

21. Analisi del dissesto da frana in Puglia

L. Pennetta

21.1 Premessa

Nel novembre 2004 il Dipartimento di Geologia e Geofisica dell'Università di Bari ultimava per conto dell'Ufficio Informatico e Servizio Cartografico regionale la versione definitiva del *Progetto IFFI – Puglia*, parte di un più ampio progetto esteso su tutto il territorio nazionale.

In vero, dopo l'Accordo di Programma (settembre 2000) tra la Regione Puglia e il Servizio Geologico Nazionale (ora in APAT), il Progetto IFFI era stato avviato operativamente nel mese di gennaio del 2001 con la Convenzione tra la stessa Regione Puglia ed il Dipartimento di Geologia e Geofisica dell'Università di Bari.

Nel 2004 il Dipartimento Difesa del Suolo dell'APAT ha stanziato complessivi 650.000,00 Euro per l'integrazione e l'aggiornamento del Progetto IFFI. Anche per questa fase la Regione Puglia, cui sono stati destinati € 36.228,00 secondo il parere espresso (verbale dell'8/11/2004) dell'apposita Commissione nominata con disposizione del Direttore Generale dell'APAT del 2/11/2004, ha deciso di avvalersi della collaborazione del Dipartimento di Geologia e Geofisica dell'Università di Bari.

A tal fine con delibera di G. R. n. 2019 del 29/12/2004 il dott. geol. Oronzo Santoro, Dirigente del Settore Programmazione, è stato individuato come Responsabile dell'attuazione del programma e della corretta esecuzione del Progetto IFFI (fase di completamento); di conseguenza con Determinazione n.68 del 22/07/05 del sopra menzionato Responsabile è stato approvato lo schema dell'Atto di Convenzione tra la Regione Puglia ed il Dipartimento di Geologia e Geofisica dell'Università di Bari.

Tale Convenzione, stipulata in data 30.08.2005, ha come fine specifico "l'integrazione, l'aggiornamento e l'implementazione della banca dati cartografica ed alfanumerica del Progetto IFFI nell'ambito del territorio regionale".

Il dissesto idrogeologico

Il problema del dissesto idrogeologico o, con altra accezione, della difesa del suolo in Italia ha radici assai profonde, prodotte sia da fattori intrinseci di natura geologico-strutturale, sia da fattori estrinseci collegati, fin dai tempi più remoti, alla colonizzazione del territorio italico da parte delle popolazioni indoeuropee, che lo avevano scelto come propria dimora definitiva.

Senza ripercorrere pedissequamente le tappe della storia degli stanziamenti umani nella Penisola, sarà sufficiente ricordare quale sia stato in Puglia il tipo di contatto prevalente tra l'uomo e l'ambiente naturale nelle diverse età.

Durante il Neolitico la presenza dell'uomo in Puglia è segnalata in maniera massiccia soprattutto nel Tavoliere dove si contano non meno di 1200 villaggi in parte trincerati (Odetti, 1975). È lecito supporre, benché non se ne abbiano prove, che i grandi disboscamenti realizzati in prevalenza con il fuoco siano iniziati in coincidenza del passaggio da forme di semplice economia pastorale a forme più complesse nelle quali si è andata man mano inserendo l'agricoltura. Il clima, inizialmente umido dopo l'*optimum climatico*, innescò specifici fenomeni di erosione favorendo l'incisione dei versanti. Successivamente nel III millennio a.C. una fase di grande aridità si manifestò nell'intero bacino del Mediterraneo, attivando processi di degradazione fisica intervallati da brevi periodi di intenso ruscellamento (Boenzi, Caldara, Pennetta & Simone, 2003).

Le condizioni climatiche spinsero le popolazioni verso siti collinari più freschi e boscati, che furono progressivamente abbandonati solo nell'Età del Bronzo con l'arrivo dei primi coloni greci. Molti Autori ritengono che le forme di erosione e di accumulo oggi osservabili sui versanti appenninici rappresentino l'effetto morfologico di una progressiva aggressione operata in epoca classica su un territorio geologicamente fragile. Occorre, ciò nondimeno, distinguere l'atteggiamento dei Greci, più accorto e meno prepotente sempre pronto ad armonizzarsi anche con le forme naturali del terreno, da quello dei Romani, più arrogante e deciso a trasformare l'ambiente adattandolo alle proprie necessità ed alle proprie opere. Gli interventi di questi ultimi furono così netti ed energici che ancora oggi si osservano nel Tavoliere le tracce della centuriazione romana (Boenzi, Caldara & Pennetta, 1998).

Le cose non migliorarono nei secoli successivi se Sidonio Apollinare nel suo panegirico a Maiorano scritto nel 458 d.C. così si esprime a proposito della Catena Appenninica: *“Ogni tua selva finisce in mare e sei stata a tal punto e per tanto tempo disboscata su entrambi i versanti da far fluirenon meno tronchi d'albero che gocce d'acqua”*.

Il Medioevo segnò, almeno in parte, una rivincita della Natura che si riappropriò di molte aree abbandonate. Il geografo arabo Edrisi, che visitò l'Italia meridionale nell'XI sec., rimase fortemente meravigliato dalla grande estensione dei boschi pugliesi. Tra il Basso Medioevo e l'Età Moderna l'affermarsi del latifondo, favorito anche dalle continue invasioni (Longobardi, Bizantini, Arabi, Normanni, Aragonesi, Francesi, ecc.), portò all'estendersi delle monoculture ed al conseguente disboscamento selvaggio per il recupero di nuove terre. Questa situazione, insieme di abbandono e di aggressione del territorio, certamente non giovò alla stabilità delle pendici appenniniche, che proprio in questo periodo furono interessate da grandi movimenti di massa.

Lo stato di disagio ambientale subì una netta inversione (almeno in Puglia e nella vicina Basilicata) nel corso del XVII secolo. In questo periodo sorsero le prime grandi masserie fortificate che, grazie anche all'adozione di particolari regolamenti locali (“Statuti”), consentirono una certa riutilizzazione di aree ormai incolte ed una parziale tutela delle superfici boschive. Tra alti e bassi la tendenza generale, tuttavia, non fu invertita anche a causa del peggioramento climatico che investì l'Europa fino ai primi decenni dell'Ottocento (si rammenti la cosiddetta *piccola età glaciale*). Ma quando migliorò il clima arrivò l'Unità d'Italia, che rappresentò per il Mezzogiorno un evento a dir poco funesto.

Vuoi per il basso costo del legname, di cui volentieri i latifondisti meridionali si liberavano per recuperare nuove terre, vuoi per la lotta al brigantaggio, vuoi per le necessità della neonata Italia, aspirante potenza europea, che doveva dotarsi di una adeguata flotta e di una estesa rete ferroviaria, all'abbattimento sistematico dei boschi si alternava in quegli anni soltanto l'incendio doloso per stanare i latitanti.

Con la fine della II guerra mondiale si assiste ad una decisa evoluzione e rapida trasformazione dell'economia meridionale, per cui l'azione dell'uomo, intesa come modifica geomorfologica del territorio, diviene più diretta e consistente e ciò in relazione ad interventi di bonifica, alla realizzazione di opere infrastrutturali ed alla crescente urbanizzazione. Benché nel contempo non manchino pericolosi errori e gravi omissioni, un sano e ragionato atteggiamento ambientalista sembra aver posto radici definitive nella coscienza della nostra società.

Per concludere, si dirà ancora che nel tempo il termine Puglia ha assunto significati diversi. Dall'originario *a pluvia*, terra *senza pioggia*, più di recente *puglia* è diventato sinonimo di *terra piatta*, soprattutto per abruzzesi, molisani ed irpini, che per secoli nella stagione invernale sono scesi verso il piano per accompagnare i propri armenti. Queste condizioni di partenza, considerato anche il potente substrato calcareo dell'intera regione, sembrano escludere quasi a priori la possibilità di dissesti. A ciò si aggiunga che le uniche aree veramente instabili (i Monti della Daunia) sono state a lungo dimenticate e poste virtualmente fuori dal contesto regionale. Ciò anche per il fatto che queste contrade sono in parte abitate dai primi extracomunitari *ante litteram*: le masse di profughi albanesi delle guerre condotte dall'eroe nazionale Giorgio Castriota Skanderberg contro i Turchi (1444-67) sono qui da secoli confinate.

21.2 Fasi di lavoro

Come specificato nell'Accordo di Programma, le norme per il completamento del censimento dei fenomeni franosi in Puglia, hanno fatto riferimento alle linee guida riportate nei 5 allegati tecnici forniti dall'APAT a corredo del Piano Operativo di Lavoro (P.O.L.).

In considerazione delle caratteristiche morfologiche e geologiche del territorio pugliese, che in gran parte è costituito da una vasta e poco accidentata piattaforma carbonatica, si ribadisce che con il termine di frana si è inteso *“ogni fenomeno di distacco e discesa di masse di roccia o di terreno sotto l'effetto della gravità”*. Nel censimento sono stati inclusi quindi anche i fenomeni di cedimento e crollo lungo le falesie dei paraggi costieri garganici e salentini.

Le fasi attraverso le quali si è sviluppato il lavoro di integrazione ed aggiornamento sono state, schematicamente, le seguenti:

- 1) la prima fase è stata costituita da quattro diversi momenti:
 - revisione dei dati storici e d'archivio già raccolti nella prima fase attraverso la bibliografia scientifica di settore e con l'ausilio di tutte le strutture pubbliche aventi competenze territoriali (regione, province, comuni, comunità montane, consorzi di bonifica, consorzi fra comuni, autorità di bacino, ecc.);
 - collezione di nuovi dati estendendo le indagini a piccole biblioteche comunali, a biblioteche ecclesiastiche (monasteri, conventi, ecc.) e private;
 - riproduzione cartografica in scala 1:25.000 di tutte le informazioni raccolte;
 - redazione delle informazioni selezionate;
- 2) la seconda fase ha compreso tre tempi, vale a dire:
 - verifica dell'attendibilità dei dati (in relazione alle differenti fonti) ed analisi della loro reciproca compatibilità ed omogeneità;
 - integrazione del lavoro svolto con l'esame aerofotogrammetrico del territorio regionale e con frequenti controlli diretti sul terreno. Va detto che sono state riguardate più serie di foto aeree scattate in anni diversi;
 - controlli finali incrociati dei dati tra operatori diversi;
- 3) la terza ed ultima fase è stata rappresentata soprattutto (ma non solo) dalla informatizzazione dei dati; essa ha incluso 4 diverse sub-fasi riguardanti:
 - i dati cartografici;
 - i dati alfanumerici;
 - i dati iconografici;
 - l'editing di tutto il materiale intermedio e finale elaborato (files, plottaggi, relazioni semestrali, cd-rom, ecc.).

I lavori sono durati più del preventivato (scadenza dicembre 2005) al fine di includere nel censimento anche gli eventi successivi a tale data, legati all'inverno 2005-2006, che come i tre inverni precedenti è stato particolarmente piovoso e costellato da diffusi episodi di dissesto.

21.3 Basi topografiche ed ortofoto

In mancanza di una copertura cartografica regionale aggiornata degna di tale nome, la perimetrazione delle aree franose è stata effettuata sulla vecchia base cartografica IGM in scala 1:25.000 e con l'utilizzo della simbologia pubblicata nei quaderni del S.G.N. Ove disponibile è stata adoperata altra cartografia (l'incompleta Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000, le Carte Topografiche Comunali disponibili, che solitamente sono in scala 1:2.000, ecc.).

Solo di recente, per l'attuazione del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico, stralcio del Piano di Bacino Regionale), è stata eseguita la trascrizione dei dati cartografici su ortofoto messe a disposizione dal Ministero dell'Ambiente (Progetto Po.Di.S.).

L'informatizzazione è avvenuta per la parte alfanumerica con l'ausilio del software DB-Frane 2000 fornito da SGN e per la parte cartografica con il programma ArcView®.

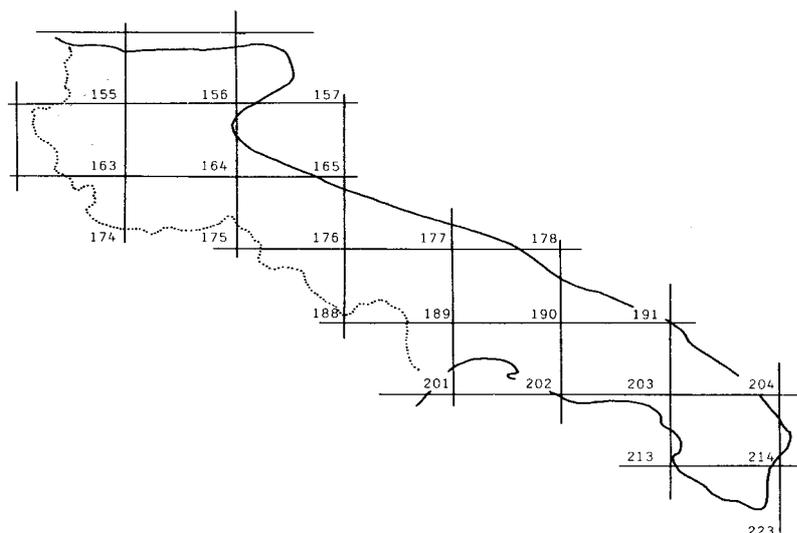


Figura 21.1 Il territorio regionale secondo il quadro d'unione dei fogli alla scala 1:100.000 della Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare di Firenze.

Legenda: 155 San Severo; 156 San Marco in Lamis; 157 Monte Sant'Angelo; 163 Lucera; 164 Foggia; 165 Trinitapoli; 174 Ariano Irpino; 175 Cerignola; 176 Barletta; 177 Bari; 178 Mola di Bari; 188 Gravina in Puglia; 189 Altamura; 190 Monopoli; 191 Ostuni; 201 Matera; 202 Taranto; 203 Brindisi; 204 Lecce; 213 Maruggio; 214 Gallipoli; 215 Otranto; 223 Santa Maria di Leuca.

21.4 Studi e censimenti precedenti

I documenti pregressi a disposizione dei ricercatori del gruppo di lavoro regionale del Progetto IFFI sono stati ben poca cosa. I motivi di questa estrema penuria di informazioni sono sostanzialmente due:

- 1) esiste da tempo anche in campo nazionale (o almeno è esistita) la convinzione che la regione pugliese fosse quasi del tutto immune da fenomeni di dissesto per frana, tanto che non si è mai sentito il bisogno di costituire, come in tutte le altre regioni, un Servizio Geologico. Va aggiunto, inoltre, che la figura professionale del geologo non compare neppure nella pianta organica dei funzionari della Regione Puglia.
- 2) esiste, sicuramente per molte valide motivazioni, un ritardo cronico nell'attuazione della intera pianificazione territoriale regionale. Le ragioni di tale situazione vanno indietro nel tempo e sono piuttosto complesse, tanto che non appare il caso di menzionarle.

Ciò premesso si dirà brevemente delle fonti utilizzate per la compilazione delle schede IFFI.

- Progetto AVI: sono state utilizzate le informazioni sul sito del GNDCI (<http://avi.gndci.cnr.it/>). Il progetto riporta complessivamente 348 eventi.
- Progetto CARG: dati non disponibili durante la realizzazione del Progetto IFFI.
- Progetto SCAI: la Puglia non è compresa fra le 8 regioni interessate dal progetto.
- PAI: presentato dall'Autorità di Bacino della Puglia nel mese di dicembre 2004 si è avvalso dei dati raccolti dal Progetto IFFI.
- PUTT: il Piano Urbanistico Territoriale Tematico, benché approvato nel 2001, ha contenuti geologici non aggiornati.
- PTCP: non ancora adottati dalle province pugliesi.
- Altri piani: la regione Puglia è ancora priva dei principali e più comuni strumenti di pianificazione. Si può fare una qualche eccezione per i PRG, che purtroppo in molti casi sono privi di Relazione e Indagini geologiche.

21.5 Inquadramento geologico regionale

All'estremità sud-orientale d'Italia, la Puglia con il suo paesaggio piatto, uniforme ed a luoghi brullo, può apparire ad un osservatore poco attento priva dei tanti fenomeni di dissesto che

caratterizzano buona parte della Penisola. La regione sviluppa ben 865 km di coste, quanti non può vantare nessuna altra regione dell'Italia continentale, e 432 km di confine terrestre. Il torrente Saccione ed il fiume Fortore la separano dal Molise, l'Appennino dauno dalla Campania; più incerto è il limite con la Basilicata, che si affaccia ad Ovest dell'Altopiano delle Murge.

Il territorio pugliese, come si è visto è distribuito su 21 fogli topografici 1:100.000 dell'IGMI (Figura 21.1). Nella regione, peraltro, si individuano almeno cinque subregioni naturali: il Subappennino dauno, il Tavoliere, il Gargano, le Murge, il Salento, ognuna delle quali possiede peculiari caratteri geomorfologici (Figura 21.2).

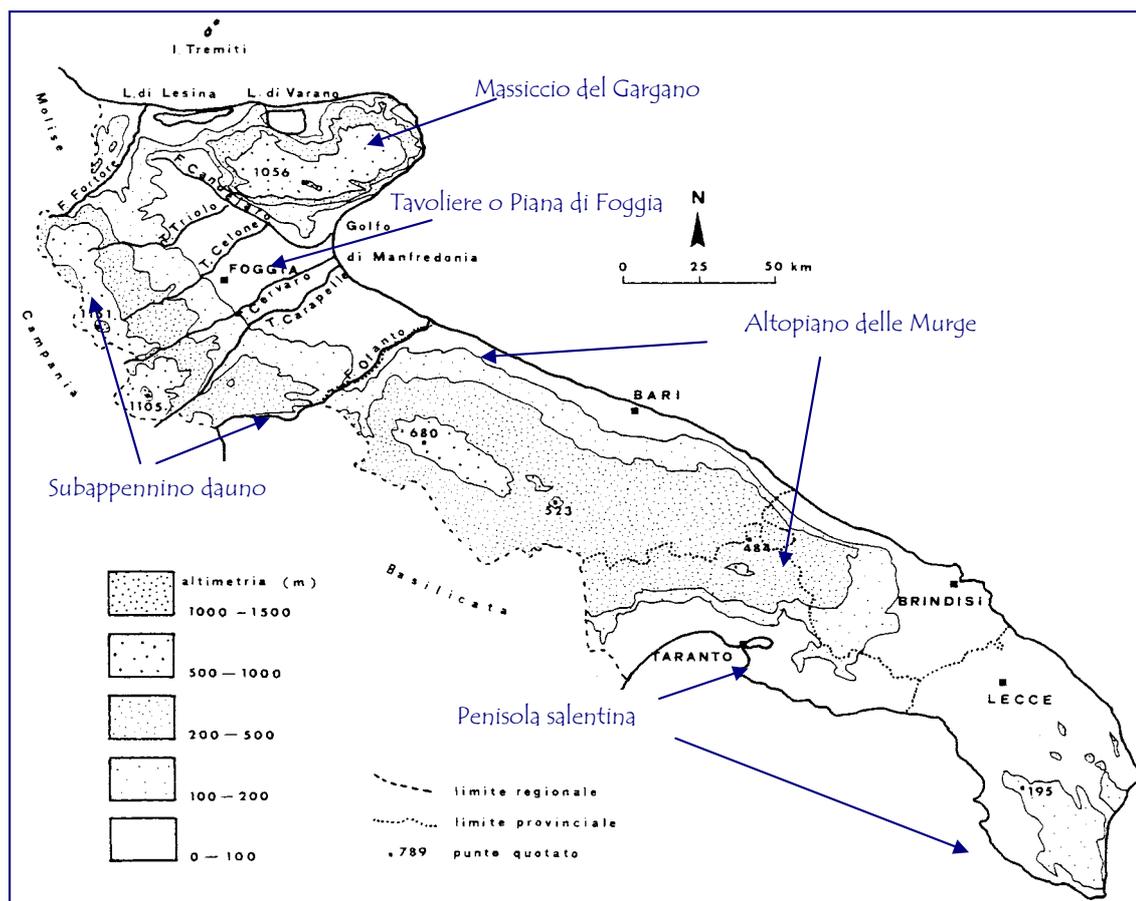


Figura 21.2 Subregioni geografiche ed energia del rilievo in Puglia.

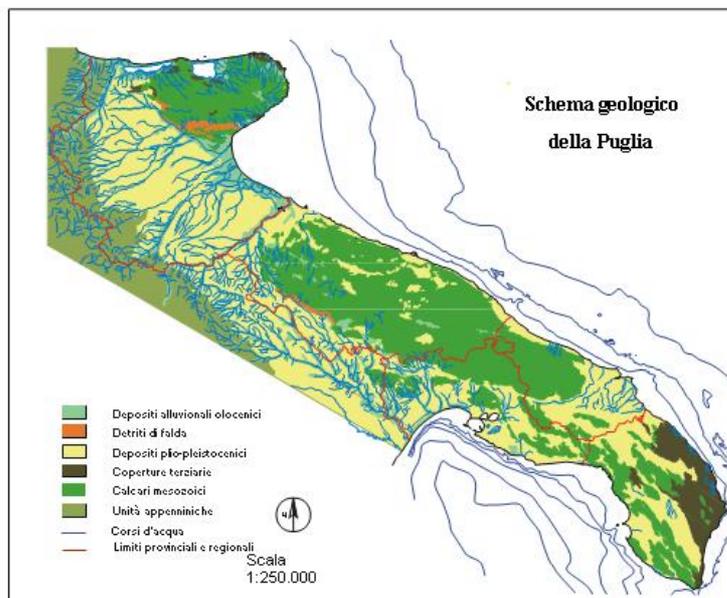


Figura 21.3 Schema geologico della Puglia.

21.5.1 Il Gargano

Quest'area è rappresentata da un tozzo ed imponente massiccio, che, emergendo bruscamente dal mare, con poche balze tocca i 1056 m (M.te Calvo).

Geologicamente questo promontorio è la parte più settentrionale e più sollevata dell'avampaese. Separato dal resto dell'originaria piattaforma apula da potenti faglie, tuttora attive, è formato da termini evaporitici non affioranti, attribuiti al Carnico, da dolomie e calcari giurassico-cretacei di piattaforma variamente associati a calcari di scogliera. Le coperture terrigene d'età successiva sono di tipo organogeno-calcarenitico con caratteri tipicamente locali.

Il Massiccio presenta da O verso E tre differenti tipi di terreni calcarei. Il margine occidentale fra Sannicandro Garganico e Coppa Guardiola è costituito da calcari oolitici e calcari bioclastici che si ritiene rappresentino un prodotto di retroscogliera: si ricordano la *Formazione di Sannicandro*, i *Calcarei di Rignano Garganico*, la *Formazione di M.te La Serra*, i *Calcarei di M.te Quadrone*, i *Calcarei di S. Giovanni Rotondo*, i *Calcarei di M.te Spigno* ed infine i *Calcarei oolitici di Coppa Guardiola*. L'età di questi terreni è compresa tra il Malm ed il Cretaceo inferiore.

In trasgressione su queste formazioni se ne rinvengono altre di età fino al Cretaceo superiore: *Calcarei di M.te Acuto*, *Calcarei organogeni di M.te Sant'Angelo*, *Calcarei di Casa Lauriola*. Le formazioni mesozoiche contraddistinte da una facies di scogliera affiorano invece nella parte mediana del Massiccio, più precisamente esse sono ubicabili secondo una linea diretta da NO a SE tra il lago di Varano, la Foresta Umbra e la costa a S di Mattinatella. Fanno parte di questo secondo gruppo di terreni i *Calcarei organogeni di M.te Sacro*, i *Calcarei di M.te Pizzuto*, la *Formazione di Carpino*. L'età più probabile è, anche in questo caso, compresa fra il Giura superiore ed il Cretaceo inferiore.



Figura 21.4 Frana da crollo nella falesia presso Mattinata (foto U. Guerra).

La parte terminale del promontorio è formata da calcari clastici di tipo organogeno, da dolomie calcaree e da calcareniti. La facies sembra essere quella di termini di passaggio verso terreni tipicamente di avanscogliera; essi in effetti risultano eteropici con i calcari di scogliera innanzi citati. La *Formazione di Rodi Garganico*, la *Formazione di Cagnano Varano*, i *Calcari dolomitici di M. Jacotenente*, i *Calcari di Mattinata* hanno in comune la presenza di liste e noduli di selce. La loro età va dal Giura superiore al Cretaceo superiore.

Per quel che concerne gli spessori si può dire che in affioramento se ne possono apprezzare fino a circa un migliaio di metri e non meno di un centinaio per ciascun corpo. Dati di perforazione consentono tuttavia di affermare che la potenza complessiva (perlomeno di alcune formazioni) è non inferiore a 4.000-5.000 m.

Ai terreni giurassico-cretacei sono sovrapposte in trasgressione, soprattutto nelle aree marginali, formazioni di età paleogenica variamente estese: calcari a coralli e calcareniti a macroforaminiferi *Calcari a nummuliti di Peschici*, il cui spessore raggiunge i 400 metri.

Il Neogene è rappresentato lungo i versanti settentrionali del Monte da sedimenti trasgressivi di età tortoniana. Va fatto notare che in alcune cave nei dintorni di Apricena sono stati ritrovati in livelli di terre rosse, poste alla base dei depositi miocenici, abbondanti resti di vertebrati (piccoli mammiferi, uccelli e rettili) riferiti al Vallesiano-Turoliano. Infine, muovendo a S verso il Tavoliere si incontra la parte basale della successione bradanica trasgressiva sui terreni calcarei: la *Calcarenite di Gravina* passante in alto alle *Argille subappennine*.

Le faglie del sistema NE-SO, che interessano la parte settentrionale del Gargano, sono di tipo diretto e mostrano estensione e modesti rigetti. Rientra in questo gruppo, pur rappresentando un'eccezione, la trascorrente sinistra che passa nei pressi di Sannicandro Garganico e di Apricena con cospicuo rigetto verticale (Guerricchio, 1986). Le faglie a direzione O-E appaiono più importanti di quelle della categoria precedente. Esse coinvolgono soprattutto il Gargano centro-meridionale. La più nota è la faglia che attraversa la Valle Carbonara, conosciuta anche come "faglia di Mattinata", essendo il *trait d'union* tra San Marco in Lamis e la stessa Mattinata. Si tratta di una struttura prevalentemente trascorrente, con spostamenti sia verticali che orizzontali rispettivamente dell'ordine di qualche centinaio di metri e di qualche chilometro. Parimenti importante è la faglia che corre tra Rignano Garganico e Manfredonia,

separando con una scarpata di qualche centinaio di metri il top del Gargano con la subpianeggiante superficie pedegarganica.

Per quanto riguarda le faglie con direzione NO-SE, si può dire che pur essendo le più diffuse, sono quelle con rigetti minori, eccezion fatta per la faglia del Candelaro, che delimita il bordo sud-occidentale e sulla quale si è impiantato il fiume.

21.5.2 *Il Tavoliere*

I terreni che caratterizzano questa vasta pianura sono costituiti in gran prevalenza da sedimenti clastici di età plio-quadernaria appartenenti al ciclo della Fossa bradanica, di cui il Tavoliere rappresenta la principale ramificazione verso N-E. Questi terreni sono trasgressivi sui calcari della piattaforma carbonatica apula, sui flysch arenaceo-calcarei e sulle argille policrome dell'Appennino.

In particolare, i depositi dell'Avanfossa bradanica sono rappresentati, a partire dal basso, da biocalcareni basali riferite nell'area ofantina al Pliocene medio-superiore e, sul bordo bradanico, al Pleistocene inferiore; da argille subappennine, marnose localmente sabbiose del Pleistocene inferiore; da sabbie calcaree, giallastre, in strati a luoghi cementati e a laminazione da piano parallela ad incrociata d'età infrapleistocenica; da conglomerati di chiusura, poligenici, alternati ad orizzonti sabbiosi fluvio-marini e continentali, riferibili in letteratura al Siciliano.

La chiusura del ciclo bradanico, legata a fasi di sollevamento appenninico, ha fatto emergere dal mare la futura piana cominciando da occidente.

A partire dal Pleistocene medio, periodi di stasi nel sollevamento, in combinazione con effetti glacioeustatici, hanno portato all'incisione-abrasione dei depositi bradanici e alla formazione di una serie di terrazzi marini sabbioso-conglomeratici, digradanti verso mare e raccordati ad altrettanti terrazzi fluviali della stessa natura.

21.5.3 *Il Subappennino dauno*

La parte di Catena appenninica, rappresentata in Puglia dal Subappennino dauno, è costituita da successioni terziarie di sedimenti argilloso-marnoso-arenacei con carattere di flysch. Si possono distinguere, in base alla prevalenza di particolari caratteri litologici e tettonici, almeno due diverse successioni stratigrafiche.

Nella fascia occidentale è stata individuata una successione arenaceo-marnosa che poggia in pseudotrasgressione sulle unità lagonegresi (*sensu* Ogniben, 1969). Nella fascia orientale esiste continuità di sedimentazione tra i terreni lagonegresi ed i sovrastanti termini calcareo-marnosi del bacino irpino.

Sommariamente si può affermare che nella serie occidentale i terreni lagonegresi, che, giova ricordare, sono i più antichi fra quelli affioranti, sono costituiti dalle *Argille varicolori* che in alto passano per alternanza al *Flysch numidico*. Su questi termini giacciono in pseudotrasgressione terreni generati nel bacino irpino, rappresentati dalle arenarie arcosiche del *Flysch di S. Bartolomeo* e dalle sovrastanti *Marne argillose di Toppo Capuana*.

Nel dettaglio, le *Argille varicolori* sono costituite da argilliti e marne di colore rossastro, ma in subordinate anche verde e grigio, cui si intercalano diaspri, calcareniti e calciruditi. Lo spessore della formazione, che ha un'età oligocenico-aquitaniense, si aggira sui 200-300 m. Il successivo *Flysch numidico* è qui costituito da strati o piccoli banchi di ortoquartziti con sottili intercalazioni pelitiche e di calcari pulverulenti. Lo spessore non supera i 50 m e l'età è burdigaliano-langhiana. In pseudotrasgressione sulle *Argille varicolori* e sul *Flysch numidico* poggiano arenarie, spesse 400 m circa, costituite da strati e banchi di arcose con intercalazioni pelitiche, attribuibili al *Flysch di S. Bartolomeo*, di età serravalliana. Al tetto di quest'ultimo corpo litoide si rinviene la formazione tortoniana delle *Marne argillose del Toppo Capuana*, la cui composizione litologica prevalente è data da marne argillose con rare e sottili intercalazioni arenacee ed il cui spessore si aggira intorno ai 300 m circa.



Figura 21.5 Movimenti superficiali lenti tipo soil creep nell'agro di Troia sulle prime propaggini del Subappennino Dauno.

Nel settore orientale la serie dei terreni è rappresentata da termini lagonegresi che passano in alto, in continuità di sedimentazione, alle facies più esterne del bacino irpino.

Anche in questo caso le *Argille varicolori* rappresentano i termini più antichi. Su questi poggiano il *Flysch di Faeto* in facies calcareo-marnosa e, più in alto, le *Marne argillose di Toppo Capuana*.

La successione in definitiva vede dall'alto le formazioni delle *Marne di Toppo Capuana*, del *Flysch di Faeto* e del *Complesso delle Argille varicolori*. Quest'ultimo termine presenta, nondimeno, una facies abbastanza diversa da quella predominante nel settore occidentale: sono infatti presenti, soprattutto nella parte superiore della formazione, un centinaio e più di metri di argille bentonitiche, a cui si intercalano argille, argilliti e biocalcareni, e che continuano in alto, per alternanze, con le facies calcareo-marnose irpine esterne (*Flysch di Faeto* e *Marne argillose del Toppo Capuana*).

Il *Flysch di Faeto* è rappresentato da un'alternanza di calcareniti, calcari marnosi e calciruditi con intercalazioni pelitiche. Lo spessore della formazione si aggira intorno ai 600 m e l'età è compresa tra il Langhiano superiore e il Serravalliano. Le *Marne di Toppo Capuana*, invece, hanno caratteri identici a quelli già descritti per la successione occidentale.

Il Subappennino dauno, a cui solo le fasi tettoniche plio-pleistoceniche hanno conferito una configurazione prossima all'attuale, vede separati dalla linea tettonica Carlantino - Volturara Appula, diretta da N-NO a S-SE, i sedimenti più interni della Catena (unità irpine pseudotrasgressive su unità lagonegresi) e quelli della fascia orientale più continui negli episodi di sedimentazione. Nel corso dell'ultimo periodo dell'orogenesi appenninica (fase tettonica messiniana) si individuò l'avanfossa adriatica meridionale, sede di un'attiva sedimentazione terrigena dal Pliocene a tutto il Pleistocene. Tuttavia, a causa delle fasi deformative medio-tardoplioceniche, nel margine interno dell'avanfossa si è determinato un ulteriore accavallamento tettonico di unità appenniniche sui depositi infrapliocenici. Si è verificata cioè la migrazione verso E sia del fronte attivo compressivo, sia del bacino della zona bradanica. L'attività tardo-postpliocenica è consistita dapprima in una marcata subsidenza, poi, a partire dal Siciliano, in un graduale sollevamento.

21.5.4 L'Altopiano delle Murge ed il bordo bradanico

La parte centrale ed orientale della regione è costituita da uno fra i più estesi blocchi emersi della piattaforma apula. Essa mostra in affioramento calcari e calcari dolomitici cretaci scriveribili a due formazioni.

Nei quadranti di NO affiora il *Calcarea di Bari* che con circa 2.000 m di potenza copre quasi l'intero Cretaceo, essendogli stata attribuita un'età compresa fra il Neocomiano superiore e il Turoniano inferiore. Nelle Murge di SE su questo corpo si rinviene in trasgressione il *Calcarea di Altamura*: il suo spessore stimato è di poco superiore ai 1.000 m; la sua età è senoniano-maastrichtiana. La trasgressione è marcata da orizzonti bauxitici ben evidenti soprattutto fra Spinazzola e Minervino. Lungo il margine murgiano occidentale su queste due formazioni poggiano calcareniti ed argille di età plio-pleistocenica in parte corrispondenti a termini della serie murgiana dell'avanfossa. Mancano del tutto sedimenti cenozoici paleogenico-miocenici.

L'Altopiano delle Murge possiede uno stile tettonico che richiama, sia pure in forma attenuata, quello garganico. Anche in questo caso le strutture hanno disposizione appenninica, sono quindi dirette da NO a SE, con la produzione di blocchi variamente sollevati per la concomitante presenza di faglie minori a direzione EO e NE-SO. Le faglie hanno in prevalenza tendenza distensiva con piani di scorrimento prossimi alla verticale.



Figura 21.6 Polignano a Mare e le sue pericolose grotte sul mare.

21.5.5 La Penisola salentina (province di Taranto, Brindisi, Lecce)

L'ossatura della penisola salentina è costituita da una successione, potente oltre 6.000 metri, di strati e banchi di calcari, di calcari dolomitici e di dolomie, formati in ambiente di piattaforma subsidente fra il Giurassico e il Cretaceo superiore.

Alla fine del Cretaceo la regione fu interessata da deformazioni tettoniche disgiuntive di tipo compressivo riconducibili essenzialmente a due sistemi, uno diretto da S a NE, l'altro con andamento «appenninico».

Il primo creò nella zona a Nord dell'allineamento Porto Cesareo (sullo Jonio) - San Cataldo (sull'Adriatico) il graben che separò di fatto il Salento dalle Murge baresi; il secondo pose le premesse per il successivo sviluppo delle Serre salentine.

Questa tettonica, comunque, provocò l'emersione di estese superfici dell'attuale Salento e disturbò alquanto quelle rimaste sott'acqua. Lungo la costa orientale, ad es., senza lacuna ma pur sempre in discordanza, sui depositi del Secondario si accumularono, fino all'Oligocene, i *Calcari di Castro* (calcari porcellanei e subcristallini). Altri sedimenti riferibili all'Oligocene sono stati rinvenuti sotto le coperture pleistoceniche nei dintorni di Copertino (calcari a *Strombus* sp.) e a circa duecento metri di profondità nel sottosuolo della città di Lecce (calcari nodulari).

Successivamente anche queste aree emersero. Durante il lungo periodo di affioramento, protrattosi fino al Miocene medio, le superfici furono sottoposte all'aggressione degli agenti atmosferici; questa ebbe come risultato il loro deciso rimodellamento e l'accumulo nelle aree depresse di significativi spessori (oltre venti metri in alcuni punti) di prodotti residuali, essenzialmente «terre rosse» bauxitiche. Ormai nel Langhiano un nuovo abbassamento riportò in ambiente marino gran parte della penisola: si deposero così le calcareniti e le calcareniti

marnose della *Pietra Leccese* (Langhiano-Messiniano) e delle *Calcareniti di Andrano* (Serravalliano-Tortoniano), a luoghi in probabile parziale eteropia.

Sedimenti del Miocene superiore (Tortoniano-Messiniano), fors'anche eteropici con la parte più alta della stessa Pietra Leccese, son presenti anche fra Otranto, Capo d'Otranto e Castro, sotto forma di calcari ad anellidi e piccoli gasteropodi.

Dell'episodio sedimentario miocenico non sono state finora riconosciute tracce nella regione a SO dell'allineamento Leuca-Taurisano-Galatone-S. Maria al Bagno; ciò può far ritenere che questa parte della penisola sia rimasta emersa anche in questo periodo, pur se non può escludersi che successivi fenomeni erosivi ne abbiano asportato diffusamente i depositi.

Probabilmente durante il Messiniano e il Pliocene inferiore movimenti tettonici intensi, realizzatisi in prevalenza mediante la riattivazione delle faglie tardo-cretacee, sollevarono e dislocarono i sedimenti miocenici. Questa fase tettonica disarticolò e frammentò la regione dando luogo a una serie di dorsali asimmetriche, allungate mediamente da NNO a SSE, separate da stretti e a luoghi anche relativamente, profondi corridoi.



Figura 21.7 Due momenti ad un anno di distanza di un fenomeno di toppling in località S. Andrea (scoglio 'mbrufico) (Foto F. Forte).

21.6 Morfologia e lineamenti geomorfologici regionali

21.6.1 Cenni sul clima

La Puglia gode di un clima mite individuato da sigle del gruppo *C1 B'2 d'* secondo la classificazione di Thornthwaite & Mather (1957). Un clima simile lo si rinviene lungo le coste meridionali ed orientali del bacino del Mediterraneo (Sicilia, Sardegna, Italia peninsulare in genere, nonché Algeria, Libia, Grecia, buona parte dell'Anatolia, del Libano e della fascia costiera della Palestina). Nel mondo il clima pugliese è paragonabile a quello della costa californiana, a quello della fascia costiera del Cile centro-settentrionale, all'Australia sud-occidentale ed alla regione sudafricana di Capetown. In definitiva si tratta di una clima temperato marittimo ad estate secca e precipitazioni concentrate in autunno e sul finire dell'inverno.

Le precipitazioni medie annue mostrano gradienti orizzontali piuttosto elevati in prossimità dei rilievi montuosi, nelle altre zone le isoiete tendono a diradarsi sensibilmente. I valori oscillano

tra i 600 mm della fascia costiera e i 1.240 mm della sommità del promontorio (stazione di Bosco Umbra). La stessa cosa avviene, anche se in maniera difforme e con valori più modesti, nel Subappennino dauno. I valori minimi assoluti si registrano nei dintorni di Margherita di Savoia e Zapponeta con 350 mm. Il numero medio dei giorni piovosi annui oscilla tra 55 (Penisola Salentina) e 102 gg (Bosco Umbra sul Gargano), con densità medie di pioggia di circa 10 mm/gp.

Anche l'andamento delle temperature è piuttosto regolare con il minimo (quasi sempre al di sopra degli 0°C) nell'inverno e con un massimo medio estivo di poco inferiore ai 35 °C. Va ancora detto che le tendenze evolutive delle precipitazioni e delle temperature si muovono in direzioni opposte. Mentre si assiste ad un lento ma costante riscaldamento dell'intero pianeta principalmente a causa dell'effetto-serra, le piogge complessivamente sono in persistente diminuzione.

Lo studio dei caratteri del clima è compendiato nella mappa delle aree climatologicamente omogenee della regione pugliese. Questo lavoro può tornare utile in una seconda fase degli studi per la previsione e prevenzione dei fenomeni franosi valutandone le cause. L'elaborazione della mappa è avvenuta analizzando i valori medi di 9 parametri: la temperatura minima (T min), quella media (T med), quella massima (T max), il numero di giorni piovosi (gp), le precipitazioni medie annue (P), l'evapotraspirazione potenziale (Ep), quella reale (Er) il surplus idrico invernale (Sp), il deficit idrico estivo (Df).

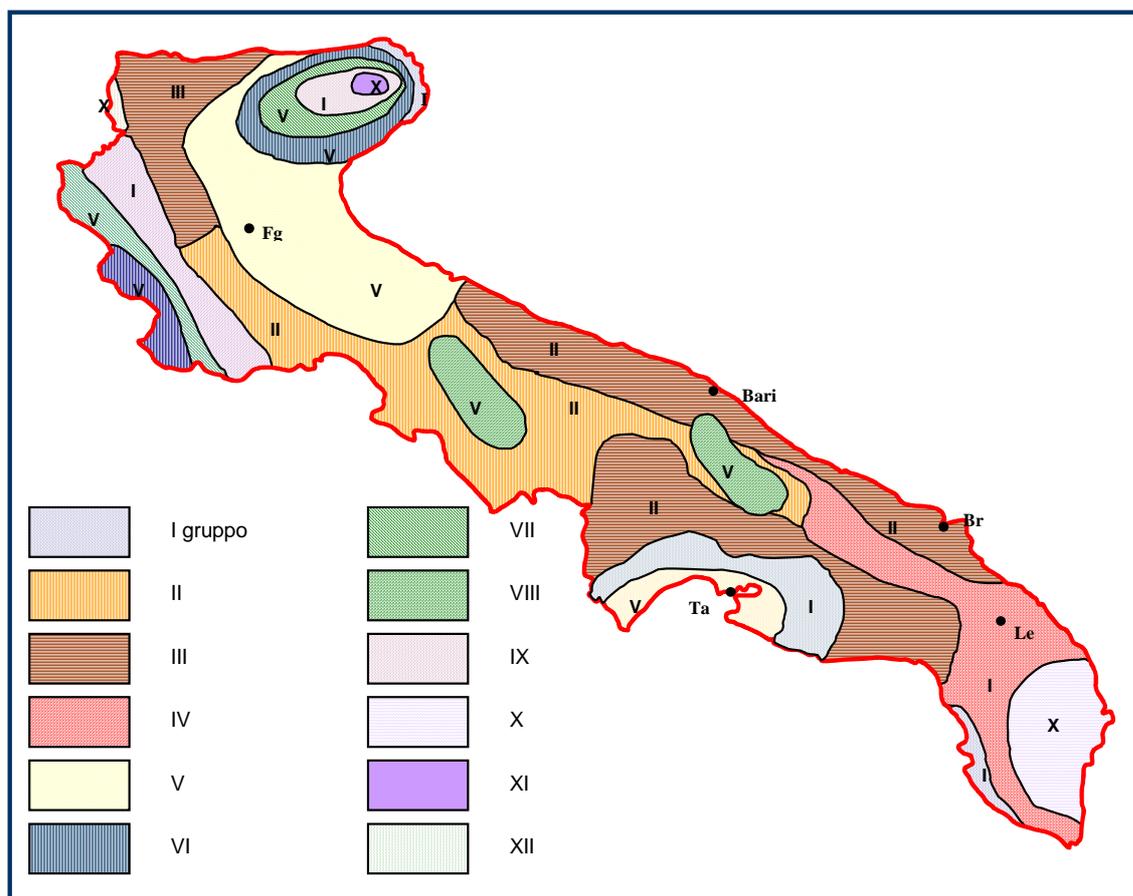


Figura 21.8 Aree climatologicamente omogenee della regione pugliese.

Infine per quanto concerne le piogge brevi ed intense, quelle che in genere sono alla base del dissesto idrogeologico alla pari delle piogge lente ma molto prolungate, si può dire che esiste una sorta di distribuzione stagionale. Le torride estati pugliesi sono sovente interrotte da violenti e rovinosi acquazzoni, mentre le giornate invernali sono contraddistinte da piogge leggere estese su più giorni consecutivi. Il risultato, sovente, è lo stesso. I terreni spaccati dai

lunghi periodi di siccità tipici della regione, spesso privi, proprio per la carenza d'acqua, di una compatta protezione vegetale, sono soggetti all'incalzare del dissesto. Recenti studi dimostrano che nel corso dell'estate possono cadere in 30 minuti fino a 20 mm di pioggia, mentre in inverno le piogge protratte nel tempo possono apportare fino a 100 mm in 5 gg consecutivi.

Tabella 21.1 Parametri climatici medi della regione pugliese suddivisi in gruppi omogenei.

Gruppo	T min	T med	T max	Gp	P	Ep	Er	Sp	Df
	°C	°C	°C	n	mm	mm	mm	mm	mm
I	8,9	17,3	26,6	59	567	907	552	114	454
II	6,6	15,3	24,6	69	614	806	601	124	327
III	7,8	16,1	25,2	66	605	845	585	136	376
IV	8,5	16,5	25,4	63	659	863	616	213	403
V	7,3	15,9	25,4	63	499	841	525	58	392
VI	3,6	12,3	21,3	92	827	691	735	320	184
VII	4,2	12,9	22,3	87	849	726	749	365	197
VIII	6,1	14,0	22,9	71	699	754	653	204	260
IX	6,0	14,6	24,1	87	798	788	686	277	266
X	8,7	16,5	25,5	65	834	859	694	347	372
XI	1,9	11,1	20,5	113	1079	665	811	560	146
XII	2,7	11,5	20,7	103	1269	682	823	692	104

21.6.2 Geomorfologia del Massiccio del Gargano

Sul Promontorio coabitano ben cinque sub-distretti geomorfologici contraddistinti da differenze a luoghi assai marcate. Si possono distinguere:

- 1) il grande altopiano carsico centrale, ricco di forme epigee di notevoli dimensioni e di campi disseminati da piccole conche carsiche;
- 2) la regione dei terrazzi meridionali, d'origine tettonica, raccordati da scarpate assai ripide in gran parte obliterate da materiale detritico prodotto da fenomeni di degradazione dei versanti;
- 3) la regione dei terrazzi nord-occidentali; si tratta di ripiani bordati da scarpate meno ripide di quelle presenti sul versante meridionale; le forme sono parzialmente rimodellate da numerosi piccoli corsi d'acqua che scendono verso il mare ed i laghi;
- 4) il versante orientale fortemente rimodellato dai torrenti. Benché il substrato sia calcareo come in quasi tutto il Promontorio, quest'area, essendo molto più integra, non è dotata di una permeabilità in grande per fessurazione come le altre zone garganiche. I torrenti formano un ampio reticolo divergente, che si anima in occasione di piogge particolarmente intense;
- 5) un lembo del Tavoliere ascrivibile al dominio garganico, essendo separato dal Tavoliere vero e proprio da una profonda linea di faglia.

Come si è accennato, questa è la parte più settentrionale e più sollevata dell'Avampese apulo, di età prevalentemente cretacea, evidenziatasi come unità strutturale soprattutto con le fasi orogenetiche tardo mioceniche, separata dal resto della originaria piattaforma apula da potenti faglie tuttora attive e costituita da termini evaporitici non affioranti, attribuiti al Carnico, da dolomie e calcari giurassico cretacei di piattaforma variamente associati a calcari di scogliera. Le coperture terrigene di età successiva sono di tipo organogeno-calcarenitico con caratteri tipicamente locali.

L'influenza della tettonica sulla morfologia appare evidente su tutto il promontorio garganico. Esso corrisponde ad un *horst* allungato in direzione E-O, i cui principali allineamenti di faglie sono raggruppabili in tre distinti sistemi orientati E-O, NO-SE e NE-SO. Quasi tutte le dislocazioni sono caratterizzate da piani subverticali. Il Massiccio è tutto un susseguirsi di rilievi e di depressioni corrispondenti rispettivamente a blocchi sollevati alternati ad altri ribassati. Esempi di depressioni tettoniche sono il Pantano di S.Egidio, che può essere considerato un *polje*, e più ad E la Valle Carbonara allungata all'incirca da O ad E con versanti abbastanza

ripidi e un fondo piatto ricolmo di terra rossa. Sono molto diffusi, del resto, su questa parte sommitale, i fenomeni carsici rappresentati in prevalenza da doline di varia forma e dimensione.

La superficie sommitale, debolmente inclinata verso NordOvest, si estende fra i 900 ed i 500 metri s.l.m.; da questa superficie si elevano alcuni rilievi isolati, che possono raggiungere i 1.000 metri, come ad esempio il M. Calvo. Detta superficie sembra essersi prodotta nel corso di un lungo periodo di erosione subaerea, a partire dal Cretaceo superiore (Boenzi & Caldara, 1999), sotto condizioni climatiche di tipo subtropicale (Boenzi e Caldara, 1991; Caldara e Palmentola, 1991; Boenzi, Caldara & Pennetta, 1998). In effetti, che l'area garganica abbia potuto attraversare durante il Miocene superiore una fase climatica con le suddette caratteristiche, viene suggerito dalla presenza, in depositi continentali, rappresentati da terre rosse, di faune a vertebrati tipiche di climi subtropicali (Freudenthal, 1976).

Le forme carsiche più comuni sono le doline. Queste sono particolarmente diffuse, per cause litologiche, soprattutto nelle aree centrale ed occidentale del Gargano, ed, in particolare, interessano la superficie sommitale ed i ripiani più elevati, concentrandosi al di sopra dei 600 metri. Si tratta di cavità, in genere di piccole dimensioni, a contorno subcircolare e a forma di scodella con fondo riempito da terre rosse. Frequenze di ben 105 doline/km² sono raggiunte nella zona di Montenero. Le doline di grandi dimensioni sono rare. L'unica, che merita di essere menzionata, è la dolina "Pozzatina", posta a Sud di Sannicandro Garganico. La forma, che ha un diametro di 600 metri ed una profondità di 100, si sarebbe originata soprattutto a causa di fenomeni di dissoluzione superficiale (Bissanti, 1966) con successivo crollo dei bordi ed ampliamento a spese di preesistenti e limitrofe cavità ipogee.

Osservando, inoltre, i versanti meridionale ed occidentale del rilievo, si riconosce la presenza di ripiani (almeno due) delimitati verso valle da scarpate di chiara origine tettonica; quello più alto è ubicato sui 500-600 m s.l.m., quello più basso sui 100-150 metri. Le scarpate sono a luoghi incise da brevi e profondi solchi denominati genericamente "valloni". Va aggiunto che il ripiano più elevato, largo fino a 7 km e lungo circa 40 km, si estende dal M.te della Donna alla Coppa D'Apolito ed è interessato da alcune ampie depressioni, tipo polje, occupate fino al secolo scorso da bacini lacustri oggi estinti. Grazie alle loro caratteristiche litologiche, i tratti di N-O del Gargano presentano forme più dolci con rilievi dalla sommità subarrotondata digradanti verso il mare. Per i fini perseguiti dal presente lavoro, la costa del promontorio appare interessante nel paraggio da Peschici a Mattinata, dove si presenta alta, tipo falesia, saltuariamente intervallata da piccole insenature nelle quali non di rado si manifestano fenomeni di crollo.

L'idrografia è poco sviluppata, ad eccezione delle aree nord-orientali dove appare fitta e ramificata. Nel complesso, il reticolo idrografico che solca il rilievo, forse in relazione alle condizioni litologiche, ha un andamento a raggiera. Ciascun corso d'acqua, tuttavia, osservato nei particolari, presenta caratteri morfologici diversi da zona a zona. Infatti, il versante meridionale del Gargano, in particolare quello compreso tra Rignano e Monte Sant'Angelo, è inciso da corsi d'acqua brevi e profondi (ad es. Valle dell'Inferno), mentre i versanti settentrionale e nord-occidentale sono solcati da corsi d'acqua più lunghi e ramificati, alcuni dei quali con caratteri differenti da tratto a tratto. In particolare, la valle superiore può essere ampia e svasata e ciò in relazione al fatto che la testata del corso d'acqua, raggiungendo la superficie sommitale, ha, in alcuni casi, "catturato" una depressione carsica presente sulla superficie stessa. Il tratto intermedio può presentarsi profondamente incassato ed, infine, il tratto inferiore, che scorre sulla stretta piana costiera retrostante al lago di Lesina, può apparire appena inciso e interessato da opere di bonifica. Infine, va notato che il corso d'acqua, che scorre nella valle di San Giovanni e sfocia nel lago di Varano, è profondamente incassato, con pareti alte anche 150 metri. Inoltre, il suo tratto alto è rimontato fin quasi a raggiungere la conca dell'ex lago di S. Egidio (Caldara & Palmentola, 1991).

Una interessante situazione geomorfologica, osservabile sui tratti più elevati dei fianchi delle valli di alcuni corsi d'acqua orientali, è rappresentata dalla presenza di tipiche falde detritiche stratificate, le quali, per i caratteri sedimentari e la forma degli elementi che le compongono, fanno pensare che si tratti di accumuli prodottisi in ambienti freddi riferibili verosimilmente all'ultimo glaciale (Boenzi, 1984). D'altro canto estesi e spessi depositi detritici sabbioso-ciottolosi, denotanti un clima freddo e secco, compaiono diffusamente alla base del versante meridionale del rilievo costituendo specie di vasti *glacis di accumulo*. A luoghi, i sedimenti detritici, che hanno colmato le parti alte delle incisioni, in corrispondenza degli sbocchi su ripiani

più bassi, passano a depositi alluvionali costituendo vaste conoidi singole o coalescenti. In particolare nelle zone di sfocio a mare (ad es. Mattinatella, baia delle Zagare) le estese conoidi alluvionali, prodottesi durante l'ultimo basso livello del mare würmiano, sono attualmente troncate da una ripida falesia.

Le coste gargariche sono prevalentemente di sommersione e presentano stadi di evoluzione diversi. Le coste meridionali alte ed articolate sono contraddistinte da speroni, archi (l'arco di San Felice), faraglioni (ad es. Pizzomunno), e rare e strette pocket beach ciottolose. Le coste settentrionali, più mature, sono caratterizzate da lunghi tratti rettilinei sabbiosi, che hanno sbarrato laghi costieri (laghi di Lesina e di Varano), intervallati da falesie alte ed arretrate. Appariscenti e degne di nota sono le numerose grotte che si aprono lungo la costa. Si tratta di cavità dovute sia all'azione del carsismo, come dimostrano le numerose sorgenti marine presenti nelle stesse, che a processi meteomarinari. In alcuni casi, infatti, si sono prodotti, pur se di ridotte dimensioni, veri e propri *blow-hole* (sfiatatoi). Molte grotte gargariche sono state utilizzate dall'uomo fin dalla preistoria. Come esempio, basti ricordare la grotta Paglicci, con le sue famose successioni paleolitiche, la grotta Scaloria, con il culto neolitico delle acque e la grotta di Manaccore (Baumgartel, 1953), con gli importanti arredi funebri ed armi dell'età del Bronzo.

21.6.3 Geomorfologia del Tavoliere

Dopo la Piana del Po è la più estesa pianura d'Italia con i suoi 4000 km². Si è originata con le fasi regressive quaternarie create dalla compensazione isostatica del sistema Catena-Avanfossa-Avampaese (Ricchetti *et alii*, 1992), cui si sono sovrapposte le oscillazioni glacioeustatiche del livello marino.

Il risultato di questi fenomeni è rappresentato morfologicamente da una serie di terrazzi digradanti verso il Golfo di Manfredonia per i tratti della piana centro-meridionale e verso la Foce del Fortore per la parte settentrionale.

La questione relativa al numero di terrazzi è ancora aperta. Inizialmente Delano Smith (1975) ne ha riconosciuto sei diversi ordini. Più di recente Caldara & Pennetta (1993) hanno individuato ben dodici spianate d'abrasione, di cui otto subaeree, comprese fra le quote 350 e 5 m s.l.m., e quattro sottomarine fra le quote batimetriche -15 e -110 m.

Nel Tavoliere non sono state individuate forme di dissesto per frana. L'unico fenomeno considerevole è rappresentato dalla subsidenza di vaste aree intorno ai centri di Foggia, Cerignola ed Ortanova (dove l'abbassamento del suolo è probabilmente legato agli eccessivi prelievi d'acqua dal sottosuolo) e di Lucera, Ascoli Satriano ed altri minori (dove il processo è innescato dal prelievo di gas e di idrocarburi).

21.6.4 Geomorfologia del Subappennino dauno

Solo le fasi tettoniche plio-pleistoceniche hanno dato al Subappennino dauno una configurazione prossima all'attuale. L'allineamento tettonico Carlantino - Volturara Appula, diretto da N-NO a S-SE separa i sedimenti più interni della Catena (unità irpine pseudotrasgressive su unità lagonegresi) e quelli della fascia orientale più continui negli episodi di sedimentazione.

Nel corso dell'ultima fase orogenetica appenninica (tettonica messiniana) s'individuò l'avanfossa adriatica meridionale, sede di un'attiva sedimentazione terrigena dal Pliocene a tutto il Pleistocene. Tuttavia, a causa delle fasi deformative medio-tardoplioceniche, nel margine interno dell'avanfossa si determinò un ulteriore accavallamento tettonico di unità appenniniche sui depositi infrapliocenici. Si verificò, in altre parole, la migrazione verso E sia del fronte attivo compressivo, sia del bacino della zona bradanica. Infine, l'attività tardo-postpliocenica è consistita dapprima in una marcata subsidenza, poi, a partire dal Siciliano, in un graduale sollevamento.

In definitiva il versante subappenninico rappresenta, per il geomorfologo, sicuramente l'area più interessante per la molteplicità dei casi che è possibile riscontrare. Come è lecito attendersi, considerata la litologia prevalente, le forme del paesaggio sono legate ad un contesto in continua e rapida evoluzione per la presenza di piccole e grandi frane che trovano condizioni predisponenti nella natura dei terreni affioranti, nella sismicità dell'area, nelle innaturali

acclività, nella mancanza di una adeguata copertura arborea e nel clima inclemente qui più che nelle altre parti della regione.

Volturara Appula, San Marco La Catola, Celenza Valfortore ed altri centri vedono minacciata la propria integrità e la stessa sopravvivenza da movimenti franosi profondi cui solo una sistematicità negli interventi può porre rimedio. Fra le forme del paesaggio prevalgono quelle dolci, incise morbidamente in terreni argillosi che i movimenti franosi rendono temporaneamente aspre. Naturalmente appaiono più aspre ed irsute quelle aree costituite da terreni prevalentemente arenacei. Peraltro solo un 60% circa delle frane si sono mosse in tempi recenti ed hanno quindi una storia documentata, se non altro oralmente.

La rimanente parte del territorio montano dissestato è rappresentato da fenomeni quiescenti (definiti tali perché si mobilitano molto raramente e solo in occasione di particolari eventi meteorologici) e da terreni in condizioni di stabilità assai precaria. Del tutto trascurabile il numero delle frane su cui sono stati effettuati interventi di stabilizzazione.

21.6.5 Geomorfologia dell'Altopiano delle Murge (provincia di Bari)

In tempi recenti la Terra di Bari è stata oggetto di studio da parte di numerosi Autori. La sintesi più efficace degli eventi geologici tra il Cretaceo e l'Attuale è, probabilmente, quella prodotta da Pieri (1980).

In pratica l'evoluzione geomorfologica murgiana, in accordo con l'Autore citato, può essere sintetizzata nei seguenti sei punti:

- 1) sedimentazione dei calcari del Cretaceo a partire da circa 100 ml di anni fa;
- 2) emersione alla fine del Cretaceo (60-70 ml di anni fa) dell'intera area murgiana, i cui terreni hanno subito in questo periodo gli effetti della tettonica piegandosi e fagliandosi lungo precise direttrici in genere parallele all'allineamento appenninico;
- 3) lunga fase di continentalità con modellamento delle superfici emerse ad opera degli agenti morfogenetici, primo fra tutto il fenomeno carsico. La fase d'emersione si protrae fino a tutto il Pliocene (circa 2 ml di anni fa). Va sottolineato che anche in questo lungo periodo la tettonica ha continuato a far sentire i suoi effetti. Il blocco calcareo murgiano si è frammentato in grandi blocchi, che grazie a movimenti differenziali in prevalenza subverticali hanno conferito alla morfologia murgiana l'attuale aspetto a gradinata digradante verso l'Adriatico;
- 4) ingressione marina e conseguente sedimentazione delle calcareniti pleistoceniche. L'abbassamento regionale comincia in blocco già nel Pliocene medio-superiore e si protrae per tutto il Quaternario antico;
- 5) regressione marina causata da un'inversione di tendenza nella fase tettonica. In altre parole la regione comincia gradatamente a sollevarsi a partire dal Pleistocene superiore, creando ulteriori terrazzamenti soprattutto lungo l'attuale fascia costiera;
- 6) trasgressione olocenica legata all'ultimo interglaciale; in questa fase il mare lentamente rimonta fino alla posizione attuale.

Con un simile quadro geologico-morfologico, in definitiva, si può capire come i dissesti nella parte centrale della Regione corrispondente all'Altopiano delle Murge sono praticamente inesistenti.

Solo lungo la costa a Sud della città di Bari si rinvengono crolli di falesie battute dal moto ondoso. Si tratta di fenomeni che, come si può vedere in Figura 21.6, interessano i centri abitati. Proprio la cittadina di Polignano a Mare è stata di recente interessata dal parziale crollo della volta della Grotta Monachile al di sopra della quale vi sono strutture alberghiere. Alcuni strati suborizzontali di roccia calcarea sono crollati improvvisamente, assottigliando la volta della grotta, che si affaccia su di una vecchia lama (profonda ed antica incisione fluviale) e rendendo necessario il suo puntellamento.

21.6.6 Geomorfologia della Penisola salentina (province di Brindisi, Taranto e Lecce)

Le caratteristiche geomorfologiche della penisola sono state determinate dai movimenti tettonici tardo-messiniani che, riattivando le antiche faglie cretatiche, smembrarono la regione

in blocchi, oggi allungati a formare una serie di dorsali asimmetriche con direzione da NNO a SSE, separati da stretti corridoi.

Le dorsali, note localmente coi nome di "Serre" hanno in genere il versante orientale, corrispondente a piani di faglia più o meno arretrati dall'erosione, molto più acclive di quello occidentale.

Se si considerano anche le frequenti ingressioni marine, è facile immaginare il Salento pliocenico come un arcipelago, con bacini interni caratterizzati da intensa attività biologica, mentre quelli verso il mare aperto presentavano sedimentazione più decisamente clastica e, più al largo, pelitica.

Nel Pleistocene medio, una nuova fase tettonica, i cui effetti sono stati riconosciuti un po' in tutta l'area mediterranea, interessò la penisola ed esasperò a luoghi i dislivelli preesistenti. L'episodio provocò la completa emersione del Salento e l'esposizione delle sue superfici all'aggressione degli agenti atmosferici; questi operarono la pedogenizzazione degli orizzonti superficiali (pedogenesi essenzialmente di tipo tropicale) e successivamente dilavarono le superfici più elevate, asportandone vecchie e nuove coperture di suolo che accumularono nelle aree depresse.

Col Pleistocene superiore si verificò un'ultima ingressione e quindi la definitiva emersione della penisola che assunse rapidamente la sua configurazione attuale. Il fenomeno, realizzatosi in maniera tutt'altro che graduale, fu caratterizzato da una serie di pulsazioni legate prima alla tettonica ed poi al giaciceustatismo.

Questa evoluzione, fra l'altro, ha avuto effetti diversi a N e a S dell'allineamento Porto Cesareo-San Cataldo, lungo il quale come s'è accennato esiste una linea tettonica: la regione posta a S di tale linea mostra infatti d'aver subito nel Pleistocene superiore un leggero basculamento verso i quadranti settentrionali.

Il sollevamento regionale, comunque, combinato coi movimenti eustatici, ha avuto come effetto il modellamento lungo le coste di una serie di piccole spianate di abrasione, disposte a gradinata discendente verso l'attuale linea di riva, qua e là coperte da sottili spessori di sedimenti costieri.

La penisola salentina ha rappresentato una piccola sorpresa per i rilevatori. Pur toccando quote assai modeste (la *cima* più alta è rappresentata dalla Serra di S. Eleuterio con ben 198 m) ha mostrato la presenza di un circa 80 piccoli crolli, sia lungo la falesia adriatica tra Otranto e Leuca sia in aree interne dove le ripide pareti dei numerosi *horst* (le citate *serre*), danno vita a crolli più o meno estesi ed alla banale ma pericolosa *caduta di massi*.



Figura 21.9 Modello digitale del terreno della regione.

Tabella 21.2 Ripartizione della superficie regionale per zone altimetriche.

	Km ²	%	complessivamente	
montagna	286,57	1,4	8961,85	45,8
collina	8675,28	44,4		
pianura	10.586,60	54,2		
totale	19.548,45			

21.7 Uso del suolo

I dati relativi all'uso del suolo relativi al Progetto Corine Land Cover sono stati presi dal sito www.clc2000.sinanet.apat.it. Il tutto è sintetizzato nella Figura 21.10 che riporta la mappa regionale e la ripartizione percentuale delle diverse aree. Si può osservare come vi siano ben tre diverse classi di utilizzo. Della prima (u.a. pari o superiori a 10.000) fanno parte in ordine decrescente i seminativi in aree non irrigue (colore celeste), gli oliveti (marrone), le colture annuali associate a colture permanenti (verde marcato) ed infine i sistemi colturali complessi (verde chiaro). Nella seconda classe, compresa fra 10.000 e 2.000 u.a, sono incluse nello stesso ordine i seminativi in aree irrigue (marrone chiaro); le aree a pascolo naturale (verde), i boschi di latifoglie (verde limone) e le aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali. Per finire nella terza classe (< 2000 u.a.) si rinvengono i vigneti (blu avio), le aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione (verde molto chiaro), i tessuti urbani continui (azzurro) ed almeno altri 12 elementi rappresentati da valori piuttosto esigui.

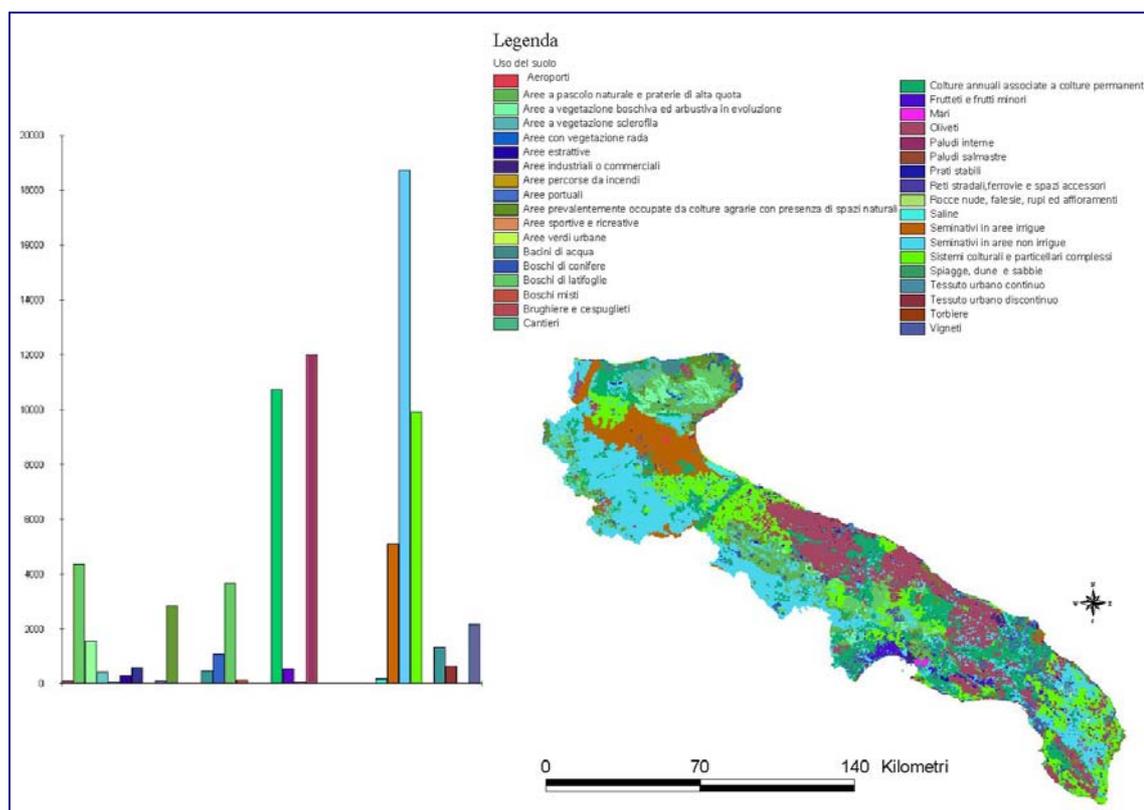


Figura 21.10 Carta dell'uso del suolo in Puglia.

21.8 Metodologia utilizzata per la perimetrazione delle frane

Il sistema utilizzato per la perimetrazione delle aree in frana può riassumersi molto semplicemente in tre punti:

- per le aree già segnalate negli archivi consultati o nella bibliografia scientifica si è fatto ricorso ad una normale trascrizione cartografica con attenzione alla diversità delle scale e con l'ausilio di ben precisi punti topografici di riferimento;
- per tutti i dissesti di recente o neoformazione (taluni segnalati direttamente dai Comuni) è stato necessario procedere con il rilevamento di campagna mancando la copertura aerofotogrammetrica nella totalità dei casi;
- per tutte le aree è stato, alla fine, effettuato un controllo speditivo ed incrociato di campagna.

In tutte le operazioni sul terreno sono stati utilizzati gli usuali strumenti di posizionamento (GPS, bussole da geologo, ecc.) e carte topografiche a scala variabile: di norma le tavolette IGM 1:25.000 o le carte regionali 1:5.000 o ancora carte comunali 1:2.000 (in verità piuttosto poche).

21.9 Analisi dei dati

I rilievi di campagna condotti tra il mese di novembre 2004 e quello di aprile 2006 hanno consentito di raccogliere non solo alcuni dati mancanti (a luoghi, si ammette, anche di una certa importanza) sfuggiti al precedente censimento, ma anche di inserire elementi del tutto nuovi e di recentissima formazione.

Le frane censite sono concentrate in ambiti molto ristretti della regione pugliese. Pertanto è assai difficile parlare di *distribuzione areale* ovvero di *percentuali di territorio*, se non si circoscrive il discorso ai suddetti ambiti.

L'unica provincia, su tutte, veramente interessata dal dissesto franoso è quella di Foggia. Va subito detto che con i suoi 7.184 km² è una delle maggiori province italiane, più estesa di

regioni come la Valle d'Aosta o il Molise. Come si è già scritto, sono distinguibili nel territorio foggiano almeno 3 distretti geomorfologici: il Subappennino dauno, il Massiccio del Gargano ed il Tavoliere. Ciascuna di queste aree, in funzione soprattutto della litologia e della conseguente morfologia dei luoghi, è suddivisibile in subdistretti.

Il Subappennino ed il Gargano sono interessati, fortemente il primo, meno il secondo, da dissesti franosi degni di questo nome. Per il resto nella Regione si riscontrano crolli di una certa importanza lungo le coste alte o piccoli e ben localizzati cedimenti di versanti lapidei ad elevata acclività come nel Salento leccese.

Il quadro sinottico è quello fornito dalle tabelle e dai diagrammi seguenti.

Tabella 21.3 Numero di frane per ciascun livello informativo del database cartografico (vedi paragrafi 2.4.2 e 2.5.1).

PROVINCIA	PIFF	FRANE POLIGONALI	AREE SOGGETTE A...	DGPV	FRANE LINEARI	AREA TOTALE IN FRANA (km ²)
Bari	54	7	0	0	0	1,159
Brindisi	0	0	0	0	0	0
Foggia	685	373	21	0	0	81,550
Lecce	85	4	4	0	0	2,192
Taranto	19	2	0	0	0	0,108

Nel campo PIFF è inserito il numero di PIFF contenuti nel livello IFFI per provincia

Nei campi FRANE, AREE, DGPV e FRANE LINEARI sono inseriti i numeri dei poligoni contenuti nei rispettivi livelli per provincia

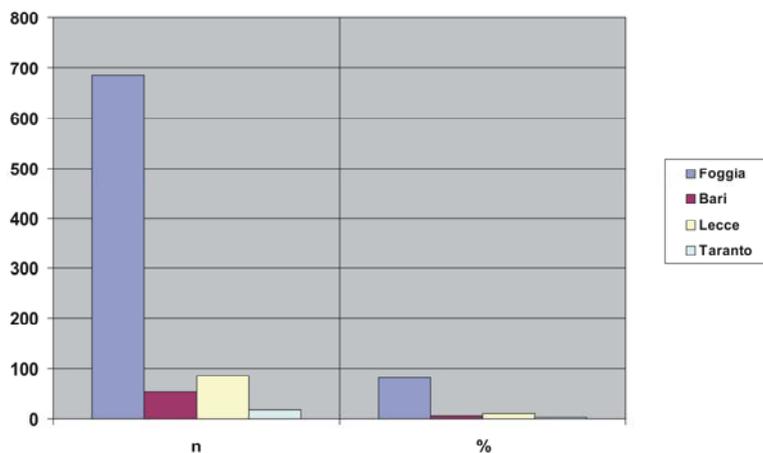


Figura 21.11 Distribuzione delle frane pugliesi per provincia.

Assai interessante è inoltre la ripartizione secondo la tipologia del dissesto. L'analisi delle 843 schede consente di proporre la seguente tabella-diagramma.

Tabella 21.4 Tipi di dissesti in atto nella regione pugliese.

TIPO DI MOVIMENTO	N° FRANE	%
n.d.	8	1
Crollo/ribaltamento	299	35
Scivolamento rotazionale/traslativo	157	19
Colamento lento	241	29
Colamento rapido	19	2
Sprofondamento	6	1
Complesso	98	12
Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi	3	0
Aree soggette a frane superficiali diffuse	12	1

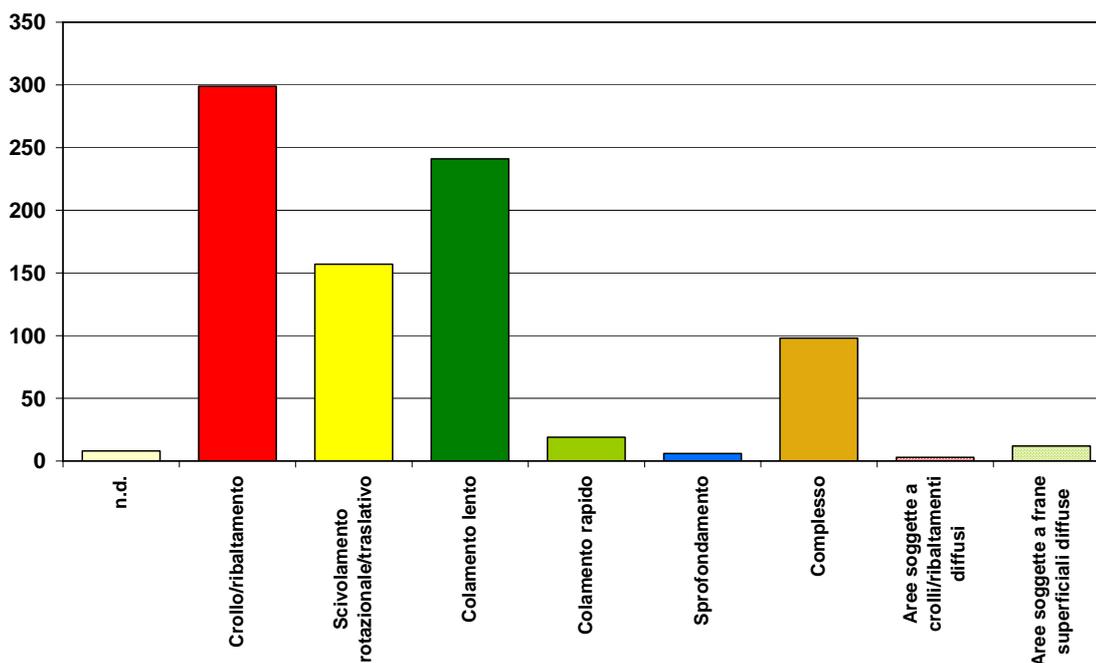


Figura 21.12 Numero di frane per tipologia di movimento.

L'elevato numero di crolli e di fenomeni rotazionali/traslativi fa intendere come non siano soltanto i terreni a prevalente componente argillosa a muoversi, si veda il numero di colamenti. Il dissesto, sia per l'elevata pericolosità sismica del territorio foggiano, sia per altri fattori naturali (acclività, assetto strutturale, regime climatico, ecc.) coinvolge anche e soprattutto i terreni lapidei.

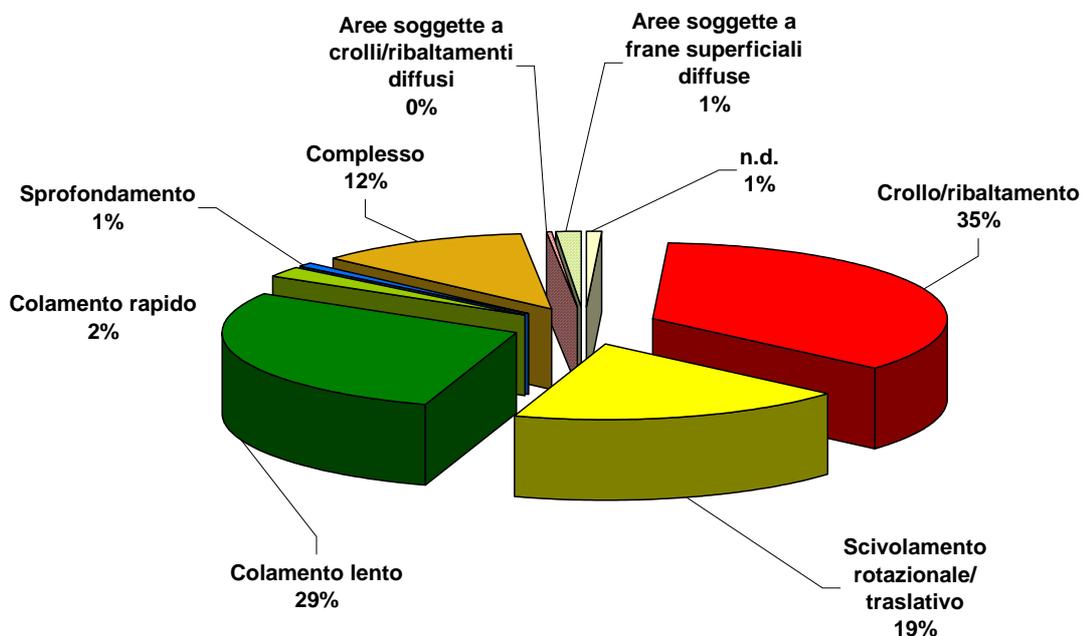


Figura 21.13 Percentuale delle frane per tipologia di movimento.

Si può ancora dire che la ripartizione dei dissesti vede da un lato i crolli/ribaltamenti, concentrati soprattutto lungo le coste (falesie del Gargano e della penisola salentina lato adriatico tra Otranto e Leuca) e dall'altro la rimanente parte dei dissesti concentrata lungo le

pendici del Subappennino dauno al limite con le province di Benevento ed Avellino. Sono stati analizzati, nel dettaglio, tre bacini idrografici (fiumi Candelaro, Cervaro e Carapelle) in cui i terreni affioranti sono rappresentati da un gran numero di litotipi, in particolare argille, marne, calcari marnosi ed in subordine da materiali terrigeni. Esiste, dunque, una predilezione naturale per taluni litotipi, tuttavia un ruolo primario lo interpreta l'acclività dei versanti (Tabella 21.5). Si può ancora aggiungere che in assoluto la maggior estensione spetta, nell'ordine, alle frane da scivolamento seguite dai fenomeni complessi e quindi da quelli di colamento.

Tabella 21.5 Principali forme di dissesto in kmq a seconda della classe di acclività nei bacini pilota dei fiumi Candelaro, Cervaro e Carapelle (Foggia).

classi di acclività (%)	colamento	scivolamento	f. complessi	sup. diffusi	crolli
0-5	1,8308	1,8772	1,9688	0,0908	0,1112
5-9	2,1440	3,7516	4,3048	0,0888	0,1076
9-14	2,9064	5,7716	5,8724	0,1196	0,2500
14-18	1,2788	3,5976	2,7592	0,0284	0,3548
18-23	0,4740	1,5116	1,1748	0,0032	0,5548
23-28	0,1992	0,7732	0,5408	0,0036	0,7256
28-32	0,0576	0,4592	0,2352	0,0008	0,8080
32-37	0,0148	0,1476	0,0996	0	0,3140
>40	0,0048	1,8772	1,9688	0	0,0688
kmq tot	8,9104	17,922	17,0044	0,3352	3,2948
Superficie totale in frana = 47,4668 km ²					

Quanto allo stato di attività dei dissesti rilevati si può fare riferimento alla tabella ed al diagramma seguente.

Tabella 21.6 Stato di attività dei dissesti.

STATO DI ATTIVITA'	N° FRANE	%
Non determinato	0	0
Attivo/riattivato/sospeso	441	52
Quiescente	346	41
Stabilizzato	34	4
Relitto	22	3

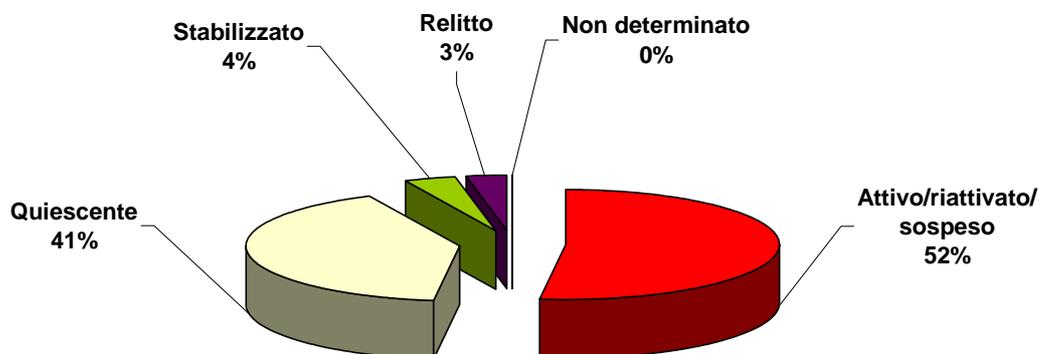


Figura 21.14 Percentuale di frane per stato di attività.

In pratica si tratta nella quasi totalità di dissesti "attivi", ivi compresi quelli cosiddetti quiescenti. Di movimenti sicuramente stabilizzati o in via di stabilizzazione vi è ben poco. Tutto

ciò è valido, ovviamente e soprattutto, per i dissesti incisi nei terreni sciolti del Subappennino dauno.

La situazione appare diversa lungo le coste alte dove si manifestano periodici fenomeni di *toppling*. La loro frequenza è direttamente collegata allo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso costiero ed all'attività demolitrice del mare che si manifesta con maggiore frequenza ed intensità nei mesi invernali.

Se si vogliono conoscere i danni prodotti dai dissesti si possono analizzare la Tabella 21.7 e la Figura 21.15. Si può notare come gli elementi più colpiti siano la rete stradale ed i centri abitati. Seguono nell'ordine i terreni agricoli, le infrastrutture di servizio e le strutture pubbliche di servizio.

Sono in numero ridotto i danni prodotti dal dissesto idrogeologico sugli altri elementi (attività economiche, beni culturali, ecc.). Infine un buon numero di frane non ha prodotto danni o non è stato possibile determinarne l'entità.

Tabella 21.7 Descrizione del tipo di danno.

Tipo di danno	n. frane
Nuclei/centri abitati	68
Attività economiche	4
Terreno agricolo	257
Strutture di servizio pubbliche	20
Beni culturali	2
Infrastrutture di servizio	32
Ferrovie	12
Strade	150
Opere di sistemazione	7
Persone	0
Edifici isolati/case sparse	15
Corso d'acqua	42
n.d.	390

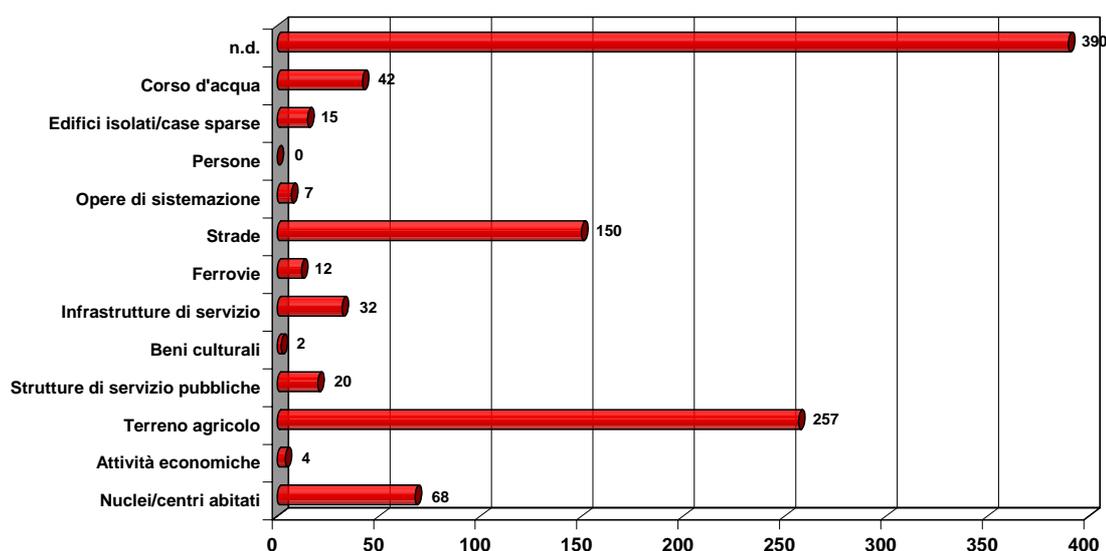


Figura 21.15 Numero di frane per tipologia di danno.

Altri dati statistici interessanti riguardano l'indice di franosità ovvero il rapporto fra l'area in frana e l'area di riferimento (l'intera regione o soltanto la fascia montano-collinare). Al riguardo la Tabella 21.8 fornisce un quadro sintetico ma, tutto sommato, esaustivo.

Tabella 21.8 Indici di franosità.

Superficie totale regione (km ²)	Area montano-collinare (km ²)	Numero di PIFF	Area totale in frana (km ²)	Densità dei fenomeni franosi (N° PIFF / Superficie regione)	Indice di Franosità % (area totale in frana / superficie regione)	Indice di Franosità % (area totale in frana / area montano-collinare)
19548,45	8961,85	843	85,009	0,0431	0,43	0,95

E' assai interessante vedere come si distribuisca la franosità in rapporto alla litologia. Al riguardo, utilizzando le schede alfanumeriche di 2° livello, è stata compilata la Tabella 21.9 dalla quale è stata poi ricavata la Figura 21.16.

Tabella 21.9 Percentuale di frane per classe litologica (schede 2° livello).

litologia	n. frane	% frane
n.d.	3	0,35
rocce carbonatiche	293	33,72
travertini	0	0
Marne	2	0,23
flysch calcareo-marnosi	209	24,05
arenarie, flysch arenacei	18	2,08
argilliti, siltiti, flysch pelitici	230	26,47
rocce effusive laviche acide	0	0
rocce effusive laviche basiche	0	0
rocce effusive piroclastiche	0	0
rocce intrusive acide	0	0
rocce intrusive basiche	0	0
rocce metamorfiche poco o nulla fogliate	0	0
rocce metamorfiche a fogliazione pervasiva	0	0
rocce gessose, anidritiche, saline	5	0,57
rocce sedimentarie silicee	0	0
conglomerati e brecce	8	0,92
detriti	3	0,34
terreni prevalentemente ghiaiosi	11	1,27
terreni prevalentemente sabbiosi	47	5,41
terreni prevalentemente limosi	1	0,11
terreni prevalentemente argillosi	26	2,99
terreno eterogeneo	12	1,38
terreno di riporto	1	0,11

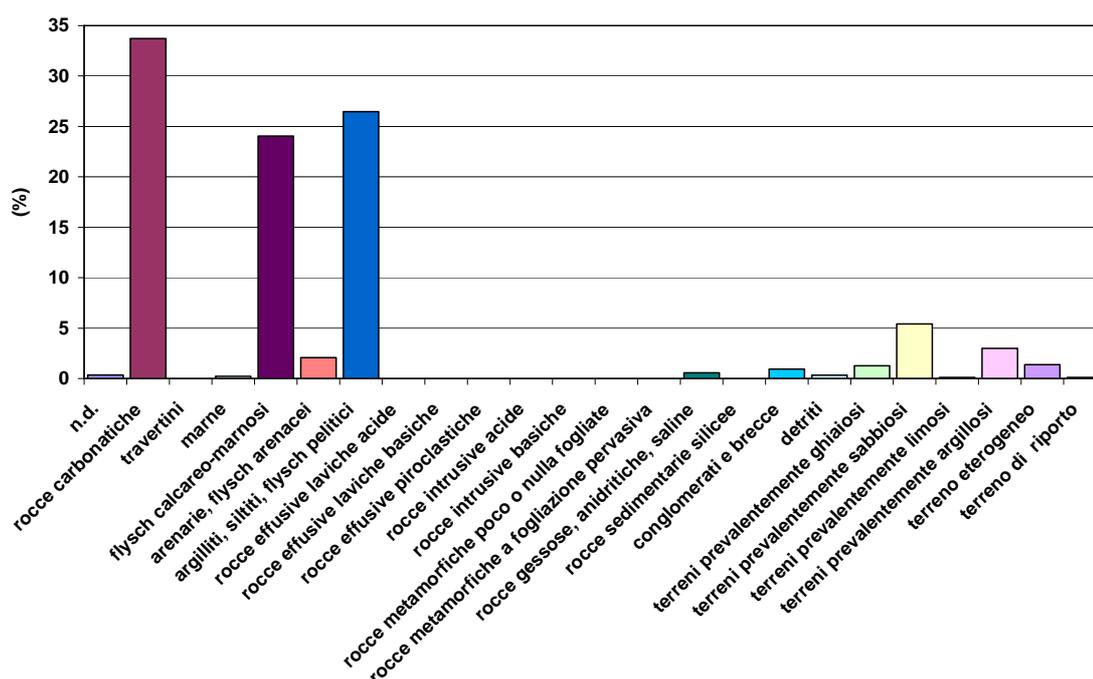


Figura 21.16 Fransità percentuale per litologia.

Solo tre delle litologie sono interessate in maniera sostanziale dal dissesto. Appare, peraltro, evidente che esiste una buona correlazione tra tipo litologico e tipo di frana.

La percentuale più alta spetta alle formazioni lapidee carbonatiche, coinvolte soprattutto da frane da crollo e da ribaltamenti sotto costa. La stabilità delle superfici incise nel flysch calcareo-marnoso-arenaceo del Subappennino dauno è, invece, compromessa da frane di genere roto-traslazionale. Il colamento nelle sue varie sfaccettature è, infine, il modello di frana ricorrente nelle argilliti, siltiti e nei flysch pelitici.

Ad ogni buon conto anche l'uso del suolo influenza in modo determinante la stabilità delle pendici. Tabella e Figura seguenti offrono un quadro della situazione pugliese.

Tabella 21.10 Distribuzione delle frane in relazione all'uso del suolo.

uso suolo	n. frane	% frane
n.d.	3	0,4
aree urbanizzate	47	5,6
aree estrattive	1	0,1
seminativo	230	27,2
seminativo arborato	70	8,3
colture specializzate	57	6,8
vegetazione riparia	6	0,7
rimboschimento/novelleto	2	0,2
bosco ceduo	23	2,7
bosco d'alto fusto	74	8,8
incolto nudo	158	18,7
incolto macchia cespugliato	132	15,6
incolto prato pascolo	41	4,9

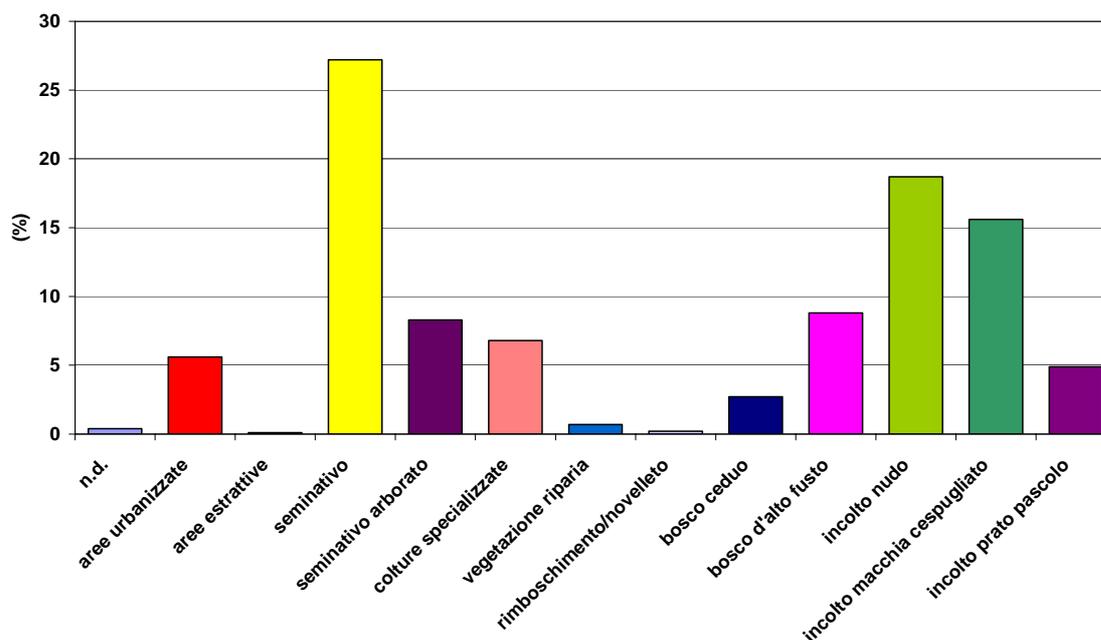


Figura 21.17 Fransità percentuale per classi di uso del suolo.

Il risultato del confronto è abbastanza scontato (vedi ad es. la percentuale di frane nel seminativo); colpisce, tuttavia, il valore elevato riscontrato nel bosco d'alto fusto. Si tratta di un elemento che a tutt'oggi non presenta una sufficiente spiegazione e che andrà approfondito in una successiva fase di lavoro.

21.10 Considerazioni conclusive

A conclusione del lavoro di aggiornamento del precedente database IFFI-Puglia si può tracciare il seguente quadro:

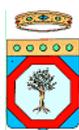
- le frane si mobilitano anche su superfici a modesta pendenza;
- le litologie maggiormente coinvolte sono quelle rappresentate da alternanze di litotipi coerenti ed incoerenti o anche coerenti e semicoerenti;
- le aree in frana rappresentano una porzione non indifferente del territorio pedeappenninico;
- allo scopo d'avere un quadro completo del dissesto da frana ai fini della valutazione del rischio, è indispensabile estendere gli studi di dettaglio anche ai fattori d'instabilità (piogge, sismicità, copertura del suolo, suo utilizzo, ecc.).

21.11 Riferimenti Bibliografici

- Baldacci O. (1950) Sul carsismo di superficie nel ripiano di San Giovanni Rotondo (promontorio garganico). *Boll. Soc. Geogr. It.*, **8**, 3, 239-250, Roma.
- Bissanti A. (1966) La dolina Pozzatina del Gargano. *Riv. Geogr. It.*, **73**, 312-321, Firenze.
- Battista C., Caldara M., Pennetta L., Zito G. (1994) Analisi dell'aridità del clima nel Tavoliere di Puglia. 3° *Colloquio Approcci metodologici per la definizione dell'ambiente fisico e biologico mediterraneo, Castro (LE), 20-22 Novembre 1990*, (pp. 63-75), Lit. Orantes, Lecce.
- Battista C., Caldara M., Pennetta L., Zito G. (1994a) Caratterizzazione delle condizioni di umidità del suolo in Puglia. *Atti III Workshop del Progetto Strategico CNR Clima, Ambiente e Territorio nel Mezzogiorno, Potenza 26-29 Nov. 1990* (tomo I, 439-450), G. Idonea Lit., Catania.
- Boenzi F., Caldara M., Pennetta L. (1991) Alcuni aspetti del rapporto fra l'uomo e l'ambiente carsico in Puglia. *International Conference on Environmental Change in Karst Areas, Apulian excursion, September 23th -27th, 1991* (Itinerari speleologici, II (5), 41-51, Castellana Grotte).
- Boenzi F., Caldara M., Pennetta L. (1998) L'influenza delle variazioni climatiche e dei processi storico-sociali sull'evoluzione delle forme del rilievo nel Mezzogiorno. *Conv. Naz. Territorio e Società nelle Aree Meridionali (Relazione ad invito), 24-27 ottobre 1996, Bari – Matera* (pp. 1-30), Safra ed., Bari.
- Boenzi F., Caldara M., Pennetta L., Simone O. (2003) The wetlands along the Adriatic coast of Apulia (Southern Italy): environmental aspects and problems related to their physical evolution. *International Conference Environmental Dynamics and History in the Mediterranean areas, Paris Sorbonne, 24-26 April 2002*.
- Boenzi F., Pennetta L. (1980) Le precipitazioni nel bacino idrografico dell'Ofanto. *Mem. Fac. Econ. Comm.*, **IX**, 1-51, Bari.
- Brancaccio L., Cinque A., Sgrosso I. (1996). Elementi morfostrutturali ereditati nel paesaggio dell'Appennino centro-meridionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, **35**.
- Bruno G., Crescenzi E., Iovine G., Merenda L., Zezza F. (1992) *Condizioni di instabilità idrogeologica nei comuni dell'Appennino Dauno Pugliese*. CNR- IRPI, Cosenza, Rapp. Int. 379 bis, 85 pp.
- Bruno G., Crescenzi E., Iovine G., Merenda L., Zezza F. (1992) Valutazione di sicurezza idrogeologica e rischio da frana nei comuni dell'Appennino Dauno Pugliese. Un esempio: l'abitato di Motta Montecorvino (Foggia). 2° *Conv. Naz. Giov. Ric. Geologia Applicata, Viterbo*.
- Bruno G., Cherubini C., Ramunni F.P. (1994) Fenomeni di cattura fluviale e condizioni di stabilità nel territorio di Castelluccio Valmaggiore (Puglia). *Geologica Romana*, **XXX**.
- Caldara M., Capolongo D., Pennetta L. (2003) The morphostructural characters of the substrate of the "Tavoliere di Puglia" (Southern Italy). Riunione Crop a Pisa, 21 dic 2001, Mem. Serv. d'Italia, Roma.
- Caldara M., Fatiguso R., Garganese A., Pennetta L. (1990) *Bibliografia geologica della Puglia*. XXXII+321 pp., Safra Ed. Bari.
- Caldara M., Lopez R., Pennetta L. (1997) L'entroterra di Barletta: considerazioni sui rapporti fra stratigrafia e morfologia. Atti del convegno su: "Il ruolo della Geomorfologia nella Geologia del Quaternario", Napoli, 27-29 febbraio 1996. *Il Quaternario*, **IX**(1), 1996, 337-344, Napoli.
- Caldara M., Pennetta L. (1991) Pleistocenic buried abrasion platforms in southeastern "Tavoliere" (Apulia, South Italy). Giornate di studio sul tema "Terrazzi marini e linee di costa pleistoceniche", Roma 16-18 Ottobre 1990, *Il Quaternario*, **IV**(2), 303-309, Napoli.
- Caldara M., Pennetta L. (1993a) Lineamenti geografici della Provincia di Foggia. *Bonifica*, **VIII**(3), 13-24, Bastogi, Foggia.

- Caldara M., Pennetta L. (1993b) Nuovi dati per la conoscenza geologica e morfologica del Tavoliere di Puglia. *Bonifica*, **VIII**(3), 25-42, Bastogi, Foggia.
- Cecaro G., Capolongo D., Pennetta L., Boenzi F. (2002) Analysis of landslide susceptibility of the Fortore Valley slopes. *Geomorphology symposium: from expert opinion to modeling. Strasbourg, 26-27 April, CERG Editino France* (pp. 204-209).
- Dazzaro L., Rapisardi L. (1984) Nuovi dati stratigrafici, tettonici e paleo-geografici della parte settentrionale dell'Appennino Dauno. *Boll. Soc. Geol. It.*, **103**, Roma.
- Dazzaro L., Rapisardi L. (1987) Osservazioni geologiche dell'Appennino Dauno. *Mem. Soc. Geol. It.*, **38**, 241 - 246.
- Dazzaro L., Rapisardi L. (1989) Osservazioni geologiche sull'Appennino Dauno. In: Atti Conv. Soc. Geol. It. "Sistemi di Avanfossa - Avampaese lungo la catena Appenninico - Maghrebide" (Naxos - Taormina, 1987). *Mem. Soc. Geol. It.*, **38** (1987), 241-246.
- Dazzaro L., Di Nocera S., Pescatore T., Rapisardi L., Romeo M., Russo B., Senatore M.R., Torre M. (1988) Geologia del margine della catena appenninica tra il F. Fortore ed il T. Calaggio (Appennino meridionale). *Atti 74 Congr. Naz. Soc. Geol. It., Sorrento, 13-17 Settembre 1988* (pp. 194-200). Benevento.
- Dazzaro L., Di Piero M., Iannone A., Rapisardi L. (1989) Le bentoniti di Orsara e Monteleone di Puglia. In: Atti Conv. Soc. Geol. It. "Sistemi di Avanfossa - Avampaese lungo la catena Appenninico - Maghrebide" (Naxos - Taormina, 1987). *Mem. Soc. Geol. It.*, **38** (1987), 247-257.
- Di Nocera S., Pagano C., Russo B., Torre M. (1988). Successioni del Bacino Irpino nei dintorni di Celenza Valfortore (Appennino Dauno). *Mem. Soc. Geol. It.*, **41**, 423 – 430.
- Di Nocera S., Torre M. (1987) Geologia dell'area compresa tra Delicato e Scampitella (Appennino foggiano). *Boll. Soc. Geol. It.*, **106**, 351 – 364, Roma.
- Esposito E., Gargiulo A., Iaccarino G., Porfido S. (1997) Analisi dei fenomeni franosi in aree ad elevata sismicità in Appennino Meridionale. *Atti dei convegni ginecei* 134, pp. 65 – 72.
- Forte F., Pennetta L., Strobl R.G. (2005) Historic record and Gis application for flood risk analysis in the Salento peninsula (southern Italy). *Natural Hazard and Earth System Sciences*, **5**, 833-844.
- Forte F., Pennetta L., Strobl R.G. (2005) A methodology using Gis, aerial photos and remote sensing for loss estimation and flood vulnerability analysis in the Supersano-Ruffano-Nociglia Graben, southern Italy. *Environ.Geol.*, 234-248, 2006.
- Guerricchio A. (1982) Carsogenesi e movimenti gravitativi nelle formazioni carbonatiche dell'Appennino Meridionale. *Atti II Simp. Int. "Utilizzazione delle Aree Carsiche", Bari-Castellana Grotte, 20-22, Maggio 1982*.
- Guerricchio A. (1983) Strutture tettoniche di compressione nel Gargano di elevato interesse applicativo evidenziate da immagine da satellite. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, **18**, 491-506, Bari.
- Guerricchio A. (1986) Esempi di bacini pull-apart nel Gargano (Puglia Settentrionale). *Geol. Appl. e Idrogeol.*, **21**, 25-36, Bari.
- Guerricchio A., Cherubini C. (1984) Geomorphological-geotechnic aspects of the fissured clays of Lucera (Fg, Apulia region). *Atti I Congr. Italo-Spagnolo "Le Argille e i Minerali delle Argille", Seiano di Vico Esquense-Amalfi, 24-28, Settembre 1984*.
- Guerricchio A., Melidoro G. (1981) Movimenti di massa pseudo-tettonici nell'Appennino meridionale. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, **16**, 251-294, Bari.
- Guerricchio A., Wasowski J. J. (1988) Some remarks on the tectonic significance of the paleomagnetic data from Gargano. *Atti 74 Congr. Naz. Soc. Geol. It., Sorrento, 13-17 Settembre 1988, A* (pp. 320-325). Benevento.
- Iovine G., Parise M., Crescenzi E. (1996) Analisi della franosità nel settore centrale dell'Appennino Dauno. *Mem. Soc. Geol. It.*, **51**, 633 - 641.

- Marsico A., Pennetta L., Uricchio V., Vurro M. (2006) Remote sensing analysis for landform mapping in the south-eastern Murge (Apulia, southern Italy). *Geogr. Fis. e Din. Quatern.*, (inviato).
- Mossa S.G. (2003) Methodologies for assessing landslide hazard and risk in the Western sector of the Cervaro Basin, Puglia, Southern Italy. Tesi finale del Dottorato di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale. 119 pp., Università di Bari.
- Mossa S.G., Capolongo D., Pennetta L., Wasowski J. (2005) A GIS-based assessment of landsliding in the Daunia Apennines, Southern Italy. *Int. Conference "Mass Movement Hazard in various Environments", 20-21 October, Krakow (PL)* in press.
- Palmentola G., Pennetta L., Casorelli L., Lo Franco N., Marchese F. (1978) Considerazioni generali sulla stabilità dei versanti. *Mem. Soc. Geol. It.*, **XIX**, 149-152, Roma.
- Parise M., Wasowski J. (1996). Evoluzione morfologica di aree in dissesto: un caso di studio nell'Appennino Meridionale. *Il Quaternario*, **9**, 259 - 264.
- Pennetta L. (2002) L'inventario dei fenomeni franosi in Puglia. *Documenti del territorio* n. 1/2002, 14 pp., Roma.
- Pieri P. (1980) Principali caratteri geologici e morfologici delle Murge. *Murgia Sotterranea*, **2**, 13-19.
- Ranieri L. (1949) La conca del Lago S. Egidio sul Gargano. *Atti e Relaz. Acc. Pugl. Sc.*, n.s. **2**, 223-230, Verona.
- Zeza F., Merenda L., Bruno G., Crescenzi E., Iovine G. (1994). Condizioni di instabilità franosa nei centri abitati dell'Appennino Dauno Pugliese. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, **29**, 77-438.



REGIONE PUGLIA
Assessorati:
Programmazione ed Assetto del Territorio
Settori:
Programmazione ed Assetto del Territorio
Ufficio Informatico e Servizio Cartografico



Università degli Studi di Bari
Dipartimento di Geologia e Geofisica

21.12 Struttura operativa Regione Puglia

REGIONE PUGLIA

Assessorati: Programmazione ed Assetto del Territorio
Settori: Programmazione ed Assetto del Territorio
Ufficio Informatico e Servizio Cartografico

Responsabili del Progetto:

Dott. Ing. Luigi Minenna - Regione Puglia - Dirigente Settore Programmazione (dal 2000 al 2002)
Dott. Geol. Oronzo Santoro - Regione Puglia - Dirigente Settore Programmazione (dal 2002 al 2005)
Dott. Ing. Gioacchino Maselli - Regione Puglia - Dirigente Settore Programmazione (dal 2005 al 2006)
Dott. Arch. Piero Cavalcoli - Regione Puglia - Dirigente Settore Assetto del Territorio (dal 2006)

Responsabile Operativo:

Dott.ssa Maria Lopinto - Regione Puglia - Ufficio Informatico e Servizio Cartografico

Responsabile scientifico:

Dott. Prof. Luigi Pennetta - Università di Bari - Dip. Geologia e Geofisica

Coordinatori Analisi del dissesto e verifiche di campagna:

Dott. Prof. Massimo Angelo Caldara - Università di Bari - Dip. Geologia e Geofisica
Dott. Prof. Domenico Capolongo - Università di Bari - Dip. Geologia e Geofisica

Coordinatore Informatizzazione:

Dott. Geol. Francesco Forte - Università di Bari - Dip. Geologia e Geofisica

Staff - Analisi del dissesto e verifiche di campagna:

Dott. Geol. Francesco Forte
Dott. Geol. Fabio Elio Buzzanca - collaboratore a contratto
Dott. Geol. Luca Buzzanca - collaboratore a contratto
Dott. Geol. Giulia Cecaro - collaboratore a contratto
Dott. Geol. Corrado De Cesare - collaboratore a contratto
Dott. Geol. Paola Manco - collaboratore a contratto
Dott. Geol. Katia Straziuso - collaboratore a contratto

Staff – Informatizzazione:

Dott. Geol. Antonio Di Pace - collaboratore a contratto
Dott. Geol. Giovanna Stefania Mossa - collaboratore a contratto
Dott. Geol. Katia Straziuso - collaboratore a contratto

Si ringraziano: Orano Colucci e Maria Emilia Erario - ex Dirigenti Regione Puglia.

Rapporto finale Aprile 2006