

NUOVI PROCEDIMENTI CARTOGRAFICI PER IL QUATERNARIO CONTINENTALE: L'ESEMPIO DELLA CARTA GEOLOGICA DELL'ALTA VALLE DELL'ATERO

Carlo Bosi¹, Paolo Messina¹ & Marco Moro²

¹ Istituto di Geologia ambientale e Geoingegneria del CNR - Via del Fosso del Cavaliere, 100 - 00133 ROMA
E-Mail: c.bosi@igag.cnr.it; p.messina@igag.cnr.it

² Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Via di Vigna Murata, 605 - 00143 ROMA
E-mail: moro@ingv.it.

RIASSUNTO

Nell'ambito della cartografia geologica italiana del Quaternario continentale i procedimenti più evoluti sono attualmente quelli utilizzati dal progetto per la nuova carta geologica d'Italia, alla scala 1:50.000 (CARG). L'innovazione più sensibile introdotta da questo progetto è rappresentata dall'adozione delle unità allo-stratigrafiche o delle unità a limiti inconformi (UBSU). Alcune realizzazioni degli anni '90 suggeriscono però la possibilità di altre innovazioni che riguardano il contenuto informativo delle carte, con particolare riguardo alla utilizzazione degli elementi geomorfologici. In alcune delle procedure finora adottate, questi elementi non sono, infatti, più aggiunti a quelli stratigrafici, ma sono integrati con essi in una prospettiva che tende a superare l'abituale separazione fra stratigrafia e geomorfologia.

La carta geologica del Quaternario dell'alta valle dell'Aterno è stata realizzata con procedimenti che rappresentano una radicalizzazione di queste procedure, fino al punto di modificare la struttura delle unità di riferimento. Infatti, quelle cartografate non sono più unità stratigrafiche, ma unità corrispondenti ad una integrazione di unità allostratigrafiche ed unità "morfosequenziali", queste ultime intese come elementi di una sequenza di superfici fossili (di erosione o di accumulo). Queste unità, definite come "unità allo-morfosequenziali" (UAM), sono di regola delimitate inferiormente da una superficie d'erosione sepolta al disotto della unità allostratigrafica, e superiormente da una, o più, superfici relitte. La principale differenza con le usuali unità stratigrafiche è che mentre queste sono definite principalmente sulla base dei fatti deposizionali, le UAM rappresentano in modo esplicito anche i fatti morfogenetici, perfezionando la definizione della successione di eventi che hanno dato origine all'evoluzione geologica dell'area. Questa differenza presenta anche conseguenze sul significato delle superfici di discontinuità che delimitano le unità stratigrafiche: esse non sono più considerate come semplici elementi di separazione fra unità allostratigrafiche (o UBSU), ma come testimonianze di eventi morfogenetici ai quali viene assegnata una totale parità di rango con quelli deposizionali.

Nell'area rilevata sono state riconosciute numerose unità che sono state raggruppate in tre insiemi diversi e precisamente: (i) una successione cronologicamente ordinata di 8 unità allo-morfosequenziali e di 19 unità morfosequenziali rappresentate da superfici relitte; (ii) 6 unità morfosequenziali corrispondenti ad una successione terrazzata almeno in parte più antica della successione precedente; (iii) tre unità stratigrafiche delle quali non è stato possibile definire nel dettaglio i rapporti con la successione cronologicamente ordinata. Tutte queste unità sono state indicate con numeri che esprimono la posizione cronologica relativa degli elementi costitutivi (litosomi e forme). In una situazione come quella della zona considerata, dominata dal progressivo incassamento di forme e litosomi la successione delle unità allo-morfosequenziali viene manifestamente a corrispondere alle tappe del progressivo approfondimento del reticolo idrografico. Viene quindi ad essere avvalorata la spiccata valenza evolutiva della carta.

Altre innovazioni adottate nella realizzazione della carta riguardano le indicazioni geomorfologiche e gli elementi strutturali. Per le prime si è preferito rinunciare alle indicazioni usualmente riportate nelle carte geologiche (orlo di terrazzo, dolina, ecc.) limitandosi a cartografare solo gli elementi geomorfologici di diretto interesse nei riguardi della ricostruzione degli eventi geologici succedutisi nell'area, rappresentati dalle superfici relitte. Per gli elementi strutturali sono state fornite indicazioni sulla cronologia della deformazione e sulla fonte delle valutazioni.

Tenuto conto che l'alta valle dell'Aterno rappresenta un campione significativo delle conche intermontane dell'Appennino centrale, la procedura illustrata in questa nota sembra essere suscettibile di una applicazione non strettamente locale. La carta presentata in questa nota si può quindi intendere come una proposta da collocare nella prospettiva metodologica di un superamento degli attuali criteri cartografici per il Quaternario continentale.

ABSTRACT

In the field of the Italian geological cartography of the continental Quaternary deposits at present the most advanced procedures are those used for the new Italian geological map project on a scale of 1:50.000 (CARG).

The most noticeable innovation introduced by this project is represented by the adoption of allo-stratigraphical units or unconformity boundary stratigraphic units (UBSU). Some accomplishments in the 90's, however, suggest the possibility of other innovations that regard the informative content of maps, with a particular consideration to the use of geomorphological elements. In some of the procedures which until now have been adopted, these elements have in fact not been added to those stratigraphic, but have been integrated with a perspective that tends to exceed the usual separation between stratigraphy and geomorphology.

The Quaternary geological map of the upper Aterno Valley has been achieved with a process that represents a radical use of these procedures, to such a degree that it modifies the structure of the reference unit. In fact, those cartographed are no longer stratigraphic units, but units that correspond to an integration of allo-stratigraphic units and morphosequential units, the last agreed to be elements in a sequence of relict surfaces (due to erosion or accumulation). These units, defined as "allo-morphosequential units" (UAM) are delimited lower down by an erosional surface buried below by the allo-stratigraphic unit and above by one or more relict surfaces. The main difference with the usual stratigraphic units is that while these are defined mainly on the basis of depositional events, the UAM also represents in an explicit way the morphogenetic events, perfecting the definition of the succession of events that have given origin to the geological evolution of the area. This difference also has consequences on the importance of the erosional surfaces (unconformity) that delimit the stratigraphic units: they are no longer considered as simple elements of separation between allo-stratigraphic units (or UBSU), but as evidence of morphogenetic events to which is assigned a completely equal rank, as for those depositional.

In the surveyed area many units have been recognised which have been divided into three different groups, which are:

- (i) a chronologically ordered succession of 8 units allo-morphosequentiali and 19 morphosequential units represented by relict surfaces.*
- (ii) 6 morphosequential units corresponding to a terraced succession which is at least in part older than the previous succession*

(iii) three stratigraphic units of which it has been impossible to define in detail its relationship with the chronologically ordered succession.

All these units have been indicated with numbers that express the relative chronological position of the constituent elements (lithosomes and shapes).

In a situation such as the one considered, dominated by the progressive embedding of shapes and lithosomes, the succession of the allo-morphosequential unit is revealed in correspondence to the progressive deepening phases of the hydrographic network. The distinct evolutionary valence of the map is therefore confirmed.

Other innovations adopted in the making of the map regard the geomorphological indications and the structural elements. For the first, the common indications usually referred to in the geological maps have been abandoned (terrace borders, dolines, etc.) limiting ourselves to cartographing only the geomorphological elements of direct interest in regards to the reconstruction of successive geological events in the area represented by relict surfaces. Information on the chronology of the deformation and origin of the evaluation have been provided for the structural elements.

Taking into account that the upper Aterno represents a significant sample of the intermountain valley of the central Apennines, the illustrated procedure in this text does not seem to be susceptible to only a strictly local application. The map presented can therefore be considered as a proposal to be placed in a methodological perspective as a surpassing of the present cartographic criteria for the continental Quaternary.

Parole chiave: Quaternario, cartografia, conche intermontane.

Keywords: Quaternary, cartography, intramountain basin.

1. PREMESSA

La geologia del Quaternario continentale e marino costiero¹ presenta notoriamente aspetti particolari, quali la rapida variabilità delle litologie e degli ambienti di sedimentazione, la frequenza ed il tipo delle discontinuità stratigrafiche, la prevalente modesta entità degli spessori e la possibilità di scansioni cronologiche molto dettagliate. Una buona carta geologica del Quaternario presuppone quindi l'adozione di criteri specifici ed un dettaglio di rilevamento inusuale in altri ambiti.

Per inciso è da osservare che le procedure anche impegnative che possono derivare da questi vincoli sono ampiamente giustificate dal fatto che il Quaternario continentale rappresenta il contesto geologico maggiormente interessato dagli interventi antropici; se si eccettua la costruzione di gallerie e, in parte, lo sfruttamento delle risorse naturali, quasi tutti questi interventi riguardano infatti, in modo più o meno diretto, terreni e fenomeni quaternari.

Malgrado queste circostanze la cartografia geologica in Italia si è sviluppata in una prospettiva stratigrafico-strutturale poco attenta alle problematiche quaternarie, con risultati spesso decisamente discutibili. Una valutazione al riguardo è quella espressa dall'AIQUA (Associazione italiana per lo studio del Quaternario), fondata sull'analisi di circa 160 carte geologiche pubblicate fino ai primi anni '90 (Bosi e Messina, 1993). L'analisi, svolta da un gruppo di lavoro apposito², ha messo in evidenza che la maggior parte delle carte ufficiali fino a quel tempo prodotte presentava gravi carenze, derivanti principalmente dal modo inadeguato con cui era stata definita la stratigrafia dei sedimenti continentali e marini costieri; altre carenze riguardavano i riferimenti cronologici, i criteri di correlazione fra le unità

stratigrafiche, i dati strutturali e la utilizzazione degli elementi morfologici.

A questa situazione si è proposto di ovviare il progetto per la nuova Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (CARG), varato alcuni anni or sono, che ha introdotto nei criteri di rilevamento per il Quaternario sensibili innovazioni (CNR, 1992), la più importante delle quali riguarda l'adozione di unità stratigrafiche più idonee alle specificità del Quaternario (unità allostratigrafiche ed unità a limiti inconformi, v. paragrafo seguente).

Le informazioni disponibili sui risultati finora ottenuti in questo ambito e le esperienze acquisite con altre carte realizzate negli ultimi anni indicano tuttavia che esistono ancora ampi spazi per approfondimenti metodologici. Di qui l'opportunità di iniziative come il progetto "Carte prototipali" fondato sulla collaborazione fra CNR e Servizio Geologico Nazionale, nel cui ambito è stata realizzata la carta geologica del Quaternario dell'alta valle dell'Aterno.

Lo scopo che ci si è prefisso con la redazione di questa carta è quello di fornire un esempio di carta geologica che sviluppa i criteri del Progetto CARG, nel duplice senso di una maggior coerenza e di una aumentata valenza geologico-evolutiva.

La maggior coerenza è stata ottenuta con procedimenti che cercano di superare il dualismo stratigrafia/geomorfologia riconducendo tutti gli elementi considerati alla comune radice geologica. Questo obiettivo è stato ottenuto adottando unità sostanzialmente diverse dalle usuali unità stratigrafiche in quanto discendono da una stretta integrazione di elementi stratigrafici e geomorfologici.

L'incremento della valenza evolutiva è stato ottenuto perfezionando la successione di eventi che sono alla base dell'evoluzione geologica dell'area, aumentando di conseguenza la scansione temporale delle valutazioni di cronologia relativa che ne possono derivare.

Scopo di questa nota è l'illustrazione del procedimento seguito, con particolare riguardo ai suoi aspetti concettuali e metodologici. Informazioni più analitiche sulla stratigrafia e sull'evoluzione geologica dell'area sono riportate in un'altra nota (Bosi *et al.*, in stampa b).

¹ Nel seguito questo ambito sarà indicato semplicemente con il termine "Quaternario".

² Il Gruppo era costituito da C. Bartolini, A. Bini, C. Bosi, L. Brancaccio, L. Carobene, F. Carraro, A. Carton, G.B. Castiglioni, N. Ciaranfi, A. Cinque, P. Messina, M. Panizza, A. Sposato e A. Ulzega.

2. PRECEDENTI METODOLOGICI

I precedenti metodologici di maggior interesse nei riguardi della problematica affrontata in questa nota sono essenzialmente quelli contenuti in carte espressamente dedicate al Quaternario, prodotte in Italia nell'ultimo quindicennio.

Buona parte di queste carte sono state realizzate con le classiche metodologie fondate sulla litostratigrafia. Un esempio, relativo ad un'area prossima a quella considerata, è la carta della conca di Rieti (Cavinato, 1993).

Nell'ultimo decennio si sono però diffuse anche procedure cartografiche diverse, fondate sulla adozione delle unità allostratigrafiche o delle unità a limiti inconformi, proposte dal progetto CARG. Si tratta notoriamente di due tipi di unità stratigrafiche analoghe, in quanto ambedue fondate su limiti corrispondenti a superfici di discontinuità; le differenze riguardano aspetti sostanzialmente formali, quali le caratteristiche di tracciabilità delle stesse superfici, e questioni di priorità terminologica.

Carte di questo tipo sono quelle dell'apparato glaciale dell'Adda (Cremaschi *et al.*, 1994), la carta dell'Astigiano di Boano e Forno (1999), la carta della zona del Mandriosotto (Bini *et al.*, 2001), il foglio "Susa" della nuova Carta geologica d'Italia (direttore del rilevamento delle formazioni superficiali, F. Carraro) e la carta dei

Laghi di Cornisello della Provincia Autonoma di Trento (rilevatori del Quaternario, C. Baroni e A. Carton).

Altre carte sono state realizzate sulla base di unità stratigrafiche corrispondenti a singoli eventi sedimentari separati da fasi erosive o, comunque, da fasi di non sedimentazione. Si tratta quindi di unità sostanzialmente equivalenti alle unità allostratigrafiche (o a limiti inconformi), in quanto anch'esse necessariamente delimitate da superfici di discontinuità.

Una carta di questo tipo, relativa ad una zona prossima a quella esaminata, è quella della conca di Sulmona (Miccadei *et al.*, 1998), la cui struttura informativa può essere illustrata dallo schema dei rapporti stratigrafici contenuto nella carta (Fig. 1).

Esistono poi numerose carte di impronta più decisamente geomorfologica. Un esempio abbastanza tipico è quello fornito dalla carta di una parte del Gruppo di Brenta di Petrucci e Cavazzini (1992) che, in sostanza, è una carta geomorfologica arricchita da informazioni sulla stratigrafia delle successioni quaternarie.

Fra le carte di questo tipo per la zona appenninica è da ricordare quella della zona di Amatrice di Cacciuni *et al.* (1995) che, su campiture corrispondenti ad unità litostratigrafiche quaternarie, riporta un insieme di dati geomorfologici, fra i quali sono compresi anche i limiti di superfici relitte.

Orientata ad una maggiore integrazione fra elementi stratigrafici ed elementi geomorfologici è la carta

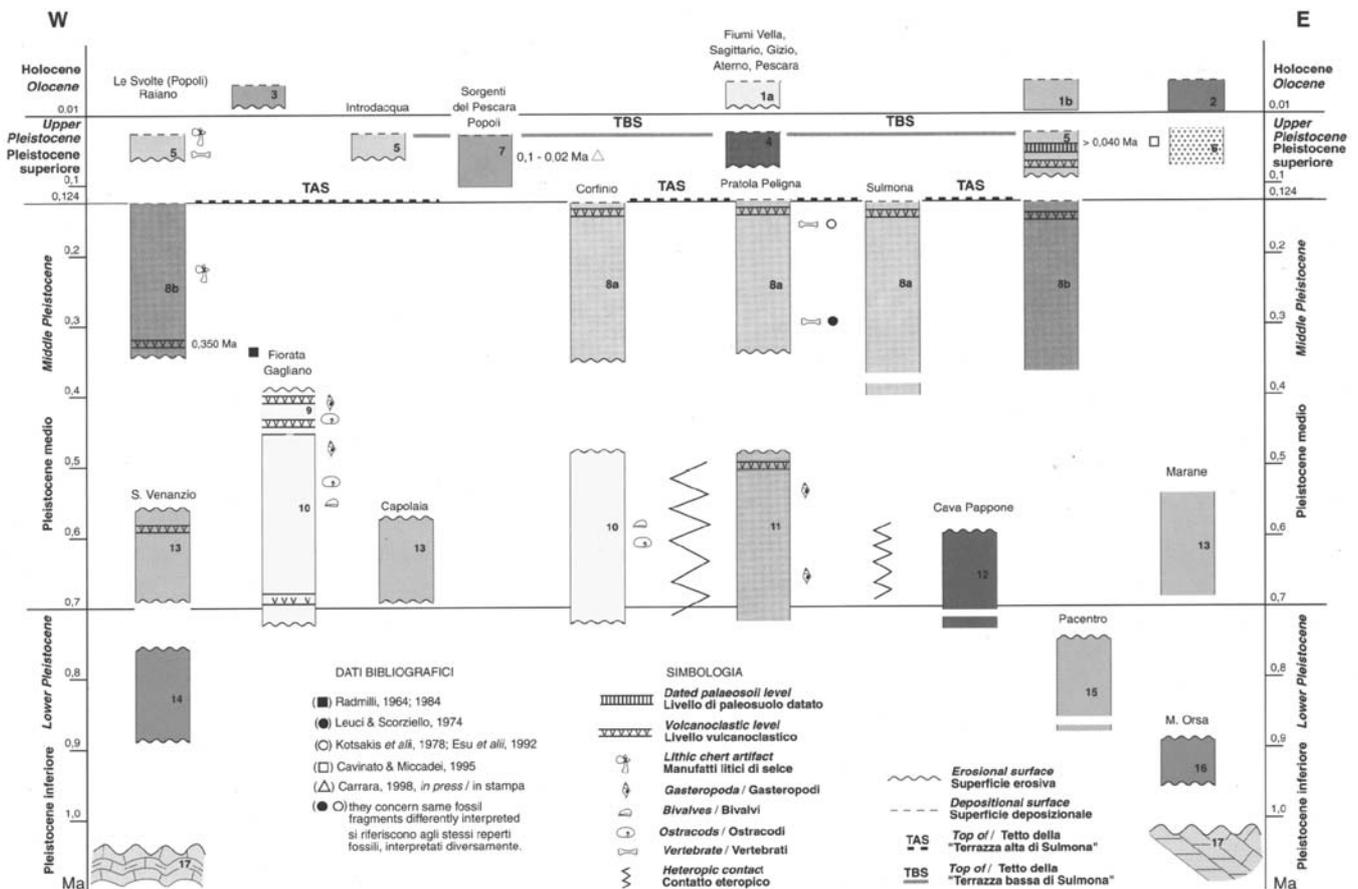


Fig. 1 - Schema dei rapporti stratigrafici della conca di Sulmona (da Miccadei *et al.*, 1998).
 Schema of the stratigraphic relationships of the Sulmona basin (from Miccadei *et al.*, 1998).

dell'alta valle del Volturno di Brancaccio *et al.* (2000), fondata su unità morfo-litostratigrafiche (sensu Bosi, 1989a).

All'integrazione di elementi stratigrafici e geomorfologici sono ispirate anche altre carte, pubblicate alla fine degli anni '80 e nei primi anni '90, riguardanti l'area di Montalto di Castro (Bosi *et al.*, 1990), la Conca di Fossa (Bertini e Bosi, 1989 e 1993) e l'alta valle del Sangro (Galadini e Messina, 1993). In queste carte gli elementi stratigrafici e geomorfologici sono rappresentati, rispettivamente, da unità stratigrafiche corrispondenti a singoli eventi deposizionali, e da superfici relitte di erosione o di accumulo; l'integrazione fra questi elementi è stata realizzata ponendoli tutti in un'unica sequenza temporale, sintetizzata in opportuni schemi esplicativi (Fig. 2).

In una zona come quella appenninica, nella quale l'evoluzione geologica quaternaria si è realizzata per erosione di zone in sollevamento, questi schemi permettono di dettagliare il progressivo approfondimento del reticolo idrografico, arricchendo la griglia temporale nella quale le diverse unità stratigrafiche devono essere collocate.

Una variante dello schema di figura 2 è quella proposta da Basili e Bosi (1996) che, sviluppando un precedente lavoro (Bosi, 1989a) perfeziona l'integrazione stratigrafia-geomorfologia (v. anche Carraro e Ferrarino, 1981), considerando anche le superfici di erosione sulle quali si appoggiano le unità stratigrafiche; nel relativo schema morfologico-stratigrafico sono quindi presenti, ordinati in un'unica sequenza numerica, i prodotti degli eventi deposizionali ed erosivi testimoniati nell'area (Fig. 3).

3. METODI APPLICATI

Gli aspetti metodologicamente rilevanti dei criteri seguiti nella realizzazione della carta dell'alta valle dell'Aterno sono quelli relativi alla tipologia delle unità utilizzate, alle informazioni geomorfologiche ed alle notazioni strutturali.

La scelta delle unità da porre alla base del rilevamento è ispirata ad una radicalizzazione di quella integrazione di elementi geomorfologici e stratigrafici già perseguita in precedenti lavori, citati nel capitolo precedente (Bosi, *et al.*, 1990; Bosi *et al.*, 1989 e 1995; Galadini e Messina, 1993; Basili e Bosi, 1996; Bosi e Messina, 1997).

L'unità di riferimento cartografico è infatti la "unità allo-morfosequenziale" (UAM) definita come l'insieme di:

- una unità stratigrafica (UA), corrispondente al prodotto di una singola fase deposizionale ed assimilabile ad una "unità allostratigrafica" o "unità a limiti inconformi"³;
- le superfici di erosione e/o di accumulo che la delimitano, assunte come "unità morfosequenziali"⁴ (UM).

³ Come detto in precedenza i due termini siano sostanzialmente equivalenti nell'ambito della problematica che interessa: la preferenza al termine "allostratigrafico" in questa nota è legata solo a ragioni di semplicità verbale.

⁴ Il termine "unità morfosequenziale" è stato proposto in Bosi (1989a), per definire un elemento morfologico che fa parte di una successione cronologicamente ordinata di elementi consimili, evitando il termine "morfostratigrafico" (usato da altri Autori) che rappresenta una dubbia commistione di concetti morfologici e stratigrafici.

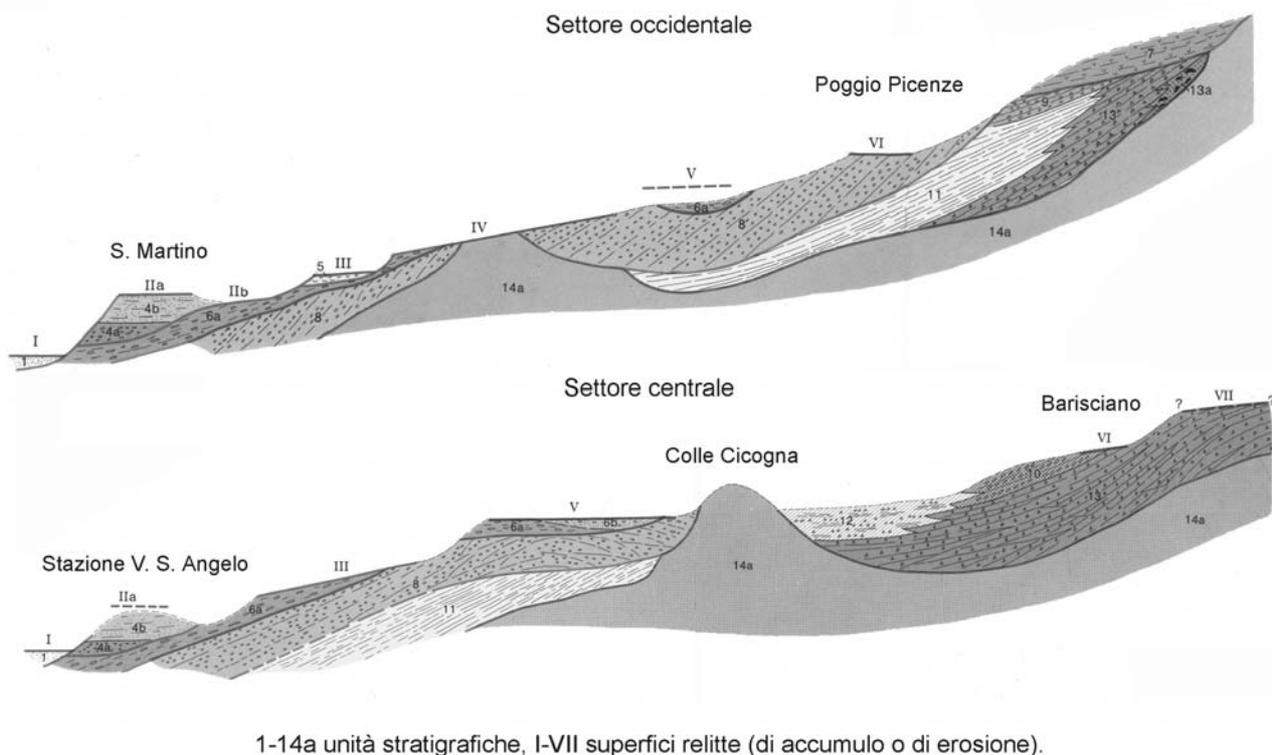


Fig. 2 - Schema dei rapporti morfo-litostratigrafici della conca di Fossa (da Bertini e Bosi, 1993, modificato).

Schema of the morfo-lithostratigraphic relationships of the Fossa basin (modified after Bertini and Bosi, 1993).

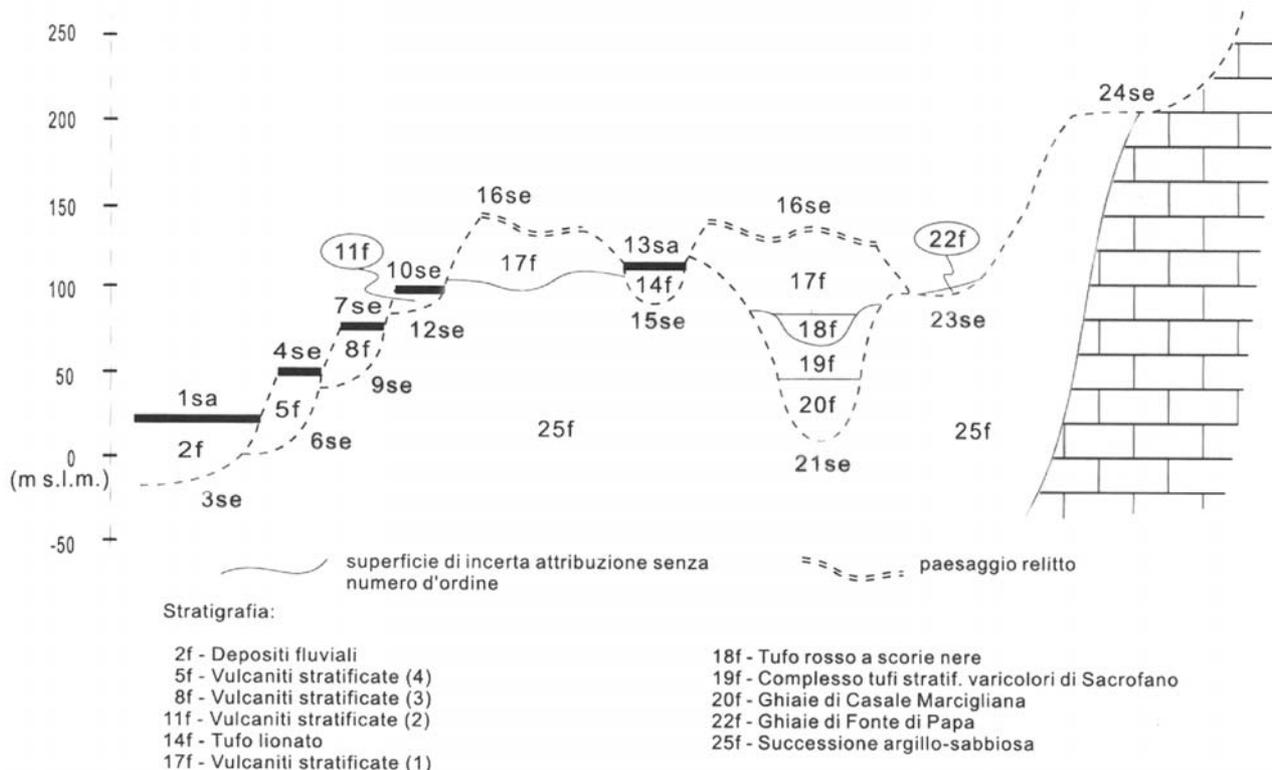


Fig. 3 - Schema morfo-litostratigrafico dell'area di Monterotondo (da Basili e Bosi, 1996).
 Morpho-litostratigraphic schema of the Monterotondo area (from Basili and Bosi, 1996).

In una situazione, come è quella della zona studiata, nella quale i litosomi sono di regola progressivamente incassati l'uno nell'altro, ogni unità "allo-morfosequenziale" viene ad essere delimitata verso il basso dalla superficie d'erosione sepolta sulla quale giace l'unità allo-stratigrafica e, verso l'alto, da una o più superfici relitte.

Unità così definite configurano una perfetta parità di rango fra eventi erosionali ed eventi deposizionali, in una prospettiva che considera tanto gli uni quanto gli altri ugualmente determinanti nei riguardi dell'evoluzione geologica.

Questa parità ha anche risvolti concettuali in quanto cambia il modo di considerare le superfici che delimitano le unità stratigrafiche: l'identità di queste superfici non risiede più nel loro ruolo di limitare litosomi, ma nel fatto di rappresentare effetti di specifiche fasi morfogenetiche.

E' evidente che le unità allo-morfosequenziali non possono essere considerate unità stratigrafiche, ma si configurano come unità di rappresentazione cartografica corrispondenti agli effetti degli eventi deposizionali ed erosivi che hanno caratterizzato una specifica fase dell'approfondimento del reticolo.

L'insieme delle "unità allo-morfosequenziali" può essere descritto con riferimento ad una successione unitaria, schematizzabile da un opportuno schema dei rapporti stratigrafico-morfologici (Fig. 4). In questo schema possono trovare razionale collocazione anche unità morfosequenziali costituite da superfici relitte scolpite nel substrato pre-quadernario, che possono essere assi-

milate ad unità allo-morfosequenziali per le quali l'unità allostratigrafica abbia spessore nullo.

Per quanto riguarda le informazioni geomorfologiche riportate sulla carta, esse sono limitate a quelle relative a tutte le superfici relitte (d'erosione e di accumulo) osservabili nel paesaggio. Non si è ritenuto opportuno riportare elementi geomorfologici diversi da queste superfici sostanzialmente per tre motivi distinti.

Il primo è la ovvia necessità di non complicare la carta con troppi graficismi.

Il secondo motivo discende dal fatto che molti dei dati geomorfologici abitualmente riportati nelle carte geologiche sono di fatto sovrabbondanti rispetto al contenuto informativo proprio di una carta geologica. Nel caso di conoidi, morene, ecc. l'informazione geomorfologica aggiunge infatti ben poco ad una corretta informazione sulla litologia e sull'ambiente di sedimentazione⁵, mentre in altri casi (doline, dune, allineamenti di dune ecc.) le informazioni possono addirittura essere dedotte dalle carte topografiche al 25.000.

⁵ Nel caso del conoide, ad esempio, una volta che esso sia rappresentato da un colore che ne esprima queste caratteristiche e ne precisi l'estensione, aggiungere il simbolo geomorfologico equivale di fatto a dire che un conoide ... ha la forma di un conoide. L'eventuale conservazione dell'abituale simbolo di conoide (come nella carta oggetto di questa nota) può avere una sua giustificazione solo come espediente per non cartografare il limite preciso dei sedimenti appartenenti al conoide.

Il terzo, e più importante, motivo è rappresentato dal fatto che le indicazioni geomorfologiche usualmente cartografate, configurano un set di informazioni avulso dal contesto stratigrafico-strutturale delle carte geologiche. Si tratta infatti di indicazioni relative a forme presenti nel paesaggio attuale, senza che, di regola, ne sia indicata la collocazione cronologica, né i rapporti con le unità stratigrafiche riconosciute. Seguire la prassi usuale equivale quindi a far coesistere due insiemi di informazioni sostanzialmente disomogenee, a tutto scapito della struttura logica della carta.

D'altra parte, anche l'eventuale precisazione in termini cronologici delle usuali notazioni geomorfologiche appare scarsamente soddisfacente. Un esempio a questo proposito è quello del terrazzo il cui ciglio fornirebbe informazioni di fatto superate dalla rappresentazione cartografica della spianata sommitale del terrazzo. La delimitazione di questa spianata costituisce anzi un'informazione più completa dell'indicazione del ciglio del corrispondente terrazzo in quanto riguarda anche i casi di spianate prive di un ciglio morfologicamente definito. L'unico modo in cui la rappresentazione del ciglio fornirebbe informazioni più dettagliate sarebbe quello di rappresentare il ciglio come intersezione di una superficie sommitale con le scarpate che la delimitano, precisando l'età di ciascuna di esse; soluzione questa che risulta estremamente complessa e difficilmente realizzabile data la diacronicità delle scarpate.

In relazione alle notazioni strutturali si è ritenuto utile inserire due informazioni, non considerate nelle usuali carte geologiche.

La prima riguarda la cronologia della deformazione che è stata valutata in modo molto schematico, nei

limiti concessi dalla situazione stratigrafico-strutturale dell'area cartografata. La seconda riguarda la fonte delle valutazioni cartografate e consiste nel mettere in evidenza quelle fondate su elementi decisamente interpretativi, quali le particolarità geomorfologiche potenzialmente riconducibili a dislocazioni tettoniche.

4. IL QUATERNARIO DELL'ALTA VALLE DELL'ATERNO

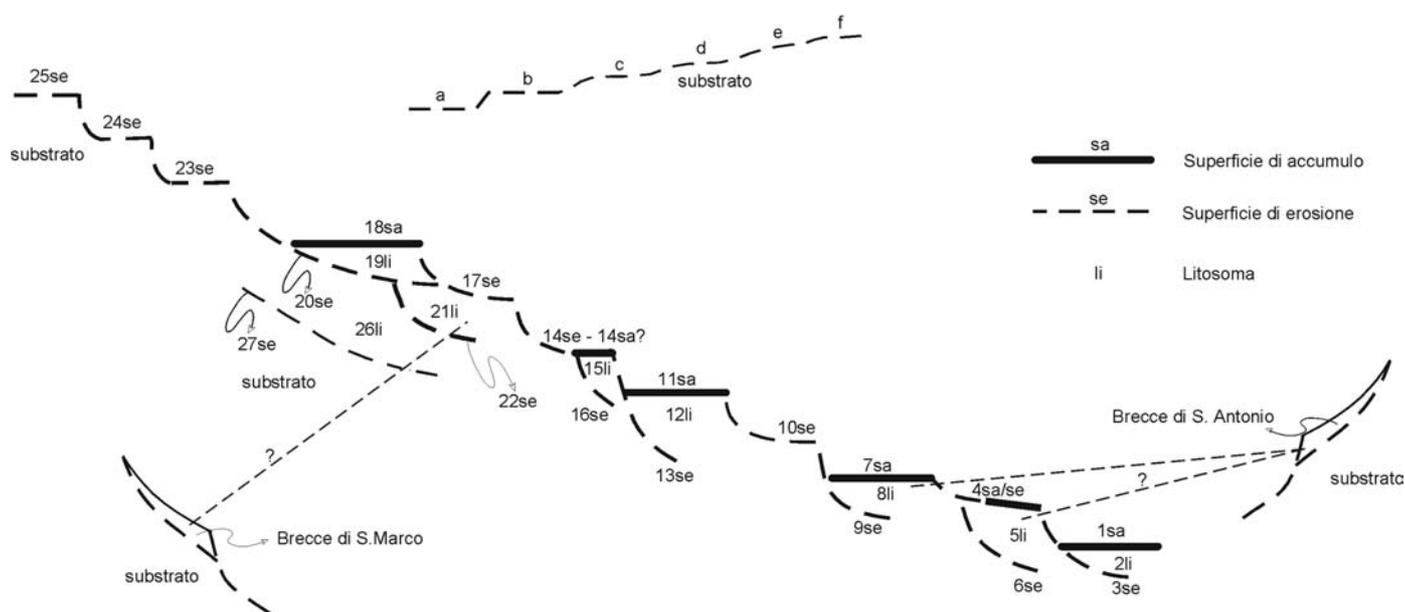
4.1 Lineamenti geologici

L'area cartografata si estende a W della catena del Gran Sasso, fra il versante SW del M. Marine ed il margine NE del gruppo del M. Giano. Si tratta di un'area costituita da un substrato marino giurassico-miocenico variamente corrugato ricoperto da sedimenti continentali di varia facies ed età.

I dati geologici disponibili per quest'area sono quelli riportati in Bosi (1975), Blumetti (1995), Bagnaia *et al.* (1996), Blumetti *et al.* (1996), Basili *et al.* (1997), Basili *et al.* (1999), Messina *et al.* (2001)

L'area è costituita da un importante fondovalle, che si evolve fino a divenire una ampia conca pianeggiante, e da un sistema di versanti calcareo-dolomitici (più raramente calcareo-marnosi) solcati da incisioni variamente pronunciate. In prossimità dei fondovalle sono estesamente presenti sedimenti fluviali, talora terrazzati, mentre sui versanti i sedimenti quaternari sono rappresentati solo da lembi di depositi di versante.

L'area cartografata (figg. 5 e 6) rappresenta quindi un campione abbastanza significativo delle tipiche conche intermontane dell'Appennino laziale-abruzzese.



1-27 Numerazione progressiva, dal più recente al più antico, di litosomi, superfici di erosione e superfici di accumulo

Fig. 4 - Schema dei rapporti morfologico-stratigrafici dell'alta valle dell'Aterno.
Schema of the morpho-stratigraphic relationships of the upper Aterno valley.

4.2 La successione allo-morfosequenziale

Applicando la metodologia descritta nel capitolo 3, è stata delineata una successione di unità allo-morfosequenziali (UAM), in ciascuna delle quali elementi stratigrafici ed elementi morfologici si integrano in vario modo.

Il limite inferiore di tutte le UAM è costituito da una superficie di erosione scolpita in terreni di varia collocazione stratigrafica, in conseguenza del progressivo e costante incassamento dei litosomi l'uno nell'altro. Questa superficie non ha una esplicita rappresentazione anche se è comunque definita nella carta; essa coincide infatti con il limite fra i colori delle diverse UAM, corrispondente all'intersezione delle superfici d'erosione alla base delle diverse unità con l'attuale superficie topografica.

Il limite superiore di una UAM può essere rappresentato dalla superficie di accumulo dell'unità allostratigrafica o da una spianata d'erosione che la tronca, o ad una combinazione delle due.

Come già detto in 3.3, nella successione allo-morfosequenziale sono state inserite anche superfici relitte scolpite direttamente sul substrato, assunte come unità morfo-sequenziali. Come si è già detto, queste unità, rilevanti in quanto testimonianze del progressivo approfondimento del reticolo idrografico, sono assimilabili ad unità allo-morfosequenziali per le quali la unità allostratigrafica abbia spessore nullo.

La rappresentazione più indicativa della successione allo-morfosequenziale è quella dello schema dei rapporti morfologico-stratigrafici di Fig. 4.

In questo quadro seguendo la procedura già indicata in Basili e Bosi (1996) le unità stratigrafiche e le unità morfosequenziali sono state numerate progressivamente a partire dalla superficie di accumulo dei depositi alluvionali di fondovalle (1) alla superficie d'erosione alla base dell'unità stratigrafica più antica (27). A ciascuno di questi numeri è associata una sigla che chiarisce la natura del corrispondente elemento stratigrafico o morfologico (li=litosoma; se=superficie di erosione; sa=superficie di accumulo).

Questi numeri sono stati utilizzati anche per la denominazione delle diverse UAM: ciascuna di queste unità è infatti definita da due numeri corrispondenti all'elemento (morfologico o stratigrafico) rispettivamente più recente e più antico fra quelli rappresentati nella stessa unità.

Si può far notare che questo tipo di denominazione ha il vantaggio di evitare il lungo elenco di termini (alloformazione o sintema o formazione di, superficie di) che sarebbe stato necessario adottare se si fosse applicata la usuale terminologia stratigrafica con i suoi riferimenti toponomastici; essa possiede inoltre una immediata evidenza in termini di cronologia relativa.

Complessivamente la successione allo-morfosequenziale è costituita da 27 (Figg. 4 e 5) unità le cui caratteristiche sono sintetizzate in quanto segue, a partire dalla unità più antica.

Unità allo-morfosequenziale 26/27

L'UA 26 è costituita da conglomerati ad elementi carbonatici poco arrotondati e da alternanze di livelli ghiaiosi con ciottoli arenacei e calcarei e da livelli sabbioso-limosi.

L'intera successione è basculata, con inclinazioni

degli strati che raggiungano in alcuni casi i 20°.

Unità morfosequenziali 23-24-25

Sono costituite da lembi di spianate di erosione rimodellate, scolpite su substrato e sviluppate a quote comprese tra 750 e 850 m.

Unità allo-morfosequenziale 21/22

L'UA 21 è costituita da ghiaie fluviali, talora sabbioso-limose, con elementi generalmente ben arrotondati (dimensioni variabili fino a 20 centimetri). Localmente sono intercalati strati sabbioso-limosi con livelli ossidati probabilmente legati a variazioni del livello di falda. L'immersione della stratificazione varia tra S e W, con inclinazioni che raggiungono i 10°. L'embricatura dei ciottoli indica una direzione di trasporto da NW a SE, mediamente parallela con il corso attuale dell'Aterno. Nella parte alta dell'unità è presente una superficie di erosione coperta da ghiaie fluviali appartenenti a successivi cicli sedimentari non distinguibili cartograficamente.

Unità allo-morfosequenziale 18/20

L'UA 19 è costituita da una successione di limi sabbioso-argillosi ben stratificati, a giacitura generalmente sub-orizzontale, a luoghi laminati, che rappresentano un deposito di fine ciclo fluviale passante verso l'alto ad ambiente lacustre. L'unità è delimitata a tetto dalla superficie di accumulo (UM 18) ben conservata e riconoscibile a NW di Barete a quota 780-800.

Unità morfosequenziale 17

E' costituita da un insieme di lembi di superfici di erosione riconoscibili a nord di S. Vittorino a quota 710-800 m. Le superfici, probabilmente riconducibili ad un episodio di spianamento sostanzialmente unitario, interessano in modo indifferenziato sia il substrato calcareo che l'UA 26 e l'UA 21.

Unità allo-morfosequenziale 14/16

L'UA 15 è costituita da un esiguo spessore (sino a 10 metri circa) di sabbie fini limose con rari ciottoli calcarei poco arrotondati. L'ambiente di sedimentazione è di tipo fluviale di bassa energia. L'unità è delimitata a tetto dalla corrispondente superficie di accumulo (UM14) conservata in lembi rimodellati nella zona di Cavallari. Lateralmente UM14 corrisponde ad una spianata di erosione che interessa sia il substrato calcareo che l'UA 21, ad una quota compresa tra 690 e 720 m circa.

Unità allo-morfosequenziale 11/13

L'UA 12 è costituita da livelli sub-orizzontali di ghiaie fluviali, variamente sabbiose, con elementi molto arrotondati, e da lenti di sabbie che contengono abbondante materiale di origine vulcanica (piccole scorie, pirosseni, biotite, ecc.).

L'unità è delimitata a tetto dalla superficie di accumulo (UM 11) conservata in lembi a quote 670-715 nella zona compresa tra Prato Lagone e Prato dell'Agora.

Unità morfosequenziale 10

E' costituita da lembi di una spianata di erosione sviluppati a quote 665-675 e scolpiti sull'UA 12 nell'area compresa tra C.le Visconti e Pratiglio.

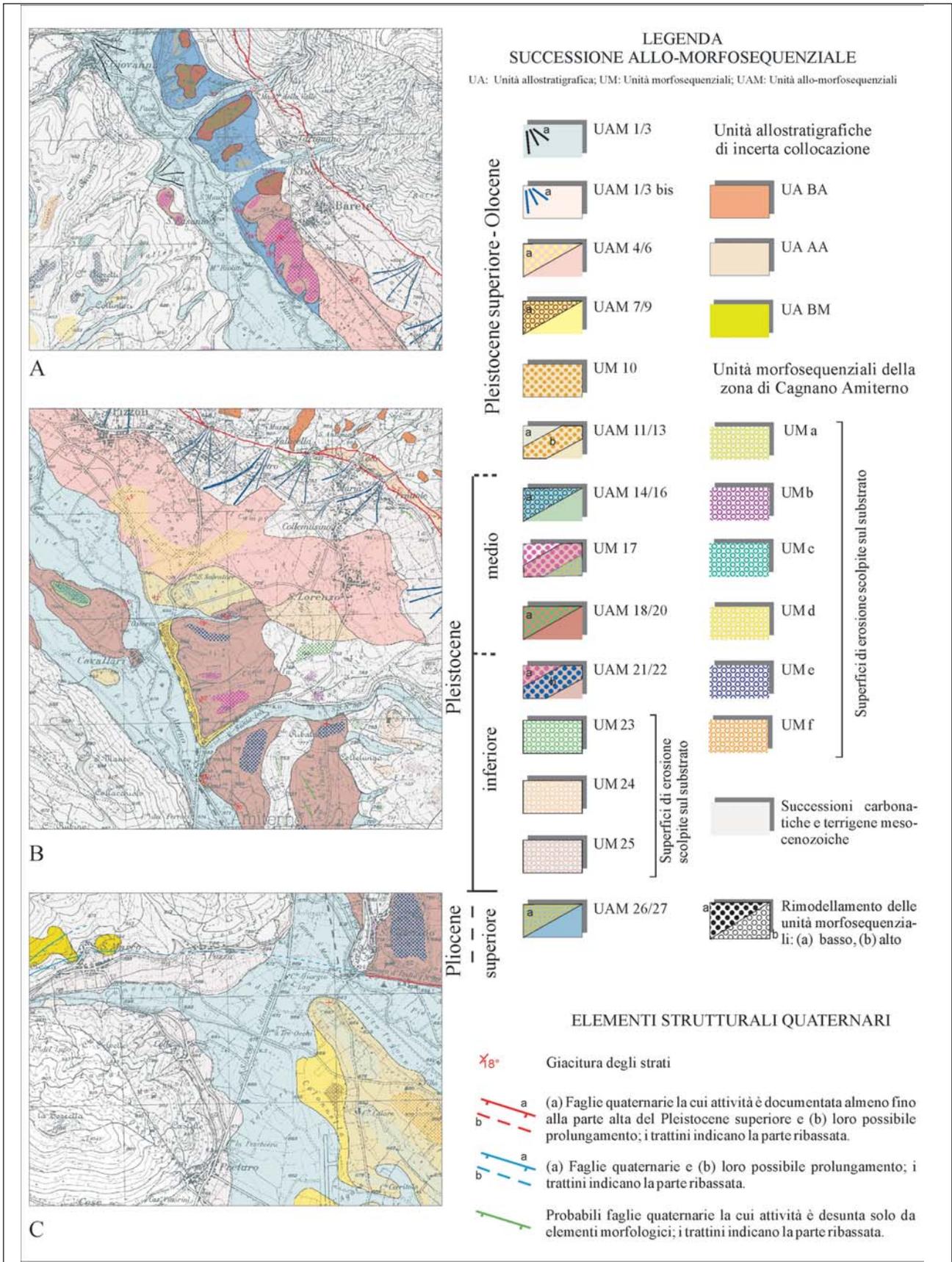


Fig. 5 - Stralci e legenda della carta geologica del Quaternario dell'alta valle dell'Aterno. La descrizione delle varie unità è riportata nel testo. Base cartografica della Regione Abruzzo (aut. Giunta Reg. Serv. Inf. Terr. e Telem. prot. 2095 del 19/06/2003).
 Parts and legend of the Quaternary geological map of the upper Aterno valley. See the text the description of the allo-morphosequential units. Topographic map of the Regione Abruzzo.

Unità allo-morfosequenziale 7/9

L'UA 8 è costituita da ghiaie sabbioso-limose fluviali ed è delimitata a tetto dalla superficie di accumulo (UM 7) conservata in lembi a quote 670-680.

Unità allo-morfosequenziale 4/6

L'UA 5 è rappresentata da successioni limoso-sabbiose con livelli di piccoli clasti sub-arrotondati ed è delimitata a tetto da una superficie, in parte di accumulo ed in parte di erosione (UM 4), ben riconoscibile nella zona di Scentella.

Unità allo-morfosequenziale 1/3 e Unità allo-morfosequenziale 1/3 bis

L'UA 2 è rappresentata da sedimenti fluviali sabbioso-ghiaiosi del fondovalle attuale e da coltri colluviali che ad esso si raccordano, nonché da depositi di versante e da depositi di conoide.

L'unità è delimitata a tetto dalla superficie di accumulo (UM 1), non cartografata, che corrisponde all'attuale fondovalle del fiume Aterno.

La successione allo-morfosequenziale descritta

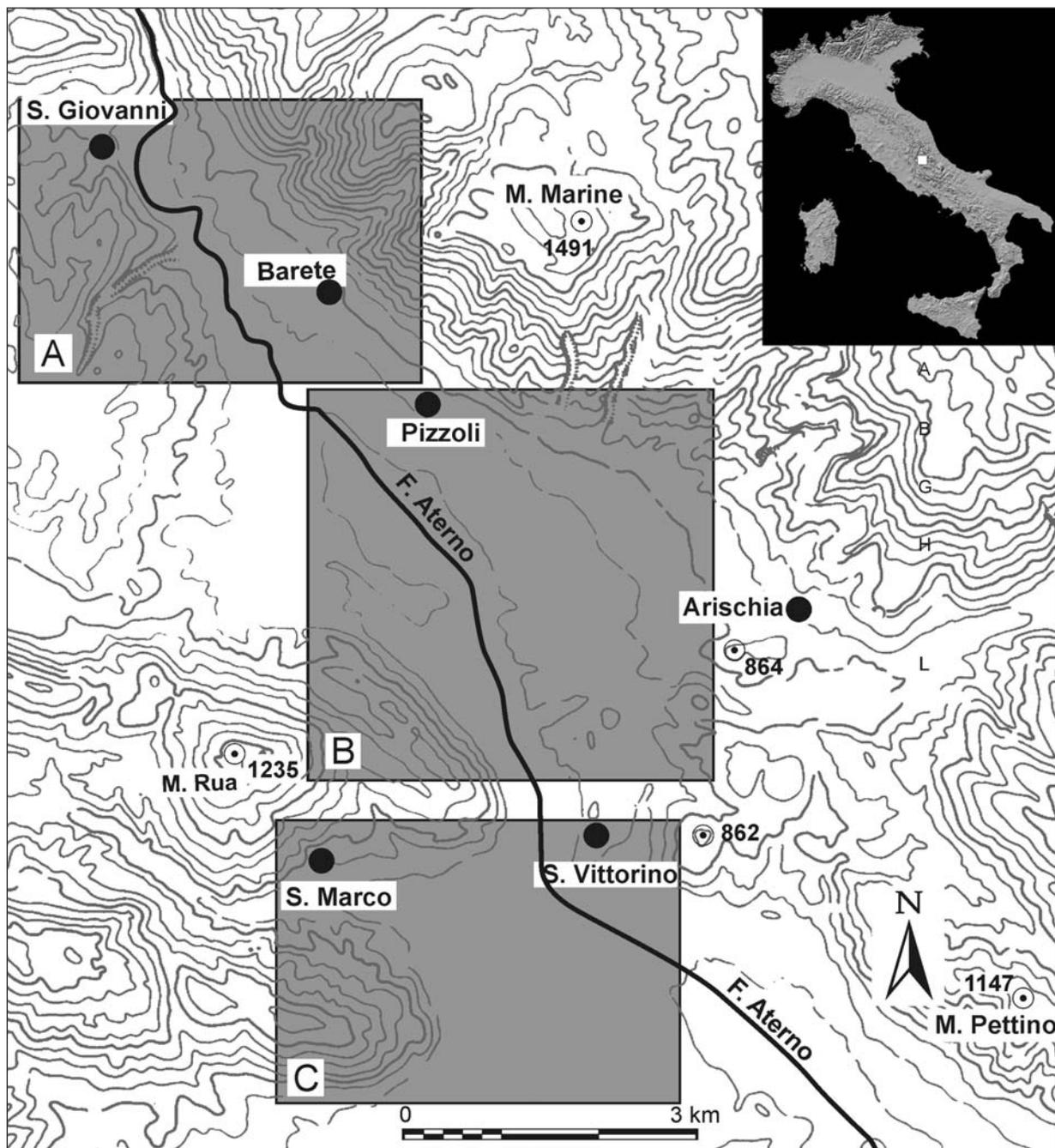


Fig. 6 - Ubicazione degli stralci cartografici di figura 5.
Location of the geological maps of figure 5.

non comprende tutte le unità stratigrafiche riconosciute: per mancanza di elementi di valutazione non è stato infatti possibile inserire esattamente in essa le "Brecce di S. Antonio", le "Brecce di S. Marco" e l' "Allogruppo di Arischia".

Nell'Allogruppo di Arischia sono state incluse successioni litologiche di vario tipo (da limose a sabbiosogliaiose) e di varia facies (da depositi di versante a sedimenti lacustri) sporadicamente conservate sul versante sinistro della valle. In queste successioni sono verosimilmente rappresentate più unità allostratigrafiche, delle quali non è però possibile indicare né le caratteristiche litologiche, né i loro reciproci rapporti.

Da segnalare anche che non è stato possibile precisare i rapporti fra la successione sopra delineata ed alcune unità morfosequenziali, rappresentate da lembi di spianate d'erosione molto rimodellate, osservate nella zona di Cagnano Amiterno.

4.3 Riferimenti cronologici

Nell'area non sono state rinvenute faune o flore fossili di interesse cronologico. Le valutazioni al riguardo sono quelle che possono essere indicate sulla base di alcune determinazioni ^{14}C , di correlazioni a scala regionale e di misure di paleomagnetismo (Bosi *et al.*, in stampa a; Messina *et al.*, 2001).

Le determinazioni ^{14}C riguardano le "Brecce di S. Antonio" per le quali sono state calcolate età calibrate di 31.710 ± 760 e 23.330 ± 300 anni BP (Galadini e Galli, 2000).

Le correlazioni a scala regionale inducono ad attribuire la UA 26 al più antico degli eventi deposizionali continentali noti, riferito ad un generico Pliocene (primo evento deposizionale di Bosi e Messina, 1991; Bosi *et al.*, in stampa a). Sulle stesse basi le UA 21 e 19 possono essere correlabili con il secondo e terzo evento deposizionale riferibili rispettivamente al Pleistocene inferiore ed al Pleistocene medio (Bosi *et al.*; in stampa a).

Queste correlazioni sono in varia misura avvalorate da determinazioni di paleomagnetismo (Messina *et al.*, 2001) che indicano per la UA 26 una polarità normale riferibile ad una età maggiore di 1.170 ka, per la UA 21 una polarità inversa (Matuyama) e per la UA 19 una polarità diretta (Bhrunes).

Le "Brecce di S. Marco" sono verosimilmente correlabili con le "Brecce di F. Vedice" (Bosi, 1989b; Bertini e Bosi, 1989) e con le "Brecce di Bisegna" di Bosi e Messina (1990) che rappresentano un importante riferimento per tutto l'Appennino laziale-abruzzese (Bosi e Messina, 1990; Bosi e Messina, 1991; Bosi *et al.*, 1995; Bosi *et al.*, in stampa, b) le determinazioni di paleomagnetismo confermano questa attribuzione, peraltro già avvalorata con lo stesso metodo da D'Agostino *et al.* (1997).

4.4 Elementi strutturali

Coerentemente con il tema della carta sono stati cartografati solo gli elementi strutturali ad attività quaternaria considerati nella prospettiva delineata nel capitolo 3.

Tenuto conto di questa prospettiva e delle caratteristiche dell'area cartografata le faglie sono state classificate nel modo seguente:

- Faglie ad attività documentata almeno sino alla parte alta del Pleistocene superiore e loro ipotetici prolunga-

menti;

- Faglie ad attività genericamente quaternaria e loro ipotetici prolungamenti;
- Faglie probabili ad attività quaternaria, desunte solo da elementi morfologici.

La faglia più importante è quella al piede del versante SW di M. Marine che ha come espressione morfologica alcune evidenti scarpate di faglia che interessano anche terreni deposti in tempi storici (Moro *et al.*, 2002).

Un'altra faglia è quella presente lungo la direttrice S. Marco - S. Vittorino che disloca le Brecce di S. Marco; essa costituisce il prolungamento verso NW della importante faglia del M. Pettino la cui attività, al di fuori dell'area rilevata, si estende almeno fino al Pleistocene superiore (Galadini, 1999).

Altre piccole faglie sono quelle cartografate a NE di San Vittorino, dedotte solo dalla presenza di alcune deboli e larghe depressioni ragionevolmente non riconducibili a fenomeni puramente erosivi. L'esistenza di queste faglie è stata di conseguenza ritenuta solo probabile.

Altre faglie di attribuzione incerta sono quelle osservate in una cava a W di Cona della Croce, non cartografate per la modesta entità del rigetto (pochi decimetri).

Altri elementi strutturali sono rappresentati da basculamenti nei depositi della UA26 a nord ed a ovest di Barete. Nella zona a sud della stessa località, la superficie UM17 presente a tetto di UA21 è stata probabilmente basculata verso SSE, in direzione cioè della zona di massima apertura del bacino di Arischia.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La carta geologica dell'alta valle dell'Aterno è stata realizzata sulla base di criteri che corrispondono ad una radicalizzazione di alcune proposte metodologiche già pubblicate in precedenza, ispirate ad una stretta integrazione di informazioni stratigrafiche e geomorfologiche.

Questa integrazione è stata realizzata adottando particolari unità di riferimento, rappresentate da "unità allo-morfosequenziali" assunte come unità cartografiche a carattere misto, stratigrafico-morfologico, e, talora, da "unità morfosequenziali" rappresentate da superfici d'erosione relitte scolpite sul substrato, concettualmente riconducibili alle prime. Queste unità non si configurano come unità stratigrafiche, ma come unità di rappresentazione cartografica, corrispondenti a particolari insiemi di elementi stratigrafici (unità allostratigrafiche o a limiti inconformi) e geomorfologici (superfici di erosione e di accumulo). E' da osservare che in queste unità le superfici di erosione non sono più considerate solo come limiti di unità stratigrafiche, ma come effetti di specifici eventi geologici.

Nel caso dell'area in esame, caratterizzata dal progressivo incassamento di forme e litosomi, questi insiemi corrispondono alle principali tappe del progressivo approfondimento del reticolo che ha dato origine al paesaggio attuale.

L'adozione di unità così definite sembra quindi avere una più spiccata valenza nei riguardi della ricostruzione dell'evoluzione geologica in tutti i suoi diversi aspetti.

Una delle differenze fra la carta così ottenuta e le

usuali carte geologiche risiede nel fatto che le informazioni morfologiche non sono semplicemente aggiunte a quelle stratigrafiche, ma integrate con esse, in una prospettiva che considera in modo del tutto paritario fatti deposizionali ed erosivi, con tutti i loro effetti morfogenetici. Questa integrazione, oltre a delimitare le superfici relitte, ne specifica infatti la collocazione cronologica relativa e ne precisa i rapporti genetici con le unità stratigrafiche ad esse sottostanti.

Di conseguenza, viene a cambiare la stessa struttura informativa della carta geologica. Mentre le carte usuali corrispondono in sostanza ad una zonazione riferita ai prodotti degli episodi deposizionali (o comunque litogenetici) che si sono succeduti nel tempo, sulla quale sono sovrapposte notazioni geomorfologiche relative a forme riconoscibili nel paesaggio attuale, la carta oggetto di questa nota propone una zonazione riferita ai prodotti di particolari insiemi di eventi deposizionali ed erosivi, corrispondenti a diverse fasi dell'evoluzione geologica.

E' da osservare che la procedura adottata sembra fornire una adeguata soluzione al problema, formalmente ancora irrisolto, del rapporto fra dettaglio delle scansioni stratigrafiche e scala della carta. Si tratta di un problema che viene affrontato secondo criteri propri delle diverse scuole. In qualche caso la soluzione viene ottenuta in modo riduttivo adeguando semplicemente le scansioni stratigrafiche alla scala della carta, nel senso che la scansione è tanto minore quanto minore è la scala. Gli inconvenienti che possono derivare da una soluzione di questo tipo sono rappresentati sia dalla difficoltà di confrontare carte di operatori diversi e sia, soprattutto, dalla impossibilità di ricavare ricostruzioni dettagliate dell'evoluzione geologica quaternaria.

Una soluzione più soddisfacente è invece quella che nasce dalla applicazione che è stata fatta in relazione alle unità allostratigrafiche. Se, come nel caso della carta in esame, queste unità si riferiscono al prodotto di un singolo evento deposizionale, il problema di restituire alla scala della carta i risultati ottenuti si riduce di fatto a quello di distribuire in gruppi le unità individuate, operazione che può essere eseguita con varie modalità senza nulla togliere alle conoscenze che vengono espresse nella rappresentazione cartografica.

La zona alla quale è stata applicata la metodologia cartografica descritta può essere considerata sufficientemente rappresentativa di tutta la parte assiale della catena appenninica nella quale i litosomi quaternari sono tutti continentali e, di regola progressivamente incassati l'uno nell'altro. L'eventuale estensione del procedimento ad aree geologicamente diverse, quali le fasce periappenniniche nelle quali sono presenti anche successioni quaternarie di ambiente marino, non dovrebbe porre particolari problemi. Dovrebbe infatti essere sufficiente ammettere che le unità allo-morfosequenziali possano avere una struttura più complessa, rappresentata ad esempio da più unità allostratigrafiche sovrapposte e da unità morfosequenziali interne alla successione stratigrafica.

6. BIBLIOGRAFIA

Bagnaia R., Blumetti A.M., De Luca G., Gorini A., Marcucci S., Marsan P., Milana G., Salvucci R. e

- Zambonelli E. (1996) - *Morfotettonica dei rilievi a nord della Conca aquilana*. Il Quaternario, **9** (1), 287-292.
- Basili R. e Bosi C. (1996) - *Morfo-litostratigrafia dell'area romana in sinistra Tevere*. Il Quaternario **9** (1), 273-279.
- Basili R., Bosi C. e Messina P. (1997) - *La tettonica Quaternaria dell'alta valle del F. Aterno (Appennino Centrale) desunta dall'analisi di successioni di superfici relitte*. Il Quaternario, **10** (2), 621-624.
- Basili R., Bosi C. e Messina P. (1999) - *Paleo-landscapes and Tectonics in the Upper Aterno Valley (Central Apennines)*. Z. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd. **118**, 17-25.
- Bertini T. e Bosi C. (1989) - *Carta geologica della zona di Barisciano - S. Demetrio dei Vestini (L'Aquila)* - In: Società Geologica Italiana, Guida all'escursione su elementi di tettonica pliocenico-quaternaria nell'Appennino laziale-abruzzese. Esagrafica, Roma.
- Bertini T. e Bosi C. (1993) - *La tettonica quaternaria della Conca di Fossa (L'Aquila)*. Il Quaternario, **6** (2), 293-314.
- Bini A., Felber M., Pomicino N. e Zuccoli L. (2001) - *Geologia del Mandrisiotto (Canton Ticino, Svizzera): Messiniano, Pliocene e Quaternario*. *Berichte des Bundesamt für Wasser und Geologie / Rapporti dell'Ufficio Federale delle acque e della geologia BWG/UFAEG*, 1-459.
- Blumetti A. M. (1995) - *Neotectonic Investigations and Evidence of Paleoseismicity in the Epicentral Area of the January-February 1703, Central Italy, Earthquakes*. In: Serva L. e Slemmons D. B. (Eds.), A.E.G. Special Publication no. 6, Perspective in Paleoseismology, 83-100.
- Blumetti A. M., Cavinato G. P. e Tallini M. (1996) - *Evoluzione plio-quaternaria della Conca di L'Aquila-Scoppito: studio preliminare*. Il Quaternario, **9** (1), 281-286.
- Boano P. e Forno M.G. (1999) - *La successione "villafranchiana" nell'area di Castelnuovo Don Bosco (Asti)* - Il Quaternario, **12** (2), 161-194.
- Bosi C. (1975) - *Osservazioni preliminari su faglie probabilmente attive nell'Appennino centrale*. Boll. Soc. Geol. It., **94**, 827-859.
- Bosi C. (1989a) - *Considerations and Proposals on Morpho-pedo-lithostratigraphic Units in Quaternary Studies*. Il Quaternario, **2**, 3-9.
- Bosi C. (1989b) - *Tentativo di correlazione fra le successioni plio-pleistoceniche* In: Guida all'escursione "elementi di tettonica pliocenico-quaternaria ed indizi di sismicità olocenica nell'Appennino laziale-abruzzese. Esagrafica, Roma
- Bosi C. e Messina P. (1990) - *Elementi di stratigrafia neogenico-quaternaria tra il Fucino e la valle del Giovenco (L'Aquila)*. Mem. Descr. Carta Geol. It., **38**, 85-96.
- Bosi C. e Messina P. (1991) - *Ipotesi di correlazione fra successioni morfo-litostratigrafiche plio-pleistoceniche nell'Appennino laziale-abruzzese*. Studi Geologici Camerti, CROP 11, 275-263.
- Bosi C. e Messina P. (1993) - *Valutazione della cartografia geologica italiana per la parte relativa al Quaternario*. Soc. Geol. It., **112**, 869-876.

- Bosi C. e Messina P. (1997) - *Cartografia geologica di nuova generazione per il quaternario continentale e marino costiero*. Convegno nazionale della F.I.S.T. GEOITALIA 1997 1° Forum Italiano di Scienze della Terra Bellaria (Rimini), 5-9 ottobre 1997.
- Bosi C., Galadini F. & Messina P. (1995) - *Stratigrafia plio-pleistocenica della conca del Fucino*. Il Quaternario, **8** (1), 83-94.
- Bosi C., Galadini F., Giaccio B., Messina P., Sposato A. (in stampa, a) - *Plio-Quaternary continental deposits in the Latium-Abruzzi Apennines: the correlation of geological events across different intermontane basins*. Il Quaternario.
- Bosi C., Messina P. & Sposato A. (1989) - *La depressione del Salto*. In "Elementi di tettonica pliocenico-quaternaria ed indizi di sismicità olocenica nell'Appennino laziale-abruzzese". Guida all'escursione della S. G. I., 89-96. Esa Grafica.
- Bosi C., Messina P. e Moro M. (in stampa, b) - *Carta geologica del Quaternario dell'alta valle dell'Aterno (Italia centrale)*. Il Quaternario.
- Bosi C., Palieri L. e Sposato A. (1990) - *Carta geologica della fascia costiera fra il F. Fiora ed il F. Marta (Lazio settentrionale)* – AIQUA, Guida all'escursione sui terrazzi e linee di costa del litorale del Lazio settentrionale. Esagrafica, Roma.
- Brancaccio L., Di Crescenzo G., Roskopf C., Santangelo N. e Scarciglia F. (2000) - *Carta Geologica dei depositi quaternari e Carta geomorfologica dell'alta valle del F. Volturno (Molise, Italia meridionale)*. Note illustrative. Il Quaternario, **13** (1/2), 81-94.
- C.N.R., Commissione per la cartografia geologica e geomorfologica (1992) - *Carta Geologia d'Italia 1:50.000 - Guida al rilevamento*. Servizio Geologico Nazionale, Quaderni, serie III, 1.
- Cacciuni A., Centamore E., Di Stefano R. e Dramis F. (1995) - *Evoluzione morfotettonica della conca di Amatrice*. Studi Geologici Camerti, Volume speciale 1995/2, 95-100.
- Carraro F. e Ferrarino G. (1981) - *Tentativi di realizzazione di un nuovo tipo di carte morfologiche: le carte morfo-stratigrafiche*. Atti XVII Conv. Naz. Ass. it. di Cartografia, Venezia.
- Cavinato G. P. (1993) - *Recent tectonic evolution of the quaternary deposits of the Rieti Basin (central Apennines, Italy): southern part*. *Geologica Romana*, **29**, 411-434.
- Crevaschi M., Bini A., Ferliga C., Marchetti M., Ravazzi C. e Rossi S. (1994) - *Montagna e pianura: i processi geologici recenti e gli effetti sull'ambiente*. In: Storia economica e sociale di Bergamo: i caratteri originali della Bergamasca. Fondazione per la Storia economica e sociale di Bergamo. Istituto di studi e ricerche, 109–135.
- D'Agostino, N., Speranza, F. e Funicello, R. (1997) - *Le "Brecce Mortadella" dell'Appennino Centrale: primi risultati di stratigrafia magnetica*. Il Quaternario, **10** (1), 385-388.
- Galadini F. (1999) - *Pleistocene change in the central Apennine fault kinematics, a key to decipher active tectonics in central Italy*. *Tectonics*, **18**, 877-894.
- Galadini F. e Galli P. (2000) - *Active tectonics in the central Apennines (Italy) – input data for seismic hazard assessment*. *Natural Hazard*, **22**, 225-270.
- Galadini F. e Messina P. (1993) - *Stratigrafia dei depositi continentali, tettonica ed evoluzione geologica quaternaria dell'alta valle del f. Sangro (Abruzzo meridionale)*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **112**, 877-892.
- Messina P., Moro M. e Speranza F. (2001) - *Primi risultati di stratigrafia magnetica su alcune formazioni continentali dell'alta valle dell'Aterno (Italia centrale)*. Il Quaternario, **14**, 167-172.
- Miccadei E., Barberi R. e Cabinato G.P. (1998) - *La geologia quaternaria della conca di Sulmona (Abruzzo, Italia centrale)*. *Geologica Romana*, **34**, 59-86.
- Moro M., Bosi V., Galadini F., Galli P., Giaccio B., Messina P. e Sposato A. (2002) - *Analisi paleosismologiche lungo la faglia del M. Marine (alta valle dell'Aterno): risultati preliminari*. Il Quaternario, **15**, 267-278.
- Petrucci F. e Cavazzini R. (1992) - *Il Quaternario del Trentino sud-occidentale. I - Carta geomorfologica e dei depositi quaternari tra la Val Rendeva e Cima Tosa Castel dei Camosci (Gruppo di Brenta)*. Il Quaternario, **5**(2), 163-172.

Ms. ricevuto il 14 marzo 2003

Testo definitivo ricevuto il 13 maggio 2003

Ms. received: March 14, 2003

Final text received: May 14, 2003