Zeitschrift: Bollettino della Società ticinese di scienze naturali

Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali

Band: 79 (1991)

Heft: 2

Artikel: Analisi sedimentologica della ex-cava Lavio di Arogno (Ticino meridionale) : un esempio di riempimento di un bacino proglaciale

Autor: Maggi, Valter

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1003369

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Boll. Soc. Tic. Sci. Natur. (Lugano) - 1991, LXXIX, pp. 49 - 66 ISBN-88-85118-12-7

ANALISI SEDIMENTOLOGICA DELLA EX-CAVA LAVIO DI AROGNO (TICINO MERIDIONALE): UN ESEMPIO DI RIEMPIMENTO DI UN BACINO PROGLACIALE.

VALTER MAGGI

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA, UNIVERSITÀ DI MILANO
VIA MANGIAGALLI 34, 20133 MILANO

ABSTRACT

The deposits of the ex-Cava Lavio (Arogno, Southern Ticino) represent the filling of a proglacial basin which was dammed during one of the recession phases of the last glaciation. Three depositional phases have been recognized. The first one is characterized by glaciofluvial sediments which are partly included into an ablation till. The second phases shows prevalent deltaic deposits where the relationships with the basinal sediments are lacking. These two phases recorded glaciotectonic events due to the pressure exerted by the glacier after the deposition of the sediments. The third phase is mainly glaciofluvial with a deltaic episode and represents the true filling of the proglacial basin. The deposits pertaining to this phase mainly consist of clasts from the surrounding area, however, permian porphyrites of the substrate are systematically absent.

RIASSUNTO

I depositi della ex-Cava Lavio (Arogno, Ticino meridionale) rappresentano un esempio di riempimento di un bacino proglaciale sbarrato durante una delle fasi di ritiro dell'ultima glaciazione. Sono state riconosciute tre fasi deposizionali. La prima fase è caratterizzata da depositi fluvioglaciali parzialmente inglobati in un till di ablazione. La seconda fase è prevalentemente deltizia in cui mancano però i rapporti con i materiali bacinali. Queste due fasi hanno registrato degli eventi glaciotettonici dovuti a delle spinte del ghiacciaio successive alla deposizione. La terza fase è prevalentemente fluvioglaciale, con un episodio deltizio intercalato, e rappresenta il riempimento vero e proprio del bacino proglaciale. I materiali che compongono questi depositi sono prevalentemente locali, ma con la mancanza quasi sistematica delle vulcaniti permiane che compongono il substrato su cui si appoggiano i depositi esaminati.

INTRODUZIONE

Questo lavoro si inserisce nel quadro di una collaborazione tra il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Milano ed il Museo Cantonale di Storia Naturale, per lo studio dei depositi quaternari delle aree del Comasco e del Ticino meridionale.
La ex-Cava Lavio, studiata in questo lavoro, in cui è prevista la sistemazione per la realizzazione di una discarica di detriti, si trova in località Bossi sul versante sinistro della Val Mara (Figg. 1 e 2). La valle, percorsa dal Torrente Mara, tributario sinistro del Lago di Lugano, presenta nella zona di testata, presso Lanzo d'Intelvi (Italia), una profonda forra orientata inizialmente NW-SE e poi E-W (Foglio 1353 Lugano). Nella parte meridionale, a partire dall'abitato di Arogno, la valle si allarga, e continua, con orientamento N-S, fino all'abitato di Maroggia, costruito sul conoide alluvionale del Torrente Mara.

Questa spiccata differenza morfologica è legata ai caratteri litologici del substrato lapideo. Nella parte settentrionale, presso la testata, affiorano le unità carbonatiche triassiche e liassiche (BERNOULLI, 1964) che il torrente Mara ha profondamente inciso. Il tratto meridionale invece è scavato prevalentemente nelle porfiriti permiane (BERNOULLI et al., 1976) che sul versante sinistro sono a contatto, con limite tettonico, con le stesse unità carbonatiche affioranti a nord.

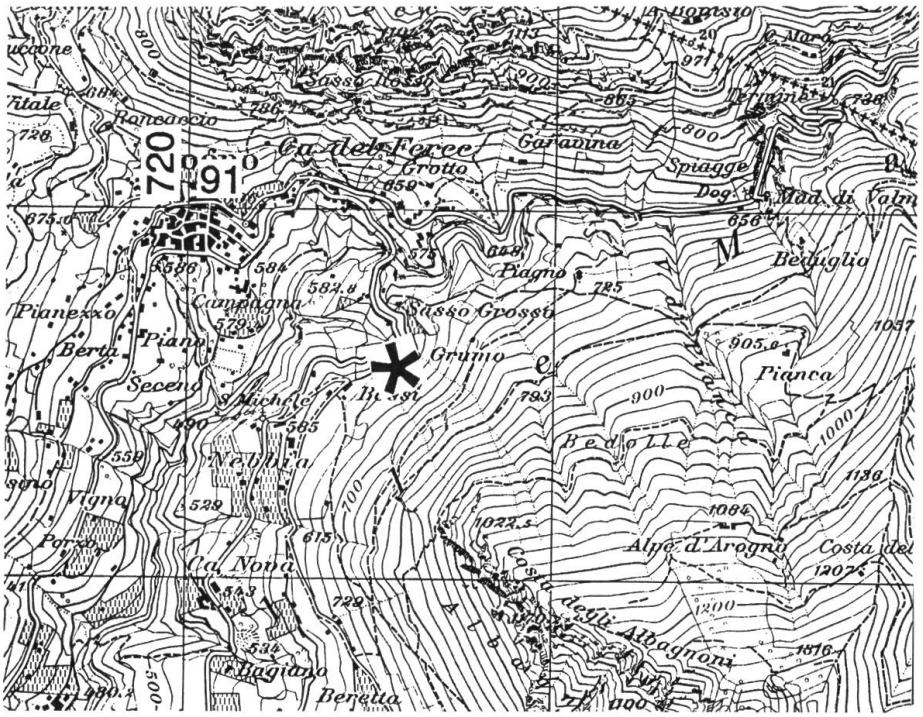


Fig. 1 Localizzazione geografica dell'area studiata. È evidenziata la ex-Cava Lavio di Arogno. (Riprodotto con l'autorizzazione dell'Ufficio federale di topografia, 31.05.1991).

Fig. 2 Veduta d'insieme della ex-Cava Lavio di Arogno (foto V. Maggi)

GEOLOGIA DEI DEPOSITI QUATERNARI

I depositi quaternari riconosciuti nella Val Mara sono riferibili a tre unità allostratigrafiche: Unità postglaciale, Alloformazione di Cantù e Unità di Arogno (Fig. 3).
Le Unità Allostratigrafiche sono state proposte, dalla North American Stratigraphic Commission (1983) per distinguere corpi di rocce sedimentarie stratiformi utilizzando le discontinuità ai margini delle stesse. Svincolate dal significato genetico possono variare sia lateralmente che verticalmente nel loro contenuto ed i loro limiti sono discontinuità ben definibili. In questo lavoro si utilizzano seguendo i concetti espressi da BOSI et al. (1990) e da BINI (1987). L'adozione di queste unità è inquadrata nell'ambito della revisione stratigrafica dei depositi quaternari continentali nell'area Ticinese e Lombarda (BINI, 1987; MAGGI, 1989; BOVARINI, 1989; DA ROLD, 1991; ROSSI et al., 1991; FELBER, in prep.).

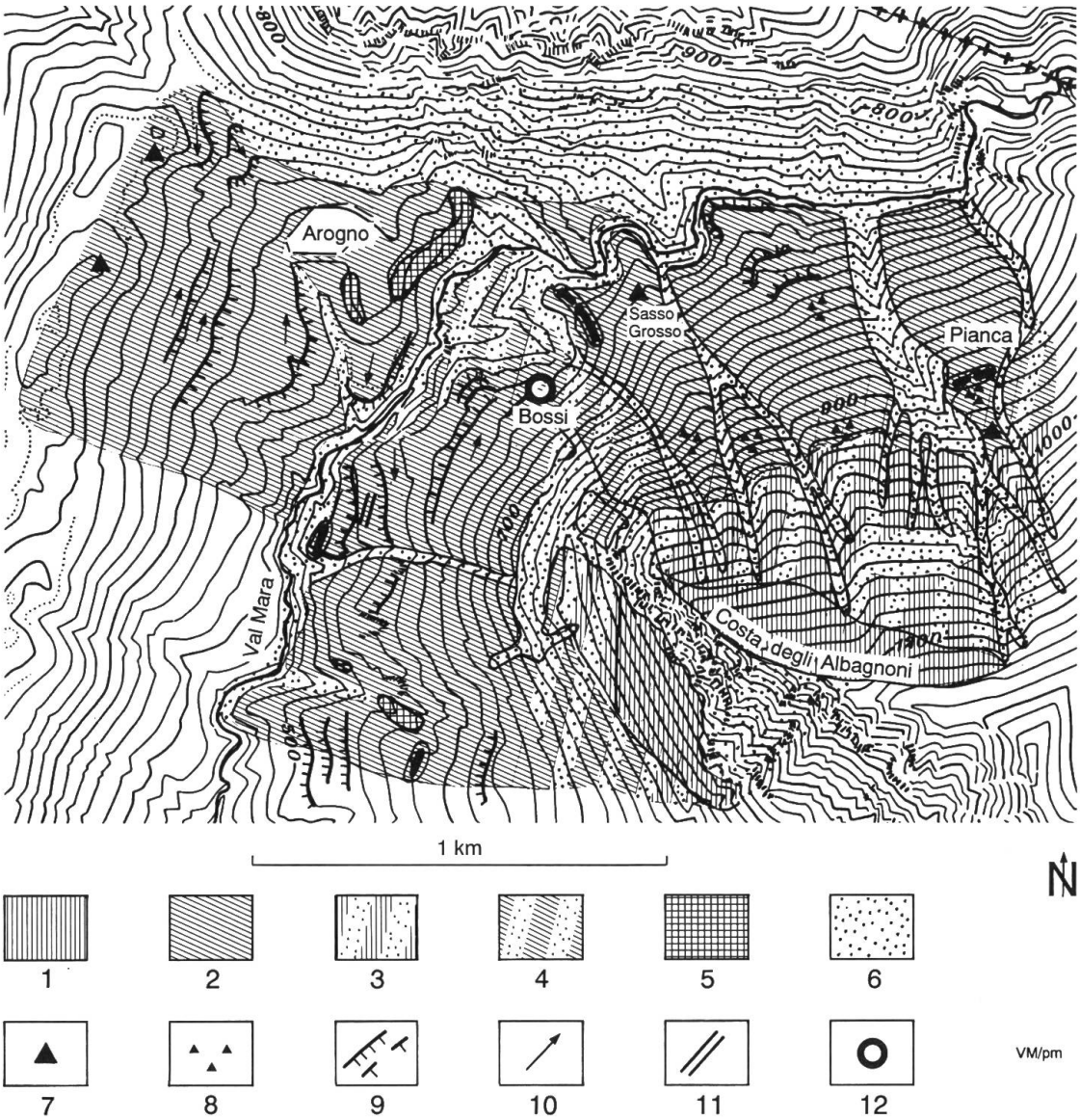


Fig. 3 Carta geologica dell'area studiata (base cartografica riprodotta con l'autorizzazione dell'Ufficio federale di topografia, 31.05.1991).
Spiegazione dei segni:
1) Unità Postglaciale; 2) Alloformazione di Cantù; 3) Substrato roccioso subaffiorante sotto l'Unità postaglaciale; 4) Substrato roccioso subaffiorante sotto l'Alloformazione di Cantù; 5) Unità di Arogno; 6) Substrato roccioso indifferenziato; 7) Masso erratico singolo; 8) Accumulo di massi erratici; 9) Orlo di terrazzo, certo, presunto; 10) Direzione di pendenza dei terrazzi; 11) Terrazzo orizzontale; 12) Posizione della ex-Cava Lavio di Arogno.

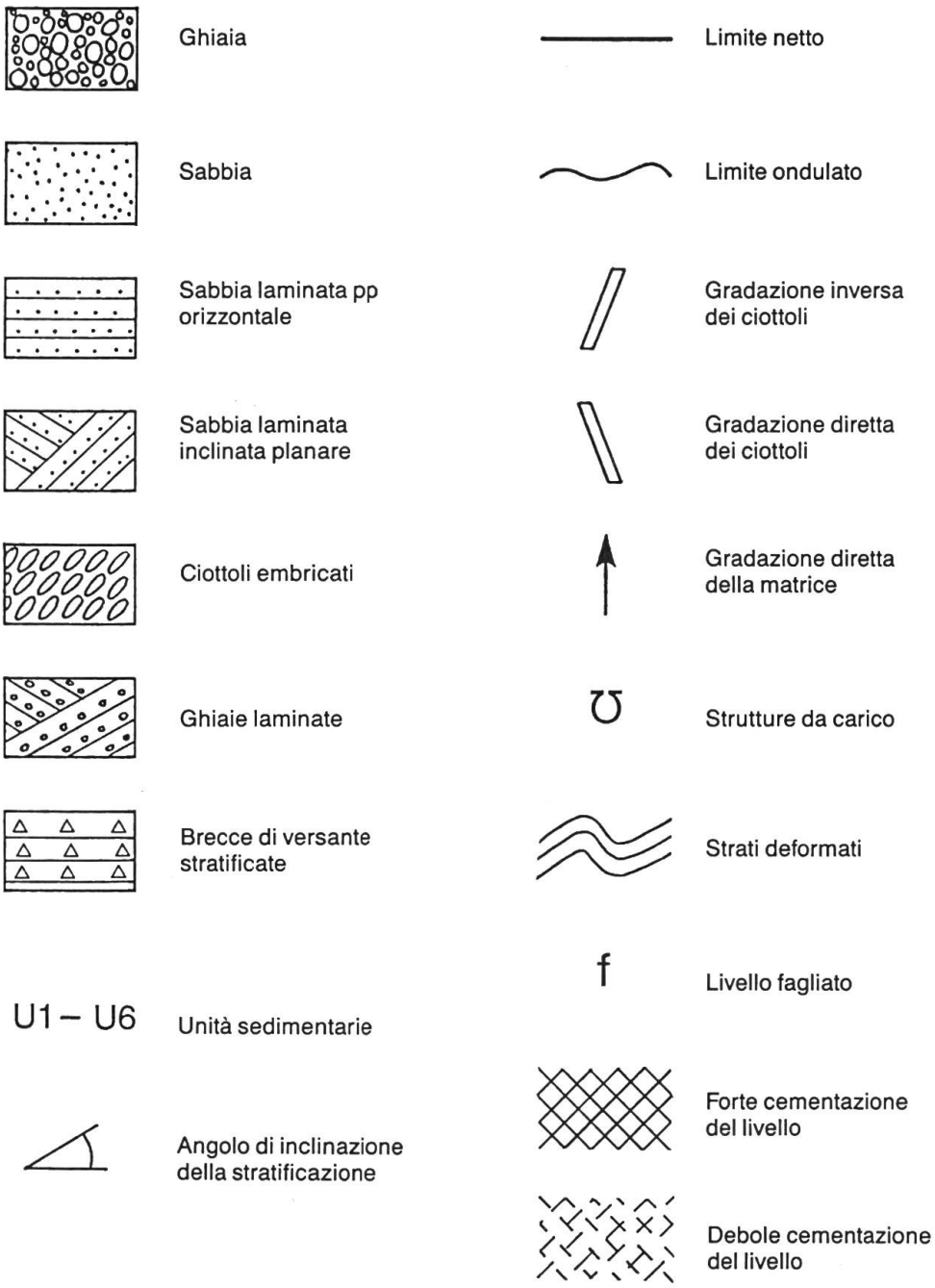
L'Unità postglaciale, definita in modo informale (BINI, 1987; MAGGI, 1989), comprende tutti i materiali che si sono deposti dopo il definitivo ritiro del ghiacciaio dall'area, la sua base è perciò diacrona. Copre direttamente il substrato lapideo, l'Alloformazione di Cantù e l'Unità di Arogno ed è limitata al tetto dalla superficie topografica attuale. In tutta la Val Mara sono presenti depositi fluviali e depositi di versante.
I depositi fluviali si osservano esclusivamente nell'alveo del torrente Mara e costituiscono i terrazzi presenti ad ovest dell'abitato di Arogno e presenti in vari ordini.
I depositi di versante sono distribuiti all'interno degli impluvi e interessano anche la parte bassa dei versanti; in particolare sono stati osservati nella serie stratigrafica della ex-Cava Lavio. Presso la località Pianca, alla quota di 980 m s.m., è possibile osservare, in alcuni spaccati di ridotte dimensioni, la presenza di materiali fini di versante (colluvio) direttamente sovrapposti ai depositi dell'Alloformazione di Cantù. Il versante a sud della Costa degli Albagnoni è invece interessato da larghe falde di detrito di versante che scendono fino a quota 800 m s.m.
Al tetto della sezione di figura 5 si osservano dei depositi di versante stratificati (WASSON, 1979) con alcuni letti in matrice argilloso-limosa bruno rossastra (facies Tipo 2) ed altri senza matrice (facies Tipo 1), la cui base erosiva taglia in modo discordante i sottostanti depositi dell'Alloformazione di Cantù.

L'alloformazione di Cantù comprende tutti i materiali che sono stati deposti durante l'ultimo Episodio glaciale (Episodio Cantù; BINI, 1987). Sono stati osservati till di colata, till di alloggiamento, depositi fluvioglaciali e depositi deltizi. Questa unità ricopre in discordanza l'Unità di Arogno ed il substrato. In generale i depositi appartenenti alla Alloformazione di Cantù non presentano un fronte di alterazione particolarmente sviluppato. E' presente solamente un suolo piuttosto sottile, senza orizzonti caratteristici. La presenza di cementazione è limitata ad orizzonti particolarmente favorevoli, generamente sorretti da livelli impermeabili.
Nei pressi della ex-Cava Lavio sono state osservate delle sezioni di minori dimensioni in cui affiorano prevalentemente till di colata e till di alloggiamento.
In località Sasso Grosso (620 m s.m.) a nord della ex-Cava Lavio è osservabile un cordone che per quota, posizione e geometria può indicare la posizione del margine glaciale durante la deposizione dei materiali osservati nella cava. Si possono osservare anche alcuni terrazzi particolarmente evidenti presso Nebbia e Ca Nova sul versante idrografico sinistro che sembrano avere dei corrispondenti presso Arogno, sul versante idrografico destro, e che possono venire considerati come indicatori di margine glaciale.
Secondo BERNOULLI (1964) in quest'area le evidenze glaciali più alte si ritrovano oltre i 1200 m come «Morenico sparso», in Valle d'Intelvi e a 950 m presso Pianca, sul versante nord della Costa degli Albagnoni come «Morenico a cordone». Pur mancando studi specifici sulla fase di massimo espansione raggiunta dal ghiacciaio del Lago di Lugano durante l'Episodio Cantù nella zona del M. Generoso, i lavori recentemente svolti nell'area del Lago di Como (BINI, 1987; BOVARINI, 1989; MAGGI, 1989), hanno messo in luce come il «morenico a cordone» che gli autori precedenti consideravano appartenenti alla glaciazione «Riss» (sensu PENK & BRÜCKNER, 1909), appartengono invece all'ultima massima espansione glaciale.

All'Unità di Arogno, anche questa definita in modo informale, sono stati ascritti alcuni corpi conglomeratici con caratteri sedimentologici molto diversi tra loro affioranti in Val Mara.
L'unità è stata denominata in modo informale in quanto non formalizzata in nessuna località. L'area prevalente di affioramento di questi corpi è presso l'abitato di Arogno, ma sono stati ritrovati lungo tutti i versanti della valle e nessun autore precedente ne segnala la presenza (ANNAHEIM, 1936; PRACCHI, 1954; BERNOULLI, 1964). Anche se non sono stati oggetto di uno studio sistematico è stato osservato che molti di questi corpi presentano un'organizzazione interna in set ben visibili, a volte immergenti in modo opposto rispetto il versante, con caratteri deposizionali fluviali e torrentizi.
Petrograficamente sono depositi molto eterogenei con ciottoli metamorfici, ignei e sedimentari di rocce non affioranti nella Val Mara; inoltre si è osservato che la presenza della porfirite permiana (BERNOULLI et al., 1976) è molto subordinata, anche se affiora a contatto con buona parte di questi corpi (versante destro della Val Mara e Castello di Doragno, 476 m s.m.). In generale i caratteri sedimentologici di questi corpi possono suggerire un'antica paleogeografia, smantellata dagli eventi successivi, ma non completamente cancellata.

ANALISI SEDIMENTOLOGICA DEI DEPOSITI DELLA EX-CAVA LAVIO

La cava in oggetto è localizzata a 600 m di quota sul versante sinistro della Val Mara (versante occidentale del M. Generoso) e si estende con un fronte semicircolare lungo circa 100 m e alto al massimo 35 m. L'analisi sedimentologica ha permesso di distinguere 6 corpi con caratteri deposizionali omogenei, denominati «unità sedimentarie» e numerati da «U1» a «U6». Nella figura 6 sono rappresentate le principali discordanze osservate sul fronte dalla cava che limitano superiormente e inferiormente le unità sedimentarie. I depositi di versante che ricoprono in discordanza le unità sottostanti sono stati descritti nel paragrafo precedente.
I profili delle figure 4 e 5 vengono descritti utilizzando le facies proposte da MIALL (1984), con la codifica G- e S- per i depositi di tipo fluvioglaciale, e quelle proposte da GNACCOLINI (1981), con la codifica C- per i depositi deltizi. Per i depositi di versante stratificati sono state utilizzate le facies proposte da WASSON (1979).



SPIEGAZIONI DEI SEGNI RELATIVI ALLE FIGURE 4 e 5 che si trovano alle pagine seguenti

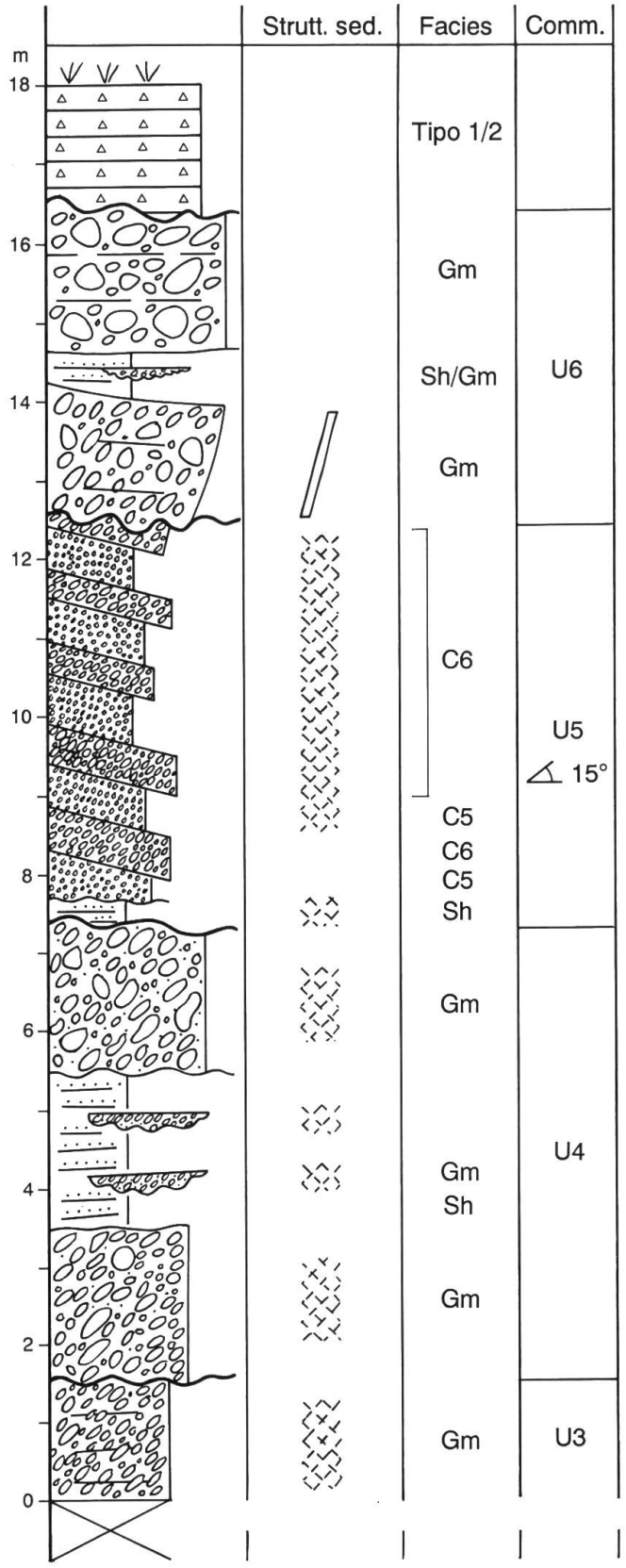


Fig. 4 Sezione stratigrafica di dettaglio (settore occidentale della cava). (Legenda: vedi pag. precedente)

Descrizione delle sezioni di dettaglio

Sezione 1 (Settore occidentale della cava, vedi Fig. 4)

5-7 cm Gm: Ghiaia da media a fine, ciottoli poligenici, da mediamente spigolosi a subarrotondati, embricati, in parte striati, diametro massimo 7 cm, scarsa matrice sabbiosa grossolana, compatto. Limite inferiore non visibile, limite superiore netto.

6-8 cm Gm: Ghiaia fine, ciottoli poligenici, da subarrotondati ad arrotondati, embricati, in parte striati, diametro massimo 1 cm, matrice assente, compatto. Limite superiore netto.

5-7 cm Gm: Ghiaia da media a fine, ciottoli poligenici, da mediamente spigolosi a subarrotondati, embricati, in parte striati, diametro massimo 7 cm, scarsa matrice sabbiosa grossolana, compatto. Limite inferiore non visibile, limite superiore netto.

6-8 cm Gm: Ghiaia fine, ciottoli poligenici, da subarrotondati ad arrotondati, embricati, in parte striati, diametro massimo 1 cm, matrice assente, compatto. Limite superiore netto.

5-7 cm Gm: Ghiaia da media a fine, ciottoli poligenici, da mediamente spigolosi a subarrotondati, embricati, in parte striati, diametro massimo 7 cm, scarsa matrice sabbiosa grossolana, compatto. Limite inferiore non visibile, limite superiore netto.

6-8 cm Gm: Ghiaia fine, ciottoli poligenici, da subarrotondati ad arrotondati, embricati, in parte striati, diametro massimo 1 cm, matrice assente, compatto. Limite superiore netto.

5-7 cm Gm: Ghiaia da media a fine, ciottoli poligenici, da mediamente spigolosi a subarrotondati, embricati, in parte striati, diametro massimo 7 cm, scarsa matrice sabbiosa grossolana, compatto. Limite inferiore non visibile, limite superiore netto.

6-8 cm Gm: Ghiaia fine, ciottoli poligenici, da subarrotondati ad arrotondati, embricati, in parte striati, diametro massimo 1 cm, matrice assente, compatto. Limite superiore netto.

0-35 cm Gm: Ghiaia grossolana, ciottoli poligenici, da spigolosi a subarrotondati, in parte striati, dimensione massima 20 cm, matrice da sabbia grossolana nella parte inferiore a sabbia fine nella parte alta con passaggio graduale. Limite superiore netto.

0-17 cm Sh: Gm Alternanza di sabbie medio grosssolane e sabbie fini. Intercalati si trovano livelli di ghiaia fine con ciottoli arrotondati, poligenici, embricati e in parte striati. Limite superiore netto.

1 cm Gm: Ghiaia fine-sabbia grossolana, ciottoli poligenici, generalmente subarrotondati, ciottoli diametro massimo 0.5 cm, cementato. Limite superiore netto.

30 cm Gm: Gt Ghiaia da fine a media con gradazione inversa, ciottoli poligenici, arrotondati, dimensione massima 3 cm. Matrice scarsa sabbiosa grossolana. I primi 10 cm, più fini, presentano una laminazione pianoparallela, con alternanza di letti più e meno fini. La parte superiore, più grossolana, presenta una laminazione incrociata planare. Limite superiore erosionale planare.

50 cm C5: Ghiaia grossolana con ciottoli poligenici, spigolosi o subarrotondati, grossolanamente embricati, in parte striati, dimensione massima 40 cm, matrice assente, debolmente cementato. Limite superiore netto.

20 cm C5: Ghiaia grosolana con ciottoli poligenici, da subangolari ad arrotondati, embricati, in parte striati, dimensione massima 30 cm, debolmente cementato. Matrice assente. Limite superiore netto.

20 cm C5: Ghiaia media con ciottoli poligenici, da subangolari ad arrotondati, embricati, in parte striati, dimensione massima 10 cm, debolmente cementato. Matrice assente. Limite superiore erosionale planare.

90 cm C3: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli da subangolari ad arrotondati, embricati, in parte striati, dimensione massima 30 cm, debolmente cementati. Gradazione diretta ben evidente con laminazioni pianoparallele nella parte superiore. Limite superiore erosionale planare.

90 cm C3: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli da subangolari ad arrotondati, embricati, in parte striati, dimensione massima 30 cm, debolmente cementati. Gradazione diretta ben evidente con laminazioni pianoparallele nella parte superiore. Limite superiore erosionale planare.

50 cm C3: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli da subangolari ad arrotondati, embricati, in parte striati, dimensione massima 30 cm, debolmente cementati. Gradazione diretta ben evidente con laminazioni pianoparallele nella parte superiore. Limite superiore erosionale planare.

8 cm Gm: Ghiaia media e fine, ciottoli poligenici, generalmente subarrotondati, ciottoli diametro massimo 0.5 cm. Matrice sabbiosa grossolana. Cementato. Limite superiore netto.

7 cm Sh: Sabbia fine con laminazioni pianoparallele. Limite superiore graduale passante a:

45 cm Gm: Gt Ghiaia da fine a media con gradazione inversa, ciottoli poligenici, arrotondati, dimensione massima 3 cm. Matrice scarsa sabbiosa grossolana. I primi 15 cm, più fini, presentano una laminazione pianoparallela, con alternanza di letti più e meno fini. La parte superiore, più grossolana, presenta una laminazione incrociata planare. Limite superiore erosionale planare.

40 cm C6: Ghiaia grossolana, ciottoli poligenici, da spigolosi a subarrotondati, embricati, in parte striati, dimensione massima 30 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

30 cm C6: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli poligenici, embricati, in parte striati, dimensione massima 20 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

30 cm C6: Ghiaia grossolana, ciottoli poligenici, da spigolosi a subarrotondati, embricati, in parte striati, dimensione massima 30 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

50 cm C6: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli poligenici, embricati, in parte striati, dimensione massima 20 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore erosionale ondulato.

30 cm C6: Ghiaia grossolana, ciottoli poligenici, da spigolosi a subarrotondati, embricati, in parte striati, dimensione massima 30 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

15 cm C6: Ghiaia medio fine, ciottoli poligenici, subarrotondati, dimensione massima 10 cm, embricati, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

17 cm C6: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli poligenici, embricati, dimensione massima 20 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

10 cm C6: Ghiaia medio fine, ciottoli poligenici, subarrotondati, dimensione massima 10 cm, embricati, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

15 cm C6: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli poligenici, embricati, dimensione massima 20 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

10 cm C6: Ghiaia medio fine, ciottoli poligenici, subarrotondati, dimensione massima 10 cm, embricati, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

36 cm C6: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli poligenici, embricati, dimensione massima 20 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

18 cm C5: Ghiaia medio fine, ciottoli poligenici, subarrotondati, dimensione massima 10 cm, embricati, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

30 cm C5: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli poligenici, embricati, dimensione massima 20 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

20 cm C6: Ghiaia medio fine, ciottoli poligenici, subarrotondati, dimensione massima 10 cm, embricati, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore erosionale planare.

30 cm C4: Ghiaie medie a supporto di matrice, massive, ciottoli poligenici, da spigolosi a subarrotondati, dimensione massima 20 cm, compattato. Matrice sabbia media-ghiaia fine senza strutture. Limite superiore netto.

40 cm C6: Ghiaia grossolana, ciottoli poligenici, da spigolosi a subarrotondati, embricati, dimensione massima 30 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

37 cm C4: Ghiaie medie a supporto di matrice, massive, ciottoli poligenici, da spigolosi a subarrotondati, dimensione massima 20 cm, compattato. Matrice sabbia media-ghiaia fine senza strutture. Limite superiore netto.

30 cm C6: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli poligenici, embricati, dimensione massima 20 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

26 cm C6: Ghiaia medio fine, ciottoli poligenici, subarrotondati, dimensione massima 10 cm, embricati, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

32 cm C6: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli poligenici, embricati, dimensione massima 20 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

20 cm C6: Ghiaia medio fine, ciottoli poligenici, subarrotondati, dimensione massima 10 cm, embricati, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

35 cm C6: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli poligenici, embricati, dimensione massima 20 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore erosionale ondulato.

130 cm Gm: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli poligenici, da spigolosi a subarrotondati in parte embricati, dimensione massima 40 cm. Matrice ghiaiosa fine. Limite superiore erosionale ondulato.

50 cm C3: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli da subangolari ad arrotondati, embricati, dimensione massima 25 cm, debolmente cementati. Gradazione diretta ben evidente con laminazione pianoparallela nella parte superiore. Limite superiore erosionale.

50 cm C3: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli da subangolari ad arrotondati, embricati, dimensione massima 25 cm, debolmente cementati. Gradazione diretta ben evidente con laminazione pianoparallela nella parte superiore. Limite superiore erosionale.

50 cm C3: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli da subangolari ad arrotondati, embricati, dimensione massima 25 cm, debolmente cementati. Gradazione diretta ben evidente con laminazione pianoparallela nella parte superiore. Limite superiore erosionale.

50 cm C3: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli da subangolari ad arrotondati, embricati, dimensione massima 25 cm, debolmente cementati. Gradazione diretta ben evidente con laminazione pianoparallela nella parte superiore. Limite superiore erosionale.

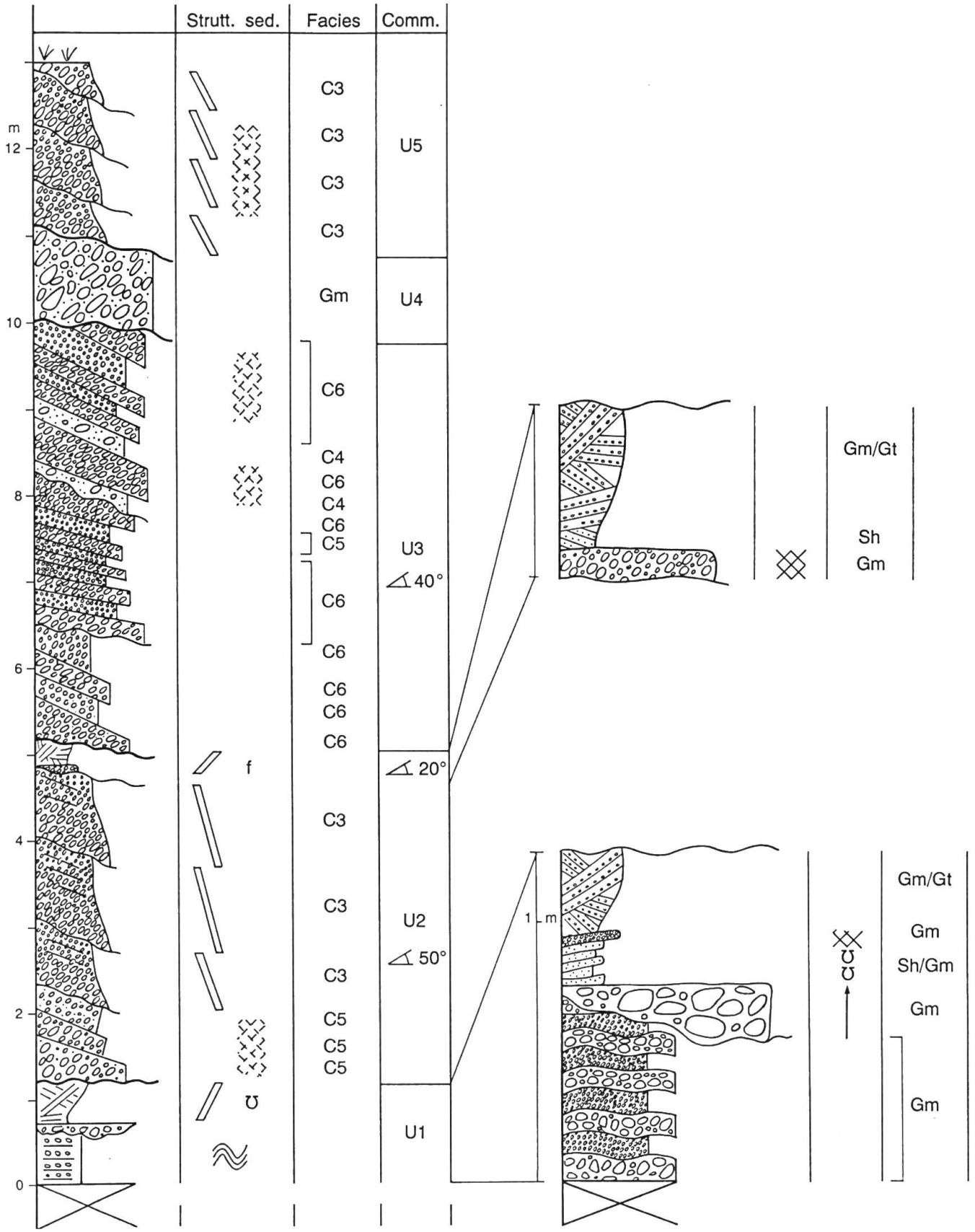


Fig. 5 Sezione stratigrafica di dettaglio (settore orientale della cava).
(Legenda: vedi pagg. precedenti)

Sezione 2 (Settore orientale della cava: vedi Fig. 5)

150 cm Gm: Ghiaie medie e grossolane, ciottoli arrotondati, presente una stratificazione grossolana con livelli embricati, dimensione massima 25 cm. Matrice da sabbia grossolana a ghiaia fine, con laminazione pianoparallela. Debolmente cementato. Limite inferiore non visibile, limite superiore erosionale ondulato.

200 cm Gm: Ghiaie medie e grossolane, ciottoli arrotondati, presente una stratificazione grossolana con livelli embricati, dimensione massima 30 cm. Matrice da sabbia grossolana a ghiaia fine, con laminazione pianoparallela. Debolmente cementato. Limite inferiore non visibile, limite superiore netto.

215 cm Sh: Gm Sabbie medie e fini, laminate piano parallele, debolmente cementate nei livelli più grossolani, con alcuni livelli centimetrici di ghiaia fine in matrice sabbiosa media con ciottoli poligenici, arrotondati, embricati e cementati, con base erosionale. Limite superiore netto.

185 cm Gm: Ghiaie medie e grossolane, ciottoli arrotondati, presente una stratificazione grossolana con livelli embricati, dimensione massima 30 cm. Matrice da sabbia grossolana a ghiaia fine, con laminazione pianoparallela. Debolmente cementato. Limite superiore erosionale ondulato.

35 cm Sh: Sabbie medie e fini, laminate piano parallele, debolmente cementate nei livelli più grossolani. Limite superiore netto.

40 cm C5: Ghiaie medie a supporto di matrice, massive, ciottoli poligenici, da spigolosi a subarrotondati, dimensione massima 20 cm, compattato. Matrice sabbia media-ghiaia fine senza strutture. Limite superiore netto.

45 cm C6: Ghiaia grossolana, ciottoli poligenici, da spigolosi a subarrotondati, embricati, dimensione massima 30 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

38 cm C5: Ghiaie medie a supporto di matrice, massive, ciottoli poligenici, da spigolosi a subarrotondati, dimensione massima 20 cm, compattato. Matrice sabbia media-ghiaia fine senza strutture. Limite superiore netto.

45 cm C6: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli poligenici, embricati, dimensione massima 20 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

45 cm C6: Ghiaia medio fine, ciottoli poligenici, subarrotondati, dimensione massima 10 cm, embricati, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

52 cm C6: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli poligenici, embricati, dimensione massima 20 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

48 cm C6: Ghiaia medio fine, ciottoli poligenici, subarrotondati, dimensione massima 10 cm, embricati, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

55 cm C6: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli poligenici, embricati, dimensione massima 20 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

70 cm C6: Ghiaia medio fine, ciottoli poligenici, subarrotondati, dimensione massima 10 cm, embricati, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore erosionale ondulato.

65 cm C6: Ghiaia da media a grossolana, ciottoli poligenici, embricati, dimensione massima 20 cm, debolmente cementati. Matrice assente. Limite superiore netto.

400 cm C1: Sh Ghiaie grossolane, ciottoli poligenici, arrotondati, embricati, dimensione massima 50 cm, in bancature grossolane pianoparallele, gradazione inversa nella dimensione dei clasti. Matrice da sabbia grossolana a ghiaia fine con laminazione pianoparallela. Presenti lenti di sabbia media e grossolana laminata piano parallela con ciottoli centimetrici sparsi. Limite superiore erosionale ondulato.

200 cm Tipo 1 Tipo 2 Ghiaie medie e grossolane, ciottoli carbonatici locali, spigolosi, dimensione massima 20 cm, bancatura grossolana parallela al versante. Matrice da assente a presente in alcuni livelli composta da sabbie e limi bruni o bruni rossastri (10YR-7.5YR). Localmente cementati. Limite superiore suolo attuale.

Descrizione delle unità sedimentarie riconosciute

Unità 1

Rappresenta l'unità più bassa osservabile, sia pur localmente, a livello del piano di cava nella parte destra del fronte (Fig. 5). Alla base l'unità è costituita da ghiaie (facies Gm), in lamine a diversa granulometria, erose al tetto da un livello di ghiaie massive (facies Gm), di spessore molto variabile, interpretabile come il riempimento di un canale. Seguono alcuni livelli sabbioso-ghiaiosi (facies Sh, Gm, Gp) alternati e uno strato a gradazione inversa in lamine piano parallele alla base e incrociate planari a basso angolo verso tetto. L'intera unità si presenta ripiegata in una struttura anticlinalica. I livelli superiori sembrano essere lateralmente in eteropia (parte

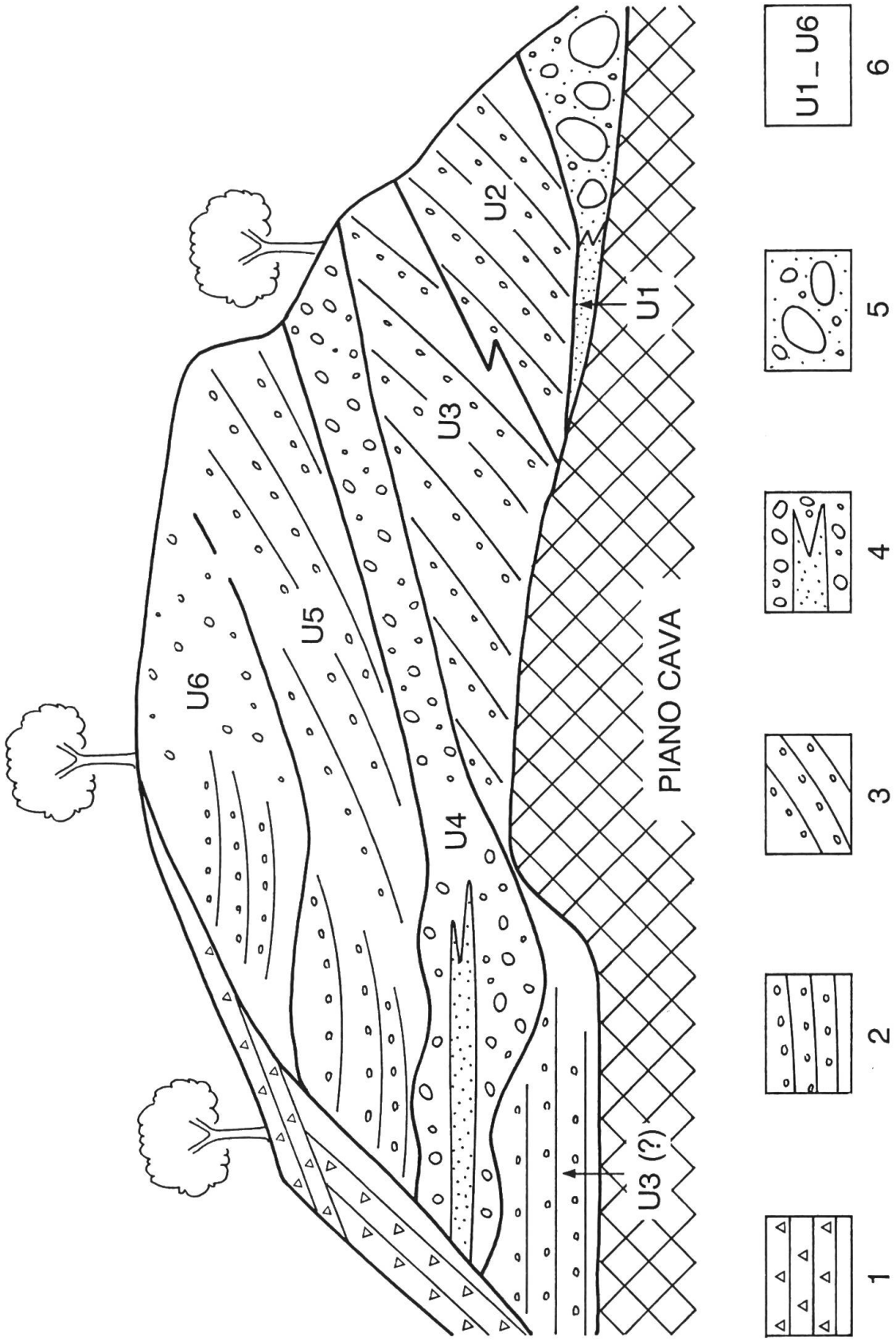


Fig. 6 Schema dei rapporti fra le varie Unità sedimentarie riconosciute.
Spiegazione dei segni:
1) Depositi di versante stratificati; 2) Ghiaie in banchi orizzontali; 3) Ghiaie in foreset; 4) Ghiaie massive con lenti di sabbia; 5) Deposito glaciale; 6) Unità rilevate.

occidentale) con un diamicton (facies Dmm) composto da massi di grosse dimensioni (anche oltre il metro) immersi in una matrice prevalentemente sabbiosa-ghiaiosa fine. Il limite superiore di questa unità è erosionale e ondulato.

Unità 2

I vari livelli formano dei set fortemente inclinati, con un immersione a circa 140° e un'inclinazione di 50°. Questi set tendono a suturare la superficie erosionale al tetto dell'unità 1 con una diminuzione dell'inclinazione dei set stessi. L'unità 2 affiora nella parte occidentale della cava e presenta una selezione dei clasti in aumento da ovest verso est con una migliore evidenza della gradazione diretta all'interno dei set.
Superiormente l'unità è suturata da un livello cementato di ghiaia medio-fine (facies Gm) su cui si osserva un livello di sabbia con lamine pianoparallele (facies Sh), alla base, e passante verso tetto, con gradazione inversa, ad un livello di ghiaia fine con laminazione incrociata planare (facies Gt). Questi ultimi due livelli sono discordanti con i set sottostanti e sono inclinati di circa 20° con la stessa immersione.
L'unità è interessata da una faglia inversa immergente ad W, e inclinata di oltre 40°, che disloca di circa 50 cm la parte alta dei set, di circa 30 cm il livello di ghiaia cementata e viene suturata dai materiali sabbiosi e ghiaiosi del tetto dell'unità. Il limite superiore è erosivo e planare. (Fig. 8)

Unità 3

Tale unità è molto simile all'unità 2. Se ne differenzia per la mancanza di gradazione all'interno dei set, che sono composti da livelli alternati di ghiaie a differente granulometria (facies C5 e C6) con matrice sabbioso-ghiaiosa abbondante sormontati da alcuni livelli di ghiaia massiva a supporto di matrice (facies C4). I set immergono a 140° con inclinazione variabile da 30° a 40° che diminuisce verso il basso e verso E, allo stesso modo dei set dell'unità 2. L'unità è tagliata superiormente da una superficie di erosione ondulata.
Verso E si osservano ghiaie a supporto di clasti (facies Gm) a giacitura suborrizzontale che , per posizione stratigrafica, possono essere accorpate a questa unità.

Unità 4

I materiali di questa unità erodono quelli dell'unità 3, e presentano delle facies prevalentemente fluviali con ghiaie e sabbie (facies Gm e Sh) generalmente consolidate ed in parte debolmente cementate. Nella parte occidentale della cava si osservano prevalentemente materiali ghiaiosi, massivi con una bancatura poco evidente ed i ciottoli grossolanamente embricati. Nella parte orientale presentano una bancatura orizzontale più regolare, con un'alternanza di livelli sabbiosi e livelli ghiaiosi con ciottoli embricati e meglio selezionati. I livelli sabbiosi sono laminati pianoparalleli e contengono delle lenti di ghiaia medio fine, con ciottoli embricati. La superficie superiore è erosiva planare nella parte occidentale della cava e erosiva ondulata in quella orientale.

Unità 5

L'unità è costituita da una serie di set con immersione a 110° circa e inclinazione di 10°-15° che presenta caratteri sedimentologici simili a quelli dell'unità 3 (facies C5 e C6). Verso est, nella parte centrale della cava, i set si raccordano in modo continuo con dei livelli orizzontali di ghiaia massiva a supporto di matrice e di sabbia laminata piano parallela. La superficie superiore è erosiva e ondulata.

Unità 6

Questa unità chiude la successione della cava ed è costituita da alternanze di livelli ghiaiosi e sabbiosi (facies Gm e Sh) pianoparalleli con ciottoli embricati; nei primi 2 metri si nota una grossolana gradazione inversa. Presenta le stesse caratteristiche dell'unità 4 ed è troncata dai depositi di versante dell'Unità postglaciale.
Anche questa unità presenta una maggiore organizzazione dei materiali nella parte occidentale della cava e strutture più massive in quella orientale.

MODELLO DEPOSIZIONALE

La serie stratigrafica della ex-Cava Lavio può essere interpretata come l'alternanza di eventi fluvioglaciali e deltizi.
L'unità 1, poco visibile, è rappresentata da un deposito fluvioglaciale che si interdigita con un deposito glaciale nella parte occidentale della cava. L'unità 2 è interpretabile come la progradazione di un piccolo delta all'interno di un bacino posto verso monte (parte orientale della cava). L'aspetto generale dell'unità 3 è quello di una seconda progradazione del delta, ma con deposizione di materiale più grossolano e massivo. L'unità 4 rappresenta dei depositi fluvioglaciali meglio selezionati nella parte orientale e una sedimentazione in massa (debris flow) nella parte occidentale. Nell'unità 5 i set rappresentano un'ulteriore fase di progradazione dell'edificio deltizio e, a differenza delle unità 2 e 3, sono osservabili i rapporti dei set con i livelli «bacinali» composti da alternanze di materiali fluviali e lacustri. L'unità 6 rappresenta l'ultimo evento fluvioglaciale osservabile nella successione.

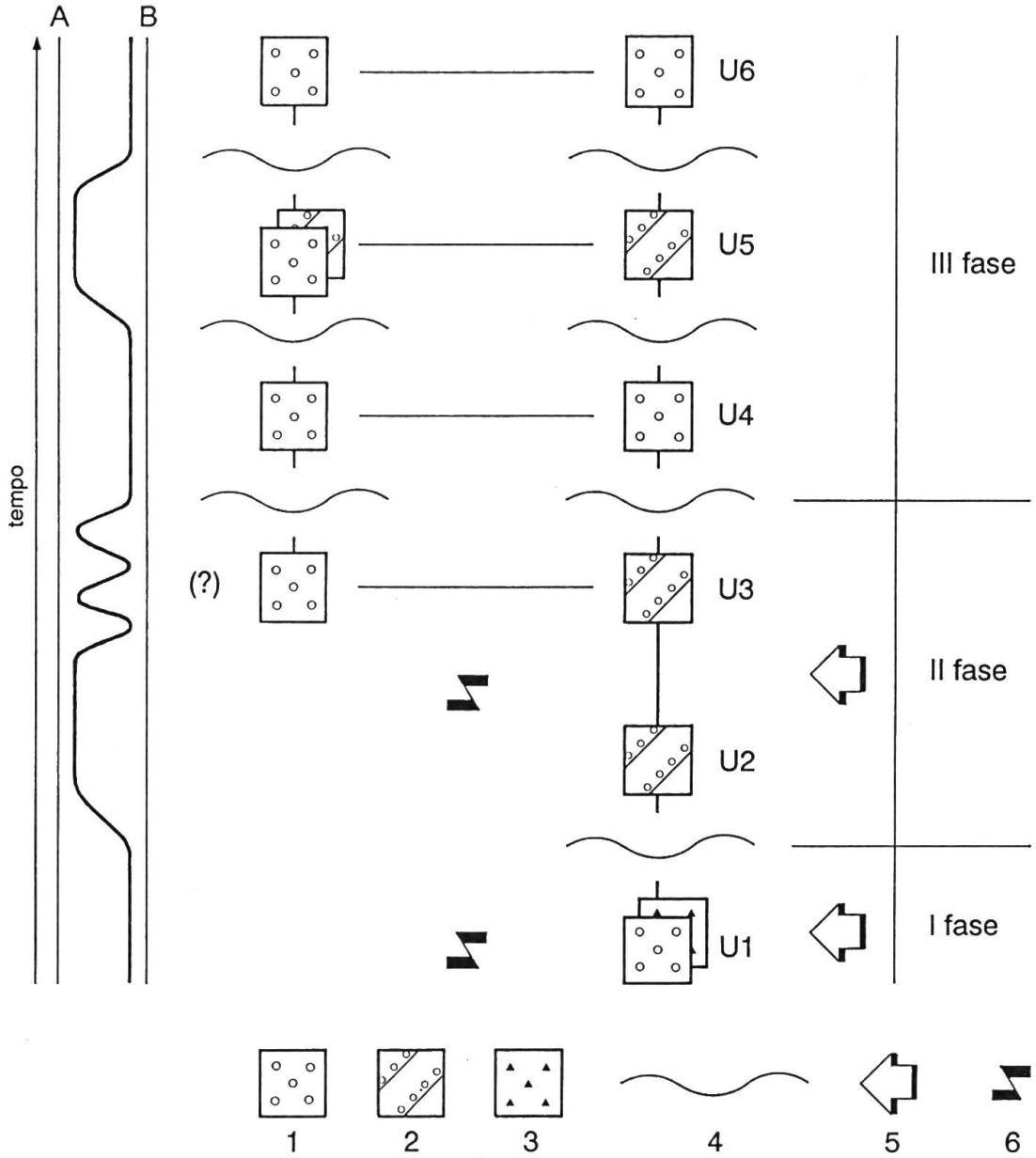


Fig 7 Schema relativo del modello deposizionale. A sinistra sono illustrate le variazioni del livello dell'acqua all'interno del bacino proglaciale, desunte dalle caratteristiche sedimentarie dei depositi. (A = durante la fase di bacino pieno; B = a bacino vuoto).
Spiegazione dei segni: 1) Depositi fluvioglaciali; 2) Foreset deltizi; 3) Depositi glaciali; 4) Eventi erosivi; 5) Deformazione compressiva; 6) Strutture glaciotettoniche.

Questi eventi possono essere ricondotti ad almeno 3 fasi caratterizzate da cambiamenti nelle caratteristiche deposizionali del sistema ghiacciaio-bacino proglaciale e sottolineate dalla presenza di importanti superfici di erosione (Fig. 7). Si osservano inoltre due eventi glaciotettonici che deformano in tempi diversi i sedimenti e che possono essere la causa del cambiamento dei caratteri deposizionali.

Fase 1

E' rappresentata dall'unità 1 le cui pessime condizioni di affioramento non permettono una precisa ricostruzione dell'evoluzione deposizionale.

Il materiale fluvioglaciale di questa unità potrebbe costituire una piana proglaciale tra il versante ed il ghiacciaio (Fig 5, U1: livello con base erosionale ondulata), deformata successivamente da pieghe. I caratteri di questa deformazione sono decisamente compressivi, e quindi attribuibili ad una fase di spinta da parte del ghiacciaio. Non è possibile definire come il meccanismo deformativo abbia agito globalmente sui depositi, ma probabilmente questa fase di spinta è la stessa che ha permesso la deposizione del diamicton nella parte occidentale della cava. I set dell'unità 2 suturano la deformazione dell'unità 1, limitando questo evento glaciotettonico alla sola fase 1.

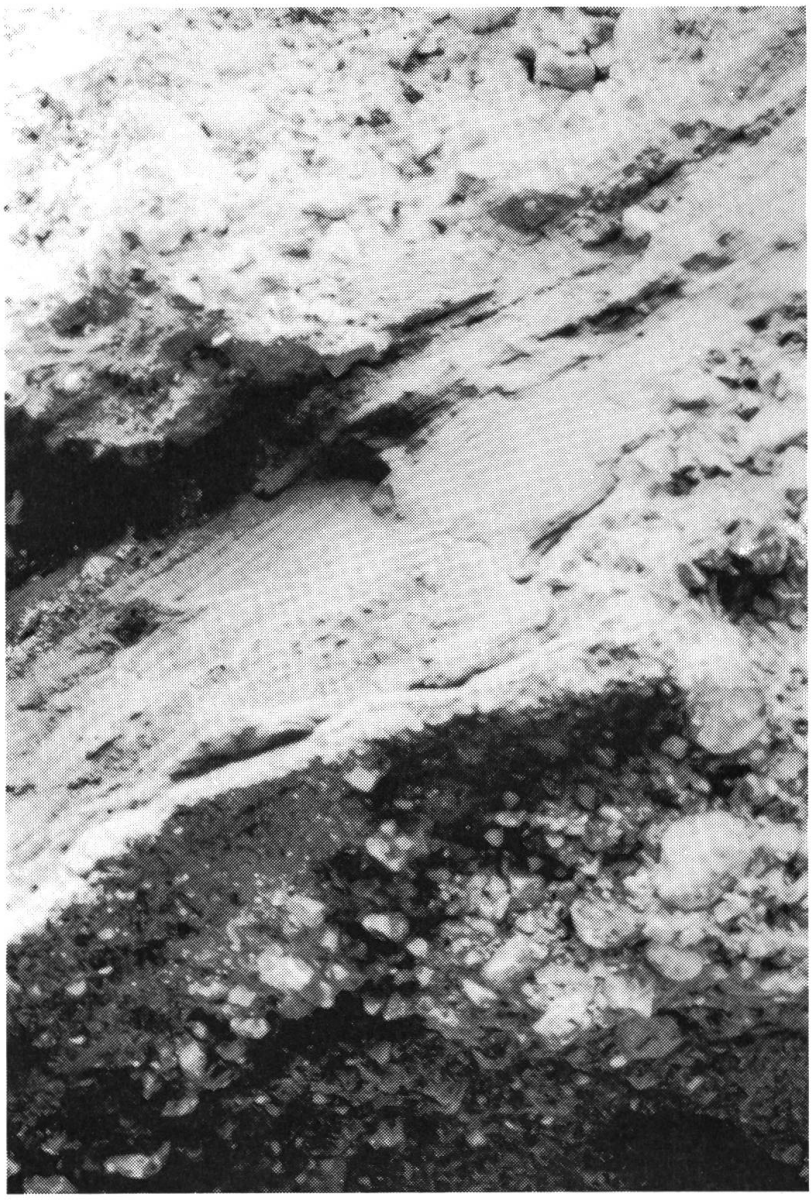


Fig. 8 Strutture glaciotettoniche al tetto dell'Unità 2 (altezza dell'immagine: 1,5 m). (foto V. Maggi).

Fig. 9 Ricostruzione paleogeografica del ghiacciaio durante gli eventi deposizionali rilevati nella ex-Cava Lavio. (Base cartografica riprodotta con l'autorizzazione dell'Ufficio federale di topografia, 31.05.1991).
Spiegazione dei segni: 1) area coperta dal ghiaccio durante la deposizione dei materiali della ex-cava Lavio; 2) orlo di terrazzo; 3) cordone morenico; 4) localizzazione della ex-cava Lavio; 5) ricostruzione della isoipsa dei 650 m sul ghiacciaio.

Fase 2

La seconda fase comprende le unità 2 e 3. I foreset deltizi delle due unità (Fig. 6) immergenti verso est con diversa inclinazione, indicano la presenza di un bacino lacustre verso monte. L'unità 3 presenta delle alternanze con facies più grossolane con intercalati livelli di debris flow che sembrano indicare una continua variazione del livello dell'acqua all'interno del bacino. Inoltre, questa unità, sembra presentare una continuazione nella parte orientale (bacinale) con materiali fluvioglaciali ghiaiosi e sabbiosi osservabili esclusivamente nella parte più bassa della cava. L'estrema inclinazione dei set in entrambe le unità, decisamente superiore al

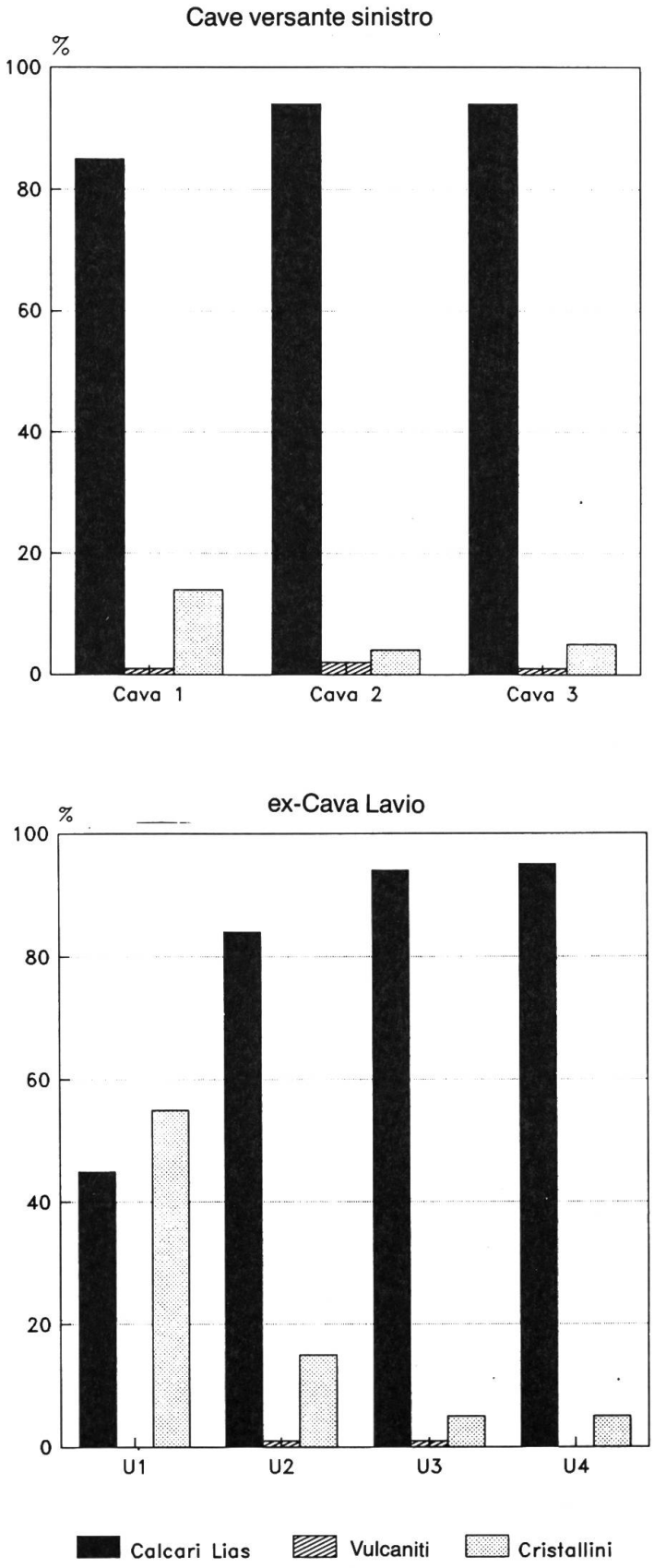


Fig. 10 Analisi statistica delle litologie riconosciute nelle cave nell'area di Arogno (M. Felber, com. pers.).

massimo angolo di deposizione di questi materiali in ambiente subacqueo (NEMEC & STEEL, 1988), e la presenza della faglia inversa al tetto dell'unità 2, possono suggerire un'ulteriore fase compressiva legata ad una seconda pulsazione positiva del ghiacciaio.
L'unità 3 è troncata al tetto da una superficie di erosione e in alcuni punti risulta canalizzata dai materiali dell'unità soprastante.

Fase 3
Comprende le unità da 4 a 6. I caratteri deposizionali sono prevalentemente fluvioglaciali, con esclusione dell'unità 5 che presenta dei set descrivibili come depositi deltizi.
L'unità 4 rappresenta un brusco cambiamento nelle caratteristiche deposizionali del bacino proglaciale. Si osservano materiali più grossolani e meno organizzati nella parte occidentale della cava (cioè in prossimità del ghiacciaio) e materiali più fini in livelli suborrizzontali nella parte orientale. I foreset dell'unità 5 presentano un'inclinazione che sembra essere naturale (NEMEC & STEEL, 1988). L'unità 6 chiude la serie e presenta caratteri simili alla parte »bacinale» dell'unità 4.

CONCLUSIONI

Durante la massima espansione il ghiacciaio würmiano trasfluiva dalla valle del Lago di Lugano, attraverso la costa di Borgnone (753 m), entro la Val Mara, e forse si univa con il ghiacciaio della Valle d'Intelvi attraverso la sella di Lanzo. Le fasi di ritiro, poco testimoniate sui versanti della valle, hanno portato il ghiacciaio del Lago di Lugano a dover aggirare la costa di Borgnone ed a formare una lingua secondaria che entrava dallo sbocco della Val Mara presso Maroggia (Fig. 9). I depositi della ex-Cava Lavio sono la testimonianza di una di queste fasi di ritiro. Le pulsazioni positive, monitorate dalle deformazioni glaciotettoniche dei depositi, indicano che non si trattava di una lingua morta, ma indicano una certa attività legata probabilmente al ramo principale.
Nei diagrammi di figura 10 è illustrata l'analisi statistica delle litologie dei clasti, effettuata nella ex-Cava Lavio e in altre 3 cave dello stesso versante (FELBER, 1991 comunicazione personale). La scarsità di clasti di porfiriti permiane, che affiorano in tutta la Val Mara, che costituiscono il substrato stesso sotto i depositi della ex-Cava Lavio, indica una minima attività erosiva da parte del ghiacciaio lungo il versante della Val Mara. Solamente l'U1 presenta una dominanza di materiali cristallini, tutte le altre (U2-U4), come le altre cave (sono stati riportati i valori medi di tutto il deposito), mostrano una netta dominanza dei calcari liassici della Formazione di Moltrasio. Queste differenze così spiccate possono essere legate ad un aumento dell'attività gravitativa del versante occidentale del Monte Generoso (Costa degli Albagnoni), composto dagli stessi calcari e tuttora soggetto agli stessi fenomeni.
La figura 7 illustra in modo schematico l'evoluzione della deposizione all'interno del bacino proglaciale e la curva della variazione ipotetica del livello dell'acqua all'interno del bacino, desunta dai caratteri sedimentologici delle varie unità. Questo bacino si trovava nei pressi della fronte del ghiacciaio e quindi veniva alimentato da una grande quantità di acqua e di materiali trasportati con essa. I depositi della cava non presentano facies francamente lacustri, questo può escludere così la presenza di un bacino proglaciale completamente sbarrato. Il modello deposizionale suggerisce un continuo mutamento del livello dell'acqua all'interno del bacino stesso. Durante la deposizione delle unità 2 e 5 è probabile l'esistenza di un lago con il livello dell'acqua costante, o comunque sufficientemente regolare da permettere la deposizione dei foreset deltizi.
L'unità 3, a cui mancano dei foreset ben definibili, suggerisce invece una continua variazione del livello dell'acqua nel bacino lacustre durante la sua deposizione. Gli eventi fluvioglaciali che caratterizzano le unità 1, 4 e 6 e che hanno portato al riempimento del bacino proglaciale, sottolineano la presenza di acque in movimento con regimi torrentizi e quindi la totale mancanza di un bacino lacustre.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Dipartimento dell'Ambiente del Cantone Ticino e per esso il Museo Cantonale di Storia Naturale e l'Ufficio Protezione della Natura per aver permesso lo svolgimento del presente lavoro. Si ringraziano A. Bini del Dipartimento di Scienze della Terra e M. Felber del Museo Cantonale di Storia Naturale per i preziosi consigli e la lettura critica del presente lavoro e P. Moriggia per la realizzazione della parte grafica. Un ringraziamento particolare alla Signora Collenberg proprietaria della ex-Cava Lavio per la disponibilità mostrata.

BIBLIOGRAFIA

Annaheim H., 1936 - Flusswerk im Sottoceneri. Boll. Soc. Tic. Sc. Nat. 30/31, 153-280

Bernoulli D., 1964 - Zur geologie des Monte Generoso. Materiali per la Carta Geologica Svizzera, Commissione Geologica Svizzera. pp 134

Bernoulli D. Govi M., Greater P., Lehner P., Reinhard M., Spicher A., 1976 - Atlante geologico della Svizzera 1:25.000, Foglio 1353 Lugano. Commissione Geologica Svizzera

Bini A., 1987 - L'apparato glaciale würmiano di Como. Tesi di Dottorato di Ricerca, Università degli Studi di Milano. pp. 569

Bovarini P., 1989 - Rilevamento dei depositi superficiali sulla sponda del Lago di Como tra Argegno e Tremezzo. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Milano: pp. 140

Bosi C., Palieri, L., Sposato A., 1990 - Guida all'escursione sui terrazzi e linee di costa del litorale del Lazio settentrionale. Tarquinia e Montalto di Castro (Viterbo), 17-18 ottobre 1990. CNR Centro di Studio per la Geologia Tecnica Roma. 1-30

Da Rold O., 1991 - L'apparato glaciale del Lago Maggiore, settore orientale. Tesi di Dottorato di Ricerca, Università degli Studi di Milano: pp. 235

Felber M., in prep. - La storia gelologica del Quaternario nel Mendrisiotto. Tesi di dottorato ETH Zurigo.

Gnaccolini M., 1981 - Oligocene fan-delta deposits in northern Italy: a summary. Riv. Ital. Paleont. 87(4): 627-636

Maggi V. 1989 - Geologia e geologia glaciale dell'alto Lario Occidentale. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Milano: pp 163

Miall A.D., 1985 - Architectural-element analysis: a new method of facies analisis applied to fluvial deposits. Earth Sci. Rev., 22: 261-308

Nemec W. & Steel R.J., 1988 - Fan Deltas: sedimentology and tectonic settings. Blackie, Glasgow e London, 1988: 444 pag.

North American Stratigraphic Commission, 1983 - North American Stratigraphic Code. AAPG Bull. 67: 841-875

Penck A. & Brückner E., 1909 - Die Alpen im Eiszeitalter. Band III., Leipzig.

Pracchi R., 1954 - Il Quaternario nel Lario occidentale. Atti Soc. It. Sc. Nat. 93

Rossi S., Alberti F., Felber M. & Bini A., 1991 - Evidenze di fluttuazioni glaciali würmiane nella bassa valle della Breggia. Boll. Soc. Tic. Sc. Nat. 79(2): 25-47

Wasson R.J., 1954 - Stratified debris slope deposits in the Hindu Kush, Pakistan. Z. Geomorph. N.F. 23(3): 301-320