

ASPETTI GEO-PALEONTOLOGICI E PALEOECOLOGICI NELLA FORMAZIONE SUPERIORE DEL TRAVERTINO DI TIVOLI TERME - SCAVO DELLE ACQUE ALBULE S.P.A.

ANTONIO MANCINI

Parole Chiave: Paleoecologia, Paleontologia, Faglie trascorrenti, Pull-Apart Margine Tirrenico, Travertini, Olocene.

RIASSUNTO

A seguito di uno scavo operato dalla Acque Albule S.p.A., sono stati messi in luce alcuni depositi sedimentari. Nella trincea di scavo appaiono dei livelli molto interessanti, la cui deposizione permette di avanzare qualche considerazione in merito alla loro genesi sedimentaria, avvenuta nel contesto dell'evoluzione paleoambientale del Bacino delle Acque Albule.

INTRODUZIONE E DATI IDROGEOLOGICI

Il bacino delle Acque Albule è ubicato a circa 10 km ad E di Roma, si sviluppa generalmente attraverso una superficie pianeggiante di circa 30 km². Viene racchiuso a N dalla struttura dei Monti Cornicolani, ad E dai Monti Lucretili e Tiburtini, a S dalla struttura del Vulcano Laziale, da cui è separato dal Fiume Aniene.

Questa particolare posizione geografica limitrofa al Vulcano Laziale ed alle Strutture Carbonatiche del Massiccio Lucretile-Tiburtino-Cornicolano fa sì che le acque di falda carsiche, che si raccolgono nei monti circostanti, vengano incanalate nel sottosuolo per poi venire a giorno nella pianura, dopo aver subito in profondità l'azione di arricchimento di gas, di chiara origine vulcanica, presenti nel sottosuolo dell'area. Esso è conosciuto sin dall'antichità per le caratteristiche terapeutiche delle sue acque, le quali rappresentano una rilevante risorsa naturale.

La portata stimata della falda carsica, con cui vengono alimentate le sorgenti della piana di Tivoli, attualmente si aggira intorno ai 4/6 m³/sec., mentre il volume annuo di alimentazione di tutte queste risorse rinnovabili si aggira mediamente intorno ai 150 milioni di m³.

La stima delle risorse idriche che converge nel bacino delle Acque Albule si aggira intorno ai 1 o 2 m³/sec.

Appare evidente che gli effetti di questa attività della falda carsica regionale in transito verso il Fiume Aniene non appaiono in superficie, in quanto operano tutte a diverse profondità della quota del piano di campagna. Esempio evidente della posizione e dell'andamento della superficie piezometrica ci viene dall'ubicazione dei tanti laghetti nella piana delle Acque Albule, nei quali le caratteristiche fisico/chimiche delle acque sono identiche a quelle delle sorgenti poste alla base dei rilievi (Sorgente Acquoria). In questo contesto la voragine del Pozzo del Merro e del suo laghetto che riesce a raggiungere la profondità record di -310 metri, rappresentano nei Monti Cornicolani una finestra naturale sulle caratteristiche della falda carsica. Occorre ricordare che l'espressione dell'attività di

queste falde genera ristagni e/o venute a giorno di acqua sorgiva nelle numerose cave di travertino poste nella pianura, le quali per mantenere costante il livello della produzione dell'attività estrattiva sono costrette al pompaggio forzato dell'acqua della falda, la cui conseguenza inciderà sui livelli della falda regionale facendoli scendere sempre più verso quote piezometriche più basse poste a livelli inferiori. L'impatto ambientale sull'acquifero carsico regionale in futuro sarà il suo impoverimento.

ORIGINE DEI TRAVERTINI

I travertini sono delle rocce sedimentarie chimiche in senso stretto e nello stesso tempo anche di tipo organogeno. Talvolta vengono chiamati anche con il termine "tufi calcarei". Essi sono costituiti principalmente da cristalli di carbonato di calcio (Calcite e Aragonite). Generalmente il meccanismo della deposizione del travertino avviene quando le acque ricche di bicarbonati in soluzione cedono anidride carbonica all'atmosfera e agli organismi fotosintetici circostanti (piante, vegetali idrofilo, ecc.); il riequilibrio di questa reazione chimica viene denominato anche "fenomeno carsico": praticamente fa sì che il carbonato di calcio precipiti. Tali accumuli nel tempo danno luogo ad ammassi che possono raggiungere grandi estensioni e spessore anche di centinaia di metri. Naturalmente, secondo quanto detto in precedenza, possiamo riconoscere due tipologie di travertini, quelli di tipo "idrotermale" e quelli di tipo "acqua a temperatura ambiente".

Nei travertini di tipo *idrotermale* la precipitazione dei sali inizia da acque mineralizzate calde, il cui raffreddamento associato alla diversa pressione di diossido di carbonio tra l'atmosfera ed il sistema acquifero termale, danno origine a intensi fenomeni di precipitazione del carbonato di calcio, più evidenti in prossimità delle sorgenti; resta inteso che le acque di questo tipo sono sempre associate e/o connesse ad una attività di tipo vulcanico recente.

Nei travertini che si formano con le modalità di *acque a temperatura ambiente* si associano spesso sorgenti di ti-

po “pietrificante” il cui contenuto in sali di tipo bicarbonati è alquanto elevato. Tale arricchimento di queste acque sotterranee è in equilibrio con la pressione del diossido di carbonio presente nei suoli (rizosfera) che è più elevata che nell’atmosfera. Quando queste acque vengono in superficie, la quantità di diossido di carbonio disciolto tende a riequilibrarsi con la pressione parziale del gas con l’atmosfera; di conseguenza avviene una perdita di CO₂, che secondo la legge dell’equilibrio carsico da origine alla precipitazione del carbonato di calcio, con la formazione di incrostazioni di calcite (CaCO₃).

Resta inteso che la precipitazione del carbonato di calcio avviene su tutte le superfici disponibili, tutte quelle coinvolte nel processo di sottrazione della CO₂, e fin dove il flusso delle acque lo permette, le incrostazioni ricoprono tutto quanto sia presente. Si trovano così ad essere inglobati frammenti di vegetali, resti di animali, gusci di molluschi, ecc., e purtroppo, come ho avuto modo di constatare personalmente, anche i rifiuti attuali (lattine, plastica, ecc.).

In armonia con quanto detto sopra, formano oggetto del presente lavoro tutte e due le tipologie di travertino, in quanto i processi che hanno contribuito alla loro formazione rispecchiano le particolari condizioni chimiche connesse con le diverse attività geologiche-sedimentologiche e ambientali che racchiudono.

Per quanto riguarda i travertini presenti nella trincea di scavo, occorre precisare, e distinguere che in merito alla genesi idrologica relativa alle loro caratteristiche sedimentologiche e tessiturali, essi possono essere distinti e raggruppati in due categorie principali: quelli di origine autotona e quelli di origine detritica. Nei primi si riflettono le caratteristiche dell’ambiente deposizionale, in quanto essendosi formati nel luogo di origine, è possibile riconoscerli i resti delle fitostrutture (resti vegetali), cioè i resti vegetali oggetto della calcificazione. I secondi si sono depositi in un bacino sedimentario più o meno vicino a quello originario, successivamente sono stati oggetto di erosione e trasporto, per cui i clasti travertinosi della formazione, una volta smantellati, sono andati a ridepositarsi in un altro bacino, il quale non sempre ha caratteristiche simili a quello originario. La nuova formazione, più recente, viene a trovarsi in questo caso arricchita a spese delle formazioni travertinose più vecchie. Lo studio accurato dei clasti rinvenuti nella matrice calcarea permette di dedurre importanti informazioni sugli ambienti deposizionali e la loro evoluzione geomorfologica nel bacino in cui si sono depositi.

I criteri di deposizione e le conseguenti deduzioni verranno illustrate nei paragrafi seguenti, in quanto sono stati riconosciuti nella sezione alcuni livelli travertinosi oggetto proprio di questo particolare meccanismo.

La provenienza di una serie di dati interessanti ci viene attraverso un lavoro effettuato nei travertini dell’Italia centrale, (Cipriani N., Malesani P.G., Vannucci S., 1977), su un particolare elemento chimico, lo Stronzio (Sr), il quale riveste particolare importanza per quanto riguarda l’evoluzione petrografica dei travertini.

La presenza dello ione Sr²⁺ presente nelle acque ter-

mominerali, sovrassature in carbonato di calcio condiziona la precipitazione della calcite e dell’aragonite. Altri minerali, quali il gesso, il magnesio e lo zolfo, stanno ad indicare che il processo che porta alla mineralizzazione delle acque sia da mettere in relazione con la sottostante formazione anidritica. Questa genesi è comune a tutte le formazioni travertinose dell’Italia centrale. Pertanto la diversità riscontrata nei depositi di travertino non ha relazione con il chimismo delle acque, e neanche con le differenti modalità di deposizione. Il principio che regola detta deposizione risiede nei fenomeni evolutivi che si verificano nelle masse travertinose. Nella fase iniziale di precipitazione, avvengono anche dei fenomeni di dissoluzione, nella quale si riscontrano fenomeni di tipo “carsico” a carico delle acque superficiali, per cui da tali acque, la calcite, quella più pura, che precipita nella parte più bassa della formazione, tende ad occludere i vuoti lasciati dalla porosità primaria. Questo meccanismo potrebbe definirsi “normale” in un deposito travertino, esso si ripete in ogni livello della serie, quindi, avremo una parziale dissoluzione seguita da una riprecipitazione della calcite, che sarà sempre più pura. Questo fenomeno porta alla formazione di travertini via via sempre più poveri di stronzio, magnesio e solfato. Questo dato consente di rilevare tre tipologie differenti di travertino, che sono:

- **Travertini attuali** (tutti quelli attualmente in corso di deposizione);
- **Travertini superficiali** (più o meno recenti, ma sempre in funzione della loro posizione stratigrafica);
- **Travertini sottostanti** (anche se più o meno recenti, permettono di essere collocati in una posizione stratigrafica assai inferiore).

Nelle tipologie sopra elencate è possibile stabilire caratteristiche petrografiche, chimiche, e tecniche ben distinte, le quali, attraverso esami di laboratorio, ci consentono di stabilire una successione cronologica di deposizione. Nel nostro caso interessa soltanto quella per stabilire i processi evolutivi attraverso un eventuale parametro che ci permetta di stabilire un’età dei depositi travertinosi. Il contenuto in stronzio dei travertini, quelli compresi nella zona dei primi trenta metri dal piano di campagna, nella zona di Tivoli in generale, ha dato i seguenti risultati espressi in p.p.m.:

- **Travertino attuale e/o superiore**, valore base considerato 2.700 p.p.m.
 - **Travertino superficiale**, valore x 908 p.p.m.
 - **Travertino sottostante**, valore x 856 p.p.m.

L’interpretazione dei valori sopra riportati permette di trarre conclusioni del tipo: i travertini della zona attuale e/o superiori presentano elevati contenuti in stronzio, quando rilevabile, per cui la loro genesi è da ricercarsi generalmente in depositi di tipo alluvionale (probabilmente connessi con acque di tipo sorgivo, legati all’attività della “falda locale” oppure alle alluvioni del fiume Aniene). Al momento non risulta possibile confrontare questo dato con la stratigrafia locale degli altri depositi, quindi, riman-

gono come dati attendibili la sequenza stratigrafica rilevata nella sezione, ed il contenuto malaco-paleontologico dei fossili rinvenuti soltanto nella porzione superiore della sezione, (quella sopra la formazione del paleosuolo). Resta inteso che una analisi geochemica in dettaglio delle successioni stratigrafiche superiori e/o inferiori potrebbe portare a conclusioni alquanto diverse. In conclusione, la differenza numerica in p.p.m. del contenuto in stronzio nei travertini tra quelli "superficiali" e quelli "sottostanti" mostra che il contenuto dello stronzio è andato via via abbassandosi; ciò viene attestato anche dalla diminuzione e scomparsa dell'aragonite dalle formazioni con un aumento e/o una predominanza della calcite. Risulta doveroso premettere che la schematizzazione di questo concetto evolutivo relativa al contenuto in stronzio espressa nelle "tre tipologie" di travertino non tiene conto dei seguenti fattori:

- Possibili eventuali apporti terrigeni nelle acque già sovrassature in contenuto di stronzio (valori anomali della percentuale calcite e dell'aragonite);
- Circolazione anomala e/o assente di acque vadose nella formazione, indotta da condizioni geologiche particolari (eventi tettonici locali);
- Variazioni del chimismo delle acque derivate da eventi esterni (eruzioni vulcaniche, alluvioni, erosioni di terreni particolari, eventi climatici).

L'elenco dei casi non finisce qui. Praticamente la regolare diminuzione dei tenori di stronzio, durante il corso dei fenomeni evolutivi, si presta alla costruzione di un parametro che consente di stabilire un tentativo di cronologia assoluta dei travertini. Resta inteso che operare oggi giorno una correlazione con gli altri depositi travertinosi, ricadenti nell'area: Rieti, P. Moiano, e Frosinone, appare possibile, soltanto che dovranno essere stabiliti a priori quali sono i parametri che attestino un'evoluzione del tipo "normale".

In conclusione, un altro dato ci viene attraverso le proprietà fisiche dei travertini, in questo caso la costruzione della curva delle deviazioni standard tra:

- il peso specifico reale kg/dm³;
- il peso specifico apparente kg/dm³;
- il fattore della porosità espresso in percentuale %.

Il principio di realizzazione di questo dato risiede nel fatto che nel primo stadio di formazione il peso dei travertini coincide esattamente con quello della calcite pura, successivamente tende a diminuire regolarmente prima nei superficiali e poi in quelli sottostanti, con l'aumentare del residuo insolubile. La porosità in questo caso può essere messa in relazione con i tenori di stronzio, la stessa diminuisce in percentuale con l'età, in quanto intervengono fenomeni occlusivi della "porosità primaria" indotti dalla riprecipitazione della calcite.

Le variazioni che vengono rappresentate e riscontrate nei parametri fisici, sono quelli che meglio si prestano alla comprensione dei meccanismi evolutivi sopra citati.

GEOLOGIA DELL'AREA

L'area delle Acque Albule la cui estensione viene stimata intorno ai 30 km², trovasi ubicata nella posizione centrale di un ampio bacino, nel quale si sono depositati nel tempo ingenti quantità di travertino. La deposizione dei depositi ebbe inizio circa 165.000 anni fa. Questo dato viene confermato a seguito di analisi radiometriche tramite il metodo del disequilibrio del ²³⁰Th/²³⁴U. La conformazione in sezione della placca travertinosi appare sviluppata nel massimo della sua potenza nella parte centrale, con la quota di 80/60 metri di profondità, mentre diminuisce, attestandosi a circa 8/10 metri, nelle zone marginali poste nei settori occidentale e meridionale. Questi dati ci vengono dalle trivellazioni effettuate negli anni 50 per una valutazione dei volumi di travertino, (Maxia C. 1950a). Questa formazione, nella parte centrale, poggia direttamente sopra i depositi Plio/Pleistocenici, mentre la parte periferica poggia sopra i depositi piroclastici del Vulcano Laziale, quelli depositi tra i 350.000 anni ed i 500.000 (De Rita D. *et alii* 1988). Il passaggio dai travertini alle sequenze Plio/Pleistoceniche avviene tramite depositi sabbioso/conglomeratici, i quali attestano condizioni di mare poco profondo con tendenza a sequenze evolutive di tipo continentale. Probabilmente sono gli stessi che si trovano alla base dei rilievi Lucretili, Lucani (Travertini di Colle dello Stonio) e alla base dei Cornicolani (Travertini di Collefiorito). Scendendo verso il basso, predominano le sequenze di tipo argilloso. Detti depositi esprimono i diversi ambienti, tutti di tipo francamente marino legati alle facies più profonde del bacino. L'età di questi depositi, nella parte più basale, dovrebbe rientrare tra quelli del Pliocene Medio Inferiore; in sostanza sono gli stessi che appaiono alla cava UNICEM di Formello, il cui contenuto malacofaunistico è già noto.

Dei dati sulla frequenza di accrescimento deposizionale annuale della placca travertinosi ci vengono dagli studi effettuati nella Cava Cecchetti. Essi variano tra i 0,60 mm/a ed i 0,43 mm/a. Il diagramma età/altezza (Faccenna *et alii*. 1994) mostra che l'età dei depositi travertinosi considerata è compresa nello spazio di tempo tra -40.000 e -148.000 anni, e che tale frequenza si è mantenuta quasi costante per tutto questo periodo. Nella parte superiore del diagramma si evince che dalla profondità di -3 metri circa, dal piano di campagna, la cui età dovrebbe essere di circa -5.000 anni, sino alla profondità di circa -15 metri, alla quale corrisponde un'età di circa -40.000 anni, le condizioni deposizionali non sono state più le stesse, in quanto appare una drastica diminuzione dell'accrescimento della potenza del travertino. In conclusione dopo detta data si sono verificati eventi (climatici e/o tettonici) nella zona che hanno influito negativamente sull'accrescimento del travertino. Pertanto tutte le determinazioni basate sul calcolo età/accrescimento riferite ai livelli superiori di travertino dovranno essere eseguite con cautela. È in questo contesto che viene fatto riferimento ai depositi lacustri e travertinosi rinvenuti nella trincea di scavo, in particolare ai molluschi fossili continentali rinvenuti.

La Carta Geologica, Foglio 150 Roma, raggruppa det-

ti terreni sotto la sigla "tr₂", collocandoli alla fine del Pleistocene Medio, accorpandoli insieme a quelli del Bacino Romano Tiberino "tr₂", però attribuisce la sigla "tr" ai travertini che si trovano nella zona limitrofa ai laghi Regina e Colonnelle. Gli stessi sarebbero assai più giovani, base dell'Olocene -10.000 anni.

CONSIDERAZIONI MESOSTRUTTURALI

Il Bacino delle Acque Albule, strutturalmente, è rappresentato da una successione di travertini mediamente potenti circa 80/90 metri, poggiante sulle formazioni sedimentarie plio-pleistoceniche. Recentemente uno studio dettagliato relativo alla disposizione degli elementi Mesozoici che circondano detto bacino, ha permesso di chiarirne alcuni significati strutturali (Faccenna et alii, 1994). Sono stati evidenziati nel bacino due lineamenti paralleli di faglie di tipo trascorrenti destre a direzione N-S, visibili sia nelle strutture calcaree che nei depositi plio-pleistocenici. Il primo lineamento con direzione N 5° W agisce quasi nella parte centrale occidentale, passante tra i due laghi della Regina e delle Colonnelle, il secondo con direzione N 25°-40° E si manifesta in prossimità del bordo della parte orientale.

Ai due lineamenti si associa trasversalmente un sistema di fratturazione estensionale pervasivo a faglie normali parallele, la cui funzione è quella di chiudere ed unire i due lineamenti, dando loro in pianta la forma di un quadrilatero.

Questa particolare forma del bacino ha suggerito una geometria strutturale di tipo "pull-apart".

La faglia trascorrente occidentale, la più importante, inizia alla base del complesso Vulcanico Albano, precisamente dall'antico lago craterico della città di Gabii, mantenendo la direzione, e frazionandosi in quattro elementi, arriva in prossimità dell'abitato di Cretone, dove se ne perdono le tracce. La lunghezza stimata è di circa 27 chilometri.

Esternamente alla faglia occidentale, in direzione W, si trovano due sistemi di faglie di tipo obliquo, parallele, decorrenti in senso NNE-SSW, i cui effetti sono molto visibili all'interno della cava Buzzi/Unicem. Il meccanismo cinematico incorpora elementi di-

stensivi trascorrenti e transtensivi mantenendone inalterate le orientazioni.

Tutti questi lineamenti di faglie hanno contribuito ad innescare il movimento subsidente del bacino delle Acque Albule: praticamente la dinamica del "pull-apart" consiste nella creazione di una zona subsidente, nella quale vengono a trovarsi racchiuse due faglie di tipo diretto. L'area anticamente doveva trovarsi ad una quota assai più elevata rispetto a quella odierna; il dato verrebbe confermato dalla differenza di quota di circa 200 metri tra alcune vulcaniti piroclastiche addossate lungo i fianchi del Vulcano Laziale e quelle rinvenute nell'area di Guidonia.

SEZIONI STRATIGRAFICHE

Generalità e Considerazioni generali

L'attuale sezione stratigrafica, in particolare, quella rilevata nel lato W, come si evince dalla foto (foto 1), consente di operare due importanti distinzioni.

La prima riguarda la suddivisione in tre elementi principali.

La seconda permette di tenere separati tra loro alcuni elementi stratigrafici in cui sono stati rilevati eventi deposizionali, alquanto diversi tra loro ma morfologicamente affini.

Obiettivo primario di questo lavoro, oltre all'indagine sulla disposizione geometrica delle formazioni di travertino, è anche quello della comprensione dei fenomeni evolutivi che hanno consentito la disposizione sul posto del-



Foto 1 - VISTA GENERALE DELLA SEZIONE AL LATO W

la sequenza stratigrafica e successivamente delle relazioni che intercorrono tra i vari componenti.

La sequenza stratigrafica rilevata secondo il criterio della semplificazione, dalla base verso l'alto, viene di seguito così schematizzata:

- Diversi livelli di travertini;
- Un deposito argilloso basale con a tetto un paleosuolo;
- Diversi livelli di travertino (alquanto differenti da quelli della base);
- Livello di humus frammisto a relitti di travertino di circa 20/30 cm.

Resta inteso che l'ultimo livello non può essere preso in considerazione in quanto più attuale e troppo antropizzato.

La potenza della sezione, rilevata nel settore di incrocio dei lati W e S, è di circa 6 metri, rispetto al piano stradale soprastante. La quota del piano stradale, è ricavata topograficamente, misura circa 68 metri s.l.m. Si deduce che il piano di base della fondazione si trova a circa 6 metri al disotto del livello del piano stradale; pertanto mediamente possiamo stabilire come quota di partenza della sezione la quota di circa 62 metri s.l.m. Questo dato, rispetto al piano di base della fondazione, considerato in piano dallo scrivente, ha messo in evidenza nei depositi di travertino una leggera differenza di quota di circa 30/40 cm tra il lato E e quello W, per cui possiamo dedurre che i depositi presentano una leggera inclinazione verso E. Attesterebbe questo dato, la differenza della potenza che si pone in evidenza nel deposito argilloso che forma la base del paleosuolo, il quale risulta più potente di circa 20/30 cm nel settore E. Si deduce che la massima potenza dell'affioramento di travertino giace ad E della sezione rilevata, e il livello argilloso è andato ad occupare il fondo di una delle depressioni. Un altro aspetto che viene messo in evidenza nella foto della porzione W, è quello della sezione di un canale di circolazione delle acque, sicuramente decorrente in linea di massima, in senso E - W, le cui funzioni e/o alimentazioni sono assai difficili da stabilire. Infine, un altro dato rilevato, secondo i criteri di cui sopra, è quello di una debole pendenza di tutti gli strati in direzione S.

Stratigrafia della sezione basale

- Livello di travertino potente circa mt. 1,80, di colore giallo ocra alla base, tendente al giallo chiaro verso l'alto; apparentemente si presenta uniformemente laminato, quasi stromatolitico. Appaiono nella porzione centrale della sezione



Foto 2 - TRATTI DELLA SEZIONE A LIVELLI NON UNIFORMI A CAUSA DELLE DEPRESSIONI

alcuni tratti nei quali i livelli non sono uniformi a causa delle depressioni, le quali tendono a modificare gli spessori degli apporti sedimentari (foto 2).

Il colore di questi livelli varia tra il rosso ruggine, rosso mattone e giallo ocra. Sono state rilevate piccole ed irrilevanti fuoriuscite di acqua da uno scollamento intraformazionale posto a circa metri 1,25 dalla base. La lunghezza del tratto scollato misura circa un metro, lo spessore misurato è di circa 2 millimetri. Questi travertini sono più compatti ed omogenei nella parte superiore, mentre risultano più friabili nella parte basale. Nel lato N, a circa 80 centimetri dal piano di base della fondazione, è stato rilevato un livello le cui caratteristiche sono la bassa coerenza del materiale, che al tatto si sbriciola facilmente, tanto da sembrare quasi un deposito sabbioso. Non contiene resti di molluschi fossili (foto 3). In prossimità di questa zo-



Foto 3 - LATO N, LIVELLO A CIRCA 80 CENTIMETRI DAL PIANO DI BASE A BASSA COERENZA DI MATERIALE

na, nel livello è stata rinvenuta l'impronta di una foglia fossile di *Fagus sylvatica* (Linneo 1758), (Faggio) (foto 14).

La mancanza di molluschi fossili significativi, la colorazione tipicamente alternata, e l'aspetto esteriore porterebbe a sostenere che l'origine di tali travertini possa essere avvenuta in ambiente idrotermale, con ritmiche interruzioni della deposizione.

Al fenomeno dell'arrossamento del travertino, rilevato nella parte inferiore della sezione, spesso si associa una marcata friabilità; lo stesso si presenta assai incoerente ed asportabile operando una semplice pressione. La perdita delle proprietà meccaniche del travertino è da ricercarsi nella circolazione di acque ricche di idrossidi ferrosi durante la deposizione. Questi livelli si presentano con una elevata permeabilità per cui non è da escludere che l'azione delle acque circolanti possa aver influito anche dopo la formazione del travertino agendo come disaggregante. L'alterazione di cui sono stati oggetto questi depositi è piuttosto complessa, probabilmente a seguito di ossidazione e idratazione degli allumosilicati seguita da un processo di decalcificazione dei travertini, questo fenomeno è accentuato dalla presenza della CO_2 nelle acque. Gli eventi climatici che possono associarsi durante la deposizione di questi depositi porterebbero a pensare che in quel periodo il clima fosse più freddo rispetto a quello attuale.

Nella trincea di scavo la disposizione geometrica di questo livello ferrettizzato si presenta su tutti e quattro i lati in modo assai uniforme. Nei lati E ed W, sono state rilevate differenze di colorazione e di estensione, che portano a concludere che la deposizione del travertino, in questo caso quello idrotermale, sia stata interrotta da apporti di acque arricchite in ossidi ed idrossidi di ferro ed alluminio provenienti dalle formazioni sedimentarie dei calcari e delle dolomie. Nel lato W della trincea, precisamente nella parte finale in prossimità dell'incrocio con il lato N, nella medesima formazione di travertino, sono stati individuati 3 livelli di carattere lenticolare ad andamento ondulato di colore beige. I clasti sono formati da travertino, le misure sono comprese tra i 5 millimetri e 1 centimetro (foto 4). Alcuni presentano caratteristiche di arrotondamento, la matrice è alquanto omogenea e tenace. Questi livelli sono separati da travertino laminato di colore giallo e grigio chiaro. Nel lato W della trincea, non è stato possibile seguirli, in quanto la superficie appariva a tratti assai erosa dalla lavorazione dello scavo, pertanto non è possibile stabilire se de-



Foto 4 – CLASTI DI TRAVERTINO CON CARATTERISTICHE DI ARROTONDAMENTO

corrono per tutta la trincea. In merito alla provenienza di questi clasti di travertino al momento risulta assai difficile stabilirne l'origine. Lo studio di questi clasti è di fondamentale importanza per la ricostruzione degli ambienti deposizionali in quanto si colloca nel contesto dell'evoluzione del bacino di sedimentazione. Al momento è possibile collocare queste micro-brecce nel contesto della formazione di un bacino di origine lacustre nella fase iniziale. Praticamente rappresentano delle stasi nella formazione del travertino, ovvero hiatus della sedimentazione. Questi ambienti possono essere connessi a deformazioni tettonico-strutturali, carsismo associato a sismicità (nell'area locale molto intensa), con la creazione di nuovi bacini lacustri per il crollo delle strutture sottostanti. La successione che segue concorda ed attesta quanto detto (foto 5).



Foto 5 – TRACCIA DELLE DEFORMAZIONI TETTONICO/STRUTTURALI E DEL CARISMO

- Livello detritico di travertino potente circa 30 centimetri di colore beige scuro, formato da relitti travertinosi, in alcuni tratti si presenta di carattere lenticolare. I clasti sono eterometrici, (min. 1 cm/max 6 cm) a spigoli vivi, e privi di classazione. Possiamo definire questo livello una “breccia travertinosa” (foto 6). In questo livello è stata rilevata una debole circolazione di acqua, la stessa ha consentito la cementazione di alcuni clasti in modo assai omogeneo. L’andamento della linea di contatto di questo livello con la parte sottostante è di aspetto ondulato; in alcuni tratti appaiono oblitterati i caratteri che ne attestano la continuità stratigrafica, e lo stesso appare in alcuni tratti staccato. Questo dato farebbe pensare che possa essersi verificata una interruzione della deposizione del travertino alquanto drastica, accompagnata da una marcata fase erosiva.



Foto 6 – LIVELLO A “BRECCIA TRAVERTINOSA” CON CLASTI SONO ETEROMETRICI, (MIN. 1 CM./MAX 6 CM.) A SPIGOLI VIVI E PRIVI DI CLASSAZIONE

Nel lato W, il contatto con il sottostante livello di breccia travertinosa avviene in modo assai interessante: è stato rinvenuto un livello non uniforme il cui spessore varia tra i 6 e gli 8 centimetri circa, nel quale sono state rinvenute impronte di disseccamento di tipo “mud cracks” ossia impronte di disseccamento della superficie. Stanno a rappresentare eventi di tipo continentale connessi ad una notevole siccità. Ho rinvenuto in una tasca di questa impronte un mollusco continentale fossile e piccoli relitti vegetali incrostati tra loro di tipo aghiforme. Nel lato E in alcuni tratti l’evento viene evidenziato, presentandosi purtroppo di spessore troppo piccolo (2-3 cm.) per poter essere raccolto e campionato in modo omogeneo. In questo lato sono stati estratti e raccolti piccoli campioni di sabbia rimasta imprigionata nelle concavità (foto 5).

- Livello travertinoso di colore grigio, molto compatto ed omogeneo ricchissimo di microcavità internamente di colore rossastro, dalle quali in passato circolavano acque ricche di idrossidi ferrosi. Le microcavità hanno forma lenticolare schiacciata, Lo spessore di questo livello è di circa 7-10 centimetri.

Stratigrafia della sezione centrale

- Livello potente di circa 50 centimetri, al lato W, mentre in quello E raggiunge circa 80 centimetri, definibile a tutti gli effetti un deposito di origine palustre/lacustre. Si presenta generalmente di colore grigio chiaro, in alcuni tratti il colore si presenta assai più marcato, quasi grigio/nerastro. La tendenza è a divenire grigio nella porzione superiore, precisamente negli ultimi 10 centimetri. Il contenuto di molluschi fossili nel livello in genere risulta scarso, gli stessi sono più frequenti nella parte

superiore. Si rinvenivano numerosi resti fossili vegetali (frustoli carboniosi e piccoli rami) (foto 7). In questo livello, nella parte superiore, quasi al contatto con il livello di paleosuolo, è stato rinvenuto un relitto di ceramica in pessimo stato di conservazione, appariva quasi decalcificato, il colore esterno era rosso/nerastro. Nel fronte E vengono messe in evidenza variazioni cromatiche di spicco, prevale la tendenza delle sfumature intorno al colore grigio. Sia le condizioni di giacitura che la componente sedimentologica attestano che l’origine di questo deposito è chiaramente palustre/lacustre. Esso occupava il fondo di una depressione, in cui il massimo della profondità doveva trovarsi in direzione E, questo dato è attestato dall’aumento della potenza del livello. Non è possibile stabilire con precisione se questo livello sia stato in qualche modo in-



Foto 7 – LIVELLO LACUSTRE



Foto 8 – ASPETTO DEL LIVELLO INTERMEDIO DEL PALEOSUOLO

fluenzato dalle alluvioni del fiume Aniene, o abbia avuto un ruolo autoctono a se stante.

Considerate le caratteristiche giacaturali e sedimentologiche del livello sottostante, possiamo affermare che le relazioni intercorrenti tra questi due livelli attestino un progressivo e graduale impaludamento della zona, e, al momento, non sappiamo se siano connesse con eventi di tipo climatico (piene del fiume Aniene) o tettonico (sprofondamento per subsidenza, ecc.). L'estensione di questo bacino al momento è stata riconosciuta dallo scrivente soltanto nella trincea di scavo. Il passaggio al livello superiore avviene attraverso una superficie di strato assai netta e marcata; questa disposizione evidenzia delle variazioni di tipo continentale, attestabili soltanto attraverso un attento esame della campionatura, che al momento è ancora in fase di elaborazione.

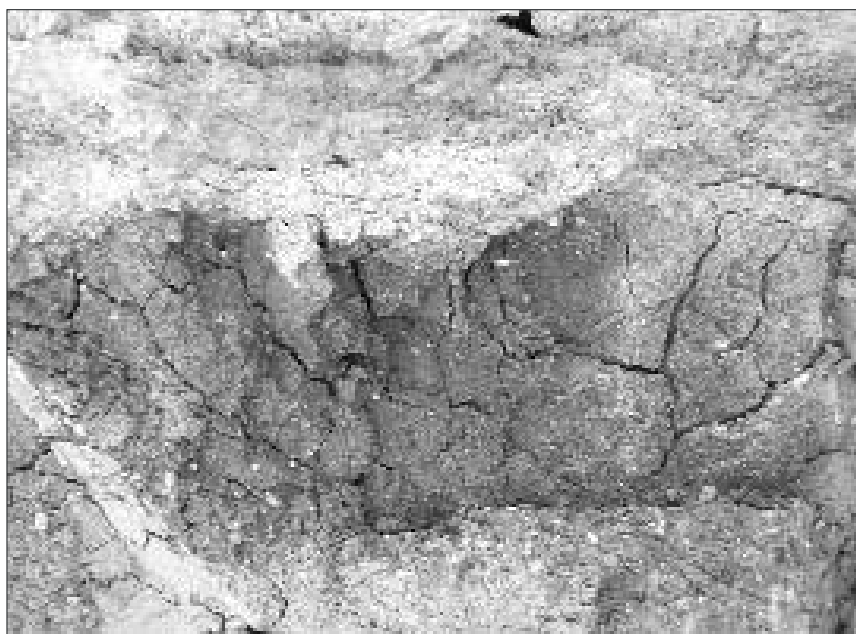


Foto 9 – PARTICOLARE DEL PALEOSUOLO CON CLASTI DI TRAVERTINO FRAMMISTO A MATERIALE CALCAREO

- Livello di circa 40 centimetri, fossilifero, generalmente di colore marrone, consistenza più o meno omogenea, a tratti incoerente. Superiormente tende a divenire più duro per contatto con il travertino. Il piano della giacitura della superficie di contatto con la formazione sottostante appare ondulato e discontinuo. In alcuni tratti della trincea di scavo, precisamente nella parte mediana, questo livello presenta variazioni cromatiche assai evidenti. Possiamo definire a tutti gli effetti questo livello un deposito continentale (paleosuolo). La parte superiore assume una colorazione grigio chiaro tendente al grigio nerastro, mentre la porzione inferiore sfuma verso le tinte del beige/marrone (foto 8).

Sono stati rinvenuti molluschi fossili continentali di taglia piccola, mentre i fossili vegetali (foglie e rami) sono meno frequenti e in discreto stato di conservazione. Non è stato possibile definire, nel lato W il livello grigio limoso in quanto discontinuo/segmentato, e per alcuni tratti totalmente mancante.

Altri elementi significativi di tipo continentale, rinvenuti nel livello sono rappresentati da clasti eterometrici di materiale vulcanico arrossati e notevolmente alterati, tanto da sbriciolarsi con la semplice pressione delle dita. L'origine di questi elementi è da ricercarsi nel disfacimento delle pozzolane e/o dei tufi. Seguono clasti di travertino frammisto a materiale calcareo, di varie misure, disposti alla rinfusa, alcuni talvolta talmente alterati da sfarinarsi al tatto (foto 9). Un dato interessante è la presenza di un piccolo nodulo selce (s.s.), non lavorato dall'azione delle acque.

Questo livello rappresenta tre eventi principali, che possono essere:

- emersione dell'area, e contemporaneamente l'arresto della deposizione del travertino;
- attività erosiva su tutta l'area, attestata dalla presenza di minerali vulcanici inclusi nel livello (erosione-trasporto-sedimentazione);
- tendenza alla formazione di piccoli specchi palustri (livello grigio limoso nella parte superiore).

Nella parte centrale del livello sono stati rinvenuti molluschi fossili della specie *Cermuella virgata* (Da Costa 1778), mentre nella parte superiore, quasi al contatto con il livello superiore sono stati rinvenuti 2 molluschi fossili appartenenti al genere *Paladilhiopsis* (Pavovlic). Nei residui di lavaggio sono stati rinvenuti resti

vegetali (semi e piccole foglie) e minerali vulcanici: piro-seni s.s., olivina, quarzo, scorie vulcaniche, pozzolana, leucite. Lo studio relativo alla presenza di questa specie *Paladilhiopsis sp.* nel detrito verrà effettuato in un secondo momento. Questa specie predilige gli ambienti ipogei in prossimità dello sbocco delle sorgenti carsiche, per cui nella zona esistevano sorgenti dirette che non subivano l'influenza della miscelazione con i fluidi solfurei geotermici.

Stratigrafia della sezione superiore

- Livello travertinoso ricco di vacuoli. Il colore sfuma nelle tonalità del grigio. La potenza di questo livello oscilla mediamente tra i 25 ed i 30 centimetri, la linea di contatto con il livello soprastante non si presenta affatto lineare. In alcuni tratti dei lati W ed E questo passaggio appare alquanto disordinato. Generalmente il livello si presenta assai coerente e vacuolare nella parte basale, quasi incoerente nella parte superiore (foto 10). Le zone vacuolari talvolta appaiono internamente di colore rossastro. Ricchissimo di resti fossili vegetali tra loro cementati, privi di una matrice definita, ha l'aspetto di una fitta rete. L'origine di questi resti attesta che le acque di questo bacino, pur occupando una leggera depressione, fossero debolmente in continuo movimento ed incrostassero gli steli ed i muschi delle canne palustri presenti sulle sponde o sul fondo di esso. I resti fossili, rinvenuti nella parte W della trincea si presentavano di colore marrone e talvolta anche nerastri.

- Livello formato da "diverse tipologie" di travertino, localmente viene definito "testina". Il colore tipico sfuma nelle varie tonalità del giallo paglierino, a tratti più chiaro o più scuro. La potenza di questo livello, assai variabile, è compresa mediamente tra i metri 1,70 e 1,90 circa. Questo livello è spesso soggetto a variazioni laterali di coerenza, per cui in alcuni tratti appare fragile in altri assai tenace. Appare ricco di numerose cavità, tra loro di misura variabile, le quali attestano che in passato sia stato attraversato da fluidi di origine idrotermale. Nella sezione W e S l'origine di queste cavità potrebbe anche essere imputabile ad antichi relitti di interventi antropici, che hanno smembrato la bancata superficiale di travertino per riposizionarla successivamente in luoghi diversi, originando trincee di scavo, oppure opere di canalizzazione, successivamente colmate da materiale di disfacimento, non sempre in modo completo. Non sono da escludere nell'area movimenti tellurici di carattere locale.

Nella trincea di scavo, precisamente quella nel lato E, è stata rilevata una cavità che misura in larghezza metri 1,50 circa, e per altezza circa 20/30 centimetri, nella quale è stato



Foto 10 – **PASSAGGIO DEL PALEOSUOLO AL LIVELLO TRAVERTINOSO SUPERIORE RICCO DI VACUOLI, COERENTE NELLA PARTE BASALE, INCOERENTE NELLA PARTE SUPERIORE**

riscontrato un debole passaggio di aria. L'esplorazione non è possibile a causa dell'instabilità in alcuni tratti della volta. Il soffitto appariva ricco di piccole concrezioni calcitiche. Questo tipo di travertino è assai ricco di resti fossili



Foto 11 – **LIVELLO DI TRAVERTINO CON RESTI FOSSILI VEGETALI, MUSCHI E PIANTE PALUSTRI, SPESSO TRA LORO IN POSIZIONE DI CRESCITA. IN PRIMO PIANO IL LIVELLO LIMOSO DI COLORE GRIGIO SCURO, QUASI NERASTRO**

vegetali, muschi e piante palustri, spesso tra loro in posizione di crescita (foto 11). Un dato assai interessante è la presenza in questa zona di un livello limoso di colore grigio scuro, quasi nerastro. Superiormente a questo livello il travertino risulta molto incoerente, per circa 15/20 centimetri circa, assume le caratteristiche di una vera e propria sabbia nella quale nel residuo di lavaggio è stato rinvenuto il guscio di un mollusco fossile assai interessante. Appartiene ad una specie che attualmente vive nelle zone alpine (Lago di Fusine), e nell'Europa Centrale, precisamente al genere dei Planorbidae, la specie in questione si chiama *Anisus spirorbis* (Linneo 1758). Al momento mi risulta che detta specie sia stata già segnalata in precedenza nella zona delle Acque Albule. Il discorso paleoambientale che questa specie apre verrà trattato in un secondo momento.

Insieme alla specie cui sopra sono state rinvenute nel residuo di lavaggio le seguenti specie:

- ◊ *Cochlicella barbara* (Linneo 1758);
- ◊ *Oxiloma elegans* (Risso 1826);
- ◊ *Pomatia elegans* (O.F. Müller 1774).

- Livello di humus, frammisto a relitti di travertino, nella sezione si pongono in evidenza le tracce di interventi antropici, di tipo: condotte per la posa di tubazioni, resti di vecchie fondazioni, relitti di antiche opere di canalizzazione per interventi di bonifica, ecc. Questo livello

mediamente misura circa 1 metro, mentre le tracce degli scavi nel lato E superano abbondantemente il metro (foto 12).

GEOCRONOLOGIA OLOCENICA

Il periodo Olocene, rappresenta l'ultimo periodo della storia geologica, corrisponde al "postglaciale", definito climaticamente come stabile e temperato, secondo alcuni studiosi in passato, mentre da recenti studi, si è appreso tutt'altro.

Attualmente il suo limite viene convenzionalmente fatto iniziare circa 10.000 anni fa, e prosegue fino ai giorni nostri. Viene diviso in tre suddivisioni: Olocene antico, Olocene medio, Olocene recente.

Il limite stabilito secondo il criterio di studio paleobotanico delle varve scandinave, consente una suddivisione più precisa (Mangerud et alii. 1974) articolandolo attraverso 5 cronozone, tutte dedotte su base climatica, che vengono così di seguito ripartite, dalla più antica alla più recente: Preboreale; Boreale; Atlantico; Sub-boreale; Subatlantico.

Queste suddivisioni hanno permesso di stabilire una curva precisa ed accettabile sull'andamento climatico e la realizzazione di una scala cronologica connessa con le paleotemperature.



Foto 12 – LIVELLO DI HUMUS, FRAMMISTO A RELITTI DI TRAVERTINO CON EVIDENTI TRACCE DI INTERVENTI ANTROPICI

CONSIDERAZIONI PALEOECOLOGICHE E PALEOAMBIENTALI

I campioni di specie di molluschi raccolti nelle sezioni permettono di avanzare considerazioni utili ai fini della ricostruzione dei bacini e dei loro contesti climatico/ambientali. I bacini sedimentari hanno subito nel tempo diverse evoluzioni, alcune legate al clima altre per motivi tettonici.

L'unico dato relativo ai molluschi fossili della parte basale, in mio possesso, è quello che proviene dal relitto di "mud crak", nel quale ho rinvenuto diversi esemplari della specie: *Pseudoamnicola conovula* (Von Frauenfeld 1863)

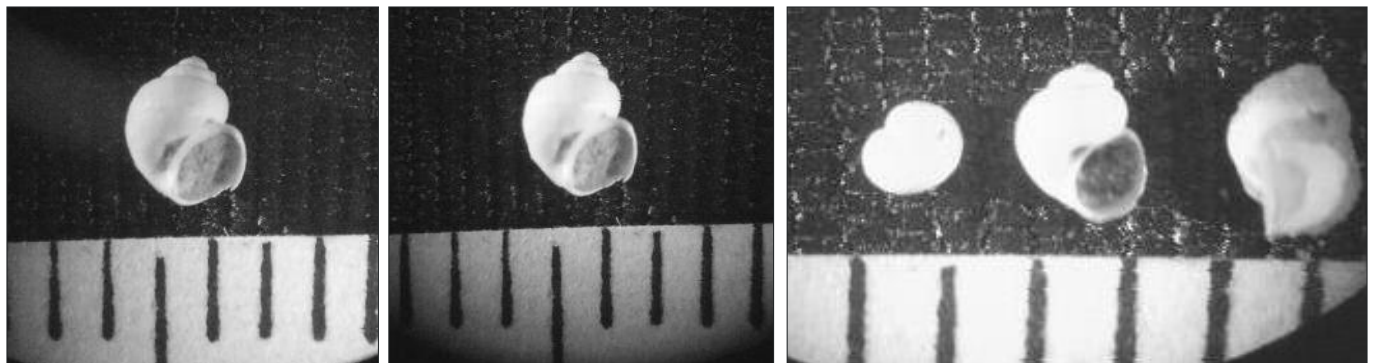


Foto 13 - *PSEUDOAMNICOLA CONOVULA* (VON FRAUENFELD 1863)

(foto 13). Questa specie è segnalata nelle seguenti zone:

- ◊ Nord Europa, Inghilterra - Norfolk, Sussex,
- ◊ Spagna - Barcellona (Llobregat),
- ◊ Italia - Puglia (Gargano, Salento).

Anche se questa specie è stata oggetto di varie sinonimie che hanno contribuito a moltiplicarne il numero di specie e stravolgerne gli habitat, risulta ancora oggi di non facile comprensione per la mancanza di una idonea ed adeguata bibliografia. I caratteri la rendono comunque abbastanza determinabile. Tollera ambienti con variazione di salinità, colonizza qualsiasi tipo di substrato, anche quelli ipogei, vive in prossimità delle polle sorgive ed in canali con debole corrente. Considerato l'areale di diffusione di questa specie, gli habitat, e la posizione che occupava nella colonna stratigrafica della sezione, ritengo di collocare questa specie nella fascia climatica temperato-fredda o al limite di quella temperata.

Sempre nella stessa zona della sezione, più in basso, prima degli eventi delle breccie nei travertini ho rinvenuto

nel travertino l'impronta di una foglia di *Fagus sylvatica* (Linneo 1758), (Faggio) (foto 14).

Nel livello intermedio, quello connesso alla facies lacustre sono stati rinvenuti resti di gusci di molluschi, i quali frammenti non permettono alcuna determinazione, inoltre: minerali vulcanici, piccoli frammenti di travertino, relitti vegetali (frustoli e semi). Nel residuo di lavaggio ho rinvenuto diversi esemplari della seguente specie: *Pseudoamnicola similis* (Draparnaud 1805), alcuni erano incrostati da calcare, altri in ottimo stato. La specie è citata vivente nell'Europa meridionale, mentre è molto rara nella parte settentrionale. È conosciuta fossile nel Lazio, presso Roma e nel bacino di Cassino (FR), Inghilter-



Foto 14 - **IMPRONTA DI UNA FOGLIA DI *FAGUS SYLVATICA* (LINNEO 1758) (FAGGIO)**

ra ed Europa Centrale; mentre è conosciuta vivente in Francia, e nella fascia centro meridionale europea, Inghilterra ed Irlanda. Colonizza i substrati delle acque tranquille. Questa specie quasi simile alla *Pseudoamnicola conovula* (Von Frauenfeld 1863), si differenzia da quest'ultima per la forma più slanciata, per cui viene omessa la rappresentazione.

Nell'altro livello, quello del paleosuolo, è stata rinvenute la specie: *Cerneuella virgata* (Da Costa 1778) (foto 15). Questa specie colonizza siti calcarei poco umidi, aperti e non, comprese le dune e le steppe.

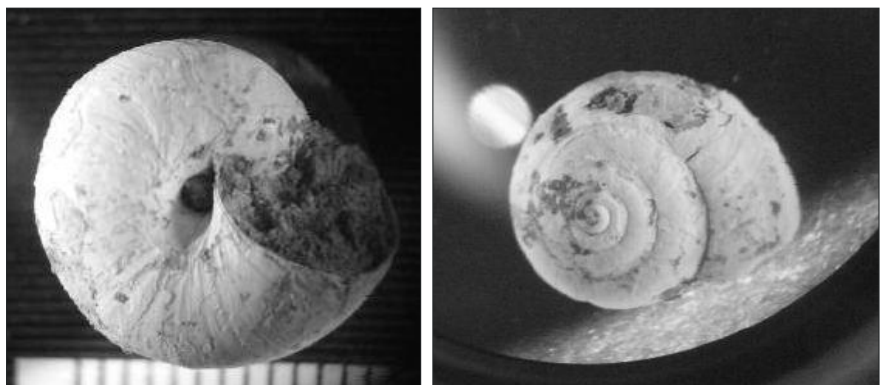


Foto 15 - *CERNEUELLA VIRGATA* (DA COSTA 1778)

Al momento non è chiara la sua diffusione originaria in quanto il suo areale di distribuzione è assai ampio; si rinviene nella fascia mediterranea ed atlantica europea dell'ovest, fino in Olanda. Questa specie è termofila e xeroresistente, e con molta probabilità il veicolo di trasporto è stato l'uomo. Vivente in tutta la penisola italiana, compresa la Sicilia e la Sardegna.



Foto 16 - *CERASTODERMA GLAUCUM* (POIRET 1789)



Foto 17 - *ANISUS SPIRORBIS* (LINNEO 1758)

Un'altra specie, totalmente estranea all'ambiente, rinvenuta nella porzione superiore del livello di paleosuolo è il *Cerastoderma Glaucum* (Poiret 1789), in quanto è connesso con gli ambienti di tipo marino e/o salmastro (due esemplari) (foto 16). Ho esaminato bene e confrontato il detrito in cui è stato rinvenuto, ma non ho trovato connessioni con quello degli esemplari raccolti nella Cava S.T.R., per cui ritengo lecito supporre che il suo rinvenimento nello strato sia in qualche modo connesso con la presenza umana nell'area.

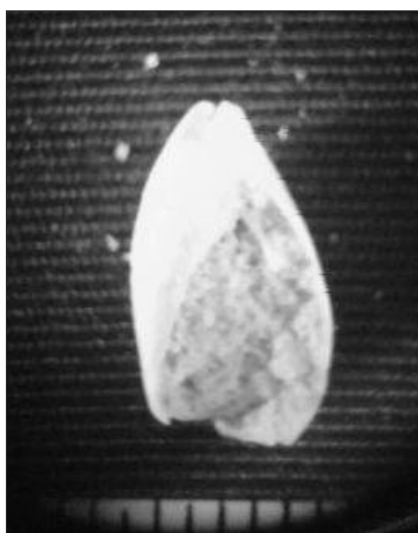


Foto 18 - *OXILOMA ELEGANS* (RISSO 1826)

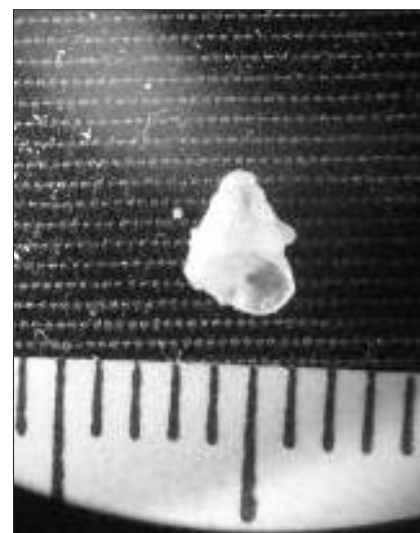


Foto 19 - *COCHLICELLA BARBARA* (LINNEO 1758)

Nella zona superiore, precisamente nelle sabbie travertinose gialle sono state rinvenute nel sedimentazione della sezione le seguenti specie:

- ◊ *Anisus spirorbis* (Linneo 1758);
- ◊ *Cochlicella barbara* (Linneo 1758);
- ◊ *Oxiloma elegans* (Risso 1826);
- ◊ *Pomatia elegans* (O.F. Müller 1774).

La specie *Anisus spirorbis* (Linneo 1758) (foto 17), è da considerarsi a geonomia olopaleartica europea, le segnalazioni per l'Italia sono alquanto scarse, attendibili quelle del Veneto (Bosco di Carpenedo VE) e Friuli. Vive nei bacini lacustri e nei corsi d'acqua, predilige acque calme a bassa energia del tipo: stagni, e paludi in mezzo alla vegetazione idrofita tra le radici e le foglie della *Thipha* sp. Durante i periodi di siccità sprofonda nel limo. In Europa è conosciuta nella fascia centrale e settentrionale, dai paesi dell'Est alla fascia Atlantica, compresi Gran Bretagna ed Irlanda.

La specie *Oxiloma elegans* (Risso 1826) (foto 18), è da considerarsi a geonomia mediterranea ed Europea centro occidentale. Risulta diffusa in quasi tutta la penisola italiana, più frequente nel Veneto e Trentino Alto Adige. Vive lungo i corsi d'acqua ricchi di vegetazione e nelle pian-

te emergenti a ridosso delle rive. Talvolta è controversa la sua presenza in alcuni siti del Nord Italia, in quanto alcuni Autori sostengono che abbia raggiunto i siti nei quali è stata rinvenuta tramite trasporto passivo (mezzo aviario). Si rinviene nella fascia centrale europea, paesi dell'Est, Gran Bretagna ed Irlanda.

La specie *Cochlicella barbara* (Linneo 1758) (foto 19), è una specie tipicamente mediterranea, estende il suo areale di colonizzazione nella fascia costiera Atlantica.

CONCLUSIONI

La realizzazione di uno scavo di questa entità e la sezione in esso rappresentata è un evento assai importante, in quanto permette di formulare nuove ipotesi di lavoro sulla formazione dei travertini della Acque Albule.

L'esame della situazione rilevata nella trincea di scavo permette la costruzione di alcune ipotesi nell'ambito ambientale del bacino del Fiume Aniene durante il periodo Olocenico dei seguenti tipi:

- A) La situazione climatica durante la deposizione dei travertini, sia quelli basali che quelli superiori (testina) è

avvenuta in temperature più basse rispetto a quelle attuali.

- B) L'avvento della deposizione dei sedimenti nel deposito lacustre e del paleosuolo, sopra impostato, portano a concludere che possa essersi verificato un aumento della temperatura media, come attestano alcune specie rinvenute nei residui di lavaggio.

La collocazione degli eventi deposizionali secondo l'attuale scala cronostratigrafica della ricostruzione delle paleotemperature in Italia (Paolo Gambassini 2004) porterebbe a considerare che gli eventi sedimentari rappresentati nella sezione possano essere avvenuti in linea di massima tra: -9000 e -5000 anni fa.

Se prendiamo in considerazione che l'evento deposizionale del deposito lacustre e quello della deposizione del paleosuolo sia connesso con la fase climatica di tipo Atlantico, nel quale c'era una temperatura di circa 3 o 4 gradi più alta di quella attuale, dobbiamo concludere che gli eventi di prima e dopo tale periodo siano avvenuti ad una temperatura più bassa dell'attuale. La conferma di ciò è attestata dalla presenza nel sedimento formato da sabbia travertinosa delle specie *Anisus spirorbis* (Linneo 1758); e *Oxiloma elegans* (Risso 1826), specie queste relegate all'Europa continentale centrale, la cui temperatura oggi è assai più bassa rispetto alla nostra attuale.

La presenza della specie *Pseudoamnicola conovula* (Von Frauenfeld 1863), attesterebbe una fase climatica di tipo Boreale con temperature rispetto a quella attuale inferiori di circa 2°C.

La conferma di quanto detto proviene dalla presenza della foglia di *Fagus sylvatica* (Linneo 1758), (Faggio) nel banco di travertino. L'areale del faggio attualmente si estende in Europa dalla Spagna al Mar Nero, in latitudine, dalla Sicilia alla Norvegia. Si spinge fino alla quota di circa 2000 metri sopra il livello del mare, e, non scende al disotto dei 600/700 metri, nelle Alpi. La specie predilige il clima temperato. La differenza attuale di temperatura tra la quota di 600/700 metri SLM e quella del Bacino delle Acque Albule ci fornisce un primo dato sulla differenza di temperatura che esisteva in quel periodo.

Per quanto riguarda il contesto geologico relativo alla disposizione degli strati di travertino nella sezione essi rappresentano considerazioni diacroniche che non danno luogo a correlazioni di significato strettamente cronostratigrafico, ma che permettono di avanzare ipotesi sull'evoluzione dei bacini sedimentari durante il periodo olocenico, connessi con gli eventi climatologici e morfologici dell'area.

Ringraziamenti

La realizzazione di questo lavoro è stata possibile grazie alla massima disponibilità e sensibilità dalle persone qui di seguito elencate.

In particolare ringrazio il dott. Stefano Terranova ed il rag. Bartolomeo Terranova per l'autorizzazione concessami all'accesso in cantiere, il Geometra Giuseppe Masi per

la disponibilità offertami durante la raccolta dei campioni, e tutte le maestranze edili che hanno contribuito a far sì che tutto quanto ciò avvenisse nella massima sicurezza.

Un altro ringraziamento particolare lo devo al dott. E. Moscetti per le notizie fornitemi su alcuni siti dell'Età del Bronzo presenti nell'area.

BIBLIOGRAFIA

- BASILI R., 1999 - *La componente verticale della tettonica plio-quadernaria nell'Appennino Centrale*. Tesi di dottorato, Università La Sapienza di Roma, 108 pp.
- BONI C., BONO P., CAPELLI G., 1986 - *Schema Idrogeologico dell'Italia centrale*. Memorie della Società Geologica Italiana. 35, 991-1012.
- CIPRIANI N., MALESANI P.G., VANNUCCI S., 1977 - *I travertini dell'Italia centrale*. Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, 98, 85-115.
- DE GIULI C., FICCARELLI G., MAZZA P., TORRE D., 1983 - *Confronto tra le successioni marine e continentali del Pliocene e Pleistocene inferiore in Italia e nell'area mediterranea*. Bollettino della Società Paleontologica Italiana, 22 (3), 323-328.
- DE RITA D., FUNICIELLO M., PAROTTO M., 1988 - Carta Geologica del complesso vulcanico dei Colli Albani.
- ESU D., GIROTTI O., 1974 - *La malacofauna continentale del Plio-Pleistocene dell'Italia centrale I*. Paleontologia. Geologica Romana 13: 203-293, 136 f., Roma.
- FACCENNA C., FUNICIELLO R., MONTONE P., PAROTTO M., VOLTAGGIO M., 1994 - *Late Pleistocene strike-slip tectonics in the Acque Albule Basin (Tivoli, Latium)*. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia 49: 37-50.
- GAMBASSINI P., MORONI A., 2004 - *32nd International Geological Congress Florence - Italy*. Climex Maps Explanatory Notes. ENEA. A cura di F. Antonioli e G.B. Vai. Bologna 2004.
- MALESANI P.G., VANNUCCI S., 1975 - *Precipitazione di calcite o aragonite delle acque termominerali in relazione alla genesi e all'evoluzione dei travertini*. Rendiconti Accademia Nazionale dei Lincei Cl. Scienze Matematiche Fisiche e Naturali, 58, 761-776.
- MAXIA C., 1950 a - *Un interessante sondaggio nel travertino di Bagni di Tivoli (Acque Albule, fra Tivoli e Roma)*, Contributi di Scienze Geologiche, Suppl. Ric. SC 20-22, Università di Roma.
- OROMBELLI G. e RAVAZZI C., 1996 - *The late glacial and early Holocene: chronology and paleoclimate*. Il Quaternario - Italian Journal of Quaternary Sciences, vol. 9 (2), 439-444.
- PENTECOST A., TORTORA P., 1989 - *Bagni di Tivoli, Lazio: a modern-depositing site and its associated microorganisms*, Bollettino della Società Geologica Italiana. 108, 315-324.
- PORTER S.C. 1981 - *Glaciological evidence of Holocene climate change*. In: Climate and History (Wigley T.M.L. et alii, eds.), 148-179, Cambridge University Press, Cambridge.