

EVOLUZIONE QUATERNARIA DEL SISTEMA DI DEPRESSIONI DEL TIRINO (APPENNINO ABRUZZESE)

R. Giuliani - A. Sposato

C.N.R. - Centro di Studio per la Geologia Tecnica, Roma

RIASSUNTO - *Evoluzione quaternaria del sistema di depressioni del Tirino (Appennino abruzzese)* - *Il Quaternario*, 8(1), 1995, 217-228 - L'area del Tirino rappresenta uno dei sistemi di depressioni più orientali dell'Appennino centrale. Tale sistema di depressioni s'impone sulle propaggini meridionali dell'unità strutturale del Gran Sasso. Lo studio dell'evoluzione quaternaria di quest'area risulta particolarmente interessante in una prospettiva di definizione dei rapporti di interazione tra le fasi compressive responsabili dell'accavallamento della catena sui termini terrigeni ed il collassamento tettonico dell'area depressa. Lo studio morfo-litostratigrafico di dettaglio ha consentito di delineare l'evoluzione quaternaria e neotettonica dell'area. È stata riconosciuta una sequenza di depositi continentali costituita da cinque complessi principali di età compresa tra il Pleistocene inferiore e l'Olocene: il complesso delle breccie carbonatiche antiche ed il complesso del Convento dei Cappuccini (Pleistocene inferiore), il complesso di Bussi (Pleistocene medio-superiore), il complesso di C. Spera (Pleistocene superiore) e la formazione di Capo d'Acqua (Olocene). I sedimenti continentali più antichi riconosciuti nell'area sono costituiti da depositi essenzialmente clastici legati ad una sedimentazione di versante. La distribuzione areale di tali depositi suggerisce un'area di deposizione decisamente più ampia dell'area di depressione attuale. La sedimentazione di depositi di versante accompagnata da abbondante sedimentazione in facies lacustre prosegue nel Pleistocene inferiore limitatamente ad un'area più ristretta confinata all'interno di un bacino ad estensione confrontabile con le aree più depresse del sistema di conche del Tirino. Il complesso sedimentario relativo al Pleistocene medio-superiore è profondamente incassato nei depositi più antichi. Questo complesso sedimentario, caratterizzato da un abbondante contenuto in minerali vulcanici, è in facies prevalentemente lacustre e forma due cicli terrazzati lievemente incassati tra di loro. I depositi del Pleistocene superiore sono rappresentati da sedimenti ghiaiosi che costituiscono importanti conoidi alluvionali. Durante l'Olocene s'impone un piccolo bacino fluvio-lacustre ricco di faune a gasteropodi, resti di mammiferi e di reperti archeologici nell'area di Capo d'Acqua. Il sistema di depressioni del Tirino presenta una forma circa triangolare delimitata da un sistema di faglie a direzione da NW-SE a NNW-SSE e sistemi ad esse trasversali. L'età dell'attività tettonica è definita dalle dislocazioni per faglia evidenti nei depositi del Pleistocene inferiore. Sono inoltre presenti indizi di attività tettonica che interessano la formazione più antica del complesso riferito al Pleistocene medio-superiore. Sulla base delle osservazioni effettuate fino ad oggi la carenza di elementi cinematici sui piani di faglia di interesse neotettonico consente di ricostruire unicamente la componente verticale dei movimenti tettonici riscontrati.

ABSTRACT - *Quaternary evolution of the Tirino depressions system (Abruzzi Apennines, central Italy)* - *Il Quaternario*, 8(1), 1995, 217-228 - The Tirino area, one of the easternmost depression systems of the central Apennines, runs along the southern prolongation of the Gran Sasso structural unit. The study of the Quaternary evolution of this area is particularly interesting for the definition of the interactions between the compressive phases, responsible for the thrusting of the chain over the terrigenous units, and the tectonic collapse of the depressed area. Detailed morpho-lithostratigraphic studies allow to outline the Quaternary and neotectonic evolution of the area. The Lower Pleistocene-Holocene continental deposits have been ordered into five complexes: i) the old carbonate breccia and ii) the "Convento dei Cappuccini" complex (Lower Pleistocene), iii) the "Bussi" complex (Middle-Upper Pleistocene), iv) the "C. Spera" complex (Upper Pleistocene) and v) the "Capo d'Acqua" formation (Holocene). The oldest continental sediments are mostly clastic deposits from slope sedimentation. Their distribution suggests that the depositional area was much larger than the present depressed area. Sedimentation of talus deposits, together with a plentiful sedimentation in a lacustrine environment, continued during the Lower Pleistocene in a smaller area located within a basin, the size of which was similar to the most depressed areas of the present Tirino basin system. The Middle-Upper Pleistocene sedimentary complex is deeply entrenched into the oldest deposits. This sedimentary complex, characterised by abundant volcanic minerals, shows a prevalent lacustrine facies developed in two terraces weakly entrenched into one another. The Upper Pleistocene deposits are gravel sediments, which form major alluvial fans. A small fluvio-lacustrine basin rich in gastropods, mammals and archeological remains, developed during Holocene times in the "Capo d'Acqua" area. The Tirino depression system has an almost triangular shape bounded by a NW-SE and NNW-SSE trending fault system and by transverse systems. The age of the tectonic activity is defined on the basis of fault displacements evident in the Lower Pleistocene deposits. Middle-Upper Pleistocene deposits also show some evidence of tectonic activity. Given the scarcity of kinematic elements on the fault planes of neotectonic interest, the studies performed so far only allow the reconstruction of the vertical component of the observed tectonic movements.

Parole chiave: Neotettonica, depositi continentali quaternari, morfo-litostratigrafia, Abruzzo, Italia
Key-words: Neotectonics, Quaternary continental deposits, morfo-lithostratigraphy, Abruzzo, Italy

1. INTRODUZIONE

Nella presente nota sono riportati i risultati di uno studio che s'inserisce in una serie di ricerche in corso presso il Centro di Studio per la Geologia Tecnica del C.N.R., finalizzate alla definizione della tettonica qua-

ternaria dell'Appennino laziale-abruzzese.

Le conche intermontane, in quanto aree tettonicamente depresse, sono una delle sedi più favorevoli per lo studio dei depositi quaternari e rivestono pertanto una notevole importanza nello studio della tettonica quaternaria.

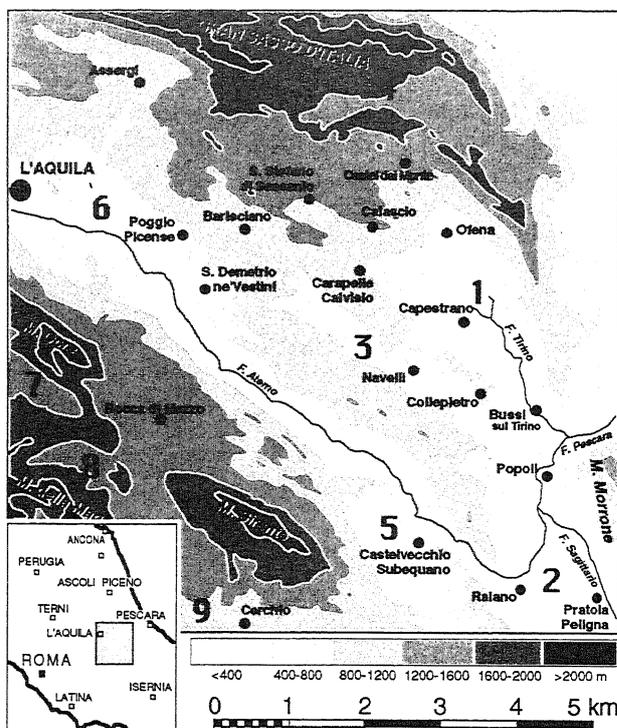


Fig. 1 - Ubicazione dell'area su una carta a fasce altimetriche. Sono indicate le depressioni di: 1) Tirino; 2) Sulmona; 3) Navelli; 4) Campo Imperatore; 5) Subequana; 6) Fossa S. Demetrio; 7) Campo Felice; 8) Piano di Pezza; 9) Fucino.

Location of the area on a map divided into bands of equal elevation. The following depressions are reported on the map: 1) Tirino; 2) Sulmona; 3) Navelli; 4) Campo Imperatore; 5) Subequana; 6) Fossa S. Demetrio; 7) Campo Felice; 8) Piano di Pezza; 9) Fucino.

In questa nota si presentano i primi dati riguardanti una delle numerose conche intermontane presenti nell'Appennino abruzzese: il sistema di depressioni del Tirino (Fig. 1). Si tratta di un'area allungata in direzione meridiana, che ospita nel suo tratto meridionale l'attuale corso del fiume Tirino, affluente sinistro del fiume Pescara.

L'esiguità degli affioramenti di depositi quaternari nell'area ha reso piuttosto complessa la ricostruzione degli episodi di sedimentazione legati alla sua evoluzione in ambiente continentale. Uno studio delle superfici relitte significative è stato quindi indispensabile per integrare i dati stratigrafici e ricostruire in questo modo la successione di corpi sedimentari continentali separati da eventi erosivi significativi. La metodologia adottata nello studio della successione morfo-litostratigrafica è delineata nei lavori di Bosi (1989) e Bosi & Messina (1991).

La scarsità delle deformazioni osservabili non ha consentito nella maggioranza dei casi l'utilizzo dei metodi statistici di elaborazione dei dati strutturali, mentre è stato possibile effettuare una serie di osservazioni di evidenze tettoniche tali da individuare una storia deformativa recente per l'area in studio.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area del Tirino costituisce una delle conche intermontane più orientali all'interno delle unità meso-cenozoiche della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese e di transizione, sovrascorse sui termini torbiditici mio-pliocenici (Centamore *et al.*, 1992). L'area depressa è ubicata nei pressi del fronte principale di sovrascorrimento carbonatico che in quest'area assume un andamento circa N-S.

Strutturalmente l'area appartiene all'unità del Gran Sasso la cui deformazione è attribuita da vari Autori (Centamore *et al.*, 1991; Ghisetti *et al.*, 1991; Patacca *et al.*, 1991; Dela Pierre *et al.*, 1992) a fasi compressive da post-tortoniane a plioceniche, seguite da fasi deformative estensionali. La possibile continuità dell'unità strutturale del Gran Sasso nella struttura del Morrone, che si sviluppa più a Sud, è oggetto di interpretazioni differenti da parte dei diversi Autori (Centamore *et al.*, 1991, 1992; Ghisetti *et al.*, 1991; Patacca *et al.*, 1991). Infatti le strutture carbonatiche al margine orientale dell'area in studio, comprese tra il M. Picca e il M. di Roccatagliata (Fig. 2), appartengono al sistema del Gran Sasso (Patacca *et al.*, 1991) o all'arco Gran Sasso-Morrone (Ghisetti & Vezzani, 1988) a seconda delle diverse interpretazioni. L'intero fronte carbonatico tra il M. Cappucciata ed il M. di Roccatagliata è interpretato da Patacca *et al.* (1991) come la rampa laterale del *thrust* fuori sequenza del Gran Sasso.

Ghisetti *et al.* (1991) interpretano la zona di deformazione posta immediatamente ad est del fronte carbonatico, come una significativa zona di taglio a direzione N-S con movimenti transpressivi destri in cui sono coinvolte le successioni clastiche infraplioceniche (Calciruditi di Rigopiano) con pieghe e sovrascorrimenti. Questa fascia di deformazione, localizzata tra le unità di piattaforma laziali-abruzzesi e la Maiella, è indicata dagli Autori come zona di taglio Rigopiano-Bussi-Rivisonoli (RBR). In questo contesto il ruolo cinematico giocato da elementi trasversali al fronte e alla depressione del Tirino, quali il Vallone S. Giacomo e la Valle Giardino risulta differente.

Alcuni Autori (Patacca *et al.*, 1991) interpretano il Vallone S. Giacomo come un elemento di scorrimento minore lungo un piano sintetico del sistema principale di rampa laterale dell'unità del Gran Sasso. Il sistema principale, secondo l'interpretazione dei medesimi Autori, proseguirebbe in direzione SW attraverso la Valle Giardino verso la Marsica orientale.

Fig. 2 - Carta morfologica schematica del sistema di depressioni del Tirino. Legenda: 1) substrato carbonatico e terrigeno meso-cenozoico; 2) depositi continentali quaternari legati al sistema di depressioni del Tirino; 3) principali coltri detritiche di versante; 4) scarpate morfologiche nei depositi quaternari; 5) alvei a fondo concavo; 6) conoidi; 7) superfici alte.

Morphological schematic map of the Tirino depressions system. Legend: 1) carbonate bedrock and meso-cenozoic terrigenous deposits; 2) Quaternary continental deposits; 3) main bodies of slope debris; 4) morphological scarps in Quaternary deposits; 5) trough-floored channels; 6) alluvial fans; 7) upland plains.

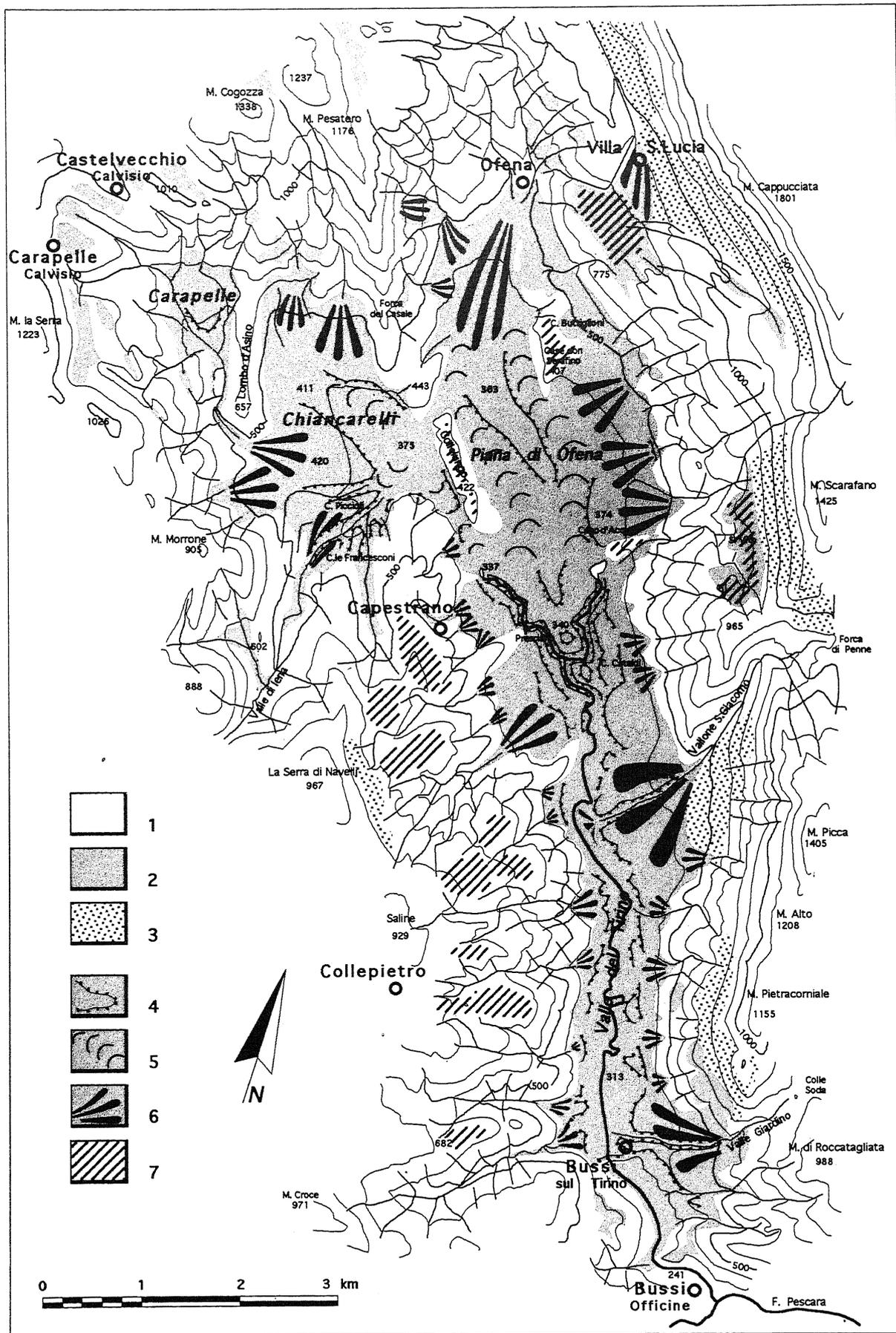




Fig. 3 - Vista panoramica da nord della piana di Ofena in primo piano e della valle del Tirino. Sulla sinistra della foto si vede il versante orientale della piana di Ofena.

Panoramic view from north of the Ofena plain. In the background, the Tirino valley.

Sulla geologia del Quaternario dell'area della valle del Tirino non esistono lavori specifici; i depositi lacustri più antichi affioranti della depressione sono stati distinti nella cartografia geologica ufficiale (Foglio Geologico 146, "Sulmona"; Note illustrative) ed attribuiti ad un generico Quaternario. Sono da segnalare lavori specifici recenti sull'evoluzione tettonica dell'area di catena posta immediatamente a nord della depressione del Tirino: Galadini *et al.* (1991), Galadini & Giuliani (1993a, 1993b) e D'Agostino *et al.* (1994). Di recente pubblicazione è la "Carta geologica dell'Abruzzo nord-orientale" (Vezzani *et al.*, 1994) in cui è cartografata la parte orientale della valle del Tirino.

Sono state gentilmente rese disponibili da GEO s.a.s. le stratigrafie di alcuni sondaggi perforati nella valle del Tirino; tali sondaggi, che non raggiungono il substrato, consentono unicamente di individuare lo spessore minimo dei depositi lacustri.

L'evoluzione geologica quaternaria delle conche intermontane prossime al sistema di depressioni del Tirino, quali L'Aquila-Scoppito, Fossa-S. Demetrio dei Vestini, Subequana, Sulmona è l'oggetto di lavori di dettaglio, in particolare: Demangeot (1965), Bosi & Bertini (1970), Bagnaia *et al.* (1989), Bosi *et al.*, (1991), Bertini & Bosi (1993), Cavinato & Miccadei (1993) e Sylos Labini *et al.* (1993).

Un'ipotesi di correlazione tra le successioni morfologico-stratigrafiche plio-quaternarie riconosciute in diverse conche dell'Appennino abruzzese è riportata in Bosi & Messina (1991).

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area del Tirino si presenta come un sistema di depressioni di forma complessivamente triangolare allungata in direzione circa N-S.

La parte settentrionale, più ampia, è costituita da tre aree a depressione maggiore, con fondo circa pia-

neggiante, separate da basse dorsali costituite dal substrato carbonatico. Queste sono, da est verso ovest, le piane di Ofena, Chiancarelli e Carapelle (Figg. 2, 3 e 4). La parte meridionale è rappresentata da un paesaggio subpianeggiante a sud di Capistrano a quote comprese tra 600 e 800 m e dalla stretta e profonda valle del Tirino

(Fig. 2).

Nelle zone pianeggianti di fondovalle sono distinguibili due ordini di terrazzi sospesi sul fondovalle attuale rispettivamente di circa 10 m e di circa 25 m. In particolare la superficie più alta, ben rappresentata nella depressione di Chiancarelli, si estende tra le quote di 420 m e 350 m degradando progressivamente verso sud in piccoli lembi lungo la piana e la valle del Tirino; la superficie più bassa si sviluppa dalla quota di 370 m nella piana di Ofena fino alla quota di 340 m lungo la valle del Tirino.

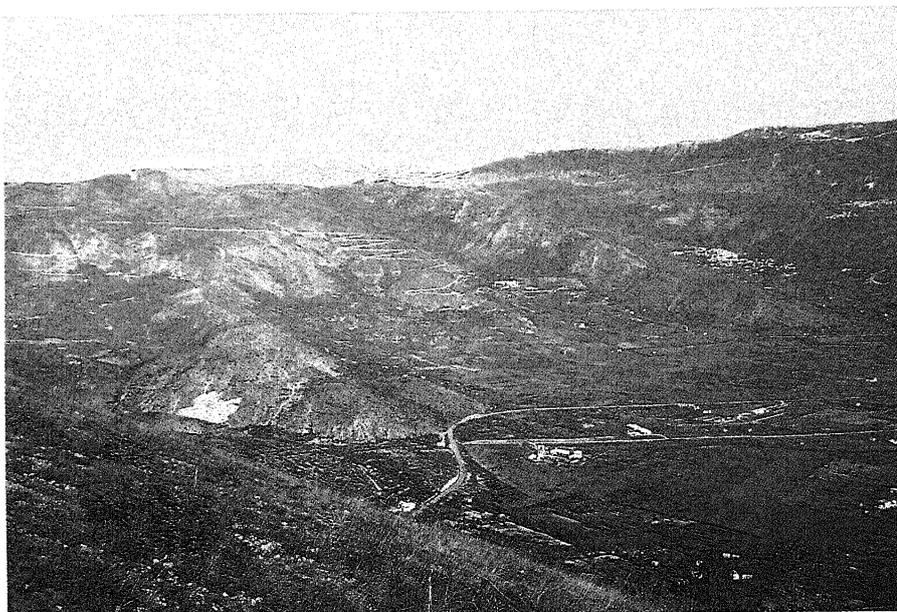
Il contatto tra le superfici terrazzate ed i versanti è caratterizzato dalla frequente presenza di coperture detritiche, da coni di detrito ed, in prossimità delle valli maggiori da conoidi alluvionali.

Il sistema di depressioni del Tirino verso est è delimitato nella parte più settentrionale da versanti connessi alle strutture del Monte Cappucciata-Monte Scarafano con andamento NW-SE e verso sud dalle strutture del Monte Picca-Monte Roccatagliata ad andamento N-S. Nel suo insieme questo margine ha un andamento planimetrico lineare, lievemente concavo verso ovest, interrotto dal Vallone S. Giacomo e dalla Valle Giardino. Il tratto più meridionale, compreso tra Valle Giardino e Vallone S. Giacomo, è costituito da un versante circa rettilineo che si sviluppa tra i 350 m in prossimità del fondovalle e una quota massima di 1405 m in corrispondenza della vetta del M. Picca. Il profilo trasversale di questo tratto di versante è caratterizzato da una lieve convessità e solo localmente, al di sotto degli 800 m, la sua continuità è interrotta da incisioni circa rettilinee e trasversali al versante.

Nella zona compresa tra l'abitato di Ofena ed il Vallone S. Giacomo il versante presenta un profilo più complesso, con tratti di versante planari (Monte Cappucciata e Monte Scarafano) e una netta rottura di pendio (intorno a quota 700+800 m) in corrispondenza della

Fig. 4 - Vista panoramica da sud delle depressioni di Chiancarelli (a destra) e Carapelle separate dalla dorsale di Lombo d'Asino.

Panoramic view to the south of the depressions of Chiancarelli (on the right) and Carapelle, separated by the "Lombo d'Asino" ridge.



quale si sviluppano modeste superfici sospese sul fondovalle. Il versante del Monte Cappuccinata è interessato inoltre da un'importante e continua scarpata di faglia in roccia. Sono presenti inoltre alcune piccole dorsali ad andamento planimetrico arcuato da N-S a NW-SE, sviluppate tra quota 700 e 1100 m. A quote inferiori è possibile distinguere un altro tratto più prossimo al piede del versante che presenta in generale un profilo concavo interrotto da alcune rotture di pendenza ad esso parallele.

Verso ovest il sistema di depressioni del Tirino è delimitato, nel suo tratto settentrionale compreso tra la conca di Carapelle e la valle di Iena, da un versante circa lineare a direzione NW-SE, che si estende tra 400 e 1200 m di quota. Esso è interrotto da numerose contropendenze in corrispondenza delle quali sono impostate alcune piccole valli parallele al versante stesso. Verso sud lo stesso margine prosegue nel fianco orientale della Serra di Navelli e costituisce un versante planare che si sviluppa tra i 700 e i 950 m.

Tra la Serra di Navelli ad ovest e la bassa valle del Tirino ad est si sviluppano, tra le quote di 650 e 800 m circa, lembi di superfici pianeggianti o a debolissima pendenza separate tra loro da versanti molto arrotondati e discontinui: le "superfici di Capestrano". Si tratta di un elemento morfologico localizzato in un'ampia area posta a sud dell'abitato di Capestrano.

La parte bassa del versante orientale, in prossimità della piana di Ofena e la sommità di Collelungo, presenta delle superfici a debole pendenza direttamente scolpite nel substrato carbonatico, a quote comprese tra 400 e 425 m.

La depressione è delimitata verso nord da un versante molto articolato in direzione ENE-WSW in corrispondenza del quale un insieme di creste e fondovali prevalentemente ad andamento appenninico, si deprime in modo brusco da quote comprese tra i 1000 e i 1300 m a nord e quote comprese tra i 400 e 600 m a sud.

4. UNITÀ MORFOLITOSTRATIGRAFICHE

I depositi continentali quaternari individuati nell'area

del Tirino sono stati distinti in diverse unità principalmente sulla base delle morfologie ad essi associate.

La sequenza di depositi continentali quaternari riconosciuta ed i relativi rapporti stratigrafici sono rappresentati in modo sintetico nello schema morfolitostatigrafico di Figura 5. Nell'ambito della successione di depositi plio-quaternari continentali sono stati identificati i seguenti termini informali:

- complesso delle breccie carbonatiche antiche (ba);
- complesso del Convento dei Cappuccini (CC);
- complesso di Bussi (Bu);
- complesso di C. Spera (CS);
- formazione di Capo d'Acqua (CdA);
- complesso di fondovalle del Tirino (fv).

I termini più antichi della successione sono rappresentati dal complesso delle breccie carbonatiche antiche e dal complesso del Convento dei Cappuccini; questi depositi non presentano mai conservate le relative superfici di accumulo, si presentano sempre fortemente sospese sul fondovalle ed in lembi discontinui. A questi termini sono genericamente associabili le superfici di Capestrano la cui posizione stratigrafica e la relazione con i termini deposizionali è tuttora poco chiara ⁽¹⁾.

I termini successivi, dal complesso di Bussi in poi, sono caratterizzati dalla presenza di minerali vulcanoclastici e da rapporti di debole incassamento morfologico l'uno nell'altro; nel loro insieme costituiscono le superfici terrazzate di fondovalle.

(1) In corrispondenza di tali superfici sono stati ritrovati unicamente rari frammenti di concrezioni carbonatiche legate probabilmente ad antichi suoli molto evoluti; in queste concrezioni non sono state osservate tracce di elementi vulcanici.

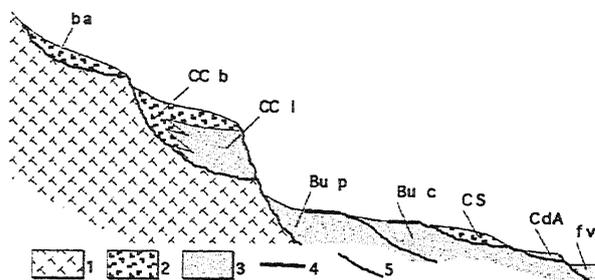


Fig. 5 - Schema dei rapporti morfo-litostratigrafici dei depositi quaternari del sistema di depressioni del Tirino. (ba) complesso delle breccie carbonatiche antiche; CC) complesso del Convento dei Cappuccini costituito da breccie di Case Buttiglioni (b) e limi di S. Pietro (l); Bu) complesso di Bussi costituito dalla formazione di C. Piccioli (p) e di C. Cataldi (c); CS) complesso di C. Spera; CdA) formazione di Capo d'Acqua; fv) complesso di fondovalle del Tirino. Legenda: 1) substrato; 2) depositi grossolani; 3) depositi prevalentemente fini; 4) superfici sommitali dei terrazzi del complesso di Bussi; 5) superfici di erosione.

Morpho-lithostratigraphic sketch of Quaternary deposits of Tirino depressions. (ba) old carbonatic breccias complex; CC) "Convento dei Cappuccini" complex made up of "Case Buttiglioni" breccias (b) and "S. Pietro" silts (l); Bu) "Bussi" complex made up of "C. Piccioli" (p) and "C. Cataldi" (c) formations; CS) "C. Spera" complex; CdA) "Capo d'Acqua" formation; fv) Tirino valley complex. Legend: 1) bedrock; 2) coarse deposits; 3) prevalently fine deposits; 4) top surface of the "Bussi" complex alluvial terraces; 5) erosion surfaces.

Il **complesso delle breccie carbonatiche antiche** rappresenta i più antichi resti di depositi continentali riconosciuti nell'area. Questo complesso è costituito da un insieme di diversi corpi di breccie, in banchi di dimensioni molto variabili, a clasti variamente evoluti, con contenuto in matrice, localmente arrossata, molto variabile. Esse presentano nell'area del Tirino una giacitura prevalentemente a franapoggio non legata ai versanti attuali con valori di inclinazione variabile. Queste breccie sono conservate in piccoli lembi prevalentemente lungo i versanti settentrionali del sistema di depressioni, dove coprono i calcari del substrato a quote comprese tra 600 e 1.100 m.

I successivi depositi sono più chiaramente connessi con l'evoluzione del sistema di depressioni del Tirino: il **complesso del Convento dei Cappuccini**, è costituito dai limi di S. Pietro e dalle breccie di C. Bottiglioni.

I **limi di S. Pietro** sono le prime testimonianze di facies lacustri; sono conservati esclusivamente in piccoli lembi sul versante orientale della piana di Ofena e sono costituiti da limi calcarei stratificati, spesso laminati, di colore bianco con intercalazioni sabbiose e conglomeratiche in facies lacustre, localmente ricche di piccole faune a gasteropodi continentali. I limi mostrano alcune evidenze di deformazione fragile e si presentano variamente basculati. Nella parte meridionale della piana di Chiancarelli, in prossimità di Casale Francesconi, affiorano limi bianchi che passano verso l'alto a conglomerati e che presentano analogie con i limi di S. Pietro sia per quanto riguarda le caratteristiche litologiche, sia per i rapporti stratigrafici con i depositi del complesso successivo. Su campioni dei limi di S. Pietro sono state effet-

tuate analisi polliniche preliminari (Prof. A. Paganelli) che hanno individuato solo scarsi frammenti vegetali e pollini molto degradati tali da non consentire alcuna osservazione significativa.

In un sondaggio in prossimità delle sorgenti di Capo d'Acqua (q. 337 m) limi lacustri di colore bianco con intercalazioni clastiche sono stati rinvenuti alla profondità di circa 50 m al di sotto del corpo di substrato calcareo affiorante a Capo d'Acqua. Tali limi nel sondaggio poggiano sul substrato carbonatico alla profondità di circa 150 m. Sulla base delle caratteristiche litologiche e strutturali dei limi di S. Pietro, sembra ragionevole ritenere che i depositi rinvenuti nel sondaggio siano riferibili a questo stesso complesso.

Le **breccie di C. Bottiglioni** sono stratificate in banchi di dimensioni metriche, cementati, a clasti angolosi, localmente eterometrici e mal selezionati ed a luoghi con clasti più evoluti, generalmente con poca o scarsa matrice. Sono conservate lungo i versanti orientale e settentrionale del sistema di depressioni del Tirino e presentano giacitura mediamente a franapoggio con pendenza inferiore rispetto ai versanti attuali. Lungo il versante orientale della piana di Ofena, le breccie di C. Bottiglioni poggiano in concordanza sui limi di S. Pietro, con i quali presentano a volte un contatto in parziale eteropia; localmente le breccie poggiano direttamente in discordanza sul substrato.

Le breccie e i limi di questo complesso, come anche le breccie carbonatiche antiche, risultano vistosamente interessati dalle strutture tettoniche che definiscono il sistema di depressioni.

I depositi del complesso del Convento dei Cappuccini in affioramento risultano sempre più alti delle formazioni successive (Fig. 5); i limi affiorano in un intervallo altimetrico compreso tra 430 e 500 m, mentre le breccie affiorano esclusivamente al di sopra dei 450 m di quota.

Il **complesso di Bussi** poggia su una superficie di erosione profondamente incassata nei depositi del Complesso del Convento dei Cappuccini ed è caratterizzato da una buona continuità di distribuzione areale e dalla presenza abbondante di materiale di origine vulcanica⁽²⁾. Esso è costituito da due formazioni: la formazione di C. Piccioli e la formazione di C. Cataldi e solo localmente dalle tuffi di Carapelle e dai travertini di Bussi.

La **formazione di C. Piccioli** è costituita da livelli sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi e sabbioso-limosi con interstrati argillosi in facies lacustre passanti a ghiaie grossolane in facies fluvio-lacustre, caratterizzati tutti da una importante percentuale in minerali di origine vulcanica che conferisce loro un colore grigio-nocciola/bruno. Nei depositi in facies lacustre, sono presenti livelli ricchi di

(2) Sono presenti frammenti millimetrici di feldspati, sanidino, plagioclasti, biotite e clinopirosseni.

gasteropodi continentali. Concrezioni carbonatiche sono frequenti nella parte alta, in livelli centimetrici conformi con la stratificazione. Sono frequenti passaggi a depositi più grossolani sia in relazione all'apporto diretto dei versanti sia in prossimità dei conoidi alluvionali sempre con frequenti interstrati ricchi in minerali vulcanici. In una sezione in questi depositi, nei pressi dell'abitato di Bussi è stato ritrovato un nucleo di selce a lame.

Questa formazione, è distribuita in superficie lungo i bordi della piana di Ofena, di Chiancarelli e nella valle del Tirino e risulta costituire il corpo alluvionale del terrazzo più alto di fondovalle, con quote massime delle superfici di 420 m degradanti verso sud fino a 350 m.

Sono probabilmente associabili a questa formazione lembi di depositi di versante contenenti abbondante materiale vulcanico costituiti da breccie fini e sabbie con frequenti interstrati centimetrici di concrezioni carbonatiche. Questi depositi sono conservati sui versanti, a varie quote più alte di quelle delle facies lacustri.

La *formazione di C. Cataldi* è costituita da banchi decimetrici di limi calcarei e limi-sabbiosi di colore biancogiallastro, con livelli vulcanici centimetrici di colore grigio-nero che passano a limi con sabbie e ghiaie; sono frequenti livelli ricchi di gasteropodi lacustri e polmonati. Le analisi polliniche effettuate sui livelli più fini di questi sedimenti non hanno consentito alcuna determinazione significativa. Questa formazione è distribuita estesamente nella depressione di Ofena ed in lembi lungo la valle del Tirino. La superficie sommitale di questi depositi costituisce il terrazzo inferiore di fondovalle, con quote che degradano da 370 m nella parte settentrionale della piana di Ofena fino a 340 m nella parte meridionale della valle del Tirino.

Le due formazioni del complesso di Bussi sono distinte essenzialmente su basi morfologiche (Fig. 5); la superficie di letto della formazione di C. Cataldi è affiorante esclusivamente in corrispondenza di un limitato affioramento lungo la strada statale 153 dove si può osservare il contatto diretto dei termini di C. Cataldi su un deposito arrossato, più grossolano, ricco in minerali femici vulcanici, parzialmente pedogenizzato, riferibile alla formazione di C. Piccioli.

Le *tuffi di Carapelle* sono costituite da un importante spessore di depositi limoso-sabbiosi in banchi decimetrici o metrici, caratterizzati dall'abbondanza di minerali vulcanoclastici deposti in ambiente lacustre, che affiorano esclusivamente in una cava nella depressione di Carapelle (Biagi *et al.*, 1991; Bosi & Locardi, 1991; Bosi *et al.*, 1991). Tali depositi, in base ad un sondaggio perforato nella cava stessa, presentano uno spessore di almeno 40 m (Bosi *et al.*, 1991).

I travertini di Bussi sono costituiti da sabbie travertinose ricche in gasteropodi e travertini incrostanti in varie facies che distribuiti in superficie esclusivamente nella parte più meridionale della valle del F. Tirino, immediatamente a sud dell'abitato di Bussi.

Il *complesso di C. Spera* è costituito da ghiaie

stratificate con livelli sabbioso-limosi in facies di conoide alluvionale e da breccie sub-angolari con scarsa matrice, localmente mal stratificate, in facies di detrito di versante e di conoide di deiezione. Sono depositi caratterizzati dalla presenza di abbondanti minerali vulcanoclastici. Questi depositi, distribuiti su gran parte dei versanti del sistema di depressioni, presentano localmente le superfici di letto discordanti ed incise nei depositi più antichi e le superfici sommitali ben conservate ed incise dal reticolo attuale.

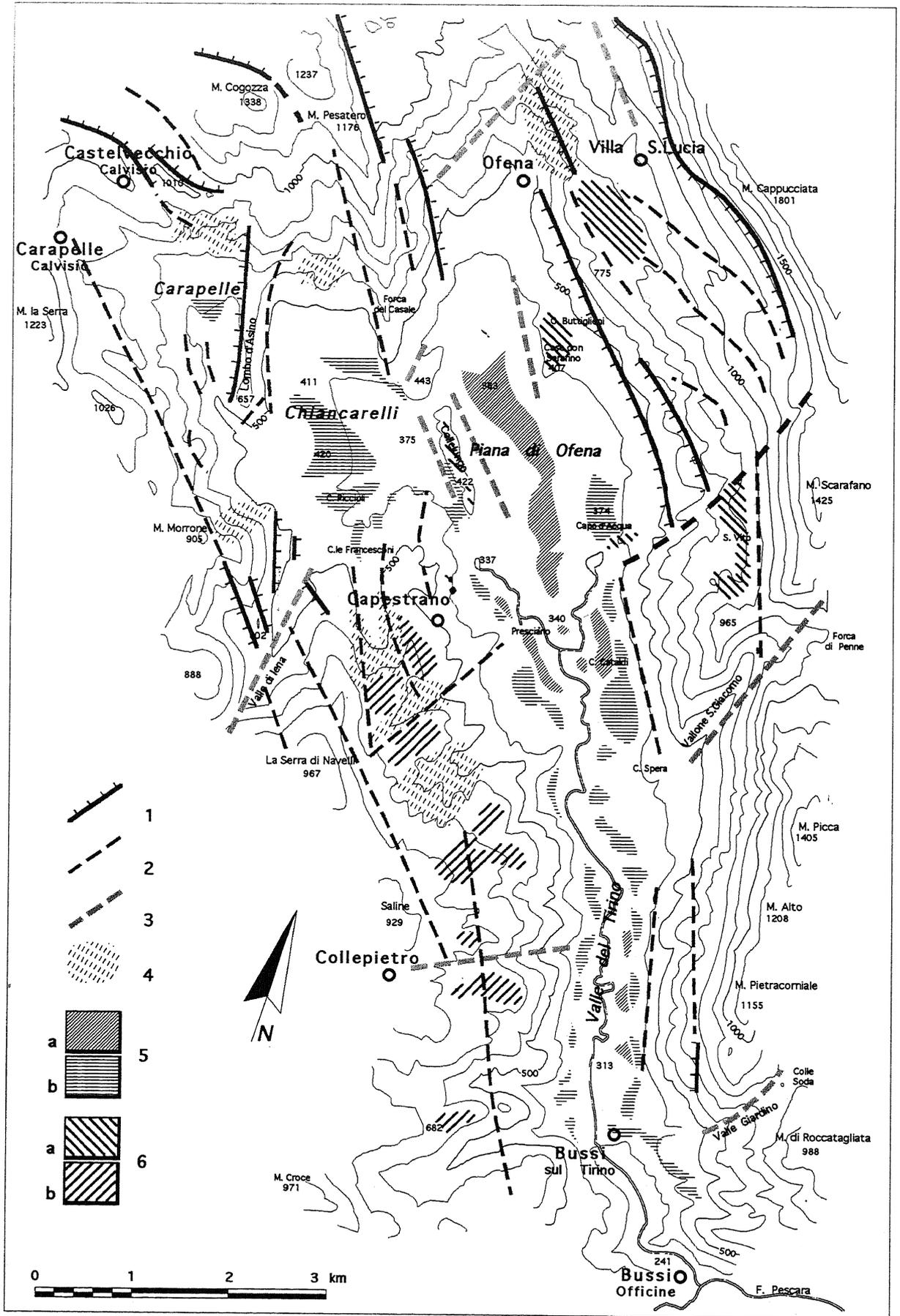
La *formazione di Capo d'Acqua* è costituita da livelli decimetrici sabbioso-ghiaiosi e limoso-sabbiosi biancastri; sono localmente presenti livelli ricchi di materiale piroclastico. In tali livelli sono presenti feldspati, sanidino, clinopirosseni e biotite. La colorazione dei depositi e la costituzione dei clasti risulta legata alla rideposizione delle successioni continentali più antiche. Campioni di questo deposito sono stati studiati per quanto riguarda il contenuto pollinico, ma non hanno portato ad alcuna significativa osservazione. Tali depositi sono affioranti nella parte alta della scarpata dell'attuale alveo del fiume Tirino tra le sorgenti e P.te S. Martino e sono distribuiti esclusivamente nelle lievi forme di incisione lineari che si sviluppano sulla superficie della piana di Ofena. Negli stessi depositi, in corrispondenza dell'apertura di una trincea per la costruzione della diga di sbarramento del Tirino, eseguita nei pressi di Capo d'Acqua, sono stati trovati (Radmilli, 1984) resti di faune continentali, frammenti di mammiferi e resti di industria litica.

Il *complesso di fondovalle del Tirino* comprende il riempimento alluvionale attuale e i piccoli conoidi sviluppati alla confluenza con i reticoli affluenti del Tirino; alcuni scavi hanno messo in evidenza depositi limoso-sabbiosi in livelli centimetrici con a volte lenti più grossolane.

5. ELEMENTI CRONOSTRATIGRAFICI

L'emersione dell'area del Tirino è cronologicamente definita dagli ultimi depositi in facies marina e dalle prime testimonianze di evoluzione continentale. I depositi marini più recenti sono rappresentati da lembi prevalentemente in facies conglomeratica, che presentano verso l'alto intercalazioni argillose (Conglomerati di Rigopiano), attribuiti da alcuni Autori (Ghisetti & Vezzani, 1991; Centamore *et al.*, 1991; 1992) al Pliocene inferiore, e da depositi sabbioso-conglomeratici che affiorano nell'area di Collelungo e Forca del Casale e sono attribuiti ad un generico Pliocene inferiore ? - Miocene inferiore ? (D'Agostino *et al.*, 1994).

L'elemento più antico dell'evoluzione continentale dell'area è rappresentato dalla "superficie di Anzano" (Bosi & Messina, 1991). Si tratta di una paleo-superficie, scolpita nei termini della successione marina meso-cenozoica, conservata in lembi intorno alla quota 1500 m.



Essa si sviluppa a nord della depressione del Tirino ed è attribuita dagli Autori ad un paesaggio genericamente pliocenico.

La successione di depositi continentali descritta e distinguibile in due gruppi principali di complessi sulla base della presenza o meno di minerali vulcanici. La comparsa nei depositi continentali di significative percentuali di minerali vulcanici nell'Appennino abruzzese, sulla base delle età delle vulcaniti ad alta diffusione areale (6/700.000 anni) è riferita ad un generico Pleistocene medio (Narcisi & Sposato, 1989) ⁽³⁾.

Nei termini continentali più antichi costituiti dal complesso delle breccie carbonatiche antiche e dal complesso del Convento dei Cappuccini non sono stati rinvenuti elementi cronologicamente significativi. Il complesso delle breccie carbonatiche antiche, sulla base della similitudine della loro posizione morfologicostratigrafica, appare correlabile con le breccie di Fonte Vedice presenti nell'area immediatamente a nord (Galadini & Giuliani, 1993a) e nella valle dell'Aterno (Bertini & Bosi, 1993).

Il complesso del Convento dei Cappuccini è fortemente sospeso sul fondovalle attuale e risulta incassato nei depositi del complesso delle breccie carbonatiche antiche. I depositi di questo complesso non presentano minerali vulcanici ed hanno una giacitura chiaramente vincolata ad una situazione morfologica profondamente diversa dalla attuale.

Sulla base degli elementi geologici e morfologicostratigrafici descritti i due complessi possono essere attribuiti genericamente anche al Pleistocene inferiore.

I termini continentali più recenti sono tutti caratterizzati dalla più o meno abbondante presenza di minerali vulcanici. I sedimenti appartenenti al complesso di Bussi sono incassati nei depositi prevulcanici e rappresentano il primo deposito riferibile ad una paleomorfologia simile a quella attuale.

Nei depositi appartenenti al Complesso di Bussi è stato ritrovato un reperto archeologico che, sulla base di correlazioni con reperti analoghi della stessa area, appare riferibile a un'industria del Musteriano (S. Grimaldi, com. pers.). Tali elementi permettono di attribuire la se-

rie di formazioni appartenenti a questo complesso genericamente al lungo lasso di tempo compreso tra il Pleistocene medio ed il Pleistocene superiore.

Il complesso di C. Spera rappresenta l'ultima importante fase di alluvionamento con formazione di ingenti quantità di detrito e la deposizione di grandi conoidi alluvionali. La posizione morfologicostratigrafica di questo complesso rispetto ai precedenti induce ad attribuirlo alla parte terminale del Pleistocene superiore.

La formazione di Capo d'Acqua ed il complesso di fondovalle del Tirino in base alla loro posizione morfologica rappresentano i depositi olocenici dell'area. Inoltre in base al contenuto paleontologico e ai frammenti litici attribuiti all'industria mesolitica, l'età della formazione di Capo d'Acqua è riferita ad un intervallo di tempo compreso tra 9.000 e 6.500 anni (Radmilli, 1984).

6. ASSETTO STRUTTURALE

Il sistema di depressioni del Tirino è individuato da una serie di faglie osservabili in corrispondenza dei margini delle aree più depresse. L'andamento degli elementi strutturali principali è da NNW-SSE a NW-SE (Fig. 6); oltre a sistemi di faglie trasversali a direzione ENE-WSW e NE-SW.

Il versante orientale del Tirino risulta essere fortemente controllato dalla presenza di faglie; tra le altre la più evidente è la faglia del monte Cappucciata. L'emergenza in superficie di questa faglia è rappresentata da una scarpata in roccia, intorno a quota 1200-1300 m, a direzione NW-SE. Si tratta di un elemento strutturale, ad andamento planimetrico circa lineare, che presenta una buona continuità laterale e si segue per circa 3 km. L'interpretazione di tale elemento in chiave neotettonica presenta non poche difficoltà. L'attuale morfologia del versante con la scarpata in roccia è infatti una combinazione di processi di origine tettonica ed erosiva. In Bosi *et al.* (1993) è trattato in modo esteso il problema del significato neotettonico di alcune scarpate di faglia in roccia presenti nell'Appennino abruzzese. Tali elementi strutturali sono piuttosto frequenti ai piedi dei versanti carbonatici di questo settore di Appennino. Nel caso particolare non è ancora chiara la relazione tra la scarpata di faglia del Cappucciata e l'evoluzione recente del sistema di depressioni del Tirino. Infatti questo elemento strutturale, pur essendo al margine della depressione,

⁽³⁾ Una datazione, effettuata col metodo K/Ar sulle tufiti presenti alle Svolte di Popoli, nella parte settentrionale della vicina piana di Sulmona ha dato una età di 350.000 ±50.000 anni (Radmilli, 1984).

Fig. 6 - Carta schematica interpretativa degli elementi strutturali e morfologici di interesse per l'evoluzione pleistocenica del sistema di depressioni del Tirino. Legenda: 1) faglie ad attività pleistocenica; 2) faglie ad attività pleistocenica probabile; 3) faglie ad attività pleistocenica non documentabile, ma ipotizzata sulla base di soli elementi morfologici; 4) zone cataclasiche; 5) superfici sommitali dei terrazzi costituiti dalle formazioni del complesso di Bussi: C. Cataldi (a) e C. Piccioli (b); 6) superfici alte (a) e superfici di Capestrano (b).

Schematic map of structural and morphological elements of interest to the Pleistocene evolution of the Tirino depressions. Legend: 1) faults active during Pleistocene; 2) faults probably active during Pleistocene; 3) faults whose Pleistocene activity is not well proved, but hypothesised on the basis of morphological elements; 4) cataclastic zones; 5) top surface of "C. Cataldi" (a) and "C. Piccioli" (b) formations of the "Bussi" complex alluvial terraces; 6) upland plains (a) and Capestrano surfaces (b).

non presenta relazioni dirette con i depositi continentali connessi all'evoluzione quaternaria dell'area.

Più a valle, lungo il medesimo versante che borda la piana di Ofena, sono presenti numerose faglie ad andamento circa NNW-SSE immergenti verso SW che individuano una serie di blocchi ribassati verso W (Fig. 7). Alcune di queste faglie sono interpretate dagli Autori (Centamore *et al.*, 1992) come antichi piani di sovrascorrimento riattivati con cinematismi normali che ribassano il settore morfologicamente depresso.

Alcune delle strutture appartenenti a questo sistema dislocano i depositi del complesso delle breccie carbonatiche antiche e del complesso del Convento dei Cappuccini; localmente queste strutture costituiscono il limite tettonico tra le breccie stesse ed il substrato carbonatico (Fig. 7).

In corrispondenza dell'ampia rottura di pendio sullo stesso versante, legata ai lembi di superfici sospese intorno ai 700-800 m, una serie di faglie borda le piccole dorsali con andamento longitudinale al versante, lievemente arcuate, a direzione da N-S a NW-SE. Si tratta di piani di faglia di scarsa estensione che, per il loro particolare andamento arcuato, possono suggerire anche una genesi non tettonica ma connessa a movimenti di tipo gravitativo. Tale ipotesi è avvalorata dal sondaggio di Capo d'Acqua (vedi Cap. 4) in cui sono stati rinvenuti i limi di S. Pietro al di sotto di un corpo del substrato carbonatico di 50 m di spessore. Alcuni di questi piani sono riportati in Vezzani *et al.* (1993) come "piani di scivolamento gravitativo profondo".

Lungo lo stesso margine gli apici di alcune conoidi presentano lievi gradini morfologici ribassati verso valle, paralleli ed allineati alle strutture marginali, di probabile impostazione tettonica.

A quote più basse, nella zona di Case don Serafino, è osservabile una scarpata in roccia ad andamento rettilineo a direzione NW-SE; tale elemento morfologico

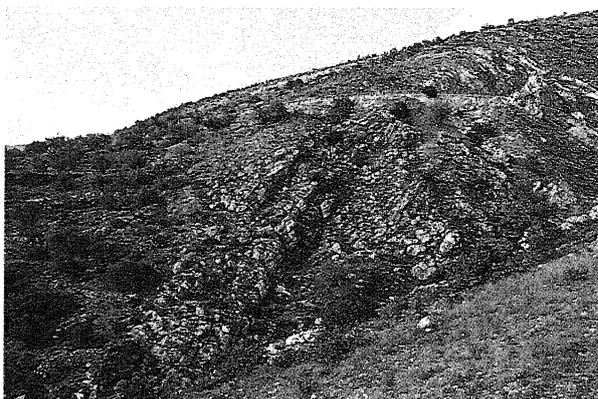


Fig. 7 - Particolare del contatto tettonico tra il substrato carbonatico e le breccie di C. Bottigliani sul versante orientale della piana di Ofena.

Detail of the tectonic contact between carbonate bedrock and the "C. Bottigliani" breccias on the eastern slope of the Ofena plain.

e' con molta probabilità associabile ad un motivo neotettonico, ma non e' possibile chiarirne il significato dal momento che i depositi della piana attribuiti al Pleistocene superiore poggiano direttamente contro la scarpata del substrato senza risultare deformati.

Il margine occidentale del sistema di depressioni del Tirino è più articolato. Verso nord, dove costituisce il margine delle depressioni di Carapelle e Chiancarelli, sono evidenti piani di faglia a direzione NW-SE che immergono sia verso SW che verso NE. Tali strutture, riportate anche in D'Agostino *et al.* (1994), interessano i depositi del complesso delle breccie carbonatiche antiche. In corrispondenza delle stesse strutture sono individuabili una serie di piccole valli, a direzione longitudinale al versante ed a fondo piatto, che si sviluppano a quote via via più basse procedendo verso est. Le strutture ad andamento NW-SE continuano verso sud lungo il versante lineare che delimita, a monte, verso ovest, le superfici di Capestrano.

Il versante settentrionale coincide con un'ampia fascia cataclastica nel substrato carbonatico, ad andamento NE-SW. Il significato neotettonico di questa fascia è dato dalla dislocazione dei depositi riferibili al complesso delle breccie carbonatiche antiche; essi sono tagliati da un piano di faglia NW-SE, con evidenti strie orizzontali, in corrispondenza di una piccola incisione nel versante nord di Carapelle (Galadini & Giuliani, 1993a). Alla scala dell'affioramento sono state misurate le giaciture delle fasce cataclastiche nel substrato carbonatico. Sono state inoltre effettuate delle stazioni di misura delle mesostrutture presenti nel substrato carbonatico. L'analisi ha riguardato unicamente quelle deformazioni cui sono associati indicatori cinematici. Tra i diversi sistemi distinguibili, quello vicino all'andamento E-W è il più frequente; a questo sistema sono associati indicatori cinematici che suggeriscono movimenti di tipo *strike-slip* e obliqui.

Tale margine rappresenta il netto limite meridionale dell'area di Barisciano-Calascio che è caratterizzata da motivi strutturali particolari descritti da Galadini & Giuliani (1991; 1993a) e da D'Agostino *et al.* (1994). Si tratta di un'area in cui si succedono una serie di piccole depressioni chiuse, disposte in ordini paralleli, allungate in direzione NW-SE, separate da altrettante dorsali i cui versanti SW risultano bordati da faglie. La presenza in tempi recenti di motivi deformativi trascorrenti, secondo Galadini & Giuliani (1991, 1993a e b), condiziona la geometria di tipo sigmoidale delle piccole depressioni chiuse.

Nell'area di Carapelle è segnalata una tettonica successiva al Pleistocene medio responsabile del lieve basculamento verso nord-ovest delle Tuffi di Carapelle (Bosi *et al.*, 1991).

Lo stesso margine settentrionale è attraversato da alcune importanti faglie a direzione NW-SE e NNW-SSE con immersione sia verso W che verso E, con movimenti associati di tipo *dip-slip* ed obliquo. Queste faglie sono presenti anche più a sud e costituiscono le strutture che bordano le dorsali di Lombo d'Asino e della cresta di

Forca del Casale. Tali strutture presentano un andamento rettilineo e costituiscono un netto contatto, caratterizzato da frequenti ed evidenti scarpate di faglia, tra il substrato ed i depositi quaternari. La faglia al margine orientale della cresta di Forca del Casale interessa anche i depositi quaternari più antichi e sembra proseguire al margine orientale di Collelungo dove i depositi del Pleistocene superiore coprono la base del versante e non risultano interessati da movimenti. Tale elemento, che rappresenta il proseguimento meridionale della faglia del piano S. Marco - Monte Pesatero, è interpretato da alcuni Autori (D'Agostino *et al.*, 1994) come un *back-thrust*, riutilizzato nel Pleistocene con movimenti legati all'ultimo evento deformativo distensivo.

Elementi strutturali a direzione NNE-SSW e NE-SW trasversali ai sistemi principali attraversano l'area del Tirino; i più evidenti ed estesi sono, da nord verso sud: un elemento costituito dall'allineamento tra un elemento all'altezza delle sorgenti di Capo d'Acqua e di Presciano; il Vallone S. Giacomo e la Valle Giardino (Fig. 6). Per questi elementi è stato riconosciuto un significato tettonico connesso con la storia evolutiva del fronte di sovrascorrimento (vedi Cap. 2). Tuttavia, allo stato dell'arte, non sono stati individuati indizi diretti di movimenti associati a queste strutture trasversali sui depositi dei complessi continentali più recenti. In corrispondenza di queste strutture sia le superfici di Capestrano, sia le strutture longitudinali ai versanti orientale ed occidentale, presentano discontinuità morfologiche il cui significato non è ancora chiaro.

7. DISCUSSIONE

La ricostruzione dell'evoluzione geologica continentale del sistema di depressioni del Tirino è stata effettuata prevalentemente sulla base dell'interpretazione delle forme conservate dal momento che i dati di affioramento disponibili sono pochi e discontinui.

L'impostazione del primo bacino lacustre nell'area di questo sistema di depressioni risulta riferibile ad un generico Pleistocene inferiore. Tale bacino è ben testimoniato lungo il versante orientale della piana di Ofena dagli affioramenti dei termini lacustri del complesso del Convento dei Cappuccini. I depositi di questo bacino risultano interessati da deformazioni tettoniche, forse anche responsabili dell'evidente terrazzamento dei sedimenti del Pleistocene inferiore sui termini successivi. La locale sovrapposizione di un corpo del substrato carbonatico sui limi di S. Pietro, insieme alle caratteristiche morfologiche del versante orientale della piana di Ofena, fa ipotizzare che si possano essere verificati anche importanti movimenti gravitativi durante il Pleistocene inferiore.

A partire da un generico Pleistocene medio s'individua un bacino lacustre di notevoli dimensioni, la cui estensione risulta coincidere con le aree attualmente più depresse. Nel corso della sedimentazione dei depositi

relativi a questo bacino lacustre (Complesso di Bussi) si verifica nell'area l'arrivo di importanti quantità di materiali vulcanoclastici testimoniati dall'abbondante presenza di livelli ricchi in minerali d'origine vulcanica. Durante il rilevamento non sono stati riscontrati affioramenti con evidenze tali da far ritenere possibile una provenienza locale per questi materiali, così come ipotizzato in Bosi *et al.* (1991).

La sedimentazione dei depositi lacustri legati a questo bacino prosegue per un arco di tempo molto lungo che si estende fino a parte del Pleistocene superiore, come testimoniato dal ritrovamento di reperti archeologici riferibili al Musteriano. Tuttavia, all'interno di questo complesso sono stati individuati almeno due cicli di depositi distinti sulla base del loro debole incassamento l'uno nell'altro (formazione di C. Piccioli e formazione di C. Cataldi).

Ad una fase erosiva che in parte rimodella la superficie di accumulo di questi depositi, segue la deposizione delle ghiaie di C. Spera, costituite da ghiaie di più cicli di conoidi alluvionali che rappresentano il colmamento del sistema di bacini del Tirino (Pleistocene superiore).

La sedimentazione tardiglaciale è rappresentata da depositi sabbioso-ghiaiosi e sabbioso-limosi con resti archeologici e faune a mammiferi (complesso di Capo d'Acqua) confinati all'interno di lievi forme di incisione lineare nella superficie di fondovalle della piana di Ofena e da depositi in facies di conoide che localmente risultano incassati nel ciclo ghiaioso di colmamento del Pleistocene superiore lungo la valle del Tirino.

Non sono state riscontrate nell'area evidenze dirette di attività tettonica recente, non è possibile comunque escludere una persistenza di attività lungo le strutture marginali del sistema di depressioni o lungo i margini delle dorsali di Lombo d'Asino e Forca del Casale - Collelungo fino a parte del Pleistocene medio-superiore.

Da un confronto preliminare tra l'evoluzione recente fin qui delineata per l'area del Tirino e la situazione già schematizzata da Bosi & Messina (1991) per le depressioni intramontane maggiori dell'Appennino abruzzese, è possibile fare alcune osservazioni di massima. In base a questo schema di correlazione generale la successione morfo-litostratigrafica riconosciuta per il Tirino risulta iniziare con termini continentali più recenti rispetto alle altre conche. Per quanto riguarda il Pleistocene medio e il Pleistocene medio-superiore nelle altre conche sono stati individuati fino a tre cicli morfogenetici, di cui solo l'ultimo caratterizzato dall'abbondante presenza di depositi vulcanoclastici. Al Tirino sarebbe invece presente esclusivamente l'ultimo ciclo nel quale sono distinguibili due formazioni successive lievemente incassate l'una nell'altra ed entrambe caratterizzate dalla presenza di minerali vulcanici.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano i Proff. F. Carraro ed U. Sauro per la lettura critica del lavoro.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Bagnaia R., D'Epifanio A. & Sylos Labini S., 1989 - *Aquila and Subequan basins: an example of Quaternary evolution in central Apennines, Italy*. Quaternaria Nova, n.s., 1.
- Bertini T. & Bosi C., 1993 - *Il Quaternario della conca di Fossa (L'Aquila)*. Il Quaternario, 6(2), 127-148.
- Biagi P.F., Ferrini V., Rossi A. & Santeddu B., 1981 - *Indagini geofisiche e minero-petrografiche preliminari sulla vulcanoclastite di Carapelle Calvisio (L'Aquila, Abruzzo)*. Il Quaternario, 4(2), 411-418.
- Bosi C. & Bertini T., 1970 - *La geologia della media valle dell'Aterno*. Mem. Soc. Geol. It., 9, 719-777.
- Bosi C. & Locardi E., 1991 - *Vulcanismo meso-pleistocenico nell'Appennino laziale-abruzzese*. Studi Geologici Camerti, v.s. 2, CROP 11, 319-325.
- Bosi C. & Messina P., 1991 - *Ipotesi di correlazione fra successioni morfo-litostigrafiche plio-pleistoceniche nell'Appennino laziale-abruzzese*. Studi Geologici Camerti, v.s. 2, CROP 11, 257-263.
- Bosi C., 1989 - *Considerations and proposals on morpho-pedo-litostigraphic units in quaternary studies*. Il Quaternario, 2(1), 3-9.
- Bosi C., Cittadini A., De Casa G., Messina P. & Palieri L., 1991 - *Dati preliminari su alcune successioni tufitiche pleistoceniche dell'Appennino abruzzese*. Studi Geologici Camerti, v.s. 2, CROP 11, 313-317.
- Bosi C., Galadini F. & Messina P., 1993 - *Neotectonic significance of bedrock fault scarps: case studies from the Lazio-Abruzzi Apennines (central Italy)*. Zeit. f. Geomorph. N.F. Suppl. Bd. 94, 187-206.
- Cavinato G.P. & Miccadei E., 1993 - *Evoluzione tettonico-sedimentaria della conca di Sulmona*. In: Convegno AIQUA su "Le conche intermontane". Roma, 13-15 settembre 1993, Abstract.
- Centamore E., Bigi S., Berti D., Micarelli A. & Morelli C., 1992 - *Nuovi dati sui depositi neogenici di avanfossa del Pescara*. Boll. Soc. Geol. It., 111, 437-447.
- Centamore E., Cantalamessa G., Micarelli A., Potetti M., Berti D., Bigi S., Morelli C., & Ridolfi M., 1991 - *Stratigrafia e analisi di facies dei depositi del miocene e del Pliocene inferiore dell'avanfossa marchigiano-abruzzese e delle zone limitrofe*. Studi Geologici Camerti, v. s. 2, CROP 11, 125-132.
- D'Agostino N., Funicello R., Speranza F. & Tozzi M., 1994 - *Caratteri della tettonica distensiva nell'Appennino centrale: l'area di S. Stefano di Sessanio-Calascio (L'Aquila)*. Boll. Soc. Geol. It., 113, 37-53.
- Dela Pierre F., Ghisetti F., Lanza R. & Vezzani L., 1992 - *Paleomagnetic and structural evidence of Neogene tectonic rotation of the Gran Sasso range (central Apennines, Italy)*. Tectonophysics, 215, 335-348.
- Demangeot J., 1965 - *Géomorphologie des Abruzzes Adriatiques*. Centre Recherche et Documentation Cartographiques Mémoires et Documents Numéro hors série, 1-403. Paris.
- Galadini F. & Giuliani R., 1993a - *Pleistocene deformational history of the Barisciano-Calascio area, NE margin of the middle Aterno river valley (central Italy)*. Boll. Serv. Geol. It., 110 (1991), 169-180.
- Galadini F. & Giuliani R., 1993b - *Role of the structural geology analysis in the recent tectonics studies: an example from an area located SW of Gran Sasso (central Italy)*. Ann. Geof., 36, 287-292, Special issue on the Meeting "Irpinia dieci anni dopo", Sorrento, 19-24 novembre 1990.
- Galadini F., Giuliani R. & Messina P., 1991 - *Characterization of recent deformational sequences in some areas of the Abruzzi Apennines (central Italy): implications and problems*. Il Quaternario, 4(1a), 85-98.
- Ghisetti F. & Vezzani L., 1988 - *Geometric and kinematic complexities in the Marche-Abruzzi zones (Central Apennines, Italy)*. - Geolog. Rundschau, 77(1), 63-78.
- Ghisetti F., Follador U., Lanza R. & Vezzani L., 1991 - *La zona di taglio Rigopiano-Bussi-Rivisondoli: svincolo transpressivo al margine nord-orientale della piattaforma laziale-abruzzese*. Studi Geologici Camerti, v. s. 2, CROP 11, 215-220.
- Narcisi B. & Sposato A., 1989 - *Elementi di cronologia dell'attività vulcanica*. - In: C.N.R.-E.N.E.A. "Elementi di tettonica pliocenico-aternaria ed indizi di sismicità olocenica nell'Appennino laziale-abruzzese", Guida all'escursione S.G.I.
- Patacca E., Scandone P., Bellatalla M., Perilli N. & Santini U., 1991 - *La zona di giunzione tra l'arco appenninico settentrionale e l'arco appenninico meridionale nell'Abruzzo e nel Molise*. Studi Geologici Camerti, v. s. 2, CROP 11, 417-441.
- Radmilli A.M., 1984 - *Le Svolte di Popoli, Abruzzo*. - In: I primi abitanti di Europa. De Luca Ed., 141-143.
- Servizio Geologico d'Italia, 1942 - *Carta Geologica d'Italia. Foglio 146 "Sulmona", scala 1:100.000*.
- Sylos Labini S., Bagnaia R. & D'Epifanio A., 1993 - *Il Quaternario del bacino di Sulmona (Italia centrale)*. Quaternaria Nova, 3, 343-360.
- Vezzani L., Casnedi R. & Ghisetti F., 1993 - *Carta geologica dell'Abruzzo nord-orientale*. Atti Ticinensi di Scienze della Terra, Serie Spec., 2, Pavia.

Manoscritto ricevuto il 2. 5. 1995
 Inviato all'Autore per la revisione il 7. 6. 1995
 Testo definitivo ricevuto il 20. 6. 1995