



**APAT**

Agenzia per la Protezione dell'Ambiente  
e per i Servizi Tecnici



**Dipartimento Difesa del Suolo**

Servizio Geologico d'Italia

Organo Cartografico dello Stato (Legge n. 68 del 2 febbraio 1960)



**PROGETTO IFFI**  
*Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia*

**RELAZIONE TECNICA**

**REGIONE EMILIA-ROMAGNA**



**PROGETTO IFFI**  
*Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia*

**RELAZIONE TECNICA**

A cura di:

**REGIONE EMILIA-ROMAGNA**

Assessorato Sicurezza Territoriale. Difesa Suolo e Costa. Protezione Civile  
Direzione Generale Ambiente e Difesa del Suolo e della Costa  
Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

**Autori della Relazione Tecnica:**

*Dott. Giampiero Gozza – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*  
*Dott. Marco Pizziolo – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*

**Struttura operativa del Progetto IFFI**

Responsabile del Progetto:

*Dott. Raffaele Pignone – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*

Coordinatori:

*Dott. Giovanni Bertolini – Servizio Tecnico dei Bacini Enza, Panaro e Secchia*  
*Dott. Marco Pizziolo – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*

Responsabile scientifico:

*Dott. Raffaele Pignone – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*

Responsabile Analisi del dissesto e verifiche di campagna:

*Dott. Marco Pizziolo – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*

Staff - Analisi del dissesto e verifiche di campagna:

*Dott. Andrea Benini – Servizio Tecnico Bacino Fiumi Romagnoli*  
*Dott.ssa Anna Rita Bernardi – Servizio Tecnico Bacino Reno*  
*Dott. Alessio Campisi – Provincia di Reggio Emilia*  
*Dott. Giuseppe Caputo – Servizio Tecnico dei Bacini Enza, Panaro e Secchia*  
*Dott.ssa Michela Diena – Servizio Tecnico dei Bacini Trebbia e Taro*  
*Dott. Mauro Generali – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*  
*Dott.ssa Fabia Foschi – Servizio Tecnico Bacino Fiumi Romagnoli*  
*Dott.ssa Rossella Francia - Servizio Tecnico Bacini Conca e Piacenza*  
*Dott. Enrico Leuratti - Servizio Tecnico Bacini dei Bacini Enza, Panaro e Secchia*  
*Dott.ssa Graziella Magnani – Libero Professionista*  
*Dott. Bruno Raggi - Servizio Tecnico Bacino Fiumi Romagnoli*  
*Dott. Giovanni Truffelli – Servizio Tecnico dei Bacini Enza, Panaro e Secchia*  
*Dott. Lanfranco Zanolini – Servizio Tecnico dei bacini Trebbia e Taro*

Responsabile Informatizzazione:

*Dott. Giampiero Gozza – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*

Staff – Informatizzazione:

*Dott. Roberto Bertozzi – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*  
*Dott.ssa Giovanna Daniele – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*  
*Dott. Lorenzo Del Maschio – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*  
*Dott. Giulio Ercolessi – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*  
*Dott. Mauro Generali – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*  
*Michele Montaguti – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*  
*Dott.ssa Daniela Piacentini – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*

Bologna, giugno 2006

## **Relazione tecnica – Progetto IFFI – Regione Emilia-Romagna**

### **1. Premessa**

Nell'ambito del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), l'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT) e la Regione Emilia-Romagna hanno stipulato una prima convenzione nel 2000 (D.G.R. n.1503 del 19/09/2000) per la realizzazione "dell'Inventario dei fenomeni franosi in Italia – Progetto IFFI".

La suddetta convenzione, nel Piano di Lavoro (POL), approvato con D.G.R. n. 2967 del 28/12/2000, prevedeva, l'attività di aggiornamento su tutto il territorio regionale dell'inventario dei fenomeni franosi alla scala 1:25.000, già peraltro esistente in Emilia-Romagna, attraverso l'utilizzo di metodologie e strumenti standardizzati a scala nazionale per un finanziamento pari a € 251.653,44 ( Lire 487.269.000). Il prodotto consegnato al termine della convenzione è composto da 32.359 schede informatizzate di 1° livello di cui 792 anche di 2° livello, con annessa cartografia digitale a scala 1:25.000 e allegati come da convenzione.

Terminate le attività previste dalla prima convenzione, al fine di eseguire un aggiornamento del censimento ed intraprendere ulteriori studi, sono stati stanziati dal Dipartimento Difesa del Suolo dell'APAT ulteriori € 650.000,00 per la prosecuzione del Progetto IFFI per l'anno 2005; la ripartizione dei fondi sopra menzionati è stata effettuata, secondo quanto stabilito dal Comitato di Coordinamento Geologico tra lo Stato le Regioni e le Province Autonome (CCSR), attribuendo alla Regione Emilia Romagna € 47.812,00 per lo svolgimento delle nuove attività.

Per questo motivo è stata stipulata una nuova convenzione tra APAT e la Regione Emilia Romagna (D.G.R. 2308 del 22/11/2004) "per l'integrazione, implementazione e aggiornamento del Progetto IFFI stesso, la cui conclusione è stata stabilita nel Dicembre 2005, poi prorogata fino ad Aprile 2006.

### **2. Fasi di lavoro**

Si richiamano di seguito le fasi di lavoro svolte per l'attuazione del progetto IFFI, schematicamente suddivise nei seguenti punti:

- censimento e raccolta dati esistenti, rappresentazione cartografica, verifica completezza dei dati e compilazione schede di 1° livello;
- scelta dei fenomeni franosi di 2° livello;
- raccolta dati d'archivio, integrazione dati tramite fotointerpretazione e controlli sul terreno, compilazione schede 2° livello;
- informatizzazione dati alfanumerici, cartografici e iconografici;
- redazione di schede di 3° livello per i fenomeni franosi più significativi del territorio regionale (convenzione 2005);
- definizione della tipologia del movimento per tutte le frane censite (convenzione 2005).

#### *2.1. Censimento e raccolta dati esistenti, rappresentazione cartografica e verifica completezza dei dati e compilazione schede di I livello.*

Il Censimento della cartografia esistente è stato effettuato a partire dall'Inventario del Dissesto 1:25.000 (ed. 1996) e dalla Carta geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo, scala 1:10.000, che

costituiscono i documenti fondamentali di riferimento, utilizzati anche dalle Province e dalle Autorità di bacino per la redazione dei propri Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali e per i Piani Stralcio Assetto Idrogeologico. Per lo svolgimento della prima convenzione la base cartografica è stata mantenuta alla scala 1:25.000, in conformità con lo standard nazionale e con lo stato delle conoscenze contenuto nei quadri conoscitivi della prima generazione di PTCP provinciali (che mantenevano le informazioni a tale scala).

Contemporaneamente allo svolgimento del Progetto IFFI, a partire dal 2002, sono stati istituiti appositi tavoli di lavoro tra Regione, Province, Comuni e Autorità di Bacino, allo scopo di migliorare il dettaglio delle conoscenze nonché raggiungere e mantenere la condivisione dei quadri conoscitivi sul dissesto idrogeologico nei rispettivi strumenti di pianificazione (si veda la D.G.R. n. 126/2002). Questa attività ha consentito una ulteriore raccolta di dati cartografici e conoscitivi sul dissesto regionale, utilizzati per la realizzazione degli elaborati previsti nella seconda convenzione relativa al Progetto IFFI. Le attività svolte in collaborazione con le province hanno permesso un ricontrollo pressoché completo dello stato di attività dei dissesti e un aggiornamento della cartografia di gran parte delle frane più importanti del territorio regionale. In particolare, per il territorio ricadente nel bacino del Po, ciò ha portato alla approvazione con D.G.R. n. 803/2004, di un nuovo Inventario del Dissesto a scala 1:10.000, che ora costituisce la base di riferimento condivisa per la pianificazione provinciale e comunale. I quadri conoscitivi dei PTCP delle Province che a partire dal 2004 hanno portato in variante tale strumento di pianificazione (Parma, Modena, Forlì-Cesena e Ravenna) sono pertanto condivisi con la Regione Emilia-Romagna.

Tali azioni hanno costituito la base per un aggiornamento cartografico ed un passaggio di scala dell'Inventario IFFI dalla scala 1:25.000 (convenzione 2000) alla scala 1:10.000 (convenzione 2005). In particolare il passaggio di scala ha comportato una più precisa perimetrazione dei corpi di frana e un consistente aumento nel numero totale dei fenomeni franosi censiti (aumentati di 37.642 unità, più che raddoppiati), senza però produrre un marcato incremento delle superfici in dissesto (passata dal 9,9% al 11,4%, del territorio regionale). Pertanto le aree in frana dell'Inventario IFFI 2005 sono confrontabili con quelle del prodotto consegnato nel 2004 ad APAT a scala 1:25.000. Attualmente i fenomeni censiti sul territorio regionale sono 70.037.

Le tabelle seguenti evidenziano l'aumento del numero dei fenomeni censiti, ottenuto nel passaggio dalla scala 1:25.000 della precedente consegna all'attuale 1:10.000.

<b>Provincia</b>	<b>Consegna 2004</b>	<b>Consegna 2005</b>
Piacenza	3720	5792
Parma	6812	17777
Reggio Emilia	4069	7649
Modena	3398	7170
Bologna	6957	16086
Ferrara	0	0
Ravenna	679	2113
Forlì-Cesena	5910	11683
Rimini	850	1767
<b>REGIONE</b>	<b>32395</b>	<b>70037</b>

Tabella 1. Numero di frane censite in Emilia-Romagna e per singola Provincia

Naturalmente a ciascuna frana è stato associato, con procedura automatica, il PIFF (Punto di Identificazione del Fenomeno Franoso), posizionato in prossimità del coronamento e sono stati

assegnati gli ulteriori attributi richiesti nell'allegato 2 della Convenzione. In considerazione del raddoppio del numero dei fenomeni, le schede di 1° livello sono state completamente ricomilate, sempre con procedura automatica, rispettando tutti i campi obbligatori. Ai dissesti censiti al 1° livello, pertanto, è stato assegnato un **nuovo ID\_FRANA**.

## *2.2 Scelta delle frane di 2° livello*

Come definito nel paragrafo 3.3 dell'Allegato Tecnico del Progetto IFFI, la scheda di 2° livello è stata compilata sistematicamente per i fenomeni franosi inclusi nelle perimetrazioni delle Aree a Rischio e Piani di Intervento Straordinario (ex lege 267/98), nonché per quelli censiti nell'ambito del Progetto SCAI. A questi si sono aggiunti quelli che, pur esclusi da provvedimenti legislativi, sono stati comunque ritenuti rilevanti al punto di merotare un ulteriore approfondimento di indagine. L'individuazione di questi ultimi fenomeni è stata effettuata dai Servizi Tecnici di Bacino (STB) (Servizi regionali periferici che hanno ereditato il personale, le strutture e gran parte delle competenze che una volta erano proprie dei "Geni Civili"), competenti per gli interventi sulle situazioni di dissesto idrogeologico. Per salvaguardare l'omogeneità a livello territoriale, i criteri utilizzati per la scelta sono stati preventivamente discussi dal Gruppo di Lavoro regionale sul Progetto IFFI (istituito con determina n. 10871/02 del Direttore Generale Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa della Regione Emilia-Romagna), e si sono basati sulla disponibilità di dati documentali e su una valutazione speditiva del Rischio.

La maggior parte delle schede di 2° livello sono state compilate fin dalla prima convenzione (2000). Solo le frane su cui vi erano studi e attività recenti sono state aggiornate e riviste (convenzione 2005). Nel corso di tali attività è stato comunque mantenuto il precedente ID\_FRANA, al fine di consentire una più semplice integrazione delle informazioni già raccolte con quelle di nuova consegna. Tale lavoro di aggiunta, eliminazione e/o accorpamento di fenomeni franosi, ha comportato un aumento di 16 schede di 2° livello.

## *2.3 Raccolta dati d'archivio, integrazione dei dati tramite fotointerpretazione e controlli sul terreno, Compilazione schede di 2° livello.*

All'interno di questa sequenza di lavori si possono distinguere le seguenti fasi:

### *a) raccolta dati di archivio.*

I dati di archivio possono essere suddivisi in due tipi:

- dati tecnici relativi a interventi e consolidamento/monitoraggio;
- segnalazioni di attivazione non necessariamente provenienti da fonti tecnicamente attendibili.

Entrambi i tipi di documento consentono di migliorare sensibilmente il quadro conoscitivo ottenuto con la normale analisi geologico-geomorfologica e di evidenziare numerosi aspetti, significativi per la valutazione del rischio di frana che, pur non essendo il prodotto primario del progetto IFFI, ne costituiscono la motivazione di fondo. In particolare la ricostruzione di serie temporali di movimenti, attraverso la ricerca storica di attivazioni delle frane, permette di valutare direttamente i tempi di ricorrenza dei fenomeni. L'identificazione di frane con documentata evoluzione spazio-temporale fornisce un campione rappresentativo per la valutazione della tipologia e delle caratteristiche cinematiche ed evolutive dei potenziali fenomeni che potranno verificarsi in analoghi contesti geologici-geomorfologici. In questo modo, alla previsione spaziale dei movimenti franosi (ottenuta secondo le tradizionali procedure del rilevamento e della fotointerpretazione), possono essere associate previsioni temporali, tipologiche ed evolutive dei movimenti e, di conseguenza, valutazioni più complete della pericolosità. La disponibilità di serie temporali di frane, inoltre, può consentire l'impostazione e la taratura su un'ampia base sperimentale di modelli previsionali relativi all'innescio di particolari fenomeni in relazione alle precipitazioni occorse in un periodo antecedente.

I documenti tecnici relativi ad interventi e monitoraggi di fenomeni franosi (interessanti le frane di 2° livello), sono stati raccolti da quattro consulenti regionali specificamente incaricati, principalmente presso i Servizi Tecnici di Bacino che per compito istituzionale sono preposti agli interventi di sistemazione di frane e ai monitoraggi delle stesse. Tali documenti sono stati in gran parte digitalizzati e allegati come files alle schede di 2° livello.

I dati di archivio relativi alle segnalazioni di attivazione o riattivazione di movimenti passati, sono stati raccolti anche nell'ambito di attività non direttamente collegate al progetto IFFI e hanno interessato principalmente gli archivi dei Servizi Tecnici di Bacino, in particolare per le segnalazioni conseguenti agli adempimenti del D.Lgs 1010/1948, all'Art. 18 della L.R. 45/1995 e per Ordinanze di Protezione Civile e l'Archivio della sede del Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica nel Bacino Padano (CNR-IRPI) di Torino, con il quale è stata stipulata un'apposita convenzione. La raccolta è stata integrata con ricerche in loco (Archivi di Stato Provinciali, biblioteche universitarie e selezioni di stampa locale). Il complesso delle informazioni raccolte ed analizzate criticamente ha portato alla stesura di un catalogo storico delle frane, verificatesi a partire dal XII secolo, per la maggior parte localizzate con buona precisione e digitalizzate. Per ogni frana è stata indicata la collocazione amministrativa (Provincia, Comune) e sono state inoltre descritte sinteticamente l'area interessata dal movimento, le principali caratteristiche del fenomeno, comprensive le cause dell'innescò (spesso legate a eventi meteorologici intensi) e, quando disponibili, sono stati riportati anche i parametri dimensionali. Infine sono stati evidenziati gli effetti sul paesaggio e sulle opere antropiche, nonché le eventuali interferenze con il reticolo idrografico, che possono fornire utili elementi per la definizione della tipologia e magnitudo dei movimenti.

Nell'ambito del Progetto IFFI è altresì proseguito il completamento della ricerca storica d'archivio sul territorio: l'attività, precedentemente conclusa per le Province di Reggio Emilia, Modena e Bologna, per le quali è disponibile un archivio storico completo di oltre 4000 segnalazioni su circa 3000 frane, è stata in questo modo estesa alle Province di Parma, Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini.

<b>Provincia</b>	<b>N. di corpi di frana censiti nel catalogo storico frane</b>
Piacenza	In corso di completamento
Parma ( da completare)	476
Reggio Emilia ( dati fino al 1992)	610
Modena	1279
Bologna (Bacino Fiume Reno)	1227
Ferrara	-
Ravenna	395
Forlì-Cesena (da completare)	597
Rimini ( da completare)	313

*Tabella 2. Numero di segnalazioni presenti nel catalogo storico delle frane, suddiviso per le singole Province: è da notare che ogni corpo di frana può avere numerose segnalazioni di riattivazione .*

Al momento è in corso la ricerca di archivio relativa al territorio della Provincia di Piacenza, il completamento dei dati relativi a Parma e Rimini mentre è in via di organizzazione la raccolta dei dati più recenti relativi al territorio di Reggio Emilia.

Il materiale raccolto e organizzato costituisce un "valore aggiunto" per IFFI e viene allegato al database di ogni singola frana di 2° livello ricompresa nel catalogo storico, sia come documentazione iconografica, sia come ubicazione della segnalazione.

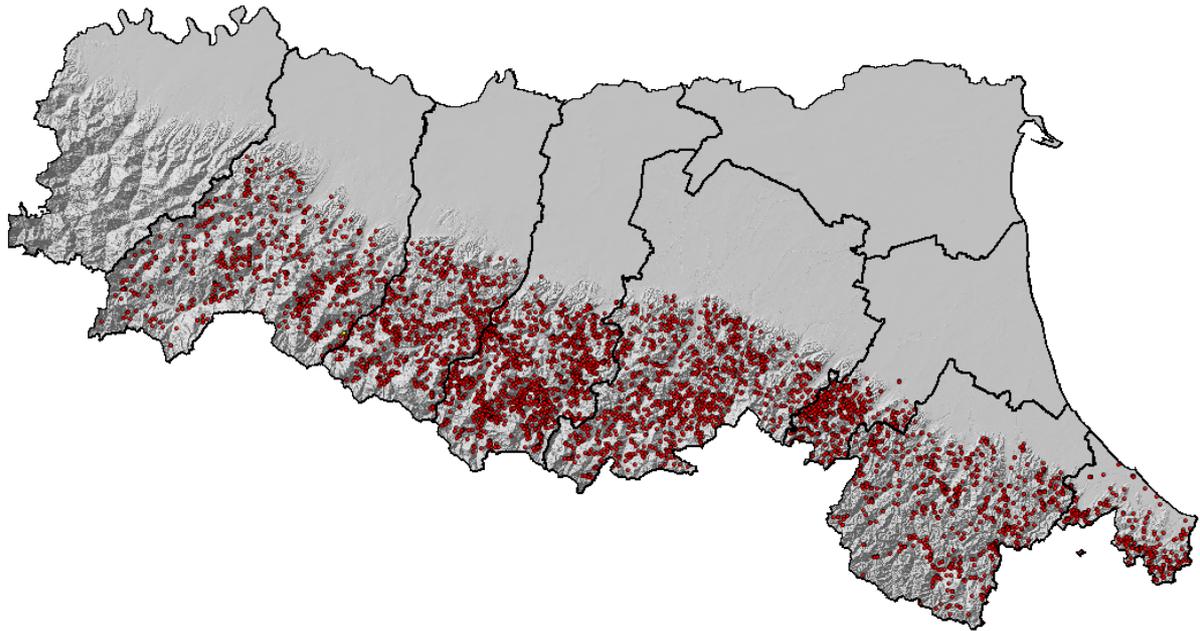


Figura 1. Ubicazione delle segnalazioni raccolte nel catalogo .

*b) integrazione dei dati tramite fotointerpretazione e controlli sul terreno; compilazione schede 2° livello;*

Ad alcuni consulenti, geologi professionisti con specifica esperienza su fenomeni franosi, è stata affidata la fase dell'integrazione e dell'aggiornamento dei dati mediante nuovi rilievi di campagna e fotointerpretazione dei voli aerei e satellitari disponibili presso la Regione Emilia-Romagna, laddove necessario; alla conclusione di tali attività si è proceduto alla compilazione delle schede, prima in formato cartaceo e poi informatico. In seguito ai sopralluoghi effettuati, le frane di 2° livello sono state ripериметrate. Il complesso delle operazioni legate a questa fase sono state curate da un gruppo di lavoro interno al Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli specificamente attivato.

La conclusione delle due convenzioni (2000 e 2005) ha portato all'individuazione di 808 frane con schede compilate al 2° livello. Molte di esse riguardano i fenomeni franosi inclusi nelle perimetrazioni delle aree a rischio e piani di intervento straordinario (ex lege 267/98) nonché per quelli censiti nell'ambito del Progetto SCAI e quindi ricadono in aree a Rischio "elevato" e "molto elevato" in cui sono previsti monitoraggi già dalla legislazione vigente. In altri casi si tratta di estesi fenomeni quiescenti in cui non sono rilevati movimenti in atto e non risultano oggetto di indagini e di interventi specifici.

#### *2.4 Informatizzazione dati alfanumerici, cartografici e iconografici*

Allo stato attuale per le schede di 2° livello è stata allegata una documentazione fotografica costituita da una o più immagini digitali appositamente eseguite. Inoltre sono allegati altri documenti relativi a prove geognostiche, studi, cartografie, ecc. opportunamente raccolti. Nell'ambito dell'attività prevista dalla Convenzione 2005 si è prodotto un notevole incremento della documentazione iconografica, che è stata raccolta, digitalizzata, allegata e catalogata nel data-base del Progetto IFFI. Relativamente al territorio regionale si è più che raddoppiata la documentazione precedentemente prodotta per un totale di oltre 3000 documenti (tabella 5) e per una parte delle Province si è più che triplicata. Nello specifico si tratta di:

- nuova documentazione iconografica, quali foto, relazioni, indagini, cartografie e segnalazioni del catalogo storico delle frane, relativa ai fenomeni di 2° livello distribuiti in tutte le Province;

- documentazione planimetrica e fotografica degli edifici e delle infrastrutture lesionate (nel territorio delle Province di Piacenza e Parma).

Provincia	Consegna 2004	Consegna 2005	Differenza	Differenza (%)
Piacenza	126	296	+170	+135%
Parma	152	466	+314	+207%
Reggio Emilia	247	353	+106	+43%
Modena	128	260	+132	+103%
Bologna	466	733	+267	+57%
Ferrara	0	0	-	-
Ravenna	14	46	+32	+229%
Forlì-Cesena	250	811	+561	+224%
Rimini	52	148	+96	+185%
<b>REGIONE</b>	<b>1435</b>	<b>3113</b>	<b>+1678</b>	<b>+117%</b>

Tabella 3. Numero di documenti prodotti e allegati al Progetto IFFI in Emilia-Romagna e per singola Provincia.

Come già accennato, il passaggio alla scala 1:10.000 ha richiesto una totale revisione dei livelli cartografici definiti nell'allegato tecnico del Progetto IFFI, rispetto a quanto precedentemente prodotto a scala 1:25.000:

#### Livello IFFI

Il livello IFFI (tipologia: puntuale) è stato generato ex-novo per tutti i 70037 movimenti franosi censiti nell'inventario alla scala 1:10.000.

#### Livello FRANE

Con il passaggio alla scala 1:10.000 e d'accordo con APAT, si è ritenuto opportuno adottare una diversa convenzione per la rappresentazione dei fenomeni franosi di piccole dimensioni. In questa consegna, pertanto, la dimensione minima cartografabile nella sua forma originale (come oggetto poligonale, livello FRANE) è stata di 1600 m<sup>2</sup>. Così come previsto nell'allegato tecnico al paragrafo 3, sono stati mappati nella loro forma originale anche 3 fenomeni censiti al 2° livello aventi area minore di 1600 m<sup>2</sup>.

Livello frane	Consegna 2005
RER	62641

Tabella 4. Numero di fenomeni cartografate al livello FRANE (poligonale) alla scala 1:10.000

#### Livello DIREZIONE

Per tutti i fenomeni individuati nel livello FRANE sono state create ex-novo tramite procedure automatizzate (convenzione 2005) le relative direzioni di movimento.

## **Livello DGPV**

Realizzato con le caratteristiche indicate negli allegati del Progetto IFFI.

### *2.5 Redazione di schede di 3° livello per i fenomeni franosi più significativi del territorio regionale.*

Nell'ambito della convenzione 2005, si è realizzata un'attività di perfezionamento delle schede di 3° livello.

Per la totalità delle schede di 2° livello sono stati compilati i campi obbligatori anche per il 3° livello, in quanto tali campi prevedono informazioni già reperite nelle indagini precedenti. Si è deciso inoltre di approfondire le indagini su alcuni fenomeni franosi che non risultavano oggetto di indagini e di interventi specifici allo scopo di migliorare la comprensione dell'effettivo stato di Pericolosità e di Rischio ed eventualmente pensare di estendere ad essi la rete regionale dei fenomeni franosi monitorati. Sulla base della disponibilità economica prevista dalla convenzione 2005, l'attività si è concentrata nel territorio delle Province di Piacenza e Parma dove sono state indagate varie località, corrispondenti, rispettivamente, a 22 e 19 schede di 2° livello. Le medesime operazioni sono state effettuate anche per una ulteriore dozzina di fenomeni corrispondenti a schede di 1° livello, per le quali il lavoro svolto costituirà la base di partenza per la predisposizione di nuove schede di 2° e 3° livello. Le modalità operative per questa attività hanno seguito la metodologia di lavoro prevista nell'allegato tecnico al paragrafo 3 e hanno compreso :

- 1) investigazione del territorio tramite fotointerpretazione;
- 2) analisi dei dati storici e di archivio;
- 3) rilevamenti originali, controlli e verifiche di terreno.

Le attività di campagna si sono rivolte in particolare agli elementi a rischio e hanno compreso:

- un rilevamento specifico del loro stato di conservazione e di eventuali lesioni imputabili a movimenti franosi in atto o progressi;
- il censimento delle eventuali opere di difesa del suolo progettate e/o realizzate;
- il censimento dei dati geognostici e di monitoraggio esistenti.

Tali attività hanno consentito una ulteriore verifica della correttezza della cartografia e dello stato di attività dei fenomeni stessi. Contemporaneamente è proseguita l'attività di raccolta di dati presso gli archivi delle Amministrazioni locali ad integrazione dei dati già raccolti in precedenza.

Tutte le informazioni raccolte sono state inserite nel data-base del Progetto IFFI con la compilazione delle schede di 3° livello.

A conclusione dell'attività sono stati allegati ai documenti iconografici:

- le planimetrie (scala 1:5.000) delle località rilevate, comprensive della localizzazione degli edifici e dei manufatti lesionati; le planimetrie localizzano anche le riprese fotografiche;
- una esauriente documentazione fotografica del dissesto, degli edifici e dei manufatti lesionati.

### **3 Basi topografiche ed ortofoto**

Nello svolgimento delle attività del Progetto IFFI sono state utilizzate le seguenti basi topografiche:

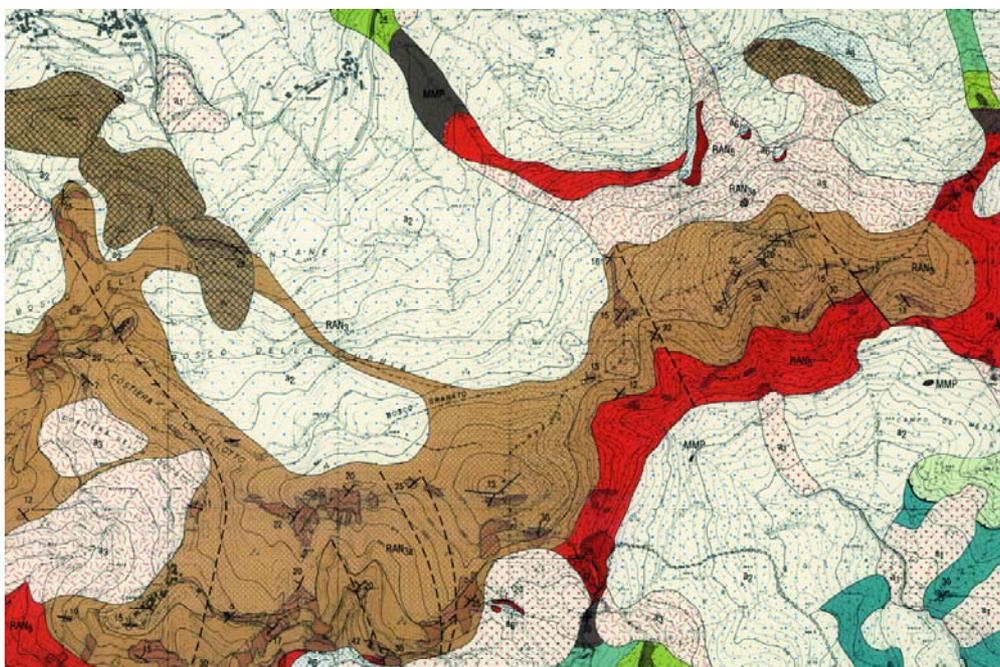
- Carta Tecnica Regionale (CTR) alla scala 1:5.000 (anni 1973-80; aggiornamento infrastrutture e viabilità: 1985);
- Carta Tecnica Regionale (CTR) alla scala 1:25.000 (anni: dal 1985 in poi);

e le seguenti foto aeree o satellitari ortorettificate e georeferenziate:

- Volo RER 1973/78
- Ortofoto IT2000, a colori (anno 1999-2000)
- Ortofoto ORTOAGEA in bianco/nero (anni 2000-2002)
- Immagini satellite Quickbird B/N (anno 2003)

#### **4 Studi e censimenti precedenti**

Il primo censimento dei fenomeni franosi a scala regionale è stato effettuato negli anni 1978-1988, alla scala 1:25.000 esclusivamente tramite fotointerpretazione. Tale rilievo è stato inserito come carta di riferimento per il dissesto regionale nel Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) del 1993. Pur essendo un documento di dettaglio sufficiente al riconoscimento dei principali fenomeni franosi esso è da considerarsi superato dalle cartografie successive. In particolare la Regione Emilia-Romagna ha intrapreso fin dalla metà degli anni '80 la redazione della cartografia geologica a scala 1:10.000 di tutto l'Appennino emiliano-romagnolo. La metodologia di costruzione della carta geologica si è basata in prevalenza sul rilevamento geologico di campagna, "a tappeto" sull'intero territorio, effettuato da rilevatori preparati e coordinati da esperti di estrazione universitaria di comprovata esperienza. Il lavoro di rilevamento si è sviluppato nel corso di due decenni per opera di decine di rilevatori che hanno prodotto la mappatura di oltre 400 unità stratigrafiche e delle coperture quaternarie sovrastanti comprensive dei depositi di frana. Tra questi ultimi non sono state individuate le tipologie di movimento ma solo lo stato di attività (suddiviso in frane attive e quiescenti). Un esempio della cartografia prodotta è illustrata in figura 2.



*Figura 2. Esempio di una porzione della "Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo", alla scala 1:10.000.*

In seguito, nel 1996 è stata prodotta una sintesi della cartografia del dissesto a scala 1:25.000, che copre l'intero territorio regionale collinare e montano con oltre 100 tavole, interamente digitalizzate. Tale cartografia è stata prodotta a partire dalla carta geologica a scala 1:10.000, con parziali

integrazioni cartografiche derivate da fotointerpretazione, che, come già accennato nel § 2.1., ha costituito la base conoscitiva utilizzata per la redazione dei PTCP provinciali degli anni successivi. Contemporaneamente sono stati effettuati studi specifici nell'ambito del Progetto SCAI (Atlante dei Centri Abitati Instabili) e per la realizzazione degli innumerevoli interventi di sistemazione del territorio effettuati principalmente a opera dei Servizi Tecnici regionali di Bacino (ex Geni Civili).

Si può quindi affermare che un primo inventario dei fenomeni franosi fosse già stato realizzato prima dell'inizio del Progetto IFFI. Con tale progetto si è pertanto avuta la preziosa opportunità di svolgere una revisione, integrazione, aggiornamento e omogeneizzazione delle informazioni già disponibili.

## 5 Inquadramento geologico regionale

In estrema sintesi l'Appennino settentrionale è una catena a falde (ELTER, 1960) sviluppatesi principalmente nel Terziario in seguito alla collisione tra due blocchi continentali rappresentati dalla zolla europea, o sardo-corsa, e dalla microplacca Adria o Apula o Adriatico-Padana, inizialmente connessa alla zolla africana, (BOCCALETTI *et alii*, 1971). Il processo di collisione tra queste due zolle continentali è stato preceduto dalla chiusura di un'area oceanica: il paleoceanico ligure o ligure-piemontese, parte della Tetide, precedentemente interposto tra di esse (ABBATE *et alii*, 1970). La catena deriva così dalla deformazione di differenti domini paleogeografici meso-cenozoici: il Dominio ligure, corrispondente in larga misura all'area oceanica, il Dominio subligure, sviluppato sulla crosta assottigliata africana adiacente alla zona oceanica, e il Dominio tosco-umbro di pertinenza africana. Da quest'ultimo sono derivati diversi elementi strutturali: la Falda toscana, le Unità metamorfiche toscane, le Unità Modino e Cervarola, le Unità umbro-marchigiane. Oltre a questi domini entra a far parte dell'Appennino settentrionale il Dominio epiligure (RICCI LUCCHI & ORI, 1985) formato da sedimenti depositi a partire dall'Eocene medio sulle unità liguri già tettonizzate.

L'orogenesi dell'Appennino settentrionale, che ha scomposto i vari domini paleogeografici appilando e giustapponendo tra loro in modo complicato le successioni stratigrafiche tanto da rendere problematica la ricostruzione degli originari rapporti, è quindi il risultato di movimenti tettonici complessi sviluppatasi in un arco di tempo che dal Cretaceo superiore giunge sino all'attuale (figura 4).

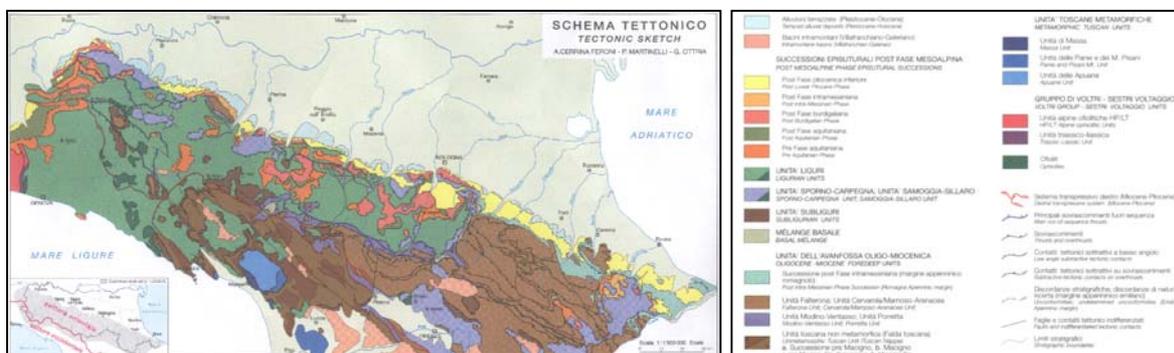


Figura 3. Schema tettonico dell'Appennino settentrionale (da "Carta geologico-strutturale dell'Appennino Emiliano-Romagnolo")

I vari cicli di questa evoluzione sono solitamente raggruppati in fasi principali; il primo in ordine di tempo comprende le "fasi liguri" (o mesoalpine) ed ha interessato i Domini liguri, interno ed esterno e, probabilmente, anche quello subligure; esso si considera concluso con l'inizio della deposizione nell'Eocene medio dei terreni della Successione epiligure. Il secondo ciclo, oligo-miocenico, comprende le "fasi toscane s.l." (o neoalpine) durante le quali si ha la messa in posto sui Domini tosco-umbri delle Unità liguri e subliguri già tettonizzate e della sovrastante Successione epiligure.

La tettonica delle Liguridi risulta caratterizzata (BETTELLI *et alii*, 1994) da una prima fase con pieghe isoclinali compresse, sin-metamorfiche nelle Liguridi interne, seguita da una seconda fase che ha

prodotto un ulteriore raccorciamento ed ha ripiegato le strutture precedenti. Ambedue le fasi sono a vergenza europea, opposta a quella che caratterizzerà le fasi successive. Esse portano ad una profonda strutturazione del prisma di accrezione ligure che successivamente, durante le fasi toscane tardo mioceniche, non subirà, tranne poche eccezioni, ulteriori sostanziali modifiche. Tale complessa storia deformativa, accompagnata dalla estesa presenza di depositi costituiti in parte o totalmente da argille e argilliti intensamente tettonizzate ("argille scagliose"), ha certamente favorito la abbondanza di frane attualmente presenti.

L'insieme delle fasi liguri porta ad un appilamento delle successioni deposte nei Domini liguri in estese falde e alla chiusura dell'oceano ligure-piemontese. I movimenti avvengono in ambiente subacqueo e su questi terreni corrugati si impostano vari bacini minori entro cui si depositano le sequenze detritiche epiliguri, mediamente meno deformate e con minore contenuto in argilla rispetto alle Liguridi.

Le fasi toscane sono caratterizzate dopo l'Oligocene superiore dalla collisione delle due zolle continentali (stadio ensialico: BOCCALETTI *et alii*, 1980), l'europea o Sardo-Corsa e l'Apula e si sviluppano a spese del margine Apulo con una tettonica a *thrusts* e falde, prima con sovrascorrimento verso est delle Unità tettoniche subliguri e liguri (già impilate) sulle Unità toscane e successivamente sulle Unità umbro-marchigiane. Vengono così ad individuarsi le principali unità tettoniche che ora costituiscono l'ossatura della catena in cui la parte più profonda dell'edificio è occupata dal *core complex* metamorfico apuano (CARMIGNANI *et alii*, 1978) al quale si sovrappone la Falda toscana a sua volta sovrascorsa dalle Subliguridi e dalle Liguridi.

Dal Messiniano sino al Quaternario la tettonica di accrezione dell'Appennino settentrionale, contemporanea ora all'apertura del Mar Tirreno, interessa le zone esterne della catena e coinvolge l'avampaese padano. A partire dalla fine del Miocene l'avanzata delle falde induce sprofondamenti flessurali nell'antistante avampaese padano e il formarsi di un bacino subsidente: si sviluppa così al fronte della catena in surrezione l'avanfossa molassica padano-adriatica. (CREMONINI & RICCI LUCCHI, 1982, GASPERI *et alii*, 1984, CASTELLARIN *et alii*, 1985). Dopo l'abbassamento del livello del mare dovuto all'isolamento del Mediterraneo (che tra l'altro dà luogo alla sedimentazione delle evaporiti messiniane) la ripresa della sedimentazione, prevalentemente terrigena, si svolge per lo più a ridosso del margine settentrionale dell'Appennino, in una fascia che dal Piemonte meridionale giunge sino alle Marche. L'Appennino ormai emerso fornisce all'avanfossa abbondante detrito (DONDI & D'ANDREA, 1986). Durante il Messiniano superiore, il nuovo ciclo sedimentario inizia, in corrispondenza della attuale Pianura Padana, con sedimentazione per lo più torbiditica, in profondi bacini salmastri divisi da alti strutturali e separati dal resto del Mediterraneo. Con il Pliocene, una rapida ingressione porta al ristabilirsi dell'ambiente marino su ampie aree prima emerse e riporta in condizioni marine franche i bacini salmastri messiniani. La deposizione, prevalentemente pelitica, interessa vaste zone, mentre torbiditi arenaceo-pelitiche di conoide sottomarina e di piana bacinale si depongono nelle zone più profonde. Durante le fasi tettoniche del Pliocene medio-superiore diversi tratti all'interno dell'avanfossa padana vengono ad essere coinvolti in vaste strutture e ad emergere.

Lungo il bordo appenninico padano i sedimenti pliocenici e quaternari appaiono piegati in corrispondenza di una flessura con sensibile immersione verso la pianura. I terreni marini e costieri del Pleistocene affiorano, infatti, in un'ampia fascia prossima alla pianura a quote comprese tra i 200 e i 300 metri, mentre nel margine della pianura gli stessi terreni si rinvergono a parecchie decine di metri al di sotto del piano campagna. Questa struttura costituisce il "Lineamento Frontale Appenninico", cerniera tra la catena in sollevamento e la catena sepolta o l'avanfossa, tutt'ora in pieno sviluppo (CASTELLARIN *et alii*, 1985; GASPERI *et alii*, 1989).

L'ultimo episodio di sedimentazione marina è rappresentato dalle "Sabbie Gialle" litorali, cioè da depositi sabbioso-ciottolosi di spiaggia che, grazie anche all'abbondante apporto sedimentario, migrano progressivamente e rapidamente verso il centro della pianura e verso l'Adriatico. Al di sopra delle "Sabbie Gialle", ritenute di età pleistocenica inferiore-media, la sedimentazione generalmente riprende in condizioni continentali o al massimo costiere e l'ambiente, caratterizzato da stagni e paludi, è dominato dalla dinamica fluviale.

## 6 Morfologia e lineamenti geomorfologici regionali

Il territorio regionale è equamente diviso in una porzione collinare-montana (51%) e in una porzione di pianura (49%) (Figura 4).

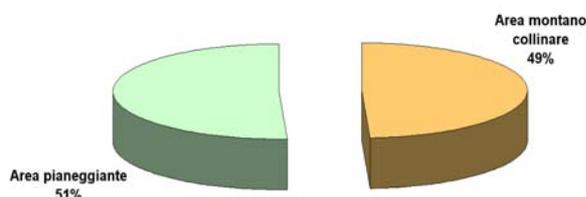


Figura 4. Percentuale di area montano-collinare rispetto alla superficie totale regionale

Nella figura 5 sono riportate in verde le aree con pendenza < 3° . Il DTM utilizzato è derivato dalla CTR alla scala 1:5.000 e ha maglia 5 X 5 metri. Ai fini dei calcoli statistici riportati nei capitoli successivi è stato individuato un limite tra aree pianeggianti e collinari -montane che esclude dalle aree di pianura i fondovalle, che, pur avendo una clivometria < 3°, subiscono la dinamica di versante tipica del paesaggio appenninico.

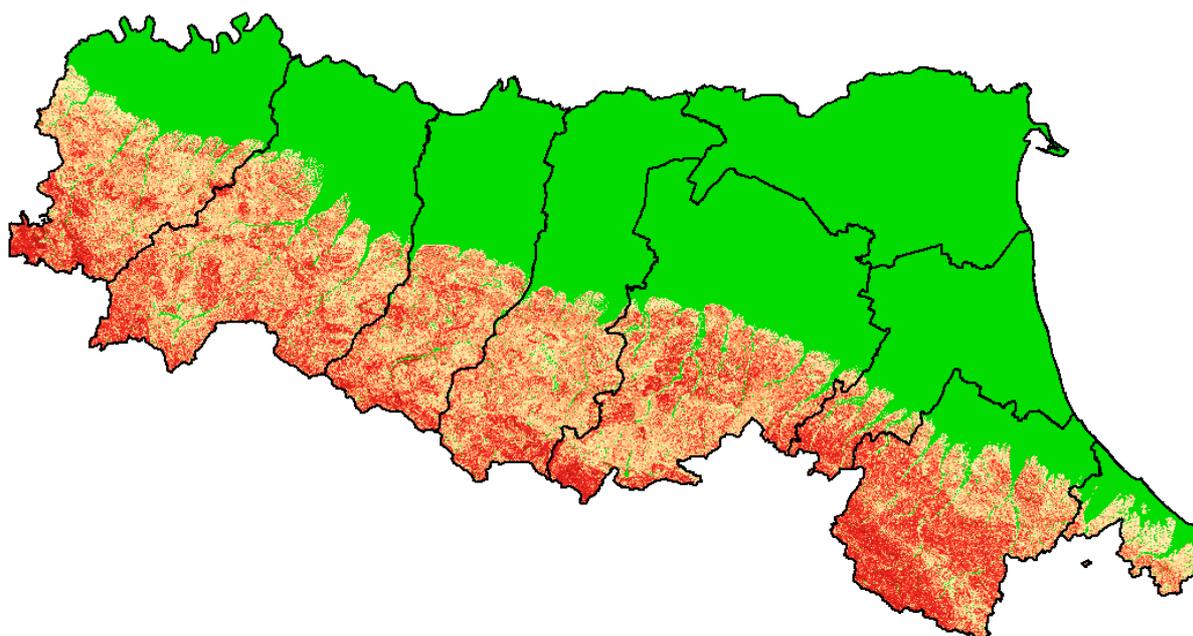


Figura 5. Suddivisione del territorio regionale in aree montano-collinari e di pianura

La conformazione morfologica dell'Appennino settentrionale è fortemente influenzata dalle caratteristiche litologiche e litotecniche delle unità affioranti (figure 6 e 7). Esse sono costituite quasi esclusivamente da rocce sedimentarie, composte da alternanze pelitico-arenaceo-marnose, da argille, marne, argilliti e, solo raramente, da rocce lapidee (arenarie cementate e rocce ofiolitiche). Il territorio risulta quindi diffusamente interessato dalla presenza di peliti, a volte in via quasi esclusiva ma più spesso commiste ad altre litologie, talvolta a tessitura caotica e/o intensamente scompagnate per tettonica polifasica. In particolare il settore occidentale del medio Appennino, da Piacenza a Bologna, risulta interessato da formazioni ad alto contenuto pelitico, appartenenti al Dominio Ligure e Subligure; questo spiega il motivo dell'alta franosità di questo settore rispetto a quello orientale ed al settore del crinale appenninico, caratterizzati soprattutto da litologie prevalentemente arenaceo-

marnose appartenenti al Dominio Tosco-Umbro. Nella figura 5 la diversità morfologica tra i vari settori appenninici è marcata dalla prevalenza di toni sul rosso scuro dove affiorano i litotipi più competenti, indicanti una acclività maggiore rispetto ai toni più chiari relativi ai litotipi prevalentemente pelitici.

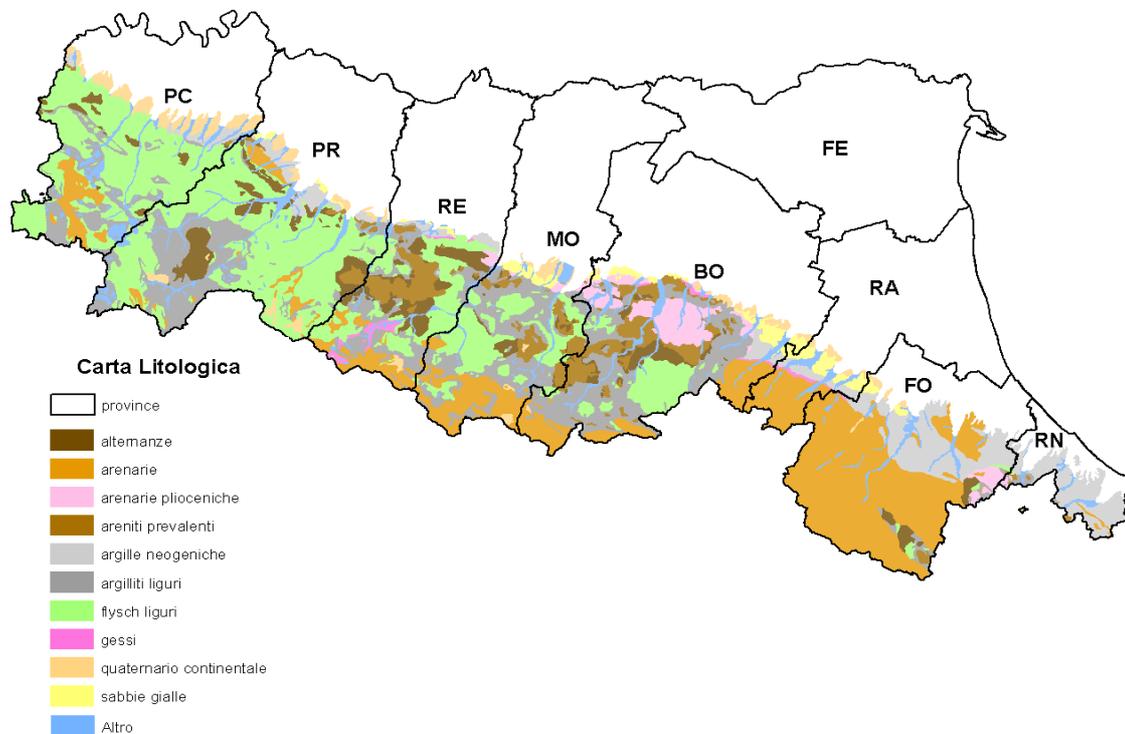


Figura 6. Carta litologica della Regione Emilia-Romagna.

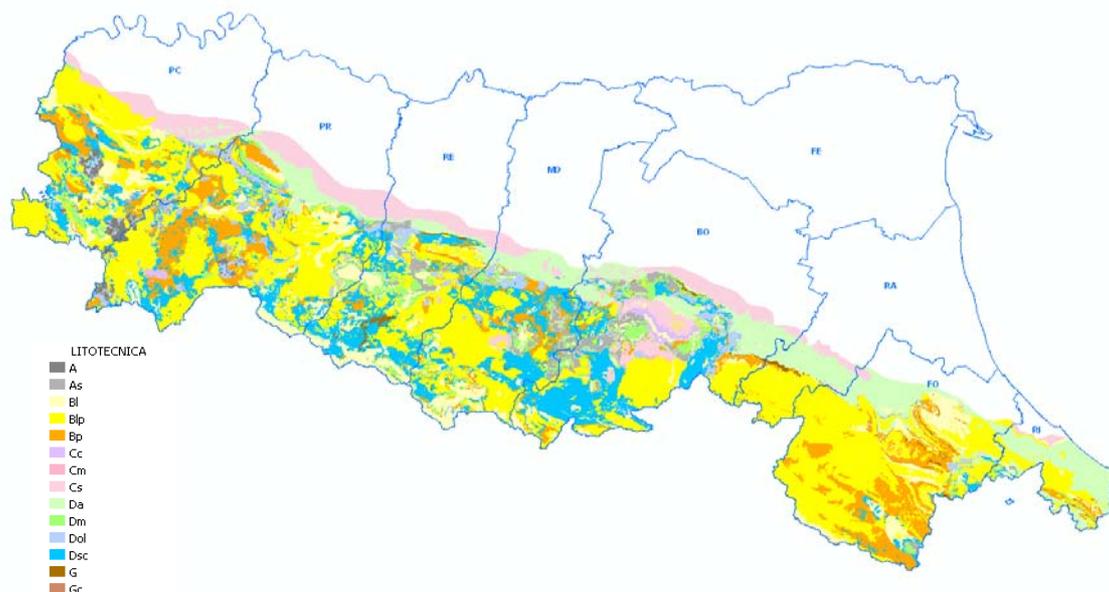


Figura 7. Carta litotecnica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo: A: rocce lapidee; As: rocce lapidee stratificate; Bl: alternanze lapidee/pelitiche con  $L/P > 3$ ; Blp: alternanze lapidee/pelitiche con  $0,3 < L/P < 3$ ; Bp: alternanze lapidee/pelitiche con  $L/P < 0,3$ ; Cc: conglomerati clasto-sostenuti; Cm: conglomerati matrice sostenuti; Cs: sabbie debolmente cementate; Da: argille consolidate; Dm: Marne; Dol: Argille olistostromiche; Dsc: Argille tettonizzate e argilliti; G: Gessi; Gc: Gessi in giacitura caotica.

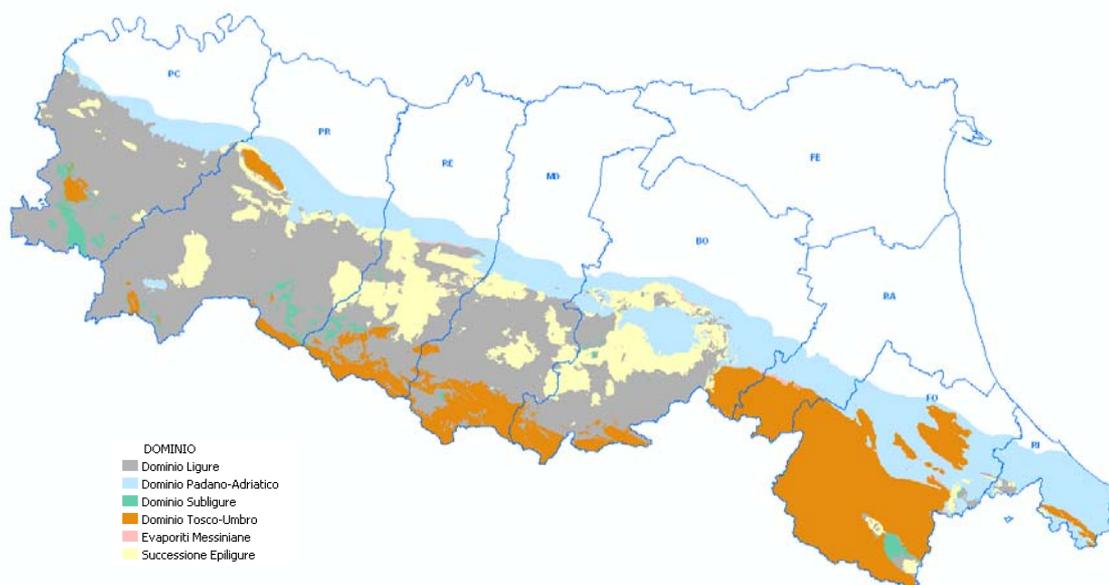


Figura 8. Distribuzione dei domini strutturali

Le figure 6, 7 e 8 rappresentano la distribuzione sul territorio regionale delle varie Unità riportate nella Carta Geologica Regionale, raggruppate rispettivamente per litologia, classe litotecnica e dominio strutturale.

## 7 Uso del suolo

La Regione Emilia-Romagna si è dotata di una carta di uso del suolo già alla fine degli anni '70. Tale carta fu realizzata su tutto il territorio utilizzando la base topografica IGM in scala 1:25.000 e una ripresa aerofotogrammetrica a colori in scala 1:13.000 circa. Nel corso degli anni la carta ha subito un fisiologico processo d'invecchiamento per cui si è sentita l'esigenza di poter fare affidamento su un nuovo prodotto. La seconda edizione di tale carta è stata realizzata su tutto il territorio della Regione Emilia-Romagna, mediante interpretazione delle fotografie aeree riprese ad alta quota del Volo Italia del 1994, facendo uso integrato di fotografie aeree in stereoscopia ed ingrandimenti fotografici alla stessa scala della carta tematica (1:25.000).

Con l'acquisizione delle immagini satellitari Quickbird (2003) per l'intero territorio della Regione Emilia-Romagna si è dato inizio alla realizzazione della nuova edizione della carta e del database dell'uso del suolo. Si tratta, nello specifico, di immagini pancromatiche ad alta risoluzione riprese negli anni 2002 e 2003 con tecnologia a 11 bit che comporta 2048 livelli di grigio. Tutto ciò con l'obiettivo di ottenere un prodotto di grande precisione geometrica e notevole dettaglio tematico, aggiornabile nel tempo.

Il lavoro è stato effettuato mediante fotointerpretazione a video delle immagini, col supporto di sopralluoghi di campagna e l'utilizzo di dati ausiliari.

La metodologia di realizzazione ha coniugato le specifiche europee del "Corine Land Cover" con l'esigenza di poter rappresentare alcune categorie peculiari di interesse regionale. Pertanto i primi tre livelli sono stati derivati da Corine mentre il quarto livello, elaborato sul modello proposto dal Gruppo di Lavoro Uso del Suolo del Centro Interregionale, permette di rappresentare anche le varie categorie di interesse locale.

Per la realizzazione del Progetto IFFI si è utilizzata la copertura dell'uso del suolo regionale edizione 2003. Si tratta, pertanto, delle medesime 15 classi del Progetto Corine Land Cover (CLC) al 2° livello, in modo da garantire una maggiore uniformità a livello nazionale.

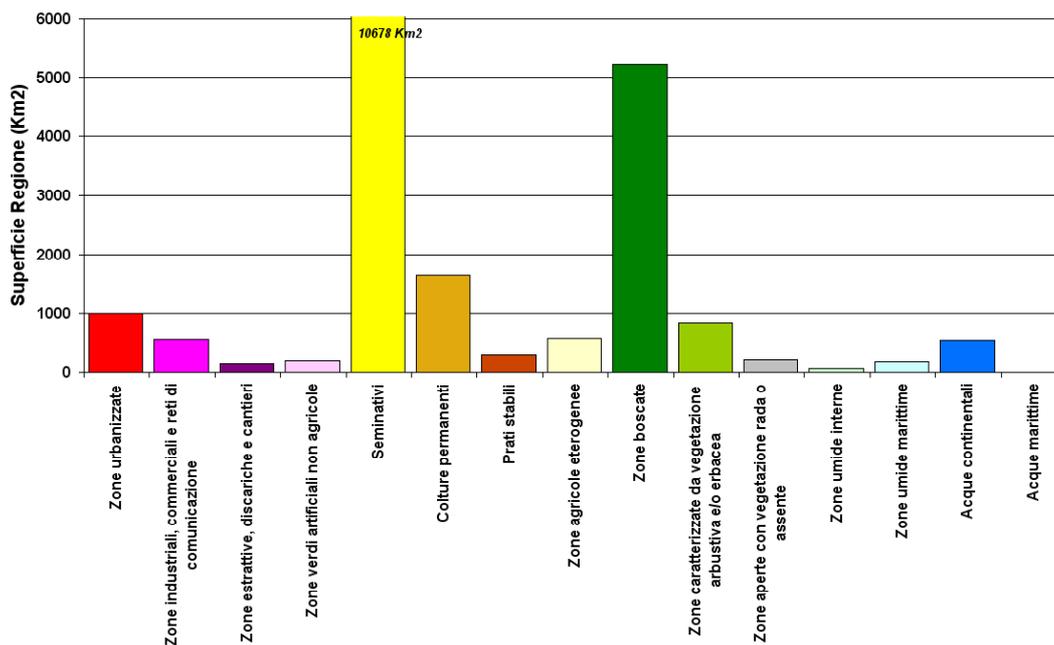


Figura 9. Classificazione dell'uso del suolo sul territorio regionale (edizione 2003).

## 8 Metodologia utilizzata per la perimetrazione delle frane sul territorio regionale

La metodologia adottata è esaurientemente illustrata nel §2 illustrante anche le varie fasi di lavoro del progetto.

## 9 Analisi dei dati

In Emilia-Romagna risultano censite 70037 frane.

La superficie interessata da tali fenomeni è di quasi 2510 km<sup>2</sup>, pari al 11,35% del territorio regionale, che diventa il 23,15% se si considera esclusivamente il territorio collinare-montano. Questi valori sono stati ottenuti considerando la totalità dei dissesti, senza i limiti minimi di area utilizzati nella rappresentazione cartografica.

### 9.1 Numero di frane

La situazione, riportata a livello provinciale è la seguente:

PROVINCIA	IFFI	FRANE	AREE	DGPV	FRANE LINEARI	AREA TOTALE FRANA (km <sup>2</sup> )	IN
Piacenza	5792	5566	0	0	0	438,41	
Parma	17777	14691	0	19	0	676,69	
Reggio Emilia	7649	7183	0	0	0	295,56	
Modena	7170	6568	0	0	0	301,66	
Bologna	16086	14447	0	0	0	393,45	

Ferrara	0	0	0	0	0	0,00
Ravenna	2113	1955	0	0	0	43,29
Forlì-Cesena	11683	10664	0	0	0	317,72
Rimini	1767	1548	0	0	0	44,05

Tabella 5. Suddivisione del numero di frane per provincia

### 9.2 Livelli di schedatura

In accordo con le specifiche del progetto IFFI, tutte le frane sono dotate di scheda di 1° livello. Le frane di 2° e 3° livello censite sono quelle che risultano dalla perimetrazione delle aree a rischio e dei piani di intervento straordinario (ex lege 267/98), dalle aree derivanti dal Progetto SCAI del CNR, nonché quelle aree non comprese nei suddetti documenti ma ritenute più significative per fattori morfologici (dimensioni, stato di attività, ecc) e/o per particolari interazioni con strutture e attività antropiche.

	Consegna 2004	Consegna 2005	Differenza
1° livello	31603	69229	+ 37626
2° livello	792	808	+16
3° livello			

Tabella 6. Numero di schede al 1°, 2° e 3° livello alla scala 1:10.000 e confronto con la precedente consegna (2004).

### 9.3 Tipo di movimento indicato al 1° Livello Scheda Frane

Una ulteriore attività conclusa nell'ambito della convenzione 2005 consiste nella definizione della tipologia del movimento di frana al 1° livello, per tutti i 70037 fenomeni censiti.

Nella precedente consegna (2004), infatti, la tipologia del movimento era stata definita esclusivamente per i fenomeni per i quali era stata compilata la scheda di 2° livello: quei dissesti, cioè, sui quali era stato effettuato un apposito rilevamento di campagna. Considerato l'elevato numero di fenomeni da catalogare, è stata utilizzata una metodologia, interamente in ambiente GIS, che ha comportato accanto alla tradizionale osservazione e interpretazione di ortofoto, una analisi delle caratteristiche morfometriche dei fenomeni.

Nello specifico, sono stati inizialmente definiti una serie di parametri morfometrici, quali area, perimetro, rapporto area/perimetro, n° di coronamenti per singola frana, lunghezza, larghezza media, allungamento (definito come lunghezza/larghezza media), inclinazione media del deposito, circolarità; inoltre è stata definita la litologia del PIFF Ia e litologia predominante dell'accumulo.

Tra tutti i parametri determinati, mediante analisi statistica sono stati scelti quelli più significativi (principalmente: area, allungamento, rapporto area/perimetro, circolarità), che sono stati successivamente utilizzati per la definizione e l'assegnazione delle classi di tipologia di movimento.

L'attività di definizione dei valori di soglia utili a definire le tipologie è avvenuta mediante il controllo a campione di alcune centinaia di fenomeni. La litologia è stata utilizzata per meglio caratterizzare le funzioni di soglia.

Le figure 9 e 10 illustrano il risultato finale dell'attività.

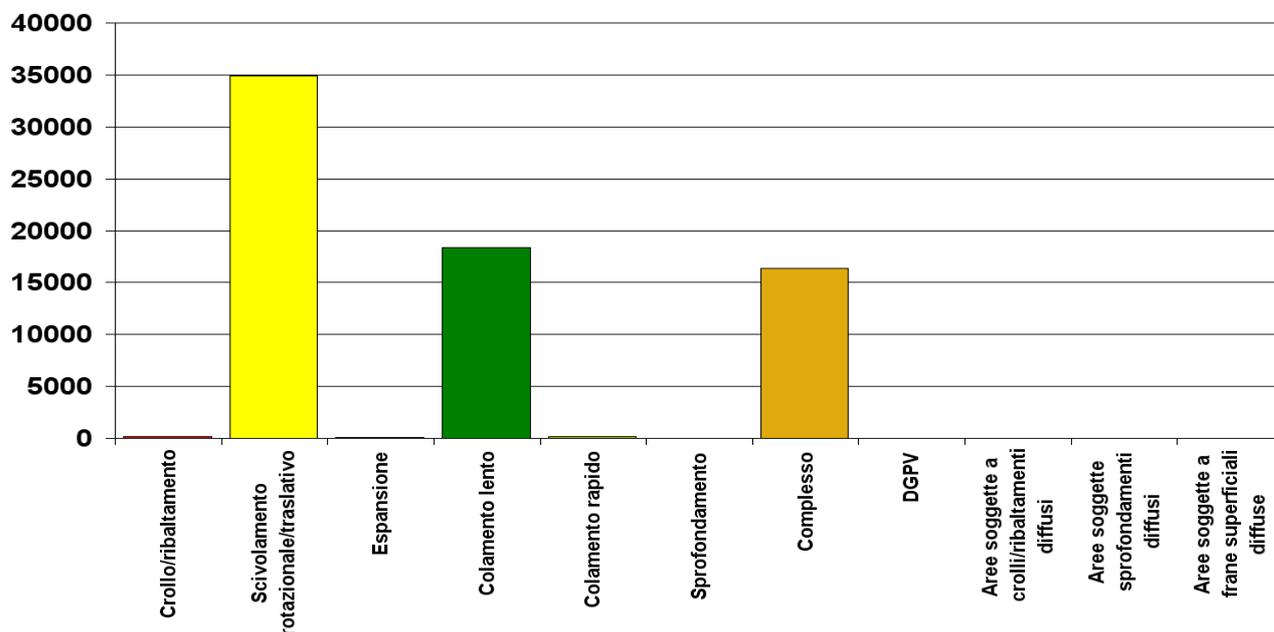


Figura 10. Numero di frane per tipologia di movimento.

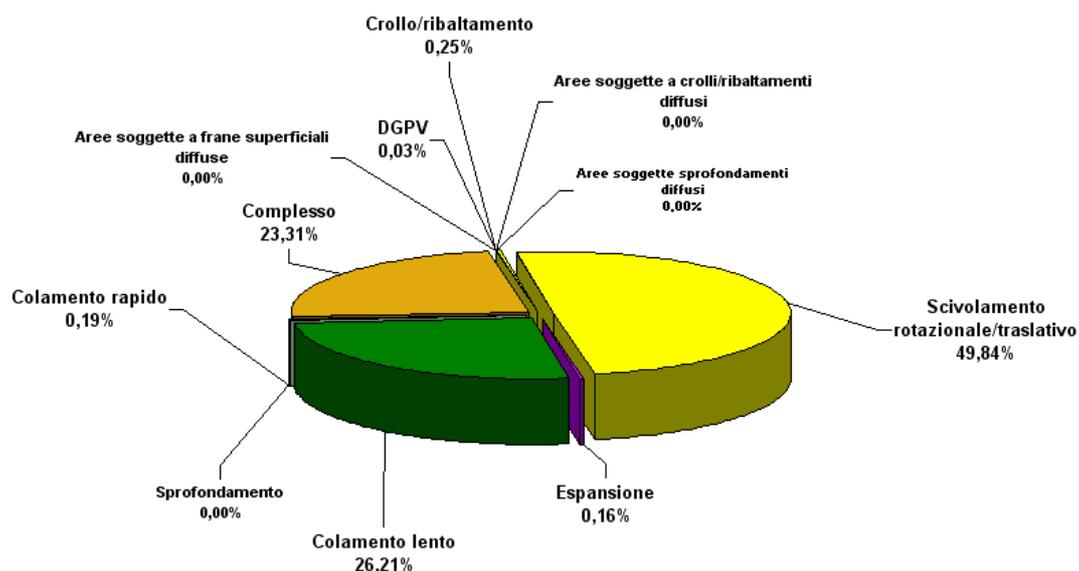


Figura 11. Percentuale delle frane per tipologia di movimento.

Sono possibili alcune considerazioni generali relative alle tipologie di frana in Emilia-Romagna: le tipologie di movimento dominanti risultano essere gli scivolamenti, in accordo con le caratteristiche litologiche e litotecniche del territorio appenninico, dominato da alternanze tra rocce lapidee (arenarie e calcareniti in prevalenza) e peliti o peliti marnose, conseguenti alla origine torbida di gran parte

delle unità geologiche dell'Appennino settentrionale. La frequenza maggiore degli scivolamenti è in corrispondenza del medio – alto Appennino e nella parte romagnola. I colamenti lenti sono la seconda tipologia in ordine di frequenza e si impostano prevalentemente sulle litologie prevalentemente argillose, affioranti nella parte medio bassa dell'appennino emiliano (prevalentemente appartenenti ai Domini liguri e subliguri) e nella bassa collina romagnola (successione neogenico-quadernaria del margine padano). Le tipologie complesse risultano particolarmente frequenti nel medio Appennino in corrispondenza dei Flysch liguri, caratterizzati da numerose frane profonde impostate su alternanze arenitico-pelitiche frequentemente fratturate e favorevoli allo sviluppo di frane costituite da associazione tra scivolamento rotazionale (nella area prossima al coronamento) e colamento lento (figura 12). I crolli non sono particolarmente frequenti vista la relativa rarità di superfici verticali e di rocce lapidee (si veda la figura 7).

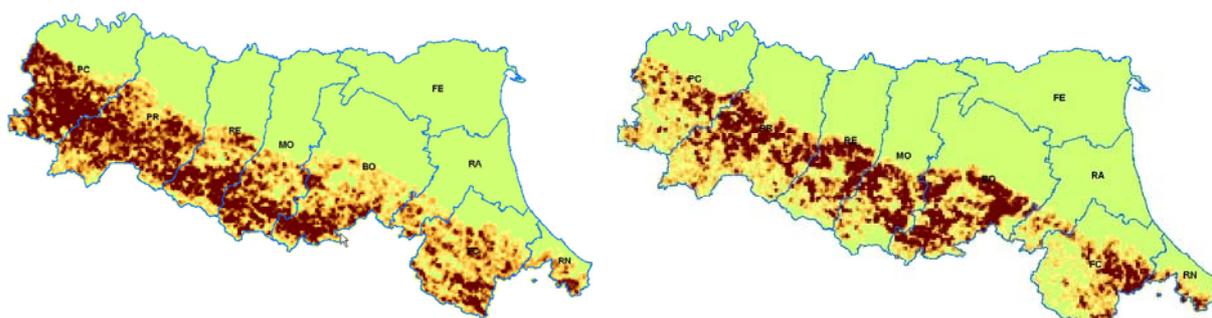


Figura 12. Indice di franosità suddiviso per tipologia: a sinistra le frane complesse, a destra i colamenti lenti; in scuro le aree a maggiore I.F.



Figura 13. Alcuni esempi di tipologie di frane in Emilia-Romagna: a: Colamento lento in Comune di Solignano (PR); b: Frana complessa in Comune di Corniglio (PR); c: Scivolamento roto-traslattivo in Comune di Civitella (FC); d: Crollo in roccia ("Gole di Scascoli") in Comune di Monzuno (BO.)

#### 9.4 Stato di attività

Per tutte le 70037 frane cartografate è stato definito lo stato di attività. Come si evince dalla figura 14a in Regione Emilia-Romagna si evidenzia una maggioranza di fenomeni franosi attivi; questo è essenzialmente dovuto alla maggior semplicità di identificazione e suddivisione degli accumuli di frana attivi rispetto a quelli quiescenti, solitamente rimodellati e rivegetati. Dalla figura 14b, infatti, si nota come la percentuale di area interessata da frane quiescenti sia molto superiore rispetto alle frane attive.

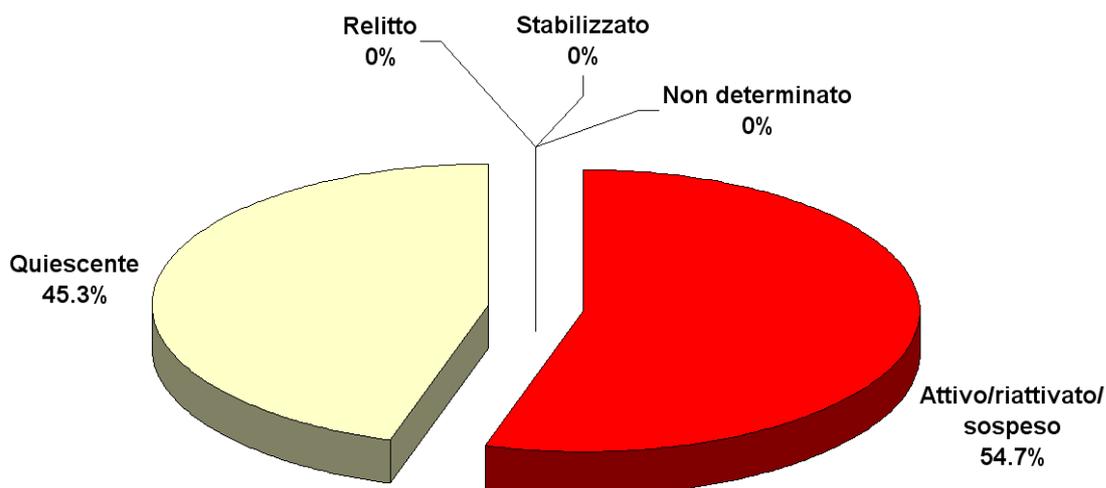


Figura 14a. Percentuale delle frane per stato di attività (numero dei fenomeni)

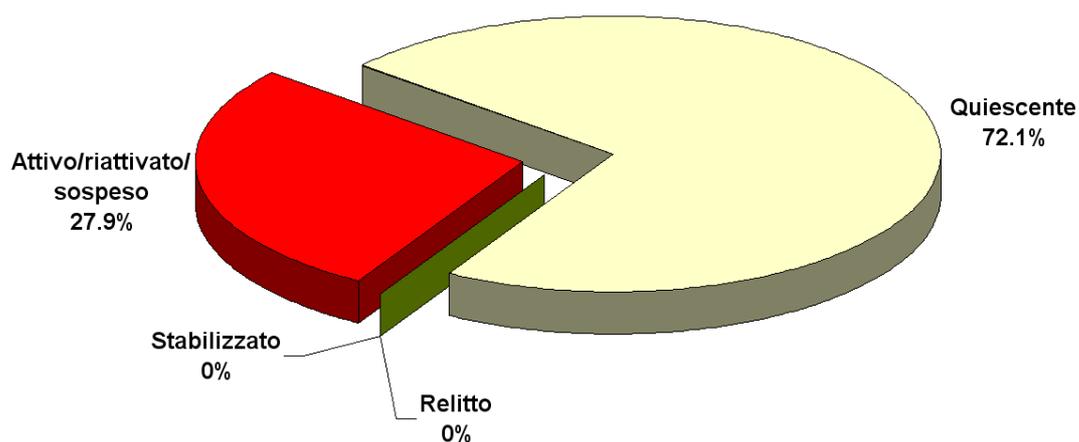


Figura 14b. Percentuale delle aree in frana per stato di attività

#### 9.5 Danni al 1° livello

In Emilia-Romagna nell'ambito del Progetto IFFI, alcune informazioni quali possono essere i danni, sono state acquisite solamente per i fenomeni schedati al 2° livello; si è ritenuto, infatti, che tali informazioni potessero essere determinate con certezza solamente da un rilievo di campagna. In questo caso, pertanto, il grafico (figura 15) si riferisce ai danni relativi alle 808 frane con la scheda di 2° livello compilata.

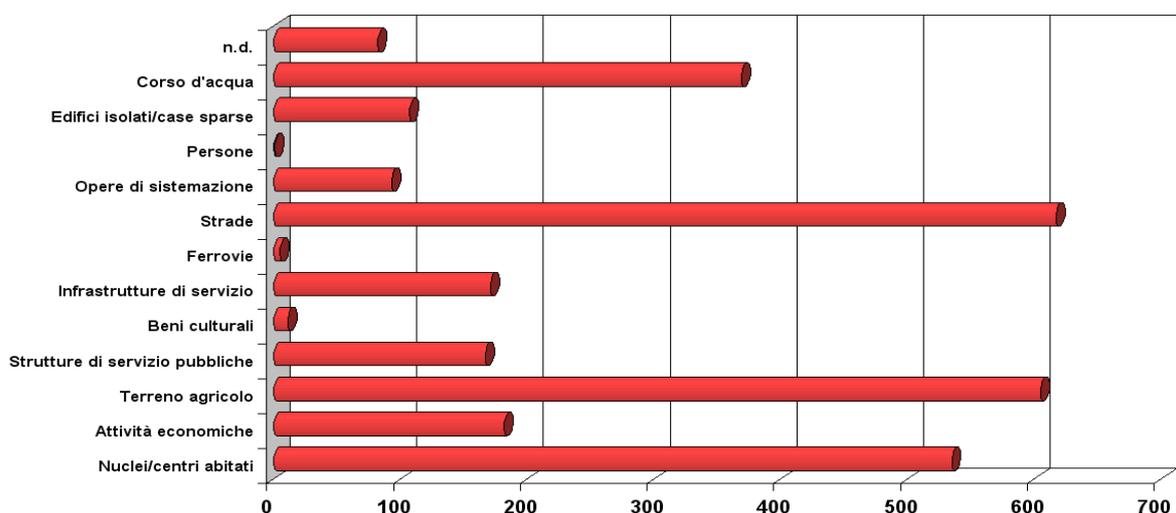


Figura 15. Numero di frane per tipologia di danno

### 9.6 Indice di Franosità (I.F.)

Con Indice di Franosità (I.F.) si definisce il rapporto percentuale tra superficie in frana / superficie di riferimento, dove quest'ultima può essere un territorio fisico (porzione collinare-montana), amministrativo (regionale, provinciale, comunale), ma anche l'area occupata da una classe litologica o un particolare uso del suolo.

Relativamente al territorio regionale, i valori di I.F. sono riassunti nella seguente tabella:

Superficie totale regione (km <sup>2</sup> )	Area montano-collinare (km <sup>2</sup> )	Numero di PIFF	Area totale in frana (km <sup>2</sup> )	Densità dei fenomeni franosi (N° PIFF / Superficie regione (km <sup>2</sup> ))	Indice di Franosità % (area totale in frana / superficie regione)	Indice di Franosità % (area totale in frana / area montano-collinare)
22121,98	10847,72	70037	2510,83	3,17	11,35	23,15

Tabella 7. Elaborazione dell'indice di franosità sia in funzione della superficie totale regionale che della sola superficie collinare-montana

E' stato calcolato l'I.F. per le seguenti aree omogenee:

- i valori di I.F. per classe litologica sono rappresentati in figura 16: l'I.F. è stato calcolato utilizzando una carta litologica semplificata (11 classi) alla scala 1:250.000 (vedi figura 6). Come già evidenziato precedentemente, appare subito evidente come le argilliti e i flysch del Dominio Ligure mostrino i valori di I.F. più elevati, seguiti dalla classe alternanze, riferibile a terreni eterogenei.

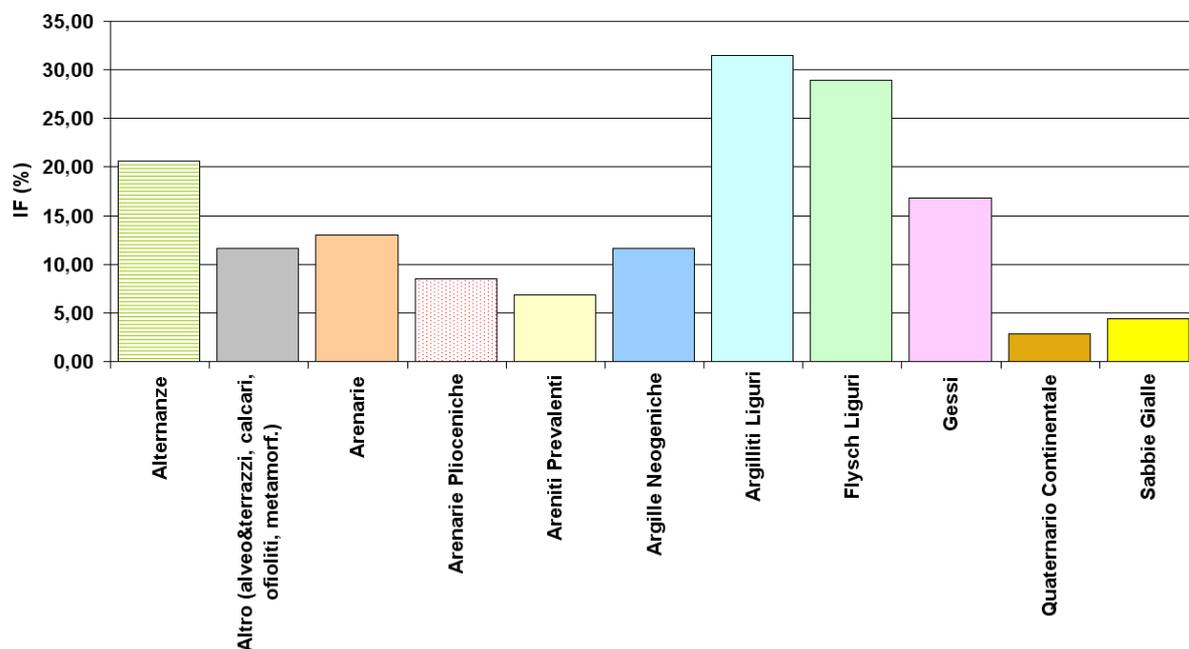


Figura 16. Indice di franosità per classi litologiche

- i valori di I.F. per classe litotecnica sono rappresentati in figura 17: l'I.F. è stato calcolato a partire dalle unità della Carta Geologica alla scala 1:10.000 utilizzando una classificazione litotecnica comprendente 14 classi (vedi figura 7). Appare evidente la correlazione diretta tra I.F. e percentuale di peliti nelle classi costituite da alternanze. Per le classi costituite da prevalenti litotipi fini l'I.F. appare correlato alle condizioni di omogeneità e tettonizzazione degli ammassi rocciosi: la franosità minore si verifica nella classe "argille sovraconsolidate" in cui sono rappresentate prevalentemente le argille azzurre plioceniche, che, rispetto alle altre classi presentano condizioni strutturali e giaciture meno complesse e condizioni di omogeneità stratigrafica maggiori. Viceversa l'I.F. maggiore si verifica nella classe "Argille tettonizzate e argilliti", comprendente in prevalenza le unità cretacee liguri e subliguri ( c.d. "argille scagliose" ), severamente piegate e dislocate per successive fasi deformative.

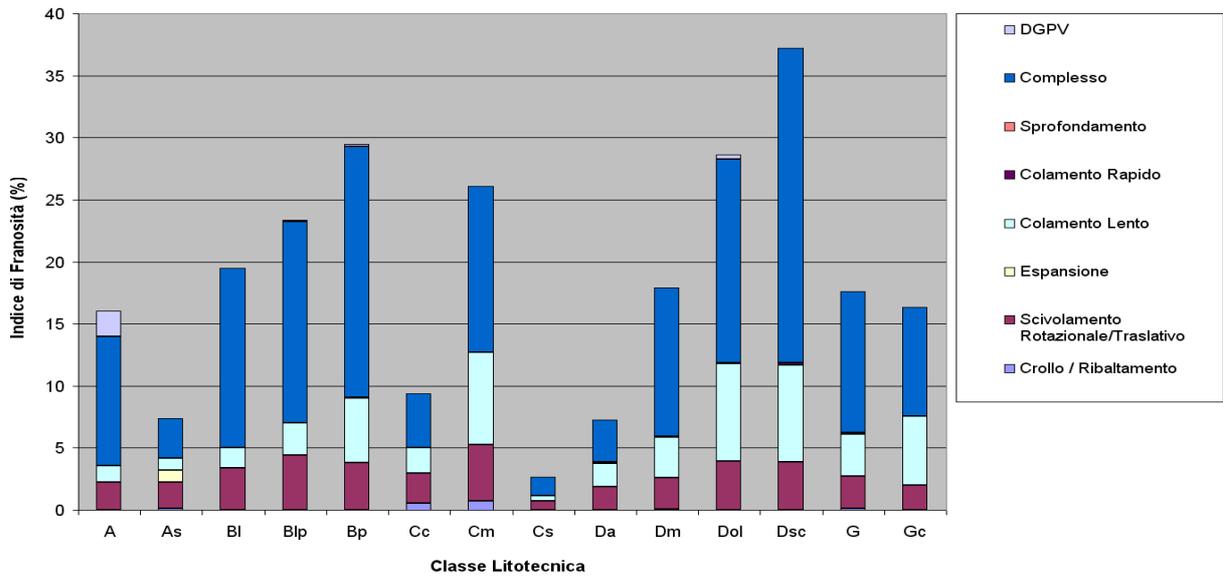


Figura 17. Indice di franosità per classi litotecniche

- i valori di I.F. per domini strutturali sono rappresentati in figura 18: l'I.F. è stato calcolato a partire dalle unità della Carta Geologica alla scala 1:10.000, utilizzando la classificazione secondo il dominio strutturale (vedi figura 8). L'influenza della storia strutturale e della diagenesi degli ammassi rocciosi sulla franosità si può leggere confrontando le classi: l'I.F. risulta notevolmente maggiore nel Dominio ligure e subligure rispetto al Dominio toscano Umbro. Tale differenza può solo in parte essere attribuita a diverse classi litotecniche. Infatti in entrambe le unità prevalgono le classi costituite da alternanze tra rocce lapidee e peliti: il diverso I.F. appare spiegabile analizzando la storia strutturale: esso è direttamente proporzionale alla deformazione e inversamente proporzionale al carico litostatico subiti dagli ammassi rocciosi.

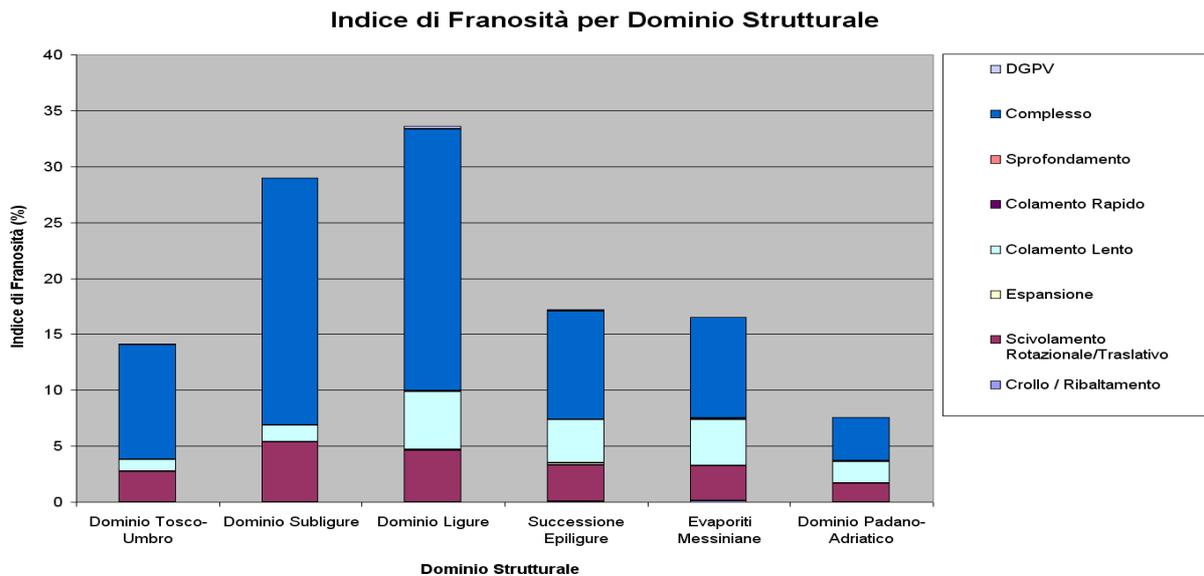


Figura 18. Indice di franosità per dominio strutturale

- i valori di I.F. per limiti comunali sono rappresentati in figura 19: è stato calcolato l'I.F. per ciascun comune interessato da frane. Appare evidente il maggiore I.F. della area del medio appennino emiliano e della area dei bacini romagnoli del Savio e del Marecchia rispetto alle aree circostanti, in funzione della prevalenza di unità dei domini liguri e subliguri. L'I.F. massimo viene raggiunto nel Comune di Farini d'Olmo (PC) con valori superiori al 50%.

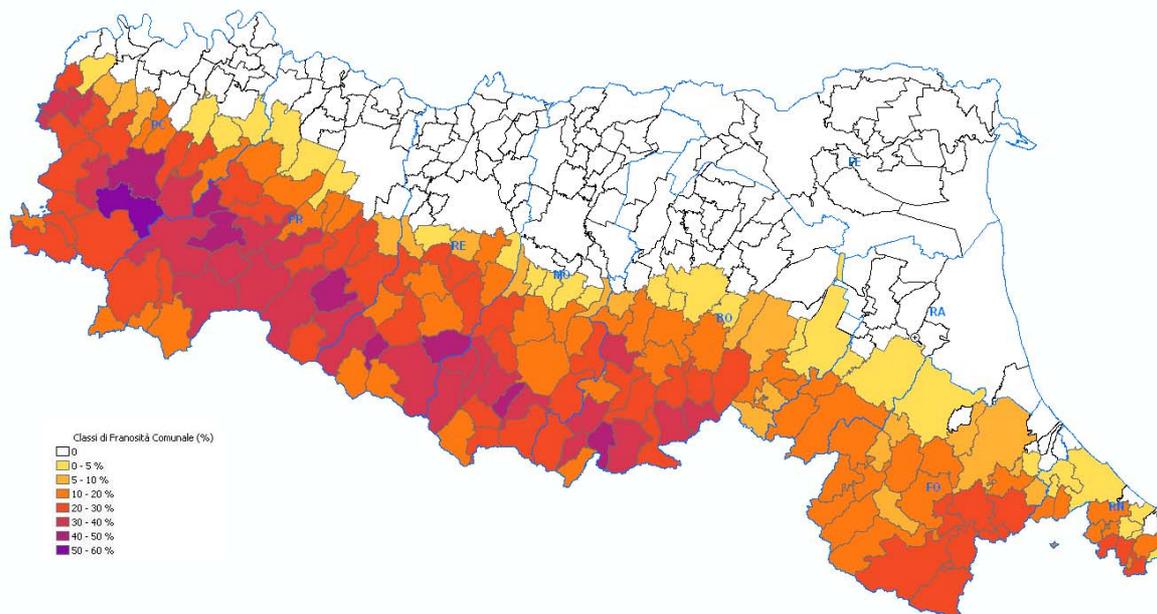


Figura 19. Indice di franosità comunale

- i valori di I.F. per classi di uso del suolo sono rappresentati in figura 20: per l'analisi dell'interazione tra la distribuzione del dissesto e l'uso del suolo è stata utilizzata la copertura dell'uso del suolo regionale edizione 2003 (vedi § 7); si tratta, pertanto, delle medesime 15 classi del Progetto Corine Land Cover (CLC) al 2° livello, in modo da garantire una uniformità a livello nazionale. Sono state eliminate dal calcolo le aree pianeggianti appartenenti alla Pianura Padana. E' da notare che alcune classi di uso del suolo sono poco significative per il territorio collinare e montano, così come è da rimarcare che la scala dell'uso del suolo 1:25000 non è la stessa dell'Inventario IFFI.

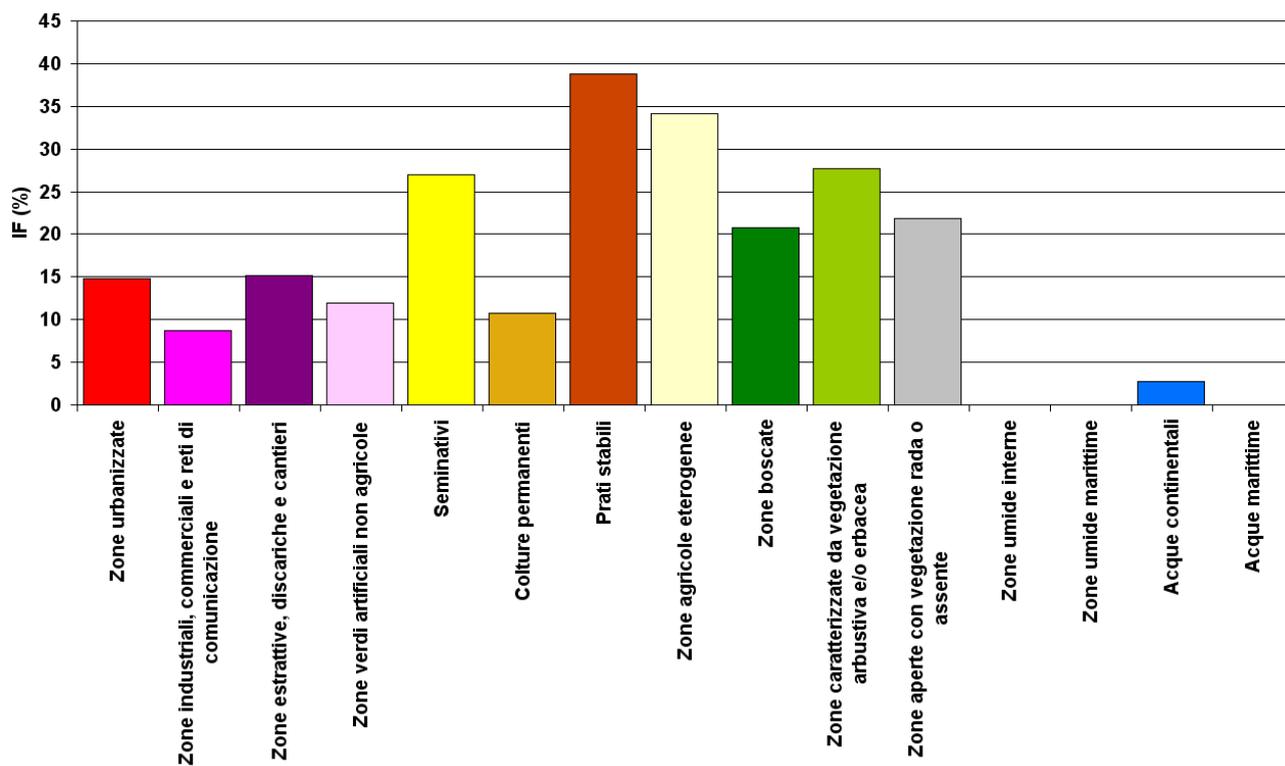


Figura 20. Indice di franosità per uso del suolo

## 10 Considerazioni conclusive

Con il completamento del Progetto IFFI, il quadro conoscitivo dei fenomeni franosi in Emilia-Romagna ha raggiunto un notevole grado di completezza. I dati raccolti, corredati con numerosi allegati fotografici e documentali, hanno permesso la costituzione di una banca-dati utile alle attività istituzionali della Regione Emilia-Romagna sviluppate dai Servizi centrali (quali il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli) e dai Servizi Tecnici di Bacino. Inoltre l'inventario IFFI è attualmente la base di riferimento per la redazione della Cartografia dei Dissesti dei PTCP provinciali, garantendo in questo modo il trasferimento delle conoscenze acquisite direttamente negli strumenti di Pianificazione territoriale.

### Riferimenti bibliografici

- Abbate E., Bortolotti V., Passerini P. e Sagri M. (1970) - *Introduction to the geology of the Northern Apennines*.
- APAT – Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) – Allegato Tecnico
- Bettelli G. Capitani M. & Panini F. (1994) - *The mesoscopic structures of a strongly deformed multilayered sequence: a hypothesis of the origin of the "block-in-matrix" fabric and the layer-parallel extension shown by Ligurian dismembered formations of the Baganza Supergroup outcropping in the Reggio Emilia and Modena Apennines*. In: Post Congress Field Trip No 3 - Excursion Guidebook- "The chaotic rocks in the southeastern sector of the Emilia Apennines". 1st European Congress on Regional Geological Cartography and Information Systems. Bologna (Italia) 13-16 June 1994. Ufficio Geologico Regione Emilia Romagna - Dipartimento di Scienze della Terra Università di Modena, 1994.
- Boccaletti M., Elter P. & Guazzone G. (1971) - *Polarità strutturali delle Alpi e dell'Appennino in rapporto all'inversione di una zona di subduzione nord-tirrenica*. Mem. Soc. Geol. It., 10(4), 371-378.
- Boccaletti M., Coli M., Decandia F.A., Giannini E. & Lazzarotto A. (1980) - *Evoluzione dell'Appennino settentrionale secondo un nuovo modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., 21, 359-373.
- Carmignani L., Giglia G. & Kligfield R. (1978) - *Structural evolution of the Apuane Alps: an example of continental margin deformation in the Northern Apennines, Italy*. Journ. Geol., 86, 487-504.
- Castellarin A., Eva C., Giglia G. & Vai G.B. (1985) - *Analisi strutturale del Fronte Appenninico Padano*. Giorn. Geol., 47 (1-2) (1985), 47-75.
- Cerrina Feroni A., Ottria G., Martinelli P., Martelli L., Catanzariti R. (2002) - *Carta Geologico-Strutturale dell'Appennino Emiliano-Romagnolo - scala 1:250.000. Regione Emilia Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli. Ed. S.El.Ca., Firenze*.
- CNR-GNDCI, (1993) – *Atlante dei centri abitati instabili dell'Emilia Romagna. Inquadramento Generale. Progetto SCAI*.
- Cremonini G. & Ricci Lucchi F. (1982) - *Guida alla geologia del margine appenninico-padano*. Guida Geol. Reg. S.G.I., Bologna.
- Dondi L. & D'Andrea M. G. (1986) - *La Pianura Padana e Veneta dall'Oligocene superiore al Pleistocene*. Giorn. Geol., ser. 3, 48, 1/2, 197-225.
- Garberi M.L., Palombo A., Pizzaiolo M., (1999) - *I numeri sulle frane. Servizio Geologico e Cartografico - Regione Emilia Romagna. Pendragon Editrice, Bologna, Italy*.
- Gasperi G., Gelati R. & Papani G. (1984) - *Neogene evolution of the Northern Apennines on the Po Valley side*. Giorn. Geol., ser.3, 48, 187-195.
- Gasperi G., Cremaschi M., Mantovani Uguzzoni M. P., Cardarelli A., Cattani M. & Labate D. (1989) - *Evoluzione plio-quadernaria del margine appenninico modenese e dell'antistante pianura. Note illustrative alla carta geologica*. Mem. Soc. Geol. It. 39, 375-431.
- Elter P. (1960) - *I lineamenti tettonici dell'Appennino a NW delle Apuane*. Boll. Soc. Geol. It., 60, 273-312.
- Ricci Lucchi F. & Ori G.G. (1985) - *Field excursion D: syn-orogenic deposits of a migrating basin system in the NW Adriatic Foreland*. In: P.H. Allen, P. Homewood e G. Williams (Eds.) "Excursion Guidebook". Foreland Basins Symposium. Fribourg, 137-176.