

DANIELE GIANOLLA¹, ORESTE CAVALLO², EDOARDO MARTINETTO³

I MOLLUSCHI PLEISTOCENICI DELLA ROCCA DEL CAMPIONE (CHERASCO, CN) NEL QUADRO DELL'EVOLUZIONE GEOLOGICA E PALEOAMBIENTALE DEL FIUME TANARO

RIASSUNTO – Nell'affioramento quaternario di Rocca del Campione, situato nel comune di Cherasco (CN), si osservano depositi continentali sabbioso-ghiaiosi in strati suborizzontali, discordanti rispetto alla successione messiniana sottostante. Il deposito è potente circa 10 metri e si trova circa 40 metri al di sopra del livello attuale del fiume Tanaro, che lo ha inciso abbondantemente, risparmiandone soltanto un limitato lembo. I resti paleontologici, soprattutto malacologici, della sezione sono stati studiati per ricostruire l'evoluzione ambientale dell'area durante il Pleistocene, anche alla luce degli studi pregressi. Alcuni componenti della malacofauna, come *Discus perspectivus* (von Mühlfeldt) o *Helicodonta angigyra* (Rossmässler), sono riconducibili ad un clima temperato-caldo e umido, ma si rinvencono in frequenze minori rispetto alle specie meno termofile, come *Succinea oblonga* Draparnaud o *Galba truncatula* (Müller). Tra i molluschi acquatici si segnalano specie adattate ad acque ferme o palustri, come il bivalve *Pisidium pseudosphaerium* Schlesch. Sono presenti anche specie di ambienti aperti, come *Vallonia pulchella* (Müller), ma in netta minoranza. Tra i resti di Charophyta si segnala, solo nei livelli più antichi, la specie di acque fresche poco profonde *Lychnothamnus barbatus* (Meyen). Poiché l'abbondanza relativa delle specie acquatiche di molluschi si riduce dai livelli più antichi a quelli più recenti, al contrario delle specie terrestri che aumentano in percentuale, è riconoscibile nel deposito un passaggio da un ambiente semi-sommerso da acque stagnanti ad un ambiente quasi completamente emerso. Il deposito restituisce reperti dalla particolare valenza biocronologica, come un dente M2 di arvicolide e alcune conchiglie del gasteropode *Belgrandia* cf. *B. latina* (Settepassi), che potrebbero suggerire un'età tardo

¹ Gruppo Informale di Ricerche Micropaleontologiche e Malacologiche (www.girimm.com).

E-mail: daniele.gianolla@uniroma1.it

² Museo Civico Archeologico e di Scienze Naturali "Federico Eusebio" di Alba (CN).

E-mail: museo@comune.alba.cn.it

³ Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino.

E-mail: edoardo.martinetto@unito.it

quaternaria (Pleistocene superiore?). Considerate le caratteristiche geografiche e paleogeografiche del sito, si ritiene che la successione sia stata depositata da un'ansa del Paleotano in fase di abbandono, durante un'oscillazione stadiale/interstadiale, in una pausa nell'ambito di una fase erosiva piuttosto intensa. A giudicare dai risultati ottenuti si può ipotizzare che il deposito rientri in una delle oscillazioni fresche successive all'ultimo interglaciale.

ABSTRACT – [*The Pleistocene molluscs of Rocca del Campione (Cherasco, NW Italy) in the frame of the geological and palaeoenvironmental evolution of the Tanaro River*]

In the Quaternary outcrop of Rocca del Campione located in the municipality of Cherasco, province of Cuneo, NW Italy, sandy-gravelly continental deposits in sub-horizontal layers occur, unconformably overlying a marly Messinian succession. The deposit is about 10 m thick and lays ca. 40 m above the water level of the Tanaro River, which abundantly eroded this deposit, so that a limited remain of the deposit was left behind. The palaeontological remains (mainly molluscs) have been studied with the purpose of reconstructing the palaeoenvironmental evolution during the Pleistocene, also using the information of foregoing works. Some components of the malacofauna, such *Discus perspectivus* (von Mühlfeldt) or *Helicodonta angigyra* (Rossmässler) can be attributed to a warm temperate and humid climate, yet they are found with minor frequency than those species which are less thermophilic, such as *Succinea oblonga* Draparnaud or *Galba truncatula* (Müller). Among aquatic molluscs we report species adapted to still-water or wetland condition, such as the bivalve *Pisidium pseudosphaerium* Schlesch. There are also species of open environment, such as *Vallonia pulchella* (Müller), but in definitely lower frequency. Also Charophyta occur, only in the older layers, including *Lichnothamnus barbatus* (Meyen), characteristic of shallow and cool water. The abundance of the aquatic species decreases from older to younger layers, whereas the one of terrestrial species is increasing, so that in the succession we can point out the transition from an environment covered by shallow water to another with a nearly dry soil. The deposit yielded remains with a definite biochronological indication, such as a M2 tooth of Arvicolidae and a few shell of the gastropod *Belgrandia* cf. *B. latina* (Settepassi), which point to a late Quaternary age (Late Pleistocene?). In consideration of the geographic and palaeogeographic context we believe that the deposit can result from the deposition in an ancient bed of the Tanaro River, which was going to be abandoned. This possibly occurred during a stadial/interstadial climatic oscillation, corresponding to a pause of the intense erosional activity which led to the formation of the deeply incised present Tanaro valley. Judging from the results obtained we can hypothesize that the deposit corresponds to one of the cool oscillations after the last interglacial (MIS5).

KEY-WORDS: *Continental molluscs, Palaeoenvironment, Pleistocene, Tanaro River, NW Italy.*

Scopo del lavoro

Il settore sudoccidentale del Piemonte ha subito nel corso del Quaternario una complessa evoluzione geologica e geomorfologica (Bottino *et al.*, 1994), che ha portato all'instaurarsi nell'area di numerosi e varie-

gati depositi da marini/salmastri a francamente dulcicoli. In particolare, quelli riferibili alle fasi più tarde del Quaternario (Pleistocene medio-superiore ed Olocene) sono disposti in maniera discontinua a ricoprire tutto il settore (Carraro *et al.*, 1982, 1994) e presentano difficoltà interpretative peculiari,

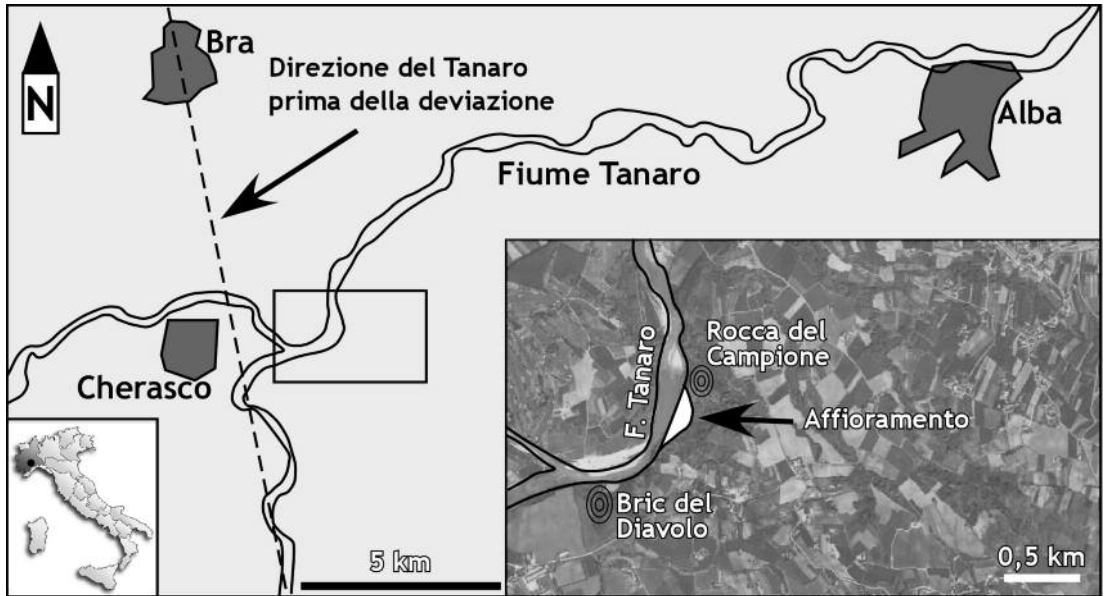


Fig. 1 – Carta schematica con l'ubicazione del sito studiato nell'immagine satellitare a destra (da GoogleEarth).

essenzialmente legate all'assenza di elementi di datazione certi. È soprattutto per quest'ultimo elemento che tali depositi non sono mai stati studiati nel dettaglio e ciò apre una forte lacuna su questo importante aspetto dell'evoluzione geo-paleontologica del Piemonte.

La successione presa in esame per il presente lavoro rientra in quei depositi tardo quaternari di cui si rinvengono pochissime – se non nulle – tracce nella letteratura. È situato sulla Rocca del Campione, nel comune di Cherasco (CN), sulla sponda destra del fiume Tanaro (quindi su quella opposta rispetto al centro abitato e situato più a valle, fig. 1). Il deposito è stato qui studiato per la litologia, la malacologia, i resti di alghe e per alcuni resti di vertebrati. Si tratta di strati suborizzontali di ambiente continentale, incisi dal fiume, discordanti rispetto al deposito messiniano evaporitico sopra cui poggiano. Cavallo & Gaudant (1987), unici a descriverlo nella letteratura, parlano di «orizzonte ghiaioso e sabbioso,

dallo spessore di circa 2,5 m, contenente ciottoli che possono raggiungere un diametro di 25 cm. Potrebbe trattarsi di sedimento fluviale deposto durante il Quaternario dal Tanaro, prima che esso iniziasse il processo di erosione che determinò l'esposizione della successione messiniana sottostante». I sedimenti, come si vedrà più avanti, sono stati messi in posto dal Paleotanaro in una fase della sua complessa evoluzione, di cui mostra i segni tanto nella litologia dei suoi depositi, quanto nell'andamento del suo corso attuale (Sacco, 1917).

Tenendo conto della mancanza di studi paleontologici sul tardo Pleistocene nell'area, nel presente lavoro si proporrà una ricostruzione paleoambientale del deposito, collocandola, per quanto possibile, nella più generale evoluzione dell'area. Inoltre si affronterà la delicata questione della datazione dei sedimenti analizzati, attraverso l'analisi dei segnali biocronologici e litostratigrafici che sono stati rinvenuti.

MATERIALI E METODI

Un preliminare, e massiccio, prelievo di materiali dal deposito è stato portato avanti dal solo O. Cavallo tra il 2005 e il 2006, con lo scopo di esplorarne il contenuto fossilifero. La trattazione dei fossili rinvenuti in questi campioni verrà affrontata separatamente, tenendo conto dei limiti metodologici. In particolare si è prestata la massima attenzione ad escludere tutti quei reperti che apparivano rimaneggiati, quindi non coevi con i livelli studiati.

La successiva, e conseguente, fase di campionamento stratigrafico è stata effettuata nel 2007 da tutti gli scriventi. Sono state prese in esame quattro sezioni, di cui tre, denominate Bassa, Media ed Alta (dalla più antica alla più recente), con uno scarso dettaglio stratigrafico. Da ciascuna di queste sezioni è stato prelevato un campione del peso di circa 2 kg. Da tali campioni proviene la maggior parte dei fossili analizzati in questo studio. Lo scopo di un campionamento così grossolano è stato di rilevare le grandi modificazioni ambientali che hanno influenzato il deposito nel tempo. Un dettaglio stratigrafico più rifinito è stato cercato nella quarta sezione denominata Ciottoli, dalla quale sono stati prelevati sei campioni (denominati da Ciottoli 1 a Ciottoli 6), distinti per livello (la colonna stratigrafica è rappresentata in fig. 2). A seconda delle possibilità di campionamento e della potenza dei livelli, il peso dei campioni non ha superato il chilogrammo, oscillando fra 0,3 e 1,0 kg circa. Purtroppo la quantità di fossili rinvenuti in questa sezione è stata piuttosto esigua (pochi esemplari, frammentati).

I materiali sono stati trattati presso il laboratorio di sedimentologia della Sapienza Università di Roma, con la procedura standard per i molluschi continentali. Ciascun campione è stato lasciato a bagno in perossido di idrogeno a 25 vol per qualche giorno, poi separato per via umida attraverso una pila di

due setacci a maglie di 2 e 0,09 mm, in modo da conservare la componente fine del sedimento e separarla da quella più grossolana. Il materiale è stato infine asciugato in forno ventilato a circa 70 °C per qualche giorno. Il *picking* è stato compiuto attraverso uno stereomicroscopio a 40 e 120 ingrandimenti.

I molluschi rinvenuti sono stati identificati con l'utilizzo di guide specifiche: Girod *et al.* (1980) e Giusti & Pezzoli (1980), per i gasteropodi di ambiente dulcicolo; Castagnolo *et al.* (1980), per i bivalvi; Kerney & Cameron (1979) e Kerney *et al.* (1983), per i molluschi terrestri. Per le questioni più complesse si è reso necessario un confronto con altri esperti e lo studio di letteratura specifica (Settepassi & Verdel, 1965; Gliozzi *et al.*, 1997; Gittenberger *et al.*, 1998; Falniowski & Szarowska, 2011; Sanko *et al.*, 2011). Il significato ecologico di ciascuna specie è sintetizzato nelle sigle ecologiche di Ložek (1964), riportate in tab. 1. Per il riconoscimento delle Charophyta si è utilizzato il manuale di Pascher (1997); per il loro significato si è ricorso alle indicazioni presenti nella letteratura specifica (Soulié-Märsche, 1973, 2002; Bhatia *et al.*, 1998).

Inquadramento geografico

Il Tanaro nasce ai piedi del monte Saccarello, all'estremità meridionale del Piemonte (al confine con la Liguria e la Francia), dalla confluenza di due torrenti, il Tanarello e il Negrone. Nella sua prima fase, il fiume decorre da ovest ad est, lungo una valle longitudinale, ma dopo circa venti chilometri, piega verso nord. Dopo altri 10 km, presso l'abitato di Ceva (CN), sbocca dalle valli alpine perdendo il suo carattere torrentizio ed iniziando ad assumere carattere di fiume vero e proprio. Il corso procede verso nord fino alla zona delle Langhe, dove piega verso ovest. Attraverso le colline, il tracciato del corso d'acqua subisce alcune deviazioni

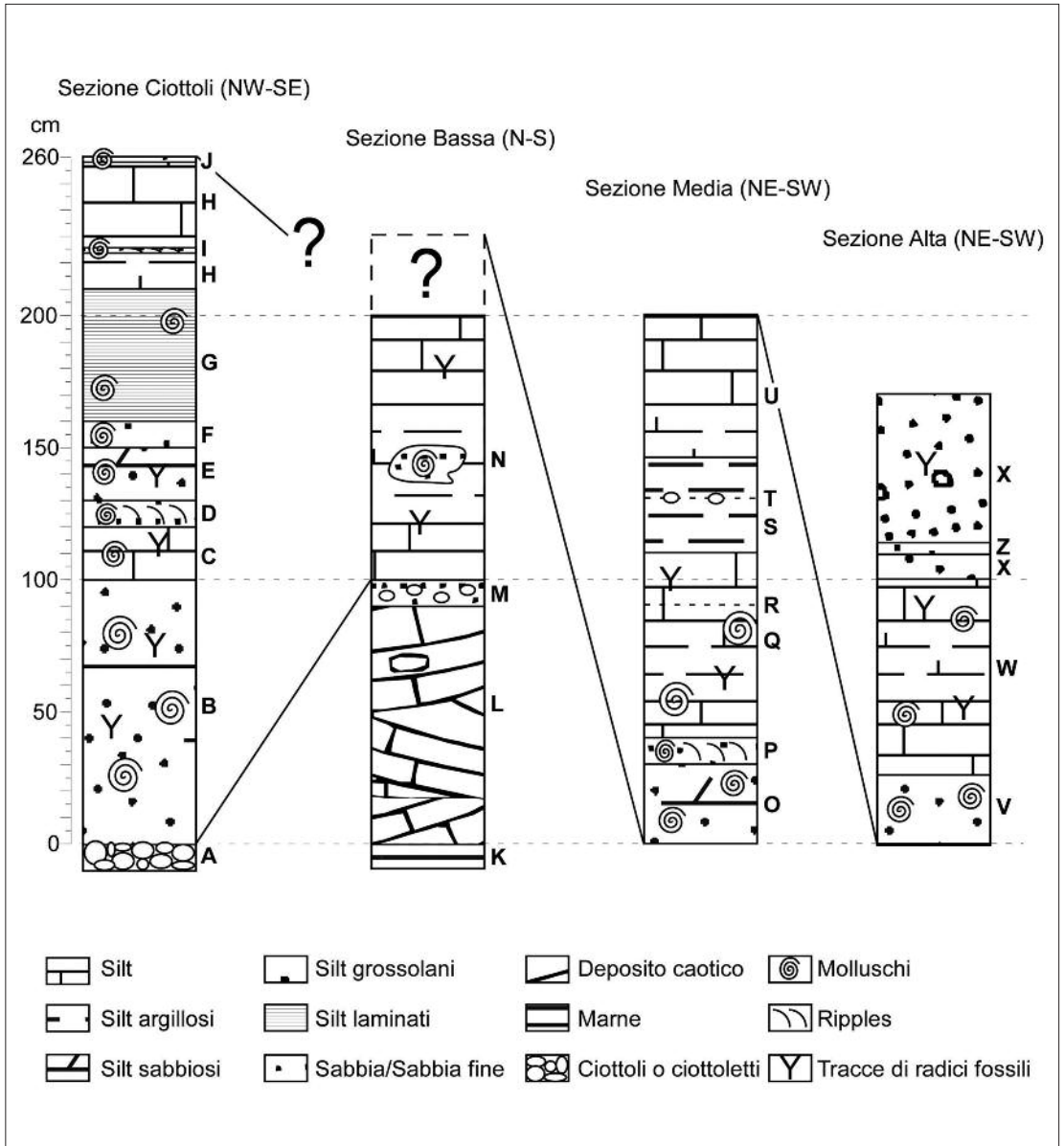


Fig. 2 – Colonnine stratigrafiche delle sezioni studiate. Legenda: **A.** Ciottoli di canale fluviale (margine di alveo); **B.** Silt sabbiosi con molluschi continentali (*mc*) e tracce di radici fossili (*trf*); **C.** Silt con *mc* e *trf*; **D.** Sabbie con *mc* e ripple centimetrici con immersione verso Ovest; **E.** Silt e silt sabbiosi; **F.** Sabbie a *mc*; **G.** Silt sabbiosi laminati con *mc*; **H.** Silt sabbiosi non laminati; **I.** Sabbie a *mc* con ripple centimetrici; **J.** Sabbie ad *Oxyloma*; **K.** Marne laminate marine del Messiniano; **L.** Deposito residuale; **M.** Sabbie ciottolose di canale (fondo di alveo); **N.** Silt con sporadici *mc*, *trf* e lenti sabbiose a *mc*; **O.** Silt con livelletti sabbiosi a *mc*; **P.** Sabbie a *mc* con ripple centimetrici (correlabile con I? J?); **Q.** Silt più o meno grossolani con tracce di *mc* e – forse – *trf*; **R.** Livelletto di sabbia contenuto in Q; **S.** Silt argillosi; **T.** Livello con ciottoletti sporadici contenuto in S; **U.** Silt più o meno grossolani; **V.** Silt sabbiosi a *mc*; **W.** Silt più o meno grossolani con *trf* e – forse – *mc*; **X.** Silt grossolani; **Z.** Sabbie fini.

rivolgendosi prima ad ovest e poi nuovamente a nord. Giunto a Cherasco (CN), infine, il fiume «piega bruscamente ad est di Bra per poi attraversare l'intera area delle Langhe e le colline del Monferrato» (Carraro *et al.*, 1982). Dopo questa importante deviazione, il fiume si unisce con la Stura di Demonte, suo principale tributario di sinistra. Da qui in poi il Tanaro cambia aspetto, la sua valle diviene molto ampia e il suo letto si allarga notevolmente, diramandosi talvolta in vari bracci secondari. Dopo circa 60-70 km di meandri nelle zone più pianeggianti, in direzione nord-est, il Tanaro sfocia nel Po, all'altezza del comune di Alluvioni Cambiò (AL).

Studi pregressi

I primi studi geografico-morfologici compiuti sull'area risalgono all'inizio della seconda metà del XIX secolo, con il lavoro di Gastaldi (1866). Tra la fine del XIX secolo e l'inizio del XX si registrano alcuni studi geologici e paleontologici compiuti sull'area ad opera di Sacco (1884, 1889-90, 1917), che descrive nel dettaglio l'evoluzione paleoambientale del Piemonte. In particolare, molto precisa è la ricostruzione delle modificazioni che ha subito il reticolo idrografico dell'alta Valle Padana (ivi compreso il bacino del Tanaro) tra Pliocene ed Olocene. Grazie al progetto cartografico d'Italia degli ultimi anni '60, gli studi geologici sono proseguiti ampliando e completando l'informazione presente nell'opera di Sacco (Carraro *et al.*, 1969), che pure continua ad essere riferimento costante per tutti gli studi sul Cenozoico piemontese. Gli studi sul Plio-Quaternario del Piemonte sudoccidentale sono stati portati avanti per tutti gli anni successivi, ad opera di diversi autori che si sono occupati sia dei depositi superficiali (Biancotti, 1979; Bottino *et al.*, 1994; Doglione *et al.*, 2011), sia di quelli profondi (Cavalli & Vigna, 1995). Gli

autori sono riusciti a distinguere le diverse fasi di deposizione quaternaria, mappando e cercando di datare le diverse unità. La loro attenzione si è concentrata sulle unità fino al Pleistocene medio, con meno riguardo al Pleistocene superiore. Un complesso, per quanto esile, lavoro di sintesi dei lavori allora disponibili è quello effettuato da Carraro *et al.* (1982), i quali affrontano le problematiche dell'evoluzione dell'area tra Pleistocene superiore ed Olocene. Il lavoro viene completato qualche anno dopo da Carraro *et al.* (1994).

Poiché, infine, la pianura piemontese rappresenta un bacino idrogeologico di notevole potenzialità, i cui acquiferi sono intensamente sfruttati fino ad una profondità di 250 m (Clemente *et al.*, 2008), negli anni più recenti si sono susseguiti diversi studi volti a comprendere l'organizzazione degli acquiferi profondi, per individuare eventuali differenziazioni della circolazione idrica sotterranea, anche in assenza di separazioni idrauliche apprezzabili dal punto di vista litostratigrafico (Bove *et al.*, 2005; Albanese *et al.*, 2008). Questo ha permesso di migliorare ampiamente lo stato delle conoscenze sui rapporti stratigrafici tra depositi profondi ed affioramenti in superficie.

Evoluzione geologica dell'area

Per l'area in esame, Bottino *et al.* (1994) suddividono i depositi in tre unità stratigrafico-deposizionali, di cui la prima (la più antica) è riferita al Pliocene ("Astiano" e "Piacenziano"), la seconda al Pliocene-Pleistocene inferiore ("Villafranchiano") e la terza (più recente), «composta da tre sub-unità principali [...] dovrebbe avere un'età compresa tra il Pleistocene medio e l'Olocene». L'unità III è caratterizzata da numerose superfici di discontinuità, legate alla sua complessa evoluzione.

Seguendo la ricostruzione di Clemente *et al.* (2008), a partire dalla base del Pliocene assistiamo all'inizio di una fase regressiva di deposizione marina, controllata a grande scala dal sollevamento dei margini dei precedenti bacini e da una contemporanea subsidenza nei settori depocentrali. A seguire, gli autori parlano della deposizione di un prisma sedimentario progradante, costituito da depositi marini, marginali e profondi, e subordinatamente continentali, sviluppatosi durante tutto il Pliocene. Solo in una fase avanzata della progradazione ("Villafranchiano") si iniziano a riconoscere depositi riconducibili a veri e propri bacini fluvio-lacustri, caratterizzati da gasteropodi di acqua dolce e ricche mammalofaune (Carraro *et al.*, 1969; Esu *et al.*, 1993; Cavalli & Vigna, 1995; Ciangherotti *et al.*, 2007).

Seguendo la dettagliata ricostruzione dell'evoluzione della valle del Paleotanaro effettuata da Sacco (1884; 1889-90; 1917), nel Pleistocene inferiore i corsi d'acqua della bassa Valle Padana, che sboccavano dalle valli alpine, erano coalescenti in un unico grande delta, orientato da sud a nord, e formavano «un'unica immensa fiumana che occupava tutta la Valle Padana» (Sacco, 1917). Terminata questa fase, l'area è risalita lentamente, causando, in un primo momento, la diminuzione della potenza dei corsi d'acqua, che si sono impaludati, occupando vaste aree con acque stagnanti e depositi limosi. Successivamente, nel Pleistocene medio si sono formate ampie zone pianeggianti ciottoloso-melmoze, in cui i letti dei fiumi sono andati gradualmente strutturandosi, a partire dalle valli alpine fino alla foce. La piana alluvionale del Tanaro è passata in questa fase da ampiezze di oltre una decina di km nella prima metà del Pleistocene, agli attuali 3-4 km (Sacco, 1884, 1917). Tale strutturazione, insieme al sollevamento dell'area, ha causato un aumento della capacità erosiva dei corsi d'acqua, che lentamente hanno trasformato le

pianure in altipiani. L'incisione ed il modellamento dei depositi hanno formato gradualmente vari ripiani e terrazzamenti, riferibili alle diverse fasi erosive del Pleistocene. In quest'area, infatti, «direttamente o indirettamente tributaria del Tanaro», si sono instaurati almeno quattro ordini di terrazzi, posti a quote diverse e ricoperti da suoli con grado di evoluzione decrescente (Biancotti, 1979). L'insieme dei depositi formati in questa fase francamente fluviale è denominato da Carraro *et al.* (1982, 1994) Complesso A ed è riferito al tardo Pleistocene medio.

Nel Pleistocene superiore, i corsi d'acqua tributari dell'area alessandrina iniziavano ad erodere intensamente i friabili depositi del Bacino Terziario Piemontese, spostando verso SW i propri letti per erosione regressiva di testata. In questo modo, a cavallo tra Pleistocene superiore ed Olocene avveniva un importante evento di deviazione (cattura?) del Tanaro, all'altezza di Cherasco (Gastaldi, 1866; Sacco, 1917; Carraro *et al.*, 1982, 1994): il fiume è passato da un'orientazione SSE-NNW, riconoscibile nella valle che si diparte da Bra a Carmagnola, all'attuale orientazione SW-NE, «trasformando enormemente il regime idrografico dell'alta Valle Padana» (Sacco, 1917). I depositi formati in seguito alla nuova strutturazione dei corsi prende il nome di Complesso B (Carraro *et al.*, 1982, 1994).

È una breve fase erosiva che ha segnato il passaggio all'Olocene (Sacco, 1917), periodo durante il quale si registrano nell'area successioni a carattere da aggradante a progradante, che costituiscono il definitivo riempimento degli antichi bacini marini pliocenici (Clemente *et al.*, 2008). Dopo il graduale colmamento di tali bacini, si osserva un cambio radicale delle condizioni di sedimentazione, con il prevalere di depositi ghiaiosi. Diventano anche molto abbondanti i depositi di löss nell'area in esame, sui quali si sono sviluppati paleosuoli ad intensa ferrettizzazione (Carraro *et al.*, 1969, 1994).

L'attuale assetto litostratigrafico e idrogeologico della pianura piemontese è stato schematizzato da Albanese *et al.* (2008) (fig. 3), nella cui descrizione si riconoscono le unità sedimentarie descritte da Bottino *et al.* (1994) e da Cavalli & Vigna (1995). A partire dalla superficie, gli autori descrivono un primo acquifero, costituito da depositi fluviali e fluvio-glaciali grossolani del Pleistocene superiore-Olocene e sede di una falda idrica a superficie libera (unità III); al di sotto di esso è posto un complesso idrogeologico più profondo, costituito da sedimenti di ambiente transizionale tra il marino e il fluviale (deltizio, lacustre, palustre) rappresentati da un'alternanza di livelli grossolani acquiferi e livelli fini impermeabili, riferibile al "Villafranchiano" (unità II). Talvolta, laddove per motivi

strutturali il substrato marino si avvicina alla superficie della pianura, il complesso profondo è rappresentato dai sedimenti sabbiosi del Pliocene in facies astiana (unità I).

Stratigrafia e litologia

L'affioramento preso in esame nel presente studio ha, nel suo complesso, un'estensione laterale di oltre 100 m e presenta una variazione nello sviluppo verticale degli strati, che sono più sottili nella parte NE e più spessi nella parte SW. Ad un'analisi litologica appare visibile anche un gradiente granulometrico, orientato nella stessa direzione, con depositi più grossolani a NE e più fini a SW. I depositi suborizzontali riconosciuti come

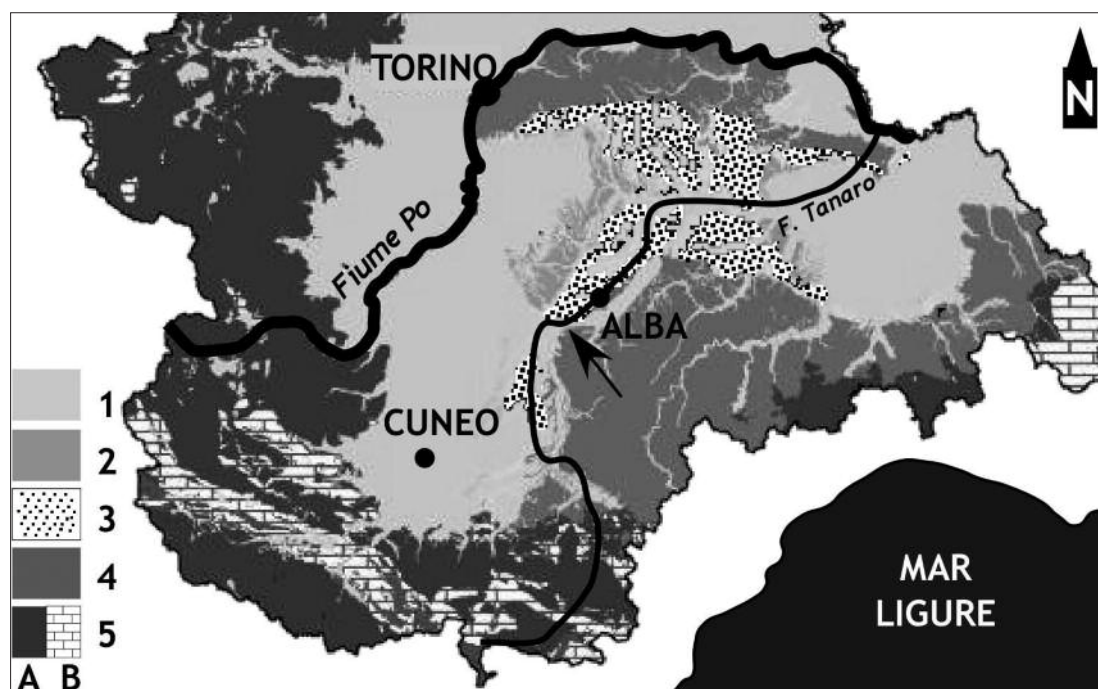


Fig. 3 - Carta geo-idrologica del Piemonte sudoccidentale, con in evidenza l'area in esame (modificato rispetto a Bove *et al.*, 2005 e Albanese *et al.*, 2008). Legenda: 1. sedimenti alluvionali grossolani del Quaternario superiore, ospitanti una falda a superficie libera; 2. sequenze del Villafranchiano, contenenti un sistema multifalदे in pressione; 3. depositi sabbiosi marini del Pliocene in facies astiana, contenenti una falda idrica in pressione; 4. depositi marini prepliocenicici, a prevalente composizione fine, impermeabili o localmente permeabili per fratturazione; 5. rocce cristalline (A) o carbonatiche (B) impermeabili o poco permeabili per fessurazione.

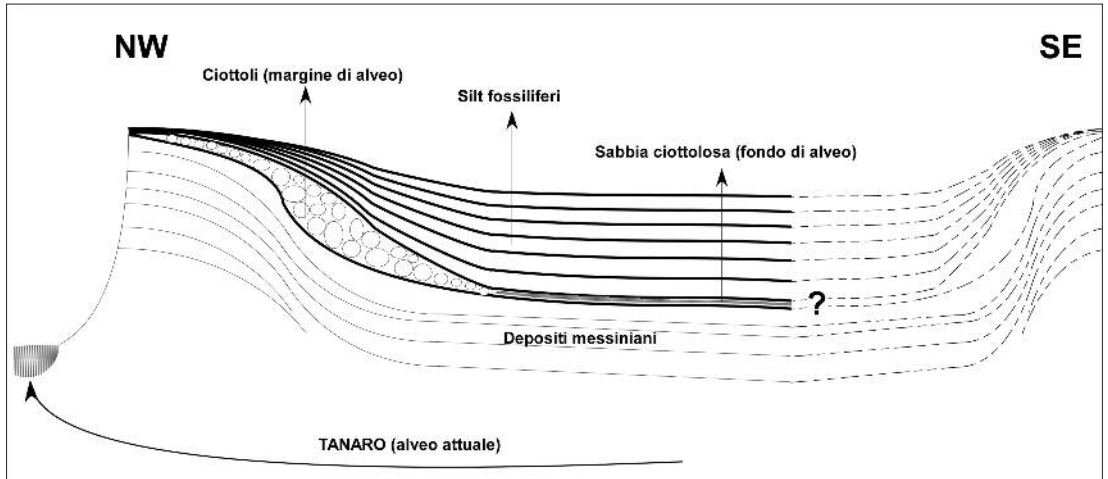


Fig. 4 - Schema dell'affioramento della Rocca del Campione di Cherasco. In tratteggio le parti non affioranti.

quaternari poggiano in discordanza angolare su depositi messiniani, fortemente deformati (studiati da Sturani, 1975; Gaudant, 1979; Cavallo & Gaudant, 1987; Gaudant & Cavallo, 2008). Al contatto tra i due depositi è visibile uno strato di deposito residuale potente circa un metro, presumibilmente legato all'accumulo di materiale grossolano alla base di un canale fluviale.

Le sezioni Bassa, Media e Alta (v. *Materiali e metodi*) sono molto ravvicinate l'una all'altra nella parte SW dell'affioramento e facilmente correlabili tra loro (in realtà possono essere considerate appartenenti alla stessa sezione, con un'ampia estensione orizzontale), mentre la sezione Ciottoli è separata di circa 20 m a NE dal gruppo delle altre. Tale distanza è sufficiente ad apprezzare le variazioni laterali degli strati (fig. 4). In totale la successione affiorante ha una potenza di circa 10 metri e si trova circa 40 metri al di sopra dell'attuale livello del fiume.

Le tre sezioni a SW presentano le seguenti caratteristiche:

- sezione Bassa (fig. 5): è potente circa due metri e include i livelli più antichi del deposito. Dalla base a circa la metà della

sezione sono visibili i livelli messiniani, con il contatto tra il deposito residuale e quello quaternario, costituito da silt grossolani, non laminati, intervallati da lenti di sabbie fini, contenenti resti frammentari di molluschi e radici fossili. Alla base dei depositi siltosi, a contatto con i depositi residuali, vi è un livello di sabbie ciottolose, interpretato come un accumulo di materiale grossolano alla base di un paleoalveo fluviale;



Fig. 5 - La sezione Bassa al momento dei campionamenti (D. Gianolla nell'immagine).

– sezione Media: è una sezione potente circa due metri, visibile sulla stessa parete della sezione Bassa, orientata parallelamente al fiume (SW-NE). La continuità con i livelli della sezione Bassa non è apprezzabile, poiché alcuni livelli sono obliterati da depositi colluviali recenti; tuttavia la vicinanza delle due sezioni non lascia dubbi circa la correlazione. Si tratta di un deposito con livelli prevalentemente siltosi, intervallati da livelli sabbiosi e ciottolosi. I resti fossili visibili non sono infrequenti: molluschi (essenzialmente nei livelli più antichi) e sporadiche tracce di radici fossili;

– sezione Alta: si trova su una parete differente dalle due precedenti, orientata perpendicolarmente al fiume (SE-NW); tuttavia è stato sufficiente rimuovere parti di colluvium per riconoscere alla base della sezione Alta gli stessi depositi siltosi visibili alla sommità della sezione Media, che hanno permesso una facile correlazione, che pone la sezione Alta nella stessa successione delle altre due. I depositi sono ancora in prevalenza siltosi giallastri, con tracce di percolamento di sedimento grigiastro. Nella parte inferiore della sezione, in corrispondenza dei livelli siltosi più fini, sono visibili ad occhio nudo resti di molluschi fossili. Nella parte superiore della sezione, costituita da depositi più grossolani (silt o sabbie fini), non si sono osservati molluschi. Un sottile livello di sabbie, visibile tra i livelli appena descritti, potrebbe fare da marker attraverso le sezioni, se si riuscisse a comprendere meglio la stratigrafia del deposito. Ad ogni modo l'assenza di fossili al suo interno ne limita l'utilizzo in tal senso;

– sezione Ciottoli (fig. 6): orientata parallelamente al fiume (SW-NE), affiora in una posizione diversa rispetto alle altre due. Vi si riconoscono livelli variegati, prevalentemente siltosi. I rapporti stratigrafici con le altre sezioni non sono chiari. L'unico punto di correlazione che è possibile riconoscere è il livello basale, costituito da ciottoli decimetri-

ci molto smussati, a contatto con i depositi messiniani, che è correlabile con lo strato sabbioso alla base della sezione Bassa.

Tutto il deposito è costituito prevalentemente da sedimenti siltosi, da fini a sabbiosi, sporadicamente intervallati da livelli o lenti di sabbia vera e propria, più o meno fine, e talvolta intervallati da livelli ciottolosi. La litologia e la giacitura degli strati permettono di interpretare il deposito come fluviale. In generale, la grande abbondanza di ossidi di ferro dà a tutto il deposito un colore giallo ocra con alcuni livelli tendenti al rossiccio; il percolamento di acque riducenti dal suolo sovrastante, tuttavia, ha causato il formarsi di alcune “gocce” grigie (*glay*) ben visibili negli affioramenti appena rimosso lo strato più superficiale di colluvium. Le percolazioni dal suolo recente sono anche favorite dalla fitta presenza di tracce di radici, in parte fossili, in parte infiltrate nel sedimento.

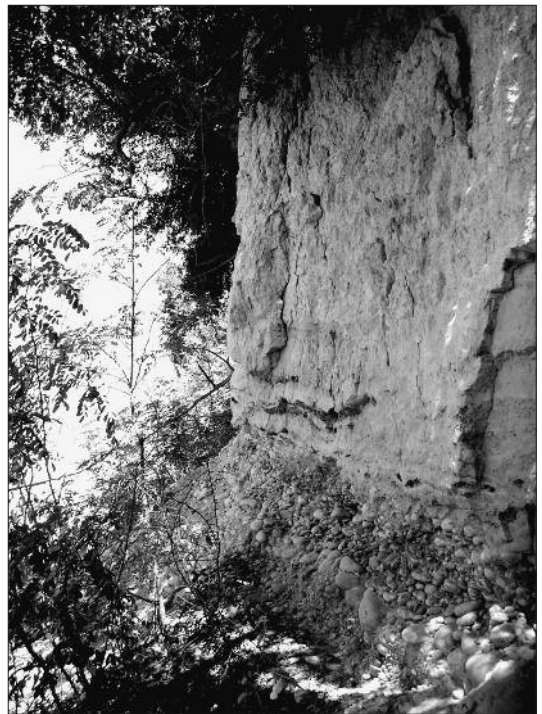


Fig. 6 - La sezione Ciottoli, in cui è ben visibile il livello ciottoloso basale.

La litologia dei vari livelli appare piuttosto omogenea, con deboli modificazioni nella granulometria tra un livello ed un altro. Questo rende molto difficile la correlazione tra sezioni diverse, anche se distanti solo poche decine di metri. La correlazione è stata possibile solo tra le sezioni a SW (Bassa, Media ed Alta), perché molto ravvicinate. Tra i livelli della sezione Ciottoli è presente uno strato di sabbie a molluschi, in cui sono visibili numerosi *ripple*, centimetrici o decimetrici, con immersione verso ovest. Uno strato analogo è riconoscibile anche alla base della sezione Media, ma in un contesto fluviale una correlazione tra i due sarebbe molto azzardata, solo su base litologica. Purtroppo, i pochi frammenti di fossili rinvenuti nei livelli sabbiosi di entrambe le sezioni non offrono molti appigli per confermare o smentire la correlazione. Da un punto di vista paleoambientale, i livelli sabbiosi a molluschi sono interpretabili come un momento in cui la corrente del fiume si è intensificata, depositando sedimenti più grossolani, e lasciando traccia del suo movimento.

L'unico deposito correlabile tra la sezione Ciottoli e le sezioni a SW (Bassa, Media ed Alta) è lo strato ciottoloso residuale che segna l'inizio della deposizione quaternaria; esso poggia direttamente su di un deposito



Fig. 7 - Un dettaglio del livello N della sezione Bassa.

caotico dovuto al rimescolamento della parte superficiale dei livelli messiniani. Seguendo il gradiente granulometrico sopracitato, è possibile osservare come la parte basale del deposito residuale sia costituita di ciottoli grossolani (presumibilmente margine di canale) nella parte a NE (sezione Ciottoli), mentre a SW sia costituita solo di sabbie ciottolose molto grossolane (fondo di canale). In questo modo, la forma degli strati disegna piuttosto chiaramente la sezione di un alveo tagliato trasversalmente (fig 4).

PALEONTOLOGIA

In generale la diversità di molluschi rinvenuti si è rivelata piuttosto ampia. Tra i fossili dulcicoli e terrestri che si rinvergono sono anche presenti alcuni frammenti di organismi marini rimaneggiati (foraminiferi, resti di crostacei e di echinidi): probabilmente si tratta di organismi pliocenici, provenienti dai livelli marini erosi dal fiume più a monte. Un'analisi approfondita delle faune plioceniche (non inserita nel presente lavoro) potrebbe aiutare nella ricostruzione dell'evoluzione che il corso del fiume ha compiuto nel tempo, soprattutto considerati i vari lavori ancora in corso sui foraminiferi piemontesi del Pliocene (Violanti, 2005 e riferimenti ivi citati).

Il materiale malacologico si presenta generalmente in discrete condizioni di conservazione, considerato che si trovano anche resti di nicchi molto sottili, quali quelli dei generi *Oxyloma* e *Succinea*, o nicchi molto piccoli, come *Anisus* o *Belgrandia*; nessun esemplare riporta evidenti tracce di un intenso trasporto: la maggior parte dei frammenti rinvenuti è riconoscibile almeno a livello generico.

Accanto ai molluschi si sono rinvenute anche alcune oosfere di Characeae, riconoscibili anch'esse almeno a livello generico. Per il riconoscimento dei resti di vertebrati ci si è avvalsi della gentile consulenza di T. Kotsakis.

Sezione Bassa

Il campione per la malacologia proviene dal livello N (figg. 2, 7). Un altro piccolo campione è stato prelevato dal livello M, ma è risultato sterile dal punto di vista dei fossili. In questa sezione (livello N) si sono rinvenuti 16 taxa (tab. 2): *Belgrandia* cf. *B. latina* (Settepassi), *Carychium minimum* Müller, *Carychium tridentatum* (Risso), *Galba truncatula* (Müller), *Anisus spirorbis* (Linnaeus), *Gyraulus crista* (Linnaeus), *Oxyloma elegans* (Risso), *Vallonia pulchella* (Müller), *Discus perspectivus* (von Mühlfeld), *Macrogastera* sp., *Vitrea* sp., Zonitidae indet., Limacidae indet., *Euconulus* sp., Helicidae indet., *Pisidium pseudosphaerium* Schlesch. Tra gli altri rinvenimenti si segnalano le tredici oosfere di Characea, attribuite alla specie *Lychnothamnus barbatus* (Meyen).

I molluschi recuperati sono in buono stato di conservazione ed abbondanti. L'associazione rinvenuta è caratterizzata da una forte presenza di specie terrestri, accanto ai molluschi acquatici, comunque presenti in gran numero (figg. 8, 9). In questa associazione costituiscono un'ampia percentuale (circa il 40%) le specie legate ad ambienti palustri, sia tra le specie acquatiche (*A. spirorbis*, *P. pseudosphaerium*) che tra quelle terrestri (*O. elegans*, *C. minimum*). Si registra anche la presenza di elementi di acque genericamente stagnanti (*G. crista*), ma soprattutto una grande abbondanza di *G. truncatula*, specie che può vivere in una vasta varietà di ambienti legati alle acque ferme (Ložek, 1964), con possibilità di sopravvivere a periodi di emersione più o meno lunghi (Girod *et al.*, 1980; Gittenberger *et al.*, 1998). La presenza della specie *B. cf. latina* indica un apporto da acque fresche, sorgentizie o sotterranee. Il fatto che sia stato rinvenuto un solo guscio frammentato lascia supporre che si tratti di un esemplare trasportato. Le oosfere di *L. barbatus* sono in buono stato di conservazione, lasciando supporre si tratti di materiale depositato *in situ*.

Sezione Media

Il campione per la malacologia è stato prelevato dal livello P, formato da sabbie con *ripple* e resti visibili di molluschi, forse correlabile con le sabbie dei livelli I o J della sezione Ciottoli (fig. 2). I taxa rinvenuti sono: *B. cf. latina*, *C. minimum*, *C. tridentatum*, *G. truncatula*, *A. spirorbis*, *Succinea* sp., *Oxyloma* sp., *V. pulchella*, *Vitrea* sp., Zonitidae indet., Limacidae indet., *Euconulus* sp., *Helicodonta angigyrata* (Rossmässler), Helicidae indet., *P. pseudosphaerium*. Tra i ritrovamenti algali si segnalano quattro oosfere della specie *L. barbatus* ed una identificata come *Chara* sp.

Il numero di esemplari rinvenuti (compresi quelli frammentati) è decisamente maggiore rispetto a quello della sezione Bassa. La caratterizzazione ambientale dell'associazione è leggermente differente, perché si riducono gli esemplari di specie acquatiche (comunque presenti, sia molluschi che alghe), a fronte di un aumento, relativo ed assoluto, degli esemplari di specie meno legate alla presenza di acqua (tab. 2; figg. 8, 9).

Si registra la presenza di alcuni individui particolarmente ben adattati all'ambiente emerso, mesofilo, aperto, come quelli appartenenti al genere *Euconulus*.

In questi livelli si registra la frequenza più alta di specie di acque fresche o sorgentizie (4 esemplari). Visto il loro stato di conservazione, si può ipotizzare che si tratti di esemplari trasportati. Mentre la percentuale di specie igrofile raggiunge un valore quasi doppio rispetto all'associazione della sezione Bassa (32,9%), la percentuale di specie di foresta subisce un sensibile decremento (8,6%). Anche le specie di ambiente acquatico nel complesso diminuiscono sensibilmente, raggiungendo la frequenza di 34,6%.

Sezione Alta

Il campione per la malacologia proviene dal livello V (fig. 2). Tra i molluschi si registrano i taxa *C. minimum*, *C. tridentatum*, *G. truncatula*, *Succinea oblonga* Draparnaud, *Oxyloma* sp., *Pupilla muscorum* (Linnaeus), *D. perspectivus*, *Discus ruderatus* (Férrussac), *Vitrea* sp., Zonitidae indet., Clausiliidae indet., *H. angigyra*, *P. pseudosphaerium*.

L'associazione si è rivelata piuttosto povera di esemplari (tab. 2; figg. 8, 9), tra i quali si registra una prevalenza di specie che vivono in foreste umide (*D. ruderatus*, in partico-

lare). Accanto alle specie di foresta, aumentano relativamente anche le specie igrofile (38,18%). Tra le specie più igrofile si segnala *S. oblonga*, accompagnata da alcuni esemplari di ambiente sommerso, francamente palustre, come *G. truncatula* e *P. pseudosphaerium* (20%). Accanto a specie adattate ad ambienti più temperati, come *C. tridentatum*, si rinvencono anche numerosi esemplari di specie meno termofile, come le già citate *S. oblonga* e *G. truncatula* o *P. muscorum*. I resti di Characeae scompaiono del tutto. La diversità ecologica dell'associazione è minore rispetto alle altre, il che è principalmente

Ecologia generale	
1	Specie tipicamente di bosco
5	Specie lucofobe (di ambiente aperto)
7	Specie euritecie
8	Specie legate all'umidità
9	Specie altamente igrofile
10	Specie acquatiche
Biotopo	
W	Bosco
O	Località aperte
Caratteristiche igrologiche	
M	Ambiente mesofilo
H	Ambiente igrofilo
P	Paludi e prati bagnati
Caratteristiche idrologiche e reologiche	
P	Paludi
Pp	Paludi periodiche
S	Acque ferme
Q	Acque sorgenti
Note aggiuntive	
!	Specie indicative di intervalli caldo-umidi
!!	Specie marker di intervalli caldo-umidi
+	Specie prevalentemente di löss (clima fresco/freddo)
(+)	Specie occasionalmente di löss (clima fresco/freddo)

Tab. 1 - Sigle di Ložek (1964) utilizzate nel presente lavoro.

	Sezione Alta	Sezione Media	Sezione Bassa	Ciottoli 6	Ciottoli 3	Fuori Stratigrafia	Sigla
<i>Belgrandia</i> cf. <i>latina</i>	4	1			3		10Q
<i>Carychium</i> sp.					1		1
<i>Carychium minimum</i>	3	4	2			25	9P
<i>Carychium tridentatum</i>	11	23	13			98	8H!
<i>Galba truncatula</i>	5	11	20			41	10S P Pp (+)
<i>Radix peregra</i>					1	19	10S(F)
<i>Anisus spirorbis</i>		1	2				10Pp
<i>Anisus vortex</i>						2	10SP
<i>Gyraulus crista</i>			1				10S
<i>Succinea</i> sp.		3					
<i>Succinea oblonga</i>	10					15	8H+
<i>Quickella arenaria</i>						1	8H
<i>Oxyloma</i> sp.	2	2				1	
<i>Oxyloma elegans</i>			17			13	9P
<i>Oxyloma sarsii</i>				2			9P
<i>Vertigo antivertigo</i>						1	9P
<i>Vertigo heldi</i>						1	8H
<i>Vertigo pygmaea</i>						10	5O
Pupillidae indet.						12	
<i>Pupilla muscorum</i>	1		6			8	5O +
<i>Vallonia pulchella</i>		10	6			73	5O
<i>Chondrula tridens</i>						1	5O
<i>Discus perspectivus</i>	1		3			16	1W !!
<i>Discus ruderatus</i>	10					9	1W
Zonitidae indet.	6	5	9			16	
<i>Vitrea</i> sp.	10	15	20			66	
<i>Oxychilus</i> sp.						5	
Limacidae indet.		1	6			14	
<i>Euconulus</i> sp.		3	1			12	7M +
Clausiliidae indet.	1					6	
<i>Macrogastra plicatula</i>			3			9	1W
Helicidae indet.		9	22			9	
<i>Helicodonta angigyra</i>	3	6	6			32	1W!
<i>Cepaea</i> sp.						1	
<i>Pisidium</i> sp.						1	10
<i>Pisidium</i> cf. <i>personatum</i>						37	10F Pp Q
<i>Pisidium pseudosphaerium</i>	11	8	6				10P
Totale esemplari	74	105	144	2	2	558	

Tab. 2 - Molluschi continentali rinvenuti nel deposito. Le cifre indicano il numero minimo di esemplari. A destra sono indicate le sigle ecologiche di Ložek (1964) (v. tab. 1).

dovuto all'assenza di esemplari di *B. cf. latina*, indicatrice di acque sorgenti e torrentizie.

Sezione Ciottoli

Per la malacologia sono stati prelevati sei piccoli campioni, provenienti dai livelli in cui erano visibili resti di molluschi fossili. I campioni sono stati prelevati seguendo la stratigrafia della sezione, nel tentativo di dare un supporto stratigrafico alle interpretazioni malacologiche e paleontologiche.

Seguendo la colonnina stratigrafica della fig. 2, il campione Ciottoli 1 proviene dal livello B, Ciottoli 2 dal livello D, Ciottoli 3 dal livello F, Ciottoli 4 dal livello G, Ciottoli 5 dal livello I, infine, Ciottoli 6 è un campione molto piccolo prelevato in corrispondenza delle sabbie ad *Oxyloma* del livello J.

Di questi campioni solo Ciottoli 3 e 6 hanno restituito fossili (tab. 2). Dal campione Ciottoli 3 (livello F) provengono i taxa *A. spirorbis*, *L. barbatus* (taxa acquatici, rinvenuti solo nelle sezioni Bassa e Media) e *Carychium* sp. Il campione Ciottoli 6 (livello J) ha restituito un guscio di *Oxyloma sarsii* (Esmark), specie terrestre, altamente igrofila,

il cui genere è rinvenuto solo nelle sezioni Media e Alta.

Altri campioni

Fuori stratigrafia si sono rinvenute numerose specie fossili, che è interessante menzionare anche se non possono essere utilizzate per un'analisi paleoambientale dettagliata. Il materiale proviene da blocchi siltosi franati alla base delle sezioni. Trattandosi di blocchi di grandi dimensioni, hanno restituito oltre 500 esemplari di molluschi, suddivisi in 30 taxa (tab. 2): *B. cf. latina*, *C. minimum*, *C. tridentatum*, *Carychium* sp., *G. truncatula*, *Radix peregra* (Müller), *Anisus vortex* (Linnaeus), *S. oblonga*, *Quickella arenaria* (Bouchard-Chantereaux), *O. elegans*, *Oxyloma* sp., *Vertigo antivertigo*, *Vertigo heldi*, *Vertigo pygmaea*, *Pupilla muscorum*, Pupillidae indet., *D. perspectivus*, *D. ruderatus*, *V. pulchella*, *Vitrea* sp., *Oxychilus* sp., Zonitidae indet., *Euconulus* sp., *Macrogastrea plicatula* (Draparnaud), Limacidae indet., *H. angigyra*, *Cepaea* sp., Helicidae indet., *Pisidium cf. personatum*, *Pisidium* sp.

Il contenuto è costituito prevalentemente

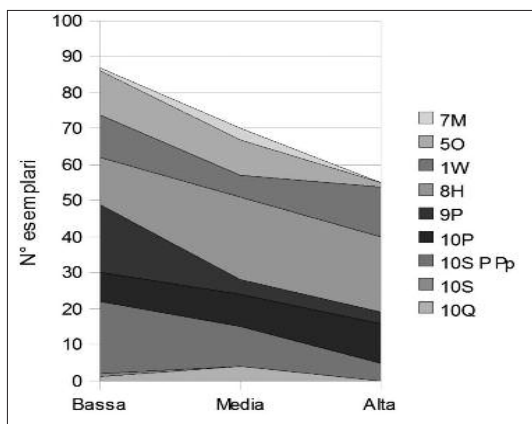


Fig. 8 - Diagramma ecologico delle abbondanze assolute per i molluschi. Nel grafico è rappresentato il numero degli esemplari delle specie significative da un punto di vista ecologico.

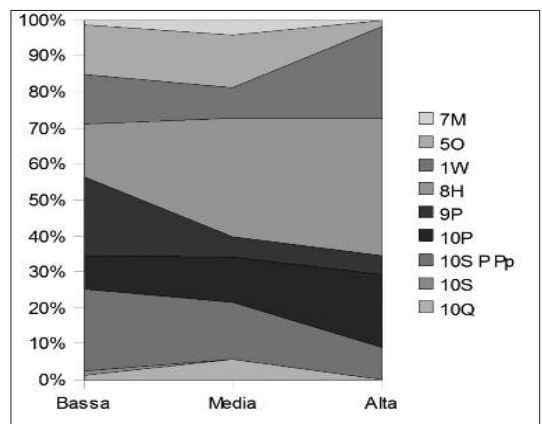


Fig. 9 - Diagramma delle abbondanze relative per i molluschi. Nel grafico è rappresentata la percentuale degli esemplari delle specie significative da un punto di vista ecologico.

da specie terrestri, ma sono stati rinvenuti anche molluschi d'acqua dolce. Trattandosi di materiale selezionato per la musealizzazione, gli elementi più deteriorati e frammentati sono stati eliminati, in favore degli esemplari meglio conservati. Tra i molluschi terrestri si segnala una forte presenza di specie adattate ad ambiente umido, come quelle della famiglia Succineidae, del genere *Carychium*, *V. antivertigo* (comune sulle foglie in putrefazione delle piante palustri: Kerney & Cameron, 1979 e Kerney *et al.*, 1983) e *V. heldi* (prati umidi e pozze). A queste si accompagnano le specie acquatiche della famiglia Limnaeidae (*Radix* e *Galba*), resistenti all'emersione (Ložek, 1964; Girod *et al.*, 1980; Gittenberger *et al.*, 1998). Anche le specie di ambienti più aperti sono ben rappresentate con i taxa *P. muscorum* e *V. pulchella*, e tra le specie di foresta si registrano diversi esemplari di *D. perspectivus*, *D. ruderatus*, *M. plicatula*, *H. angigyra*. I taxa come *V. pygmaea* o *Cepaea* sp. hanno invece una valenza ecologica più euriecia.

La presenza di tre nicchi ben conservati di *B. cf. latina* è un'ottima base per effettuare confronti di tipo sistematico che possano contribuire a migliorare la conoscenza della cronologia del deposito.

I resti di vertebrati rinvenuti nel deposito sono stati analizzati da Tassos Kotsakis e consistono di due vertebre di Colubridae, un calcagno di roditore e un dente M2 di arvicolide (comunicazione personale). Il loro aspetto e le evidenti tracce di sedimentato hanno permesso di escludere l'ipotesi che si trattasse di materiali attuali, infiltrati nella stratigrafia.

DISCUSSIONE

Sulla carta geologica dell'area (ad es. fogli Cuneo, Asti o Carmagnola) è presente in legenda la voce Fluviale Medio, riferita ad

alluvioni prevalentemente sabbioso-siltoso-argillose, con prodotti di alterazione di colore giallastro (Boni & Casnedi, 1970); tale fase potrebbe includere anche i depositi in esame ed è riferibile al Pleistocene medio-superiore. Come risulta dallo studio dei vertebrati, infatti, l'M2 di arvicolide permetterebbe di attribuire al deposito un'età post-villafranchiana (T. Kotsakis, comunicazione personale), confermando, così, le prime interpretazioni fatte su base litologica. Poiché, come visto, i reperti provengono da livelli fuori stratigrafia, non è stato possibile identificare una cronologia più precisa.

Anche gli esemplari del gasteropode *Belgrandia* cf. *B. latina* (Settepassi), rinvenuti nelle sezioni Bassa e Media, potrebbero offrire una solida base biocronologica per datare il deposito. La specie di riferimento *B. latina*, infatti, è tipica della Valle del Liri (Marine Isotope Stage-MIS 9 o MIS 7, v. Lisieki & Raymo, 2005), Pleistocene medio-superiore, ed è riconosciuta come marker dell'età a mammiferi Aureliano (Gliozzi *et al.*, 1997). I nicchi disponibili non sono molti e necessitano ancora di dettagliati confronti per essere identificati con maggior certezza. La forma generale del guscio (meglio visibile negli esemplari della sezione Media e in quelli fuori stratigrafia, che non nella sezione Bassa), i dettagli dell'ornamentazione, la forma e la posizione dell'apertura, il numero e la disposizione delle spire e la forma dell'apice suggeriscono che si tratti di una specie del genere *Belgrandia* Bourguignat, piuttosto che non del genere morfologicamente molto simile *Bythinella* Moquin-Tandon. Alcuni esemplari greci ascrivibili al genere *Bythinella*, fotografati e studiati da Falniowski & Szarowska (2011, pag. 73), tuttavia, lasciano ancora aperto il dubbio. In generale, la forma del nicchio ricorda quella della specie *Belgrandia marginata* (Michaud), rispetto alla quale, tuttavia, gli esemplari di Rocca del Campione mostrano alcune differenze, quali

una maggiore separazione tra l'apertura e l'ultimo giro, il labbro esterno dell'apertura meno pronunciato e la parete del nicchio generalmente più sottile (v. Sanko *et al.*, 2011). Queste caratteristiche la avvicinano alla specie *B. latina*, dalla quale gli esemplari di Rocca del Campione sembrano discostarsi per un nicchio meno allungato (Settepassi & Verdel, 1965). Dal confronto con gli esemplari di *B. latina* custoditi al Museo di Paleontologia della Sapienza Università di Roma, però, tale differenza sembra rientrare nell'ambito di una variabilità intraspecifica, piuttosto che interspecifica. Confrontando la descrizione originale della specie (Settepassi & Verdel, 1965), una spira più corta potrebbe rimandare alla specie francese *Bythinella cylindracea* (Paladilhe), specie attualmente vivente in acque sorgentizie. Ulteriori confronti potranno chiarire meglio la posizione sistematica degli esemplari di Rocca del Campione, quindi anche le loro implicazioni biocronologiche.

L'analisi paleoambientale degli altri dati malacologici, e paleontologici in genere, permette di ricostruire che la sequenza, prima di subire l'intensa erosione dell'attuale fiume, sia stata messa in posto da un'ansa in abbandono del Paleotanaro, successivamente alla sua deviazione (o cattura).

La presenza di depositi grossolani alla base del sedimento permette di ricostruire una fase iniziale di deposizione fluviale ad opera di un corso d'acqua maturo. La forte lacuna stratigrafica registrata tra i sedimenti messiniani e quelli pleistocenici suggerisce che questo deposito sia solo l'espressione di una breve pausa nell'ambito di una fase erosiva piuttosto intensa, che ha intaccato i depositi marini e deltizi pliocenici. L'evidenza di questo si riscontra nelle numerose tracce di organismi marini rinvenuti tra i sedimenti, evidentemente rimanggiati. Considerata la disposizione della

granulometria dei ciottoli, appare plausibile che il fiume fosse già strutturato in un letto, orientato presumibilmente verso NE in questo tratto. Tenendo per buone le suddette indicazioni di Sacco (v. *Evoluzione geologica dell'area*), la fase di strutturazione dei corsi d'acqua sarebbe da riferire al Pleistocene superiore, quindi appare plausibile (sebbene non confermato) che l'inizio della deposizione sia più recente di 130.000 anni fa.

Dopo la prima fase fluviale, comunque, la granulometria cambia piuttosto in fretta, passando a depositi più fini, siltosi, sabbiosi o argillosi. L'energia delle acque diminuisce bruscamente, strutturando nell'area un deposito di acque stagnanti o semi-stagnanti. L'abbondanza di specie di acque ferme nel record malacologico della sezione Bassa lascia pensare ad una copertura di lenti d'acqua molto estese, che rendevano paludosa l'area impiantata nell'antico letto del fiume. La presenza di tracce di radici fossili nei depositi, abbondanti in tutti i livelli, lascia supporre che la zona, dopo la fase fluviale, non si sia mai trovata in condizioni di acque profonde, ma si sia mantenuta per tutta la durata della deposizione a regime di acque basse. Anche la forte presenza di specie terrestri (più o meno igrofile) è da collegare alla presenza di ambienti emersi, dovuti anche alla vicinanza della sponda dell'antico fiume. Un altro fattore è il tasso di evaporazione che appare piuttosto alto, a giudicare dall'aspetto ossidato del sedimento e dall'abbondanza, nei pochi molluschi strettamente acquatici, di specie resistenti all'emersione (come *G. truncatula*). I resti di alghe segnalano la presenza di acque ferme, permanenti, fredde, non troppo profonde, dato che il range batimetrico di *L. barbatus* è tra i 2 e i 6 m (Soulié-Märsche, 1973, 2002; Bhatia *et al.*, 1998).

Nei livelli immediatamente più recenti, l'ambiente cambia sensibilmente. Nella sezione Media, infatti, si assiste ad una

diminuzione del numero relativo di esemplari nelle specie acquatiche in funzione di un aumento di esemplari in quelle terrestri, sia di ambiente aperto, sia di ambiente forestato. Un piccolo apporto da acque torrentizie è testimoniato dal rinvenimento di nicchi frammentati (probabilmente trasportati) di *B. cf. latina*. L'abbondanza di specie di ambiente aperto (che toccano in questi livelli l'abbondanza relativa più alta) suggerisce la vicinanza di ampie aree con vegetazione bassa (erbacea ed arbustiva), che vedremo ridursi nei livelli successivi. Diminuiscono i resti di *L. barbatus* (pur non scomparendo) e si segnala la presenza del genere *Chara*, il cui range batimetrico è generalmente più superficiale di quello di *Lychnothamnus* (Soulié-Märsche, 1973; Bhatia *et al.*, 1998; Soulié-Märsche, 2002). Probabilmente le lenti d'acqua diminuiscono di ampiezza e di profondità.

Nella sezione Alta, il numero assoluto di esemplari diminuisce, mentre, in termini relativi, si registra una ulteriore diminuzione delle specie acquatiche e, particolarmente, la scomparsa di *B. cf. latina*, specie adattata ad acque correnti. Anche le specie di ambiente aperto diminuiscono fortemente, passando da valori superiori al 14%, nei livelli più antichi, a valori

inferiori al 2%. Le specie adattate ad ambienti di foresta, al contrario, subiscono un importante aumento relativo di esemplari, evidenziando come l'ambiente sia sostanzialmente mutato. I resti di alghe scompaiono: l'ansa, a causa del sollevamento dell'area, è probabilmente ormai del tutto abbandonata, sostituita da pozze ampie e lame d'acqua poco profonde e circondate da vegetazione arborea.

Da un punto di vista climatico (fig. 10), si registra che il numero di esemplari di specie indicatrici di clima temperato fresco (sia tra i molluschi che tra le alghe) è superiore rispetto a quelli di specie termofile, tanto nella sezione Bassa quanto in quella Alta. Nei livelli della sezione Media, invece, si registra una netta prevalenza di specie di clima temperato caldo. Il risultato è un'oscillazione termica, potenzialmente collocata successivamente al MIS 7, la cui entità può essere stabilita solo in seguito ad ulteriori e più approfonditi studi paleontologici e paleoclimatici.

CONCLUSIONI

I risultati delle analisi litologiche e paleontologiche indicano che, con tutta probabilità, il deposito studiato si è formato in un'ansa del Paleotanaro, successivamente alla sua deviazione verso NE. Attraverso l'analisi dei fossili si può ricostruire l'evoluzione dell'ansa, che gradualmente viene abbandonata, lasciando lame d'acqua via via sempre meno profonde e più paludose. L'ambiente esterno evolve da una situazione in cui la copertura forestale è meno fitta, ad una vera e propria foresta umida, che compare nelle fasi conclusive del prosciugamento. Per quanto riguarda la cronologia del deposito, è possibile affermare che si è formato durante una fase tarda del Quaternario. Considerati tutti i dati fin qui analizzati, il deposito sembra avere un'età post-villafranchiana, forse aureliana e posteriore all'inizio del Pleistocene superiore (dopo il MIS 7). Essendo una fase fresca, malgrado una ben marcata oscillazione

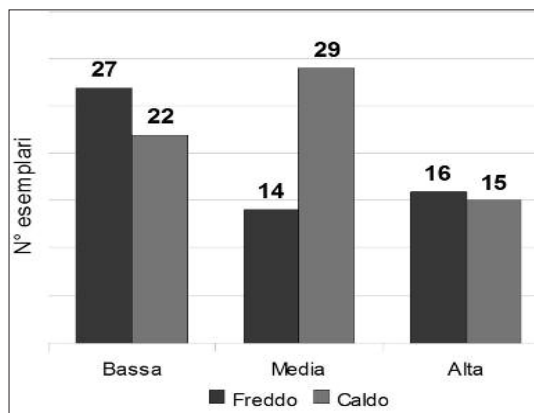


Fig. 10 - Numero di esemplari delle sole specie che forniscono indicazioni sulla paleo-temperatura (clima temperato fresco o caldo). Le cifre indicano il numero di esemplari.

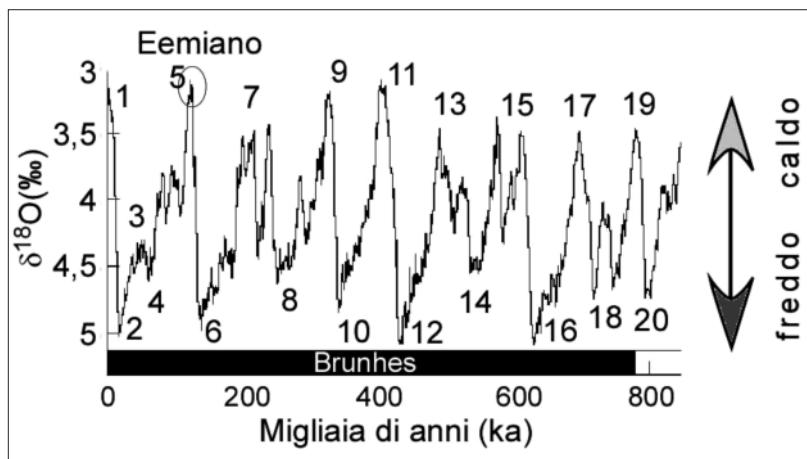


Fig. 11 - Curva dei valori isotopici dell'ossigeno per il Pleistocene medio e superiore, con evidenza dei picchi caldi (numeri dispari) e freddi (numeri pari). Tratta da Lisiecki & Raymo, 2005.

climatica, è possibile che il deposito si sia formato dopo l'Eemiano, durante un'oscillazione tra stadiali ed interstadiali (fig. 11).

Ulteriori analisi biocronologiche e paleontologiche in genere potranno forse chiarire meglio il significato di questo deposito ed aumentare il quadro delle conoscenze sui depositi del Piemonte sudoccidentale nel Quaternario. Quello che gli scriventi auspicano è che questo studio segni l'inizio di un lavoro integrato tra varie discipline, volto a perfezionare un settore di studi ancora poco esplorato.

RINGRAZIAMENTI

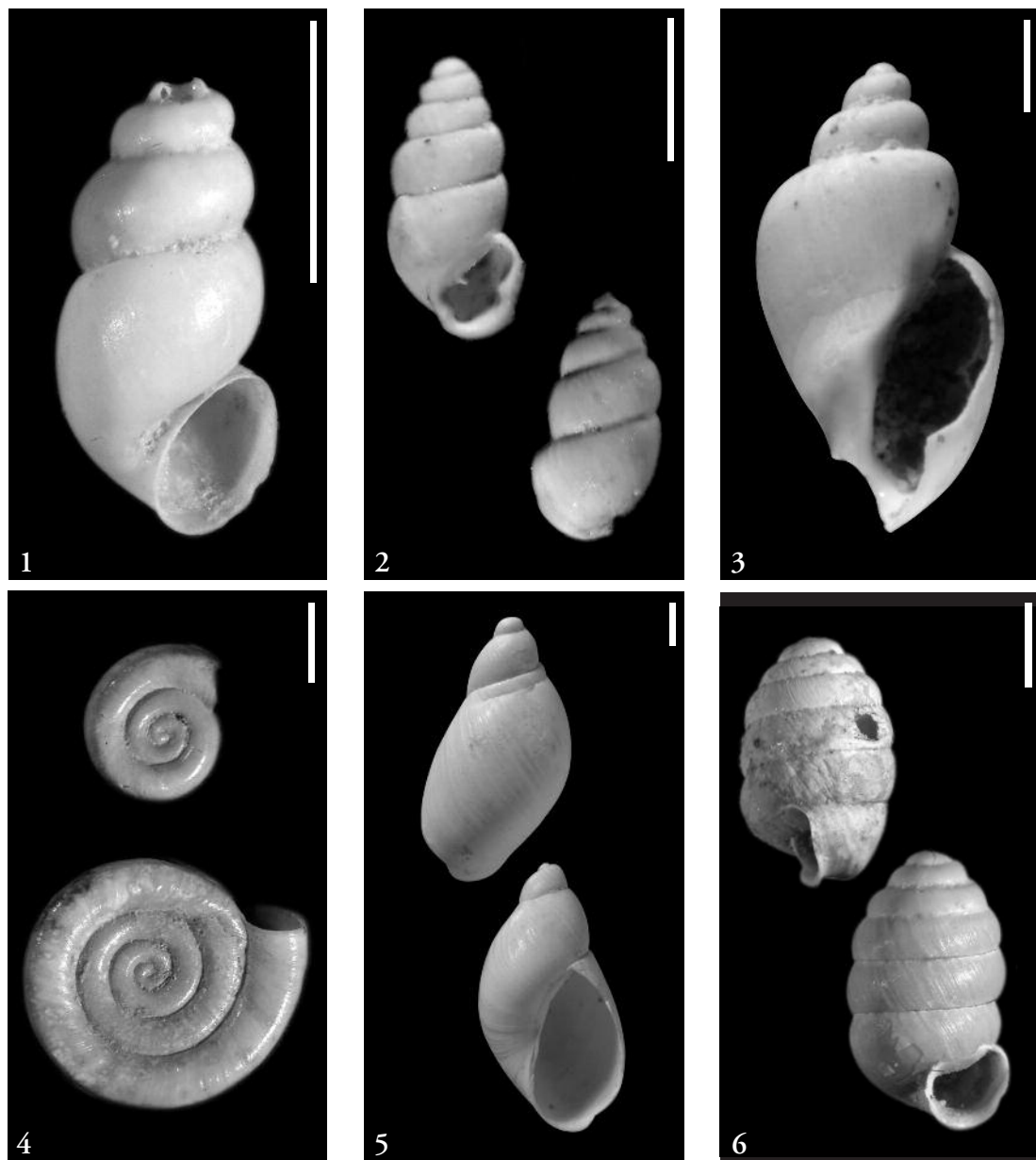
La nostra sentita riconoscenza va alla prof.ssa Daniela Esu per il supporto offerto nella determinazione dei molluschi, ai proff. Massimo Delfino e Tassos Kotsakis per la consulenza vertebratologica, al dr. Giovanni Gaglianone, tecnico del laboratorio di sedimentologia della Sapienza Università di Roma, per il supporto in fase di lavaggio ed essiccamento dei campioni, agli amici Bruno Marellò, Tom Piatti e Gian Carlo Piccoli per la collaborazione nella realizzazione delle tavole fotografiche che concludono il lavoro.

BIBLIOGRAFIA

- Albanese A., Bove A., Masciocco L., 2008 – Differenziazione idrogeochimica e isotopica dei circuiti idrici sotterranei nel settore sud-occidentale della pianura piemontese. *Giornale di Geologia Applicata*, 8/1: 41-48.
- Bhatia A.B., Soulié-Märsche I., Gemayel P., 1998 – Late Pliocene and Early Pleistocene Charophyte Floras of the Hirpur Formation, Karewa Group, Kashmir, India. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 210: 185-209.
- Biancotti, 1979 – Il Quaternario nell'area compresa fra Stura di Demonte e Tanaro (Piemonte sud-occidentale). *Accademia Nazionale dei Lincei, Rendiconti della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*, serie VIII, 66(1): 1-10.
- Boni A., Casnedi R., 1970 – *Carta geologica d'Italia. Foglio n° 69, Asti*. Servizio Geologico Italiano, Roma.
- Bottino G., Cavalli C., Eusebio A., Vigna B., 1994 – Stratigrafia ed evoluzione Plio-Quaternaria del settore sud-orientale della Pianura Cuneese. *Atti Ticinesi di Scienze della Terra*, Serie speciale, 1: 153-166.
- Bove A., Destefanis E., De Luca D.A., Masciocco L., Ossella L., Tonussi M.,

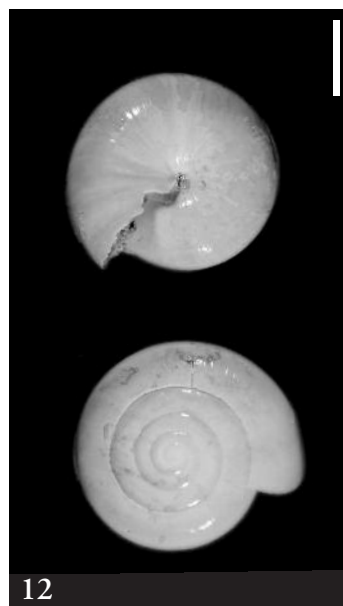
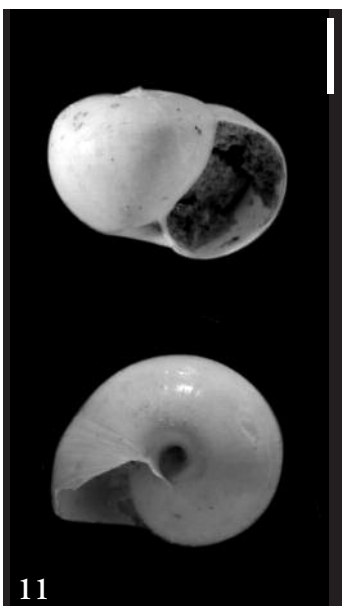
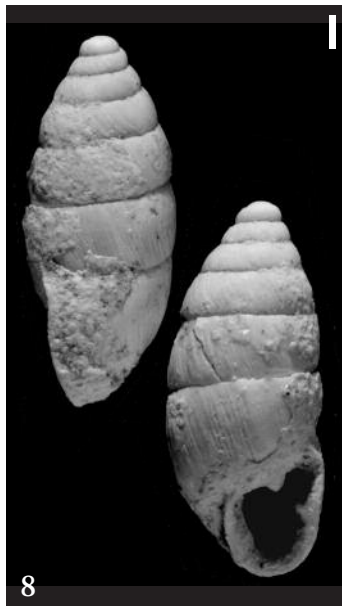
- 2005 – Studio idrogeologico finalizzato alla caratterizzazione dell’acquifero superficiale nel territorio di pianura della provincia di Cuneo. *Idrogeologia della pianura piemontese*, Regione Piemonte, Direzione Pianificazione Risorse Idriche.
- Carraro F., Collo G., Forno M.G., Giardino M., Maraga F., Perotto A., Tropeano D., 1994 – *L’evoluzione del reticolato idrografico del Piemonte centrale in relazione alla mobilità quaternaria*. In: Polino R., Sacchi R. (eds.) - Atti del Convegno “Rapporti Alpi-Appennino” e guide alle escursioni (Peveragno (CN), 31 maggio - 1 giugno 1994). Accademia Nazionale delle Scienze, 14: 445-461.
- Carraro F., Forno M.G., Valpreda E., 1982 – September 15th – Piedmont: Asti area. Field Trip in Northern Italy – Guidebook. Project 73/1/24. *Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere*: 24 pagg.
- Carraro F., Petrucci F., Tagliavini S., 1969 - *Note illustrative alla Carta Geologica d’Italia. Foglio n° 68, Carmagnola*. Servizio Geologico Italiano, Roma: 40 pagg.
- Castagnolo L., Franchini D., Giusti F., 1980 – *Bivalvi. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. AQ/1/49, 10, CNR, Verona: 64 pagg.
- Cavalli C., Vigna B., 1995 – Il “Villafranchiano” nel sottosuolo della Pianura Cuneese. *Il Quaternario - Italian Journal of Quaternary Science*, 8/2: 423-434.
- Cavallo O., Gaudant J., 1987 – Observations complémentaires sur l’Ichtyofaune des Marnes Messiniennes de Cherasco (Piémont): implications géodynamiques. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 26 (1-2): 177-198.
- Ciangherotti A., Esu D., Martinetto E., Giuntelli P., 2007 – The remarkable Middle Pliocene non-marine mollusc record from Ceresole d’Alba, Piedmont, north-west Italy: Biochronology, palaeobiogeography and palaeoecology supported by fossil plants. *Geobios*, 40: 573-587.
- Clemente P., De Luca D.A., Irace A., Menegon A., Natalicchio M., Ossella L., Trenkwalder S., 2008 – Ricostruzione idrostratigrafica profonda delle successioni caratterizzanti i bacini sedimentari del Piemonte: possibili risvolti applicativi. *Giornale di Geologia Applicata*, 8/1: 49-55.
- Doglionio A., Forno M.G., Gattiglio M., 2011 – New morphological, stratigraphic, structural and pedological data on the T. Traversola deformation zone recent evolution (Asti, Piedmont). *Il Quaternario - Italian Journal of Quaternary Science*, 24: 101-103.
- Esu D., Girotti O., Kotsakis T., 1993 – Palaeobiogeographical observations on Villafranchian continental molluscs of Italy. *Scripta Geologica*, Special Issue, 2: 101-119.
- Falniowski A., Szarowska M., 2011 – Radiation and phylogeography in a spring snail *Bythinella* (Mollusca: Gastropoda: Rissoidea) in continental Greece. *Annales Zoologici Fennici*, 48: 67-90.
- Gastaldi B., 1866 – Intorno ad alcuni fossili del Piemonte e della Toscana: Breve Nota. *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, Serie II, Tomo XXIV: 46 pagg.
- Gaudant J., 1979 – Cherasco (Piémont: un nouveau gisement de poissons fossiles du Messinien continental d’Italie. *Geobios*, 12 (1): 113-121.
- Gaudant J., Cavallo O., 2008 – The Tortonian-Messinian fish faunas of Piedmont (Italy) and the Adriatic trough: a synthesis dedicated to the memory of Carlo Sturani (1938-1975). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 47 (2): 177-189.
- Girod A., Bianchi I., Mariani M., 1980 – *Gasteropodi I. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. AQ/1/44, 7, CNR, Verona: 86 pagg.

- Gittenberger E., Jansen A.W., Kuijper J.G.J., Meijer T., Van Der Velde G., De Vries J.N., Peeters G.A., 1998 – *De Nederlandse zoetwatermollusken. Nederlandse Fauna* 2. Leiden, Utrecht, 288 pagg.
- Giusti F., Pezzoli E., 1980 – *Gasteropodi, II. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. AQ/1/47, 9, CNR, Verona: 67 pagg.
- Gliozzi E., Abbazzi L., Argenti P., Azzaroli A., Caloi L., Capasso Barbato L., Di Stefano G., Esu D., Ficarelli G., Girotti O., Kotsakis T., Masini F., Mazza P., Mezzabotta C., Palombo M.R., Petronio C., Rook L., Sala B., Sardella R., Zanalda E., Torre D., 1997 – Biochronology of selected mammals, molluscs and ostracods from the Middle Pleistocene to the Late Pleistocene in Italy. The state of the art. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 103: 369-388.
- Kerney M. P., Cameron R.A.D., 1979 – *A field guide to the land snails of Britain and North-West Europe*. W. Collins Sons & Co., Glasgow: 288 pagg.
- Kerney M.P., Cameron R.A.D., Jungbluth J.H., 1983 – *Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas*. Paul Parey Edition, Hamburg und Berlin: 384 pagg.
- Lisiecki L.E., Raymo M.E., 2005 – A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records. *Paleoceanography*, 20: PA1003.
- Ložek V., 1964 – Quartärmollusken der Tschechoslowakei. *Rozpravy Ustredního Ústavu Geologického*, 31: 1-368.
- Pascher A., 1997 (a cura di) – *Süssßwasserflora von Mitteleuropa. 18 Werner Krause, Charales (Charophyceae)*. Gustav Fisher Verlag Jena. Villengang: 202 pagg.
- Sacco F., 1884 – L'alta Valle Padana durante l'epoca delle terrazze in relazione col temporaneo sollevamento della circostante catena alpino-appenninica. *Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 19: 795-816.
- Sacco F., 1889-90 – *Il Bacino Terziario e Quaternario del Piemonte. Bibliografia, Geologia pura, Paleontologia, Geologia applicata*. Milano: 634 pagg.
- Sacco F., 1917 – L'evoluzione del fiume Tanaro durante l'Era Quaternaria. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali*, 56: 157-178.
- Sanko A., Gaigalas A., Yelovicheva Y., 2011 – Paleoclimatic and stratigraphic significance of *Belgrandia marginata* (Michaud) in Late Quaternary fauna of Belarus and Lithuania. *Quaternary International*, 241: 68-78.
- Settepassi F., Verdel U., 1965 – Continental Quaternary Mollusca of Lower Liri Valley (Southern Latium). *Geologica Romana*, 4: 369-452.
- Soulié-Marsche I., 1973 – Données generales sur les Charophytes de Plio-Pleistocene. *Bulletin de l'Association Française pour l'Étude du Quaternaire*, 2: 69-77.
- Soulié-Marsche I., 2002 – Les Charophytes: biomarqueurs pour la reconstitution des paléoenvironnements lacustres. In: J.-Cl. Miskovsky (ed.), *Géologie de la Préhistoire: Méthodes, Techniques, Applications*. Géopré, Paris, pagg. 751-769.
- Sturani C., 1975 – Relazione relativa al contratto di ricerca n. 73.01036.05. *Il significato geodinamico della crisi di salinità del Miocene terminale nel Mediterraneo*. C.N.R. Progr. Geod.: 50-63.
- Violanti D., 2005 – Pliocene foraminifera of Piedmont (north-western Italy) a synthesis of recent studies. *Annali dell'Università degli Studi di Ferrara, Museologia Scientifica e Naturalistica*, Volume Speciale: 88 pagg.



In tutte le immagini delle 21 fotografie delle tavole 1-4 la scala di riferimento è lunga 1 mm. I nomi degli esemplari fotografati sono seguiti [tra parentesi quadre] dalla sigla che identifica la specie all'interno delle collezioni paleontologiche del Museo «F. Eusebio»; è indicata anche la sezione di provenienza dei campioni: SB = sezione Bassa, SM = sezione Media, SA = sezione Alta, SC = sezione Ciottoli, FS = fuori stratigrafia.

Tav. 1 - 1. *Belgrandia cf. latina* [SB, Geo.1692]; 2. *Carychium tridentatum* [SM, Geo.1694]; 3. *Galba truncatula* [SB, Geo.1702]; 4. *Anisus spirorbis* [SB, Geo.1691]; 5. *Oxyloma elegans* [SB, Geo.1709]; 6. *Pupilla muscorum* [SB, Geo.1713].



Tav. 2 - 7. *Vallonia pulchella* [SM, Geo.1716]; 8. *Chondrula tridens* [FS, Geo.1722]; 9. *Discus ruderatus* [SA, Geo.1700]; 10. *Discus perspectivus* [SB, Geo.1699]; 11. Zonitidae indet. [SB, Geo.1718]; 12. *Vitrea* sp. [SB, Geo.1717].



13



14



15



16

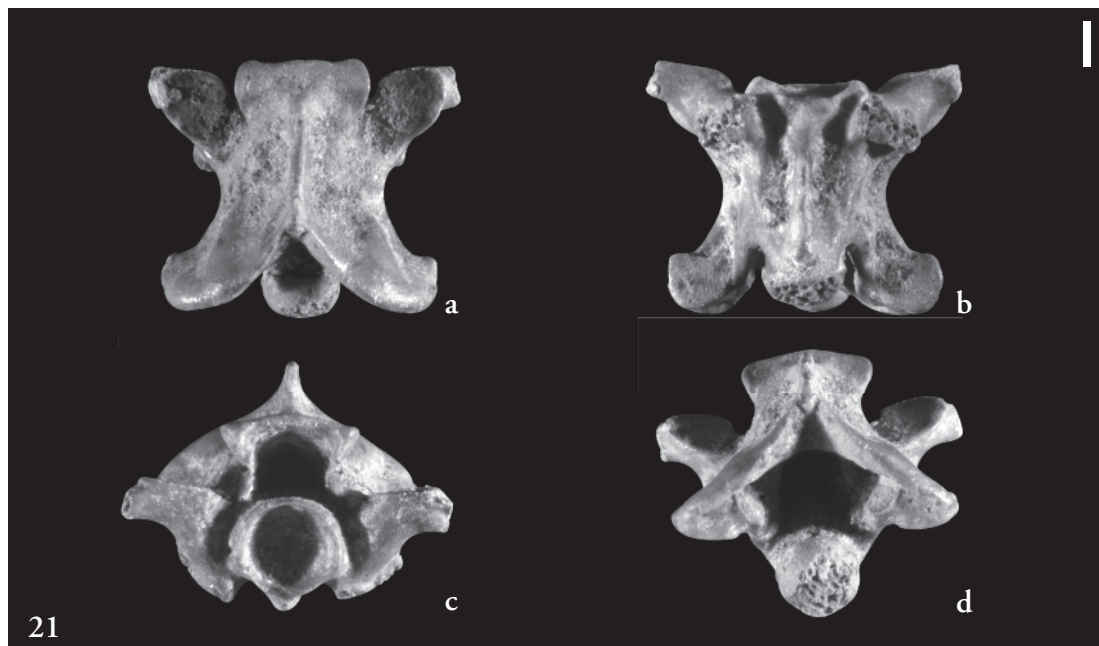
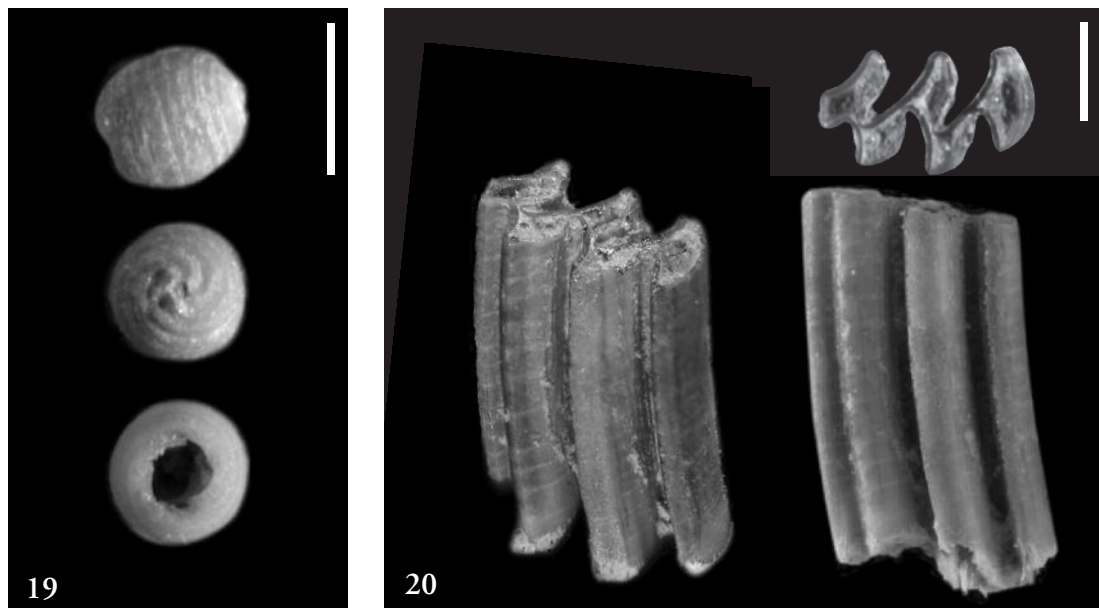


17



18

Tav. 3 - 13. Limacidae indet. [FS, Geo.1706]; 14. *Euconulus* sp. [SB, Geo.1701]; 15. *Macrogastra plicatula* [FS, Geo.1708]; 16. *Helicodonta angigyra* [SB, Geo.1705]; 17. *Cepaea* sp. [FS, Geo.1696]; 18. *Pisidium pseudosphaerium*. [SA, Geo.1712].



Tav. 4 - 19. *Lychnothamnus barbatus* [SB, Geo.1707]; 20. Dente M2 di arvicolide [SB, Geo.1719]; 21. vertebra di colubride [FS, Geo.1721] (a. vista dorsale; b. vista ventrale; c.vista anteriore; d.vista posteriore).