

# Aspetti geologici, geomorfologici e geotecnici dei versanti collinari pliocenici del riminese

D. Bastianelli\*, F. Carlini\*, M. Zaghini\*

\* geologi liberi professionisti

## 1 - PREMESSA

Nel presente articolo si illustrano gli aspetti geologici, geomorfologici e geotecnici generali dei versanti collinari in cui affiorano unità argillose plio-pleistoceniche in particolare della zona del riminese, che presentano sovente problematiche connesse con la stabilità. Sono, infatti, numerosi i casi di dissesti che coinvolgono opere realizzate su tale formazione che, dai non addetti ai lavori, viene impropriamente considerata compatta e dunque sicura dal punto di vista costruttivo. Il geologo libero professionista conosce bene le difficoltà che incontra con i progettisti, quando propone ad esempio, la realizzazione di fondazioni profonde od altri interventi per la messa in sicurezza di un versante (dunque con costi aggiuntivi). Da parte sua il geologo non deve assolutamente perdere di vista gli aspetti geomorfologici generali del territorio ed estendere il campo dell'analisi a tutto il versante ove ricade l'opera in progetto ed alla sua evoluzione. Quanto di seguito illustrato nasce dall'esperienza acquisita dagli Autori nel corso degli anni e vuole proporre alcuni spunti geologico-tecnici

per i professionisti che operano nel territorio di affioramento di tale formazione.

Le caratteristiche geologiche schematiche del territorio della Provincia di Rimini (e delle zone limitrofe) vedono i terreni più antichi rappresentati dall'alloctono della Coltre della Valmarecchia (Oligocene-Pliocene inferiore) che occupano il settore di NW a monte di Ponte Verucchio, nel bacino del fiume Marecchia ed anche un piccolo settore del bacino del T. Conca e quelli autoctoni della formazione gessoso-solfifera s.l. (Miocene sup.) che affiorano in una fascia ristretta che va da Montescudo a Mondaino. A monte di tale fascia affiora il cosiddetto "Pliocene intrappenninico" (Pliocene inf.) che comprende terreni a prevalente litologia argillosa, mentre a valle affiora il cosiddetto "Pliocene pedepenninico", comprendente terreni via via più recenti (dal Pliocene inf. al Pleistocene inf.) anch'essi a prevalente litologia argillosa se si escludono le caratteristiche "sabbie gialle" di ambiente litorale (colli di Santarcangelo di Romagna, Vergiano e S. Fortunato) con le quali si chiude la sedimentazione marina (FIG.1)<sup>1</sup>.

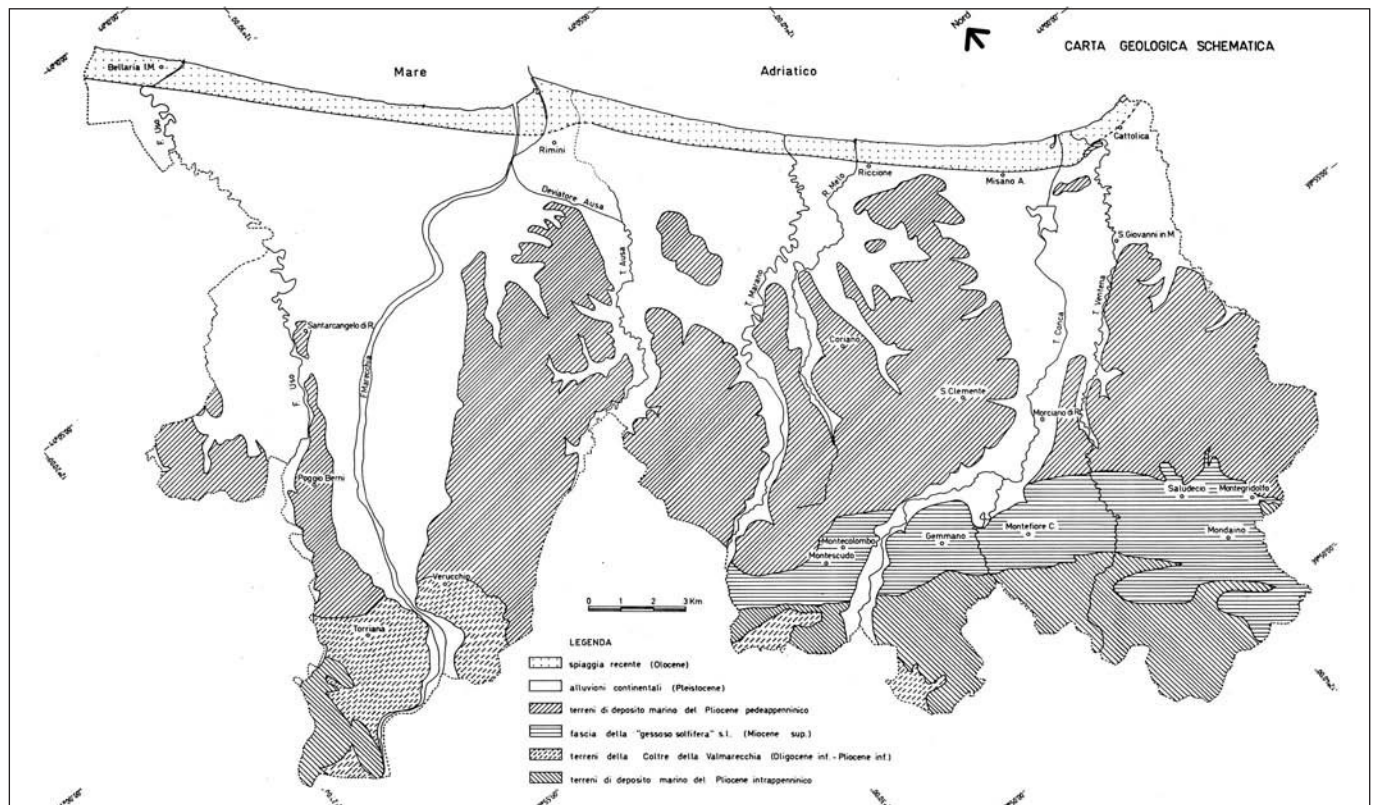


Figura 1

L'argomento che si affronta è limitato alle sole "colline argillose" del Pliocene (intrappennico e pedepennico) in cui le sequenze dei depositi a prevalente litologia argillosa sono intercalate da spessori più o meno consistenti di sabbie e arenarie, appartenenti allo stesso ciclo sedimentario plio-quadernario.

È su questi piccoli lembi di rocce meno erodibili, affioranti alla sommità delle colline, che si sono impiantati i nuclei abitativi più antichi (Castello di Cerasolo, Rocca Malatestiana di Coriano, Mulazzano ecc.). Le pendici argillose, meno stabili, erano destinate a colture agrarie estensive in cui veniva ampiamente utilizzata la sistemazione "idraulico-agraria" della coltivazione a girapoggio o cavalcapoggio.

L'espansione edilizia ha in gran parte interessato queste pendici collinari alterando, a volte, il loro già precario stato di equilibrio.

Anche il tipo di colture ha subito notevoli cambiamenti in tempi recenti: le colture specializzate e le monoculture hanno infatti preso il posto delle tradizionali colture foraggere con rotazione dei campi. Inoltre l'utilizzo dei mezzi meccanici<sup>2</sup> ha causato una maggiore profondità delle arature.

Nelle colline, oggi, è inoltre ampiamente diffusa la coltivazione della vite con la tecnica del 'rittochino' che, se da un lato consente una migliore esposizione al sole, dall'altra favorisce un più rapido ruscellamento ed una maggiore erosione del suolo.

## 2 - FRANOSITÀ EREDITATA E FRANOSITÀ ATTUALE

Per poter valutare il grado di stabilità dei versanti delle colline plioceniche ed inquadrare correttamente le problematiche relative al rischio da frana occorre, a nostro parere, avere ben presente il quadro morfologico del nostro territorio.

È noto infatti come nella nostra regione, così come in tutta la penisola, si sia verificata un'estesa franosità, negli ultimi 20.000 anni conseguente alle esasperate condizioni climatiche, all'evoluzione neotettonica, nonché all'approfondimento della rete drenante conseguente all'abbassamento del livello marino (sino a profondità di 120 m. rispetto al livello attuale).

In questo periodo si è registrato l'acme dell'ultima glaciazione wurmiana iniziata circa 75.000 anni fa e terminata 8-10.000 anni fa.

I nostri territori, durante questa fase fredda, non sono stati interessati da *glacialismo* in senso stretto, bensì da fenomeni di tipo *periglaciale*<sup>3</sup> che hanno coinvolto aree molto ampie non relegate ai soli ambiti montani, ma anche alle fasce pedemontane più prossime alla costa così come recentemente evidenziato da diversi Autori<sup>4</sup>.

L'approfondimento della rete idrica superficiale verificatosi in questo periodo è ancora in parte riconoscibile nell'infossamento (dell'ordine di 5-10 metri rispet-

to ai terrazzi laterali) di molti corsi d'acqua del riminese come ad esempio i torrenti Ausa, Marano, Melo, Ventena. Tali infossamenti non rispecchiano evidentemente le modeste portate attuali.

Nella Formazione gessoso-solfifera s.l. la presenza di estesi affioramenti di rocce competenti poste al tetto delle litofacies pelitiche più facilmente erodibili, ha prodotto l'innescò di frane di crollo le cui nicchie di distacco sono ancora oggi visibili.

Nei versanti costituiti da litologie argillose hanno prevalso invece le frane di scivolamento o del tipo colata.

In epoche successive al periodo wurmiano, si sono registrate riattivazioni dei movimenti mentre in epoca storica, si segnalano, per i dissesti idrogeologici che hanno provocato, tre periodi di deterioramento climatico: dal 900-300 a.C., dal 400-750 d.C. ed infine quello indicato come Piccola età glaciale tra il 1550 e il 1850<sup>5</sup>.

Non tutti questi fenomeni sono stati cancellati dalla successiva evoluzione morfologica del territorio. Su questa franosità ereditata (paleofrane), parzialmente attiva, si attesta parte della franosità in atto.

La franosità attuale è prevalentemente sviluppata nelle coltri di alterazione allentate ed ha generalmente dimensioni limitate, connesse con gli eventi climatici attuali e con la normale evoluzione della rete idrografica.

## 3 - PALEOFRANE, FRANE QUIESCENTI E FRANE ATTIVE

Nella classificazione delle frane alcuni Autori in genere, distinguono una franosità sviluppatasi nei passati cicli evolutivi (paleofrane e frane quiescenti) ed una franosità attuale<sup>6</sup>.

Tutti gli studiosi concordano nel fatto che per "paleofrane", si intendono quelle avvenute in condizioni climatiche e morfologiche diverse dalle attuali, per cui non sono ipotizzabili, nelle odierne condizioni, riattivazioni dell'intero corpo di frana.

Al di sopra di questi antichi movimenti stabilizzati sono sorti centri abitati antichi: per il Montefeltro si pensi a Novafeltria, Pennabilli, Santagata Feltria; per il riminese vi sono evidenze di paleofrane interessanti alcune porzioni dei centri storici di Saludecio, Verucchio, ecc.

Tuttavia ciò non significa che queste frane siano da considerarsi del tutto inattive, in quanto ricerche storiche hanno dimostrato come alcuni isolati siano stati ricorrentemente lesionati da movimenti anche in tempi recentissimi.

Il concetto di "frana quiescente" è invece tuttora dibattuto tra i geologi poiché questo termine si presta ad equivoci.

Alcuni Autori considerano quiescenti quelle frane avvenute in condizioni morfologiche e climatiche





Foto 1: versante esposto a NE (località Misano Monte)

molto simili a quelle attuali e che ora si trovano in apparente stato di stabilità. Tali frane sono a volte, di difficile riconoscimento perché non vi sono evidenti indizi di movimento, né agenti modellatori in atto sul versante che preludano ad un riavvio del movimento in tempi brevi; queste possono comunque riattivarsi in concomitanza di eventi meteorologici particolari, interventi antropici, sollecitazioni sismiche ecc.

Si tratta perciò di frane ad andamento intermittente il cui periodo di inattività può essere più o meno lungo (dell'ordine di anni o di decenni); di qui la difficoltà di riconoscimento e di classificazione. Alcuni AA. le includono dunque assieme alle paleofrane, altri le associano alle frane attuali.

Le frane attive sono invece da considerarsi quelle

prodottesi nelle attuali condizioni morfologiche e climatiche, riconoscibili sulla base della morfologia del terreno e classificabili con la schematizzazione attualmente in uso. Esse mostrano indizi di movimenti in atto, indipendentemente dell'entità e velocità degli stessi, quindi comprendono sia frane con movimenti molto rapidi ed evidenti che frane a lenta evoluzione. L'attività di queste frane può essere continua o intermittente seguendo i cicli di piovosità stagionale.

#### 4 - CENNI SUI CARATTERI GEOMORFOLOGICI LOCALI DELLE COLLINE RIMINESI ATTRAVERSO L'ANALISI FOTOINTERPRETATIVA

I rilievi collinari del Plio-pleistocene riminese, mostrano



Foto 2: versante esposto a SW (località M. Annibolina)



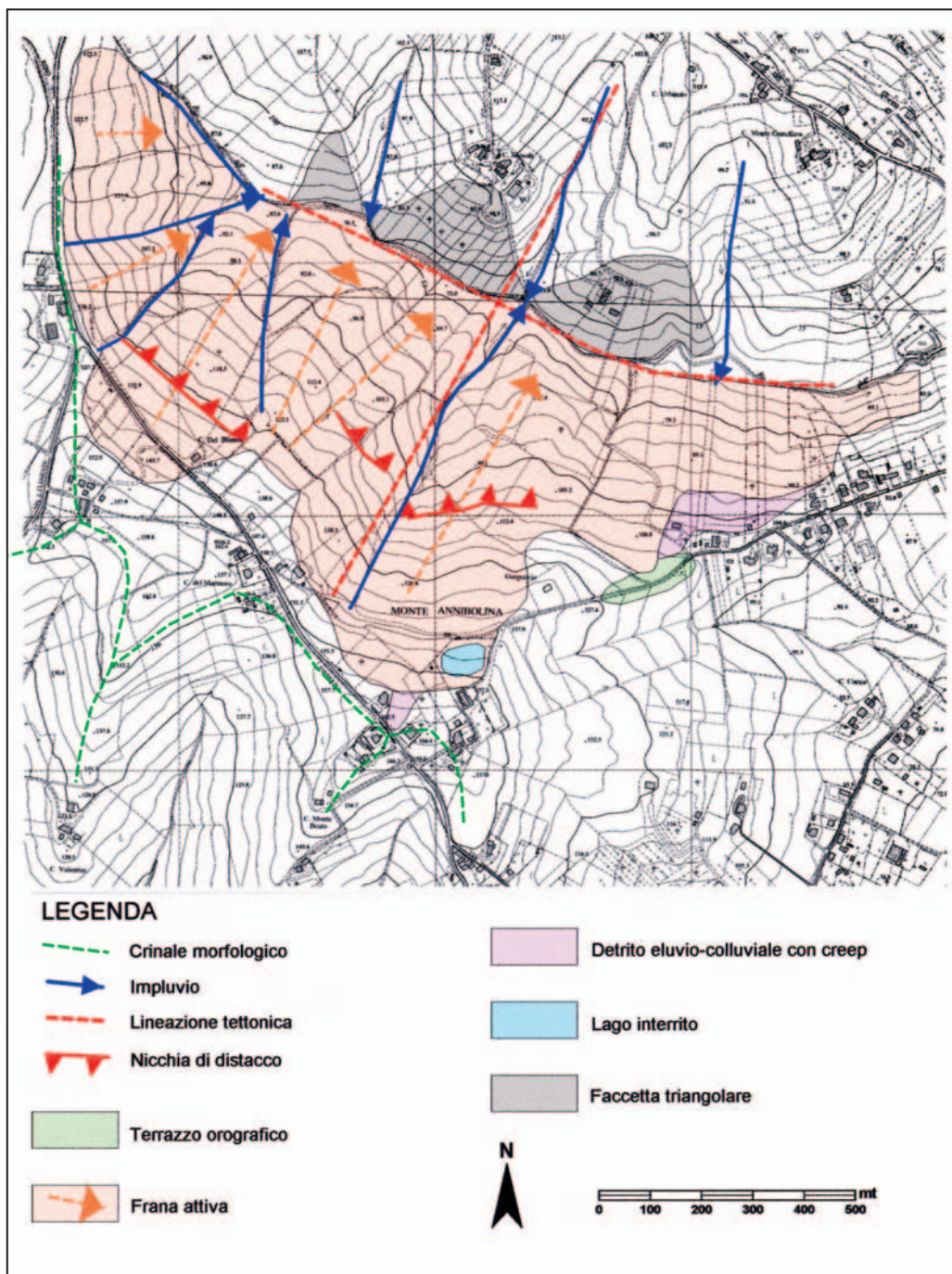


FIG. 2 – Carta geomorfologica dei versanti collinari nei pressi della località di M. Annibolina

una morfologia dolce con versanti degradanti mediamente con pendenze dell'ordine di 6°-8°, regolarizzati sia per effetto dell'azione erosiva delle acque, che dalle secolari lavorazioni agricole ma che a luoghi, presentano scarpate morfologiche connesse sia con le variazioni litologiche che con le attività antropiche.

L'esame fotogeologico dei versanti collinari rileva, in generale, la presenza di estese coperture di depositi di versante (materiali colluviali, antichi accumuli di frana) individuabili sulla base della prevalenza dei toni grigio-scuri, in quanto tali materiali, tendono a drenare più facilmente l'acqua determinandone la diversa tonalità rispetto al territorio circostante.

I movimenti franosi attivi sono facilmente riconoscibili in quanto mostrano l'evidenza di nicchie di distacco mentre quelli di tipo quiescente sono individuabili non tanto per le nicchie, a volte oblitrate dall'erosione o dalle lavorazioni agricole, quanto dalle zone di accumulo a cui bordi tende a posizionarsi, tipicamente, la rete idrica superficiale.

Anche dal punto di vista strutturale la fotointerpretazione fornisce un valido aiuto al geologo-geomorfologo, in quanto gli scarsi affioramenti nelle argille plio-pleistoceniche e la presenza di una spessa coltre di alterazione superficiale, non consentono di appurare con certezza la giacitura degli strati che può, essere

determinata indirettamente attraverso l'analisi fontointerpretativa.

Se disposti a franapoggio, i versanti appaiono meno acclivi, non regolarizzati (con evidenze di concavità e convessità pronunciate), caratterizzati da una maggiore quantità di accumuli e depositi di versante, con presenza di emergenze idriche diffuse e di vegetazione di tipo idrofilo ed in genere, con rete idrica di superficie molto sviluppata. Al contrario i versanti disposti a reggipoggio risultano a maggiore acclività, molto più regolarizzati, e con drenaggio meno sviluppato.

Il reticolo idrografico risulta spesso influenzato da un forte controllo tettonico; alla base dei versanti sono spesso individuabili le caratteristiche faccette triangolari o trapezoidali spesso connesse con antiche scarpate diaglia modellate dall'erosione.

## 5 - CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DI UN VERSANTE COLLINARE PLIOCENICO DEL RIMINESE

L'affioramento della formazione delle argille plioceniche, induce dunque il geologo ad un'attenta analisi che va dalla caratterizzazione geomorfologica dei versanti con l'individuazione delle varie forme di dissesto attraverso analisi fontointerpretativa, alla determinazione della successione litostratigrafica attraverso sondaggi e prove penetrometriche statiche, alla caratterizzazione geomeccanica dei livelli sia in situ con prove CPT che in laboratorio con prelievo di campioni indisturbati.

In questo paragrafo si propone un'analisi di un versante collinare riminese studiato dagli Autori nell'ambito di uno studio di fattibilità geologica per l'impianto di colture specializzate (vite).

L'area in esame è ubicata nell'entroterra del Comune di Misano Adriatico al confine con il Comune di San Clemente.

Il versante ricade all'interno del bacino del Rio Agina, di cui occupa la parte sommitale, nella località di Monte Annibolina (Foto 1-2 e Fig. 2).

Un'attenta analisi geomorfologica attraverso l'esame sequenziale di fotogrammi aerei, ha permesso definire il quadro geomorfologico generale come illustrato nella seguente figura e di seguito descritto.

L'incisione torrentizia del Rio dell'Agina, la cui evoluzione è connessa con le fasi climatiche cui precedentemente si è fatto cenno, espone in affioramento i due versanti della valle che presentano caratteristiche geomorfologiche e morfotettoniche differenti.

Nel versante esposto a NE, l'esame fotogeologico dei fotogrammi aerei del volo 1976 evidenzia, con i criteri esposti al par. 4, la presenza di estese coperture di depositi di versante coinvolti in varie forme di dissesto individuabili, non tanto sia per le nicchie di distacco, che per le zone di accumulo.

Tali depositi di versante hanno una marcata predisposizione al dissesto con evoluzione degenerativa in particolari condizioni meteoroclimatiche (da frane quiete a frane attive). In questi casi possono attivarsi movimenti delle coperture anche in presenza di versanti a debole pendenza connessi con i cicli di ritiro e rigonfiamento dei litotipi argillosi.

L'analisi dei fotogrammi del volo aereo 1985 mostra infatti, una chiara evoluzione regressiva dei movimenti, evoluzione che diventa un fattore di rischio nel caso di presenza di opere antropiche.

Si noti (v. FIG. 2) come il versante esposto a SW, non presenti evidenze di movimenti franosi, sebbene più ripido. Il confronto dunque tra il versante esposto a NE e quello esposto a SW costituisce una conferma indiretta della disposizione a franapoggio del primo, interessato da diffusi fenomeni di dissesto e della disposizione a reggipoggio del secondo.

## 6 - CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA DEL VERSANTE ATTRAVERSO PROVE CPT

Sul versante esposto a NE, nell'ambito dello studio, si sono eseguite un congruo numero di prove penetrometriche statiche che, confrontate con numerose prove analoghe eseguite dagli Autori nelle colline della provincia di Rimini, permettono di definire un quadro stratigrafico generalmente rappresentativo dei versanti collinari pliocenici, in cui in linea di massima si possono identificare 5 livelli principali:

- **LIVELLO A** – Terreno di alterazione superficiale e/o di essiccamento (valori di resistenza alla punta del penetrometro statico  $R_p$  variabili);
- **LIVELLO B** – Depositati di versante ( $R_p$  compresa tra 15 e 30 Kg/cmq);
- **LIVELLO C** – Substrato argilloso decompresso ( $R_p$  compresa tra 30 e 70 Kg/cmq);
- **LIVELLO D** – Substrato formazionale compatto ( $R_p > 70$  Kg/cmq).
- **LIVELLO E** – Terreno in frana ( $R_p$  compresa tra 8 e 15 Kg/cmq);

Tale successione stratigrafica locale può essere inseribile nel contesto morfoevolutivo del territorio di cui si è fatto cenno nei capitoli precedenti: i depositi di versante (che assumono spessori anche superiori ai dieci metri) costituiscono o gli accumuli del materiale eroso durante le fasi di esasperate condizioni climatiche o antichi accumuli di frana. Il substrato formazionale si presenta sovraconsolidato in quanto, un tempo, sottoposto ad un carico litostatico molto superiore a quello attuale (argille ricoperte da spessori considerevoli di terreni successivamente erosi nell'ambito dell'evoluzione morfotettonica del territorio).

Si riportano di seguito alcuni diagrammi penetrome-



trici che mostrano significativamente il quadro stratigrafico descritto, rapportato al contesto geomorfologico del versante analizzato.

La CPT riferita al diagramma n° 1, è ubicata in prossimità del crinale morfologico; si noti l'ovvia assenza del deposito di versante (anche se a volte può essere presente con uno spessore molto ridotto) ed l'elevato grado di consolidamento del decompresso.

La CPT riferita al diagramma n° 2, è ubicata più verso valle rispetto alla n°1; il diagramma mostra che dopo lo strato superficiale alterato e sovraconsolidato per essiccamento si rileva il livello E che costituisce un corpo di frana che si imposta sul substrato decompresso seguito dal substrato inalterato e più compatto. Si noti come il decompresso abbia ivi un maggiore spessore, sintomo di un'aggressione più profonda da parte degli agenti erosivi.

Il terzo diagramma si riferisce ad un'altra prova CPT effettuata sul versante, ma in una porzione non attualmente coinvolta in un movimento attivo (da analisi fotointerpretativa). Si noti tuttavia una bassa resistenza del deposito di versante ed una pressochè assenza del livello decompresso del substrato. Dunque il livello costituito dal deposito di versante (Livello B) rappresenta uno strato potenzialmente in frana qualora non adeguatamente protetto dalla percolazione di acque superficiali e/o ipodermiche.

## 7 - CIRCOLAZIONE IDRICA

Nel substrato decompresso la circolazione idrica è possibile per permeabilità secondaria dovuta alle fratture, tamponata verso il basso dal substrato compatto impermeabile.

Sebbene le coltri di deposito non costituiscono anch'esse acquiferi veri e propri, nella porzione più alterata e decompressa superficiale si possono attivare circuiti idrici ipodermici, particolarmente attivi durante i periodi più piovosi che tendono a saturare il litotipo argilloso ed a favorire circolazioni localizzate nei livelli più permeabili. I circuiti ipodermici sono facilitati dal fatto che nei periodi siccitosi e nei periodi estivi, le argille possiedono una certa capacità di ritiro che le porta a fessurarsi facilmente in superficie, con fenditure che possono spingersi a discrete profondità.

È sempre di estrema importanza dunque, quando si opera sulle argille plioceniche, non sottovalutare i dati piezometrici per il solo fatto che questi tipi di terreni vengono generalmente considerati impermeabili. È consigliabile dunque posizionare piezometri nei fori di sondaggio e monitorare gli eventuali livelli di circolazione idrica per un discreto arco di tempo.

## 8 - CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI DI COPERTURA E DELLA PORZIONE DECOMPRESSA DELLE ARGILLE PLIOCENICHE

Mentre è possibile una certa distinzione dei 5 livelli indicati attraverso la resistenza statica, che richiama il quadro morfoevolutivo locale, altrettanto non può dirsi relativamente alla parametrizzazione geomeccanica in quanto possono presentarsi valori simili a quote differenti. Non è stato possibile dunque distinguere i cinque livelli in base alla loro caratterizzazione geomeccanica. Di seguito a titolo orientativo si riporta perciò un intervallo di valori rilevati

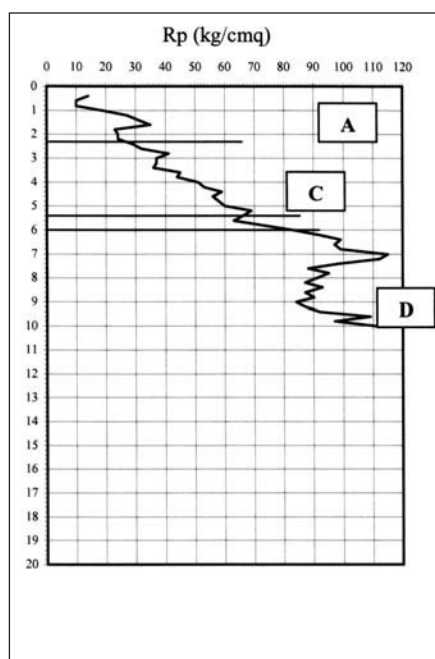


Diagramma penetrometrico statico n° 1

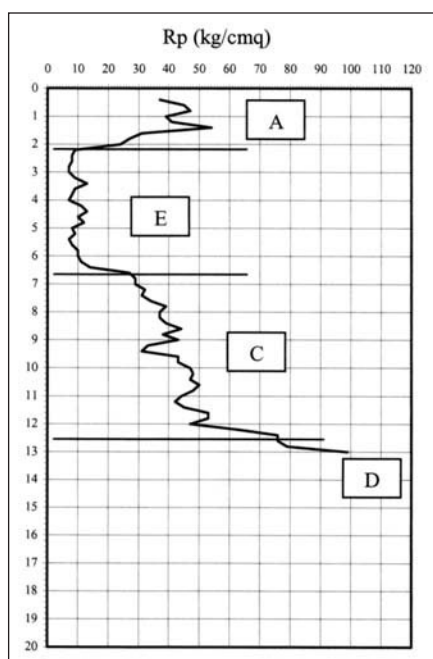


Diagramma penetrometrico n° 2

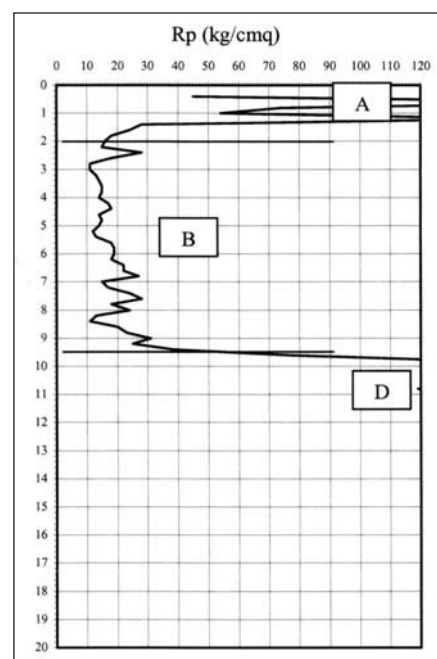


Diagramma penetrometrico n° 3

nella porzione più superficiale delle argille del Pliocene medio-superiore entro i primi 6-7 m. dal p.c.:

*Caratteristiche generali*

$I_p$	= 22 - 56 (%)
$W_l$	= 41 - 82 (%)
$W_p$	= 19 - 27 (%)
$W_n$	= 15 - 32 (%)
$\gamma$	= 18.5 - 20.7 (KN/m <sup>3</sup> )

*Granulometria*

S	= 0-16 (%)
L	= 16-61 (%)
A	= 26-65 (%)

*Parametri geomeccanici*

$\varphi'$	= 17 - 25 (°)
$\varphi_r$	= 12 - 15 (°)
$c'$	= 45-110 (KPa)
$c_r$	= 0-5 (KPa)

Dalle caratteristiche generali e dalla granulometria le argille plioceniche si possono classificare tra le argille inorganiche con limo di bassa (CL) ed alta plasticità (CH) da inattive a normalmente attive dove la componente argillosa è costituita principalmente da minerali di natura illitico-caolinica con indici di consistenza ( $I_c$ ) compresi tra 0,67 e 1,25 ovvero a consistenza da plastica a semisolido. Risulta di particolare importanza la caratteristica, almeno nella porzione più superficiale alterata, di possedere un potenziale di cambiamento volumetrico da elevato a molto elevato (Holtz 1959 - Dakshanamurthy e Raman 1973).

Ciò sta a dimostrare che tali terreni, durante i periodi particolarmente siccitosi, perdono per evapotraspirazione il contributo idrico di ritenzione, contraendosi e creando le tipiche spaccature del terreno cui si è fatto cenno; contrariamente, nei periodi piovosi, tali spaccature costituiscono delle potenziali vie di circolazione idrica per le acque di scorrimento superficiale. Tale contributo idrico, che viene assorbito dalle particelle argillose, determina pertanto un aumento di volume del terreno con conseguente perdita di consistenza e riduzione dei parametri di coesione totale. Questo conduce sovente a due problematiche principali:

- dissesti nelle fondazioni di edifici impostati superficialmente e con strutture non particolarmente rigide;
- i cicli di essiccamento-imbibimento determinano nel tempo, anche se associati a modeste pendenze, quei movimenti tipici della coltre superficiale alterata (creep, soliflusso).

Nelle verifiche di stabilità, occorre fare riferimento ovviamente ai valori di picco dei parametri geomeccanici, qualora il versante non si presenti in movi-

mento (dall'analisi della stratigrafia e da sopralluoghi in sito); tuttavia l'analisi fotointerpretativa estesa ad un arco temporale piuttosto lungo, può essere utilizzata per evidenziare eventuali movimentazioni del recente passato che potranno, nel calcolo, far propendere per l'applicazione dei valori residui.

## 9 - CONCLUSIONI

Con il presente articolo si è voluto sottolineare la necessità di affrontare le problematiche dei versanti collinari pliocenici in maniera molto ampia e non limitata alla sola caratterizzazione litostratigrafica attraverso un certo numero (spesso esiguo) di indagini geognostiche e derivando l'analisi geologica dai soli dati di bibliografia.

La cartografia geologica disponibile va sempre consultata ma è poi necessario procedere ad analisi geomorfologiche di dettaglio orientate ai fini applicativi (a questo proposito non dovrebbe mai mancare, allegata alla relazione geologica, una cartografia geomorfologica di dettaglio elaborata specificamente per l'area in studio, del tipo di quella riportata nel presente articolo).

L'esame sequenziale delle fotografie aeree, esteso ad un ampio arco temporale, si rileva uno strumento

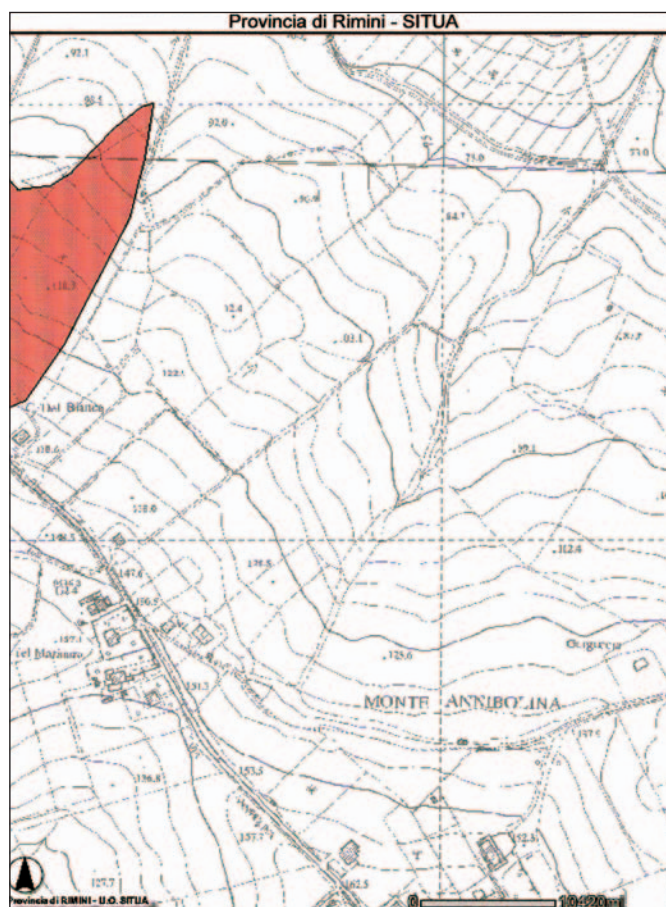


Fig. 3 Stralcio Carta Inventario del Dissesto R.E.R tratta da SITUA Provincia di Rimini

# A

indispensabile per un'efficace indagine geomorfologica, in quanto molto spesso è in grado di mostrare particolari che difficilmente possono essere rilevati direttamente sul terreno (per la presenza di vegetazione, per la lavorazione dei campi ecc.).

Ovviamente l'esame fotointerpretativo deve necessariamente essere integrato da un controllo diretto sul terreno ed attraverso un'adeguata campagna geognostica ed analisi di laboratorio.

Né si può fare esclusivamente riferimento alla cartografia ufficiale. Infatti, nel caso presentato di M. Annibolina (Misano A.), la cartografia consultata (Carta inventario del Dissesto della Regione Emilia Romagna alla scala 1:25.000, edizione 1996 e la cartografia annessa al P.T.C.P. della Provincia di Rimini, Tav. TP3 Sistema Ambientale, alla scala 1:25.000, edizione Agosto 1998) non riporta pressoché alcuna evidenza di movimenti, attivi o quiescenti, né depositi di versante, né cartografa l'area tra quelle potenzialmente instabili (si osservi a tale proposito la Fig. 3 in cui si riporta uno stralcio della Carta Inventario del Dissesto dell'area, tratta dal sito SITUA della Provincia di Rimini).

Per contro l'analisi fotogeologica condotta a partire dai fotogrammi aerei del volo IGMI/GAI del 1955 evidenzia al contrario, la presenza di vasti movimenti di versante.

L'analisi geomorfologica preventivamente condotta, ha così permesso di meglio orientare la campagna

geognostica e di fornire alla committenza un quadro realistico del grado di stabilità del versante ai fini della fattibilità geologica degli interventi previsti.

## Note

<sup>1</sup> Figura tratta da M. Zaghini *Caratteri geomorfologici e stratigrafici della fascia costiera riminese*. In Atti del Convegno Rischio Idrogeologico nel riminese 11 maggio 2001. Il Geologo dell'Emilia-Romagna.

<sup>2</sup> M. ZAGHINI *La gestione delle aree franose nel riminese*. Studi Romagnoli, XLVII 1996.

<sup>3</sup> Il termine originariamente introdotto per indicare i processi geomorfologici che si manifestano in una fascia periferica all'esterno delle grandi calotte glaciali ha assunto in seguito un significato più vasto ed è attualmente utilizzato per indicare i più svariati fenomeni geomorfologici che si riscontrano nei climi freddi all'esterno del limite delle nevi perenni dove le alternanze dei cicli di gelo-disgelo costituiscono il processo morfogenetico più importante.

<sup>4</sup> C. GUERRA, O. NESCI *Depositi Pleistocenici di versante nel territorio della Repubblica di S. Marino. Lineamenti geomorfologici e caratteri applicativi*. Il Geologo dell'Emilia-Romagna, n. 13, 1999.

*Ibidem* *Glacis Pleistocenici nel Montefeltro (Appennino Marchigiano-Romagnolo)* Studi geografici e geologici in onore di Severino Belloni, Glauco Brigati, Genova, 1999.

<sup>5</sup> A. VEGGIANI *Clima, uomo e ambiente nelle vicende geologiche del territorio di Cattolica*, Cattolica, 1993.

<sup>6</sup> A. VALLARIO *Frane e territorio* Liguori Ed. Napoli, 1992.

<sup>7</sup> Si ringrazia la Dott.ssa Tiziana D'Angeli per il contributo fornito alla fotointerpretazione dell'area ed alla elaborazione informatizzata della carta geomorfologica.