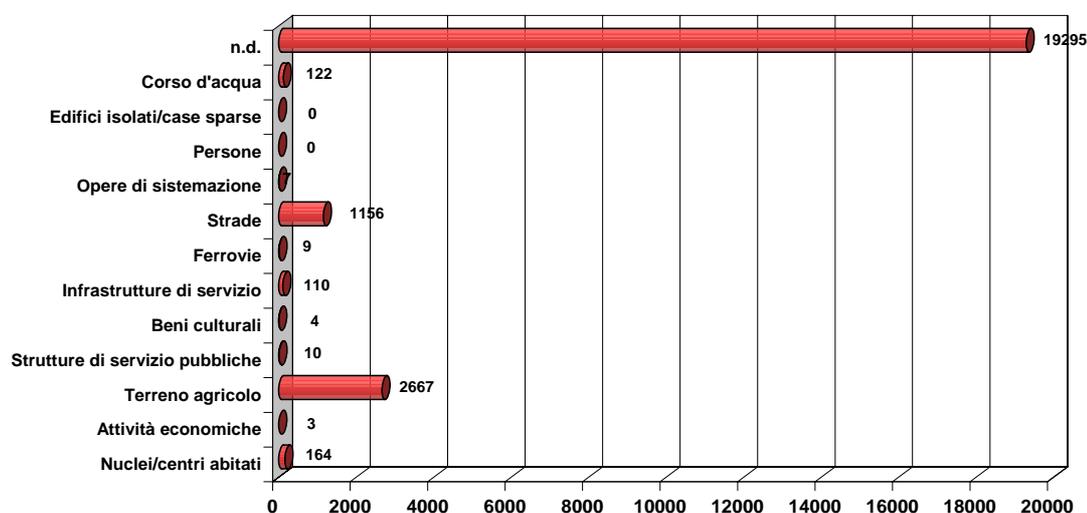
19.9.5 *Danni I livello:*

Figura 19.10 Numero di frane per tipologia di danno.

19.9.6 *Indice di Franosità (IF):*

Dall'analisi degli indici di franosità emerge con chiarezza l'importanza del fenomeno franoso nella morfodinamica di versante in Molise.

Tabella 19.3 *Indice di Franosità.*

Superficie totale regione (km ²)	Area montano-collinare (km ²)	Numero di PIFF	Area totale in frana (km ²)	Densità dei fenomeni franosi (N. PIFF/superficie regione)	Indice di Franosità % (area totale in frana/superfici e regione)	Indice di Franosità % (area totale in frana/area montano-collinare)
4437,50	3963,10	22527	494,33	5,08	11,14	12,50

Come ampiamente discusso in precedenza, ciò è da ascrivere essenzialmente ad una sfavorevole immaturità morfologica del paesaggio a cui si associa la bassa resistenza al taglio di molte delle formazioni geologiche. Tra queste le più suscettibili risultano essere quelle argilloso-marnose e arenaceo-sabbiose (Figura 19.11) che sono preponderanti lungo tutto il segmento mediano dei fiumi Trigno, Biferno e Fortore, e in più piccola misura nell'area di testata del F. Volturno (in particolare il bacino del torrente Vandra).

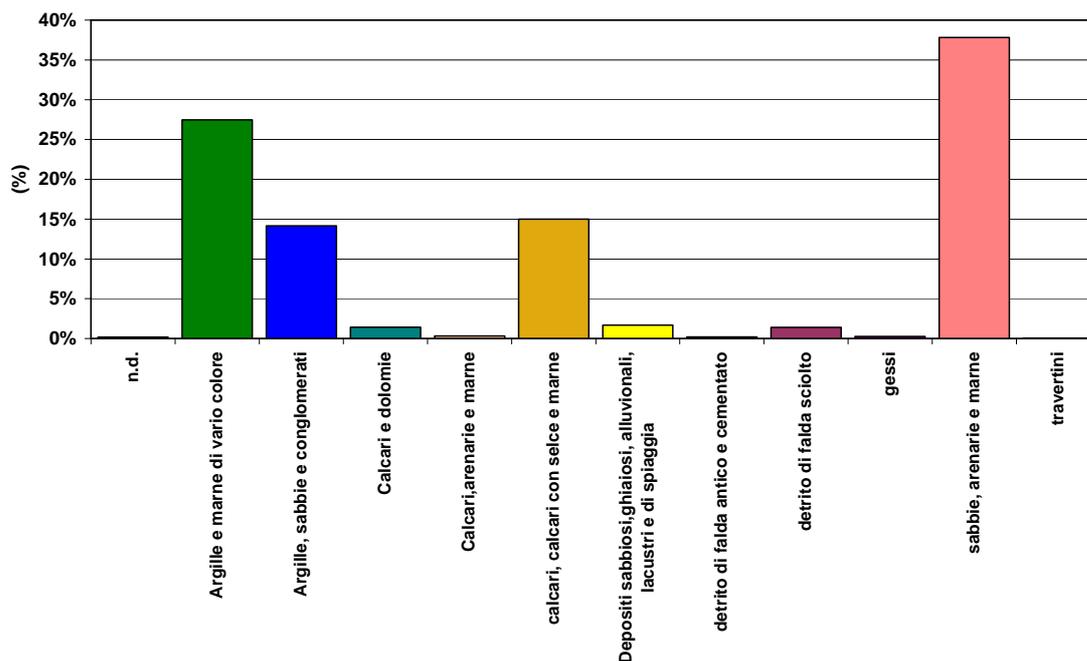


Figura 19.11 Fransità (%) per classe litologica, calcolata sulla base delle schede alfanumeriche di 2° livello.

Come aggravante c'è inoltre da considerare che ampie aree suscettibili all'innescio di frane (o già in frana) sono molto spesso sfruttate o per colture a seminativo o addirittura sono lasciate in abbandono. Ciò giustifica l'elevato numero di fenomeni franosi riscontrati nelle aree a seminativi, nelle zone agricole eterogenee e in quelle a vegetazione arbustiva/erbacea definite secondo il Corine Land Cover 2000 (Figura 19.12).

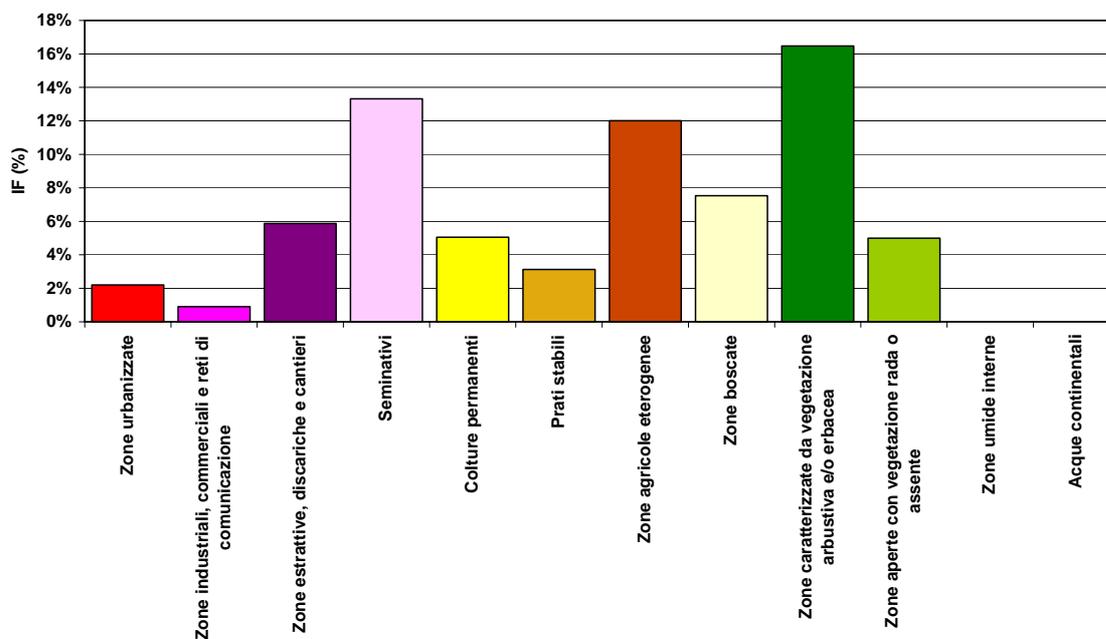


Figura 19.12 Indice di Fransità per uso del suolo.

19.10 Bibliografia

- AA.VV. (2001) *Studi delle dinamiche di versante in rapporto alla conservazione del suolo ed alle interazioni con i manti vegetali*. Progetto Operativo Plurifondo 1994-1999 Regione Molise, sottoprogramma 6, misura 6.4. Relazione finale.
- Aucelli P.P.C., Cinque A., Robustelli G., Roskopf C. M. (2000) Space and time distribution of landslides in a Mediterranean river basin: Trigno river valley (S. Italy). In: E. Bromhead, N. Dixon & M.L. Ibsen (eds). *Landslides. In research, theory and practice* (volume 1, pp. 91-96). Thomas Telford, London.
- Aucelli P.P.C., Ravera F., Roskopf C. (2002) Analysis of the relationships between landslide phenomena along the Adriatic flank of the Molise Apennines (Southern Italy) and territorial attributes by using a Geographical Information System. *IAG Symposium Proceedings on the Relationships between man and the mountain environment in terms of geomorphological hazards and human impact in Europe, 14 July 2002, Dornbirn (Austria)*.
- Aucelli P.P.C., Baranello S., Roskopf C.M., Russo M., Scapillati N. (2003) The rainfall event of 24-26 January 2003 in the Molise region: its effects on soil erosion and slope failure. *Proceedings of the Workshop on Geomorphological sensitivity and system response, Camerino-Modena Apennines, July 2003*.
- Aucelli P.P.C., Balteanu D., Izzo M., Roskopf C.M. (2004a) Types and mechanism of slope failure due to the rainfall event on January 2003 in Molise region (S. Italy). In: Savindra Singh, H. S. Sharma & Sunil Kr De (eds) *Geomorphology and Environment* (pp. 125-142). ACB Publications, Kolkata, India.
- Aucelli P.P.C., Brancaccio L., Ravera F., Roskopf C.M. (2004b) Landslide susceptibility along the Adriatic flank of Southern Apennines (Italy): the case of Molise Region. In: Savindra Singh, H. S. Sharma & Sunil Kr De (eds) *Geomorphology and Environment* (pp. 168-181). ACB Publications, Kolkata, India.
- Cruden D. M. & Varnes D. J. (1996) Landslide types and processes. In: A. K. Turner and R. L. Schuster (eds) *Landslides: Investigation and mitigation* (Special Report 247, pp. 36-75). Transportation Research Board.
- D'Argenio B., Pescatore T., Scandone P. (1973) Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania). *Atti Acc. Naz. Lincei Quaderno* 183, 49 – 72.
- Ippolito F. & Lucini P. (1957) Il flysch nell'Appennino Meridionale. *Boll. Soc. Geol. It.*, **80**.
- Mostardini F. & Merlini S. (1986) *Appennino centro meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale*. Volume edito dall'AGIP in occasione del 73° Congresso della Soc. Geol. It.
- Ogniben L., Parotto M., Praturlon A. (1975) Structural model of Italy. *Quaderni della Ricerca scientifica*, **90**, 1 - 502.
- Patacca E., Sartori R., Scandone P. (1990) Tyrrhenian basin and appenninic arcs: Kinematic relations since late Tortonian times. *Mem. Soc. Geol. It.*, **45**, 425-451.
- Patacca E., Scandone P., Bellatalla M., Perilli N., Santini U. (1992) La zona di giunzione tra l'arco appenninico settentrionale e l'arco appenninico meridionale nell'Abruzzo e nel Molise. *Studi Geologici Camerti*, volume speciale (1991/2), CROP 11, 417-441.
- Sgrosso I. (1983) Alcuni dati sulla possibile presenza di una quarta piattaforma carbonatica nell'Appennino centro meridionale. *Rend. Soc. Geol. It.*, **6**, 31- 34.



Regione Molise



Università degli Studi del Molise

19.11 Struttura operativa Regione Molise

REGIONE MOLISE

Funzionario delegato per l'attuazione dell'accordo di programma:
*Arch. Marcello Vitiello**

Responsabile dell'Università degli Studi del Molise per l'attuazione del Progetto:
*Prof. C. M. Roskopf***

Coordinatori:
*Dott. P. P. C. Aucelli***

Responsabile scientifico:
Prof. C. M. Roskopf

Responsabile Analisi del dissesto e verifiche di campagna:
Dott. P. P. C. Aucelli

Staff - Analisi del dissesto e verifiche di campagna:

Dott. Fabio Ravera
Dott. Carmine Vitale
Dott. Vito La Banca
Dott. Linda Marcovecchio
Dott. Michele Silvestri
Dott. Antonio Giuliano
Dott. Pietro P.C. Aucelli
Dott. Mauro Lallo
Dott. Angelo De Angelis
Dott. Diego De Martino
Dott. Antonio Di Lisio

Responsabile Informatizzazione:
Dott. P. P. C. Aucelli

Staff – Informatizzazione:
Dott. Fabio Ravera
Dott. Angelo De Angelis
Dott. Diego De Martino
Dott. Antonio Di Lisio
Dott. Gianluigi Zaccarella

Si ringraziano:
Dr. A. Di Niro, Dr. E. Iannantuono, Dr. M. Izzo, Dr. M. Ottaviano

Rapporto finale Luglio 2005

*Regione Molise, **Università degli Studi del Molise