

IL "VILAFRANCHIANO" NEL SOTTOSUOLO DELLA PIANURA CUNEESE (*) (**)

C. Cavalli - B. Vigna

Dip.to di Georisorse e Territorio, Politecnico di Torino, Torino

ABSTRACT - *The "Villafranchian" in the Cuneo Plain subsoil* - Il Quaternario *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 8(2), 1995, 423-434 - This paper describes an informal stratigraphic unit made-up of continental and coastal marine sediments. These deposits constitute the framework of the southern portion of the Cuneo Plain and develop under an alluvial cover generally referred to the Quaternary. Because of the lack of significant outcrops the stratigraphic analysis of these deposits has been carried out using also a great number of geognostic and geophysical cores. The unit is bounded by two unconformity surfaces; the first, at the base, separates the unit from deposits spanning in time from Serravallian to Lower Pliocene; the other one, at the top, separates it from terraced quaternary deposits. The lower boundary is marked by a sharp angular unconformity, by anomalous facies sequences and, locally, by a surface of subaerial exposure. On the contrary, the upper boundary is characterized by less marked angular unconformity and by some surfaces of erosion dating from Pleistocene to Holocene. Under the quaternary deposits ranging in thickness between 60 and 10 meters, the unit is made-up of apparently conformable lithofacies which had been previously ascribed to the "Villafranchian" and "Astian" periods. The shape of the unit is markedly affected by the two boundary surfaces as it appears as the infilling of a trough roughly directed N-S. Westwards and southwards the unit overlies the pre-cenozoic basement, while eastwards it overlies pre-pliocenic deposits which are variously eroded. In the area Trinità-Magliano Alpi-Morozzo the unit is from 10 to 15 m thick while more westwards, near the Stura River, it becomes thicker and thicker up to more than 200 meters. To the West of Stura River it is not possible to define the lower boundary of the unit on the basis of data so far available. The integration of stratigraphic and sedimentological data achieved from outcropping sections has allowed us to delineate a first rough paleogeographic sketch related to the last depositional phases of the unit. It is therefore possible to recognize one sector, roughly coinciding with the present piedmont zone, made-up of a thick sequence of wheathered gravels alternating with a few meter thick strata of whitish and reddish clay. These deposits can be ascribed to an alluvial fan environment that developed under humid and warm climatic conditions. Toward E-NE (Fossano zone) these deposits are progressively replaced by sandy-gravels and subordinately muddy sediments of alluvial plain and braided river environment. Within these deposits generally known as "Villafranchiano" an abundant fluvio-lacustrine fauna and many continental vertebrate fragments have been found. In the Salmour and Magliano Alpi zone the continental deposits are replaced by deltaic and beach deposits known as "Astiano". In this zone there are areas (Salmour) characterized by thick sand deposits and areas where there are smaller amounts of muddy deposits very rich in brackish water fossils. All the described deposits should be considered as laterally equivalent and coeval facies associations deposited during the Lower and Upper Pliocene under humid and warm climatic conditions. Thus, they probably formed long before the climatic cooling identified in the literature as occurring in Upper Pliocene-Lower Pleistocene times.

RIASSUNTO - *Il "Villafranchiano" nel sottosuolo della Pianura Cuneese* - Il Quaternario *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 8(2), 1995, 423-434 - Viene descritta un'unità stratigrafica informale formata in prevalenza da depositi continentali e marino marginali che costituiscono l'ossatura della porzione meridionale della pianura cuneese e che si sviluppano al di sotto di una coltre di depositi alluvionali genericamente riferiti al Quaternario. Lo studio stratigrafico è stato condotto, a causa della carenza degli affioramenti, anche attraverso l'interpretazione e la correlazione di numerosi sondaggi geognostici e geofisici. L'unità in questione è delimitata da due superfici di discontinuità principali che, inferiormente, la separano da depositi del Pliocene inferiore-medio, del Messiniano, del Tortoniano o del Serravalliano e, superiormente, dai depositi terrazzati del Quaternario. Il limite inferiore è evidenziato da una superficie di erosione e di discordanza angolare, da anomale associazioni verticali di facies e, localmente, da una superficie di alterazione. Il limite superiore, è caratterizzato da una blanda discordanza angolare e da alcune superfici erosive formatesi in un intervallo temporale esteso dal Pleistocene all'Olocene. Sulla base delle sezioni stratigrafiche ricostruite, l'unità sembra costituire il riempimento di una depressione allungata in senso nord-sud, limitata ad ovest e a sud dal basamento pre-cenozoico e ad est dai depositi pliocenici inferiori e pre-pliocenici troncati, a vari livelli, dalla sua superficie erosiva basale. L'analisi integrata di dati stratigrafici e sedimentologici provenienti da sezioni naturali, ha permesso di delineare un primo ed approssimativo quadro paleogeografico relativo alle ultime fasi di deposizione dell'unità. E' possibile individuare una zona, coincidente grossomodo con l'attuale fascia pedemontana, caratterizzata da una potente successione di ghiaie alterate e pedogenizzate a cui si alternano livelli metrici di argille rosse o biancastre. Nell'insieme questi depositi sono riferibili ad un ambiente di conoide alluvionale. Spostandosi verso ENE (zona di Fossano), tali depositi sono progressivamente sostituiti da sedimenti ghiaioso-sabbiosi e, subordinatamente limosi, tipici di un ambiente di piana alluvionale e di fiume di tipo *braided*. Nella zona di Salmour e Magliano Alpi ai depositi continentali si sostituiscono via via quelli deltizi e marino-marginali, riferibili, in letteratura all'"Astiano". Questi sedimenti si associano sia verticalmente che lateralmente, con frequenti interdigitazioni, con zone caratterizzate da ingenti accumuli di sabbie fini e limose deltizie (zona di Salmour) e zone caratterizzate da spessori minori di limi ricchi di fossili di ambiente salmastro (zona di Magliano Alpi). Tutti questi depositi vengono quindi considerati come facies, o meglio, come associazioni di facies coeve e lateralmente equivalenti, depositatesi tra il Pliocene medio ed il Pliocene superiore e, come può essere desunto dal carattere dell'alterazione e della carpoiflora, in condizioni climatiche caldo-umide. E' molto probabile quindi, che questi depositi siano ancora precedenti al raffreddamento segnalato da molti Autori nel Pliocene superiore-Pleistocene inferiore.

Parole chiave: Stratigrafia, paleogeografia, Piemonte, Italia nord-occidentale

Key words: Stratigraphy, paleogeography, Piedmont, northeastern Italy

* Lavoro eseguito con fondi M.P.I. 40% Progetto Nazionale "Valutazione delle risorse idriche sotterranee del territorio nazionale" - Coordinatore Nazionale Prof. V. Cotecchia.

** Lavoro presentato al Convegno "Il significato del Villafranchiano nella stratigrafia del Plio-Pleistocene" (Peveragno e Villafranca d'Asti, 20-24 giugno 1994).

Paper presented to the Meeting "The significance of the Villafranchian in the Plio-Pleistocene stratigraphy" (Peveragno and Villafranca d'Asti, 20-24 June, 1994).

1. INTRODUZIONE

Il Dipartimento di Georisorse e Territorio del Politecnico di Torino conduce, ormai da alcuni anni, uno studio sistematico relativo alle risorse idriche sotterranee della pianura cuneese (Bottino *et al.*, in stampa). Tale ricerca, espletata con metodologie stratigrafiche e sedimentologiche relativamente nuove in campo idrogeologico, ha portato oltre che ad una migliore definizione stratigrafica dell'intervallo Pliocene-Quaternario, anche ad una caratterizzazione geometrica e sedimentologica dei cosiddetti depositi "villafranchiani".

Scopo di questo lavoro è quindi la descrizione di tali depositi ed il loro inquadramento negli schemi stratigrafici del Pliocene e del Quaternario. I sedimenti "villafranchiani" sono stati così compresi in una unità stratigrafico-deposizionale, delimitata da superfici di discontinuità, che, in accordo con Bottino *et al.* (1994) verrà denominata Unità II. Lo studio di questa unità può portare ad una migliore comprensione e definizione stratigrafica dei depositi "villafranchiani" all'interno dell'intervallo Pliocene-Pleistocene e quindi risultare utile nel processo di revisione del "Villafranchiano".

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

La ricerca è stata sviluppata in un ampio settore della pianura cuneese esteso, a nord, fino all'altezza dell'allineamento Costigliole Saluzzo-Genola-Salmour (Fig. 1). Questo settore è delimitato a sud, dai rilievi delle Alpi Liguri, ad ovest dalle Alpi Occidentali e ad est dal corso del Tanaro e dalle colline delle Langhe.

Da un punto di vista morfologico l'area esaminata può essere suddivisa in due zone principali delimitate dal Torrente Stura che scorre profondamente incassato nella pianura, incidendo sia i depositi quaternari che quelli più antichi. La zona in sinistra idrografica è costituita da una pianura blandamente inclinata verso nord-est in cui, in prossimità della fascia pedemontana sono ancora riconoscibili una serie di conoidi alluvionali formati allo sbocco delle principali vallate. Generalmente i corsi d'acqua presenti in questo settore non sono mai incassati ad eccezione del T. Maira che, nella parte alta della pianura presenta, lungo il suo corso, più ordini di terrazzi erosionali.

La porzione di pianura ubicata in destra Stura, invece, è caratterizzata da profonde incisioni fluviali che si raccordano alla pianura principale tramite una serie di terrazzi. Questa parte della pianura si raccorda ai rilievi alpini meridionali attraverso alcuni terrazzi (terrazzi di Eula, Roracco, Pianfei e Beinette) caratterizzati da superfici blandamente ondulate sviluppate su suoli molto potenti ed evoluti. Nel settore nord-occidentale della pianura sono presenti gli altopiani isolati di Fossano, di Salmour e di Magliano Alpi che sono collegati alla pianura principale da scarpate alte mediamente 20-30 metri.

Gli altopiani presentano caratteristiche molto simili a quelle dei terrazzi pedemontani ai quali, con ogni probabilità, possono essere correlati per età di formazione e pedogenesi (Biancotti, 1979a; 1979b).

3. LAVORI PRECEDENTI

A prescindere dai lavori di Sacco (1885; 1886a; 1886b; 1886c; 1889-1890; 1931), sono relativamente pochi quelli a carattere geologico generale riguardanti questo settore della pianura cuneese e, più in particolare, i depositi "villafranchiani". Tale mancanza si fa ancora più marcata per il settore posto in sinistra Stura, dove gli studi geologici sono fortemente condizionati dalla pressochè totale assenza di affioramenti.

Secondo Sacco (1885) l'età dei depositi affioranti nella zona di Fossano ed indicati come "Alluvioni Plioceniche" o "Villafranchiano" può essere ricavata sulla base della situazione stratigrafica che mostra come essi localmente si trovino al tetto della successione "Astiana" mentre altrove essi la sostituiscano completamente. In base a tale situazione ed alla abbondante malacofauna ed ai resti di vertebrati esaminati, Sacco ritiene che questi depositi siano da attribuire al Pliocene.

Lo stesso Autore, nel lavoro in cui propone l'istituzione del piano "Fossaniano" (Sacco, 1886c) attribuisce al "Villafranchiano" un significato cronostratigrafico, ponendolo alla sommità del Pliocene superiore.

Successivamente, nel 1887, egli suddivide il piano "Astiano" in tre parti alle quali attribuisce essenzialmente un significato sedimentologico e paleoambientale. In particolare, Sacco definisce come "Astiano s.s." i depositi in facies francamente marina, come "Fossaniano" i depositi in facies litorale o di estuario e come "Villafranchiano" quelli in facies continentale.

«Sempre Sacco, nella monografia dedicata al Bacino Terziario e Quaternario del Piemonte (1889-1890), considera la successione "villafranchiana" come una facies fluvio-lacustre del Pliocene superiore.

Gli Autori che in seguito si sono occupati della stratigrafia della pianura cuneese hanno spesso male interpretato le osservazioni di Sacco attribuendo al "Villafranchiano" e alle altre unità (Marne Piacenziane e Sabbie Astiane) in cui l'Autore suddivideva la successione pliocenica, un significato cronostratigrafico. In questo modo essi attribuivano una valenza temporale alle diverse facies che, tranne in alcuni casi particolarissimi, sono tempo-trasgressive. Una conferma della diversa età che le ghiaie "villafranchiane" possono localmente assumere è presentata da Martinis (1954) il quale, su basi micropaleontologiche, data la successione "villafranchiana" di Morozzo (ghiaie di Morozzo, Sacco 1889-1890), come Pliocene medio.

Altri Autori, (Boni *et al.*, 1987; Pavia *et al.*, 1989; Violanti & Giraud, 1991) hanno svolto essenzialmente studi a carattere paleontologico sulla malacofauna e sui foraminiferi presenti nelle unità argilloso-marnose sottostanti alle

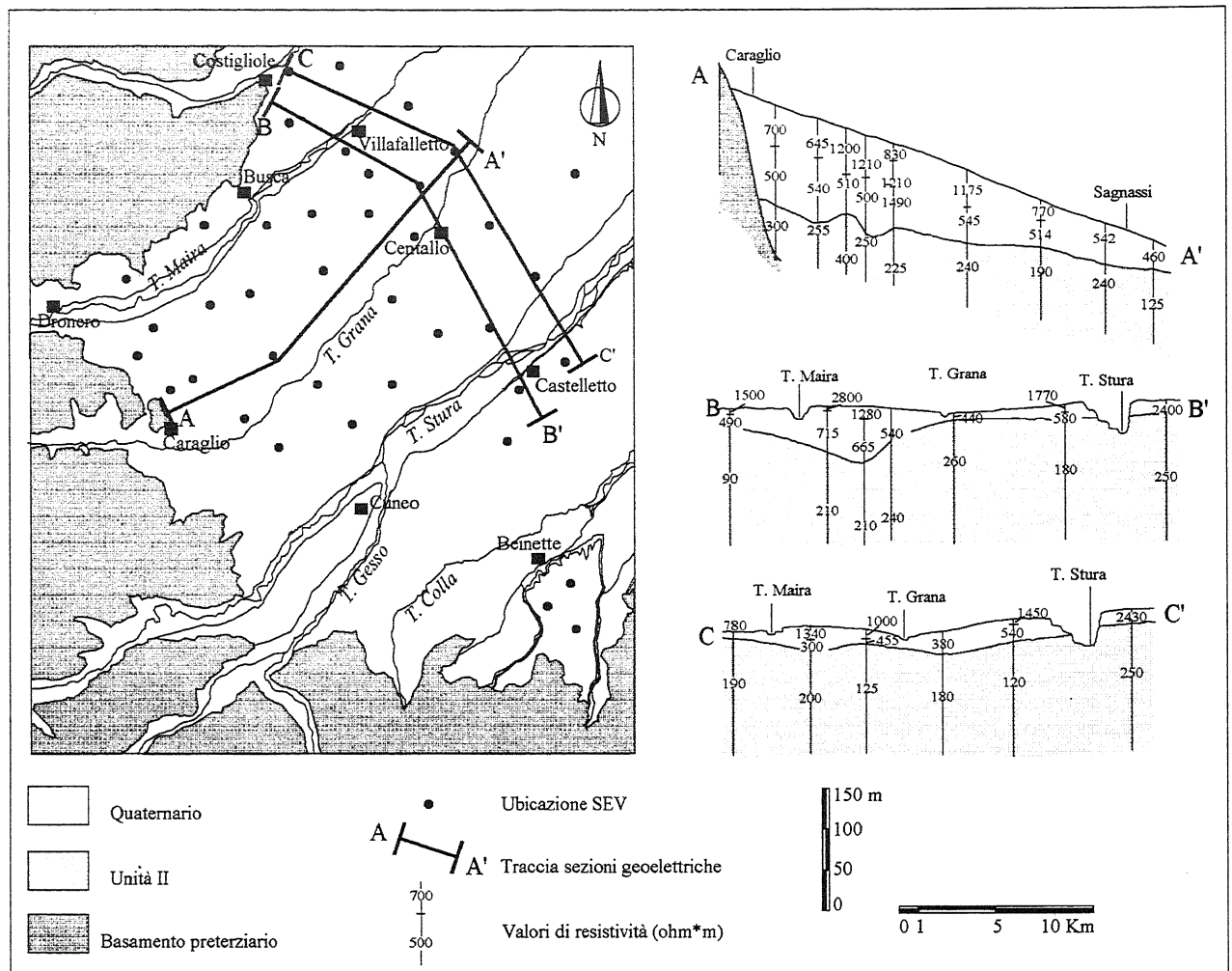


Fig. 2 - Ubicazione dei Sondaggi Elettrici Verticali realizzati e profili elettrostratigrafici ricostruiti. Si noti la presenza, al contatto fra Quaternario ed Unità II, di depressioni piuttosto profonde.

Location of SEV carried-out in the study area and electrostratigraphic cross-sections. Note the presence of well developed erosional troughs filled with quaternary deposits at the top of Unit II.

ghiaie e sabbie "villafranchiane". Da questi studi si ricava unicamente che le cosiddette "Marne Piacenziane", non raggiungono mai un'età pliocenica superiore.

Recentemente Bottino *et al.* (1994) forniscono un quadro sostanzialmente nuovo della successione Plio-Quaternaria del settore sud-orientale della pianura cuneese, suddividendola in tre unità stratigrafico-deposizionali principali (Unità I, II, III), separate da importanti superfici di discontinuità. In questo contesto, i depositi considerati "villafranchiani" vengono ascritti alla Unità II e sono considerati come un'associazione di facies tipica di un ambiente di sedimentazione fluvio-lacustre. Entro tale unità, queste facies sono associate ad altri depositi in precedenza cartografati come "Fossaniano" ed "Astiano" e definiscono il passaggio da un ambiente di sedimentazione continentale (conoide e pianura alluvionale) ad uno di sedimentazione marino-marginale (delta ed ambienti deposizionali associati).

4. ACQUISIZIONE DEI DATI

Nella zona esaminata gli affioramenti sono molto scarsi e localizzati, per quanto riguarda il settore in destra Stura, unicamente lungo le principali incisioni fluviali. In questa area, lo studio si è basato principalmente sulla descrizione di dettaglio e la correlazione di sezioni naturali affioranti e di stratigrafie provenienti da sondaggi effettuati in zona. In particolare sono stati utilizzati i dati stratigrafici relativi ad oltre un centinaio di sondaggi a carotaggio continuo effettuati per le indagini geologiche preliminari relative alla costruzione del collegamento autostradale Asti-Cuneo e gentilmente messi a disposizione dalla società S.A.T.A.P..

Più complessa è stata l'organizzazione del lavoro nel settore in sinistra Stura, in cui gli affioramenti sono pressochè inesistenti. Per questa zona gli unici dati a disposizione provenivano da stratigrafie sommarie rica-

vate principalmente durante la perforazione di pozzi per acqua. Questi dati sono stati integrati con quelli provenienti da una campagna di sondaggi geofisici appositamente realizzata in loco. Questi sondaggi, opportunamente tarati dove era sufficientemente chiara la situazione geologica e stratigrafica, hanno permesso di evidenziare (Fig. 2), al di sotto della copertura quaternaria, una unità caratterizzata da valori di resistività apparente piuttosto bassi (100-200 ohm•m) per la presenza di interstrati argillosi e di ghiaie alterate. Le indagini geofisiche hanno permesso unicamente di ricostruire la geometria globale di questa unità non risolvendo però il problema delle facies sedimentarie sviluppate al suo interno. Queste ultime sono state tentativamente ricostruite in base all'interpretazione delle poche stratigrafie certe (alcune delle quali ricostruite seguendo personalmente le perforazioni) ed alle analogie con i depositi del settore orientale.

5. LIMITI ED ETA' DELL'UNITA' II

L'Unità II, entro cui sono compresi i depositi "villfranchiani", è separata dalle unità sopra e sottostanti da due superfici di discontinuità stratigrafica.

Il limite inferiore è costituito da una superficie che, localmente, è riconoscibile sulla base di anomale associazioni verticali di facies, di rapporti di discordanza angolare, di erosione dei depositi sottostanti e per la presenza di livelli di alterazione (Fig. 3). Attraverso questa superficie i depositi dell'Unità II vengono a contatto con quelli del Pliocene inferiore-medio (Unità I, Bottino *et al.*, 1994), del Messiniano inferiore (Colalongo com. personale) o del Tortoniano (Violanti & Giraud, 1992). Nell'area studiata il substrato dell'Unità II è formato, in prevalenza, dai depositi argilloso-marnosi dell'Unità I che, sulla base dei caratteri sedimentologici, può essere riferita ad un ambiente di sedimentazione di scarpata e di piattaforma esterna (Pavia *et al.*, 1989; Bottino *et al.*, 1994). L'età dell'Unità I, desunta sulla base dei dati bibliografici (Martinis, 1954; Boni *et al.*, 1987; Pavia *et al.*, 1989; Violanti & Giraud, 1991) e di analisi micropaleontologiche effettuate (Colalongo, com. pers.) risulta essere Pliocene inferiore-medio.

Il limite superiore dell'Unità II è costituito da evidenti superfici di erosione e da una blanda discordanza angolare, legate alla complessa evoluzione quaternaria del settore. Queste superfici si sviluppano in posizione stratigrafica diversa ed individuano unità tra loro simili per ambiente di sedimentazione ma distinguibili in base alla granulometria ed al grado di alterazione dei clasti. Si individuano così almeno tre fasi principali di erosione e sedimentazione che trovano espressione in altrettante unità morfologiche: i terrazzi alti ed i terrazzi isolati, la pianura principale, i depositi dei fondovalle attuali ed i terrazzi di poco sospesi su essi. Secondo Carraro *et al.* (1978) queste superfici si sviluppano in un intervallo di tempo esteso dal Pleistocene medio all'Olocene.

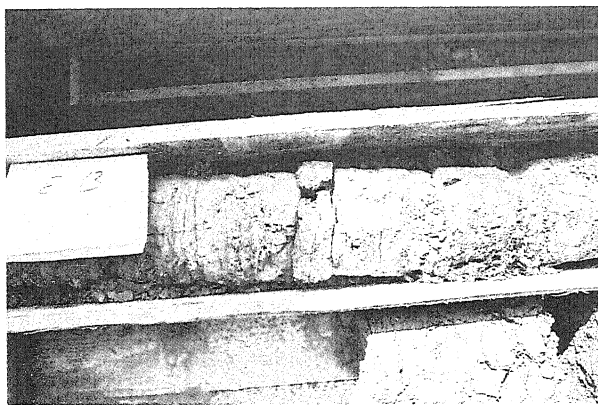
L'Unità II risulta quindi stratigraficamente compresa fra depositi del Pliocene inferiore-medio e del Pleistocene medio anche se, essendo costituita in massima parte da depositi continentali o marino-marginali essa è praticamente priva di fossili o di microfossili con significato biostratigrafico che ne permettano una precisa datazione. Attualmente sono stati datati solo alcuni livelli limosi, campionati lungo le incisioni dello Stura poco a nord di Salmour, in cui è stata rinvenuta un'associazione di foraminiferi bentonici riferibile al Pliocene medio (Colalongo, com. pers.). E' stata anche effettuata l'analisi paleocarpologica (E. Martinetto, com. pers.) di un livello palustre ricco di vegetali, presente tra i depositi sabbioso-ghiaiosi affioranti lungo il T. Pesio a valle di Morozzo, in prossimità di C. Pragaletto. Tale analisi ha permesso di evidenziare la presenza di semi di *Tetraclinis salicornioides* (Unger) Kvacek, *Magnolia lignita* (Unger) Mai, *Magnolia sp. A*, *Symplocos lignitarum* (Quenstedt) Kircheimer, *Ilex sp.*, *Carex cf. laevigata* Smith, *Cladium paleomariscus* Dorofeev e *Scirpus isolepioides* Mai & Walther. Sulla base di queste determinazioni è stato possibile attribuire questi sedimenti ad un Pliocene ancora caldo e quindi antecedenti al periodo di raffreddamento segnalato nel Pliocene superiore. Le indicazioni paleoclimatiche desumibili da questi dati indicano l'esistenza di un clima caldo-umido che potrebbe spiegare anche l'elevato grado di pedogenizzazione mostrato, su tutto il loro spessore, dai depositi di conioide alluvionale presenti in questa Unità.

6. LE FACIES DELL'UNITA' II

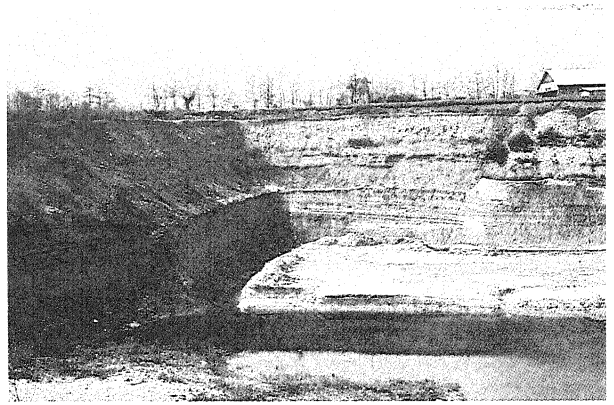
Arealmente questa unità si presenta articolata in una serie di facies (Fig. 4) che possono essere raggruppate e considerate come equivalenti laterali sulla base di una logica deposizionale insita nei concetti di ambienti e sistemi deposizionali (Bosellini *et al.*, 1989, *cum bibl.*). Queste associazioni di facies costituiscono delle unità deposizionali che hanno un preciso significato paleoambientale. Per semplicità di esposizione verranno descritte le principali associazioni di facies anziché le singole facies riconosciute.

Associazione di facies 1: è formata, in prevalenza da ghiaie grossolane (diametro massimo dei ciottoli di 20-30 cm) non strutturate, *mud-supported* con matrice limoso-sabbiosa. I ciottoli sono, in genere, alterati ed argillificati ad eccezione di quelli di natura quarzifica. La litologia dei clasti è diversificata a seconda delle zone e, in massima parte, rispecchia quella dei rilievi alpini immediatamente prospicienti. Localmente, possono così essere preponderanti i clasti di rocce porfiroidi e quarzitiche provenienti dal substrato brianzonese, oppure i ciottoli di natura granitoide provenienti dal Massiccio dell'Argentera o ancora quelli gneissici del Complesso del Dora-Maira.

Subordinatamente a queste ghiaie si possono trovare livelli di limi argillosi giallastri, ricchi di frustoli vegetali e livelli ghiaiosi lenticolari relativamente puliti e



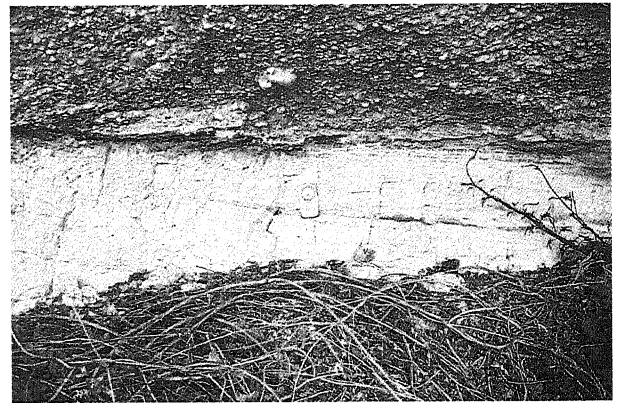
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 3 - Caratteristiche geometriche, stratigrafiche e sedimentologiche del limite inferiore dell'Unità II. (a) Livello di alterazione (a sinistra della fotografia) al contatto fra i depositi pliocenici inferiori ed Unità II come visibile da carotaggio (Terrazzo di Magliano Alpi); (b) Discordanza angolare fra i depositi pliocenici inferiori e l'Unità II (cava di argille nei pressi di Mondovì); (c) Superficie di erosione che mette a contatto le ghiaie dell'Unità II con le argille-marnose del Pliocene inferiore (Morozzo); (d) Sequenze anomale di facies: ghiaie fluviali (Unità II) su argille di piattaforma e scarpata del Pliocene inferiore (Morozzo).

Geometric, stratigraphic and sedimentological features of the lower boundary of Unit II. (a) Weathering surface (left) between the deposits of the Lower Pliocene (at the base) and those of Unit II. The photo shows a core drilled in the Magliano Alpi zone. (b) Angular unconformity between the marly Lower Pliocene and the gravelly Unit II deposits as can be seen in a quarry near Mondovì. (c) Erosion surface developed at the contact between the gravels of Unit II and the Lower Pliocene marly-clay deposits. (d) Anomalous facies sequence: fluvial gravels of Unit II overlie the shelf clay of the Lower Pliocene unit.

meglio organizzati.

Il grado di alterazione dei ciottoli si mantiene omogeneo per tutto lo spessore raggiunto da questa associazione (oltre un centinaio di metri). Localmente (incisioni del T. Josina), possono inoltre essere presenti crostoni limonitico-goethitici spessi una decina di centimetri oppure veri e propri paleosuoli (come risulta dalle stratigrafie di numerosi pozzi terebrati nella zona di Manta, Costigliole Saluzzo, Caraglio e Vignolo) costituiti da argille rosse spesse fino a qualche metro. Nel complesso, questi caratteri, sembrano indicare che la deposizione di questi sedimenti avveniva in un ambiente subaereo e che la loro alterazione fosse immediatamente successiva ad ogni evento deposizionale. Sulla base di queste indicazioni è possibile interpretare queste ghiaie come depositi di conoide alluvionale sviluppatasi in clima caldo-umido.

Associazione di facies 2: è costituita da tre facies

principali che si associano verticalmente e lateralmente in unità deposizionali spesse 3-4 metri. Alla base di ogni unità si trovano ghiaie in matrice sabbiosa grossolana in genere a strutturate o, più raramente, con una debole gradazione diretta; a volte, verso il tetto, i ciottoli presentano un'embriatura appena accennata. Questi livelli presentano al loro interno più eventi erosivi sottolineati dalla presenza di *scours* poco profondi, di grossi *clay-chips* e di strati di sabbia grossolana laminata troncati. Rispetto ai depositi precedenti presentano un grado di alterazione molto minore e litologie eterogenee. Superiormente sono presenti sabbie medio-grossolane massive o debolmente gradate. Generalmente questi livelli sono laminati con strutture di tipo festoni sottolineate da allineamenti di ghiaietto e piccoli ciottoli. La sequenza si chiude con un livello siltoso giallastro fittamente stratificato e ricco di frustoli vegetali. General-

mente, questa sequenza non è mai completa essendo erosa a vari livelli dagli eventi deposizionali successivi. Sulla base dei caratteri sedimentologici presentati si possono riferire questi depositi ad un ambiente deposizionale di fiume braided, caratterizzato da barre ghiaiose, probabilmente tipico di un'area di pianura ancora prossima alla zona delle conoidi alluvionali.

Associazione di facies 3: in questa associazione sono prevalenti le sabbie da medie a grossolane, massive o debolmente gradate, organizzate in strati metrici, spesso amalgamati entro cui si possono rinvenire livelli di materiale più grossolano allineato lungo superfici di laminazione obliqua formate dalla migrazione di forme di fondo a media scala. Al tetto di queste sabbie sono presenti limi giallastri fittamente laminati ricchi di materiale organico e, in particolare di foglie e frustoli vegetali. L'associazione verticale di queste due facies forma una unità deposizionale che si ripete ciclicamente. Occasionalmente alla base di questa associazione è possibile rinvenire un livello decimetrico (massimo 50-100 cm) di ghiaie grossolane (diametro massimo dei ciottoli 10 cm) immerse in matrice sabbiosa. Questi depositi possono, come i precedenti, essere interpretati come barre sabbiose di un fiume *braided* formatesi, probabilmente, in un settore più distale rispetto alle precedenti. Entro questa associazione si possono rinvenire, in posizione subordinata, orizzonti di limitato spessore, costituiti da argille grigie, contenenti un'abbondante carpo flora e numerosi fossili di ambiente lacustre.

Associazione di facies 4: questa associazione è caratterizzata da alternanze decimetriche di sabbie medio-fini e limi con abbondantissima frazione organica. Gli strati sabbiosi hanno, in genere, base e tetto netti e mostrano una diffusa laminazione piano-parallela. Al contrario i limi

sono massivi e presentano un intenso rimaneggiamento da parte degli apparati radicali. Subordinatamente sono presenti sabbie a granulometria media, massive o debolmente gradate. Spesso questi livelli sono laminati con strutture tipo festoni sottolineate da allineamenti di ghiaietto e piccoli ciottoli. Tale associazione è riferibile ad un ambiente di piana inondabile sviluppata in posizione laterale rispetto ai canali fluviali principali. Gli strati sabbiosi più grossolani potrebbero quindi rappresentare piccoli canali effimeri divaganti nella pianura.

Associazione di facies 5: sono volumetricamente prevalenti le sabbie medio-grossolane, debolmente gradate, organizzate in strati spessi alcuni metri generalmente amalgamati o separati da livelli decimetrici di *silt* giallastro. Spesso queste sabbie sono caratterizzate da laminazione obliqua a media scala evidenziata da allineamenti di ghiaietto e piccoli ciottoli lungo le superfici di laminazione. Intercalate ad esse si possono rinvenire banchi di sabbie medio-fini, bioturbate, ricche in matrice limosa, fossilifere (ostreidi e *Cardium*, in prevalenza). A questi depositi si possono trovare associati lateralmente livelli di limo-sabbioso grigio con frustoli vegetali, spesso concentrati in livelli preferenziali, passate discontinue di sabbia fine e frammenti di ostreidi. Nel complesso, nonostante le strutture sedimentarie siano scarse e non univocamente interpretabili, si può attribuire questa associazione ad un ambiente di sedimentazione marino-marginale, probabilmente deltizio, a cui potevano essere associati cordoni litorali e zone più protette con una sedimentazione di tipo lagunare.

Associazione di facies 6: è costituita essenzialmente da una facies siltosa prevalente ed una sabbiosa subordinata. La prima consiste di *silt* sabbiosi grigiastri, massivi, a strutturati, ricchi di frustoli vegetali e con scarsi macrofos-

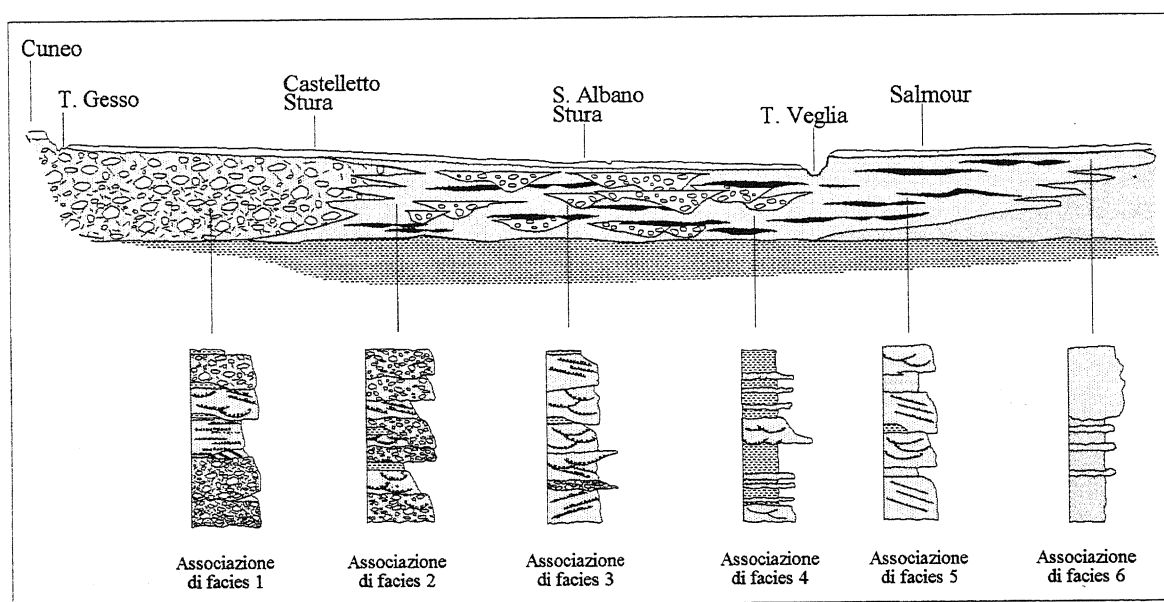


Fig. 4 - Profilo schematico orientato circa NNE-SSW mostrante la disposizione delle principali Associazioni di Facies.
Schematic cross-section showing the lateral distribution of the main facies associations of Unit II.

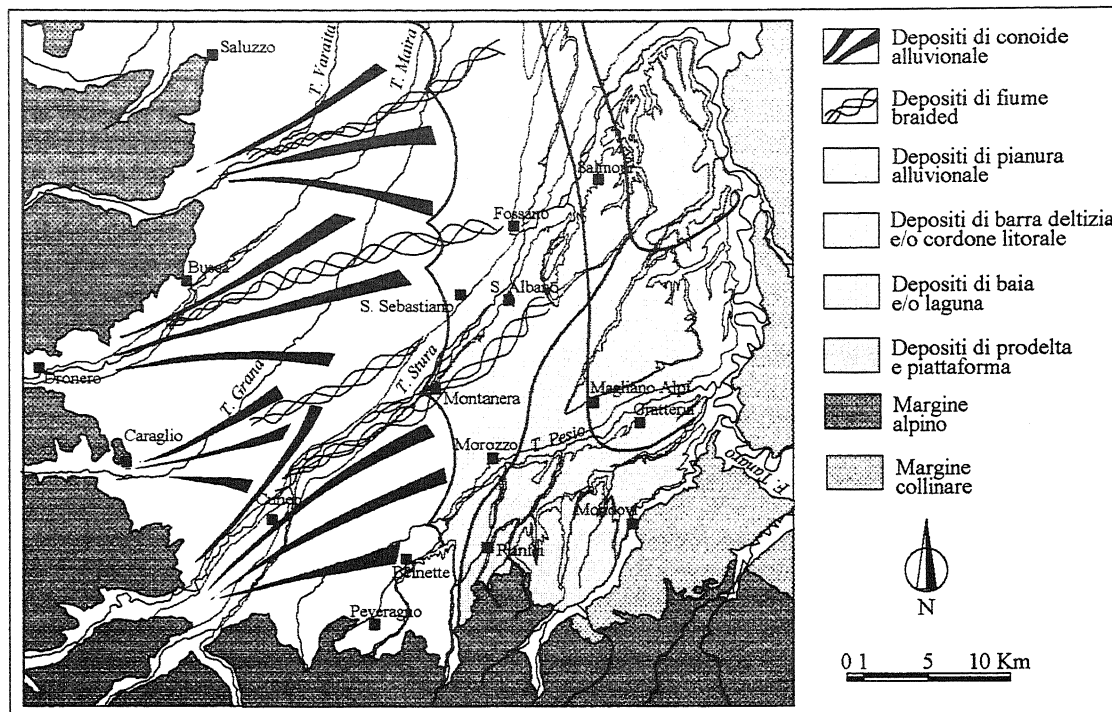


Fig. 5 - Schema paleogeografico interpretativo della pianura cuneese relativo alle fasi terminali di deposizione della Unità II.
Paleogeographical sketch related to the latest depositional phases of Unit II.

sili presenti soprattutto a livello di frammenti fra cui è stato possibile riconoscere solo resti di ostreidi. Le sabbie sono presenti in bancate di circa 2 m di spessore formate da più strati amalgamati o separati da sottili livelli di limo giallastro. La granulometria delle sabbie va da media a fine anche se, localmente possono essere presenti ciottoli oversized, di diametro fino a 5-6 cm sia freschi che alterati. Sono inoltre presenti grossi *clay-chips* di arenarie molto fini o di *silt* azzurri ricchi di materia organica e frammenti di fossili marini fra cui sono potuti riconoscere pettinidi ed ostreidi. A grande scala si può notare che i livelli sabbiosi presentano una stratificazione inclinata appena accennata rispetto ai limi sottostanti. Sulla base dei caratteri sedimentologici è possibile riferire questa associazione ad un ambiente di sedimentazione deltizio anche se relativamente più distale rispetto ai depositi precedenti.

7. ORGANIZZAZIONE LATERO-VERTICALE DELLE PRINCIPALI ASSOCIAZIONI DI FACIES

Dall'integrazione dei dati stratigrafici e sedimentologici è possibile riconoscere, all'interno dell'Unità II, una tendenza regressiva che, localmente, è espressa da sequenze di facies peculiari. Nelle zone più prossime ai basamenti alpini tale tendenza è rappresentata dalla sovrapposizione di ghiaie alterate in matrice argillosa riferibili ad un ambiente di conoide su ghiaie e sabbie relativamente più pulite tipiche di un ambiente di fiume *braided*. Nella zona di Fossano e Salmour a depositi sabbioso-limosi di ambiente deltizio si sovrappongono

facies sabbioso-ghiaiose tipiche di un sistema deposizionale fluvio-deltizio. Nella zona di San Gregorio, poco più a nord di Salmour, i depositi basali della sequenza sono rappresentati da limi ricchi di frustoli vegetali e con scarso contenuto fossilifero, riferibili ad un ambiente di prodelta, a cui seguono sabbie limose deltizie. Ovviamente, la mancanza di estesi affioramenti e la limitata profondità raggiunta dai vari sondaggi non permettono di valutare completamente l'evoluzione verticale dell'Unità II. Apparentemente solo in prossimità di Salmour è possibile riconoscere una successione verticale completa che comprende alla base, immediatamente sopra i depositi della Unità I, sedimenti sabbiosi e, subordinatamente limosi, con strutture sedimentarie tipiche di correnti di marea. A questi seguono, in successione, depositi sabbiosi marino-marginali e quindi depositi fluvio-deltizi.

Sulla base di questi dati è infine possibile tentare di ricostruire uno schema paleogeografico (Fig. 5) ricostruito in base alla distribuzione areale dei sedimenti depositi durante le fasi finali di sviluppo dell'Unità II e attualmente conservati.

La fascia pedemontana compresa tra Saluzzo e Peveragno è caratterizzata dalla presenza di una serie di conoidi alluvionali (*Associazione di facies 1*) coalescenti a formare un livello ghiaioso molto potente e continuo lungo tutto il bordo occidentale e sud-occidentale della pianura. Il passaggio tra il sistema delle conoidi ed il successivo di pianura alluvionale non è ovviamente netto anche se le facies associate al primo sono volumetricamente prevalenti fino ad una linea passante per Beinette-Montanera-San Sebastiano (a sud-ovest di

Fossano). Spostandosi progressivamente verso nord-est, i depositi ghiaiosi diventano meglio organizzati e presentano sequenze di facies di tipo *fining-upward* (*Associazione di facies 2*) tipiche di un ambiente fluviale di tipo *braided*. Queste facies presentano i loro affioramenti migliori lungo le incisioni dello Stura in prossimità di Fossano e S. Albano Stura mentre altri, di minore estensione, possono essere osservati nei pressi di Morozzo. Lateralmente, nella zona compresa tra Mondovì e Pianfei si sviluppano depositi essenzialmente fini costituiti da alternanze di limi e sabbie che, localmente, possono essere prevalenti (*Associazione di facies 4*) ed ascrivibili ad un ambiente di piana inondabile in cui potevano essere presenti piccoli canali fluviali, sviluppata in posizione marginale rispetto a quelli principali. I depositi grossolani affioranti nei pressi di Fossano sono sostituiti, spostandosi progressivamente verso Salmour, da facies prevalentemente sabbioso-limose e, subordinatamente ghiaiose (*Associazione di facies 3*) che possono ancora essere riferite ad un ambiente fluviale anche se, relativamente più distale rispetto a quello descritto in precedenza. Questi depositi risultano strettamente associati, come visibile nelle numerose incisioni presenti nella zona di Salmour, a sabbie medio-grossolane fossilifere (ostreidi, pettinidi e *Cardium*) riferite ad un ambiente fluvio-deltizio (*Associazione di facies 5*). Nel settore compreso fra il terrazzo di Magliano Alpi e la zona di Gratteria, questa associazione è rappresentata essenzialmente da limi grigiastri, ricchi di frustoli vegetali e resti di ostreidi a cui si associano sabbie fini siltose entro le quali si possono rinvenire resti di fossili lagunari come il *Cardium*, sviluppatasi in zone marine relativamente protette e laterali rispetto all'apparato deltizio principale. A nord di Salmour, nei pressi di San Gregorio, lungo le scarpate del terrazzo, affiorano depositi prevalentemente limosi massivi ricchi di frustoli vegetali a cui si associano sabbie fini massive (*Associazione di facies 6*) riferibili ad un ambiente di prodelta. Spostandosi da Salmour verso nord è possibile osservare, in affioramento, come i depositi deltizi siano progressivamente sostituiti da quelli limoso-sabbiosi di prodelta.

8. GEOMETRIA DELL'UNITÀ II

La geometria dell'Unità II è stata ricostruita integrando i dati provenienti dal rilevamento di sezioni naturali affioranti, da sondaggi elettrici verticali (soprattutto per la parte in sinistra Stura) e dalle stratigrafie sia di sondaggi a carotaggio continuo che di perforazioni per pozzi idrici.

Questi dati hanno permesso di ricostruire una serie di sezioni interpretative (Fig. 6) dalle quali è possibile definire la geometria dell'unità ed evidenziare i rapporti angolari che essa contrae con quelle sopra (Unità III) e sottostanti (Unità I). Da queste sezioni si evince come l'Unità II costituisca il riempimento di una profonda depressione orientata circa NNE-SSW, delimitata, ad ovest, dai basamenti alpini e, ad est, dalle argille-marno-

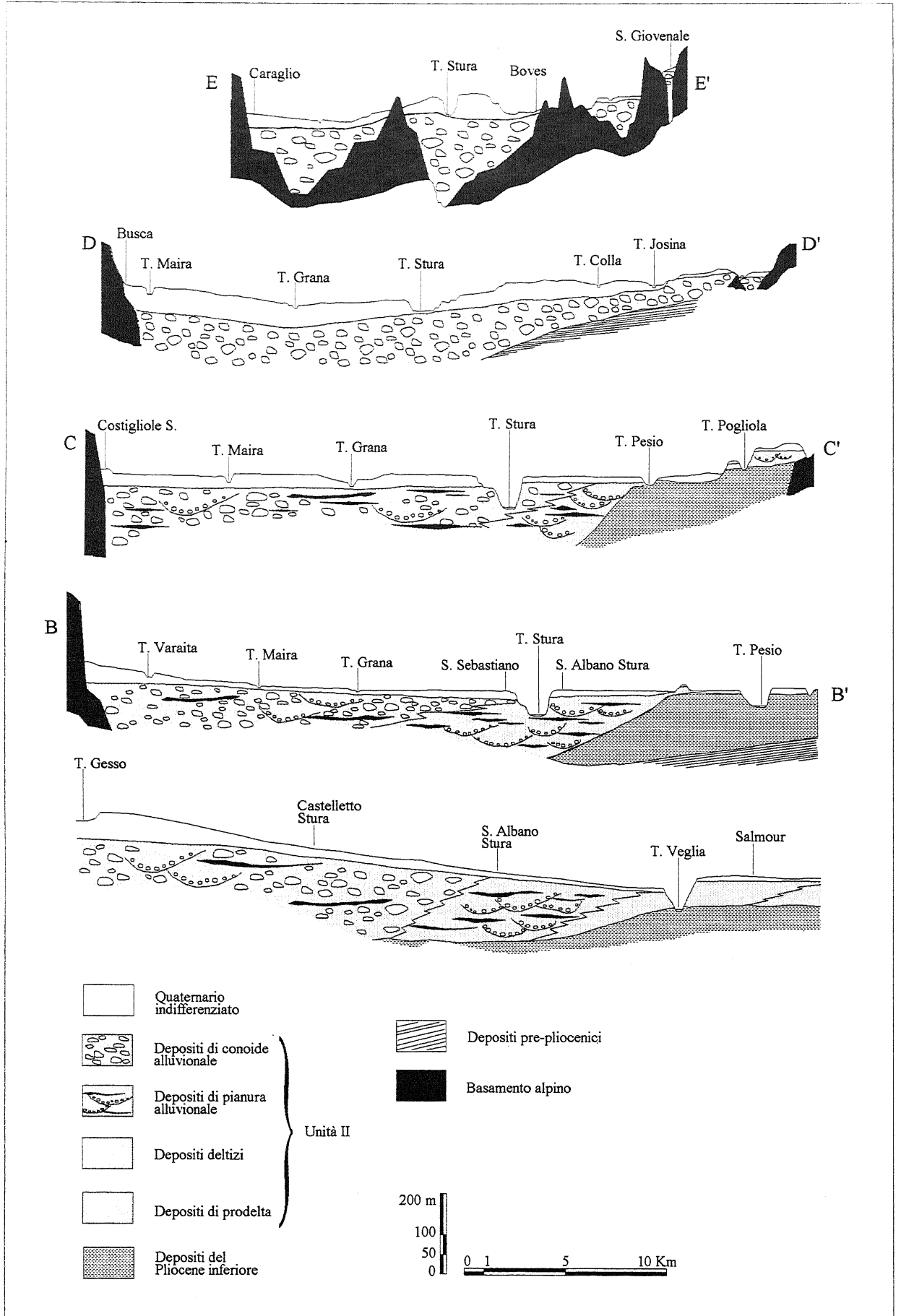
se dell'Unità I e, localmente, dai depositi pre-pliocenici.

Nel settore meridionale ed occidentale l'Unità II poggia direttamente sul substrato pre-cenozoico e costituisce il riempimento di profonde incisioni che, localmente, assumono la morfologia di veri e propri *canyons*, scavate entro il basamento. In prossimità di queste incisioni l'Unità II assume spessori considerevoli (anche maggiori di 200 m, Fig. 6) sviluppando una geometria di riempimento. In questi settori, nella porzione più prossima ai rilievi alpini l'Unità II si sviluppa al di sotto di una copertura alluvionale (Unità III) che, mostra spessori generalmente compresi tra 10 e 60 m. Il contatto fra le due unità è rappresentato da una superficie di erosione ad andamento irregolare che, localmente, presenta delle profonde incisioni probabilmente interpretabili come paleovalle scavate entro l'Unità II (Fig. 2).

Spostandosi in direzione nord-est, verso il centro della pianura il substrato dell'Unità II è costituito, almeno per il settore in destra Stura, dai depositi argillosi dell'Unità I. Sulla base dei dati attuali non è possibile, per il settore in sinistra Stura, definire il tipo di substrato dal momento che esso non è mai stato intercettato anche dalle perforazioni più profonde (oltre 200 m) e non è riconoscibile neppure nei profili elettrostratigrafici elaborati che hanno investigato fino ad una profondità di circa 250 m. Tuttavia, sulla base dei profili sismici dell'A.G.I.P. (Pieri & Groppi, 1982) sembra che l'Unità I (Pliocene inferiore di Pieri & Groppi, 1982) sia continua sotto tutta la pianura dove è presente a profondità notevoli. Nel pozzo Saluzzo 1 (E.N.I., 1972), ubicato ai bordi dell'area esaminata, questa unità è stata rinvenuta ad una profondità di 378 m che, comunque, rappresenta un valore minimo dal momento che il sondaggio è stato eseguito sulla culminazione di una struttura anticlinale associata ad un fronte di sovrascorrimento vergente verso nord-ovest.

La geometria dell'Unità II è quindi ricostruibile con una certa accuratezza soltanto per il settore in destra Stura dove esistono numerosi dati stratigrafici, mentre per quello in sinistra è possibile dare una descrizione di massima, facendo riferimento ai dati dei pozzi e dei profili sismici (Fig. 7). Nel settore orientale, fino all'altezza di un ipotetico allineamento, passante fra Trinità e Morozzo (Fig. 6), l'Unità II è caratterizzata da spessori esigui generalmente compresi fra 10 e 15 m. Ad ovest di tale allineamento, invece, essa si ispessisce bruscamente e, nell'arco di 5 km, raggiunge (circa in prossimità del corso attuale del T. Stura) uno spessore di oltre 200 m. Sulla base dei dati A.G.I.P. (Pieri & Groppi, 1982) e del Modello Strutturale d'Italia (Bigi *et al.*, 1990) sembra addirittura che tale unità, nel settore in sinistra Stura, possa raggiungere uno spessore di oltre 1000 m (Fig. 7).

Internamente l'unità è caratterizzata da superfici di stratificazione che, nel settore orientale, immergono blandamente verso nord-ovest, con inclinazioni medie di 7°-8°. Questi valori sottolineano i rapporti di discordanza angolare che intercorrono tra l'Unità II e l'Unità I che è caratterizzata da giaciture irregolari ma generalmente



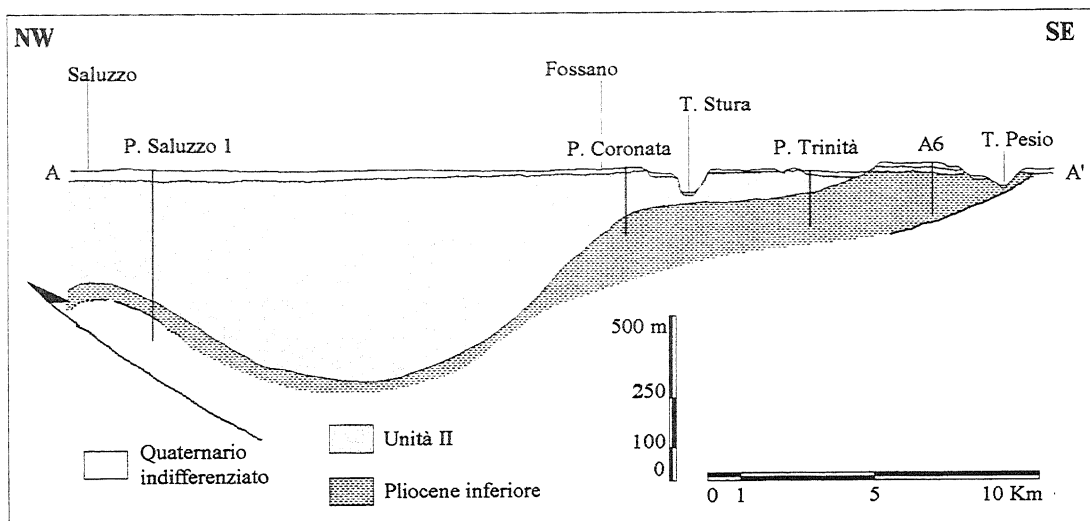


Fig. 7 - Profilo geologico interpretativo ESE-WNW mostrandone la geometria complessiva dell'Unità II.
Geological cross-section showing the Unit II overall geometry.

immergenti sia verso NW che NE con inclinazioni comprese fra 0° e 20° , e l'Unità III che, invece, è praticamente suborizzontale. I depositi dell'Unità II sono interessati da dislocazioni, ad andamento NNE-SSW (faglia del T. Pogliola) o NW-SE (faglia di Morozzo) e caratterizzate da rigetti anche considerevoli. In corrispondenza di queste faglie, gli strati risultano uncinati con inclinazioni fino a 45° . Tali dislocazioni interessano anche i depositi argilloso-marnosi dell'Unità I mentre sono sigillati da quelli dell'Unità III che, apparentemente, non risultano dislocati.

9. CONCLUSIONI

Le unità stratigrafico-deposizionali, recentemente definite da Bosellini *et al.* (1989) hanno dimostrato come sia possibile riferire le diverse litologie a determinati ambienti e processi deposizionali. Attraverso queste unità, la litologia, non costituisce più un semplice attributo descrittivo delle successioni sedimentarie, ma diventa, se opportunamente interpretata, un tassello di una logica sedimentaria insita nei concetti di ambiente o processo deposizionale.

In quest'ottica e seguendo la nomenclatura e lo schema gerarchico proposto da questi Autori, l'Unità II descritta in questo lavoro, può essere considerata come una sequenza deposizionale delimitata alla base ed al tetto da superfici di discontinuità stratigrafica. Al suo interno si sviluppano in relativa continuità di sedimenta-

zione e si associano sia lateralmente che verticalmente, una serie di ambienti e sistemi deposizionali definiti da associazioni di facies peculiari. I depositi "villafranchiani" di Sacco (1889-1890; 1931) sono riferibili ad un sistema di conoidi e di pianura alluvionale definito dalle Associazioni di facies 1, 2 e 3, descritte in questo lavoro. Essi si associano lateralmente a facies prevalentemente sabbiose (Associazioni di facies 3, 4, 5) che sono state cartografate (Foglio 80 Cuneo della C.G.I., Sacco *et al.*, 1931) come Sabbie d'Asti.

Queste associazioni sono quindi equivalenti laterali [si veda anche Azzaroli (1977) per le correlazioni fra "Villafranchiano" ed "Astiano" nell'area-tipo] fra loro coeve e si sviluppano in un intervallo di tempo che, in relazione all'età delle unità presenti alla base ed al tetto delle superfici di discontinuità, si estende dal Pliocene inferiore-medio al Pleistocene medio. Gli scarsi dati paleontologici che sono stati raccolti indicano per i depositi dell'Unità II un'età pliocenica media e risultano in accordo con i dati dell'analisi carpologica effettuata su alcuni livelli ricchi di materiale vegetale. Tale analisi ha permesso di individuare una carpoflora ad affinità pliocenica sviluppata in condizioni caldo-umide precedenti al raffreddamento climatico del Pliocene superiore - Pleistocene (Francavilla & Tomadin, 1970; Pavia, 1970; Lona, 1971).

Anche se i dati biostratigrafici sono molto scarsi e necessitano quindi di importanti integrazioni, sulla base di quanto attualmente disponibile si deve ipotizzare la presenza, al tetto dell'Unità II, di una lacuna stratigrafica estesa dal Pliocene superiore al Pleistocene inferiore. Questa lacuna è particolarmente evidente dove i depositi dell'Unità III si sovrappongono con rapporti di erosione e discordanza angolare a quelli sabbiosi dell'Unità II.

In conclusione, sembra possibile correlare, almeno temporalmente, l'Unità II con il "Complesso inferiore" istituito da Carraro *et al.* (1994) nella recente revisione del

Fig. 6 - Profili geologici interpretativi. L'ubicazione dei profili è mostrata in Fig. 1.

Geological cross-sections. For location see Fig. 1.

“Villafranchiano” nell’area-tipo. Le facies sedimentarie sviluppate da queste due unità sono relativamente differenti probabilmente anche a causa della diversa posizione paleogeografica, assunta dal bacino cuneese e da quello astigiano, rispetto ai basamenti alpini che, all’epoca, erano sicuramente emersi e soggetti ad una notevole azione erosiva.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano sentitamente i Professori M. Civita e F. Carraro per la lettura critica del manoscritto. Si ringrazia inoltre, la Prof. Colalongo ed il Dr. Sartini (Università di Bologna) per l’analisi micropaleontologica di alcuni campioni, la Dr.ssa M. Machiorlatti, che ha curato la parte grafica, ed il Dr. E. Martinetto che, gentilmente ha effettuato l’analisi carpologica di alcuni campioni.

BIBLIOGRAFIA

- Azzaroli A., 1977 - *The villafranchian stage in Italy and the Plio-Pleistocene boundary*. Giorn. di Geologia, **41**, 61-67.
- Biancotti A., 1979a - *Il Quaternario dell’area compresa fra Stura di Demonte e Tanaro (Piemonte sud-occidentale)*. Rend. Sc. fis. mat. e nat. Acc. Naz. Lincei. Serie VIII, **LXVI**, Fasc. 1-9.
- Biancotti A., 1979b - *Rapporti fra morfologia e tettonica nella pianura cuneese*. Boll. Com. Glac. It., ser. 3, (1), 6 pp.
- Bigi G., Cosentino D., Parotto M., Sartori R., & Scandone P. (Eds.), 1990 - *Structural model of Italy. Sheet 1*. CNR-Progetto Finalizzato Geodinamica, Sottoprogetto “Modello Strutturale Tridimensionale”.
- Boni P., Mosna S. & Peloso G.F., 1987 - *Considerazioni su una successione stratigrafica mio-pliocenica del monregalese*. Atti Tic. Sc. Terra, **31**, 165-175.
- Bottino G., Cavalli C. & Vigna B., 1992 - *L’analisi di facies nella prospezione idrogeologica*. Atti II° Congr. Giovani Ricercatori in Geologia Applicata, Viterbo. In stampa, 13 pp.
- Bottino G., Cavalli C., Eusebio A. & Vigna B., 1994 - *Stratigrafia ed evoluzione plio-quaternaria del settore sud-orientale della pianura cuneese*. Atti Tic. Sc. Terra, Serie Speciale, **1**, 153-166.
- Carraro F., Bortolami G.C., Campanino F., Clari P.A., Forno M.G., Ferrero E., Ghibauda G., Maso V. & Ricci B., 1978 - *Dati preliminari sulla neotettonica dei Fogli 56 (Torino), 68 (Carmagnola) e 80 (Cuneo)*. In: *Contributi Preliminari alla Realizzazione della Carta Neotettonica d’Italia*, C.N.R. Progetto Finalizzato Geodinamica.
- Carraro F. (Ed.), 1994 - *Revisione del Villafranchiano nell’area-tipo di Villafranca d’Asti*. Il Quaternario, in stampa.
- Ente Nazionale Idrocarburi, 1972 - *Acque dolci sotterranee*. **XXIII**, 914 pp.
- Francavilla F. & Tomadin L., 1970 - *Contributo alle conoscenze paleobotaniche e sedimentologiche del Villafranchiano tipo*. Giorn. Geol., (2), **35**, 65-76.
- Lona F., 1971 - *Correlazioni fra alcune sequenze micropaleobotaniche plio-pleistoceniche continentali e marine dell’Italia centro-settentrionale ed Europa centro-occidentale con riferimento al limite Tiberiano*. Acta Naturalia, Ateneo Parmense, **7**, 1-15.
- Martinis B., 1954 - *Ricerche stratigrafiche e micropaleontologiche sul Pliocene piemontese*. Riv. Ital. Paleont. e Stratig., **60**, 9-27.
- Pavia G., 1970 - *Resti di Anancus Arvenensis e flora ad affinità pliocenica nel Villafranchiano inferiore della cava di Arboschio*. Mem. Soc. Geol. It., **9**, 157-176.
- Pavia G., Chiambretto L. & Oreggia G., 1989 - *Paleocomunità a molluschi nel Pliocene inferiore di Breolungi (Mondovì, Italia NW)*. Atti 3° Simp. Ecol. Paleocol. Comun. Bent. (1985), 521-569.
- Pieri M. & Groppi G., 1982 - *Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy*. CNR - Progetto Finalizzato Geodinamica - Sottoprogramma “Modello Strutturale”, Pubbl. n. 414.
- Sacco F., 1885 - *Massima elevazione del Pliocene marino al piede delle Alpi*. Atti Acc. Sc. Torino, **20**, 828-844.
- Sacco F., 1886a - *La valle della Stura di Cuneo dal ponte dell’Olla a Bra e Cherasco*. Atti Soc. It. Sc.Nat., **29**, 269-309.
- Sacco F., 1886b - *Sulla costituzione geologica degli altopiani isolati di Fossano, Salmour e Banale*. Ann. Acc. Agric., **29**, 337-426.
- Sacco F., 1886c - *Le Fossanien nouvel étage du Pliocène d’Italie*. Bull. Soc. Geol. de France, 3° Série, **XV**, 27-36.
- Sacco F., 1887 - *Classifications des terrains tertiaires conformément à leur facies*. Bull. Soc. Belge Geol., **1**, 276-294.
- Sacco F., 1889-1890 - *Il Bacino Terziario e Quaternario del Piemonte*. Atti Soc. It. Sc. Nat., **32**, 440-567.
- Sacco F., Franchi F. & Stella A., 1931 - *Carta Geologica d’Italia. F. 80 Cuneo, 1:100.000*. 1° Ed.
- Violanti D. & Giraud V., 1991 - *Contributi allo studio del Neogene delle langhe sud-occidentali (Mondovì)*. Riv. It. Paleont. Strat., **97**, 639-660.

Ms. ricevuto: Febbraio 1995
 Inviato all’A. per la revisione: Novembre 1995
 Testo definitivo ricevuto: Dicembre 1995

Ms. received: February, 1995
 Sent to the A. for a revision: November, 1995
 Final text received: December, 1995