

### 4a.1. Premessa

I fenomeni di evoluzione gravitativa dei rilievi, le frane di interi versanti, l'erosione accelerata e il trasporto a valle dei prodotti dell'erosione, il dilavamento dei suoli, la moria dei boschi per le mutate condizioni climatiche, nonché gli interventi antropici come il sovraccarico delle pendici mediante manufatti o gli sbancamenti al piede di versanti o il prelievo eccessivo di minerali o di fluidi dal sottosuolo e il disboscamento sono causa del dissesto idrogeologico e del degrado ambientale che interessano ampie superfici del territorio italiano e sono fonte di rischio per l'incolumità dell'uomo e delle opere da lui realizzate.

Per "dissesto idrogeologico" s'intendono quei processi che vanno dall'erosione contenuta e lenta alla forma più consistente della degradazione superficiale e sottosuperficiale dei versanti fino alle forme imponenti delle frane. Quindi, qualsiasi disordine o situazione di squilibrio che l'acqua produce nel suolo o nel sottosuolo, come pure le alluvioni, la subsidenza indotta e le valanghe si possono definire "dissesto idrogeologico". Riconoscere l'entità e lo sviluppo nel tempo di questi fenomeni permette di prendere delle decisioni operative atte ad annullare o limitare danni materiali e umani che potrebbero verificarsi in questo territorio. Un contributo notevole alla rilevazione delle aree a maggiore rischio di vulnerabilità è stato fornito dagli strumenti conoscitivi quali la cartografia tematica redatta dalla Provincia di Perugia nell'ambito delle attività di stesura del PTCP, cartografia che fa riferimento agli studi condotti dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere per la stesura del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

### 4a.2. Glossario di riferimento

**Frane:** distacchi di ammassi di terreno che si risolvono quasi sempre con la discesa più o meno repentina di una quantità più o meno cospicua di sfasciume di roccia. Il movimento franoso può manifestarsi *improvvisamente* o *gradualmente* per progressivo distacco dell'ammasso o di parte di esso e può essere *veloce* o *lento* e anche interrotto da fasi di arresto più o meno lunghe. Le dimensioni del fenomeno possono pertanto essere molto varie. Comunque, in genere con questo termine vengono indicati i movimenti

gravitativi che interessano una notevole estensione superficiale (fino anche ad alcuni km<sup>2</sup>). Nelle frane si distinguono in genere:

- la *nicchia di distacco*, intaccatura del pendio dal contorno spesso arcuato, che contrassegna il limite della porzione di roccia rimasta in sito da quella franata;
- la *superficie di scorrimento*, pendio sul quale si sono spostati i materiali di frana;
- il *cumulo di frana*, che si forma dai detriti rocciosi che, dopo aver percorso un tragitto più o meno lungo, si sono assestati ammucchiandosi confusamente.

Spesso sono presenti a monte della nicchia di distacco delle fessure o *fratture di trazione*, sub-parallele alla nicchie, dovute a movimenti del terreno e che spesso preludono a un successivo dissesto.

**Condizioni di stabilità:** esse dipendono da:

- *inclinazione del pendio:* sollecitazione della gravità che tende a trascinare verso il basso le falde rocciose; l'instabilità è tanto maggiore quanto maggiore è l'inclinazione;
- *coesione dell'ammasso:* tende a mantenere uniti i materiali che compongono l'ammasso impedendo che una parte si stacchi dal resto;
- *attrito dell'ammasso:* esso contrasta la forza di gravità e ostacola lo scivolamento dell'ammasso roccioso sul suo substrato.

La coesione e l'attrito dipendono direttamente dalle caratteristiche geologiche dell'ammasso e dal suo grado di imbibizione: maggiore è quest'ultimo, minore è il valore dei due parametri.

Nei *terreni granulari (rocce incoerenti)* la coesione è pari a 0, quindi l'unica forza che ostacola lo scivolamento è quella di attrito. Nei *terreni coesivi*, invece, si ha  $c \neq 0$ . I valori di  $c$  dipendono dal grado di consistenza del materiale che a sua volta dipende dal contenuto di acqua. Lo scorrimento verso valle di un ammasso roccioso è quindi esprimibile come la contrapposizione di due forze opposte: *forze agenti* e *forze resistenti*. L'espressione dell'equilibrio fra le due forze è la seguente (cfr. **fig. 4a.1**):

$$\gamma h \sin \alpha = \text{tg } \phi \gamma h \cos \alpha + c / \cos \alpha$$

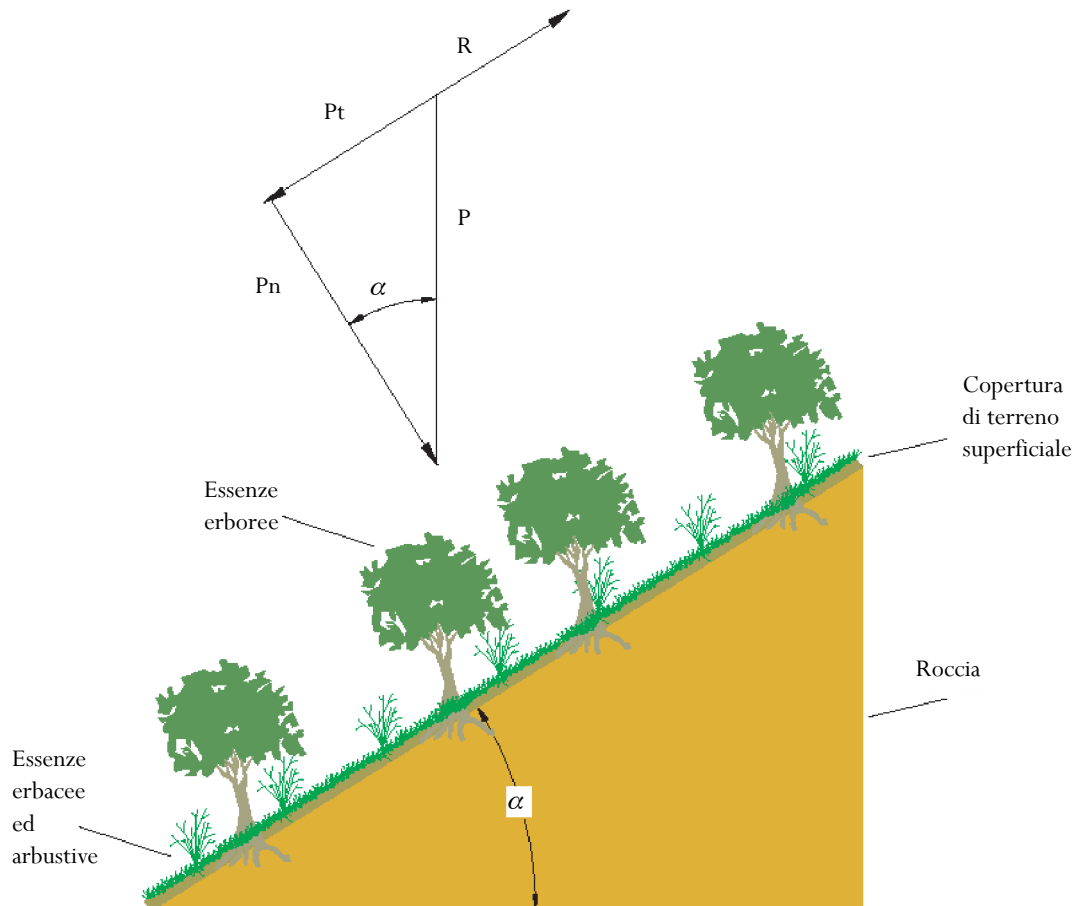
con I membro < II membro  $\Rightarrow$  stabilità  $F > 1$ ;

con I membro = II membro  $\Rightarrow$  stabilità  $F = 1$ ;

con I membro > II membro  $\Rightarrow$  stabilità  $F < 1$ .



**Figura 4a.1** Diagramma delle forze



$$\gamma h \sin \alpha = \text{tg } \phi \gamma h \cos \alpha + c / \cos \alpha$$

Di norma si definisce *stabile* un pendio le cui verifiche di stabilità abbiano dato un coefficiente di sicurezza  $F > 1,3$ .

**Fattori del dissesto:** nello studio della prevenzione dal rischio idrogeologico si dovranno distinguere i parametri della franosità dalle cause delle frane. I primi sono i fattori relativamente fissi, non o relativamente modificabili, che possono essere accertati con una certa obiettività attraverso indagini e con stesura di cartografia tematica. Le seconde sono i fattori predisponenti e occasionali che provocano l'episodio franoso, e il cui accertamento è frutto, almeno in parte, di interpretazioni soggettive.

**Parametri della franosità:**

■ **Costituzione geologica:** si intende la composizione mineralogica, la struttura e la giacitura dell'ammasso roccioso. In base al comportamento che le rocce dimostrano alle sollecitazioni gravitative esse si possono classificare dal punto di vista della franosità. Si distinguono quindi:

- *rocce coerenti*, rocce che rimangono tali in ogni condizione di imbibizione (rocce lapidee non fessurate) e che risultano raramente franose;
- *rocce pseudocoerenti*, il cui grado di coerenza

è funzione del contenuto d'acqua: *coerenti* quando asciutte o umide, *incoerenti* quando imbevute d'acqua (argille, limi, rocce a cemento argilloso); risultano molto franose in climi umidi;

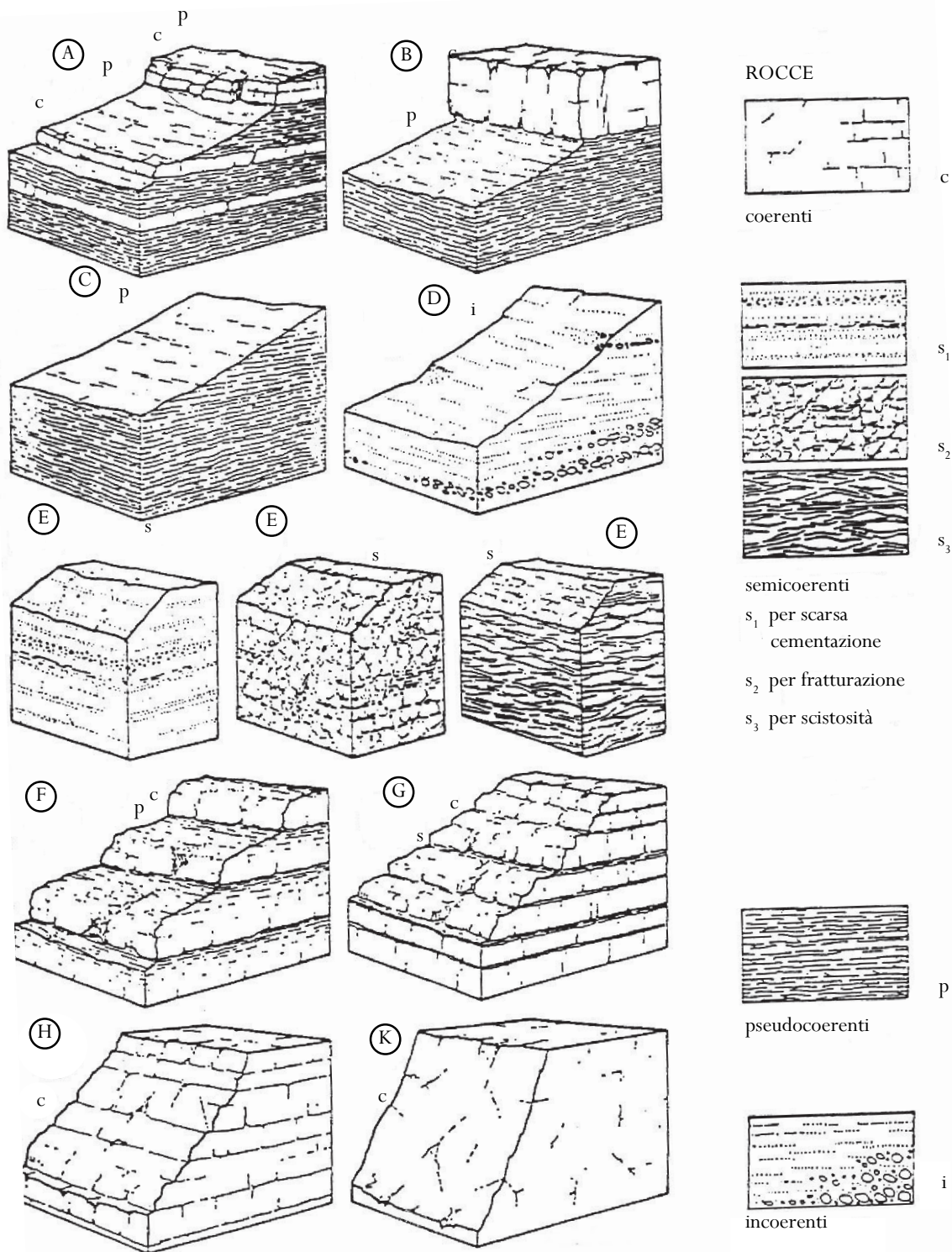
- *rocce semicoerenti*, fornite di leganti cementizi molto deboli, spesso calcarei (molasse, tuffi, rocce granitoidi molto alterate, rocce scistose a grande fissilità, ecc.); risultano mediamente franose;
- *rocce incoerenti*, formate da elementi liberi, appoggiati gli uni agli altri (ghiaie, detriti, sabbie); risultano franose.

In natura le rocce sono associate nei modi più vari. Sono comunque quelle più franose dell'associazione a determinare la franosità dell'insieme (**fig. 4a.2**). Alla predisposizione alla franosità contribuisce la giacitura dell'ammasso roccioso. Nella **figura 4a.3** sono indicate 10 situazioni di cui la 1 è la più sfavorevole alla stabilità del pendio. La situazione migliora via via che si passa ai numeri successivi. La stabilità maggiore si ha nella situazione 10.

■ **Costituzione topografica:** va messa in relazione con le 4 categorie di rocce descritte sopra. Infatti, tan-



**Figura 4a.2** Tipi principali di rocce distinti secondo la coesione

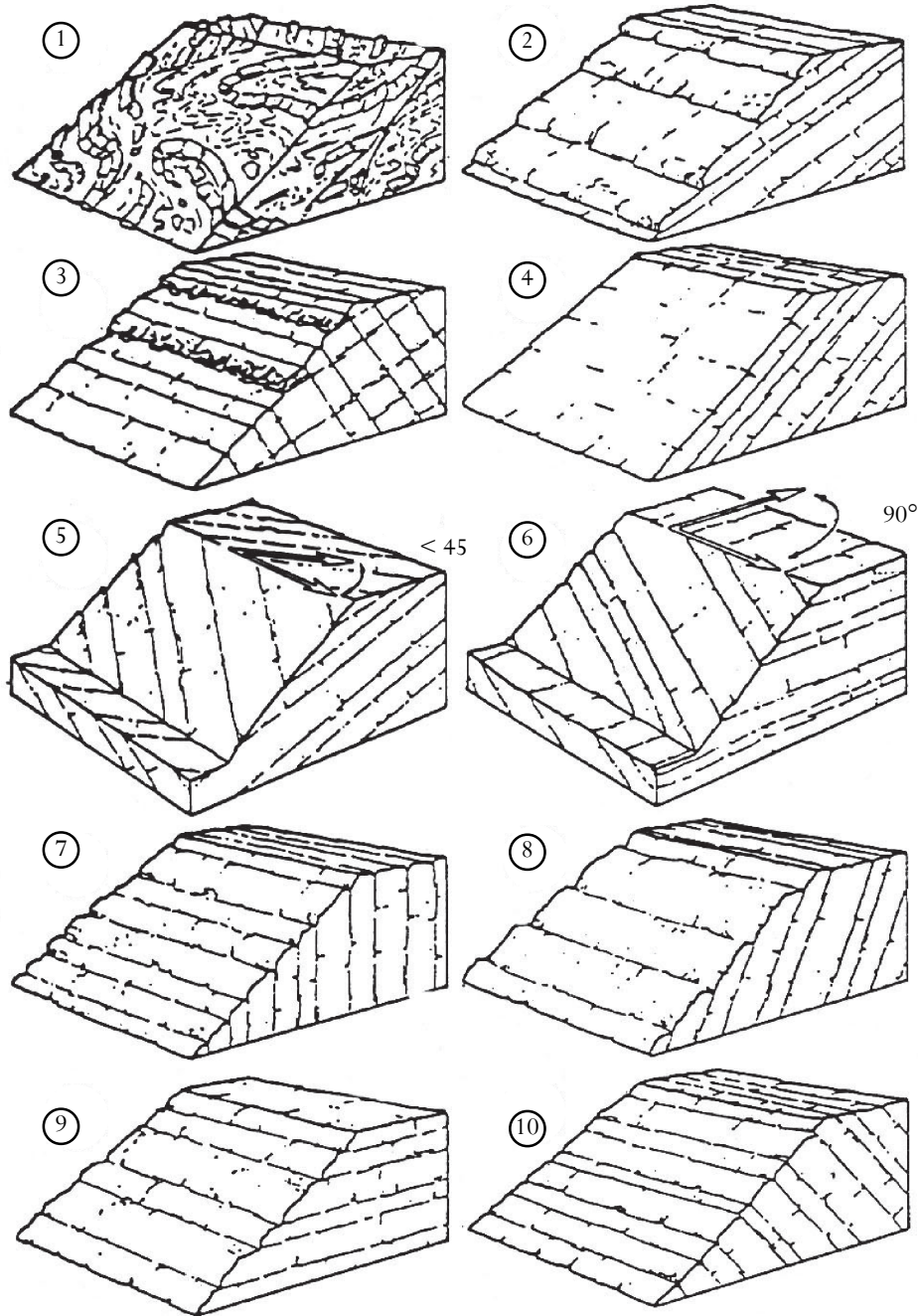


to più è inclinata la superficie topografica, tanto maggiore, a parità di altre condizioni, è il grado di franosità. Nello studio della predisposizione del territorio al dissesto assume quindi importanza strategica la “carta delle pendenze”.

■ **Condizioni climatiche:** la franosità delle rocce è anche funzione del clima e soprattutto del regime delle piogge. L'Italia è caratterizzata da clima mediterraneo, quindi da inverni piovosi ed estati secche. Ciò comporta che i terreni acclivi sono sotto-

posti spesso ad abbondanti, violente e improvvise piogge. Se tali terreni non sono sufficientemente difesi dalla copertura vegetale, sono soggetti a erosione diffusa. La distribuzione areale dei dissesti in Italia coincide con i lineamenti delle Alpi e degli Appennini che, essendo di recente costituzione (elevata energia di rilievo), e soprattutto composti perlopiù da rocce franose e molto franose, sono soggetti ai dissesti gravitativi. I terreni delle Alpi e degli Appennini possono essere così raggruppati:

**Figura 4a.3** Principali tipi giacitura degli strati rispetto al versante



- *rocce a base prevalentemente argillosa*: sono Argille Varicolori ed Argille azzurre plio-pleistoceniche; in inverno subiscono un'imbibizione, in estate un disseccamento e una crepacciatura. Quindi, di anno in anno aumenta la quantità e lo spessore della roccia interessata da tale fenomeno per la penetrazione sempre più profonda dell'acqua comportando così l'innescarsi di movimenti franosi. Tali terreni rappresentano il 20% della superficie agraria collinare in Italia e risultano essere in genere soggetti a frane di colamento, scivolamento e smottamento;
- *rocce arenacee silicee*: sono alternanze più o

meno fitte di strati arenacei e marnoso-argillosi (flysch). Se prevalgono le arenarie si hanno caratteristiche geotecniche e di erodibilità medie. Tipiche le frane di crollo, di scoscendimento e di scivolamento; mentre se prevalgono le marne argillose, le caratteristiche geotecniche sono più scarse e l'erodibilità è medio-alta. Tipiche le frane di scoscendimento, scivolamento, colamento;

- *rocce cristalline impermeabili*: si tratta di rocce ignee e metamorfiche, dotate di caratteristiche meccaniche buone o ottime ed erodibilità bassa. In Sardegna, infatti, dove tali litologie prevalgono in affioramento, vi è una bassissima in-

cidenza di frane. Tipiche – ma abbastanza rare – sono le frane di crollo se la roccia è fratturata. Se le rocce metamorfiche sono scistose l'erosibilità è maggiore. Tipiche le frane di scivolamento, smottamento e colamento. In Calabria la situazione è molto grave, in quanto tali rocce hanno subito una tettonica molto intensa, e quindi risultano molto fratturate, cosa che comporta una grande efficacia dell'azione modellante degli agenti esogeni.

- *rocce calcaree*: i meccanismi di modellamento di queste rocce sono essenzialmente di tipo chimico. Quindi, grosso sviluppo ipogeo del modellamento ma scarsa produzione di detriti; ciò comporta dissesti molto limitati. Tipiche – ma rare – le frane di crollo.

- *Copertura vegetale*: l'assenza o la sua sporadicità aumenta il potere erosivo delle acque meteoriche, oltre ad aumentare l'infiltrazione delle stesse, che non vengono utilizzate dagli apparati radicali.

**Cause delle frane:** sono cause delle frane tutte le azioni che possono turbare l'equilibrio di un ammasso roccioso:

- *aumento del peso specifico apparente ( $\gamma$ )*, che può essere causato da imbibizione o da risalita della falda; per esempio, una sabbia asciutta ha un  $\gamma = 1.300 \text{ kg/m}^3$ , una sabbia bagnata pesa  $1.700 \text{ kg/m}^3$ ; quindi, se il pendio è prossimo all'angolo di riposo, si può determinare il franamento dell'ammasso;
- *aumento dell'inclinazione del pendio*, dovuto all'erosione al piede dell'ammasso, provocata da acqua corrente, dalle onde marine o per opera dell'uomo (durante l'esecuzione di uno sbancamento, per esempio, il pendio deve essere tenuto con pendenze inferiori all'angolo di attrito  $f$ ); è fondamentale, anche in questo caso il grado di saturazione del materiale;
- *diminuzione della coesione dell'ammasso roccioso*, dovuta all'infiltrazione delle acque nel sottosuolo che comporta la dissoluzione del cemento che univa gli elementi dell'ammasso, oppure per imbibizione delle argille, oppure per gelivazione;
- *aumento del carico dell'ammasso roccioso*, dovuto a sovrapposizione di nuovi materiali detritici o per costruzioni di manufatti di una certa importanza;
- *diminuzione dell'attrito fra ammasso roccioso e substrato*, dovuta all'azione erosiva delle acque circolanti nel sottosuolo, che può ridurre la superficie di aderenza dell'ammasso al suo substrato, oppure all'imbibizione delle argille sulle quali poggia l'ammasso.

Menzione a parte merita il caso del *rapido svuotamento dei laghetti artificiali*. In questo caso, infatti, la superfi-

cie piezometrica non riesce ad adeguarsi alle nuove condizioni, quindi il peso del terreno al di sopra del pelo dell'acqua non è più controbilanciato da quello dell'acqua che era contenuta nel bacino provocando in tal modo fenomeni franosi.

**Classificazione delle frane:** anche se ora è più usata la classificazione di Varnes (1983), in questa sede si utilizzerà quella di Desio (1974) basata sulle modalità con cui si manifesta la frana.

- *Frane di crollo*: distacchi improvvisi di ammassi rocciosi a picco o anche sporgenti, dovuti a presenza di fratture nella roccia. Tipiche delle rocce lapidee (**fig. 4a.4**, casi I, II e III).
- *Frane di scivolamento*: slittamento di materiali litoidi stratificati sopra un letto, spesso argilloso, del loro substrato. La superficie di scorrimento è ben definita; lo scivolamento avviene infatti generalmente lungo una superficie di strato o lungo piani di frattura (**fig. 4a.4**, casi IV, V e VI).
- *Frane di scoscendimento*: sprofondamento improvviso e rapido di ammassi di terreno su superfici spesso arcuate (piani di frattura preformati; **fig. 4a.4**, casi VII, VIII e IX).
- *Frane di colamento*: colate di fango argilloso misto a detriti che scendono abbastanza lentamente lungo pendii o alvei torrentizi. Spesso sono provocate da ammolimento di masse argillose ad opera dell'acqua e si verificano in genere dopo periodi piovosi. Non è individuabile una vera e propria superficie di scorrimento (**fig. 4a.4**, casi X e XI).
- *Frane di smottamento*: precipitazione caotica di materiali incoerenti o resi tali per imbibizione d'acqua. Coinvolgono, in genere, gli strati più superficiali del terreno (**fig. 4a.4**, casi XII, XIII e XIV).
- *Frane miste*: combinazioni dei tipi precedenti.

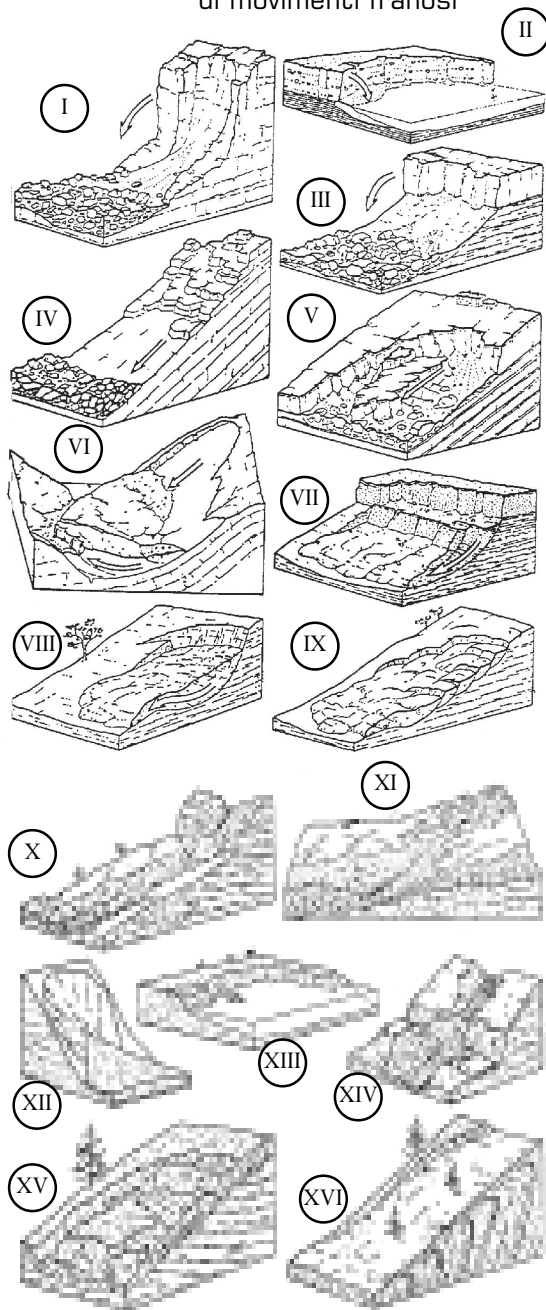
**Grado di stabilità di una frana:** le frane si possono ulteriormente distinguere in:

- *frane attive*: le caratteristiche morfologiche denotano un movimento attuale (crepe trasversali, gradini, ecc.); la vegetazione è sporadica e casuale;
- *frane parzialmente stabilizzate*: la configurazione morfologica è ben identificabile e preservata, mentre la vegetazione, più o meno continua, è spesso posteriore all'evento franoso; il movimento può essere riattivato da agenti esogeni o interventi umani;
- *frane stabilizzate*: configurazione morfologica difficilmente riconoscibile, dove le zone di accumulo si presentano debolmente acclivi e la vegetazione continua; non esistono problemi di instabilità se non si turba l'equilibrio raggiunto (*paleofrane*).

**Pericolosità geomorfologica e rischio di dissesto idrogeologico:** la pericolosità geomorfologica espi-



**Figura 4a.4** Principali tipi di movimenti franosi



me la probabilità che un certo fenomeno di instabilità si verifichi in un certo territorio, in un determinato intervallo di tempo. Un terreno si definisce *instabile* quando la sua forma non si trova in equilibrio con l'ambiente naturale e quindi tende a modificarsi per raggiungere l'equilibrio, oppure quando tale terreno è in equilibrio molto dinamico con l'ambiente naturale. In pratica ci si interessa di quelle forme che si evolvono in modo perturbante per l'ambiente antropico: una frana o l'evoluzione di un'ansa fluviale. Uno stesso territorio può comunque essere instabile in relazione a un certo processo ma stabile rispetto ad altri, e soprattutto tale instabilità può essere più o meno tollerabile in base al tipo di utilizzo antropico del territorio: si pensi a un'alluvione che si verifichi in una zona disabitata o, in alternativa, in una zona ad alta densità di popolazione, oppure all'instabilità del territorio su cui insiste una centrale nucleare rispetto all'instabilità del territorio su cui passa una strada. Il rischio geomorfologico e idrogeologico è funzione dell'efficacia dell'azione erosiva da parte di tutti gli agenti di modellamento sintetizzati nella **tabella 4a.1**.

**Piene, alluvioni e inondazioni:** all'origine della formazione di una portata di piena c'è sempre un evento piovoso di forte intensità e durata. Da un punto di vista generale si può assimilare una piena a un'onda che si propaga nel fiume da monte verso valle. L'onda si manifesta inizialmente con una progressiva crescita del livello liquido e, quindi, della portata e della velocità dell'acqua (*fronte*); si raggiunge quindi un massimo (*colmo*), dopo il quale il livello riprende a diminuire (*coda*). La propagazione dell'onda nel fiume avviene con velocità di propagazione (*celerità*) diversa da quella dell'acqua e diversa, inoltre, per le varie parti dell'onda: il fronte ha velocità maggiore della coda. Ciò comporta che, restando invariato il volume d'acqua coinvolto, il colmo si abbassa. In un alveo a sezione costante, di notevole lunghezza, l'onda di piena, passando da

**Tabella 4a.1** Rischio geomorfologico ed idrogeologico

RISCHIO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	DEGRADAZIONE DEI VERSANTI	Degradazione meteorica	Crio-, termo-, alo-, idro-clastismo.
		Fisica e chimica	Soluzione, idrolisi, idratazione, ossidazione
		Forza di gravità	Pendenze di distacco, d'accumulo, di riposo. Falda e cono di detrito
		Soliflusso e reptazione	
		Dilavamento	Erosione pluviale, laminare, a rivoli, a solchi
		Frane	
	FORME DI EROSIONE	Erosione fluviale	E. s.s., cavitazione, abrasione, degradazione
		Erosione marina	E. s.s., cavitazione, abrasione, degradazione
		Erosione rolica	Deflazione, corrasione
		Erosione glaciale	E. s.s., abrasione, divaricamento
		Erosione periglaciale	
		Erosione carsica	

monte a valle, riduce a poco a poco la sua altezza (*laminazione della piena*). Le *inondazioni* sono dovute alla rottura degli argini o alla tracimazione delle acque. Il termine *alluvione* indica propriamente un'inondazione dovuta ad acqua più materiale solido. L'inondazione di un territorio posto ai lati di un corso d'acqua comporta una serie di effetti così riassumibili:

- *rottura* o semplice *indebolimento delle sponde* (problemi, quindi per le piene successive);
- *distruzione dei raccolti* per eccessiva quantità d'acqua (asfissia radicale);
- *distruzione di infrastrutture* (ponti, strade, ecc.);
- *danni alle abitazioni* e agli insediamenti rurali;
- *modifica della natura del suolo* per il deposito di materiale solido trasportato dall'acqua;
- cambiamento del tracciato originale del corso d'acqua in seguito all'erosione di tratti di terreno e al colmamento di altri.

**Rotture:** le *rottture* (o *rotte*) sono cedimenti di tratti di origine con conseguente apertura di una breccia attraverso la quale l'acqua fuoriesce dal letto e inonda le campagne. Si distinguono vari tipi di *rotte*:

- *rotta di sormonto*, che si ha quando l'acqua supera la sommità dell'argine e dà inizio a un processo di erosione s.l. del materiale che costituisce l'argine stesso;
- *rotta di corrosione*, che si ha quando un argine "in fondo" (argine costruito a partire dal letto di magra) viene eroso dalla corrente al piede; ciò provoca il franamento verso fiume dell'argine, e il suo indebolimento progressivo, fino al collasso della struttura;
- *rotta di sfianamento*, che si verifica in argini di spessore e resistenza inadeguate alla piena quando cioè l'argine cede franando verso campagna;
- *rotta per filtrazione*, che si ha quando nell'argine o nel terreno di fondazione dello stesso si aprono cunicoli (*fontanazzi*), attraverso i quali l'acqua, passando velocemente, provoca la rimozione del materiale e il progressivo allargamento dei cunicoli comportando in tal modo il franamento dell'origine verso campagna.

Se la rotta avviene su un tratto di *fiume pensile* (alveo a quota superiore a quella del piano di campagna circostante), si parla di *rotta in cavamento*, che causa un versamento continuo di acqua fino a che il fiume non torna in magra.

#### **Opere idrauliche per la laminazione delle piene:**

- *Serbatoi di raccolta e laminazione:* sono essenzialmente degli sbarramenti o delle dighe che possono servire anche per immagazzinare le acque di piena. La realizzazione di questi manufatti comporta spese molto sostenute e soprattutto lo scopo principale che ha stimolato la loro costruzione non si può realizzare pienamente, visto che

parte della capacità dell'invaso va riservata all'eventuale piena. Sono ubicati generalmente nelle zone montane, e quindi intercettano le acque di piena provenienti solo da alcuni affluenti, lasciando scoperto il fiume principale.

- *Golene allagabili:* arginature progressivamente più alte all'aumentare della distanza dal fiume. L'argine più esterno e più alto deve essere molto robusto e quindi va dotato di *banche* e *contobanche* (ispessimenti su entrambi i lati).
- *Canali scolmatori:* canali che contribuiscono a scaricare le portate di piena, riducendo la quantità d'acqua che rimane negli alvei naturali. Attraverso i canali scolmatori l'acqua viene recapitata più a valle possibile o, addirittura, direttamente nel mare, oppure viene recapitata in corsi d'acqua e laghi appartenenti a bacini idrografici vicini a quelli del fiume da controllare, se si ha la certezza che in detti bacini sussistano regimi idrologici diversi da quello in esame e che, quindi, non potranno verificarsi piene contemporanee. Questo metodo, però, comporta il rischio di contaminazione degli habitat dei corsi d'acqua ricettori. I canali scolmatori vanno inoltre tenuti puliti ed efficienti, rimuovendo periodicamente le ghiaie e i ciottoli che vi si accumulano.

**Bonifica idraulica della pianura:** rimozione delle acque stagnanti e inondanti dai terreni di pianura in modo, da una parte, da ottenere altre terre fertili per l'agricoltura, e dall'altra da ottenere terreni utilizzabili come aree inondabili dall'eventuale piena. Realizzazione di canali di scolo, dove immagazzinare l'acqua della eventuale piena, e recapito delle acque al mare o in fiumi circostanti.

**Regolazione dei fiumi:** gli argini si realizzano per lo più nei tratti di pianura, e sono essenzialmente delle sopraelevazioni delle sponde a un livello tale che tutta la portata di piena sia contenuta senza inondare le campagne circostanti. Quindi la loro progettazione presuppone calcoli anche statistici per prevedere l'entità massima della piena che potrebbe verificarsi. Stabilito ciò, si sopraeleva ancora più l'argine in modo da garantire un franco di circa 1 m. Gli argini vengono realizzati generalmente in terra opportunamente costipata. Se la terra disponibile *in loco* non garantisce sufficientemente l'impermeabilità dell'argine, si inseriscono uno o più diaframmi in argilla compatta o in calcestruzzo. Oppure l'impermeabilizzazione può essere realizzata mediante la posa in opera sul paramento interno di gettate o lastre di calcestruzzo, fogli di materiale plastico o bituminoso. In alcuni casi si protegge il piede dell'argine mediante materiale di particolare resistenza, come pietrame, blocchi di calcestruzzo, gabbionate, oppure con buzzoni, involucri di rami (di salice) ripieni di ciottoli o terra ( $\phi \approx 50$  cm e lun-



ghezze pari a 3-5 m) fissati poi con filo di ferro. Spesso i rami a contatto con il limo e con l'acqua, determinano la crescita di nuove pianticelle che contribuiscono a fissare la sponda. Se c'è spazio conviene costruire gli argini arretrati verso la campagna, in modo da creare una zona golenale che può essere inondata durante la piena. Se ciò non è possibile, si pone in opera l'argine a partire dal letto di magra (*argine in frodo*). Il rilevato dell'argine talvolta viene usato come sede stradale (*strada alzaia*). Altre strutture per regolarizzare i fiumi sui tratti di pianura sono i *pennelli* o *repellenti*.

### 4a.3. Problematiche ambientali generali

I fenomeni gravitativi e le piene dei corsi d'acqua sono eventi assolutamente naturali e vanno inseriti nell'ambito dei processi evolutivi del nostro pianeta: l'aspetto esteriore della Terra, infatti, dipende dall'instaurarsi di dinamiche endogene (terremoti, vulcanismo, orogenesi, ecc.) ed esogene (degradazione chimica, degradazione fisica, erosione, sedimentazione, ecc.) che agiscono e si combinano con continuità. Il modellato che ne deriva è quindi sempre e in ogni momento in trasformazione per raggiungere condizioni di equilibrio, in ogni caso "metastabile" con le forze della natura. Se i fenomeni di cui sopra vengono inquadrati in quest'ottica perdono molta della loro aura di drammaticità, pur essendo di per sé fenomeni a forte impatto. Ciò che li rende assolutamente inaccettabili è la presenza dell'uomo, sotto due diversi punti di vista: da una parte gli interventi antropici sul territorio nella maggior parte dei casi accelerano i processi che avrebbero, comunque, "naturalmente" il loro corso, dall'altra l'esposizione di vite umane e manufatti rende la prevenzione e la difesa dai processi naturali un imperativo per chiunque. In questo senso, se si interpreta il ruolo dell'uomo nell'ambito del sistema ambientale, esso può essere considerato un *agente geomorfologico azonale*: non è limitato o localizzato ed è meno condizionato dagli elementi ambientali; inoltre, ha maggior capacità di spostamento e adattamento rispetto agli altri esseri viventi. Il suo intervento e il suo impatto ambientale sono funzione del suo sviluppo tecnologico e sono guidati da necessità economiche, sociali e culturali. L'uomo trasforma, corregge e modifica i processi naturali provocando comunque la rottura degli equilibri che la natura tenderà poi a ricostruire in modo diverso. L'attività dell'uomo sulla superficie terrestre si esplica attraverso forme artificiali, modellate direttamente (per esempio, i fronti di scavo), opere miranti a deviare/correggere i processi naturali (come nel caso delle arginature dei corsi d'acqua), modificazioni di fenomeni naturali. L'intensità e l'entità di queste attività

sono dipendenti essenzialmente da 4 fattori: demografico (consistenza numerica delle persone che esplicano una qualsiasi attività che si riflette sulla dinamica naturale), storico (durata della presenza e dell'attività dell'uomo in un dato territorio), tecnologico-culturale (capacità di sfruttare l'ambiente secondo i propri fini) e socio-economico (richiesta di migliori condizioni di vita e di beni di consumo). In una prospettiva storica l'intervento antropico sul mondo fisico ha percorso la "climax" esposta qui di seguito.

- **Caccia:** può aver comportato disboscamenti per creare radure o percorsi di caccia e, quindi, può aver provocato limitati fenomeni di reptazione (mobilizzazione dello strato più superficiale del suolo) ad opera delle acque meteoriche.
- **Pastorizia:** provoca l'eliminazione della vegetazione naturale per incendio o taglio e lo spietramento per consentire percorsi agevoli agli animali. Comunque, i danni più gravi sono dovuti alla pratica del *surpascolo* (sovraabbondanza di animali per unità di superficie). Infatti, si hanno modificazioni dell'Orizzonte A (quello più superficiale) del suolo, che si arricchisce sempre più di sostanza organica (letame). Inoltre, il passaggio ripetuto degli zoccoli provoca da una parte la sua compattazione (diminuzione della permeabilità), ma anche la mobilizzazione continua del terreno che, quindi, potrà essere soggetto a fenomeni di reptazione e ruscellamento pellicolare.
- **Agricoltura:** l'erosione del suolo è strettamente collegata alla pratica agricola; infatti l'alterazione o l'eliminazione della copertura vegetale naturale porta a modificazioni microclimatiche del suolo (varia l'umidità e aumenta l'insolazione). Inoltre, la stabilità di un suolo è funzione della sua granulometria e della pressione dell'acqua nei suoi pori: quando il suolo è saturo le forze di frizione e coesione si riducono, cosa che non si verifica sui pendii ricoperti di vegetazione, dove l'apporto dei detriti vegetali contribuisce al loro arricchimento in materiale organico. La pratica dell'aratura "a rittochino", determinata dall'esigenza di stabilità del mezzo meccanico, che consiste nel procedere parallelamente alla direzione di massima pendenza, è molto pericolosa, perché i solchi dell'aratura possono evolvere in calanchi e fossi. Anche la profondità del solco è importante: gli aratri trainati dai buoi affondavano solo di 15 cm nel terreno, mentre quelli moderni producono solchi di 50-60 cm di profondità. Inoltre, durante l'aratura annuale, il vomere, compiendo il taglio orizzontale della fetta di terra esercita una pressione sul sottosuolo, pressione che, unita a quella del peso proprio del mezzo, crea sotto lo strato di terreno lavorato una superficie a scarsa permeabilità (compattazione), chia-



mata “soletta di lavorazione”, lungo la quale la velocità di percolazione diminuisce con conseguente ristagno delle acque meteoriche al di sotto dello strato lavorato che, quindi, può slittare verso valle. Inoltre, i mezzi moderni hanno bisogno per muoversi di spazi più ampi e senza ostacoli, quindi si rende necessaria l'eliminazione di arbusti e siepi, cosa che comporta un aumento dell'erosione del terreno superficiale. La pratica dell'aratura “a traversopoggio”, cioè secondo le curve di livello, se eseguita in terreni a componente argillosa provoca il ristagno di acqua che imbibisce il terreno e lo fluidifica, cosa che può comportare l'insorgere di fenomeni franosi. Le pratiche agricole sono svolte spesso anche all'interno dei letti di inondazione dei fiumi. Ciò comporta la posa in opera di argini a difesa delle colture, che fa aumentare la velocità del fiume e quindi il suo potere erosivo. L'irrigazione e la realizzazione di canali di drenaggio può provocare, per un ristagno delle acque nei canali, la precipitazione dei sali per evaporazione. Inoltre, la sottrazione di risorsa dai corsi d'acqua provoca una diminuzione della loro competenza, che si traduce in un deposito dei materiali trasportati e in un minore apporto al mare degli stessi. In conclusione, al dissesto di vaste zone collinari e montane provocato dall'abbandono dei terreni un tempo coltivati, si aggiunge oggi quello provocato dall'applicazione di metodi irrazionali di sfruttamento del suolo.

- **Sfruttamento delle risorser:** si esplica attraverso il prelievo di materiale da cave e miniere, l'estrazione di inerti dagli alvei e dalle fasce costiere, l'emungimento di acque. Il prelievo da cave e miniere può comportare un cambiamento nella morfologia della zona sfruttata e problemi dal punto di vista della stabilità. L'estrazione di inerti dagli alvei può provocare molteplici conseguenze a breve e a lungo termine: l'abbassamento dell'alveo causato dall'estrazione determina un aumento dell'acclività dell'alveo rispetto a monte, e quindi un incremento della velocità delle acque e del loro potere erosivo. Inoltre, nel punto di cava si può determinare la venuta a giorno del substrato roccioso inalterato che, in occasione delle fasi erosive del corso d'acqua, può essere anch'esso coinvolto. A valle le acque possono presentare un carico meno ricco di materiali grossolani rispetto al periodo precedente l'apertura della cava e più ricco di elementi fini in sospensione. Ciò può comportare il deposito a valle di quantità abnormi di materiale fine con conseguente sopraelevazione degli alvei che, quindi, saranno più soggetti alle esondazioni. Lo sfruttamento eccessivo delle acque sotterranee può provocare in alcune zone fenomeni di subsidenza.

- **Opere di ingegneria:** nei centri abitati la realizzazione di manufatti e infrastrutture provoca nello strato superficiale del terreno una modifica sostanziale della sua permeabilità determinando l'aumento del deflusso superficiale. Inoltre, poiché le pavimentazioni e le coperture hanno in genere minore scabrezza rispetto al terreno naturale, il moto delle acque di precipitazione meteorica è facilitato, e quindi da una parte diminuisce il tempo di corrivazione, mentre dall'altra aumenta la probabilità di piene elevate e improvvise. I rilevati delle infrastrutture viarie e ferroviarie costituiscono una barriera alle acque che scorrono in direzione perpendicolare a esse. Tali acque, raccolte attraverso le canalette di scolo, vengono recapitate in forma concentrata in punti disseminati lungo il percorso stradale. Le canalizzazioni delle acque bianche in generale recapitano nei corsi d'acqua cospicue portate per brevi intervalli di tempo, in tratti fluviali che di natura avrebbero portate molto modeste. Lo scavo di gallerie provoca l'intercettazione delle falde e il loro drenaggio all'esterno verso corsi d'acqua superficiali, sommandosi ai deflussi per impermeabilizzazione. Conseguenza da ciò è un aumento della portata e del potere erosivo.

- **Modifiche dirette del regime idraulico:** la funzione di laghetti collinari e dighe è, almeno all'inizio, positiva, in quanto rallentano il deflusso superficiale, ma una volta riempiti, le acque di tracimazione possono minare la stabilità dell'argine, cedendo il quale si determinerà un'onda di piena notevole.

Fin qui la descrizione delle modalità – o, meglio – di alcune modalità con le quali l'uomo può accelerare i fenomeni e i processi naturali. Per quanto riguarda la sua esposizione agli stessi, e quindi per quanto riguarda il concetto di “rischio”, si è diffusamente detto nel paragrafo precedente. Inoltre, nella parte dedicata alla descrizione dei termini tecnici maggiormente utilizzati, si sono fornite le indicazioni sulle caratteristiche naturali che predispongono il territorio al dissesto.

#### 4a.3.1. Normativa di riferimento

Prima di passare alla descrizione degli scenari regionale e locale, sembra opportuno fornire un quadro necessariamente sintetico delle normative attualmente vigenti e del ruolo fondamentale che nel settore della tutela del territorio dal rischio geomorfologico e idrogeologico svolge l'Autorità di Bacino. Si è diffusamente parlato, infatti, nella sezione relativa alle acque delle vicende normative che hanno portato alla comparsa nello scenario istituzionale dell'Autorità di Bacino (L. 183/89). Tale organismo è delegato alla redazione del “Piano di bacino”, strumento generale e



organico dell'azione di pianificazione e programmazione delle azioni e delle norme d'uso del territorio interessato, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali dello stesso, le cui finalità e i cui contenuti sono espressi nell'articolo 17 della citata L 183/89. Conseguentemente agli eventi franosi che hanno colpito la Campania nel 1998, il legislatore ha stabilito, con DL 180/98, "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico e a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania" (convertito in L 267/98), un termine perentorio (30 giugno 1999) per l'adozione dei Piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI), e in caso di mancanza del PAI, l'adozione di misure di salvaguardia a tutela dei bacini montani, dei torrenti di alta valle e dei corsi d'acqua di fondovalle, i cui contenuti minimi, in entrambi i casi, dovevano essere quelli riportati all'articolo 17, comma 3 lettera b, c), d), f), l) e m) della L 183/89<sup>1</sup>. Il Presidente del Consiglio dei Ministri, inoltre, il 29 settembre 1998, emana un decreto contenente gli atti di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'articolo 1, commi 1 e 2, del DL 180/98. Per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, i criteri proposti sono da una parte la localizzazione e la caratterizzazione di eventi avvenuti nel passato, riconoscibili o dei quali si ha cognizione, dall'altra la valutazione del rischio come prodotto di 3 fattori: *pericolosità* o *probabilità di accadimento* dell'evento calamitoso; *valore degli elementi a rischio* (persone, beni localizzati, patrimonio ambientale); *vulnerabilità degli elementi a rischio* (dipendente dalla loro capacità di sopportare le sollecitazioni esercitate dall'evento e dall'intensità dell'evento stesso). Il decreto stila anche una lista di priorità degli elementi a rischio: l'uomo, gli agglomerati urbani, gli insediamenti produttivi, le infrastrutture a rete e le vie di comunicazione, il patrimonio ambientale, le aree sede di servizi pubblici, ecc. e articola in 3 fasi l'attività di perimetrazione:

- 1) individuazione delle aree soggette a rischio attraverso l'acquisizione di informazioni disponibili;
- 2) perimetrazione, valutazione dei livelli di rischio e definizione delle misure di salvaguardia;
- 3) programmazione della mitigazione del rischio.

Per quanto attiene le aree a rischio idraulico la fase 2) dovrebbe portare all'individuazione cartografica di aree caratterizzate da 3 diverse probabilità di evento (e rilevanze di piena): aree ad *alta probabilità* di inondazione (con tempo di ritorno  $Tr = 20-50$  anni), a *moderata probabilità* di inondazione ( $Tr = 100-200$  anni), a *bassa probabilità* di inondazione ( $Tr = 300-500$  anni). Incrociando i dati relativi agli elementi fin qui descritti si perviene a una prima perimetrazione delle aree a rischio e alla definizione di 4 classi di rischio crescente:

- *moderato* (R1), per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- *medio* (R2), per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- *elevato* (R3), per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- *molto elevato* (R4), per il quale sono possibili la perdita di vite umane, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.

Per quanto attiene le aree a rischio di frana, la fase 2) ripercorre dal punto di vista metodologico quanto esposto per le aree a rischio idraulico e perviene alla perimetrazione delle aree a rischio crescente R1 ÷ R4. Nel 2001 l'Autorità di Bacino del Fiume Tevere ha elaborato la stesura definitiva del PAI, redatto ai sensi e per gli effetti della L 183/89 e del DL 180/98, convertito in L 267/98, sulla base dei criteri e degli indirizzi riportati nel DPCM 29 settembre 1998. L'obiettivo dichiarato del Piano è "la ricerca di un assetto che, salvaguardando le attese di sviluppo economico, minimizzi il danno connesso ai rischi idrogeologici e costituisca un quadro di conoscenze e di regole atte a dare sicurezza alle popolazioni, agli insediamenti, alle infrastrutture e, in generale, agli

#### note

<sup>1</sup> Art. 17 c. 3: "Il piano di bacino persegue le finalità indicate all'articolo 3 ed, in particolare, contiene: [...] b) la individuazione, la quantificazione delle situazioni, in atto e potenziali, di degrado del sistema fisico, nonché delle relative cause; c) le direttive alle quali devono uniformarsi la difesa del suolo, la sistemazione idrogeologica ed idraulica e l'utilizzazione delle acque e dei suoli; d) l'indicazione delle opere necessarie distinte in funzione dei pericoli di inondazione e delle gravità ed estensione del dissesto; del perseguimento degli obiettivi di sviluppo sociale ed economico o di riequilibrio territoriale nonché del tempo necessario per assicurare l'efficacia degli interventi; [...] f) la individuazione delle prescrizioni, dei vincoli e delle opere idrauliche, idraulico-agrarie, idraulico-forestali, di forestazione, di bonifica idraulica, di stabilizzazione e consolidamento dei terreni e di ogni altra azione o norma d'uso o vincolo finalizzati alla conservazione del suolo ed alla tutela dell'ambiente; [...] l) la normativa e gli interventi rivolti a regolare l'estrazione dei materiali litoidi dal demanio fluviale, lacuale e marittimo e le relative fasce di rispetto, specificatamente individuate in funzione del buon regime delle acque e della tutela dell'equilibrio geostatica e geomorfologico dei terreni e dei litorali; m) l'indicazione delle zone da assoggettare a speciali vincoli e prescrizioni in rapporto alle specifiche condizioni idrogeologiche, ai fini della conservazione del suolo, della tutela dell'ambiente e della prevenzione contro presumibili effetti dannosi di interventi antropici".

investimenti nei territori che insistono sul bacino del fiume Tevere. In quanto premessa alle scelte di pianificazione in senso lato, il Piano individua i meccanismi di azione, l'intensità e la localizzazione dei processi estremi, la loro interazione con il territorio e quindi, in definitiva, la caratterizzazione di quest'ultimo in termini di pericolosità e di rischio".

La struttura del PAI si articola in azioni di *assetto geomorfologico* e in azioni di *assetto idraulico*. La parte relativa all'assetto geomorfologico si occupa dei fenomeni che si sviluppano prevalentemente nei territori collinari e montani, dove prevalgono i processi di erosione lineare e diffusa, i movimenti gravitativi e la funzione primaria di regimazione delle acque esercitata dai soprassuoli e, in particolare, dalle coperture boschive. Nell'ambito del bacino tali aree occupano una superficie pari all'85% della superficie totale. L'antropizzazione dei territori montani è estremamente bassa se confrontata con gli insediamenti che si sviluppano nelle pianure e nei territori collinari a esse immediatamente limitrofi. La parte relativa all'assetto idraulico riguarda principalmente le aree occupate da sedimenti alluvionali recenti di origine fluviale e fluvio-lacustre, ove si sviluppano i più rilevanti processi di esondazione dei corsi d'acqua e la principale capacità di laminazione naturale delle piene. Le pianure alluvionali e l'area del delta del Tevere occupano circa il 15% della superficie totale del bacino e sono sede della gran parte delle principali infrastrutture lineari e degli insediamenti residenziali e produttivi. Il PAI adotta una visione organica delle interazioni del "sistema montevale", con riferimento alla distribuzione delle acque e ai processi di erosione e trasporto solido, attraverso la scomposizione del bacino in 181 sottobacini che costituiscono unità territoriali di riferimento per l'individuazione delle azioni di assetto.

Nell'ambito dello studio dell'assetto geomorfologico sono stati prodotti una serie di elaborati che si specificano di seguito.

- *Atlante dei sottobacini collinari e montani*: si tratta di una serie di tavole di analisi che esplicitano i principali parametri geomorfologici dei sottobacini e lo stato della copertura del suolo evidenziando, inoltre, i dissesti per frana, i tratti dei corsi d'acqua montani in sovraincisione, i tratti del reticolo idrografico di valle soggetti a pericolosità idraulica elevata e le opere di imbrigliamento e difesa spondale note. L'*Atlante* evidenzia la vincolistica ambientale e territoriale in ciascun sottobacino ed è corredato da tavole sinottiche dei limiti amministrativi e delle Comunità Montane interessate ai singoli sottobacini.
- *Carta della funzione di difesa idrogeologica dei soprassuoli*: è una carta vettoriale della copertura del suolo riportata alla scala 1:10.000 con legenda

del *Corine Land Cover* esplicitata al IV livello, con particolare riferimento alle caratteristiche delle coperture vegetali interpretate attraverso un sistema di indici in chiave di difesa idrogeologica. Le norme di attuazione del Piano prevedono che tale elaborato sia recepito dalle Regioni, in sede di riordino del vincolo idrogeologico, al fine di individuare aree suscettibili a cambiamenti di destinazione d'uso dei suoli che comportino scadimento della funzione di difesa idrogeologica delle aree vincolate.

- *Inventario dei fenomeni franosi*: è la perimetrazione dei corpi di frana attraverso l'interpretazione fotogeologica multiscalare e multitemporale estesa all'intero bacino del fiume Tevere. I dissesti rilevati sono classificati secondo la legenda contenuta nell'atto di indirizzo e coordinamento emanato con DPCM del 29 settembre 1998. L'*Inventario* permette di avere una visione globale della franosità del bacino nei limiti delle incertezze intrinseche del metodo adottato circa il perimetro delle aree e l'intensità e cinematica dei dissesti. L'*Inventario* costituisce pertanto un livello di attenzione di probabile dissesto da verificare sul terreno sulla base di indagini mirate. Le norme del PAI richiedono che i Comuni recepiscano tale elaborato al fine di verificare, sulla base di studi geologici e geomorfologici di dettaglio, la compatibilità delle previsioni urbanistiche con la pericolosità da frana evidenziata, onde prevenire l'esposizione ai rischi derivanti da movimenti franosi.
- *Carta indice della franosità totale*: il PAI, ai fini di caratterizzare la propensione al dissesto dei versanti, utilizza un Indice di Franosità Totale (IFT), calcolato come rapporto tra l'area in dissesto e l'area dell'unità territoriale di riferimento. L'unità territoriale di riferimento dell'IFT è costituita dall'affioramento litologico per ciascun sottobacino. Su tali premesse è stata elaborata una *Carta dell'indice di franosità totale* per l'intero bacino. Le norme del PAI prevedono che tale elaborato sia di riferimento in fase di riordino del vincolo idrogeologico.
- *Atlante delle situazioni di rischio da frana*: sono state evidenziate e perimetrate le situazioni di rischio per frana, come da atto di indirizzo e coordinamento di cui al DPCM 29 settembre 1998. Le situazioni di maggior rischio (R3 e R4) perimetrate sono state 239. In questa fase è stata sperimentata con successo, su 32 siti e 80 situazioni di rischio, la metodologia proposta dal CNR-IRPI e recepita nella normativa del PAI nell'Allegato alle norme recante "Procedura di individuazione, delimitazione e valutazione delle situazioni di rischio da frana". I siti indagati comprendono la quasi totalità dei capoluoghi comunali delle regioni del bacino. Sono



in corso indagini relative a ulteriori 120 situazioni di rischio localizzate in Umbria. Le norme del PAI adottano misure prescrittive e interventi volti alla mitigazione del rischio nelle aree individuate come R3 e R4 nell' *Atlante delle situazioni di rischio da frana*.

Nell'ambito dello studio dell'assetto idraulico sono stati prodotti una serie di elaborati che si specificano di seguito.

■ **Carta della zonazione del reticolo idrografico:** il PAI zonizza il *reticolo fluviale* in *reticolo principale*, *reticolo secondario*, *reticolo minore* e *reticolo marginale* in base a criteri definiti. Il *reticolo principale* comprende le aste dei corsi d'acqua in corrispondenza delle quali, per caratteristiche idrauliche, posizionamento geografico e natura geomorfologica è collocata la principale capacità di laminazione dei volumi di piena. Il *reticolo secondario* comprende le aste dei corsi d'acqua direttamente affluenti nel reticolo primario che drenano i bacini montani e le aree alluvionali immediatamente contermini; la relativa capacità di laminazione nei riguardi degli eventi idrologici eccezionali deve essere salvaguardata al fine di non aggravare le condizioni di deflusso della piena nel reticolo principale. Il *reticolo minore* è costituito dal sistema della rete idrografica e dei versanti direttamente in essa afferenti che condiziona il deflusso delle piene di riferimento. La restante parte del reticolo del bacino, è definito *marginale*, in quanto, allo stato attuale delle conoscenze, non influenza sostanzialmente l'assetto idraulico individuato dal PAI.

■ **Fasce fluviali e zone di rischio del reticolo principale:** si tratta di 50 tavole di formato A0 relative alle fasce e zone di rischio lungo il reticolo principale. L'intero corso del fiume Tevere e dei suoi affluenti principali è stato oggetto di livellazioni di alta precisione delle sezioni d'alveo, spaziate mediamente da 200 a 400 m. Tutta l'area prospiciente il reticolo principale per circa 1.700 km<sup>2</sup> è stata rilevata con un laser altimetro che ha prodotto un DEM (Digital Elevation Model - Modello digitale del terreno) di elevata precisione (20-30 cm di errore in altezza). L'integrazione del DEM e delle livellazioni di precisione ha permesso una ricostruzione estremamente precisa della morfologia dell'ambiente fluviale e della batimetria. La procedura di individuazione della pericolosità idraulica a partire dal quadro idrologico del bacino ha utilizzato i codici HEC-RAS e FRESCURE per l'individuazione dei limiti delle aree allagabili con tempi di ritorno  $Tr = 50$  anni,  $Tr = 200$  anni e  $Tr = 500$  anni. Sulla base dell'uso del suolo e delle previsioni urbanistiche è stata valutata l'esposizione

degli elementi a rischio e la relativa vulnerabilità ai fini dell'individuazione delle zone di rischio.

■ **Atlante delle situazioni di rischio idraulico nel reticolo secondario, minore e marginale:** le aree di rischio idraulico sul bacino secondario, minore e marginale ove l'incertezza dei dati idrologici e dei rilievi topografici è tale da non permettere in questa fase l'applicazione delle stesse metodologie descritte per il reticolo principale, sono state in gran parte delimitate sulla base di studi specifici o procedure speditive come previsto dall'atto di indirizzo di cui al DPCM del 29 settembre 1998.

#### 4a.4. Scenario regionale di riferimento

Le informazioni disponibili a scala regionale, e dalle quali si è ampiamente tratto, sono desunte dalla *Relazione sullo stato dell'ambiente in Umbria* (IRRES - CIPLA, 1997) che a sua volta fa riferimento alla "Carta inventario dei movimenti franosi in Umbria e aree limitrofe" (scala 1:100.000), realizzata dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-GNDCI) (Guzzetti, Cardinali, 1989) e dall'atlante *Studio dei centri abitativi instabili in Umbria*, realizzato dalla Regione Umbria e dal CNR-GNDCI (Felicioni, Martini, Ribaldi, 1994), relativo ai centri abitati dichiarati "da consolidare" o "trasferire". Le caratteristiche morfologiche precipue del territorio regionale sono prevalentemente collinari e montuose soggette a varie forme di erosione. Le aree maggiormente a rischio di frana sono quelle collinari in quanto costituite da terreni facilmente erodibili, quali le rocce appartenenti al complesso terrigeno e i depositi continentali e marini propri del complesso postorogenico, intensamente ed estesamente utilizzati dall'uomo per svolgere attività agricole e per realizzare opere antropiche. Lo strumento per avere una valutazione qualitativa dei dissesti è la "Carta inventario dei movimenti franosi in Umbria e aree limitrofe" che in più fornisce una visione globale della distribuzione e delle tipologie dei fenomeni franosi. Tale carta è stata realizzata tramite la fotointerpretazione, ossia il riconoscimento da fotografie aeree degli elementi geologici, morfologici e vegetazionali tipici delle aree interessate da dissesti, con controlli specifici eseguiti per circa il 10% del territorio regionale. Ciascun dissesto è stato codificato riportando come tipologie i crolli, gli scorrimenti rotazionali e traslativi, le colate di fango e/o detrito e le frane complesse comprendenti le colate e gli scorrimenti-colata, oltre che le aree in erosione, i conoidi alluvionali e le scarpate di frana a meno che non sia stato possibile riconoscere con certezza la tipologia del movimento;

in tal caso il dissesto viene indicato come *frana indistinta* o *frana incerta*. Non vi è nella carta alcuna indicazione relativa all'età e al grado di attività dei movimenti franosi. Gli autori suddividono l'Umbria in 4 diversi complessi litologici e per ognuno di essi, a seconda delle caratteristiche litologiche delle rocce interessate dai dissesti, indicano le tipologie di frana più diffuse. Le loro osservazioni portano alle evidenze che nel complesso carbonatico in prevalenza si verificano frane di crollo dove affiorano litotipi calcarei fratturati, che le frane che implicano scorrimento rotazionale o traslativo si riscontrano in presenza di formazioni geologiche caratterizzate da litotipi argilloso-marnosi o in presenza di detriti di falda, come di frequente avviene in Valnerina e nei versanti dei monti Sibillini. Questi movimenti di versante sono di frequente di grandi dimensioni, e possono assumere le caratteristiche di frane complesse, cioè sono la somma di frane a diversa tipologia verificatesi anche in tempi differenti. In quelle stesse aree dove si innescano le frane per scorrimento si possono verificare anche frane superficiali quali le colate. Le tipologie caratteristiche di depositi per frana nell'area dei monti Sibillini sono i *debris flows*, ossia colate o valanghe di detrito a granulometria grossolana che si innescano dove è maggiore la produzione di detrito di versante. Nel complesso terrigeno i fenomeni di più grandi dimensioni sono classificati come *frane complesse*, costituite da scivolamenti nelle aree di distacco che evolvono a colate nelle zone di piede. Tali frane si riscontrano lungo i versanti in cui la stratificazione della roccia è concorde con l'andamento e l'inclinazione del pendio. Nei versanti opposti, dove gli strati non concordano con l'andamento del pendio, si verificano frane di più piccole dimensioni che assumono tipologie di scorrimento o crollo. Nelle aree dove si verificano gli accumuli di detrito si hanno frane superficiali tipo colate di terra che interessano piccoli spessori di terreno. Inoltre, sono propri del complesso terrigeno i *calanchi*, caratteristiche forme di erosione areale diffusa, che si producono in presenza di prevalenti litologie marnose in strati poco inclinati. Nel complesso vulcanico i dissesti si innescano soprattutto lungo i versanti caratterizzati dai depositi argillosi e sabbiosi, con tipologie quali scorrimenti rotazionali le cui aree di corona arrivano localmente a interessare la sovrastante copertura vulcanica. I dissesti gravitativi sono in generale a tipologia complessa dato che gli scorrimenti rotazionali indeboliscono la soprastante copertura vulcanica favorendo l'innescamento di frane di crollo, di ribaltamenti e di cadute di massi, mentre alla base dei versanti, in coincidenza degli accumuli dei dissesti, si verificano colate di fango e detrito. Nel complesso dei sedimenti postorogenici le principali tipologie di frana sono gli scorrimenti e le colate che di frequente provocano, se associate nello stesso evento, tipologie di

frana complessa. Lungo i versanti dove affiorano argille e limi con stratificazione dei depositi concorde con l'andamento del pendio si verificano scorrimenti traslativi e scorrimenti-colate, mentre nei versanti opposti è possibile il verificarsi di scorrimenti rotazionali, anche se in genere di minor estensione rispetto ai primi, dato che nel tempo tendono a coinvolgere porzioni di versante sempre più interne. La presenza di depositi conglomeratici cementati al tetto di terreni prevalentemente argillosi e limosi, favorisce l'instabilità dei sedimenti grossolani che possono dare origine a crolli, caduta massi e ribaltamenti di limitata estensione. Molto frequenti sono i dissesti che coinvolgono piccoli spessori di terreno o i depositi prodotti dall'erosione areale, costituiti in prevalenza da colate, che l'attività agricola maschera o elimina in breve tempo. Per ciò che concerne i centri abitati interessati da dissesti di natura idrogeologica, come già detto in precedenza, si è fatto largamente ricorso a quanto scritto nella *Relazione sullo stato dell'ambiente in Umbria* (IRRES, CIPLA, 1997) che a sua volta si basa sull'atlante regionale *Studio dei centri abitativi instabili in Umbria* dove sono riportati dati sia di natura amministrativa che geologica sui nuclei abitati dichiarati da consolidare e da trasferire. Sono inoltre indicati i centri abitati e le aree limitrofe da considerare potenzialmente vulnerabili da calamità naturali. Per tale lavoro ci si è basati sulla ricerca di tutte le notizie e informazioni bibliografiche disponibili presso gli archivi regionali e, nei casi meno documentati sotto il profilo geomorfologico, è stata effettuata un'integrazione dei dati tramite uno studio fotointerpretativo e dei controlli diretti sul territorio. I centri abitati dichiarati "da consolidare" ai sensi della L 445/1908 e della LR 65/78 sono 41, di cui 17 nella provincia di Perugia e 24 in quella di Terni; un abitato, Attigliano in provincia di Terni, è stato dichiarato da trasferire. Dei 42 centri abitati, 28 sono interessati da movimenti franosi in prevalenza a tipologia complessa, riconducibili a scorrimenti e/o colamenti e, in minor misura, crolli, caduta di massi e ribaltamenti di corpi e pareti rocciose, 6 legano il dissesto all'azione erosiva esercitata dalle acque meteoriche scarsamente regimate e 8 sono connessi a instabilità diffusa. I centri abitati interessati da movimenti franosi di più ampie dimensioni sono quelli di Todi, Orvieto, Montone, Gualdo Cattaneo, Narni, Le Crocicchie (nel comune di Lisciano Niccone), Loreto (nel comune di Todi), Assisi (relativamente alla zona Ivanich) e le aree urbane di Fontivegge e Monteluca (a Perugia). Dal confronto relativo al rapporto tra centri abitati dichiarati da consolidare o trasferire e il tipo di roccia su cui sorge l'abitato stesso, emerge come nel 62% dei casi i centri abitati sono posti alla sommità o lungo versanti di colli e dorsali collinari costituite da depositi continentali e marini di natura argillosa, sab-



biosa e conglomeratica e depositi recenti caratterizzati da detriti di falda e depositi di travertino; nel rimanente 38% dei casi, gli abitati da consolidare sorgono su litologie appartenenti al complesso carbonatico e terrigeno. Per quanto riguarda i centri abitati considerati potenzialmente vulnerabili, questi sono 61, di cui 32 localizzati nella provincia di Perugia e 29 in quella di Terni. A seguito dei sopralluoghi direttamente effettuati nelle aree segnalate, sono state riscontrate situazioni di dissesto diversificate anche in aree limitrofe ai centri abitati; le aree potenzialmente vulnerabili sono quindi complessivamente 70. Sulla base dei dati contenuti nelle fonti citate, relativamente alle tipologie di dissesto riscontrate e alle caratteristiche litologiche dei materiali su cui sorgono gli abitati considerati, si riscontra che le aree interessate da frane sono 45, mentre le aree interessate da erosione o instabilità diffusa sono 25. Per quanto riguarda le tipologie dei movimenti franosi i più diffusi sono i crolli con 21 casi, seguiti dalle frane complesse con 10 casi, dalle frane caratterizzate da scorrimento (ancora 10 casi) e dalla franosità diffusa con 5 casi. Le aree in cui sono stati identificati fenomeni definiti come *instabilità diffusa*, ossia superfici dove non si riconoscono i connotati dei singoli movimenti ma solo ondulazioni e gibbosità diffusa del terreno, sono 21, mentre i fenomeni di erosione diffusa sono 4. Facendo riferimento ancora alla suddivisione dell'Umbria in 4 complessi litologici, si può constatare che il 54% dei centri abitati considerati potenzialmente vulnerabili sorge su depositi continentali e marini, su detriti di falda e placche di travertino appartenenti al complesso postorogenico, il 25% su rocce proprie del complesso carbonatico, il 17% su litologie tipiche del complesso terrigeno e il 4% su depositi vulcanici.

## 4a.5. Scenario locale

### 4a.5.1. Assetto geomorfologico

I dati commentati in questo paragrafo sono stati forniti dalla Regione Umbria (Assessorato Ambiente e Infrastrutture - Servizio Difesa suolo, Cave, Miniere e Acque minerali) e in parte rielaborati dalla ESC di Perugia. Grazie a tali elaborazioni è stato possibile definire l'“indice di franosità” del territorio della Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano e dei singoli comuni, oltre che distinguere lo stato di attività dei fenomeni gravitativi. Si è infine cercato di mettere in relazione gli eventi e i fenomeni registrati con le caratteristiche geolitologiche del territorio su cui si sono impostati, anche mediante l'analisi della cartografia tematica redatta dalla Provincia di Perugia nell'ambito delle attività di stesura del PTCP, cartografia che fa riferimento agli studi condotto dalla Autorità di Bacino del Fiume Tevere per la stesura del PAI. Rispetto al precedente lavoro redatto a livello regionale (IRRES, CIPLA, 1997), quindi, e proprio grazie agli studi dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere è stato possibile effettuare analisi statistiche circa il numero complessivo di aree in dissesto e il numero e la tipologia dei dissesti, oltre che del loro stato di attività.

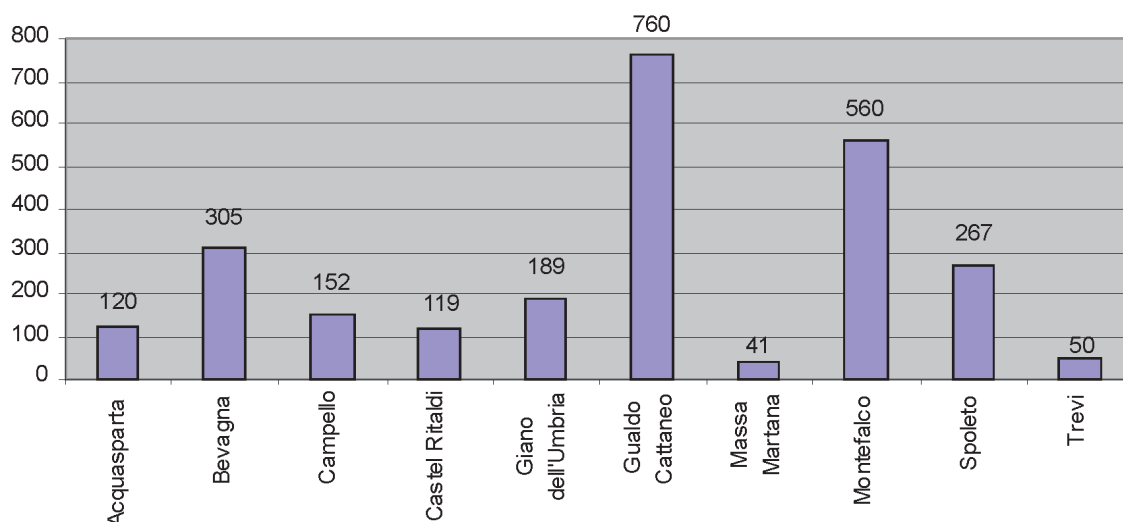
Dal punto di vista strettamente numerico, il comune di Gualdo Cattaneo rappresenta la realtà territoriale più danneggiata (**tab. 4a.2; fig. 4a.5**), essendo state censite ben 760 aree con problemi gravitativi o disturbi di varia entità; parallelamente, infatti, ai fenomeni franosi propriamente detti sono stati rilevati anche fenomeni e situazioni particolarmente “rischiose”, quali aree in erosione, con detritici, conoidi alluvionali, coperture detritiche, ecc. Il dato numerico relativo al

**Tabella 4a.2** Situazione dei dissesti nel territorio della Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano

Comune	N. frane	Area comune (mq)	Area (kmq)	Superficie comunale (kmq)	% in frana su superficie comunale
Acquasparta	120	2.144.923,69	2,14	81,52	3%
Bevagna	305	10.407.869,83	10,41	55,88	19%
Campello	152	8.139.461,22	8,14	49,68	16%
Castel Ritaldi	119	4.581.760,38	4,58	22,41	20%
Giano dell'Umbria	189	10.205.139,49	10,21	44,43	23%
Gualdo Cattaneo	760	12.646.719,18	12,65	96,53	13%
Massa Martana	41	7.230.742,77	7,23	78,35	9%
Montefalco	560	8.912.765,29	8,91	69,43	13%
Spoletto	267	28.175.776,06	28,18	347,70	8%
Trevi	50	12.688.510,14	12,69	71,08	18%

Fonte: Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

**Figura 4a.5** Numero di frane per comune

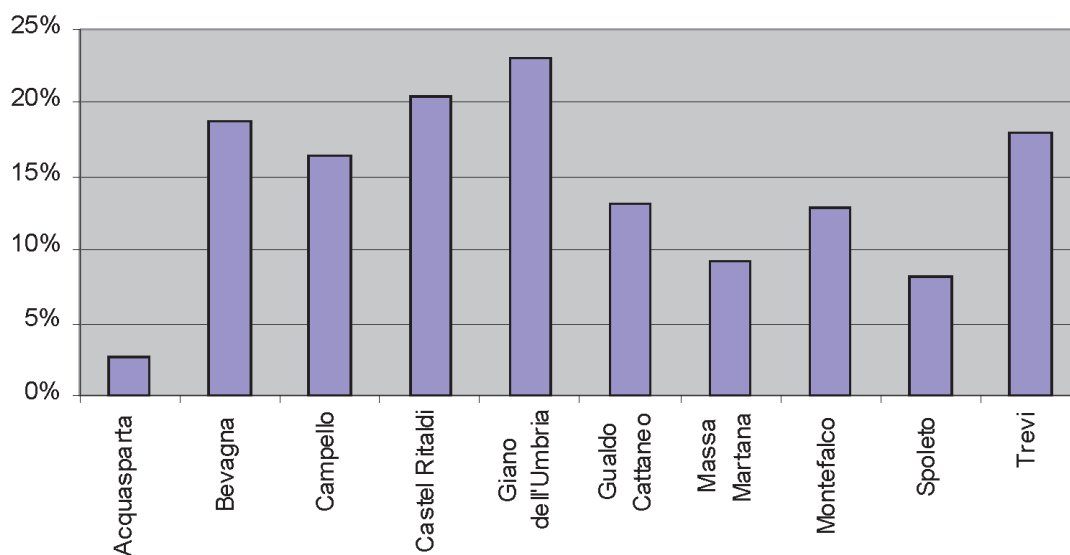


Fonte: Regione Umbria.

comune di Gualdo Cattaneo subisce un notevole ridimensionamento procedendo nella lettura dei dati di superficie coinvolta rispetto alla superficie comunale totale (fig. 4a.6). Come si può osservare dal grafico, infatti, i 760 “dissesti s.l. rappresentano un’area pari al 13% del territorio comunale. Situazioni ben più pesanti si registrano nei comuni di Giano dell’Umbria, Castel Ritaldi e Bevagna, nei quali la percentuale di superficie coinvolta in dissesti varia dal 23% al 19%. Il comune apparentemente meno colpito, con 41 aree censite, è Massa Martana: dal punto di vista percentuale, però, il territorio più integro – o meglio, meno soggetto a dissesti – è quello di Acquasparta (3%). L’indice di franosità (numero di aree in dissesto s.l. per km<sup>2</sup>; fig. 4a.7) risulta piuttosto elevato per i comuni di Gualdo Cattaneo e Montefalco (circa 8 per km<sup>2</sup>), mentre nei comuni di Massa Martana, Spoleto e Trevi è

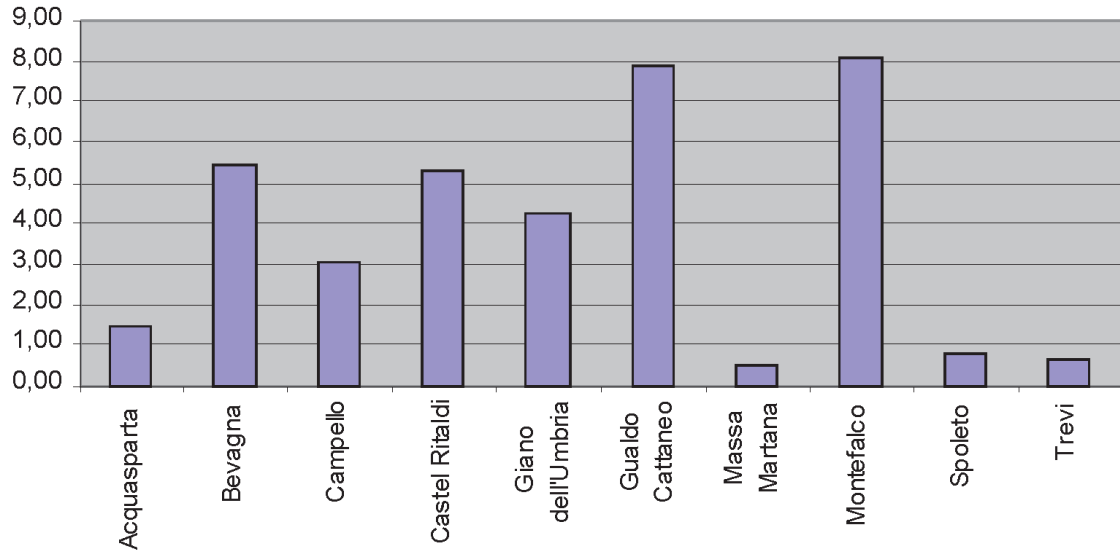
inferiore a 1. L’analisi di dettaglio dei dati relativi al comune di Acquasparta (fig. 4a.8) ha consentito di valutare l’incidenza delle tipologie di dissesti ed il loro stato di attività: in questo ambito territoriale sono maggiormente diffuse le frane di scivolamento, che caratterizzano circa l’83% delle superfici in dissesto, mentre risultano completamente assenti le aree in erosione e le coperture detritiche. Nella maggior parte dei casi i fenomeni sono quiescenti e quindi possono essere riattivati in ogni momento. Tenuto conto che il 27% dei movimenti è attualmente attivo, si ha che la quasi totalità delle aree in dissesto è altamente vulnerabile. Anche nel comune di Bevagna e di Gualdo Cattaneo le frane di scivolamento sono le più diffuse, il loro stato di attività è per lo più quiescente o attivo: valgono quindi le considerazioni fatte in precedenza. Più diversificata è la situazione nel comune di Campello sul Clitunno,

**Figura 4a.6** Percentuale delle aree in dissesto per Comune



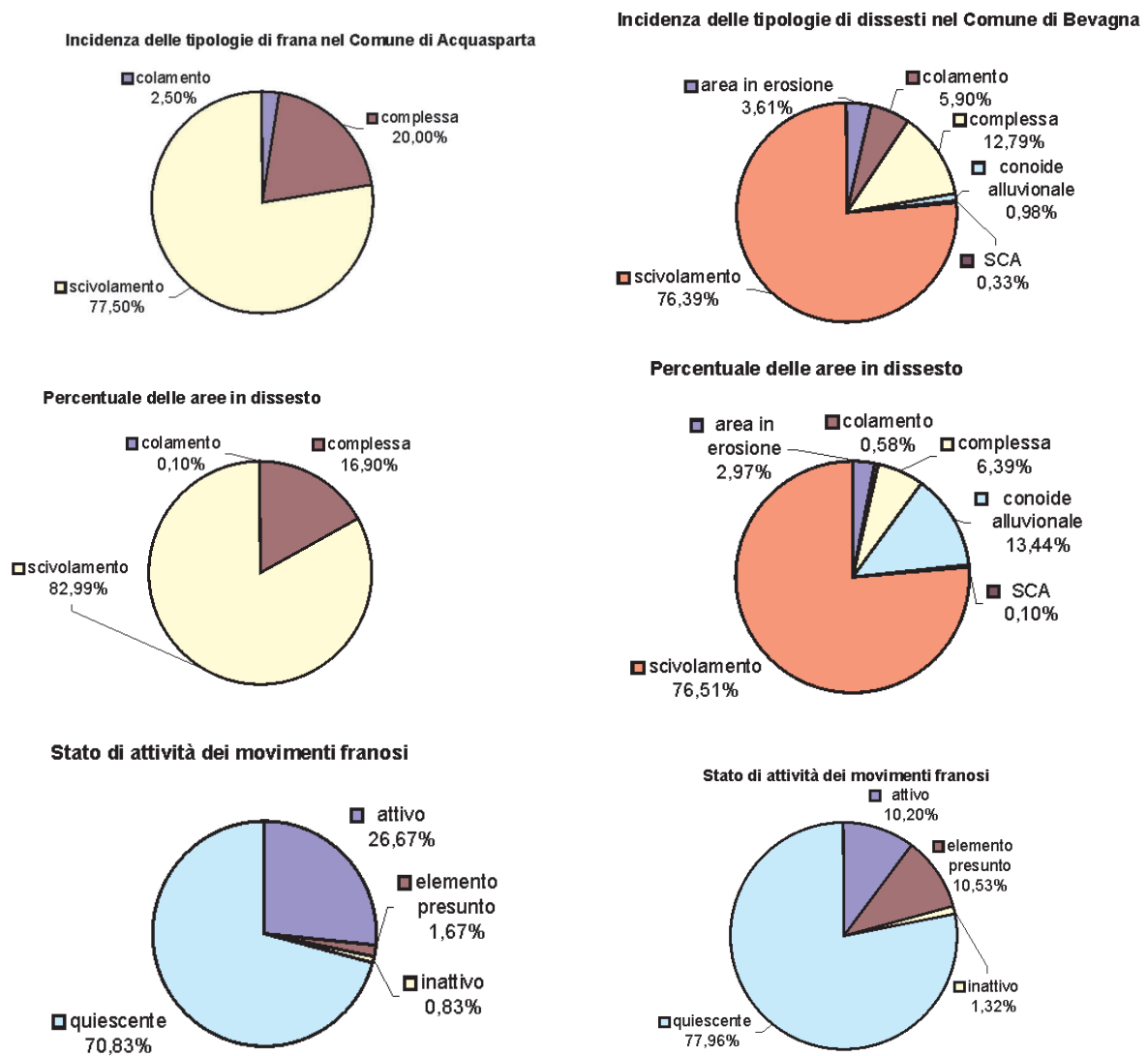
Fonte: Regione Umbria.

**Figura 4a.7** Indice di franosità



Fonte: Regione Umbria.

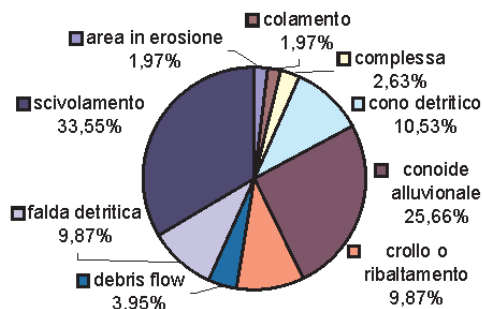
**Figura 4a.8** Analisi dei dissesti per comune



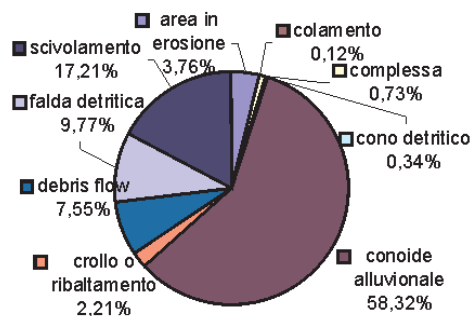
Fonte: Regione Umbria.

**segue Figura 4a.8** Analisi dei dissesti per comune

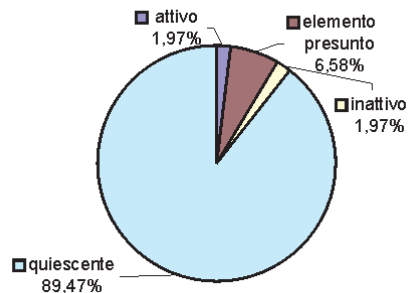
**Incidenza delle tipologie di dissesti nel Comune di Campello**



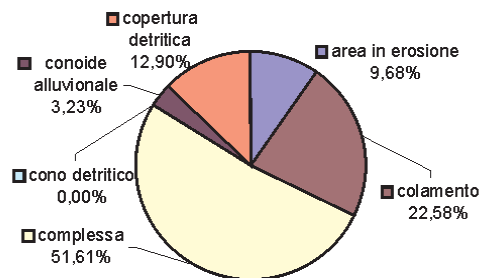
**Percentuale delle aree in dissesto**



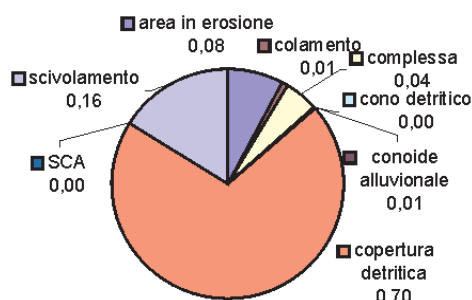
**Stato di attività dei movimenti franosi**



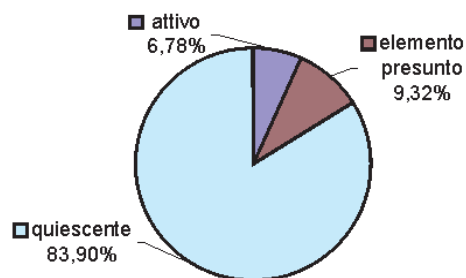
**Incidenza delle tipologie di dissesti nel Comune di Castel Ritaldi**



**Percentuale delle aree in dissesto**



**Stato di attività dei movimenti franosi**



Fonte: Regione Umbria.

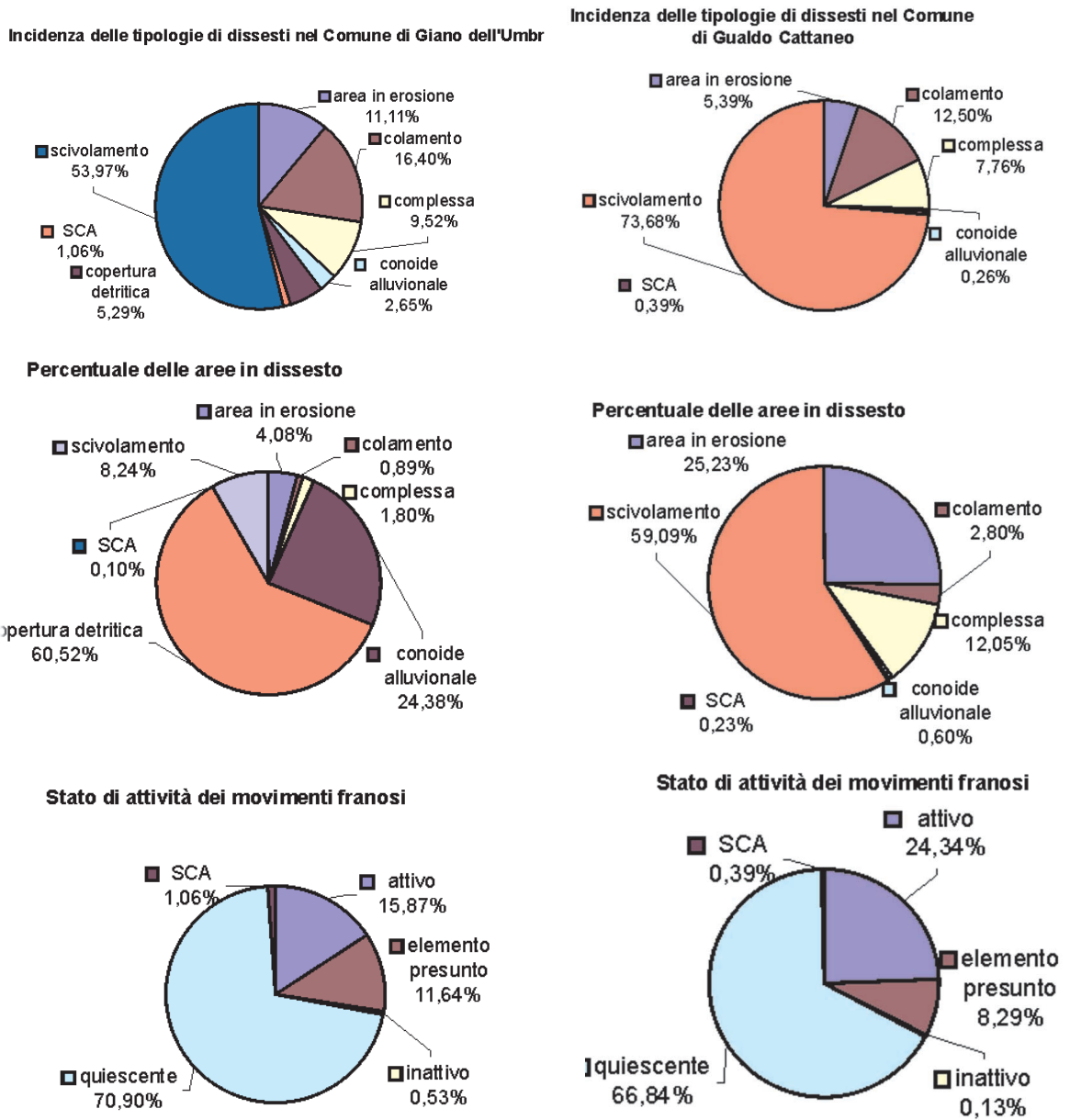
nel quale gli scivolamenti gravitativi (tipologia di frana più diffusa) coinvolgono solo il 17% delle aree in dissesto, essendo le conoidi alluvionali molto più estese arealmente.

Lo stato di attività è per lo più quiescente o attivo. La situazione presente nei comuni di Massa Martana e Spoleto è molto simile a quella descritta per Campello sul Clitunno. Nel comune di Trevi assumono un discreto rilievo anche le frane per crollo e ribaltamento (10%) che, proprio per le sue caratteristiche intrinseche, hanno un'incidenza areale molto limitata. Anche in questa realtà i movimenti sono quiescenti (92%) o attivi (2%). La lettura complessiva della situazione alla scala della Comunità Montana mostra un territorio potenzialmente vulnerabile, con un indice di franosità non eccessivamente elevato, pari a 3 dissesti per km<sup>2</sup>, ma soprattutto con l'87% degli stessi

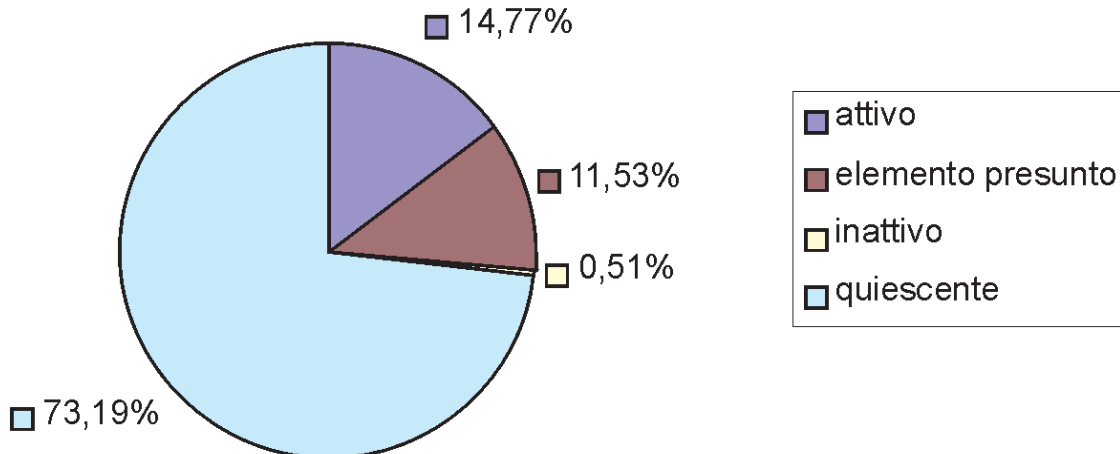
in attività o in quiescenza (fig. 4a.9). La tipologia di frana più diffusa è lo scivolamento (83%) seguito dalle frane complesse (12%; fig. 4a.10).

Se si incrociano i dati riportati con le carte geologiche e quelle tematiche derivate della propensione al dissesto, si ha la motivazione dello status quo descritto: la maggior parte del territorio della Comunità Montana è da collinare a montuosa (energia di rilievo elevata), con i rilievi costituiti da litologie caratterizzate da alternanze di strati di rocce pseudocoerenti e coerenti (depositi flyschoidi) o semicoerenti (depositi pleistocenici). Tale situazione geolitologica spiega anche la preponderanza netta delle frane di scivolamento. Nell'ambito del PAI sono segnalate alcune situazioni a rischio geomorfologico classificabili come R4, R3 ed R2. Di tali situazioni a rischio da frana si riporta una scheda sintetica nella tabella 4a.3.

**segue Figura 4a.8** Analisi dei dissesti per comune



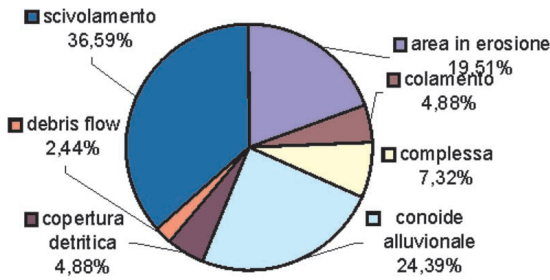
**Figura 4a.9** Stato di attività dei movimenti franosi



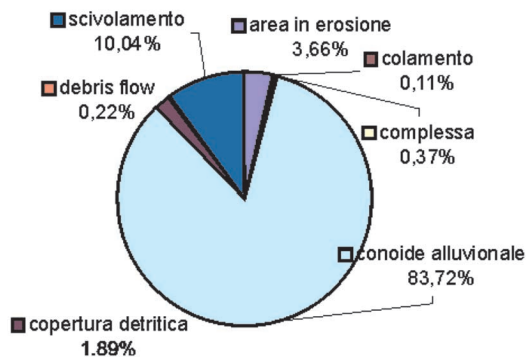
Fonte: Regione Umbria.

**segue Figura 4a.8** Analisi dei dissesti per comune

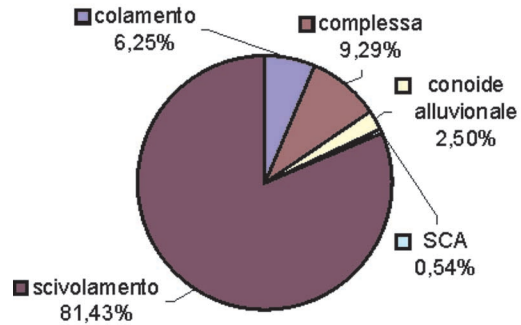
**Incidenza delle tipologie di dissesti nel Comune di Massa Martana**



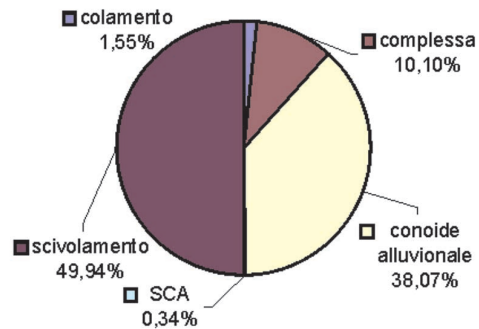
**Percentuale delle aree in dissesto**



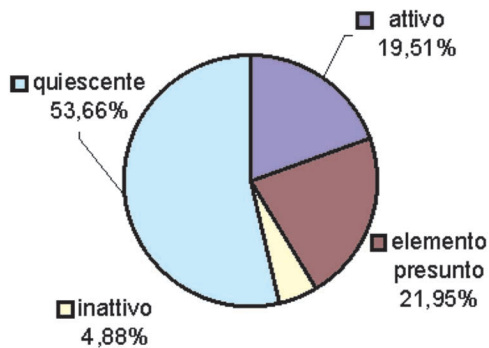
**Incidenza delle tipologie di dissesti nel Comune di Montefalco**



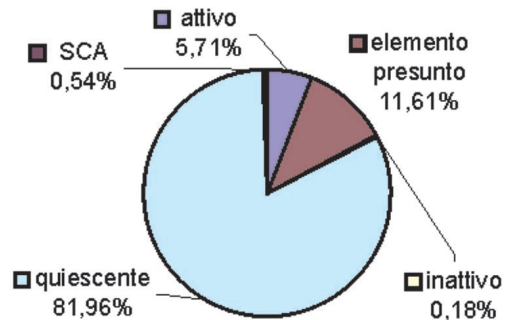
**Percentuale delle aree in dissesto**



**Stato di attività dei movimenti franosi**

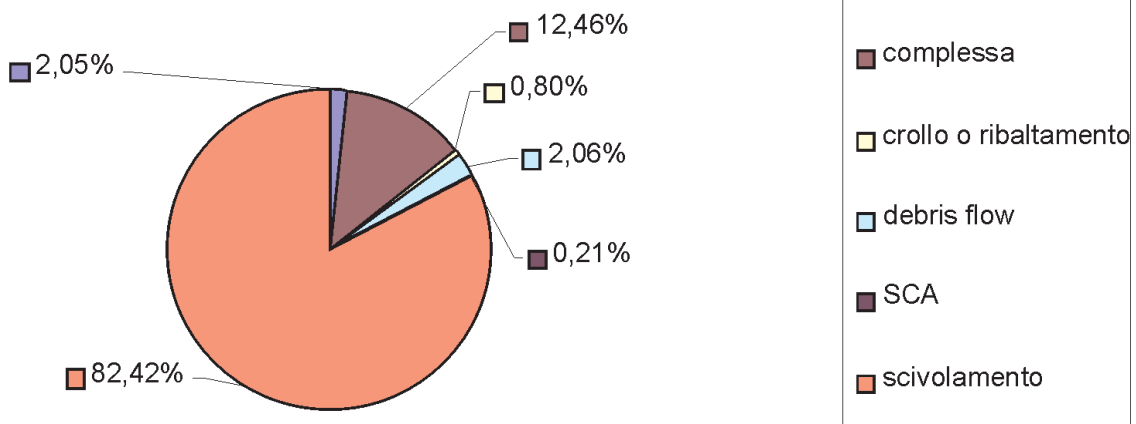


**Stato di attività dei movimenti franosi**



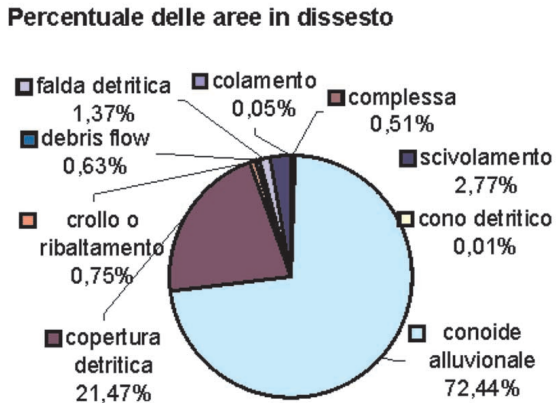
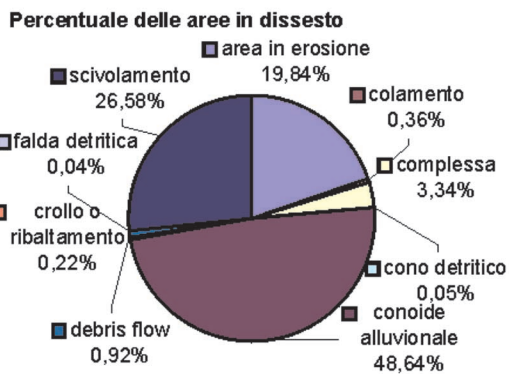
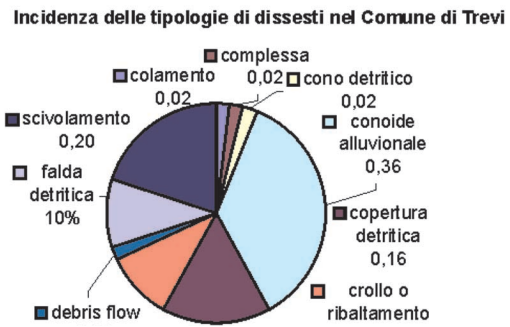
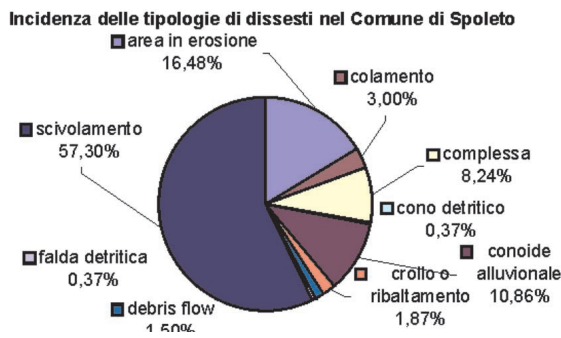
Fonte: Regione Umbria.

**Figura 4a.10** Incidenza delle tipologie di frana nel territorio della Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano

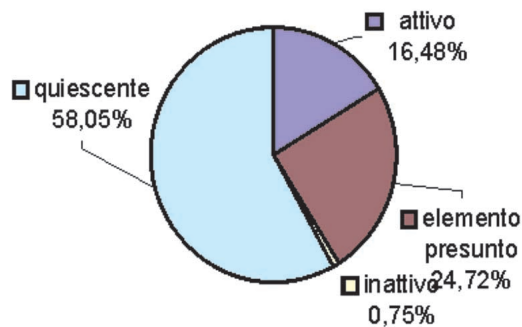


Fonte: Regione Umbria.

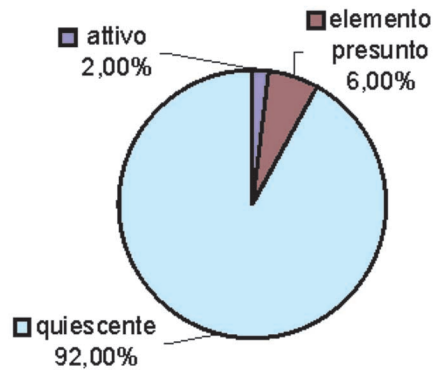
**segue Figura 4a.8** Analisi dei dissesti per comune



**Stato di attività dei movimenti franosi**



**Stato di attività dei movimenti franosi**



Fonte: Regione Umbria.

**4a.5.2. Assetto idraulico**

I dati utilizzati per la redazione di questa sezione sono tratti dal PAI redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere. In tale documento sono riportate anche le schede informative delle situazioni di rischio idraulico e vengono indicati sinteticamente gli interventi che i compilatori propongono per mitigarle. Come si può osservare dalla **tabella 4a.4**, le situazioni di rischio idraulico presenti nel territorio della Comunità Mon-

tana sono molto ridotte, ciò anche in funzione delle caratteristiche morfologiche dello stesso: le zone di pianura sono sicuramente molto ridotte rispetto a quelle collinari e montuose. Anche dal punto di vista dell'estensione delle aree a rischio molto elevato di alluvioni, come si può vedere dalla **tabella 4a.5**, le superfici interessate sono piuttosto limitate. In allegato si riportano le planimetrie con la perimetrazione delle aree classificate R4, tratte dal PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere (**figg. 4a.11-4a.14**).

**Tabella 4a.3** Elenco situazioni di rischio da frana rilevate nel territorio della Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano

Comune	Rischio	Sito	Situazione di rischio
Acquasparta (TR)	R3	Configni	Versante A posto a NW dell'abitato di Configni – Area a rischio da frana n. 1 relativa a scorrimenti superficiali di intensità lieve e scorrimenti profondi di intensità media
	R2	Rosaro	Versante A posto a SE dell'abitato di Rosaro – Area a rischio da frana n. 18 relativa a scorrimenti superficiali di intensità lieve
	R2	Rosaro	Versante A posto a SE dell'abitato di Rosaro – Area a rischio da frana n. 2 relativa a scorrimenti profondi di intensità media ed alta
Gualdo Cattaneo	R3	Bivio Saragano	Versante A posto a W dell'abitato di Bivio Saragano – Area a rischio da frana n. 7 relativa a scorrimenti superficiali di lieve intensità e scorrimenti profondi di intensità media ed elevata
	R3	Gualdo Cattaneo	Versante B posto a N dell'abitato di Gualdo Cattaneo – Area a rischio da frana n. 1 relativa a scorrimenti superficiali di lieve intensità e scorrimenti profondi di intensità media ed elevata
Massa Martana	R3	Massa Martana	Centro abitato comunale
	R3	Castelrinaldi	Versante A comprendente l'abitato di Castelrinaldi – Area a rischio da frana n. 1 relativa a scorrimenti superficiali di lieve intensità
Spoleto	R4	Ancaiano	Versante A comprendente l'abitato di Ancaiano – Area a rischio da frana n. 1 relativa a crolli di blocchi isolati di elevata intensità
	R3	Bazzano Superiore	Versante A comprendente l'abitato di Bazzano Superiore – Area a rischio da frana n. 4 relativa a scorrimenti superficiali di lieve intensità
	R3	Monte Martano	Versante A comprendente l'abitato di Monte Martano – Area a rischio da frana n. 4 relativa a scorrimenti profondi di media intensità
	R3	Monte Martano	Versante A comprendente l'abitato di Monte Martano – Area a rischio da frana n. 6 relativa a scorrimenti superficiali di lieve intensità
	R3	Terzo San Severo	Versante A comprendente l'abitato di Terzo San Severo – Area a rischio da frana n. 1 relativa a scorrimenti superficiali di lieve intensità
	R3	Terzo San Severo	Versante A comprendente l'abitato di Terzo San Severo – Area a rischio da frana n. 3 relativa a scorrimenti superficiali di lieve intensità e scorrimenti profondi di media intensità
	R2	Ancaiano	Versante A comprendente l'abitato di Ancaiano – Area a rischio da frana n. 7 relativa a scorrimenti superficiali di lieve intensità e scorrimenti profondi di media intensità
	R2	Bazzano Superiore	Versante A comprendente l'abitato di Bazzano Superiore – Area a rischio da frana n. 3 relativa a scorrimenti profondi di media intensità
	R2	Monte Martano	Versante A comprendente l'abitato di Monte Martano – Area a rischio da frana n. 1 relativa a scorrimenti di media ed elevata intensità

Fonte: Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

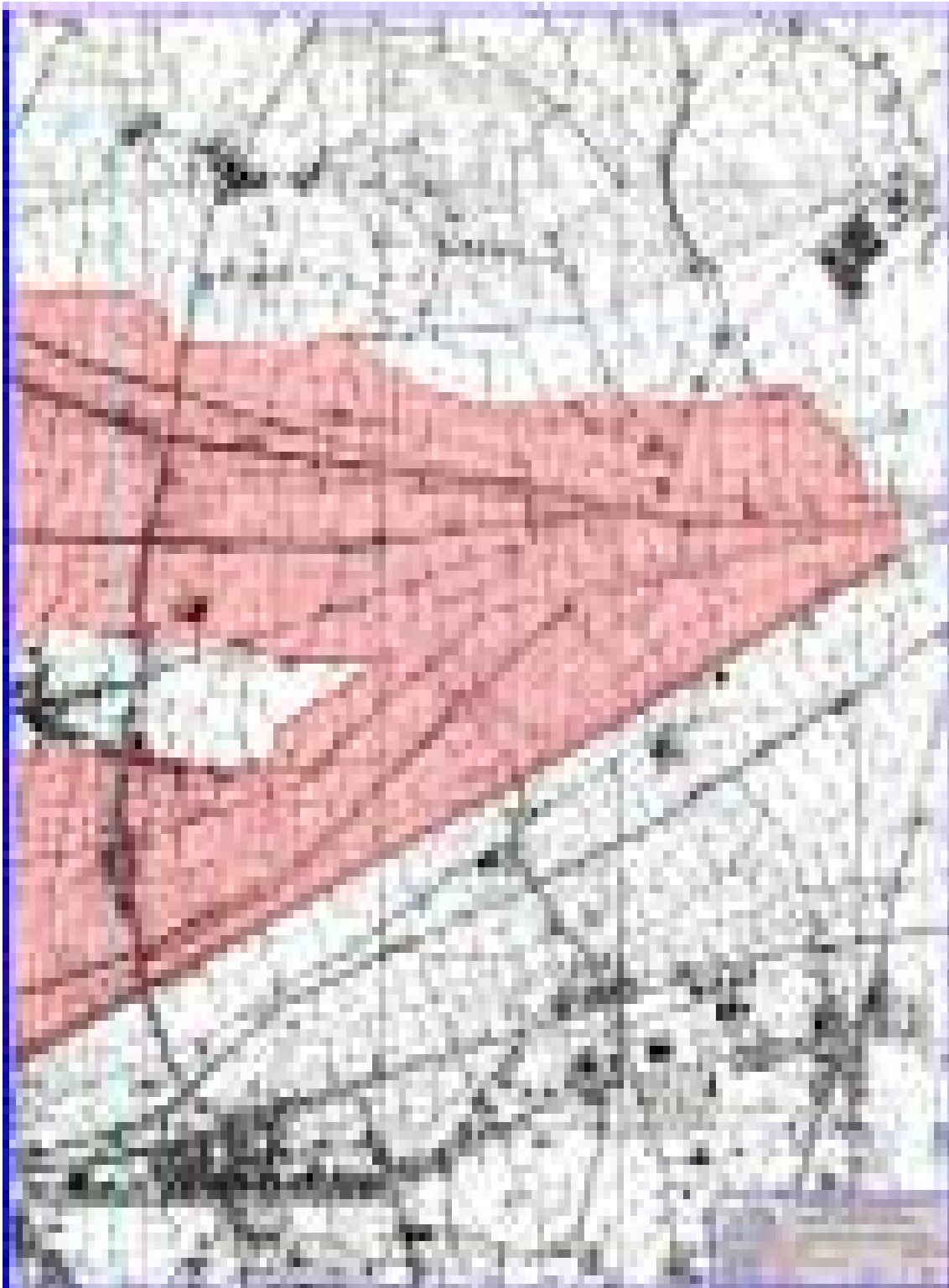
**Tabella 4a.4** Situazioni di rischio per gli eventi connessi ai fenomeni alluvionali nel territorio della Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano

N.	Rischio	Bacino	Asta	Comune	Situazione di rischio	Descrizione interventi proposti
1	R4	Topino-Marroggia	Alveo San Lorenzo e torrente Tatarena	Trevi	San Lorenzo, Cannaiola, Picciche	Realizzazione di casse di espansione e risagomatura delle sezioni fluviali dell'alveo.
2	R4	Topino-Marroggia	Fosso Maroggiolo	Spoleto	San Venanzo Pontebari	Sistemazione dell'alveo tramite realizzazione di briglie, scogliere longitudinali e risagomatura delle sezioni dell'alveo.
3	R4	Topino-Marroggia	Torrente Tessino	Spoleto	Area urbana	Realizzazione di muri di sponda e risagomatura delle sezioni fluviali dell'alveo.

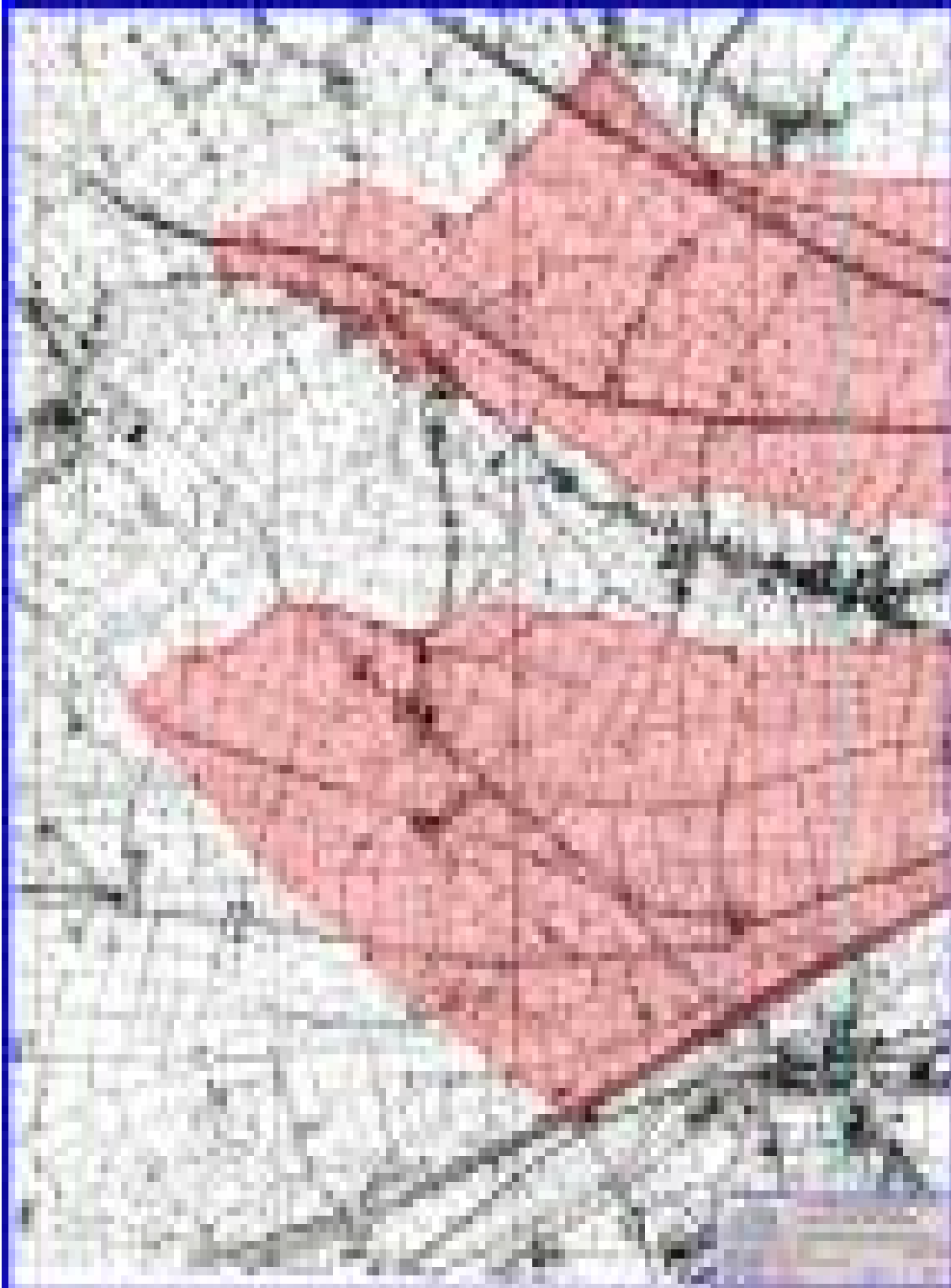
Fonte: Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

**Tabella 4a.5** Estensione delle aree a rischio di fenomeni di alluvionamento (classe R4)

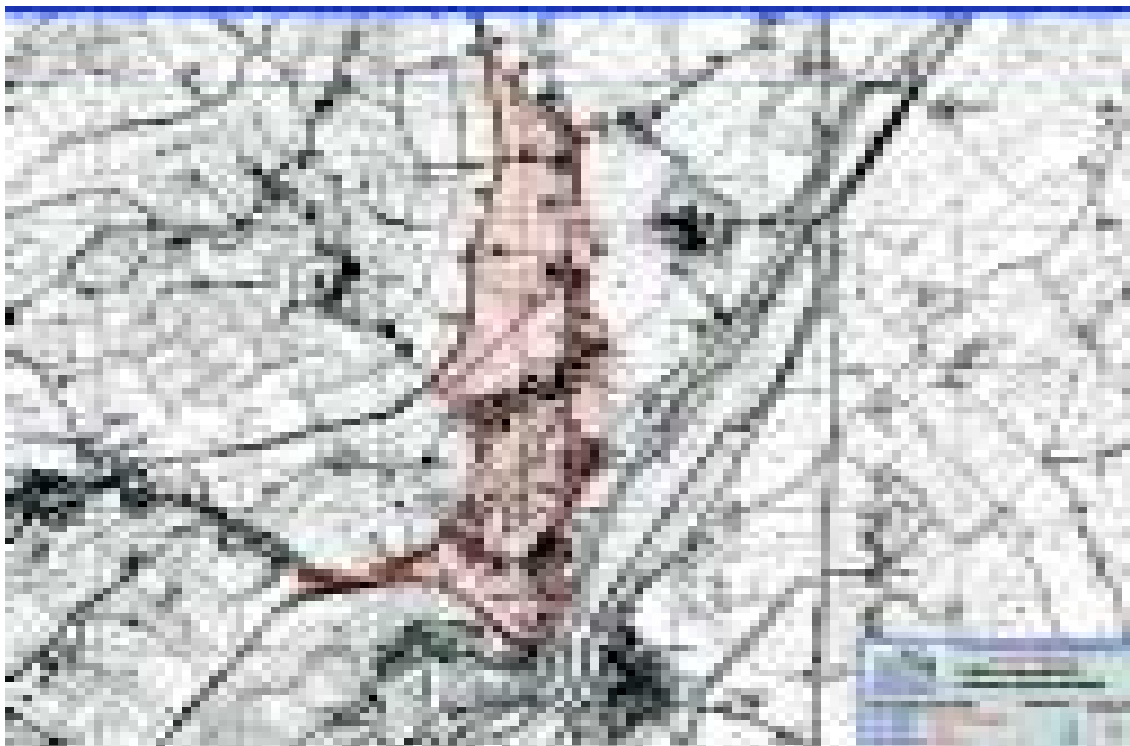
N. di riferimento Tabella 4a.4	Aree soggette a rischio inondazione	Estensione (kmq)
1	Trevi, Montefalco	3,64
2	Spoletto, San Venanzo, Pontebari	0,76
3	Spoletto, Tessino	0,08

**Figura 4a.11** Perimetrazione delle aree a rischio R4 Alveo San Lorenzo e torrente Tatarena

**Figura 4a.12** Perimetrazione delle aree a rischio R4: alveo San Lorenzo e torrente Tatarena

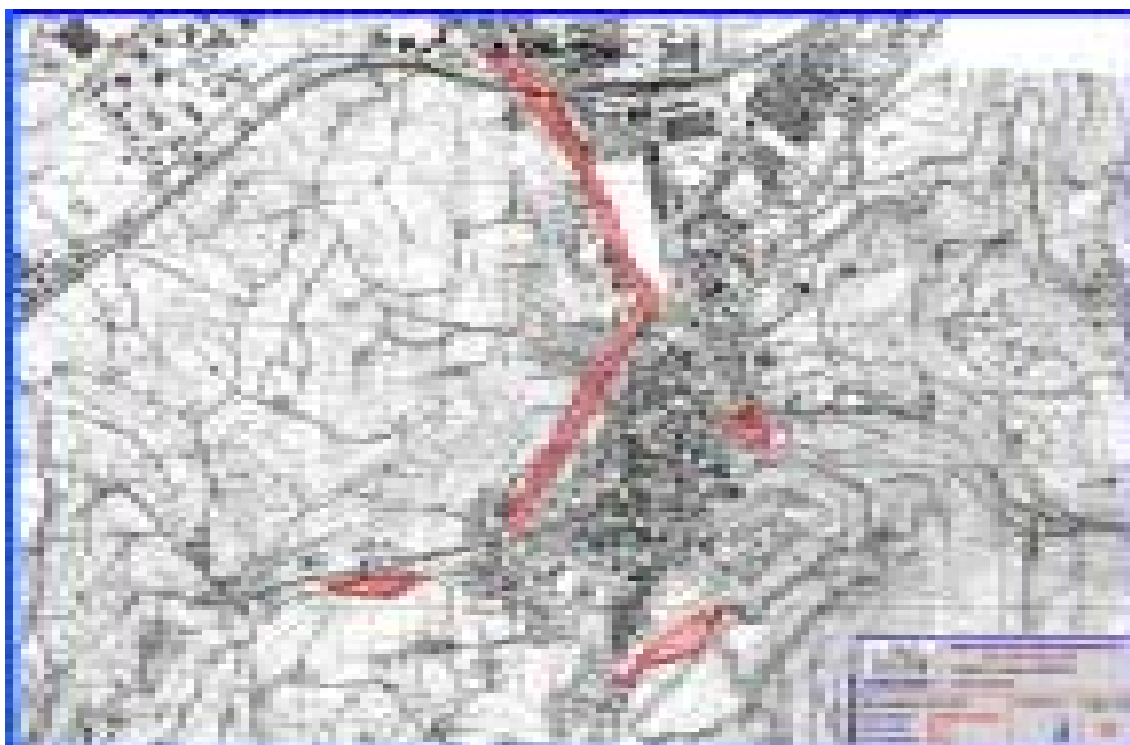


**Figura 4a.13** Perimetrazione delle aree a rischio R4: fosso Maroggiolo



Fonte: Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

**Figura 4a.14** Perimetrazione delle aree a rischio R4 torrente Tessino



Fonte: Autorità di Bacino del Fiume Tevere.



## 4a.6. Indicatori di riferimento

Gli indicatori utilizzati fanno riferimento al modello DPSIR, così come descritto nel capitolo iniziale di questa *Relazione*. Per definire la situazione del territorio della Comunità Montana dal punto di vista del dissesto geomorfologico si sono scelti due indicatori (**tabb. 4a.6-4a.7**) che evidenziano quale percentuale del territorio dei comuni sia sottoposto a tale pressione. Come si vede i comuni più interessati da fenomeni di dissesto e franosità sono quelli di Montefalco, Gualdo Cattaneo, Giano dell'Umbria, Castel Ritaldi, Bevagna e Campello sul Clitunno.

## 4a.7. Problematiche emergenti

Il territorio della Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano è predisposto, sia dal punto di vista morfologico che geologico, a essere soggetto a fenomeni gravitativi: la morfologia prevalentemente collinare e montuosa e la costituzione geologica, caratterizzata dalla presenza preponderante in affioramento di rocce pseudocoerenti e semicoerenti comportano la tendenza naturale dei versanti a modificare la loro forma in modo da raggiungere un equili-

brio più stabile delle forze. In questo contesto naturale l'azione dell'uomo non può che essere di gestione ottimale del territorio, attraverso l'attuazione di una pianificazione degli usi che sia più rispondente possibile alla vocazione intrinseca del territorio stesso. Da questo punto di vista l'elaborazione del PAI da parte dell'Autorità di Bacino del Tevere dovrebbe facilitare il lavoro dei soggetti pianificatori a tutti i livelli, in quanto detta le linee guida per giungere a un utilizzo del territorio rispondente da una parte alle sue caratteristiche intrinseche e, dall'altra, alle esigenze socio-economiche delle popolazioni che vi risiedono anche in modo da non esporle a pericoli eccessivi. Inoltre, individua, a grande scala, le situazioni che rappresentano attualmente un rischio elevato dal punto di vista ambientale e sociale e ne propone le metodologie di bonifica e mitigazione.

Si ritiene quindi che da questo punto di vista l'applicazione delle normative esistenti sarebbe sufficiente a scongiurare i rischi legati all'instabilità del territorio. In questo ambito si ritiene invece di grande efficacia l'attivazione di forme di sensibilizzazione della popolazione in generale e soprattutto degli operatori di alcune categorie di attività, quali l'agricoltura e gli operatori forestali che con i loro comportamenti possono determinare un significativo miglioramento dello sta-

**Tabella 4a.6** Indice di dissesto

Comune	N. totale di frane	Area totale in dissesto (mq)	Area totale in dissesto (kmq)	Superficie comune (kmq)	Indice di dissesto
Acquasparta	120	2.144.923,69	2,14	81,52	3%
Bevagna	305	10.407.869,83	10,41	55,88	19%
Campello	152	8.139.461,22	8,14	49,68	16%
Castel Ritaldi	119	4.581.760,38	4,58	22,41	20%
Giano dell'Umbria	189	10.205.139,49	10,21	44,43	23%
Gualdo Cattaneo	760	12.646.719,18	12,65	96,53	13%
Massa Martana	41	7.230.742,77	7,23	78,35	9%
Montefalco	560	8.912.765,29	8,91	69,43	13%
Spoletto	267	28.175.776,06	28,18	347,70	8%
Trevi	50	12.688.510,14	12,69	71,08	18%

**Tabella 4a.7** Indice di franosità

Comune	N. totale di frane	Area totale in dissesto (mq)	Area totale in dissesto (kmq)	Superficie comune (kmq)	Indice di dissesto
Acquasparta	120	2.144.923,69	2,14	81,52	1,47
Bevagna	305	10.407.869,83	10,41	55,88	5,46
Campello	152	8.139.461,22	8,14	49,68	3,06
Castel Ritaldi	119	4.581.760,38	4,58	22,41	5,31
Giano dell'Umbria	189	10.205.139,49	10,21	44,43	4,25
Gualdo Cattaneo	760	12.646.719,18	12,65	96,53	7,87
Massa Martana	41	7.230.742,77	7,23	78,35	0,52
Montefalco	560	8.912.765,29	8,91	69,43	8,07
Spoletto	267	28.175.776,06	28,18	347,70	0,77
Trevi	50	12.688.510,14	12,69	71,08	0,70

to del territorio. In questo senso si ritiene utile segnalare l'esperienza maturata dalla Comunità Montana Monti del Trasimeno, che ha recentemente attivato corsi di riqualificazione professionale per i propri operai sulle tecniche di ingegneria naturalistica applicate alla sistemazione dei versanti e dei corsi d'acqua. Tale

esperienza potrebbe essere ripetuta anche nella Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano e allargata alle associazioni di categoria degli operatori agricoli. In questo caso i contenuti informativi dovrebbero essere, come ovvio, improntati sulle tecniche di conduzione ecosostenibile delle aziende agricole.

**Tabella 4a.8** Riepilogo indicatori DPSIR

Nome indicatore	Tematica	D	P	S	I	R	Tipologia indicatore
							Ring Core
Indice di franosità	Numero di frane per unità di superficie comunale			S			Core
Indice di dissesto	Area in dissesto per unità di superficie comunale			S			Core

(segue)

Nome indicatore	Contenuto informativo	Tendenza	Stato dati	Tipologia dati	Riferimento relazione
	Qualità buona ☺ Qualità media ☹ Qualità scadente ☹ Nessun contenuto informativo ∅	In crescita ↑↑ In calo ↓↓ Stabile ↔	Completi ○ Incompleti ◐ Assenti ◑	Puntuali Comunali Sovracomunali Provinciali Regionali	
Indice di franosità	☺	↑	○	Comunale	Tab. 4a.3
Indice di dissesto	☺	↑	○	Comunale	Tab. 4a.2

## BIBLIOGRAFIA e DOCUMENTAZIONE

### • Pubblicazioni a stampa

Guazzetti F., Cardinali M., 1989  
*Carta inventario dei movimenti franosi della Regione Umbria ed aree limitrofe*, Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Felicioni, Martini, Ribaldi, 1994  
*Studio dei centri abitativi instabili in Umbria*, realizzato dalla Regione Umbria e dal CNR-GNDCI.

Autorità di Bacino del Fiume Tevere, 2002  
*Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)*.

Istituto Regionale di Ricerche Economiche e Sociali (IRRES), Centro Interuniversitario per l'Ambiente (CIPLA), 1997  
*Relazione sullo stato dell'ambiente in Umbria*, Regione dell'Umbria, Perugia.

