

## I TRAVERTINI DELLA VALLE DEL PESCARA TRA POPOLI E TOR DE' PASSERI (ABRUZZO, ITALIA CENTRALE)

C. Carrara

ENEA-CASACCIA, C.P. 24100 - 00100 Roma A.D.

**RIASSUNTO** - Sono stati studiati i depositi di travertino affioranti nella valle del fiume Pescara, dall'area di Popoli a quella di Tor de' Passeri-Piano d'Orta. Oltre ai caratteri geo-morfologici dei depositi, sono state effettuate l'analisi di facies dei singoli depositi, con il rilevamento delle più importanti strutture e tessiture, la composizione mineralogico-petrografica e numerose datazioni del travertino con il metodo U/Th e 14C. L'analisi di facies ha permesso di ricostruire l'ambiente deposizionale dei corpi di travertino, costituiti prevalentemente da facies fitoclastiche di ambiente fluviale e fluvio-lacustre-palustre, ricche di ammassi lentiformi di ooliti e pisoliti per lo più inorganiche. Corpi stratiformi di travertini fitoclastici hanno colmato bacini più o meno estesi sottesi da sbarramenti naturali, costituiti da facies prevalentemente autoctone ed organizzati in depositi a gradinata di vasche e di cascate, progradanti verso valle. Nell'area sono stati riconosciuti due sbarramenti principali: l'uno presso la stazione di Bussi, che ha sotteso il bacino di Popoli e probabilmente anche quello di Bussi sul Tirino; l'altro nell'area di Tor de' Passeri-Piano d'Orta, che ha sotteso il bacino omonimo esteso verso monte fin quasi alle gole di Popoli. La placca di travertino di Tocco da Casauria sembra essersi deposta contemporaneamente a quelle descritte in precedenza su una paleosuperficie alta in destra del Pescara, sotto forma di facies palustri-lacustri alla base, passanti a tessiture di gradinata di vasche e di cascata verso l'alto e verso NE. La deposizione del travertino sembra essersi instaurata all'inizio del Pleistocene superiore in seguito a un'importante fase erosiva che ha inciso profondamente il substrato fino a 50±60 m al di sotto dell'alveo attuale del Pescara, ed è proseguita, con fasi alterne di rallentamento e/o di stasi, per tutto il Pleistocene superiore e parte dell'Olocene. Durante e dopo la deposizione le placche di travertino sono andate soggette a fasi erosionali che le hanno notevolmente smantellate e dissecate e hanno dato luogo a più ordini di terrazzi incisi sia nel travertino che nel substrato. Nell'area considerata sono stati rilevati quattro ordini di terrazzi locali; particolarmente estesi sono: il terrazzo del secondo ordine, in località Decontra e Grotte-Vicenne (Pleistocene superiore), quello del terzo ordine di Tor de' Passeri-San Clemente (Olocene-Pleistocene superiore) e del quarto ordine (Piano d'Orta, Olocene). Cronologicamente detti terrazzi sono compresi tra 33.000 e 4.000 anni dal presente.

**ABSTRACT**- Travertine deposits occurring in the Pescara Valley between Popoli and Tor de' Passeri-Piano d'Orta in the Abruzzi region (Central Italy) have been examined. Their geomorphological attitude has been determined and the following studies have also been carried out on these deposits: facies analysis, mineralogical and petrographical composition, several U-series and 14C datings. The facies analysis allowed the identification of the depositional environment of the travertines composed mainly of phytoclastic lithotypes, containing lens-shaped bodies of mainly inorganic ooids, of palustrine, fluvial and fluvio-lacustrine environment. Tabular phytoclastic deposits have been sedimented in basins closed by natural dams composed mainly of autoctonous lithotypes, organized in fan-shaped step-like terraces, prograding downstream. Two main travertine dams have been observed in the area: the first one, located near the Bussi railway station, caused the formation of the Popoli and Bussi sul Tirino travertine plates; the second, located in the Tor de' Passeri-Piano d'Orta area, caused the formation of a basin that extended upstream as far as the Gole di Popoli. The Tocco da Casauria plate was formed at the same time as the above mentioned deposits on a paleosurface high on the righthand side of the Pescara valley. The plate represents a large deposit composed of palustrine-lacustrine lithotypes in the lower part evolving to a fan-shaped step-like terraced body. The deposition of travertine seems to have taken place since the beginning of the Upper Pleistocene, following an important erosional phase that cut deeply in the substratum to a depth of 50±60 m below the present-day river-bed, and continuing through the Upper Pleistocene up to the Holocene. During this period the travertine deposits have been subjected to erosional phases that have dissected them deeply, causing also the formation of fluvial terraces. In the studied area four orders of local terraces have been mapped; particularly developed are the terraces of the second order in the Decontra and Vicenne areas (Upper Pleistocene) and the third order terrace of Tor de' Passeri-San Clemente area (Holocene-Upper Pleistocene). The terrace of the fourth order of Piano d'Orta (Holocene) is less evident. The mentioned terraces have been dated by means of U-series and 14C methods and are between 33.000 and 4.000 years BP old.

Parole chiave: Travertini, Geomorfologia, Analisi sedimentologiche, Paleoambienti, Paleoclimi, Datazioni, Valle del Pescara, Italia centrale.

Key words: Travertines, Geomorphology, Sedimentological Analysis, Palaeoenvironments, Palaeoclimates, Radiometric Datings, Pescara Valley, Central Italy.

### 1. INTRODUZIONE

I depositi di travertino affioranti nella valle del Pescara non sono stati fin qui oggetto di studio dettagliato che ne permettesse un'inquadramento geo-morfologico e genetico. Il presente lavoro ha inteso affrontare lo studio sistematico di detti depositi, non solo per definirne i caratteri geologici in senso lato, ma soprattutto per chiarirne il significato ambientale e climatico nell'ambito dell'evoluzione quaternaria dell'area.

### 2. INQUADRAMENTO GEOMORFORLOGICO REGIONALE

L'areale di affioramento dei depositi studiati comprende la parte medio-alta della valle del Pescara, dalle sorgenti, ubicate presso Popoli nella parte settentrionale del bacino di Sulmona, attraverso le Gole di Popoli fino a Torre de' Passeri, e la bassa valle del Tirino, dal paese di Bussi alla confluenza nel Pescara, presso Bussi Officine.

Dal punto di vista geologico l'area rappresenta un settore molto complesso dell'Appennino abruzzese, poiché cade pressoché a cavallo dello svincolo tra la parte meridionale dell'unità del Gran Sasso, struttura orientata in senso N-S, e quella settentrionale del Morrone, orientata NW-SE. Le due unità, deformate da fasi compressive mio-plioceniche, che hanno causato il sovrascorrimento dei terreni meso-cenozoici della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese su quelli generalmente torbiditici mio-pliocenici, sono state successivamente dislocate da fasi tettoniche estensionali con direzioni prevalenti NW-SE e NE-SW. La valle del Pescara, già interpretata da Demangeot (1965) come una struttura "antécédence dirigée" è impostata probabilmente su una linea tettonica NE-SW che interseca l'arco Gran Sasso-Morrone e la relativa fascia di deformazione nota come zona di taglio Rigopiano-Bussi-Rivisondoli (RBR, Ghisetti *et al.*, 1991).

### 3. AUTORI PRECEDENTI

Beneo (1943) si sofferma sui due lembi di travertino di Tocco da Casauria e di Torre de' Passeri, che considera depositi di origine lacustre, dei quali il primo più antico del secondo. Ad entrambi attribuisce un'età compresa tra il Quaternario antico e quello recente. Demangeot (1965) per primo, studiando la formazione delle gole di Popoli e comparando l'evoluzione della valle del Tronto con quella del Pescara, si sofferma sull'interesse geomorfologico e climatico-ambientale dei depositi di travertino e sul ruolo che hanno svolto nell'ostruire le valli e nel "bloccarne" l'evoluzione a monte. Propone, quindi, uno schema evolutivo composto da fasi deposizionali (travertini) "interglaciali" e fasi erosionali "glaciali", con la formazione di vari ordini di terrazzi, di età compresa tra il Donau e il Würm. In detto contesto la placca di travertino di Tocco da Casauria è attribuita all'interglaciale Donau-Günz (700? ka), il travertino di Vicenne al Mindel-Riss (400-300? ka) e quello di Torre de' Passeri al Riss-Würm (200-100 ka).

Agostini & Rossi (1983) riferiscono geneticamente i travertini di Tocco da Casauria e di Torre de' Passeri "al miscelamento di acque idrotermali, risorgenti lungo faglie decorrenti nell'alveo del F. Pescara, con acque defluenti in superficie". Il deposito di Tocco sarebbe villafranchiano, mentre quello di Torre de' Passeri, depositosi in ambiente lacustre marginale all'area di esondazione del paleo Pescara, è attribuito agli interglaciali Mindel-Riss e Riss-Würm. Fasi climatiche fredde e calde, associate a una ripresa della tettonica locale, avrebbero, quindi, condizionato l'evoluzione pleistocenica dell'area. Gli autori interpretano l'evoluzione geomorfologica della conca di Sulmona indipendente da quella della zona di Tocco da Casauria e Torre de' Passeri. Lo stesso schema evolutivo è ripreso nella tesi di laurea di Galasso (1993/94), nella quale, peraltro, è riportato un quadro di correlazione tra le forme e i depositi relativi all'intervallo Pleistocene medio-Olocene nella conca di Sulmona, nelle gole di Popoli e nella valle del Pescara.

Sylos Labini, Bagnaia & D'Epifanio (1993) attribuiscono la "superficie di Sulmona" alla parte superiore del Pleistocene medio. Osservando la continuità altimetrica tra detta superficie e quelle dei riempimenti fluvio-lacu-

stri della valle del Tirino e dei travertini del bacino di Tocco da Casauria e la presenza di depositi lacustri nelle gole di Popoli, ipotizzano che la sedimentazione di detti depositi sia avvenuta nel Pleistocene medio in un unico bacino lacustre, la cui soglia identificano con la dorsale di S. Valentino a sud di Tocco da Casauria.

Nel lavoro di Cavinato & Miccadei (1995), concernente i depositi quaternari della conca di Sulmona, i depositi di travertino affioranti nell'area di Popoli e nelle gole omonime sono considerati intercalati ai depositi lacustri di Fiorata, attribuiti al Pleistocene medio (0,35±0,45 Ma). Infine, la placca di travertino che occupa il fondovalle del Tirino presso Bussi è riferita da Giuliani & Sposato (1995) al complesso di Bussi, di età compresa tra il Pleistocene medio e il Pleistocene superiore.

Va citato, per il valore geomorfologico, il lavoro di Bonarelli (1931), che lungo il torrente Nora, affluente sinistro della bassa valle del Pescara, rileva la presenza di quattro terrazzi fluviali, dei quali i primi due sarebbero mindelrissiani (fase chelleana e acheuleana), gli altri due rispettivamente risswurmiani (fase mousteriana) e postglaciali (fase mesolitica o miolitica).

## 4. LINEAMENTI GEOLOGICI E MORFOLOGICI DEI DEPOSITI DI TRAVERTINO

### 4.1 Settore esterno della catena

#### 4.1.1 Tocco da Casauria

Sul versante destro della valle del fiume Pescara, presso il paese di Tocco da Casauria, affiora una vasta placca di travertino che si estende per circa 3 km in direzione della valle e per 2 km circa in direzione trasversale e degrada da SO verso NE da quota 340 m a quota 270 m circa (Fig. 1). La parte occidentale della placca forma un dosso, sul quale è sorto il paese omonimo, che si eleva fino a quota 335 m, e poggia su una superficie accidentata, profondamente incisa nel substrato cenozoico dal fiume Pescara, lungo il quale la placca è limitata da una scarpata alta alcune decine di metri. La parte centro-orientale della placca, al contrario, forma un pianoro esteso e regolare, poggiante su una superficie leggermente immergente verso NE. Detto pianoro è limitato, lungo il torrente Arolle, da una scarpata, che da un'altezza di oltre 30 m in località C.se Pareti, si riduce via via a pochi metri verso C.se Marano. A monte il pianoro è ricoperto da depositi di conoide, misti a detrito di versante e ad accumuli di frana. Anche lungo il Pescara nell'area compresa tra C.se Rovetone, il Convento dell'Osservanza e l'abitato del paese, sono conservati modesti lembi di un esteso conoide ghiaioso-fangoso quasi completamente smantellato, che da una parte si sovrappone alla placca di travertino, dall'altra è incassato in essa, risultando in tal modo posteriore alla deposizione della placca stessa.

Lo spessore del travertino, calcolato sulla base di numerosi sondaggi geognostici e geoelettrici e pozzi per acqua, è massimo sotto il paese di Tocco, dove raggiunge 50±60 m (A. Di Giulio, com. pers.); mediamente si aggira intorno ad alcune decine di metri.

La parte inferiore della placca è costituita da limi calcarei grigio-biancastri massivi o sottilmente stratifica-

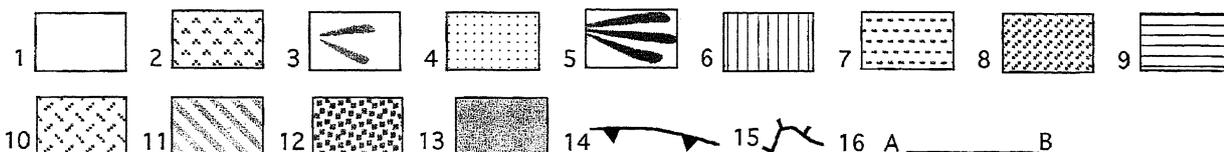
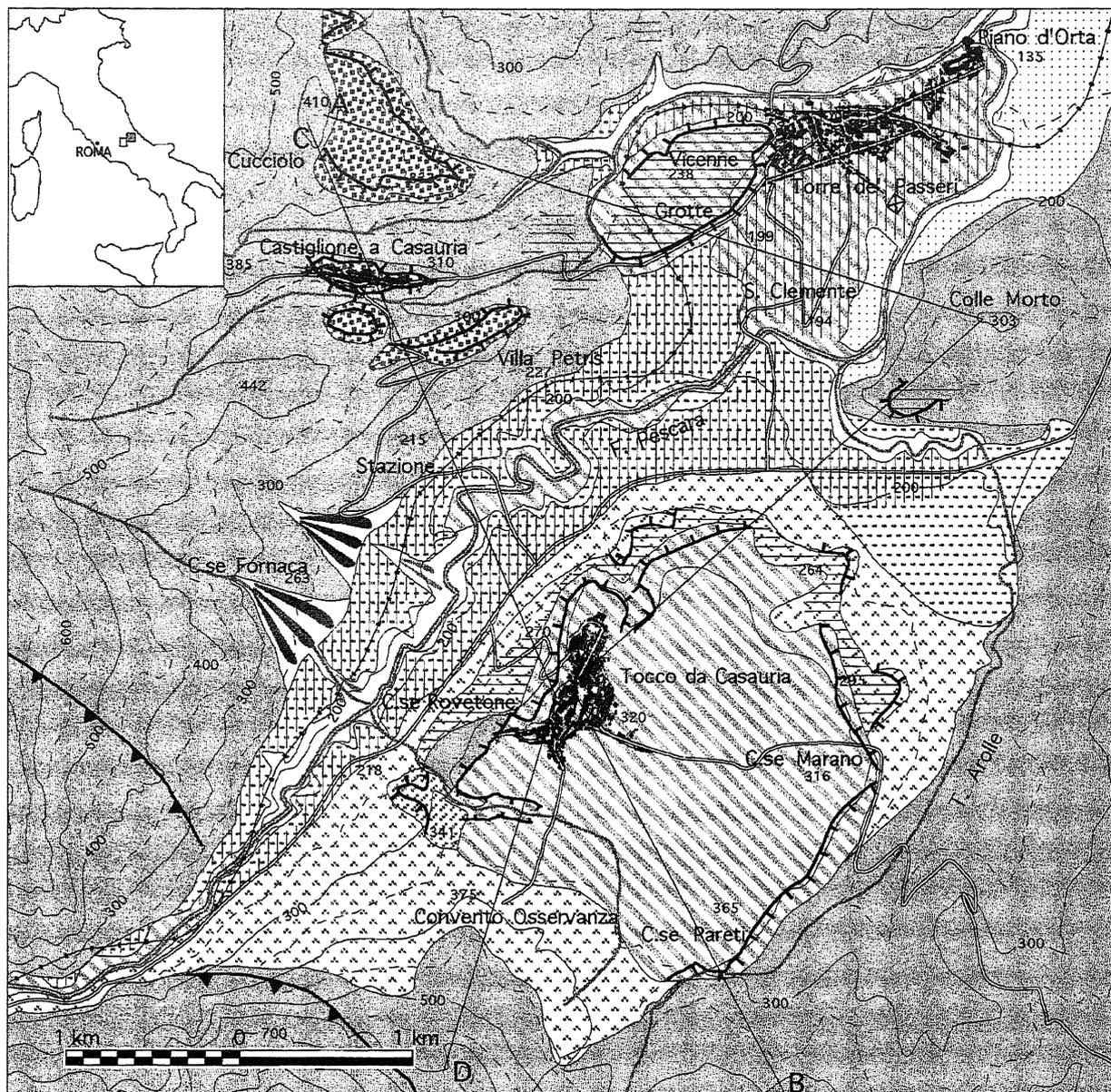


Fig. 1 - Carta geologica schematica dell'area di Tocco da Casauria-Torre de' Passeri. Legenda: 1 = Alluvioni recenti; 2 = Detriti di versante e colluvi vari (Olocene); 3 = Conoidi della terza fase (Olocene); 4 = Terrazzo del quarto ordine (Olocene); 5 = Conoidi della seconda fase (Pleistocene superiore-Olocene); 6 = Terrazzo del terzo ordine (Pleistocene superiore-Olocene); 7 = Sedimenti limoso-sabbiosi con intercalazioni di ghiaie, con suolo bruno calcareo poco sviluppato (Pleistocene superiore-Olocene); 8 = Conoide della prima fase (Pleistocene superiore); 9 = Terrazzo del secondo ordine (Pleistocene superiore); 10 = Sedimenti palustri limoso-torbosi, con intercalazioni di ghiaie e conglomerati (area di Tocco da Casauria, Pleistocene superiore); 11 = Travertini indifferenziati (Pleistocene superiore e Olocene); 12 = Terrazzo del primo ordine (Pleistocene medio-Pleistocene?); 13 = Substrato mesozoico; 14 = fronte del sovrascorrimento; 15 = orlo di terrazzo; 16 = tracce dei profili.

Geological outline of Tocco da Casauria-Torre de' Passeri area. Legend: 1 = Recent alluvial deposits; 2 = Slope debris and colluvials (Holocene); 3 = Alluvial fan of the third phase (Holocene); 4 = Terrace of the fourth order (Holocene); 5 = Alluvial fan of the second phase (Holocene-Upper Pleistocene); 6 = Terrace of the third order (Holocene-Upper Pleistocene); 7 = Silts and sands with intercalated gravels covered by a slightly developed brown calcareous soil (Holocene-Upper Pleistocene); 8 = Alluvial fan of the first phase (Upper Pleistocene); 9 = Terrace of the second order (Upper Pleistocene); 10 = Silty and peaty marshy sediments; locally fluvial gravels and conglomerates (Tocco da Casauria, Upper Pleistocene); 11 = Travertines (Holocene and Upper Pleistocene); 12 = Terrace of the first order (Upper-Middle Pleistocene?); 13 = Meso-cainozoic substratum; 14 = Thrust; 15 = Terrace scarp; 16 = Geological sections.

ti, talora a laminazione piano-parallela, contenenti alternanze di travertini fitoclastici fini, associati a corpi lenticolari di travertino fito-microermale (Fig. 2, profilo AB). Nei limi e nei travertini sono presenti resti di molluschi, ostracodi, frustoli ed oogoni di Characeae, frammenti di concrezioni calcitiche e rari granuli di pirosseno nero, di quarzo, di selce e di calcari microcristallini. Le associazioni di facies indicano un ambiente di deposizione lacustre-palustre.

I limi passano eteropicamente a calciruditi e travertini fitoclastici, giallastri, a matrice limoso-calcareo, che costituiscono la parte medio-alta della placca (Fig. 3). La frazione clastica è costituita da fitoclasti smussati e subarrotondati di travertino fito-microermale e da scarsi granuli di calcari microcristallini, di selce bruna e di pirosseni scuri. I resti di molluschi e di ostracodi sono molto rari o del tutto assenti. Nei travertini summenzionati sono diffuse facies interamente costituite da ooliti e pisoliti, formate da nuclei fitoclastici ricoperti da sottili lamine concentriche di carbonato di calcio. Le loro dimensioni variano da pochi millimetri a 1÷2 cm; ma si sono osservate anche strutture isolate con diametro di 5÷6 cm. La forma generalmente è tondeggiante, ma spesso mantengono quella allungata ed irregolare del nucleo fitoclastico. Le pisoliti formano estesi banchi, lenti e tasche, di spessore variabile da pochi decimetri a oltre 1 m, talora con stratificazione incrociata (Fig. 4). Sono prevalentemente inorganiche, ma spesso in quelle

di maggiori dimensioni si osservano i caratteri tipici di incrostazioni organiche (Folk & Chafetz, 1983). Generalmente si organizzano in cicli sovrapposti e tra un ciclo e l'altro si notano laminati stromatolitiche ondulate. Al tetto le facies pisolitiche sono coperte da accumuli lentiformi, più o meno spessi, a stratificazione indistinta, di travertino fitoermale, associato a facies microermali su muschio.

I caratteri giacitureali e le associazioni di facies indicano che detti sedimenti si sono formati per trasporto di materiale fitoclastico in ambiente "fluvio-sorgentizio", con acque correnti ad alto potere incrostante, e rappresentano veri e propri riempimenti di vasche più o meno estese, a gradinata, alle quali si associano facies depostesi in ambiente ripariale palustre ricco di vegetazione igrofitica.

Sui limi e i travertini fitoclastici è presente, nelle zone stabili, un suolo ben sviluppato da bruno rossastro (5YR4/6) a bruno giallastro (10YR5/6) di 1÷2 m di spessore.

La parte sommitale della placca, tuttavia, è incisa da una superficie erosionale molto irregolare, segnata localmente da sottili accumuli di colluvio terroso, bruno-giallastro, sulla quale poggiano limi calcarei terrosi giallastri, misti a colluvio, contenenti frammenti carboniosi e tasche di materiale argilloso bruno, ricco di materia organica (Fig. 2, profilo AB). Sono coperti a loro volta da un suolo poco sviluppato, calcareo, bruno (10YR4/4) o

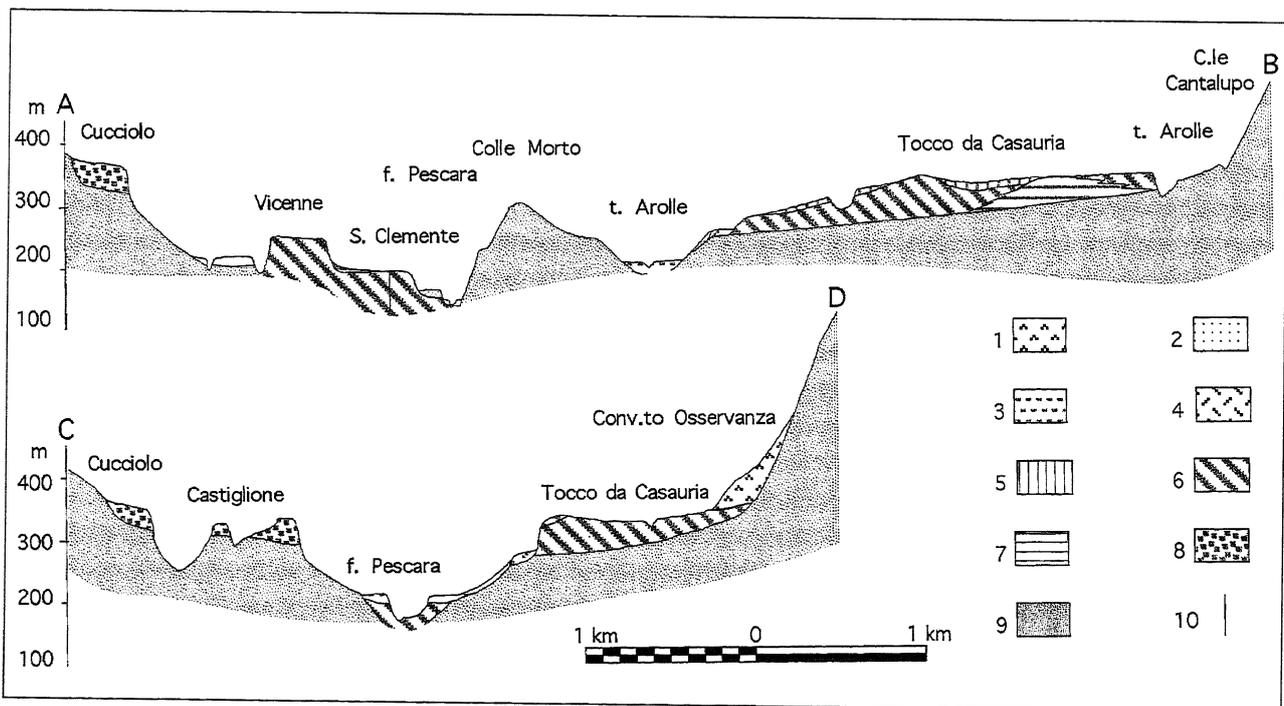


Fig. 2 - Profili A-B e C-D (tracce in Fig. 1). Legenda: 1 = Detriti di versante (Olocene); 2 = Terrazzo del quarto ordine (Olocene); 3 = Terrazzo del terzo ordine (Pleistocene superiore-Olocene); 4 = Terrazzo del secondo ordine (Pleistocene superiore); 5 = Travertino fitoclastico detritico (Pleistocene superiore-Olocene); 6 = Travertino prevalentemente fitoclastico (Pleistocene superiore); 7 = Limi calcarei passanti a travertino fitoclastico (Pleistocene superiore); 8 = Terrazzo del primo ordine (Pleistocene medio-superiore?); 9 = Substrato meso-cenozoico.

Geological sections A-B and C-D (see Fig. 1). Legend: 1 = Slope debris (Holocene); 2 = Terrace of the fourth order (Holocene); 3 = Terrace of the third order (Holocene-Upper Pleistocene); 4 = Terrace of the second order (Upper Pleistocene); 5 = Phytoclastic and detrital travertine (Holocene-Upper Pleistocene); 6 = Mainly phytoclastic travertine (Upper Pleistocene); 7 = Calcareous silts grading to phytoclastic travertine (Upper Pleistocene); 8 = Terrace of the first order (Upper-Middle Pleistocene?); 9 = Meso-cainozoic substratum.

bruno-giallastro (10YR5/4), di spessore variabile da alcuni decimetri ad 1 metro.

Nelle zone periferiche della placca di travertino, dove essa è limitata da scarpate verticali, come in alcuni tratti sotto l'abitato di Tocco e, in particolare, lungo il T. Arolle tra C.se Pareti e C.se Marano, si osservano drap-



Fig. 3 - Tocco da Casauria: limi calcarei in eteropia con travertini fitoclastici, contenenti modesti corpi lentiformi di travertino fitoermale (presso il martello). Si possono scorgere anche faglie normali ad andamento curvilineo con rigetto di pochi centimetri.

*Tocco da Casauria: calcareous silts grading to phytoclastic travertines, containing small lens-shaped phytohermal bodies (near the hammer), affected by normal faults with a few centimetres displacements.*

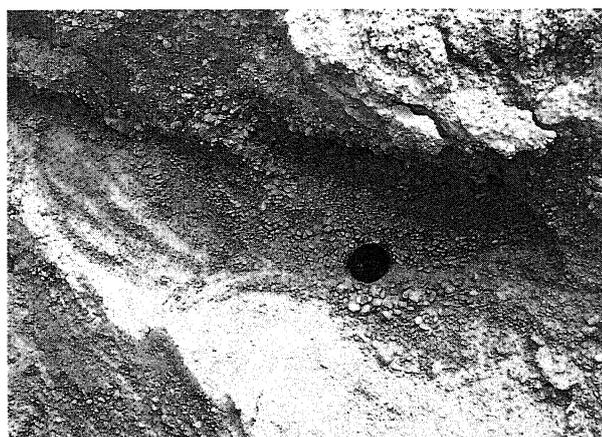


Fig. 4 - Tasca di travertino clastico a pisoidi (ooliti e pisoliti) compresa tra limi calcarei alla base e travertino fitoermale nella parte superiore (Tocco da Casauria).

*Pocket filled with clastic travertine rich in ooids (oolites and pisolites) comprised between calcareous silts at the bottom and phytohermal travertine in the upper part (Tocco da Casauria).*

pi e festoni di travertino fitoermale e microermale su muschio, sporgenti dal bordo delle vasche pisolitiche, dalle quali pendono verticalmente fino a ricoprire buona parte della parete. Si tratta di accumuli biocostruiti formati in corrispondenza di cascate (Fig. 5).

Al centro dell'abitato di Tocco, inoltre, sotto e nei dintorni del Castello, si notano facies fitoermali e su muschio, che, sebbene discontinue e disturbate dagli interventi antropici, mostrano tessiture e caratteri giaciture tipici di un corpo domiforme sorgenzioso.

Nella parte a monte di Tocco la giacitura della placca di travertino è suborizzontale; la stratificazione immerge verso NNE con inclinazioni comprese tra 10 e 20°. Nella parte mediana e distale della placca la giacitura degli strati è generalmente orizzontale.

Dal punto di vista morfologico la placca di travertino di Tocco da Casauria in parte poggia in parte è incassata in una superficie d'erosione che può essere correlata con quella del terrazzo del primo ordine, sommitale, dell'area. Detto terrazzo è rappresentato da estesi lembi di alluvioni terrazzate, affioranti in sinistra della valle presso il paese di Castiglione a Casauria, comprese tra 300 e 380 m di quota, e dalla summenzionata superficie erosionale nel versante destro (Figg. 1, 2 e 6). Le alluvioni sono costituite da alcune decine di metri di conglomerati eterometrici, per lo più caotici, a clasti calcarei ed arenacei, di dimensioni variabili, da spigolosi a subarrotondati, legati da scarsa matrice sabbioso-ghiaiosa. Contengono alternanze di banchi più minuti, matrice-sostenuti e corpi lenticolari di sabbie più o meno cementate. Sono coperti da un suolo ben sviluppato, poliedrico, di oltre 2 m di spessore, di colore bruno e bruno-giallastro (10YR4/4 fino a 10YR5/6) con screziature di ferro-manganese e con alla base concrezioni e noduli calcarei.

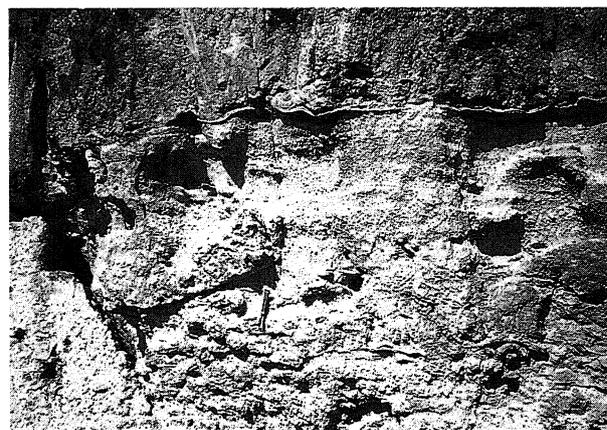


Fig. 5 - Tocco da Casauria, lungo il torrente Arolle, presso C.se Pareti. Travertini fitoclastici ed oolitici con modesti corpi fitoermali nella parte inferiore dell'affioramento; travertini fitoermali e su muschio in drappaggi verticali di cascata nella parte superiore. Da notare il livello continuo di crosta calcarea di alcuni centimetri di spessore che separa le due associazioni di facies.

*Tocco da Casauria, along the Arolle stream, near C.se Pareti. Phytoclastic and oolite travertines containing small phytohermal bodies in the lower part; cascade vertical festoons of phytohermal and moss-travertines in the upper part. The above-mentioned facies associations are separated by an evident, continuous, a few centimetres thick level of a calcareous crust.*

La parte sud-occidentale della superficie di erosione sulla quale poggia la placca di travertino di Tocco da Casauria, incisa nel substrato meso-cenozoico, degrada da SO verso NE, mantenendosi a una quota compatibile con quella delle alluvioni di Castiglione (terrazzo del primo ordine). Verso Est e Nord-Est si estende a quote più basse, fino a 270 m, e presenta una forma abbastanza regolare e piana, dovuta probabilmente alla forma tabulare assunta dai depositi di travertino (Fig. 7).

#### 4.1.2 Torre de' Passeri

Nell'area di Torre de' Passeri-Piano d'Orta (Figg. 1 e 2), alcuni chilometri a valle di Tocco da Casauria, è presente un esteso deposito di travertino con superficie sommitale terrazzata aggirantesi intorno alla quota 260 m. Il deposito è costituito quasi interamente da travertini clastici, tra i quali predominano le facies oolitiche e pisolitiche simili a quelle di Tocco da Casauria, associate a calciruditi e travertini fitoclastici. I travertini autoctoni sono subordinati e rappresentati prevalentemente da modesti corpi lenticolari fito- e microermali, inglobati nei travertini clastici (Fig. 8). Si osservano anche laminati stromatolitiche che generalmente avviluppano i corpi fito-microermali, le tasche pisolitiche e grossi clasti di travertino rimaneggiato.

La giacitura del deposito è orizzontale o leggermente inclinata verso valle; i singoli banchi e strati di travertino clastico, tuttavia, presentano spesso andamento irregolare, a larghe ondulazioni. Il deposito risulta costituito da corpi sovrapposti di travertino clastico, divisi da superfici di erosione, evidenziate spesso da accumuli di materiale colluviale e da livelli di alcuni decimetri di spessore di sedimenti argilloso-limosi bruno-giallastri (10YR5/3), contenenti materia organica e frammenti di gusci di molluschi (Fig. 9).

Lungo il F. Pescara, nell'area compresa tra S. Clemente e Piano d'Orta, il travertino fitoclastico passa gradatamente a tessiture autoctone tipiche di gradinata di vasche e di cascata (Fig. 10).

La placca di travertino, che nei pressi di Torre de' Passeri raggiunge lo spessore massimo di 55÷60 m (A. Di Giulio, com. pers.), affiora anche a monte di detta località lungo il Pescara per un tratto di circa 2 km, dove è coperta da sedimenti limoso-sabbiosi, talora fitoclastici, contenenti nella parte alta lenti di ghiaie.

L'analisi di facies e le strutture osservate indicano che la placca di travertino di Torre de' Passeri si è deposita in ambiente fluvio-palustre ad acque fortemente incrostanti, sotteso a valle, nell'area di S. Clemente-Piano d'Orta, da uno sbarramento a gradinata di vasche con sviluppo di notevoli accumuli fito-microermali.

Il deposito di travertino di Torre de' Passeri, che in origine doveva occupare tutta la valle, è incassato nel terrazzo del primo ordine ed è stato inciso e terrazzato a più riprese dal Pescara e dai relativi affluenti. Sono stati osservati altri tre ordini di terrazzi locali, relativi all'area considerata. Il terrazzo del secondo ordine (Fig. 6), compreso tra le quote 260 e 230 m, è presente nella parte nord-occidentale del deposito, in località Grotte-Vicenne, sul versante sinistro della valle, dove forma un pianoro molto regolare, limitato tutt'intorno da una scarpata subverticale, pressoché continua, di oltre 30 m. Il travertino è coperto da un deposito costituito da materiale travertinoso fitoclastico rimaneggiato, misto a collu-



Fig. 6 - Veduta dell'area di Torre de' Passeri da SE. Nel centro della fotografia a destra si nota parte del terrazzo del primo ordine (Castiglione a Casauria); appena sopra le case la superficie molto regolare del terrazzo del secondo ordine (Grotte-Vicenne), mentre in primo piano è evidente la superficie del terrazzo del terzo ordine (Tor de' Passeri-S. Clemente).

*View of the Torre de' Passeri area from SE. In the foreground the terrace of the third order of Torre de' Passeri-San Clemente; in the background, just above the houses, the terrace of the second order of Grotte-Vicenne; higher on the right the Southern part of the terrace of the first order of Castiglione a Casauria.*



Fig. 7 - Veduta da NE della placca di travertino di Tocco da Casauria e del terrazzo del terzo ordine (in primo piano). Sullo sfondo il sovrascorrimento della catena con le gole di Popoli.

*View of the terrace of the third order in the foreground; of the Tocco da Casauria travertine plate (in the central part) and of the thrust in the background.*

vio e contenente lenti e livelli di alluvioni da grossolane a fini, ed è coperto da un suolo ben sviluppato di 1÷2 m di spessore, di colore bruno-giallastro (10YR5/6).

Altri modesti lembi e/o indizi morfologici del terrazzo del secondo ordine, incisi nel travertino o nel substrato, si possono osservare (Figg. 1 e 2) sul versante destro della valle, sulle pendici di C.le Morto e lungo il bordo nord-orientale della placca di Tocco da Casauria, dove sono rappresentati da sedimenti palustri limoso-calcareo-torbosi compresi tra le quote 230÷260.

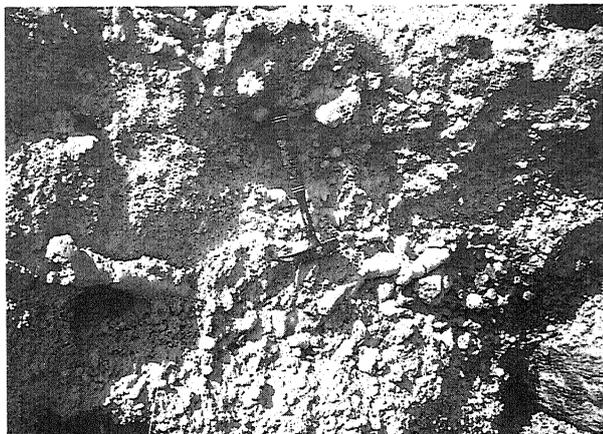


Fig. 8 - Torre de' Passeri, presso San Clemente. Travertino fitoermale con macrostrutture vegetali calcificate e cuscini di muschio (a sinistra del martello).

*Torre de' Passeri, near San Clemente. Phytohermal travertine showing calcified vegetal macroremains and moss cushions (at the left of the hammer).*



Fig. 9 - Cava di Grotte presso Tor de' Passeri. La sezione è alta alcune decine di metri ed è costituita quasi interamente da travertini fitoclastici grossolanamente stratificati, con giacitura orizzontale. Nella parte inferiore a sinistra della fotografia si notano ammassi fitoermali, mentre nella parte medio-alta si notano livelli di materiale argilloso-limoso di colore rosso-bruno, ricchi di materia organica e di frustoli vegetali. La superficie sommitale con alberi di ulivo rappresenta il terrazzo del secondo ordine.

*Grotte Quarry near Torre de' Passeri. The visible outcrop, some tens of metres high, is composed mainly by grossly stratified phytoclastic travertines with horizontal attitude. In the left lower part phytohermal bodies occur, while in the middle-upper part thin levels of red-brown clayey-silty sediment, rich in organic matter and vegetal remains, outcrop. The top surface with olive trees represents the terrace of the second order.*

Il terrazzo del terzo ordine, incassato nel precedente ed inciso nel deposito di travertino, forma un'estesa piana che occupa il fondovalle, sul quale sono ubicati l'abitato di Torre de' Passeri e la basilica di S. Clemente (Fig. 6). La piana è leggermente inclinata verso il fiume e verso valle ed è compresa tra le quote 210 e 160 m circa. Il deposito del terrazzo è rappresentato da sedimenti limoso-sabbiosi misti a colluvio contenenti intercalazioni di banchi e lenti di ghiaie ad elementi calcarei,

mediamente rielaborati e localmente organizzati in strutture embricate, che indicano direzioni di corrente verso il quadrante N-E. E' ricoperto da suolo bruno (10YR4/4), calcareo, poco sviluppato. A monte di Torre de' Passeri il terrazzo del terzo ordine si estende fino alla Stazione di Tocco e Castiglione e oltre, fin quasi dentro le Gole di Popoli; a valle scompare sotto le alluvioni più recenti del Pescara presso Piano d'Orta (Fig. 1). In località Villa Petris un sondaggio geognostico nel deposito del terrazzo ha messo in evidenza la presenza di sedimenti limoso-sabbiosi con livelli di limi calcarei torbosi e di torba a una profondità di una decina di metri.

Il fiume Pescara ha inciso il terrazzo formando una forra con pareti pressoché verticali, profonda alcune decine di metri (Fig. 10).

Il terrazzo del quarto ordine (Figg. 1 e 2), incassato in quello precedente, inciso in parte nel travertino in parte nel substrato, è presente nell'area di S. Clemente-Piano d'Orta, dove è rappresentato, in realtà, da modesti lembi di terrazzi secondari ubicati a quote leggermente diverse, comprese tra 135 e 160 m, e confluenti nel Piano d'Orta. Detto terrazzo, inciso ed incassato nella placca, è costituito da un deposito dello spessore di alcuni metri, di limi calcarei terrosi misti a materiale detritico travertinoso, contenenti lenti di argille grige ricche di resti vegetali (foglie, frustoli, rametti) e piccoli gasteropodi e livelli alluvionali da fini a grossolani. Modestissimi lembi di questo terrazzo si osservano lungo il Pescara a monte di Torre de' Passeri. Lungo il fiume a detti sedimenti ricchi di resti vegetali si sovrappongono modesti accumuli di travertino fitoermale in drappaggi convoluti di pendio e di cascata.

Infine, lungo il talweg attuale del fiume, che è incassato di alcuni metri nel terrazzo precedente e sta ancora incidendo il travertino, si notano modesti lembi del terrazzo di esondazione.



Fig. 10 - Forra del Pescara presso Tor de' Passeri. Gli affioramenti che si intravedono tra la vegetazione sono rappresentati da travertini prevalentemente autoctoni, grossolanamente stratificati. La forra, profonda alcune decine di metri, è scavata interamente nel travertino.

*Pescara gorge near Torre de' Passeri. The outcrops visible through the vegetation are mainly composed by grossly stratified autochthonous travertines. The gorge, some tens of metres deep, is excavated entirely in the travertine.*

Oltre ai depositi dei terrazzi descritti precedentemente sono presenti lungo la valle alcuni conoidi di deiezione compenetrati l'uno nell'altro e formati in almeno tre fasi distinte (Fig. 1). La fase più antica ha prodotto un conoide fangoso-ciottoloso, del quale si possono osservare alcuni lembi sul versante destro della valle a monte di Tocco da Casauria, tra il Convento dell'Osservanza e C.se Rovetone. Il conoide è più recente dei travertini di Tocco poiché in parte poggia su detti sedimenti, in parte è incassato in essi. Il rapporto stratigrafico del conoide con i terrazzi non è visibile, essendo quasi completamente smantellato. Tuttavia, poiché nel conoide in questione è incastrato un conoide della seconda fase che si correla con il deposito del terrazzo del terzo ordine, il conoide della fase più antica può essere considerato precedente alla formazione del terrazzo del terzo ordine.

I conoidi della seconda fase, oltre a quello citato precedentemente, sono presenti soprattutto sul versante sinistro della valle in località C.se Fornaca e sono costituiti prevalentemente da materiale ghiaioso-fangoso fine. Essi sembrano confluire e correlarsi con il deposito del terrazzo del terzo ordine, del quale sarebbero, quindi, più o meno coevi.

I conoidi della terza fase, infine, ancora attivi, sono incassati nei precedenti e si correlano con i depositi recenti e attuali del fiume (quarto e quinto ordine).

## 4.2 Settore interno alla catena

### 4.2.1 Valle del fiume Tirino

Nella valle del Tirino, presso Bussi sul Tirino, sono presenti modesti corpi di travertino parzialmente demoliti dall'erosione (Fig. 11). Poco a N del paese, a una quota media di 315÷320 m, affiora un corpo tabulare rilevato di alcuni metri sulla piana alluvionale circostante, esteso alcune centinaia di metri lungo il fiume e verso il versante sinistro della valle. Detto corpo, il cui spessore visibile è di alcuni metri, è costituito da travertini clastici e in facies oolitica e pisolitica, simili a quelli di Tocco da Casauria e Torre de' Passeri; verso l'alto compaiono anche facies fitoermali e su muschio.

Affioramenti di travertino prevalentemente clastico, sono presenti anche sulle pendici meridionali del dosso sul quale è situato il paese di Bussi sul Tirino, dove formano un modestissimo lembo con superficie sommitale piana a quota 320 m circa. Il deposito si segue fin quasi sul fondovalle, dove poggia direttamente sul substrato carbonatico eocenico. Appena a SE di Bussi, inoltre, sul versante sinistro della valle, affiora un altro corpo di travertino, esteso, se pur con soluzioni di continuità, un centinaio di metri, con superficie sommitale a quota 320 m circa. La parte inferiore-media di detto deposito è costituita da sabbie e limi fitoclastici contenenti banchi e lenti di facies oolitiche e pisolitiche, ben stratificati, con giacitura orizzontale; la parte alta è composta prevalentemente da nuclei fito- e microermali, associati a laminati stromatolitiche ad andamento ondulato, simili a tessiture di vasca e di cascata.

I corpi di travertino descritti formavano probabilmente un'unica placca di travertino con superficie sommitale a circa 320 m, incassata nel Complesso di Bussi e coperta a sua volta da depositi di versante e di conoide sovrastanti detto complesso, attribuiti, sulla base di

datazioni radiometriche, al Pleistocene superiore-inizio Olocene (F. Dramis e M. Coltorti, com. pers.). A valle la superficie della placca si raccorda con piccoli lembi di terrazzi di erosione, incisi nel complesso di Bussi o nel substrato.

Appena a sud dell'abitato di Bussi, nella parte inferiore della placca, si possono osservare facies autoctone fito-microermali organizzate in gradinata di vasche e in tessiture di cascata, che possono rappresentare o una porzione relitta della soglia che ha sbarrato la valle, causando la formazione della placca stessa, o, più verosimilmente, un corpo travertinoso più recente della placca ed incassato in essa. Con la deposizione di detto corpo più recente potrebbe essere connessa la sedimentazione a monte della formazione di Capo d'Acqua e del complesso di fondovalle del Tirino, di età olocenica, descritti da Giuliani & Sposato (1955).

Le associazioni di facies presenti nei corpi di travertino descritti indicano un ambiente di deposizione di tipo fluviale e fluvio-palustre, ad eccezione dei corpi affioranti nella parte inferiore o incassati nei precedenti, attribuiti a facies autoctone di gradinata di vasche e di cascata.

### 4.2.2 Area di Popoli

Anche nell'area di Popoli affiorano lembi di travertino simili a quelli descritti precedentemente (Fig. 11). Un esiguo lembo è situato in località Fonti di S. Calisto a quota 310÷320 m; è costituito da travertini fitoclastici contenenti lenti e tasche di ooliti e pisoliti, anche grossolane (fino a 2÷3 cm) e sporadici nuclei di travertino fito-microermale. Nelle lenti pisolitiche si notano strutture a stratificazione incrociata. Il corpo di travertino poggia direttamente sul substrato calcareo meso-cenozoico, del quale contiene numerosi clasti spigolosi di dimensioni centimetriche ed è a sua volta ricoperto da breccie di versante ad elementi calcarei da fini a grossolani.

Sul fondovalle, nell'area compresa tra le sorgenti del fiume Pescara, la Stazione e l'Ospedale di Popoli e lungo il torrente di Valle Canestro fin quasi alle Fonti di S. Calisto, affiora, se pur con soluzioni di continuità, una placca di travertino la cui superficie sommitale si attesta intorno a quota 270 m.

Presso Mass.a Chioti e presso il Cimitero si raccorda con lembi di terrazzi, incisi nei depositi lacustri di Fiorata (Pleistocene medio, Cavinato & Miccadei, 1995), che a luoghi presentano il relativo deposito alluvionale a clasti calcarei poco rielaborati.

La placca, incisa dal torrente Canestro, è costituita da travertini fitoclastici simili a quelli dell'affioramento di S. Calisto, ai quali si associano intercalazioni oolitiche e pisolitiche. Nella parte superiore compaiono anche tessiture laminate e microermali su muschio, organizzate in vasche più o meno sviluppate. Sul versante sinistro della valle del torrente Canestro, la placca di fondovalle è costituita da alternanze di corpi di travertino fitoclastico con lenti fito-microermali e di sedimenti alluvionali stratificati, a clasti calcarei da centimetrici a decimetrici, mediamente rielaborati, a matrice sabbioso-ghiaiosa e cemento calcareo travertinoso.

Non ci sono rapporti diretti tra l'affioramento di S. Calisto e la placca di travertino di fondovalle; alcune evidenze morfologiche sembrano suggerire che la placca di fondovalle sia incassata in una placca di travertino più

antica, della quale l'affioramento di S. Calisto rappresenterebbe l'unica testimonianza non demolita dall'erosione.

Come si è già accennato, i travertini descritti risultano incassati nei depositi di Fiorata descritti da

Cavinato & Miccadei (1995), con superficie sommitale evidente, anche se profondamente incisa, degradante da 380-400 m di quota nelle parti periferiche a 350 m circa verso Popoli, correlata con la superficie di Sulmona (Sylos Labini, Bagnaia & D'Epifanio, 1993).

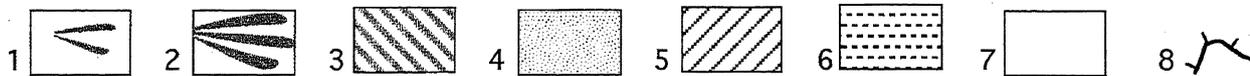
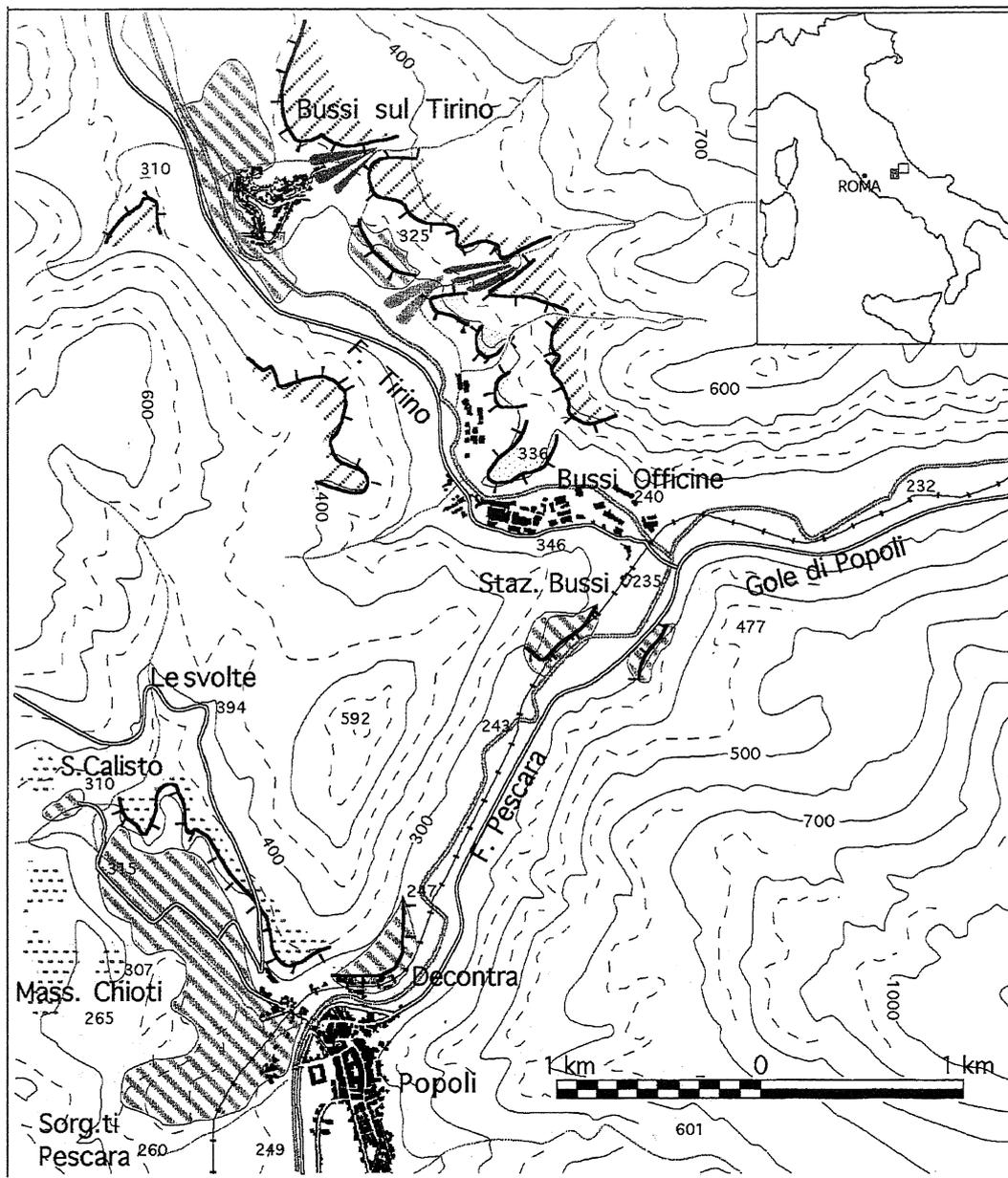


Fig. 11 - Carta geomorfologica schematica dell'area di Popoli-Bussi sul Tirino. Legenda: 1 = Conoidi della terza fase (Olocene); 2 = Conoidi della seconda fase (Pleistocene superiore-Olocene); 3 = Travertini indifferenziati (Pleistocene superiore e Olocene); 4 = Terrazzi di erosione correlabili con il terrazzo di travertino a SE di Bussi sul Tirino (Pleistocene superiore-Olocene); 5 = Superfici terrazzate del Complesso di Bussi (Pleistocene superiore?); 6 = Superfici terrazzate della Formazione di Fiorata (Pleistocene medio-superiore?); 7 = Substrato precedente la deposizione del travertino; 8 = Orlo di terrazzo.

Geomorphological outline of Popoli-Bussi sul Tirino area. Legend: 1 = Alluvial fan of the third phase (Holocene); 2 = Alluvial fan of the II phase (Holocene-Upper Pleistocene); 3 = Travertines (Holocene-Upper Pleistocene); 4 = Erosional terraces correlatable to the travertine terrace occurring SE of Bussi sul Tirino (Holocene-Upper Pleistocene); 5 = Terraced surfaces of the Bussi Complex (Upper Pleistocene); 6 = Terraced surfaces of the Fiorata Formation (Upper-Middle Pleistocene?); 7 = Substratum preceding the deposition of the travertine; 8 = Terrace scarp.

#### 4.2.3 Gole di Popoli

Nelle gole di Popoli, nel tratto compreso tra Popoli e la Stazione di Bussi, affiorano due estesi accumuli di travertino: l'uno in località Deontra all'imbocco delle gole, l'altro alcune centinaia di metri a monte della Stazione di Bussi (Fig. 11). Il lembo di Deontra, esteso un centinaio di metri, è costituito prevalentemente da travertini fitoclastici più o meno grossolani, contenenti banchi, lenti e tasche oolitiche e pisolitiche, ai quali si associano subordinate facies fitoermali e laminiti stromatolitiche, in giacitura orizzontale o leggermente immergenti verso il fiume e verso valle. L'analisi di facies indica che il travertino si è depositato in ambiente fluviale ad acque mosse e incrostanti, su pendio piano o poco acclive, con zone ripariali acquitrinose e vegetate. Il deposito è stato inciso dal Pescara che ne ha terrazzato la superficie sommitale, ubicata a una quota media di 300 m, deponendovi sedimenti alluvionali da fini a grossolani, affioranti in placche sottili e discontinue. La parte più interna del terrazzo è coperta da breccie di pendio ad elementi calcarei eterometrici, misti a materiale colluviale bruno-nerastro, provenienti dal versante retrostante molto ripido. L'orlo di scarpata del terrazzo, alto alcune decine di metri, è continuo, anche se inciso da brevi e ripide vallecicole.

Il corpo di travertino della Stazione di Bussi affiora dal fondovalle, a quota 240 m circa, fino a 320-330 m, dove è limitato da una superficie sommitale rimodellata, profonda alcune decine di metri ed estesa per un centinaio di metri lungo le gole. Detta superficie, la cui parte interna è coperta da breccie di pendio ad elementi calcarei, si sviluppa abbastanza regolarmente, nonostante la presenza di cavità carsiche, immergendo lievemente verso il fiume. Il corpo è costituito da travertini autoctoni in facies fitoermale e microermale su muschio, ai quali si associano laminiti stromatolitiche e travertini fitoclastici, che predominano alla base e alla sommità del deposito. Le facies su muschio spesso sono organizzate in tessiture tubulari a tubuli isorientati, immergenti verso N o NNO con inclinazione da 10 a 30°; formano anche tessiture di cascata a festoni e drappaggi raccolti in cortine subverticali più o meno continue. Il contatto del travertino con i calcari che costituiscono il versante molto ripido delle gole, avviene tramite una faglia normale, subverticale, con direzione NE-SO, lungo la quale il deposito sembra aver subito movimenti franosi.

Il deposito di travertino testé descritto è presente anche sul versante destro della valle, dove forma un lembo molto modesto e notevolmente eroso, affiorante dal fondovalle fino a circa 300 m di quota, costituito dalle stesse facies.

Le associazioni di facies e le tessiture osservate indicano che il corpo di travertino si è depositato dapprima in ambiente ad acque correnti, su pendio lieve; poi ha cominciato a formarsi un accumulo fito-microermale, deponendosi in ambiente ad energia più bassa, con acque calme o sotto veli d'acqua, organizzato in vasche a gradinata e cascate, in presenza di vegetazione igrofila.

#### 4.2.4 Sottosuolo

I depositi di travertino fin qui descritti sono profondamente radicati nel sottosuolo della valle del Pescara. L'interpretazione delle stratigrafie dei sondaggi geono-

stici eseguiti lungo la valle per la costruzione dell'autostrada Popoli-Pescara (messi a disposizione dall'ANAS) ha permesso la costruzione del profilo di Fig. 12, dal quale si evincono le dimensioni, la forma e in taluni casi i litotipi dominanti dei corpi travertinosi.

Nell'area di Popoli e nelle gole omonime fino allo sbocco della valle nel versante esterno della catena, il travertino è presente nel sottosuolo con continuità e con spessori variabili da pochi metri a oltre 50 m. Il travertino poggia su un substrato profondamente inciso da un fiume meandrante, costituito da limi calcarei lacustri (Depositi di Fiorata) nell'area di Popoli e da ghiaie e conglomerati alluvionali nelle gole omonime. Il travertino è rappresentato prevalentemente da facies fitoclastiche, che nell'area di Popoli contengono modesti corpi autoctoni. Nell'area della Stazione di Bussi, Bussi Officine ed oltre, al contrario, si sviluppa un corpo di travertino autoctono, esteso e potente, che verso valle va assottigliandosi. Detto corpo rappresenta le radici della soglia a gradinata di vasche e di cascate della Stazione di Bussi.

Da qui fino alla Stazione di Tocco e Castiglione, per un tratto di alcuni chilometri, il travertino non è più presente; sul substrato miocenico, coperto da modeste placche di sedimenti alluvionali, poggia un deposito limoso-argilloso calcareo che nella parte alta contiene lenti e banchi ghiaioso-conglomeratici e rappresenta il deposito del terrazzo del III ordine.

Dalla Stazione di Tocco e Castiglione, infine, fino a Piano d'Orta, è presente, in superficie e nel sottosuolo, il travertino della placca di Torre de' Passeri, che si approfondisce per parecchie decine di metri e poggia sia su depositi alluvionali sia sul substrato miocenico. Esso è costituito prevalentemente da travertini fitoclastici, passanti eteropicamente, nella parte più profonda e verso valle, a litotipi autoctoni, che probabilmente rappresentano le radici di una soglia successivamente demolita.

## 5. ELEMENTI DI CRONOSTRATIGRAFIA

La cronostratigrafia dei depositi studiati è stata ricostruita sulla base delle datazioni radiometriche U/Th e 14C effettuate rispettivamente su campioni di travertino e su materiale organico in essi contenuto. I campioni di travertino analizzati sono rappresentati da facies microermali e su muschio scelte tra le più compatte e meno interessate da fenomeni di dissoluzione e deposizione di cementi tardivi. Nella tab. 1 sono riportati rispettivamente i risultati delle analisi radiometriche e le località e la posizione stratigrafica dei campioni analizzati. Dai depositi di travertino presenti nell'area di Popoli-Bussi sul Tirino è stato prelevato un solo campione (per mancanza di facies ottimali per la datazione), proveniente da un livello decimetrico, microermale, affiorante a sud di Bussi a quota 300 m entro travertini fitoclastici. La datazione ha dato un'età di ca. 118.000 anni dal presente. L'età del campione, tuttavia, potrebbe essere più recente, dato il basso rapporto  $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ , che suggerisce la presenza di torio allotigeno. Ricordiamo, peraltro, che i depositi di versante e di conoide che ricoprono il Complesso di Bussi e il lembo travertinoso affiorante a SE di Bussi fino a quota 320 circa, sono stati datati tra 40.000 e 8.000 anni dal presente (F. Dramis e

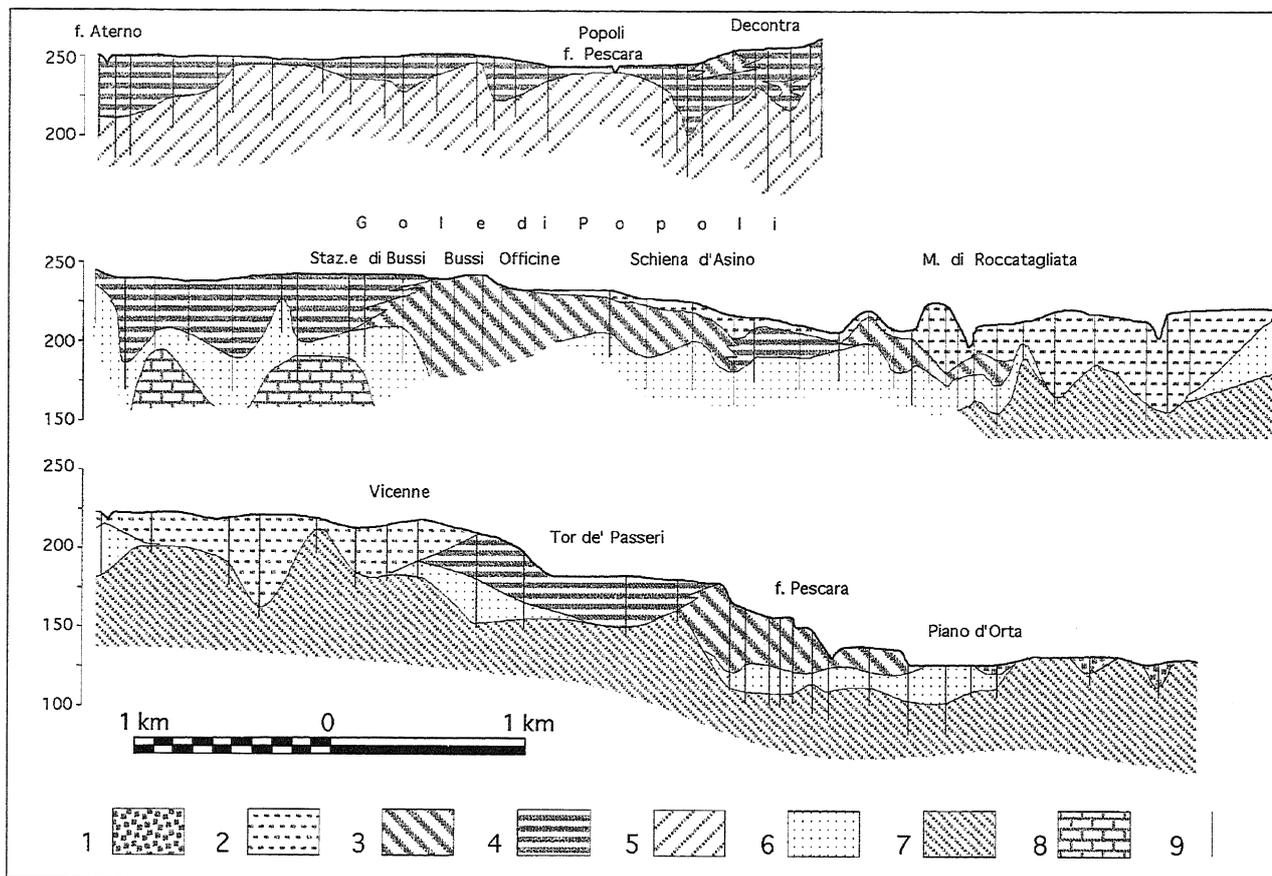


Fig. 12 - Ricostruzione della stratigrafia del sottosuolo sulla base di sondaggi perforati lungo il Pescara. Tra la parte superiore e quella intermedia del profilo c'è un tratto di circa 93 m privo di sondaggi. Legenda: 1 = Alluvioni recenti; 2 = Sedimenti limoso-sabbiosi con intercalazioni di ghiaie, con suolo bruno calcareo poco sviluppato (Pleistocene superiore-Olocene); 3 = Travertini autoctoni (Pleistocene superiore-Olocene); 4 = Travertini clastici (Pleistocene superiore-Olocene); 5 = Formazione di Fiorata? (Pleistocene medio); 6 = Alluvioni (Pleistocene superiore?); 7 = Substrato argilloso-marnoso miocenico; 8 = Substrato calcareo meso-cenozoico; 9 = Sondaggi.

*Reconstruction of the underground stratigraphy of the Pescara Valley on the basis of boreholes. Between the upper and the middle parts of the section there is a 93 metres distance without boreholes data. Legend: 1 = Recent alluvial deposits; 2 = Silty and sandy sediments with gravel intercalation sand covered by a slightly developed calcareous brown soil (Holocene-Upper Pleistocene); 3 = Autochthonous travertines (Holocene-Upper Pleistocene); 4 = Clastic travertines (Holocene-Upper Pleistocene); 5 = Fiorata Formation? (Middle Pleistocene); 6 = Alluvial deposits (Upper Pleistocene?); 7 = Miocene clayey-marly substratum; 8 = Meso-cainozoic carbonatic substratum; 9 = Boreholes.*

M. Coltorti, com. pers.).

Il corpo di travertino della Stazione di Bussi, nelle gole di Popoli, è stato campionato in tre punti in serie, posti il più basso (Camp. 77A, facies compatta, sottilmente laminata, stromatolitica) alcuni metri sopra l'alveo del Pescara, a quota 250 m circa, il medio (Camp. 77B, facies su muschio a tubuli orientati) a quota 260 m e il terzo (Camp. 78, laminite stromatolitica) a quota 320 m, quasi alla sommità del deposito. Le età ottenute sono, rispettivamente, di ca. 120.000; 98.000 e 34.000 anni dal presente. Assumendo ipoteticamente che la deposizione del travertino sia stata continua e non interessata da significative lacune di sedimentazione o da fasi erosive, non evidenti nel deposito, si potrebbe dedurre che la porzione di travertino di 10 m di spessore compresa tra i campioni 77A e 77B, abbia avuto un tasso di deposizione di circa 0,45 mm/a; mentre l'intervallo superiore, compreso tra i campioni 77B e 78, sia caratterizzato da un tasso di deposizione di circa 0,93 mm/a. Detti valori sono compatibili con quelli medi accertati per depositi di

travertino di altre aree (Carrara, 1991). Poiché il deposito di travertino continua nel sottosuolo per almeno 50 m, assumendo un tasso di sedimentazione medio di 0,69 mm/a, si potrebbe collocare l'inizio della deposizione del travertino intorno a 150.000 anni dal presente. E' evidente che i valori calcolati sono puramente indicativi e non presentano un grado di attendibilità elevato.

Dalla placca di travertino di Tocco da Casauria sono stati prelevati tre campioni provenienti rispettivamente dai travertini fitoclastici della parte medio-alta della placca (Camp. 73, facies microermale compatta), dai limi calcarei misti a colluvio sovrapposti erosivamente ai precedenti (Camp. 59, frammenti carboniosi) e da incrostazioni stalattitiche che rivestono le cavità carsiche presenti nei travertini fitoclastici della parte medio-alta della placca (Camp. 62). Le datazioni hanno dato rispettivamente le seguenti età: 58.000, 23.000 e 6.000. L'ultimo campione potrebbe essere più recente, per la stessa ragione indicata per il campione di Bussi sul Tirino.

Tab1 - Datazioni radiometriche.

## Radiometric dating.

Camp. N.	Lab. N.	Unità Geomorf.	U ppM	Th ppM	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$	$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	Età U/Th (anni)	Età $^{14}\text{C}$ (anni)
70	GX21574 Krueger	Terraz. IV ord.							4.075±100
69	UD-460 CRAD	Terraz. IV ord.							6.260±110
62	ENEA	Cavità carsica	1,437±0,034	0,79±0,027	1,212±0,024	3,444±1,304	0,050±0,010	5.600±1.100	
59	UD-461 CRAD	Travert. di Tocco							23.650±1.500
68	GX21575 Krueger	Terraz. II ord.							33.650±(2.350 -1.800)
82	95778 BETA	Travert. Vicenne							36.540±940
72	ENEA	Travert. Vicenne	0,398±0,018	0,023±0,005	0,986±0,043	25,4±5,79	0,411±0,030	57.400±(+5.600; -5.400)	
73	ENEA	Travert. di Tocco	0,421±0,013	0,023±0,004	1,047±0,037	25,355±4,463	0,417±0,021	58.500±4.000	
76	ENEA	Travert. di Bussi	0,361±0,009	0,316±0,014	1,018±0,031	2,403±0,117	0,665±0,027	118.500±(+9.000; -8.400)	
78	ENEA	Tr. Staz. carsica	0,294±0,009	0,010±0,003	0,948±0,034	22,500±7,272	0,271±0,021	34.000±3.000	
77B	ENEA	Tr. Staz. Bussi	0,309±0,009	0,034±0,010	0,938±0,033	15,917±4,733	0,596±0,054	98.200±(+15.000 -13.000)	
77A	ENEA	Tr. Staz. Bussi	0,439±0,011	0,095±0,010	0,982±0,036	7,563±0,793	0,672±0,035	120.700±(+12.000; -11.000)	

Dai risultati ottenuti si evince che la formazione della porzione inferiore-media della placca di Tocco ha avuto luogo in un intervallo di tempo precedente 58.000 anni; che la fase erosionale che ha inciso la placca si è prodotta intorno a 23.000 anni; che il carsismo che ha interessato la placca può essere collocato tra il tardiglaciale ed l'Olocene.

La placca di travertino che occupa la valle del Pescara all'altezza di Torre de' Passeri è stata campionata nella grande cava di località Grotte-Vicenne (campioni 72 e 82). Il primo campione, prelevato a quota 220 m, quindi 30 m circa al di sotto della superficie terrazzata di Vicenne (terrazzo del secondo ordine), è rappresentato da travertino sottilmente laminato, stromatolitico, che ha dato un'età di ca. 57.000 anni. Il secondo campione, prelevato da un livello colluviale, ricco di materiale organico, affiorante nei travertini fitoclastici, ad alcuni metri dalla superficie terrazzata, ha dato un'età di circa 36.000 anni. La deposizione della parte superiore del deposito di Vicenne, il cui tasso di sedimentazione risulta di circa 1,2 mm/anno, sarebbe contemporanea alla deposizione della parte alta del deposito di Tocco (58.000 anni), mentre l'età di 36.000 anni del campione prelevato alcuni metri sotto la superficie di Vicenne è molto vicina a quella ottenuta per la parte sommitale del deposito della Stazione di Bussi (34.000 anni).

Un campione di torba (Camp. 68) prelevato da un deposito limoso-torboso, affiorante a 1,5 km a NE di Tocco da Casauria, corrispondente al deposito del terrazzo del II ordine, ha dato un'età di circa 33.000 anni, età compatibile con quella ottenuta dal campione prelevato

appena al di sotto del terrazzo dello stesso ordine di Grotte-Vicenne (Camp.82, 36.000 anni).

Il campione 69, rappresentato da torba proveniente dal sondaggio di Villa Petris (cap.4.1.2) ha dato un'età di 6.000 anni dal presente, mentre il campione 70, costituito da resti vegetali contenuti nel deposito del terrazzo del IV ordine, ha dato un'età di 4.000 anni dal presente. Si deduce che il terrazzo del terzo ordine, rappresentato dalla grande ed estesa superficie di Torre de' Passeri, ha un'età compresa tra 33.000 e 6.000 anni.

## 6.LINEAMENTI PALEOAMBIENTALI E PALEOCLIMATICI

L'analisi di facies dei depositi di travertino fin qui descritti, i loro caratteri strutturali e i loro rapporti geomorfologici permettono di inquadrarli nel seguente schema genetico-evolutivo.

La placca di travertino di Tocco da Casauria rappresenta un deposito complesso, la cui parte inferiore si è deposta in ambiente palustre-lacustre ad acque basse e pressoché stagnanti. Successivamente si è instaurato un ambiente a più alta energia, di tipo fluvio-sorgentizio, in grado di trasportare notevoli quantità di materiale clastico. Si è formato, di conseguenza, un'esteso corpo conoidiforme, progradante su pendio lieve, costituito da tessiture a stratificazione ondulato-parallela, talora incrociata, nella parte interna e con sviluppo di gradinata di vasche e cascate in quella esterna. Nelle zone ripariali e lungo i bordi vegetati delle vasche si sono

accresciuti corpi di travertino fito- e microermale.

Nel corso della deposizione della placca si sono succedute fasi erosionali, che hanno causato la parziale demolizione del travertino già deposto e la formazione di sedimenti detritico-colluviali misti a materiale travertinoso. Un'importante fase erosionale è avvenuta intorno a 23.000 anni dal presente.

Sul fondovalle, più o meno contemporaneamente alla placca di Tocco da Casauria, si andava depositando, in ambiente fluviale e fluvio-palustre ad acque incrostanti, la placca di travertino di Torre de' Passeri. La formazione della placca può essere attribuita all'accrescimento di una soglia di travertino ubicato più a valle, della quale rimangono, quali testimonianze, i corpi di travertino autoctono presenti nella parte nord-orientale della stessa.

Non è stato possibile osservare rapporti chiari e diretti tra la placca di Tocco e quella di Torre de' Passeri, a causa dei processi erosionali succedutisi nell'area.

Anche la placca di travertino di Bussi sul Tirino può essere connessa con un quadro genetico simile al precedente. A causa dell'attività di acque sorgentizie fortemente incrostanti, confluenti nel Tirino, in corrispondenza di un preesistente "accidente geologico o morfologico" del fondovalle, si è accresciuto uno sbarramento naturale di travertino con soglia a una quota uguale o superiore a 320 m, che ha dato luogo alla formazione di una placca, incassata nel Complesso di Bussi. In seguito detta placca e la relativa soglia sono state profondamente disseccate e demolite e sul nuovo fondovalle si è accresciuto un altro sbarramento di travertino, a monte del quale si è creato un bacino lacustre-palustre con deposizione di sedimenti limoso-sabbiosi calcarei (Formazione di Capo d'Acqua di Giuliani & Sposato, 1995). Il nuovo sbarramento è stato a sua volta successivamente inciso e parzialmente demolito; incassati in esso si notano modesti corpi conoidiformi di travertino ancora in via di deposizione e progradanti verso valle.

Le placche di travertino presenti nell'area di Popoli sono connesse con la formazione e l'evoluzione dello sbarramento di travertino della Stazione di Bussi presente su entrambi i versanti della valle e nel sottosuolo. Detto sbarramento ha dato luogo alla formazione di una placca che ha colmato la valle fino a una quota verosimilmente vicina a quella del lembo di travertino di S.

Calisto. Successivamente lo sbarramento è andato soggetto a processi erosivi che lo hanno inciso sempre più profondamente, demolendo gran parte di esso e della placca a monte, dove ha avuto luogo la formazione di terrazzi di erosione (Decontra, Mass.a Chiotti) e la deposizione di corpi di travertino di fondovalle sovrapposti o incassati nei precedenti (Valle Canestro). Il corpo di travertino conoidiforme a gradinata di vasche più recente, attualmente in via di deposizione, affiora nell'abitato di Popoli e poggia sulla placca di fondovalle del torrente Canestro.

La discontinuità di affioramento delle placche travertinose descritte e il loro stato di conservazione rende problematica la comprensione dei loro rapporti e del loro sviluppo; tuttavia, nella Fig. 13 viene proposto uno schema di ricostruzione verosimile. Sul fondovalle del Pescara si sono accresciuti due principali corpi di travertino autoctono in forma di gradinata di vasche e di cascata che, sbarrando la valle, hanno causato la formazione di bacini fluvio-lacustri e palustri a monte. Il primo di detti accumuli è quello della Stazione di Bussi, che si è accresciuto fino almeno a quota 320 m ed è progradato lungo le gole di Popoli fino al loro sbocco nel versante esterno della catena. Progradando, può aver causato lo sbarramento della valle del Tirino alla sua confluenza nel Pescara presso Bussi Officine ed aver giocato, quindi, un ruolo di soglia anche per il bacino omonimo, dove la placca travertinoso ha raggiunto la stessa quota.

Il secondo corpo si è formato nell'area di Torre de' Passeri-Piano d'Orta, dove ha sbarrato la valle fino almeno a quota 270 m, dando luogo a monte ad un esteso bacino riempito da travertini fitoclastici misti a coltivi e detriti vari e colmato da sedimenti alluvionali.

Contemporaneamente, su una superficie rimodellata, correlabile con il terrazzo del primo ordine, ubicata sul versante destro della valle, si andava deponendo la placca di Tocco da Casauria, in posizione sovrastante la precedente.

Durante e dopo la loro formazione i depositi di travertino sono andati soggetti a fasi erosionali, che hanno causato da una parte l'incisione e la parziale demolizione dei depositi stessi, dall'altra la formazione di terrazzi incisi nelle placche di travertino e nel substrato. Il contesto evolutivo di detti terrazzi è stato definito con una

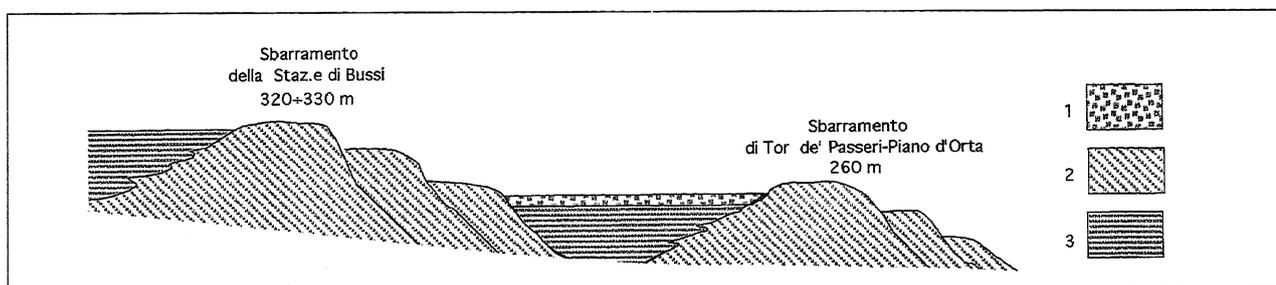


Fig. 13 - Schema genetico (non in scala) degli sbarramenti di travertino lungo la Valle del Pescara. Legenda: 1 = Sedimenti limoso-sabbiosi con intercalazioni di ghiaie; 2 = Accumuli di travertino prevalentemente autoctono progradanti verso valle; 3 = Travertini prevalentemente clastici.

*Genetic outline (not to scale) of the travertine dams along the Pescara Valley. Legend: 1 = Silty and sandy sediments with gravel intercalations; 2 = Mainly autochthonous travertine accumulations, prograding downstream; 3 = Mainly clastic travertines.*

certa affidabilità, anche se non si sono potute trarre chiare correlazioni. Ad esempio può essere ipotizzata la correlazione del terrazzo del secondo ordine di Grotte-Vicenne con quello di Deontra nell'area di Popoli e del terrazzo del terzo ordine di Torre de' Passeri con le placche di fondovalle di Popoli e di Bussi sul Tirino.

Lo studio dei depositi di travertino permette di trarre alcune considerazioni paleoclimatiche generali. Innanzitutto si può osservare che la maggior parte del travertino si è depositato, come è stato riscontrato in altre aree italiane ed estere (Geurts, 1976; Hausmann & Brunnacker, 1988; Carrara, 1991 e 1994; Tuccimei, 1994) nell'ultimo interglaciale, caratterizzato da condizioni di temperatura ed umidità ottimali. La deposizione, già ridotta nel primo Olocene, sembra cessare quasi del tutto intorno a 4000 anni circa dal presente, per ragioni ancora molto discusse, connesse probabilmente con fattori antropici (Goudie *et al.*, 1993). Nel periodo compreso tra Pleistocene superiore ed Olocene, la deposizione ha subito variazioni (interruzioni e/o rallentamenti), documentate dalle fasi erosionali descritte precedentemente. Appare chiaro, quindi, il significato climatico dei depositi studiati.

## 7. LA "SUPERFICIE DI SULMONA"

A questo punto del lavoro è opportuno, poiché in alcuni capitoli si fa riferimento alla "superficie di Sulmona" o a superfici ad essa correlabili o più o meno coeve, tentare di fare chiarezza intorno a detta superficie.

L'area di Popoli è compresa nella parte settentrionale del bacino di Sulmona, che rappresenta una vasta depressione tettonica, colmata da sedimenti lacustri sui quali poggiano depositi alluvionali terrazzati. La superficie terrazzata di dette alluvioni, sviluppatasi a una quota media di 360 m, forma l'unità morfologica fisiograficamente più evidente del bacino, nota con il nome di "superficie di Sulmona". Gli AA. che hanno studiato i depositi dell'area hanno interpretato diversamente i rapporti tra i suddetti depositi, attribuiti a età diverse; quindi, anche la "superficie di Sulmona" è controversa. Beneo (1939, 1942, 1943) interpreta le alluvioni che ricoprono i sedimenti lacustri come resti di grandi coni di deiezione profondamente incisi e li attribuisce a un Quaternario indifferenziato. In detto Quaternario comprende anche le alluvioni terrazzate affioranti nella valle del Pescara a Castiglione da Casauria (vedere 4.1.1, terrazzo del I ordine). Catalano (1964) riconosce due cicli di sedimentazione lacustri riferiti al Pleistocene medio, sulla base di datazioni radiometriche K/Ar su livelli piroclastici in essi contenuti, e attribuisce i conglomerati, quindi la "superficie di Sulmona" al Pleistocene superiore. Demangeot (1965) considera villafranchiani i depositi lacustri e mindeliani i conglomerati sovrastanti, ai quali correla, come Beneo, i terrazzi del primo ordine di Castiglione a Casauria. Agostini & Rossi (1983) nello schema evolutivo quaternario dell'area della valle del Pescara individuano un ciclo lacustre di probabile età villafranchiana e uno successivo fluviale (conglomerati di Sulmona) di età mindeliana, diviso dal precedente da una fase erosionale. Sylos Labini *et al.* (1993) considerano la "superficie di Sulmona" come "una superficie

alluvionale corrispondente al momento terminale del ciclo di sedimentazione del Pleistocene medio" e la attribuiscono, quindi, tenendo presente i lavori geo-archeologici di Radmilli, effettuati nell'area di Le Svolte di Popoli, "alla parte superiore del Pleistocene medio". Alla stessa superficie riferiscono quella presente nell'area di Popoli, incisa nei depositi lacustri di Fiorata, sviluppatasi a quote comprese tra 400 m nelle zone periferiche e 350 m nei pressi di Popoli. Miccadei *et al.* (1992) e Cavinato e Miccadei (1995) individuano nel bacino di Sulmona più successioni lacustri e fluvio-lacustri, affioranti in settori diversi, che attribuiscono a un periodo di tempo compreso tra il Villafranchiano superiore e il Pleistocene medio-superiore. I depositi lacustri di Fiorata, affioranti nella parte settentrionale del bacino (area di Popoli), sono attribuiti al Pleistocene medio, sulla base di datazioni di ceneri vulcaniche ( $0,35 \pm 0,45$  Ma) datate da Catalano. I conglomerati di Sulmona, "legati ad un ambiente di piana alluvionale con sviluppo di canali intrecciati e piccole lame d'acqua", sono attribuiti al Pleistocene medio-superiore ( $0,3 \pm 0,2?$  Ma). Galasso (1993/94) attribuisce i conglomerati di Sulmona e la relativa superficie al Pleistocene medio e pone, nella parte alta dello stesso, una importante fase erosiva che li incide profondamente.

Nella valle del Tirino, presso Bussi, il "complesso di Bussi" attribuito "al lungo lasso di tempo compreso tra il Pleistocene medio e il Pleistocene superiore" (Giuliani & Sposato, 1995) è troncato da una superficie, degradante da 420 m a 350 m circa, nella quale sono incassati i depositi di travertino descritti nel presente lavoro. In base alla quota e alla litologia dei sedimenti del complesso tale superficie potrebbe verosimilmente essere correlata con la superficie di Sulmona nell'area di Popoli.

Nella valle del Pescara i lembi di terrazzi deposizionali e/o erosionali presenti nell'area di Castiglione da Casauria e Tocco da Casauria (terrazzo del primo ordine), spesso correlati dagli autori precedenti alla superficie di Sulmona, sono profondamente incisi e i depositi di travertino sono incassati in essi.

Ora, considerando le diverse interpretazioni ed attribuzioni dei depositi e delle superfici presenti non solo nel bacino di Sulmona, ma anche nelle aree adiacenti (Tirino, Valle del Pescara), si possono fare due ipotesi sull'evoluzione dell'area.

Nella prima, ammettendo che i depositi lacustri e quelli alluvionali sovrastanti appartengano al Pleistocene medio, si potrebbe ipotizzare che, verso la fine di detto periodo, nell'area considerata fosse presente un'unica ed estesa piana alluvionale, che, dal bacino di Sulmona e la valle del Tirino, attraverso le Gole di Popoli, sfociasse nel tratto adriatico della valle del Pescara, a quote molto più elevate dell'attuale talweg del fiume. Successivamente, tra la fine del Pleistocene medio e l'inizio di quello superiore, detta piana sarebbe stata profondamente disseccata, (forse a causa di una forte surrezione della regione) e il paleo Pescara avrebbe inciso una vera e propria forra (Gole di Popoli), raggiungendo una profondità di oltre 60 m al di sotto dell'attuale talweg del fiume, escavando il substrato mesozoico e tappezzando il nuovo fondovalle con sedimenti alluvionali. In detta forra e nelle valli confluenti, in condizioni climatiche e morfologiche favorevoli, avreb-

bero cominciato a deporsi i travertini da acque sorgenti ricche di bicarbonati di calcio e di anidride carbonica, mescolate a quelle fluviali, connesse con falde prima non emergenti ed ora raggiunte dall'incisione del fiume.

Nella seconda ipotesi i sedimenti lacustri del bacino di Sulmona sarebbero del Pleistocene inferiore-medio, mentre i conglomerati sovrastanti e la relativa superficie sarebbero del Pleistocene superiore. I due depositi sarebbero divisi da una vasta superficie di erosione, affiorante anche nell'area di Popoli (incisa nei depositi di Fiorata), nella valle del Tirino (incisa nel complesso di Bussi) e nell'area di Castiglione da Casauria e Tocco da Casauria (terrazzo del primo ordine e lembi di superfici equivalenti). In questo caso avrebbe avuto luogo la seguente successione di eventi: a) deposizione dei sedimenti lacustri (Pleistocene inferiore-medio); b) importante fase erosiva con incisione ed escavazione (fine Pleistocene medio o inizio Pleistocene superiore); c) deposizione della maggior parte del travertino (Pleistocene superiore) e d) messa in posto dei conglomerati di Sulmona (Pleistocene superiore) nelle aree più depresse della superficie di erosione al tetto dei sedimenti lacustri e nelle aree prospicienti lo sbocco di importanti valli nel bacino. In tal modo si potrebbe spiegare il fatto che i conglomerati di Sulmona mancano in alcune parti del bacino, quale il settore settentrionale. d) Nuova fase di incisione ed escavazione (Pleistocene superiore-Olocene). Nelle aree limitrofe la sedimentazione di ghiaie alluvionali e di conoidi sarebbe continuata fin nell'Olocene. La stessa cosa sarebbe avvenuta per i travertini, che con fasi alterne di sedimentazione ed erosione, hanno continuato a deporsi fino almeno all'Olocene medio, mostrando rapporti complessi con i depositi alluvionali.

La cosiddetta "superficie di Sulmona" degli autori precedenti non corrisponderebbe ad una superficie avente la stessa genesi, bensì all'involuppo di due superfici: la più antica, erosionale, databile alla parte alta del Pleistocene medio; la seconda, deposizionale, databile al Pleistocene superiore.

## 8. ELEMENTI DI TETTONICA

I corpi di travertino descritti mostrano generalmente giacitura orizzontale o suborizzontale; le ondulazioni e le deboli pendenze verso la direzione di progradazione che si osservano in talune parti sono deposizionali. A causa della notevole copertura vegetale dell'area e dei caratteri litologici e morfologici variabilissimi dei travertini, l'osservazione in detti depositi di strutture di sicura origine tettonica è resa difficile.

Faglie normali con rigetti dell'ordine di alcuni decimetri e fratture organizzate in sistemi sono state osservate nei limi calcarei e nei travertini fitoclastici della placca di Tocco da Casauria e nella parte inferiore della placca di Torre de' Passeri, lungo la forra del Pescara. Tuttavia il significato di dette strutture non è stato chiarito.

La discontinuità degli affioramenti di travertino e la difficoltà di trarre correlazioni sicure non permettono di determinare eventuali movimenti tettonici differenziali dei depositi lungo la valle del Pescara.

## 9. ELEMENTI DI EVOLUZIONE QUATERNARIA E CONCLUSIONI

Sulla base delle considerazioni e dei dati precedentemente esposti, l'evoluzione geo-morfologica quaternaria dell'area, può essere schematizzata nel modo seguente:

All'interno della catena, nella depressione tettonica di Sulmona, ha luogo la deposizione di sedimenti fluvio-lacustri (Pleistocene inferiore-medio), mentre all'esterno della catena si forma probabilmente, più o meno contemporaneamente, il terrazzo del I ordine di Castiglione a Casauria. Segue una fase erosiva con incisione ed escavazione profonda, fino a 50-60 m al di sotto del talweg attuale del Pescara con deposizione di sedimenti alluvionali sul nuovo fondovalle e conseguente captazione di falde prima non emergenti e comparsa di sorgenti di acque fortemente incrostanti (fine Pleistocene medio o inizio Pleistocene superiore). Inizia, quindi, la deposizione di travertino, che si protrarrà, con alternanza di fasi erosionali e deposizione di sedimenti alluvionali, fino all'Olocene.

In tal modo, sul fondovalle del Pescara e del Tirino, in corrispondenza di preesistenti "accidenti" morfologici o geologici, si accrescono gli accumuli di travertino autoctono della Stazione di Bussi e di Torre de' Passeri-Piano d'Orta fino a raggiungere con le relative soglie le quote di 320-330 e 270 m circa rispettivamente. Detti depositi sbarrano la valle e causano la formazione a monte di bacini nei quali si depongono placche di travertino prevalentemente clastico. Il corpo della Stazione di Bussi progredisce lungo il fondovalle fino allo sbocco delle gole nel versante esterno della catena e molto probabilmente causa anche lo sbarramento della valle del Tirino, alla confluenza nel Pescara.

Nello stesso lasso di tempo, sul versante destro della valle del Pescara, si forma la placca di Tocco da Casauria, che poggia su un lembo di superficie terrazzata del I ordine.

Successivamente, nel Pleistocene superiore, ha luogo una fase erosionale con incisione ed escavazione, che causa la parziale demolizione delle soglie di travertino summenzionate, la formazione dei terrazzi del secondo ordine (Decontra, Vicenne) e, probabilmente, la messa in posto dei conoidi della prima fase (Decontra, Bussi sul Tirino, Case Rovetone presso Tocco da Casauria).

Segue un'ulteriore fase erosionale con la formazione della superficie terrazzata del terzo ordine di Torre de' Passeri-S. Clemente e la messa in posto dei conoidi della seconda fase di C. se Fornaca (Pleistocene superiore-inizio Olocene). Nel travertino già deposto si attivano processi di dissoluzione con la conseguente formazione di cavità carsiche, interessate poi da sviluppo di speleotemi e incrostazioni. La deposizione di travertino, anche se ridotta e locale, continua. Infine, nell'Olocene seguono altre fasi erosive che portano alla formazione del terrazzo del quarto ordine e dei conoidi della terza ed ultima fase. Dopo la formazione del terrazzo del quarto ordine (Olocene medio) la deposizione del travertino sembra esaurirsi o ridursi a tal punto da dar luogo soltanto a corpi ed incrostazioni molto modesti e locali, in corrispondenza di esigue sorgenti presso Popoli, Bussi sul Tirino e lungo la valle del Pescara.

## RINGRAZIAMENTI

L'autore ringrazia il Dott. A. Di Giulio per le informazioni fornite sulle placche di travertino di Tocco da Casauria e di Torre de' Passeri; il Dott. A. Sposato per il notevole aiuto prestatogli nell'esecuzione della parte grafica; l'ANAS per la gentile concessione dei dati relativi alle stratigrafie dei sondaggi eseguiti lungo la valle del Pescara.

Lavoro eseguito nell'ambito dell'attività del Centro di Studi per la Geologia Tecnica e con il contributo del Gruppo Nazionale di Difesa dai Terremoti, n° 94.01713.PF54.

## AUTORI CITATI

- Agostini S. & Rossi M.A. (1983) - *Geologia, osservazioni stratigrafiche e tecnologiche sulla necropoli dell'età del ferro di Torre de' Passeri*. Quaderni Istituto Archeologia e Storia Antica, **4**, 27-44, Chieti.
- Beneo E. (1939) - *Sezioni geologiche attraverso la Montagna del Morrone*. Boll. R. Uff. Geol. It.
- Beneo E. (1942) - *Foglio Sulmona della Carta Geologica d'It. al 100.000*. R. Uff. Geol. It.
- Beneo E. (1943) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia, Foglio Sulmona (146)*, Ministero delle Corporazioni, R. Ufficio Geologico.
- Bonarelli G. (1931) - *Il Quaternario della Val di Nora in territorio di Catignano*, Prov. di Pescara. Boll. Soc. Geol. It., **50**, 113-117.
- Carrara C. (1991) - *Travertine deposits of the middle Liri Valley (Central Italy): geomorphological, sedimentological and geochemical study. Palaeoenvironmental and palaeoclimatic implications*. Il Quaternario, **4**, 55-84.
- Carrara C. (1994) - *I travertini di Canino (Viterbo, Italia centrale): elementi di cronolitostratigrafia, di geochimica isotopica e loro significato ambientale e climatico*. Il Quaternario, **7**(1), 73-90.
- Catalano P.G. (1964) - *Il quaternario lacustre del bacino di Sulmona*. Dati inediti.
- Cavinato G.P. & Miccadei E. (1995) - *Sintesi preliminare delle caratteristiche tettoniche e sedimentarie dei depositi quaternari della conca di Sulmona (L'Aquila)*. Il Quaternario, **8**(1), 129-140.
- Demangeot J. (1965) - *Geomorphologie des Abruzzes Adriatiques*. Memoires et Documents, C.N.R.S., Paris, 1-403.
- Folk R. L. & Chafetz H. S. (1983) - *Pisoliths (Pisoids) in Quaternary Travertines of Tivoli, Italy*. In: T. M. Peryt (Ed.): *Coated Grains*. Springer-Verlag, 474-487.
- Galasso M. (1993/94) - *Geomorfologia ed evoluzione quaternaria delle Gole di Popoli (Appennino Centrale - Abruzzo)*. Tesi di Laurea.
- Geurts M.A. (1976) - *Genèse et stratigraphie des travertines de fond de vallée en Belgique*. Acta Geographica Lovaniensia, **16**, 9-27.
- Giuliani R. & Sposato A. (1995) - *Evoluzione quaternaria del sistema di depressioni del Tirino (Appennino abruzzese)* - Il Quaternario, **8**(1), 217-228.
- Goudie A.S., Viles H.A. & Pentecost A. (1993) - *The late-Holocene tufa decline in Europe*. The Holocene, **3**(2), 181-186.
- Hausmann R. & Brunnacker (1988) - *U-series dating of Middle European travertines*. La Chronologie, "L'homme de Neandertal", **1**, 47-51.
- Miccadei E., Cavinato G. P. & Vittori E. (1991/92) - *Elementi neotettonici della conca di Sulmona*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. CROP 11, 165-174.
- Tuccimei P. (1994) - *U-series dating of speleothems and travertines from Esino River Valley (Central Italy) and their paleoclimatic and geomorphic significance*. Plinius, **11**, 195-200.
- Sylos Labini S., Bagnaia R. & D'Epifanio A. (1993) - *Il Quaternario del bacino di Sulmona (Italia Centrale)*. Quaternaria Nova, **3**, 343-360.

Ms: ricevuto il: 24 febbraio 1998

Testo definitivo ricevuto il: 8 gennaio 1999

Ms received: February 24, 1998

Final text received: January 8, 1999