

## STRATIGRAFIA E SEDIMENTOLOGIA DI UNA SEQUENZA FLUVIOGLACIALE WÜRMIANA DEL CENTRO DI UDINE

P. Paronuzzi

Istituto di Scienze della Terra, Università di Udine, Italia.

**RIASSUNTO** - Sedimenti fluvioglaciali ghiaiosi del Pleistocene recente caratterizzano un largo settore della pianura friulana a S dell'anfiteatro morenico del Tagliamento.

Nella sequenza di Udine centro le litofacies basali sono costituite da ghiaie sabbiose con grossi blocchi poligenici che si sovrappongono con un contatto erosivo su di un substrato conglomeratico. I depositi fluvioglaciali prossimali si evolvono verso l'alto in una successione del tipo *fining-upward* che comprende ghiaie a stratificazione incrociata concava, a stratificazione piana orizzontale e planare incrociata.

Al tetto della sequenza si sviluppa un suolo bruno fersiallitico. Il complesso fluvioglaciale è attribuito al Würm superiore in termini di cronostratigrafia alpina.

**SUMMARY** - *Stratigraphy and sedimentology of a Late Würm glaciofluvial sequence in the centre of Udine (NE Italy).*

Late Pleistocene glaciofluvial sequences were deposited in outwash plain environments at the southern margins of Tagliamento Glacier in the Udine area (High Friulian Plain, northeastern Italy). The deposits are formed essentially by gravel, boulder gravel and sandy gravel of coalescing fans, locally interbedded with glacial sequences including diamicton units.

The 6-m thick sequence of Udine described here consists mainly of clast-supported gravels overlying an older conglomerate bedrock. The glaciofluvial lithofacies association occurs as a fining-upward sequence of distinct gravel units. The following units have been recognised (from bottom to top):

- massive or crudely bedded clast-supported boulder gravel (Gm);
- stratified cobbly and pebbly gravel with trough crossbeds (Gt);
- horizontal stratified and imbricated pebbly gravel (Gh);
- gravel, sandy gravel and granule beds with planar crossbedding (Gp).

A fersiallitic brown topsoil developed on the upper part of the outwash gravel sequence infilling many cone-shaped weathering pockets. The lower unconformity between glaciofluvial sediments and matrix-supported conglomerate indicates a major erosional break of unknown age.

The four principal gravel lithofacies (Gm, Gt, Gh, Gp) are interpreted to be the sedimentary product of a braided proglacial system which evolved rapidly from proximal ice-contact fans into distal finer outwash plains. The lithofacies (Gm) represents sedimentation of high-density debris flows. The scour and fill feature of the lithofacies (Gt) shows that this unit was deposited as a filling of minor fluvial channels during flood events. (Gh) is interpreted to be a multiple lag deposit connected with stable marginal floodplains. Finally, the plane crossbedding of (Gp) indicates longitudinal bar deposits growing from older bar remnants.

The glaciofluvial sequence of Udine is attributed to a Late Pleistocene glacial stage (Late Würm of glacial alpine chronostratigraphy) which occurred around 20 000 years b.P.

**Parole-chiave:** Pleistocene superiore, Würm, pianura friulana, Italia NE.

**Key-words:** Late Pleistocene, Würm, Friuli Plain, NE Italy.

### 1. INTRODUZIONE

Le sequenze sedimentarie alluvionali dell'Alta Pianura Friulana non sono attualmente note nelle loro caratteristiche stratigrafiche e sedimentologiche di dettaglio. La maggior parte dei lavori che illustrano gli aspetti geologici di quest'area di pianura risale alla fine del secolo scorso e alla prima metà del '900 (Taramelli, 1875 e 1876; Pirona, 1886; Tellini, 1900; De Gasperi, 1909; Lorenzi, 1920; Feruglio, 1920, 1925 e 1929).

Alcune stratigrafie messe in luce da sbancamenti superficiali sono descritte da Martinis (1953) ed in varie pubblicazioni di Comel (1961a, 1961b, 1962, 1964, 1965 e 1967).

Stefanini e Cucchi (1977) hanno ricostruito l'andamento dei litotipi fondamentali nel sottosuolo della Pianura Friulana, relativamente all'intervallo di profondità 0-100 metri, sulla base di 421 stratigrafie di pozzi per acqua.

Per il territorio comunale di Udine, in particolare, sono oggi disponibili numerosi dati stratigrafici di recente acquisizione e conseguenti alle indagini geognostiche finalizzate agli studi per la zonazione in prospettiva sismica (Bernardis e Zorzi, 1981; Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, 1985).

Le informazioni stratigrafiche fornite dalle numerose perforazioni sono di norma penalizzate dalla impossibilità, a prescindere dalla qualità della perforazione, di pervenire al riconoscimento delle effettive geometrie dei corpi sedimentari.

Nello stesso tempo l'abbondanza delle frazioni clastiche più grossolane, ghiaie e ciottoli, impedisce un'adeguata caratterizzazione sedimentologica delle diverse litofacies. I campioni prelevati sono quasi sempre disturbati e poco rappresentativi della reale distribuzione granulometrica. Le strutture sedimentarie sono poco o affatto riconoscibili.

D'altra parte l'analisi verticale e laterale delle litofa-

cies è ritenuta oggi uno strumento fondamentale per lo studio degli ambienti sedimentari alluvionali, attuali (Miall, 1977 e 1978) o passati (Rust, 1978 e 1979).

In questo lavoro viene adottato un approccio simile per la descrizione e l'interpretazione di una sequenza alluvionale subsuperficiale messa in luce da un vasto scavo eseguito nel centro storico di Udine. L'analisi stratigrafica si avvale della raccolta di dati strutturali, litologici, mineralogici e geochimici.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

### 2.1 Generalità

Udine ed il suo comprensorio periferico fanno parte di un settore della Pianura Friulana pedemorenica che si allunga in senso meridiano tra le due direttrici fluviali dei torrenti Cormor, ad Occidente, e Torre, ad Oriente (Fig. 1). Gli altri limiti di questo tratto di Alta Pianura centro-orientale sono: a N la cerchia più esterna dell'anfiteatro morenico del Tagliamento, a S la linea delle risorgive che segnala il passaggio alla Bassa Pianura.

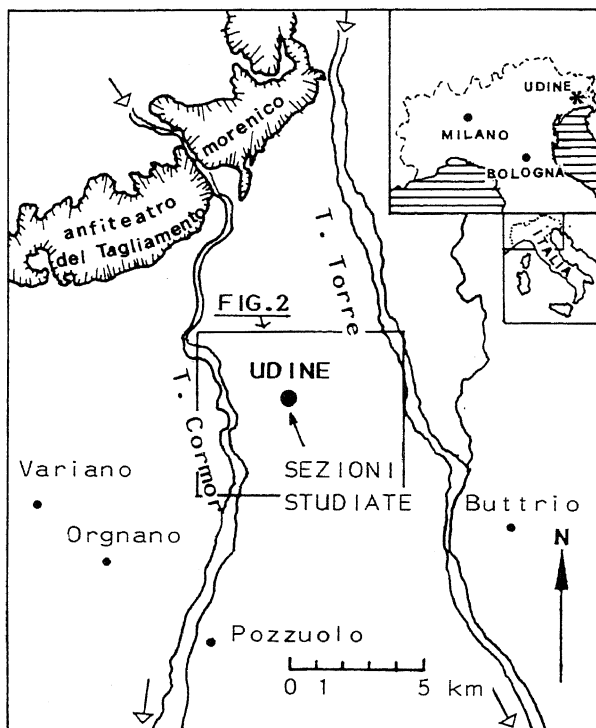


Fig. 1 - Ubicazione delle sezioni studiate. La litologia superficiale dell'area riquadrata è raffigurata nella Fig. 2.  
Location map of the sections studied. The details of the surficial lithology are shown in Fig. 2

### 2.2 I depositi superficiali

I depositi superficiali dell'Alta Pianura sono costituiti da alluvioni grossolane, ghiaioso-ciottolose, con elementi prevalentemente calcareo-dolomitici immersi in una matrice sabbiosa. La litologia subsuperficiale (i dati litologici si riferiscono alla profondità di 1 metro dal piano campagna) dell'area di Udine è rappresentata in Fig. 2. I limiti litologici sono quelli desunti da Bernardis e Zorzi (1981) dall'esame di oltre 200 stratigrafie di pozzi, sondaggi e scavi.

Nell'area di Udine risultano presenti quattro distinte

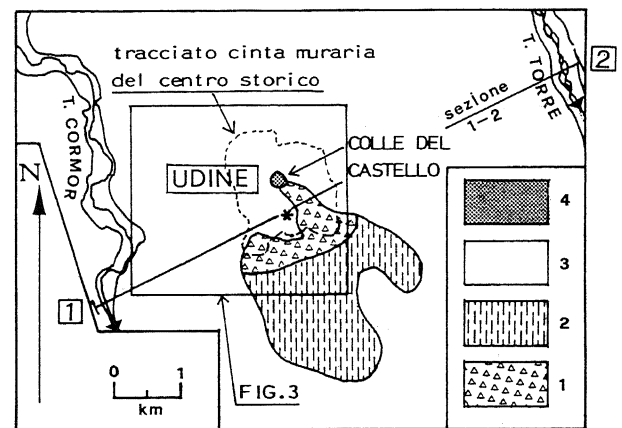


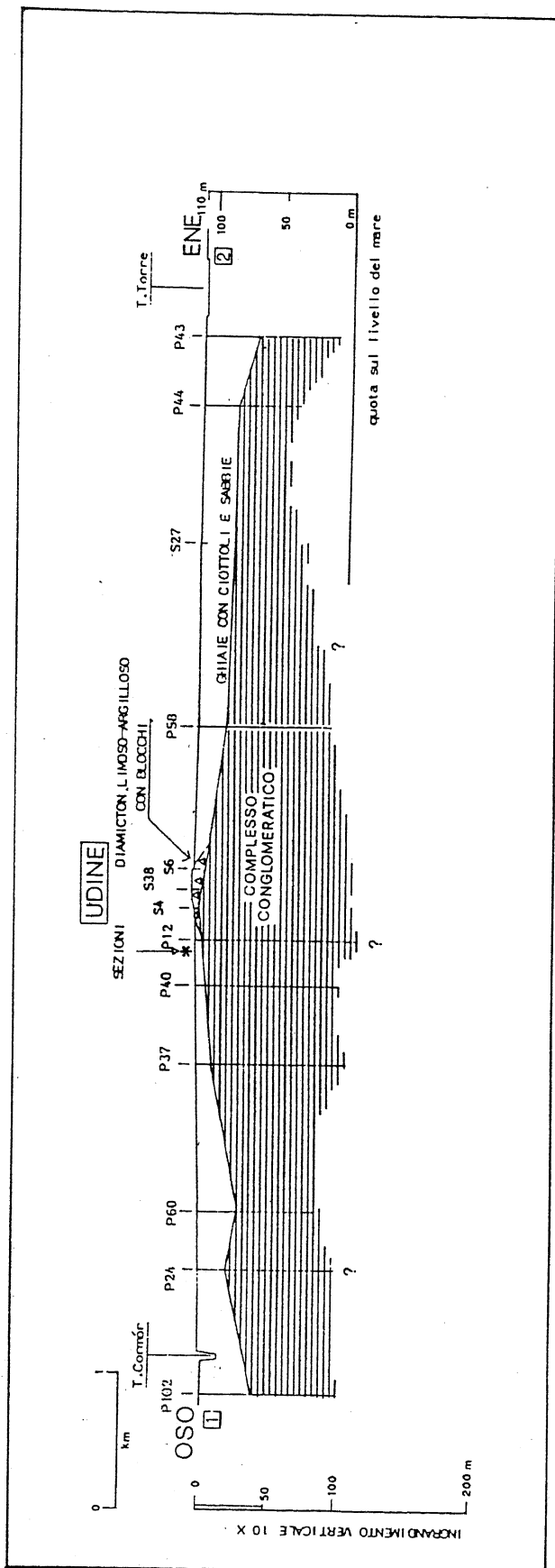
Fig. 2 - Distribuzione delle litologie superficiali nei dintorni di Udine: 1 = diamicton a matrice pelitica, bruno, bruno-giallastro e bruno scuro, con grandi blocchi; 2 = limi argilloso-sabbiosi bruni, con ciottoli e ghiaia; 3 = ghiaie e ghiaie sabbiose; 4 = ghiaie sabbiose e ghiaie pelitiche (riporti antropici del colle del castello).

*Distribution of lithologic surficial units in the surroundings of Udine: 1 = brown, yellowish brown and dark brown matrix-supported diamicton with large boulder; 2 = brown loam with pebbles and cobbles; 3 = gravel and sandy gravel; 4 = chaotic sandy and muddy gravel (materials, re-worked by man, of the castle hill).*

unità litologiche:

- limi argilloso-sabbiosi, di colore bruno, bruno-giallastro e bruno rossastro, con ghiaie e ciottoli in quantità variabile (lembo a S della stazione ferroviaria);
- limi argilloso-sabbiosi analoghi ai precedenti che inglobano ghiaie, ciottoli poligenici molto alterati e grossi trovanti (0.5-3 metri cubi) di diversa litologia (calcarei, dolomie, conglomerati) (stazione ferroviaria, via Aquileia);
- ghiaie con ciottoli e matrice sabbiosa;
- ghiaie con ciottoli e matrice sabbioso-limosa (riporti e materiali superficiali rimaneggiati del colle del castello).

Nel Foglio 25 Udine della Carta Geologica d'Italia (Feruglio, 1925) il lembo pelitico-ghiaioso a S del colle del castello è interpretato come coltre di alterazione



(ferretto) di alluvioni prerissiane. Le alluvioni ghiaiose della piana circostante sono attribuite al fluvioglaciale Würmiano ed i depositi golenali del Cormor e del Torre al Postglaciale.

Comel (1937, 1955, 1957) estende la qualifica di "ferretti" a tutti i suoli bruno rossastri sviluppati sulle ghiaie fluvioglaciali würmiane dell'Alta Pianura Friulana. Successivamente lo stesso Autore (Comel, 1961a e 1961b) riconosce nel "ferretto" di Udine un deposito glaciale prewürmiano.

Nella recente Carta Pedologica della Pianura Friulana (Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, 1984), a cura di Comel, Nassimbeni e Nazzi, i suoli ferrettizzati dell'Alta Pianura, differenziati per spessore, sono classificati come *Ferrals Cambisols*.

La costituzione litologica del rilievo sul quale sorge il castello di Udine, nel nucleo storico della città, è stata oggetto di diverse interpretazioni, molte delle quali prive di un effettivo riscontro oggettivo. Senza entrare nel merito dell'ampio ventaglio di ipotesi formulate a più riprese, in questa sede vengono sinteticamente riportate le principali informazioni recentemente acquisite in seguito a sondaggi e scavi di fondazione. Questi dati stratigrafici permettono innanzitutto di escludere la natura conglomeratica ipotizzata da vari Autori ed indicano uno spessore cospicuo di sedimenti sciolti.

Alla sommità del colle del castello sono presenti in superficie riporti di ghiaie sabbiose giallastre con ciottoli ( $d_{max} = 15$  cm) e frammenti di laterizi a disposizione caotica. Questa coltre di materiali rielaborati è potente mediamente 1-3 metri e copre una successione composta da strati alternati di ghiaie sabbioso-pelitiche e peliti brune con ghiaie e ciottoli, diffuse almeno sino a 18-20 m di profondità (Bernardis e Zorzi, 1981: sondaggi 3, 4, 5 e 6; Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, 1985: sondaggi 206014 e 206015 (1973)).

Lungo il fianco orientale del colle recenti scavi hanno messo in luce potenti riporti stratificati di epoca storica sovrapposti a ghiaie sabbiose suborizzontali con suolo bruno rossastro (via Manin) o a limi bruni sabbioso-argillosi con ghiaie e trovanti calcareo-dolomitici e conglomeratici (piazza I maggio).

Rimane controversa la genesi del colle: neotettonica secondo Martinis (1953), morenica a giudizio di Comel (1961a).

Fig. 3 - Sezione WSW-ENE attraverso Udine che illustra la distribuzione dei sedimenti fluvioglaciali ed i rapporti con i sottostanti conglomerati. I simboli si riferiscono alle successioni litologiche (P = pozzo; S = scavo superficiale) descritte da Bernardis e Zorzi (1981). La traccia della sezione è raffigurata in Fig. 2.

WSW-ENE section across Udine showing the distribution of glaciofluvial sediments and their relationship to the underlying conglomerate complex. The symbols indicate the location of lithological logs (P = well, S = ditch) described by Bernardis and Zorzi (1981). For cross-section trace see Fig. 2.

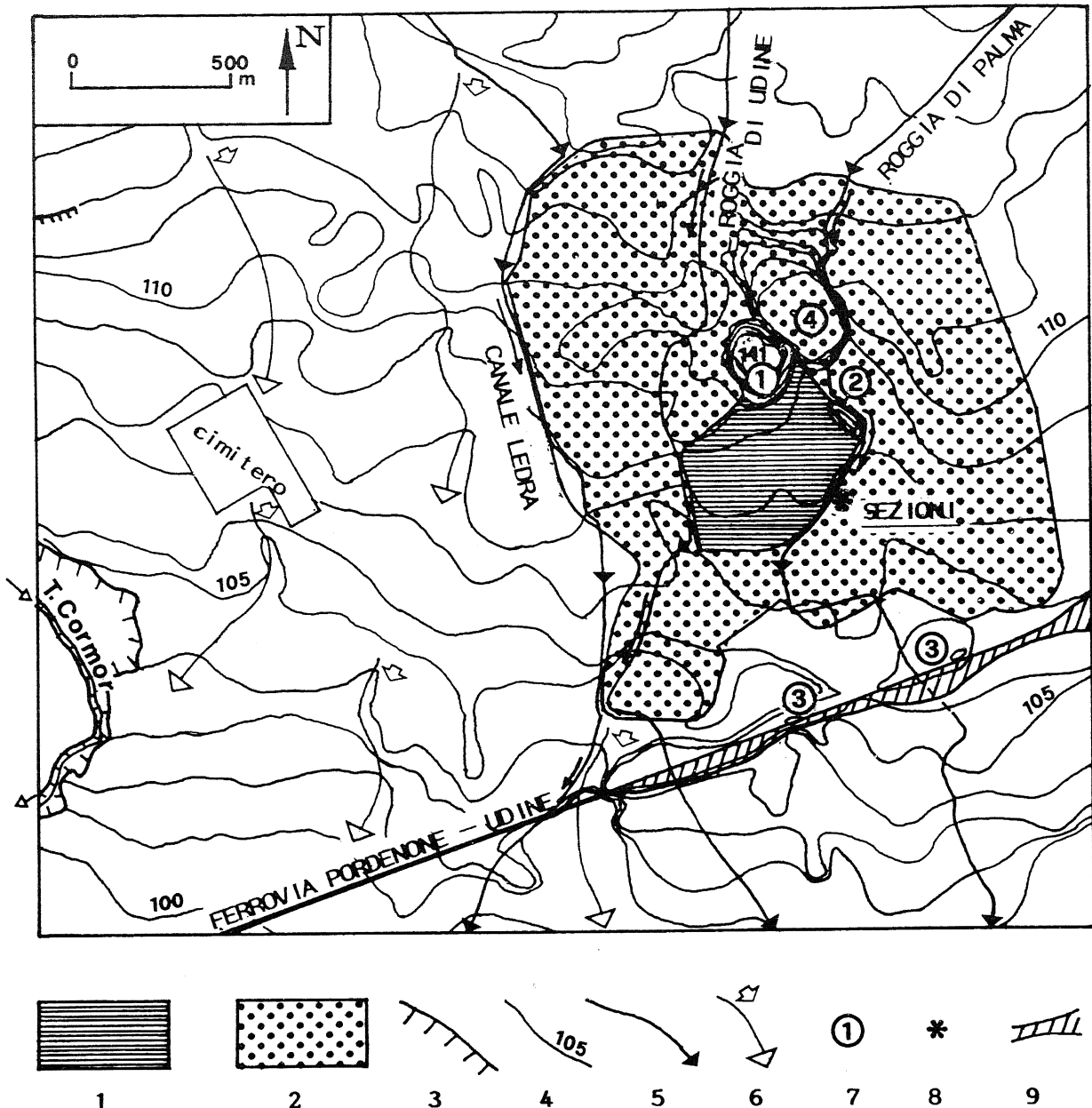


Fig. 4 - Caratteri geomorfologici dell'area di Udine: 1 = abitato dell'età del Bronzo; 2 = centro storico (XIX secolo); 3 = orlo di scarpata fluviale; 4 = curva di livello (metri); 5 = canale artificiale; 6 = direttrice del drenaggio superficiale; 7 = culminazioni e depressioni topografiche (1 = colle del castello; 2 = giardini Ricasoli; 3 = stazione ferroviaria; 4 = piazza I Maggio); 8 = ubicazione delle sezioni; 9 = rilevato ferroviario.

*Geomorphological features of the Udine area: 1 = previous Bronze Age settlement; 2 = old town (XIX century); 3 = edge of fluvial scarp; 4 = contour line (metres); 5 = canalization and irrigation ditch; 6 = surficial drainage line; 7 = high- and low-topographic irregularities (1 = castle hill, 2 = Ricasoli Gardens, 3 = railway station, 4 = piazza I Maggio); 8 = location of sections; 9 = railway embankment.*

### 2.3 Il sottosuolo

I numerosi punti di indagine geognostica ubicati nel comune di Udine rivelano, in modo concorde, l'esistenza nel sottosuolo di una marcata discontinuità litostratigrafica.

Le alluvioni ghiaioso-sabbiose superficiali poggiano su di un basamento conglomeratico che si rinviene ad una profondità minima di 4-5 metri in prossimità del nu-

cleo storico di Udine (Fig. 3). All'interno della formazione conglomeratica sono presenti frequenti intercalazioni di ghiaie, sabbie e peliti bruno giallastre. I livelli ghiaiosi sono generalmente più potenti (1-6 m) di quelli limoso-argillosi (0,5-2 m).

Questo complesso conglomeratico ha uno spessore minimo accertato di 110-115 metri (Bernardis e Zorzi, 1981: pozzi 8 e 9 (piazza I Maggio)). Il limite superiore, con le alluvioni sciolte, si approfondisce gradual-

mente allontanandosi da Udine (Fig. 3). I conglomerati compaiono circa 3,5 km ad Ovest di Udine ad una quota di -35/-40 m dal piano campagna (Pasian di Prato) ed analoghi valori si riscontrano a Sud (Paparotti), Est (Remanzacco) e Nord (Feletto Umberto). Il limite inferiore dell'unità non è attualmente noto.

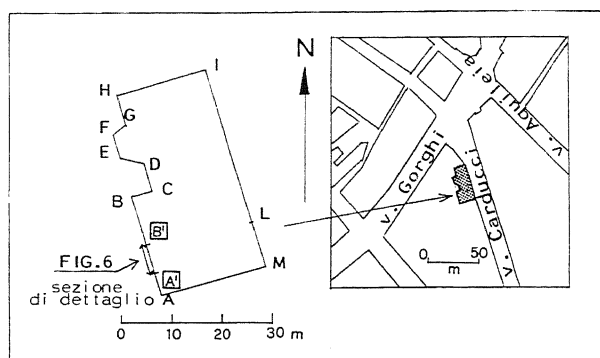


Fig. 5 - Ubicazione delle sezioni studiate.  
Location of studied sections.

### 3. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

L'Alta Pianura compresa tra il Cormor ed il Torre ha la conformazione di un cono alluvionale debolmente inclinato verso S e con apice in corrispondenza della zona di Reana del Roiale. La pendenza media è del 4,5 per mille, con direttrici a SSW e SSE nei settori, rispettivamente, occidentale ed orientale.

La continuità del cono è interrotta dalle incisioni dei torrenti Cormor e Torre. L'alveo del T. Cormor è profondamente scavato nei sedimenti fluvioglaciali ed all'altezza di Udine raggiunge un divario altimetrico massimo di 15-17 m (Pasian di Prato). La piana si raccorda con il *tahlweg* attuale attraverso un sistema di terrazzi fluviali che comprende, quando completo, 6 distinte scarpate di erosione. I terrazzi hanno le seguenti altezze sul fondovalle (in metri): +4,5, +6,0/6,5, +9,0, +12,0, +14,0/14,5 e +16,0/16,5.

L'alveo del T. Torre è molto meno incassato nella pianura. Si riconoscono solamente due ordini di terrazzi posti ad un dislivello di +2,0/2,5 e +6,0/6,5 metri, rispettivamente (Laipacco).

La Fig. 4 mostra i dettagli geomorfologici del centro e della periferia di Udine. L'andamento delle curve di livello, per intervalli altimetrici di 1 m, è stato ricavato per interpolazione dei punti quotati riportati sull'elemento topografico 066112 Udine, alla scala 1:5 000, della Carta Tecnica Regionale.

L'analisi del microrilievo conferma la generale pendenza a SSW e sottolinea diverse irregolarità topografi-

che. Le anomalie principali sono (Fig. 4):

- i dossi isolati del colle del castello (+30,0/34,0 m), dei giardini Ricasoli (+4,0/4,5 m) e della stazione ferroviaria (+4,5/5,0 m);
- la depressione circoscritta di piazza I Maggio (-4,5/5,0 m);
- alcuni elementi lineari leggermente incisi, curvilinei che si sviluppano da N a S attraversando Udine e perdendo localmente continuità.

Queste ultime direttrici sono rivelate da ripetute inflessioni, più o meno accentuate, delle isoipse. I solchi sono separati l'uno dall'altro da modesti dossi ellittici che si raccordano gradualmente alla piana circostante.

L'attuale idrologia superficiale dell'area di Udine è il prodotto di opere di derivazione attuate in epoca medioevale dal T. Torre (Rogge di Udine e di Palma) e più recentemente dal F. Tagliamento (Canale Ledra). Le canalizzazioni attraversano Udine alternando segmenti con circolazione superficiale a tratti coperti.

L'intensa antropizzazione ha contribuito ad alterare molte forme naturali würmiane ed oloceniche. In corrispondenza della zona del cimitero si interrompe bruscamente un solco superficiale che ricompare immediatamente a S (Fig. 4).

Altre modificazioni, più antiche e/o più localizzate, sono completamente obliterate dall'attuale tessuto urbano. Di alcune di queste si conserva la documentazione storica. Così è per la depressione di piazza I Maggio occupata sino al 1700 da un piccolo specchio lacustre di origine antropica (Martinis, 1953).

Non esiste alcun riscontro geomorfologico del tracciato del sistema di mura e fossato che circondava Udine in epoca storica. Il tracciato riportato in figura è stato desunto da documenti cartografici. Strutture perimetrali più antiche e più interne, pertinenti a fasi di abitato proto-storico, sono completamente scomparse ma risultavano visibili ancora alla fine dell'800 (Tellini, 1900) (Fig. 4).

### 4. LA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Le sezioni studiate sono state messe in luce nel centro storico a circa 500 m a SE dal colle del castello, all'angolo tra le vie Carducci e Gorghi. La pianta dello scavo ed i punti di riferimento delle sezioni esposte sono indicati nella Fig. 5. La profondità massima dello scavo di fondazione è di 670 cm dal piano campagna.

Le litofacies sono identificate secondo i codici proposti da Miall (1977) e successive modifiche (Eyles N., Eyles C.H. e Miall, 1983). Sono stati introdotti invece i codici (Gh) ed (Fd) (Fine, diamictic) per le ghiaie a stratificazione orizzontale e le peliti con ghiaio e ciottoli, rispettivamente. I codici dei colori sono quelli delle *Munsell Soil Color Charts*.

La descrizione che segue si riferisce alla sezione A-B, che esibisce la sequenza più completa ed in cui

a

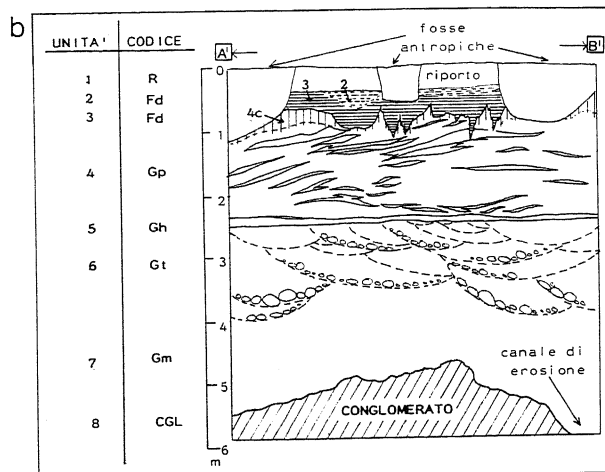
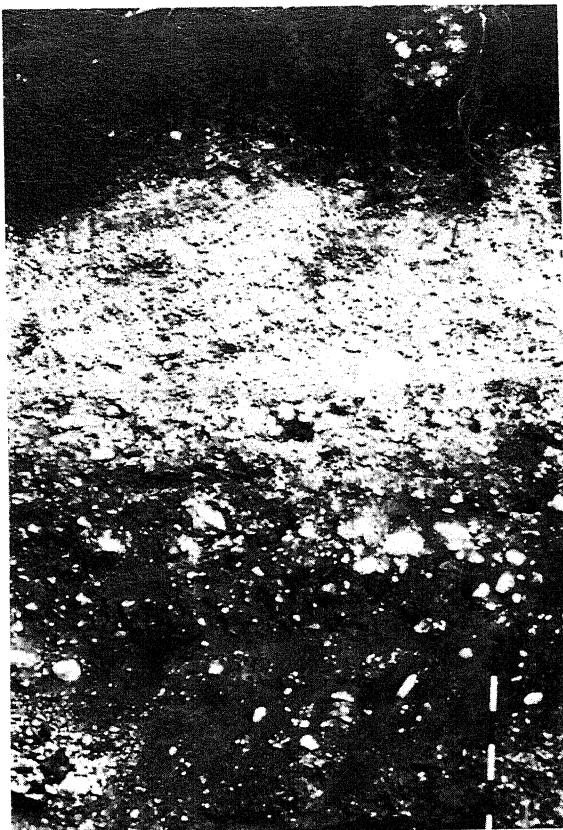


Fig. 6 - La sezione principale A - B; dettaglio dell'estremità meridionale A'-B'. Unità e litofacies sono descritti nel testo.  
*The A - B main section: detail of the southern part (A' - B'). For the unit descriptions and lithofacies codes see text.*

sono più evidenti le differenziazioni interne del complesso ghiaioso-sabbioso. In questa sezione sono state riconosciute le seguenti unità litostratigrafiche sotto descritte (dall'alto verso il basso) (Fig. 6a e 6b).

Unità 1: (profondità 0/-40 cm, mediamente) Riporti di ghiaie e limi sabbioso-argillosi misti a ghiaie, indistinti e/o stratificati. Sono presenti diverse strutture di fondazione e, alla base, fosse emisferiche con riempimenti a grossi ciottoli (15-20 cm) e mattoni.

Unità 2: (-40/-70 cm) Limi e limi sabbioso-argillosi con scarso ghiaino minuto e medio (0.2-2 cm) inglobato dalla matrice. Matrice colore 10YR4/4 bruno giallastro scuro, umida. Scheletro scarso (5-10%) con arenarie, calcari e selci. Struttura poliedrica angolare e subangolare, fine e media, evidente. Radici legnose in tutte le direzioni, abbondanti. Limite inferiore graduale, ondulato. Codice litofacies (Fd).

Unità 3: (-70/-100 cm, mediamente) Limi e limi sabbioso-argillosi con ghiaia e ciottoli ( $d_{max} = 10$  cm) dispersi nella matrice. Colore matrice 7.5 YR 4/4 bruno scuro, umido. Struttura poliedrica angolare, media, evidente. Rivestimenti di argilla e ferro sulle facce degli aggregati (*argillans*). Radici scarse. Limite chiaro. Codice litofacies (Fd). L'unità costituisce anche il riempimento di profonde tasche sviluppate entro le ghiaie sottostanti. Le strutture penetrative, per lo più verticali, hanno forma colonnare o a cuneo e possono essere profonde anche 200 cm (Fig. 7). All'interno delle tasche il riempimento è

omogeneo (Fig. 8) o differenziato per sovrapposizione dell'unità 2. Unità 4: (-100/-230 cm, mediamente) Ghiaie con ciottoli ( $d_{max} = 10$  cm) e sabbia a stratificazione planare inclinata e suborizzontale discontinua (Fig. 9) (massima inclinazione apparente = 18 gradi).

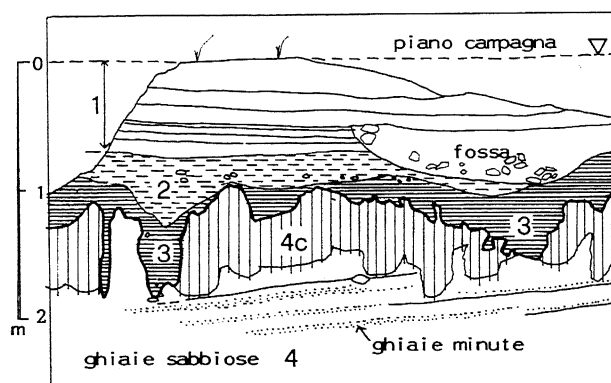


Fig. 7 - Tetto delle ghiaie fluvioglaciali dell'unità 4. Si notano i riporti antropici superficiali (1) ed il contatto abrupto molto irregolare tra le ghiaie (4, 4c) e le peliti brune con ghiaie (3, 2).  
*Top of the upper glaciofluvial sandy gravel (4). Note the material reworked by man (1) and the sharp, highly irregular contact between gravel beds (4, 4c) and pebbly brown loam units (2, 3).*

La stratificazione è data da *foresets* di spessore centimetrico (5-20 cm) di ghiaino minuto sabbioso a supporto clastico (*clast-supported*). Codice litofacies (Gp). Al tetto le ghiaie sabbiose passano gradualmente ad un orizzonte irregolare (4C) decimetrico (10-60 cm) di ghiaie pelitiche, a matrice 7.5 YR4/4 bruno scuro, umida.

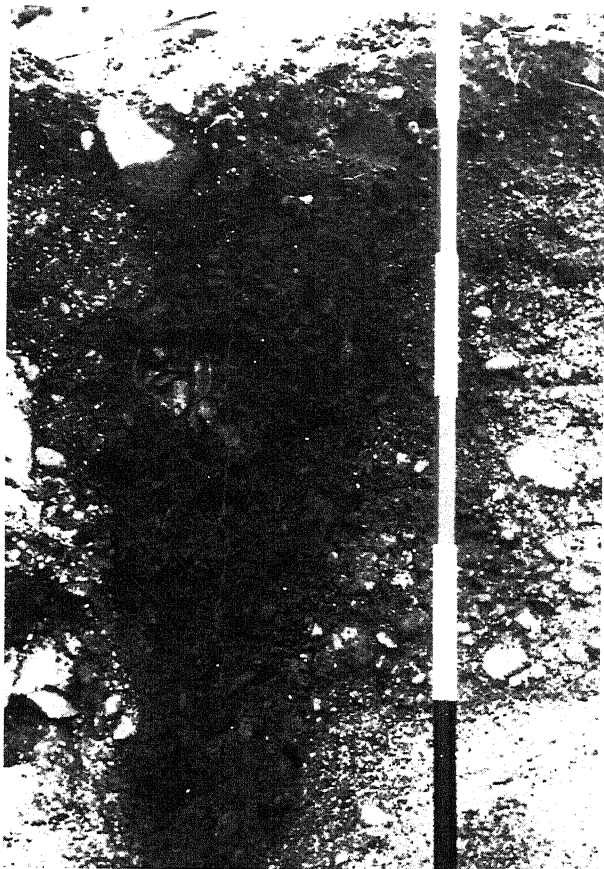


Fig. 8 - Loam argilloso bruno con ciottoli (litofacies Fd) che riempie una tasca di alterazione sviluppata nelle ghiaie sottostanti. Unità 3. Tetto della sezione G - H. Il segmento unitario dell'asta misura 20 cm.

*Homogeneous dark brown clayey loam with pebbles (lithofacies Fd) which fills a weathering pocket developed in underlying gravels. Unit 3. Top of G - H section. Scale bar unit = 20 cm.*

Unità 5: (-230/-240 cm) Ghiaie medie e grossolane con ciottoli ( $d_{max} = 20$  cm) disposte in un livello suborizzontale ben definito e molto continuo. La matrice è sabbiosa. Una concentrazione di elementi grossolani (10-20 cm) segnala una superficie di dilavamento con ciottoli residui embricati (*stone line*). Codice litofacies (Gh).

Unità 6: (-240/-400 cm) Ghiaie medie e grossolane con ciottoli ( $d_{max} = 20-30$  cm) immersi in matrice sabbiosa (*clast-supported*). Stratificazione discontinua incrociata concava evidenziata da allineamenti di grossi ciottoli disposti "a festoni". Codice litofacies (Gt).

Unità 7: (-400/-550 cm, mediamente) Ghiaie eterometriche con ciottoloni, ghiaie e sabbia, mal o affatto stratificate. Localmente si distinguono lenti di materiali più grossolani con grossi blocchi calcareo-dolomitici sino

a 50 cm di diametro massimo (Fig. 10). L'unità poggia su di un substrato conglomeratico con un limite netto e ondulato. Codice litofacies (Gm).

Unità 8: (-550 cm e +) Conglomerato con elementi poligenici ben arrotondati immersi in una matrice sabbioso-pelitica a cemento carbonatico (Fig. 11). Matrice colore 10 YR6/3 bruno pallido, umida. Il grado di cementazione è molto variabile. Non sono presenti ciottoli cavi per dissoluzione del nucleo carbonatico. Al tetto compaiono molti elementi calcarei con gli spessori corticali polverulenti. Lungo la sezione I-L affiora, all'interno dei conglomerati, un livello lenticolare biconcavo di sabbie e sabbie limose grigie a laminazione piano-parallela (Sh) (Fig. 12). Le sabbie sono comprese tra due banchi di conglomerato e si estendono per 5-6 metri circa. I limiti, superiore ed inferiore, sono netti (Fig. 13).

## 5. CARATTERI TESSITURALI

I sedimenti sciolti delle diverse unità sono stati campionati e sottoposti ad analisi granulometrica. I dati caratteristici dei materiali più grossolani sono stati ricavati da campioni di 10-12 dm cubici. Le analisi sono state effettuate su setaccio per via umida fino a 4 phi e da 5 a 9 phi mediante pipetta, per intervalli di 1 phi. I limiti delle classi granulometriche sono quelli della scala Udden-Wentworth.

Le distribuzioni granulometriche cumulative delle diverse litofacies sono rappresentate nella Fig. 14. La Fig. 15 mostra gli istogrammi percentuali, per classi di 1 phi, di 6 campioni rappresentativi. Le diverse caratteristiche granulometriche sono state sintetizzate nei due diagrammi triangolari A e B di Fig. 16.

I risultati delle analisi consentono alcune osservazioni:

- le sabbie microlaminate intercalate nei conglomerati di base sono essenzialmente sabbie medie discretamente classate (*sorting* = 0,7);
- la coda fine è attribuibile verosimilmente alla lamina superiore sabbioso-pelitica; le unità 7-6-5-4 costituiscono un complesso ghiaioso-sabbioso con ghiaie e ciottoli decisamente prevalenti (65-85%) sulle sabbie (15-35%);
- la componente pelitica è praticamente assente; i sedimenti sono poco o scarsamente classati ( $1,4 < \textit{sorting} < 2,6$ );
- le curve granulometriche sono generalmente unimodali, con moda in corrispondenza della ghiaia molto minuta o media (Fig. 15);
- le unità pelitico-ghiaiose più superficiali, 3 e 2, sono caratterizzate da matrici limoso-argilloso-sabbiose e argilloso-limoso-sabbiose mal classate (*sorting* > 3,5);
- le curve granulometriche sono polimodali e mostrano una significativa componente argillosa (Fig. 14 e 15);
- l'ampiezza dell'intervallo granulometrico giustifica la





Fig. 9 - Ghiaie sabbiose a stratificazione orizzontale discontinua. Unità 4, parte superiore.  
*Clast-supported sandy gravel with discontinuous horizontal bedding. Upper part of unit 4.*

qualifica di *Fine diamictic* (codice litofacies Fd).

## 6. LITOLOGIA DELLE GHIAIE

Le frazioni più grossolane, ghiaioso-ciottolose, delle varie unità stratigrafiche sono state esaminate dal punto di vista litologico. A tale scopo è stata effettuata una stima delle percentuali relative su campioni rappresentativi ( $n = 100$ ) rilevati direttamente in campagna. Gli elementi considerati avevano un diametro  $>$  di 2 cm. Gli allineamenti campionati erano subparalleli alle superfici di stratificazione.

La frazione ghiaiosa dei sedimenti eterometrici a matrice pelitica (unità 2 e 3) è stata esaminata dopo setacciatura ad umido eseguita in laboratorio. In questo caso sono state determinate le litologie degli elementi con  $d > 0,5$  cm.

I risultati sono rappresentati nel diagramma triangolare di Fig. 16C che mostra le diverse composizioni percentuali espresse in funzione di C (rocce carbonatiche), T (rocce terrigene) e S (selci).

Nei conglomerati i litotipi più diffusi sono quelli carbonatici (80-85%) con le dolomie prevalenti sui calcari più o meno dolomitici. Le dolomie possono essere biancastre, bruno molto pallido, grigio scure. I calcari sono

per lo più grigi e bruno-grigiastri. Decisamente subordinata è la componente silicea rappresentata da sporadiche selci nere. Le rocce sedimentarie terrigene raggiungono percentuali sull'ordine del 15-20% e comprendono: conglomerati calcareo-dolomitici, arenarie verdi e bruno-giallastre, siltiti e arenarie rosse.

Nel complesso a ghiaie sabbiose sciolte (unità 4-5-6-7) resta preminente la componente carbonatica (80-90%) su quella terrigena. Tra i litotipi terrigeni sono presenti: conglomerati quarzosi bruno-rossastri, conglomerati calcareo-selciferi e conglomerati verdastri; arenarie verdi, rosse, bruno-giallastre e grigio-scure; siltiti giallastre e grigio-rossastre. Compaiono anche alcuni elementi di selci nere.

Nei sedimenti pelitico-ghiaiosi delle unità 2 e 3 i rapporti percentuali tra le diverse litologie si modificano profondamente. L'analisi litologica sui campioni prelevati dall'unità 2 mostra un marcato incremento delle arenarie (45-55%) e delle selci (15-25%) a scapito della componente carbonatica (30-40%). Lo stesso andamento, con un impoverimento accentuato degli elementi calcarei e dolomitici (10-15%), è riscontrabile nei campioni provenienti dall'unità 3.



## 7. MINERALOGIA E GEOCHIMICA DELLE MATRICI

Sono stati determinati i caratteri mineralogici e geochimici della frazione più fine delle matrici (passante 200 mesh:  $d < 0.074$  mm) di 6 campioni relativi ai principali complessi litologici. Questo tipo di analisi è stato finalizzato alla verifica delle capacità di definizione dei parametri geochimici nello studio delle successioni continentali quaternarie. I dati raccolti esprimono delle linee di tendenza generali e non rappresentano una vera e propria sequenza geochimica di dettaglio.

Il riconoscimento delle associazioni dei costituenti mineralogici principali è stato fatto mediante analisi diffrattometrica ai raggi X. La composizione chimica è stata determinata con la tradizionale tecnica dell'assorbimento atomico.



Fig. 10 - Contatto abrupto di natura erosiva alla base della sequenza fluvioglaciale: ghiaie con blocchi si sovrappongono a banchi di conglomerato. Sezione A'-B'. L'asta di riferimento è lunga 1 m.

*Sharp erosional contact at the base of the glaciofluvial sequence: gravel with boulders lies on matrix-supported conglomerate. A'-B' section. Scale bar is 1 m long.*

TABELLA 1 - Caratteristiche chimiche e mineralogiche di sei campioni rappresentativi, sezione di Udine centro.

Camp.	UD1	UD7	UD5	UD2	UD4	UD6
prof.(cm)	(-600)	(-340)	(-210)	(-100)	(-70)	(-50)
unità litofacies	8 Sh	6 Gt	4 Gp	3 Fd	2 Fd	2 Fd
SiO <sub>2</sub> (%)	7.47	22.93	26.22	52.27	72.38	71.78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.50	3.58	7.73	17.82	11.20	8.49
TiO <sub>2</sub>	0.08	0.19	0.29	0.59	0.79	0.75
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	n.d.	0.69	2.29	n.d.	4.05	2.39
FeO	n.d.	0.55	0.73	n.d.	0.68	0.86
MnO	0.57	0.05	0.13	0.23	0.12	0.10
MgO	20.89	12.03	9.96	2.50	1.11	2.10
CaO	27.73	25.94	20.89	1.81	0.70	2.62
Na <sub>2</sub> O	-	-	-	0.79	0.89	0.87
K <sub>2</sub> O	0.54	0.75	1.32	2.51	1.43	1.05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07	0.13	0.31	0.41	0.2	0.20
L.O.I.	40.72	33.23	29.89	11.83	6.31	8.77
TOT.	100.58	100.07	99.76	100.47	99.88	99.98
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	0.57			9.63		

L.O.I. = perdita alla calcinazione

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* = ferro totale ossidato

n.d. = non determinato

### Composizione mineralogica

% Carb.	85.00	66.0	56.0	1.0	2.0	2.5
Dolom.	+++++	++++	++++	+	+	++
Calcite	++	++	++			
Quarzo	+	+	+	+	++++	++++
Plag.	+	+	+	+	++	++
Chlor.	+	+	+	++	+	+
Musc.	+	+	+	+	+	+
Illite	+	+	+	++	++	+
Vermic.				+		
Kaol.				+		
Hem./Goe.				+		
+++++	= molto abbondante			++	= frequente	
+++	= abbondante			+	= presente	

Nella Tabella 1 sono rappresentate le composizioni chimiche e mineralogiche dei campioni analizzati. Insieme all'analisi mineralogica qualitativa è stata effettuata una stima della distribuzione percentuale dei vari minerali.

I dati raccolti indicano una notevole differenza di composizione mineralogico-geochimica tra le litofacies ghiaioso-sabbiose del complesso alluvionale (unità 7-6-5-4) e quelle pelitiche degli orizzonti superficiali (unità 2 e 3).

I sedimenti alluvionali hanno tenori elevati di CaO (20-30%) ed MgO (10-20%); notevole è pure la perdita alla calcinazione (30-40%). Modeste sono invece le percentuali di SiO<sub>2</sub> (5-30%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2,5-8,0%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> totale (0,5-3%) e TiO<sub>2</sub> (0,1-0,3%). Le determinazioni calcimetriche confermano la predominanza degli elementi carbonatici (55-85%) anche nella matrice fine. La calcite

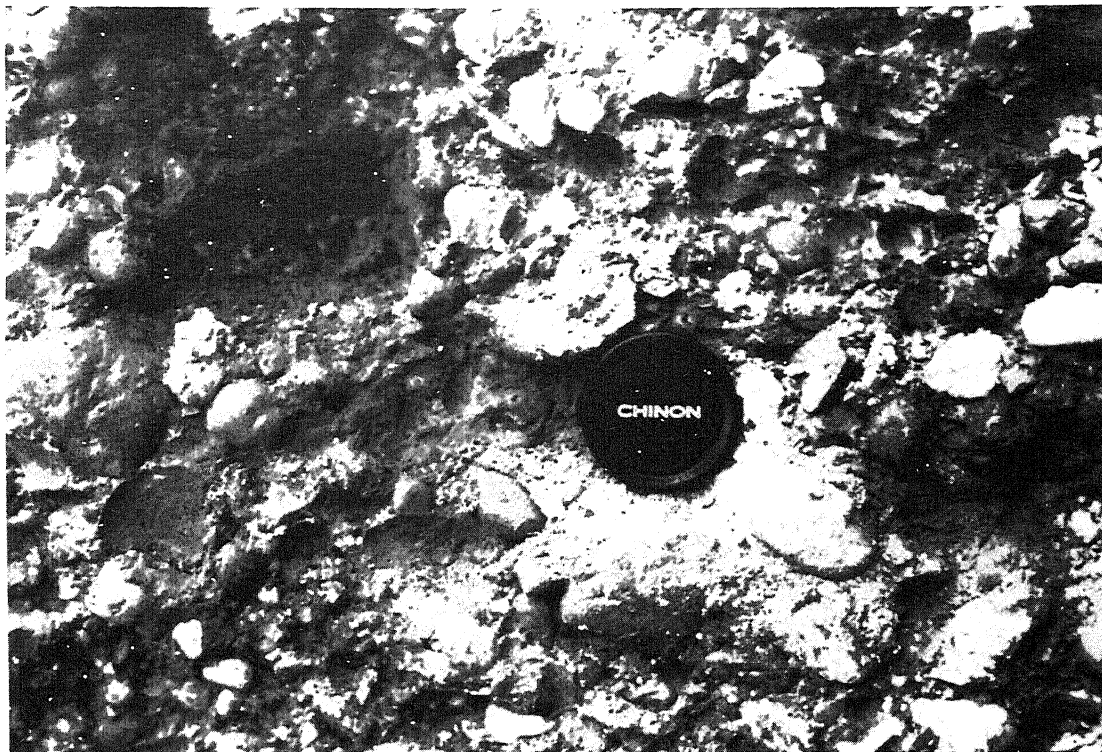


Fig. 11 - Dettaglio dei conglomerati dell'unità 8. Sezione D-E. Il copriobiettivo ha un diametro di 5 cm.  
Close-up of matrix-supported conglomerate of unit 8. D-E section. Lens cap is 5 cm in diameter.

è sempre subordinata rispetto alla dolomite. La componente terrigena risulta composta principalmente da quarzo, plagioclasti, clorite, muscovite ed illite.

I loams identificati al tetto delle alluvioni sciolte mostrano un marcato arricchimento della frazione terrigena (97-99%). I carbonati sono praticamente assenti e si riducono alla sola dolomite. Aumentano notevolmente il quarzo e l'illite. Più limitato è l'incremento dei plagioclasti.

La composizione chimica conferma queste variazioni quantitative. L'orizzonte profondo bruno-rossastro, corrispondente all'unità 3, si differenzia chiaramente da quello soprastante per un maggiore tenore in  $Al_2O_3$  ed  $Fe_2O_3$  totale, associato ad una percentuale minore di  $SiO_2$ . Nello stesso orizzonte aumentano i minerali argillosi e fanno la loro comparsa caolinite e vermiculite.

Comune ad entrambi gli orizzonti è l'incremento di  $TiO_2$  che raggiunge percentuali sull'ordine dello 0,6-0,8%.

## 8. ANALISI DELLE SEQUENZE VERTICALI DI LITOFACIES

L'interpretazione genetica della successione sedimentaria alluvionale è stata basata sull'analisi delle associazioni verticali delle litofacies (Miall, 1978).

### 8.1 Conglomerati basali

Sono rappresentati dalla litofacies conglomeratica Gms con locali intercalazioni di sabbie a laminazione orizzontale (Sh). I banchi sono di spessore metrico e appaiono privi di strutture sedimentarie. Possono venire interpretati tentativamente come depositi dovuti a *debris flow* alternati ad episodi di flusso planare di fondo. Gli affioramenti sono troppo limitati per permettere un'analisi verticale delle litofacies.

### 8.2 Complesso ghiaioso-sabbioso

Si sovrappone con un contatto netto di natura erosiva sui conglomerati sottostanti. Il complesso risulta composto da un'associazione di diverse litofacies ghiaiose.

Le ghiaie massive della litofacies Gm corrispondono verosimilmente ad un trasporto di massa con carattere di *surge flow*. Le ghiaie a stratificazione incrociata concava della litofacies Gt sono interpretabili come riempimenti di canale minore. La litofacies Gh testimonia una situazione di piana golenale con concentrazioni di ciottoli prodotte per dilavamento superficiale (*lag deposits*). Infine la litofacies Gp di ghiaie stratificate con *foresets* di sabbia e ghiaia è riferibile alla progradazione di barre longitudinali e/o all'accrescimento di precedenti nuclei di barra. Le varie litofacies si succedono dal basso verso l'alto in una sequenza a granulometria ed

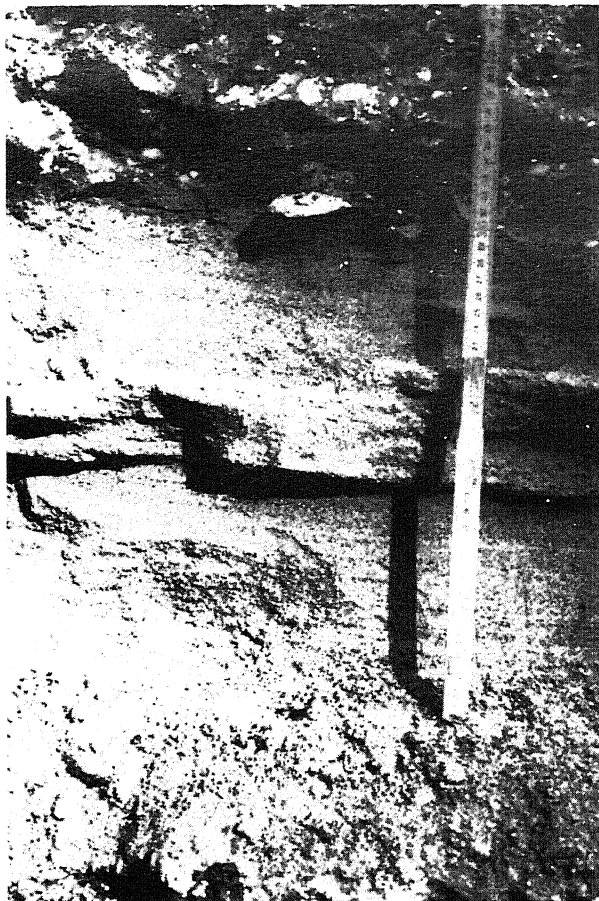


Fig. 12 - Sabbie a laminazione orizzontale (litofacies Sh) intercalate ai conglomerati dell'unità 8. Sezione I-L. L'asta misura 40 cm.

*Horizontal laminated sand (lithofacies Sh) interbedded in conglomerate unit 8. I-L section. Scale bar is 40 cm long.*



Fig. 13 - Dettaglio del contatto superiore delle sabbie di Fig. 12: alle sabbie laminate si sovrappone, per erosione, il banco conglomeratico.

*Close-up of upper contact of sand in Fig. 12: laminated sand is erosively overlain by a matrix-supported conglomerate bed.*

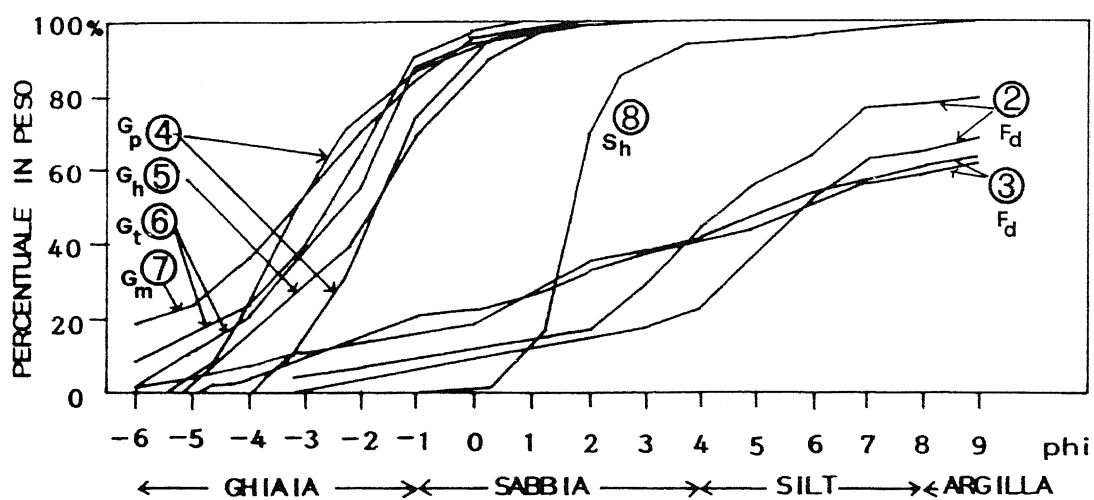


Fig. 14 - Curve granulometriche di campioni rappresentativi delle unità identificate nella sezione di Udine. I numeri indicano le unità, le lettere identificano le litofacies.

*Cumulative grain-size distributions of representative samples from units of the Udine section. Numbers refer to stratigraphic units, letters to lithofacies.*

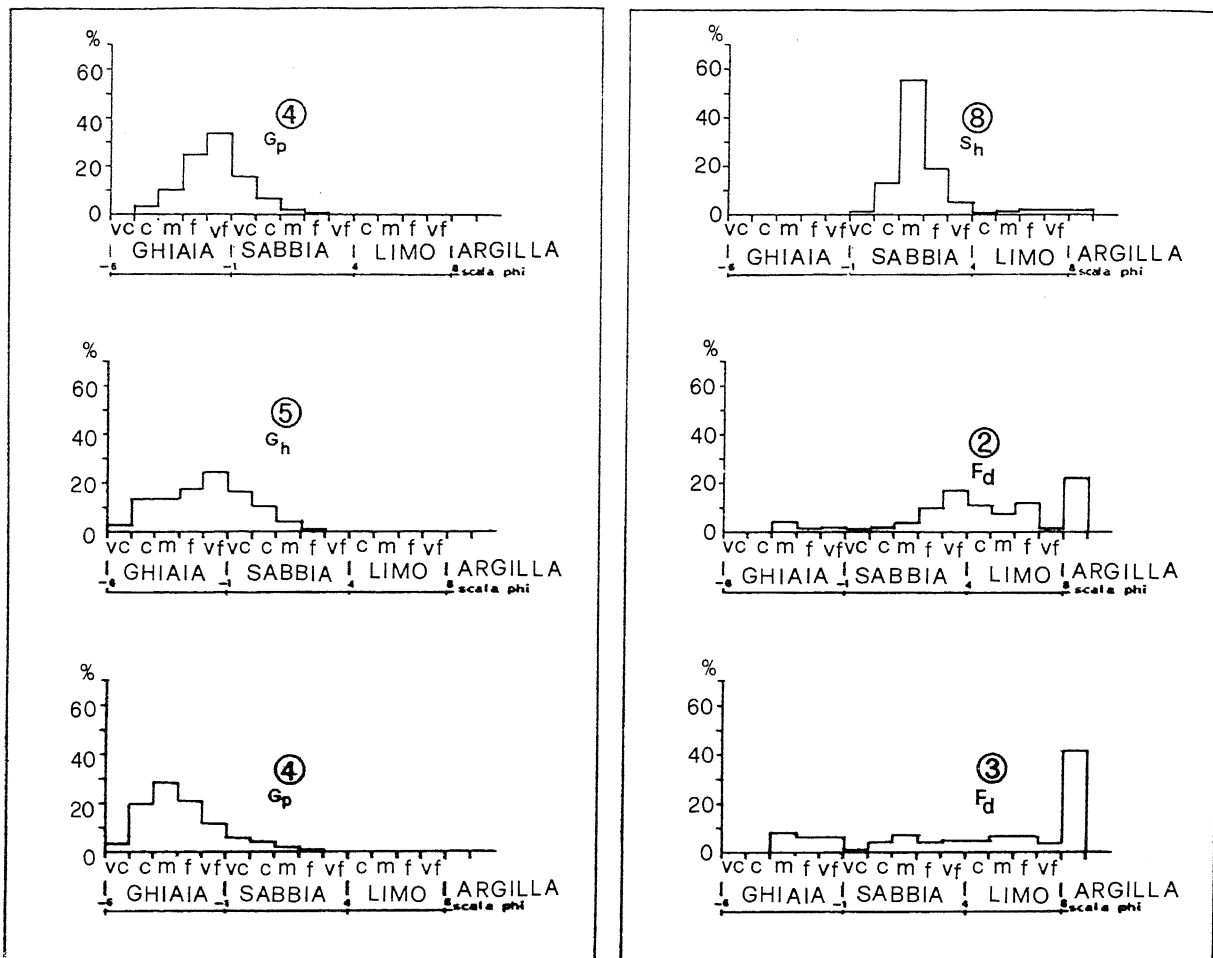


Fig. 15 - Istogrammi granulometrici dei campioni della sezione di Udine. I simboli sono gli stessi di Fig. 14.  
*Grain-size histograms of Udine section units. The symbols are the same as Fig. 14.*

energia decrescente (*fining upward*).

Nell'insieme la sequenza verticale Gm-Gt-Gh-Gp esprime l'evoluzione di un sistema di sedimentazione fluviale di tipo *braided*.

Il modello sedimentario classico proposto per un sistema *braided* ad alimentazione ghiaiosa (Ricci Lucchi, 1980) prevede la sovrapposizione delle facies di fondo canale, barra ghiaiosa e canale abbandonato. In questo caso l'analisi delle litofacies rivela un'evoluzione più articolata dei processi di sedimentazione. Dal basso verso l'alto si riconoscono:

- trasporti di massa dovuti a flussi di elevata energia;
- facies di canale;
- facies di piana golenale;
- facies di barra longitudinale;

L'associazione b-c-d dimostra l'esistenza di un sistema ben gerarchizzato a barre e canali fiancheggiati da piane di golenale. Queste piane vengono rielaborate dai flussi di piena e quando riescono a conservarsi vengono

sepolte per migrazione delle barre longitudinali. Non sono presenti invece le facies di canale abbandonato, analogamente a quanto si riscontra in altre successioni fluvio-glaciali dell'Alta Pianura Friulana.

### 8.3 Peliti ghiaiose superficiali

Le unità 2 e 3 sono orizzonti pedogenetici sviluppatasi al tetto del complesso alluvionale. Il carattere residuale è chiaramente espresso dalle composizioni granulometriche, mineralogiche e chimiche delle matrici. L'unità 3, sensibilmente arricchita in minerali argillosi ed ossidi di ferro, rappresenta un orizzonte profondo di accumulo illuviale di tipo argilloso (Bt). Questo orizzonte, ben strutturato, si conserva in tasche di dissoluzione diffuse al tetto del complesso ghiaioso. La Fig. 7 mostra alcuni esempi dei rapporti con il substrato ghiaioso. La soprastante unità 2 è un orizzonte residuo eluviale (A2), con una consistente componente sabbiosa e con una concentrazione di quarzo e minerali di titanio.

Gli orizzonti di alterazione sono superiormente tronchi per intervento antropico.

## 9. DISCUSSIONE

### 9.1 Significato ambientale dei depositi fluvio-glaciali

La sequenza di Udine centro, per quanto ridotta, può essere considerata rappresentativa di tutta la fascia ghiaiosa pedemorenica. Analoghi rapporti stratigrafici sono stati individuati nel sottosuolo in corrispondenza dell'anfiteatro morenico del Tagliamento.

Il complesso conglomeratico ha un limite superiore netto con evidenti morfologie erosive (docce di erosione con riempimenti molto grossolani). Le ghiaie sabbiose con grossi trovanti sono caratteristiche di molte sequenze superficiali messe in luce nei dintorni di Udine (Comel, 1961b e 1967). I depositi alluvionali si interdigitano a corpi lenticolari di peliti brune con ciottoli e massi che danno luogo anche a culminazioni topografiche (lemba morenico della stazione ferroviaria).

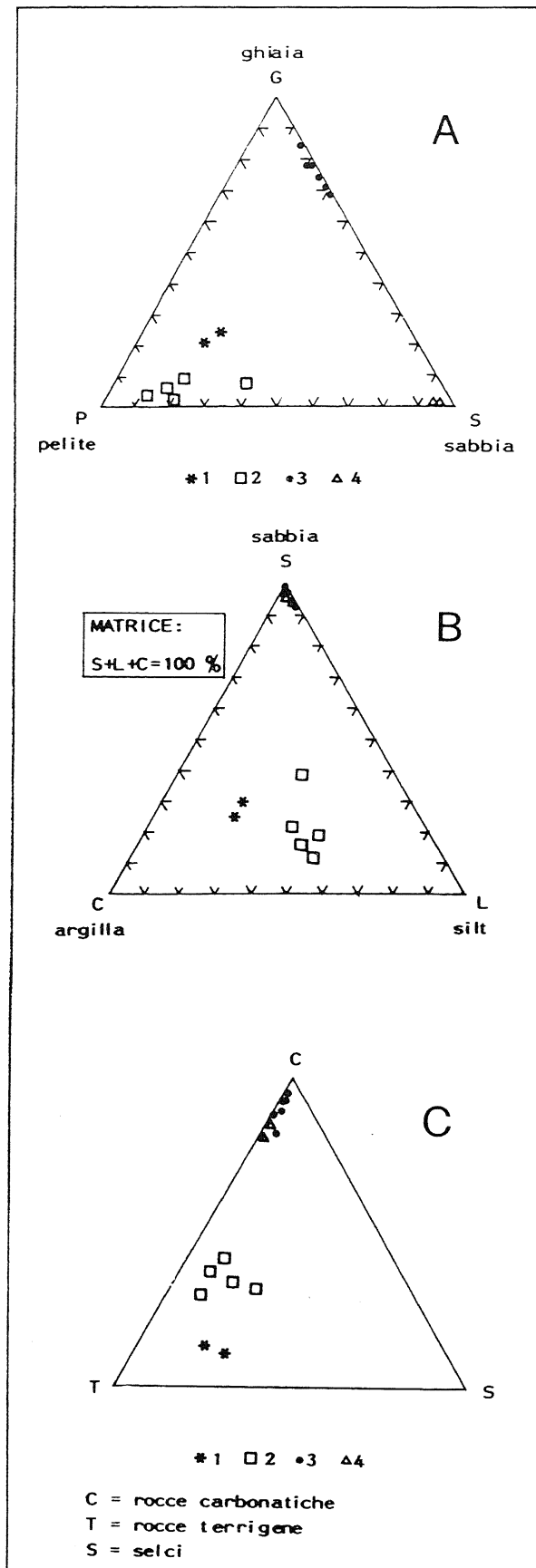
L'analisi verticale di facies suggerisce un'evoluzione rapida di un sistema di coni alluvionali proglaciali intensamente alimentati. In corrispondenza dei contatti glaciali si instaurano meccanismi di trasporto di massa che rielaborano i materiali fluviali e glaciali s.s. L'avvento della fase di prevalente ritiro glaciale genera una sequenza a granulometria decrescente.

Nello stadio cataglaciali i depositi fluviali assumono caratteristiche più distali e si instaura la tipica sedimentazione per migrazione di barre ghiaiose longitudinali. L'assenza di vere e proprie facies di *overbank* è una caratteristica comune a tutti i coni fluvioglaciali terminali che sfumano nella pianura friulana. È probabile che un simile elemento rifletta l'esistenza di un fitto sistema di drenaggio proglaciale con numerose direttrici di deflusso estremamente dinamiche. L'assenza di settori di pianura stabili definiti da un reticolo superficiale ben gerarchizzato inibisce l'attivazione dei processi di esondazione.

L'episodio di sedimentazione proglaciale sembra potersi correlare, sulla base dello stretto rapporto di

Fig. 16 - Caratteristiche sedimentologiche e litologiche dei campioni della successione di Udine: 1 = litofacies (Fd), unità 3; 2 = litofacies (Fd), unità 2; 3 = ghiaie fluvio-glaciali, 4 = sabbie microlaminate. A) diagramma granulometrico ternario; B) composizione delle matrici; C) composizione litologica delle ghiaie.

*Sedimentological and lithological features of Udine samples: 1 = lithofacies (Fd), unit 3; 2 = lithofacies (Fd), unit 2; 3 = glaciofluvial gravel, 4 = microlaminated sand. A) Grain-size ternary diagram; B) Matrix grain-size ternary diagram C) Gravel lithology ternary diagram (C=carbonate rocks; S=cherts; T=terrigenous clastic rocks).*



continuità laterale con i depositi alluvionali pedemorenici, ad una fase di ritiro di poco precedente la costruzione della cerchia morenica dell'anfiteatro tilaventino corrispondente all'allineamento S.Daniele-Fagagna-Moruzzo-Tricesimo.

## 9.2 Problematica pedologica e stratigrafica

I suoli che si sviluppano al tetto della successione fluvioglaciale presentano caratteristiche omogenee su tutta l'area esaminata. I dati geochimici dell'orizzonte di tipo argillico (Bt) sono molto simili a quelli riscontrati da Maric (1972) in campioni di terre rosse della Jugoslavia. Risultati analoghi sono stati ottenuti su campioni di terre rosse del Carso Triestino (Paronuzzi, dati inediti). La principale differenza è rilevabile nei bassi tenori di  $TiO_2$  (0,6%), notevolmente inferiori a quelli determinati sui suoli fersiallitici (1,0-1,4%). Del tutto confrontabili risultano essere invece le percentuali di  $Al_2O_3$  (18-24%) e di  $Fe_2O_3$  totale (7-13%).

L'associazione dei due orizzonti descritti, (A2)/(Bt), è tipica di un suolo bruno ben differenziato classificabile come *fersiallitic brown soil* (Duchaufour, 1982). La particolare rubefazione (il colore della matrice non è comunque mai più rosso dello standard 7.5 YR delle *Munsell Soil Color Charts*) dell'orizzonte illuviale è conseguente al processo di fersiallitizzazione attivatosi entro il suolo. Su materiali calcareo-terrigeni dotati di buona permeabilità questo processo risulta spesso accelerato.

I suoli bruni a carattere fersiallitico, di norma di spessore metrico o submetrico, sono caratteristici di cicli pedogenetici brevi in condizioni particolarmente favorevoli alla illuviazione dei minerali argillosi: substrati a ghiaie calcareo-terrigene e clima di tipo mediterraneo.

In assenza di datazioni assolute, un primo inquadramento cronologico della sequenza fluvioglaciale può essere proposto sulla base degli elementi morfostratigrafici. Il complesso ghiaioso-sabbioso si sviluppa al margine meridionale della cerchia più esterna dell'anfiteatro morenico del Tagliamento. Analogamente ad altre situazioni verificate per i grandi apparati morenici del bordo sudalpino (Orombelli, 1983) è probabile che la sequenza cataglaciale sia stata messa in posto nel Pleistocene superiore, in concomitanza con la grande avanzata glaciale del Würm recente datata intorno a 20.000 anni fa.

Recentemente Cremaschi e Orombelli (1982) hanno suggerito di limitare l'uso del termine "ferretto" esclusivamente ai paleosuoli fersiallitici della pianura Padana evolutisi a partire dal Pleistocene inferiore - Pleistocene medio. Alla luce di questo significato pedostratigrafico è evidentemente impropria la qualifica di "ferretti" precedentemente attribuita ai suoli dell'Alta Pianura Friulana.

Orizzonti di alterazione di tipo fersiallitico sono presenti anche all'interno del complesso conglomeratico,

come risulta dalle stratigrafie dei sondaggi più profondi (S.Daniele, -107,5/-109 e -112/-114 m; Fagagna, -141/-141,5 m; Udine, -45/-47 e -62,5/-63,5 m; Remanzacco -48/-51, -60/-61,5, -70/-85 e -84,5/-86 m). Questi paleosuoli sepolti testimoniano una genesi complessa del basamento conglomeratico, con diversi cicli pedogenetici alternati a fasi di sedimentazione alluvionale.

## 10. CONCLUSIONI

Lo studio della successione di Udine centro permette di mettere a fuoco alcune problematiche tipiche della geologia dell'Alta Pianura Friulana.

I depositi ghiaioso-sabbiosi superficiali riflettono una fase di sedimentazione proglaciale (*outwash plain*) avvenuta durante il Pleistocene superiore e riferibile al Würm recente in termini di cronostratigrafia alpina. La composizione prevalentemente dolomitica e calcareo-dolomitica individua le principali aree di alimentazione intravalliva nel settore prealpino del bacino del Tagliamento (formazioni carbonatiche mesozoiche delle Prealpi Carniche e Giulie).

Conoidi fluvioglaciali con analoghe caratteristiche sono diffusi lungo tutto il margine prealpino dell'Alta Pianura centrale ed orientale. Un elemento peculiare di queste sequenze proglaciali è la limitatezza delle litofacies fini, sabbiose e sabbioso-limose, di origine glaciolacustre. Il sistema fluvioglaciale sembra essersi evoluto rapidamente in funzione della posizione assunta dalla fronte glaciale:

- depositi fluvioglaciali prossimali, con alluvioni grossolane e grossi blocchi, messi in posto da processi di trasporto di massa ed interdigerati a depositi di contatto glaciale;
- depositi fluvioglaciali distali, con sequenze ghiaioso-sabbiose di barra longitudinale e di piana golenale.

Nel caso di Udine l'analisi verticale delle litofacies evidenzia un generale movimento di ritiro della fronte glaciale. Questo episodio di sedimentazione cataglaciale precede la fase di avanzamento registrata dalla cerchia morenica più esterna dell'anfiteatro tilaventino. I depositi ghiaioso-pelitici a grossi blocchi individuati da Comel (1961a) rappresentano i *diamictons* glaciali e/o di contatto glaciale della oscillazione positiva e sono correlabili con i depositi fluvioglaciali prossimali che stanno alla base della successione alluvionale.

Questo schema concorda con l'interpretazione glaciale avanzata da Comel (1961a, 1961b, 1962, 1964, 1965 e 1967) ma non si presta ad attribuzioni necessariamente prewürmiane.

La presenza di una associazione di morfologie e depositi glaciali apparentemente isolata e ben più a S dell'anfiteatro tilaventino suggerisce estrema cautela nelle ricostruzioni delle oscillazioni glaciali negli ambienti di pianura. È significativo il fatto che non tutti i molteplici



avanzamenti vengono registrati come cerchie moreniche. L'effetto di *bulldozing* dipende dalle modalità di avanzamento e dalle caratteristiche della massa glaciale. La conservazione delle forme si realizza solamente in assenza di successivi processi di seppellimento o di esarazione.

Il complesso fluvioglaciale würmiano si sovrappone con un contatto erosivo ad una potente successione di conglomerati che si rinviene sepolta lungo una fascia molto continua ad E del Tagliamento, in corrispondenza dell'anfiteatro morenico tilaventino e a S di esso. La placca di conglomerati tende ad affiorare procedendo da WSW a ENE sino a comparire, per erosione, nell'alveo del F. Natisone (tratto Cividale - Buttrio).

La scarsità di dati non consente, allo stato attuale, di definire il significato ambientale e cronologico dei conglomerati di Udine, fatta eccezione per una generica attribuzione al Pleistocene.

## BIBLIOGRAFIA

- Bernardis G. e Zorzi P. (1981) - *Studio geologico-tecnico in prospettiva sismica del territorio comunale*. Comune di Udine, Assessorato all'urbanistica, 236 pp., ed. CISM, Udine.
- Comel A. (1937) - *Carta dei terreni agrari della provincia di Udine*. Atti XIII Congr. Geogr. It., 2, 138-146, Udine.
- Comel A. (1955) - *Monografia sui terreni della pianura friulana. II. Genesi della pianura centrale connessa coll'antico sistema fluvioglaciale del Tagliamento*. N. Ann. Ist. Chim. Agr. Sperim. Gorizia, 6, 5-218.
- Comel A. (1957) - *Monografia sui terreni della pianura friulana. IV. I terreni agrari e i terreni climatici*. N. Ann. Ist. Chim. Agr. Sperim. Gorizia, 8, 5-276.
- Comel A. (1961a) - *Probabile origine morenica del lembo prewürmiano situato nei pressi della stazione ferroviaria di Udine*. N. Studi Staz. Chim. Agr. Sperim. Udine, 37, 5 pp.
- Comel A. (1961b) - *Ulteriore rinvenimento di erratici nel sottosuolo di Udine*. N. Studi Staz. Chim. Agr. Sperim. Udine, 50, 3-8.
- Comel A. (1962) - *Presenza di erratici nel centro di Udine*. N. Studi Staz. Chim. Agr. Sperim. Udine, 58, 3-7.
- Comel A. (1964) - *Il masso erratico di via Poscolle in Udine*. N. Studi Staz. Chim. Agr. Sperim. Udine, 65, 6 pp.
- Comel A. (1965) - *Configurazione morenica del sottosuolo di piazzale Osoppo in Udine*. N. Studi Staz. Chim. Agr. Sperim. Udine, 76, 8 pp.
- Comel A. (1967) - *Due importanti documenti sulla transizione della morena prewürmiana ferrettizzata verso le contigue alluvioni würmiane*. N. Studi Staz. Chim. Agr. Sperim. Udine, 90, 6 pp.
- Cremaschi M. e Orombelli G. (1982) - *I paleosuoli del Pleistocene medio nel settore centrale della Pianura Padana: il problema del "ferretto" nella stratigrafia del Quaternario continentale*. Geogr. Fis. e Dinam. Quat., 5(1), 253-255.
- De Gasperi G.B. (1909) - *I rilievi della pianura friulana*. In Alto, 20, 23-25.
- Duchafour P. (1982) - *Pedology*. Ed. George Allen & Unwin, London, 448 pp.
- Eyles N., Eyles C.H. and Miall A.D. (1983) - *Lithofacies types and vertical profile models; an alternative approach to the description and environmental interpretation of glacial diamict and diamictite sequences*. Sedimentology 30, 393-410.
- Feruglio E. (1920) - *I terrazzi della pianura pedemorenica friulana*. Pubbl. Uff. Idrogr. R. Magistr. Acque, 107, 1-94.
- Feruglio E. (1925) - *Carta geologica delle Tre Venezie*. Foglio 25, Udine. Uff. Idrogr. R. Magistr. Acque Venezia.
- Feruglio E. (1929) - *Note illustrative della carta geologica delle Tre Venezie*. Foglio 25, Udine. Uff. Idrogr. R. Magistr. Acque Venezia, 1-77.
- Lorenzi A. (1920) - *Sulla natura geologica del Colle di Udine*. In Alto, 31, 16-18.
- Maric L. (1972) - *Quantitative mineralogical analysis of terra rossa of the SW parts of SR Croatia (Yugoslavia)*. VII Congres Geologa SFRJ, Zagreb 28-30.9.1970, 2, 175-195.
- Martinis B. (1953) - *Geologia del colle e del sottosuolo di Udine*. Ist. Geol. Paleont. Geogr. Fis. Milano, ser.G, 74, 1-49.
- Miall A.D. (1977) - *A review of the braided river depositional environment*. Earth Sci. Rev. 13, 1-62.
- Miall A.D. (1978) - *Lithofacies types and vertical profile models in braided rivers: a summary*. In: "Fluvial Sedimentology (Ed. by A.D. Miall)". Mem. Can. Soc. Petrol. Geol. 5, 597-604.
- Orombelli G. (1983) - *Il Pleistocene superiore in Italia: i depositi glaciali*. Geogr. Fis. Dinam. Quat. 6(2), 179-180.
- Pirone G.A. (1886) - *Costituzione del suolo (di Udine e contorni immediati)*. In: "Società Alpina Friulana, Guida del Friuli. Illustrazione del comune di Udine.", 26-27, Udine.
- Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia (1984) - *Carta pedologica della pianura friulana e del connesso anfiteatro morenico del Tagliamento*. A cura di Comel A., Nassimbeni P.L. e Nazzi P., 59 pp., 4 carte alla scala 1:50 000.
- Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia (1985) - *Dati stratigrafici del sottosuolo*. Direzione Regionale dei Lavori Pubblici, 563 pp., Trieste.
- Ricci Lucchi F. (1980) - *Sedimentologia*. Clueb Ed., Bologna, 3 volumi.
- Rust B.R. (1978) - *Depositional models for braided alluvium*. In: "Fluvial Sedimentology (Ed. by A.D.

- Miall). Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., **5**, 605-625.
- Rust B.R. (1979) - *Facies models 2. Coarse alluvial deposits*. In: "*Facies Models* (Ed. by R.G. Walker)". Geoscience Canada Reprint Series 1, 9-21.
- Stefanini S. e Cucchi F. (1977) - *Le ghiaie nel sottosuolo della pianura veneta ad oriente del F. Piave*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, **34(3)**, 67-79.
- Taramelli T. (1875) - *Dei terreni morenici e alluvionali del Friuli*. Ann. Scient. R. Ist. Tecn. Udine, **8**, 1-91.
- Taramelli T. (1876) - *Costituzione geologica della provincia di Udine*. Ann. Statist. Prov. Udine, **1**, 102-130.
- Tellini A. (1900) - *Descrizione geologica della tavoletta topografica di Udine*. R. Staz. Sperim. Agr. Udine, 7-61, Ed. Seitz, Udine.

Accettato per la stampa il 25.10.1988