

## IL CONTRIBUTO DELLA GEOMORFOLOGIA NEL RILEVAMENTO DEL QUATERNARIO: L'ESEMPIO CARG NEL TRENTINO

M. Panizza<sup>(1)</sup> - C. Baroni<sup>(2)</sup> - G. Bollettinari<sup>(3)</sup> - A. Carton<sup>(4)</sup> - M. Nardin<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup>Dip.to di Scienze della Terra, Università degli Studi, Modena

<sup>(2)</sup>Dip.to di Scienze della Terra, Università degli Studi, Pisa

<sup>(3)</sup>Libero professionista, Ferrara

<sup>(4)</sup>Dip.to di Scienze della Terra, Università degli Studi, Torino

<sup>(5)</sup>Servizio Geologico, Provincia Autonoma di Trento, Trento

**ABSTRACT** - *The contribution of geomorphology to the mapping of Quaternary deposits: the CARG example in the Trento region* - Il Quaternario *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 9(1), 1996, 239-248 - The conceptual and methodological differences between geological and geomorphological investigations are outlined, as well as the role and possible contributions of geomorphology to the survey of Quaternary deposits. This paper reports on the approach taken while applying geomorphological techniques to the geological mapping of Quaternary deposits in the Province of Trento (N Italy), which were performed for the 1:50,000 scale Geological Map of Italy (CARG project). The procedure of successive approximations, simplifications, detailed studies and improved definitions, which was adopted to pass from a "traditional" Quaternary legend consisting of simplified geomorphological features to the specific legend proposed for the CARG project, is illustrated. The Trento surveys are further discussed through the use of a mapping example. The role played by the Trento Geological Survey in proposing and applying the above-mentioned method is underlined, particularly in regards to the coordination of 1:50,000 scale mapping of alpine Quaternary formations and in the digitising of mappable elements. Finally, some examples of the role of geomorphological investigations in identifying and characterising Quaternary deposits are presented.

**RIASSUNTO** - *Il contributo della Geomorfologia nel rilevamento del Quaternario: l'esempio CARG nel Trentino* - Il Quaternario *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 9(1), 1996, 239-248 - Vengono tracciati i criteri di separazione di tipo concettuale e le linee di demarcazione di ordine metodologico fra l'indagine geologica propriamente detta e quella geomorfologica. In questo contesto si collocano il ruolo ed i possibili contributi della Geomorfologia nel rilevamento del Quaternario. Successivamente viene illustrato il percorso metodologico che ha portato, nella regione trentina, alla applicazione della Geomorfologia nel rilevamento geologico del Quaternario per la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (progetto CARG). Vengono illustrati i procedimenti di derivazione per approssimazioni, semplificazioni, approfondimenti e determinazioni progressive da una legenda "tradizionale" dei depositi geologici quaternari, con caratteri geomorfologici semplificati, fino alla legenda proposta dal progetto CARG. Viene fornito un esempio cartografico riguardante i rilevamenti nella provincia di Trento.

Si sottolinea il ruolo del Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento nella sperimentazione, applicazione e proposta delle metodologie suddette anche ai fini di un coordinamento a livello alpino della cartografia geologica 50.000 del Quaternario e nella informatizzazione degli elaborati cartografici. Vengono presentati infine alcuni esempi che mettono in evidenza il ruolo che ha avuto l'indagine geomorfologica nella individuazione e caratterizzazione di alcuni depositi quaternari.

**Parole chiave:** Rilevamento del Quaternario, geomorfologia, esempi cartografici, Trentino.  
**Key words:** Quaternary geological survey, geomorphology, mapping, Trento region (N Italy).

### 1. PREMESSA<sup>(1)</sup>

Si ritiene opportuno chiarire innanzitutto i settori di indagine della Geomorfologia nei confronti della Geologia in senso lato, per poi poter indicare quale può essere il contributo della prima nelle ricerche di Geologia del Quaternario. La linea di demarcazione può essere ricavata concettualmente dalla considerazione che la prima si occupa delle unità della superficie terrestre che sono geneticamente collegate con il rilievo attualmente osservabile, mentre la seconda studia altre unità, connesse con paesaggi della Terra che in quell'area sono ora completamente mutati.

Dal punto di vista concettuale non è dunque il criterio cronologico che permette di separare i due campi di studio. Infatti, unità del rilievo della stessa età possono essere oggetto di indagini appartenenti ai due diversi settori: ad esempio un deposito morenico del Günz delle Alpi rientra nella sfera di indagine geomorfologica, mentre un sedimento più o meno coevo del Calabriano nell'Appennino meridionale fa parte del campo di studio della Geologia. Il primo infatti è stato accumulato da un ghiacciaio, che occupava una vallata non molto diversa da quella ove attualmente esso si trova; il secondo invece è stato deposto in ambiente marino, ben diverso da quello subaereo ove adesso appare in affioramento.

Da questa delimitazione concettuale fra Geomorfologia e Geologia deriva anche una differenza di metodo d'indagine scientifica. Il geomorfologo dovrà trovare sempre una connessione logica, una spiegazione,

---

<sup>(1)</sup> A cura di M. Panizza.

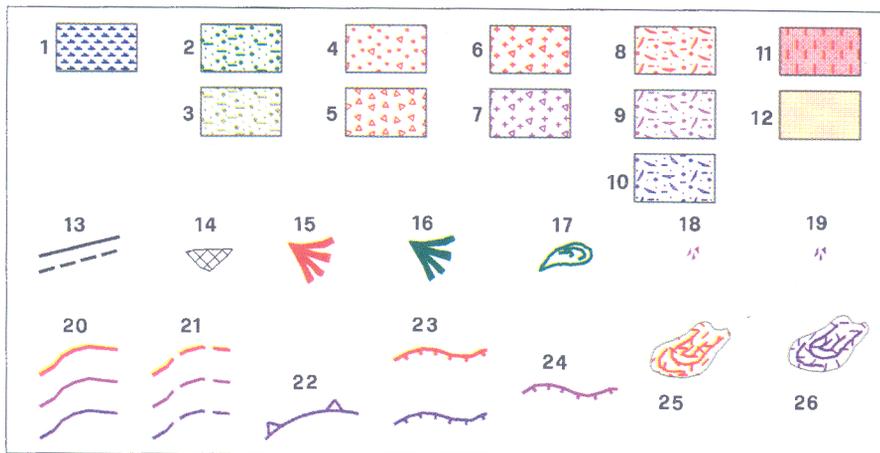


Fig. 1 - Stralcio della sezione geologica "Laghi di Cornisello" (042130 della carta topografica generale P.A.T.) rilevata secondo il criterio lito-morfogenetico (è riportato il reticolato chilometrico). Rilevamento del substrato a cura di L. Montresor e G. Rigatti; realizzazione tecnica a cura del settore informatico del Servizio Geologico della P.A.T. (responsabile G. Tommasi, assistente C. Tomazzolli). **Legenda:** 1) Depositi palustri (attuale e sub-attuale); 2) Depositi alluvionali e fluvio-glaciali (attuale e sub-attuale); 3) Depositi alluvionali e fluvio-glaciali (antico); 4) Depositi di versante (attuale e sub-attuale); 5) Depositi di versante a grossi blocchi (attuale e sub-attuale); 6) Accumulo di frana (attuale); 7) Accumulo di frana (sub-attuale); 8) Depositi glaciali (attuale); 9) Depositi glaciali (sub-attuale); 10) Depositi glaciali (antico); 11) Leucotonaliti "tipo val Nambrone"; 12) Tonaliti tipo "Presanella Centrale"; 13) Faglia e frattura; 14) Zona antropizzata; 15) Cono detritico di versante (attuale e sub-attuale); 16) Conoide alluvionale (attuale e sub-attuale); 17) Lobo di debris flows (attuale e sub-attuale); 18) Deposito glaciale sparso su roccia (sub-attuale); 19) Deposito glaciale sparso su roccia (antico); 20) Cordone morenico (attuale; sub-attuale; antico); 21) Cordone morenico mal conservato (attuale; sub-attuale; antico); 22) Orlo di circo (antico); 23) Orlo di scarpata di frana (attuale; antico); 24) Orlo di terrazzo (sub-attuale); 25) Rock glacier (attuale, sub-attuale); 26) Rock glacier (antico).

A portion of the geological section "Laghi di Cornisello" (042130 of P.A.T. general topographic map; as to the scale, use the 1,000 m grid) surveyed according to the litho-morphogenetic criterion (technical elaboration by the Computer Service of the P.A.T. Geological Survey; director G. Tommasi, assistant C. Tomazzolli). **Legend:** 1) Palustrine deposits (present and sub-present); 2) Alluvial and fluvio-glacial deposits (present and sub-present); 3) Alluvial and fluvio-glacial deposits (ancient); 4) Slope deposits (present and sub-present); 5) Slope deposits with large boulders (present and sub-present); 6) Landslide accumulation (present); 7) Landslide accumulation (sub-present); 8) Glacial deposits (present); 9) Glacial deposits (sub-present); 10) Glacial deposits (ancient); 11) "Val Nambrone"-type leucotonalites; 12) "Presanella Centrale"-type tonalites; 13) Faults and joints; 14) Developed area; 15) Slope detrital fan (present and (cont. p. 241)

un rapporto di effetto e causa tra un particolare affioramento ed il paesaggio circostante: il deposito morenico con la vallata, un accumulo di frana con una scarpata di distacco, una paleospiaggia con un litorale marino, anche se arretrato e così via. Il geologo in senso stretto, invece, potrà ricavare dal solo affioramento, pur in correlazione con altri circostanti, la sintesi paleogeografica deducibile dalle caratteristiche stratigrafiche sedimentologiche, paleontologiche, petrografiche, ecc. della roccia; essa sarà ottenuta anche attraverso una ricostruzione palinspastica della distribuzione originaria delle rocce in quel determinato momento della storia geologica, al quale appartiene il litotipo in affioramento, e precedente a eventuali deformazioni o spostamenti tettonici subiti dalle stesse.

Da quanto detto la Geologia del Quaternario (ma anche di periodi più antichi) può trarre un contributo dalla Geomorfologia soltanto ove l'antico contesto paleogeografico in studio sia connesso con quello attuale, siano essi entrambi subaerei, litorali o subacquei.

In questa nota si parlerà di un'area alpina, ove l'attuale paesaggio rispecchia, nelle grandi linee, le caratteristiche di quello ove si erano depositi i sedimenti geologici che si vogliono rilevare.

L'area di studio presa in considerazione fa parte del territorio della provincia di Trento, oggetto di rilevamento e di cartografia geologica per la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Progetto CARG). Si vuole sottolineare il ruolo del Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento nella sperimentazione, applicazione, e proposta delle metodologie di rilevamento che qui vengono illustrate. La presentazione dei risultati di queste operazioni ha anche lo scopo di proporre un coordinamento a livello alpino della cartografia geologica 1:50.000 del Quaternario e di offrire una base opportuna per l'informatizzazione degli elaborati cartografici.

## 2. LA LEGENDA UTILIZZATA (2)

La legenda proposta per il Progetto CARG si differenzia notevolmente da quella "tradizionale" impiegata nella cartografia ufficiale italiana per i fogli 1:100.000 e per i pochi 1:50.000 precedenti al progetto suddetto. In particolare con la proposta CARG (Servizio Geologico Nazionale, 1992) vengono differenziate unità deposizionali, eventualmente caratterizzate da varie facies litologi-

che, per le quali si richiede siano individuate superfici di discontinuità che le delimitano a letto e a tetto. Queste possono essere superfici sia di erosione, sia di accumulo. Esse corrispondono alla topografia presente all'inizio e alla fine del ciclo sedimentario nei casi in cui non si siano verificate successive fasi erosive; in tali casi la superficie rimodellata non rappresenta più l'originaria topografia, ma può ancora essere utilizzata per delimitare superiormente le unità quaternarie.

In altre situazioni è possibile individuare corpi sedimentari delimitati da morfologie caratteristiche, utilizzabili per definire la superficie limite di una certa unità (argini morenici, piane alluvionali, con di deiezione ecc.). Queste superfici, infatti, sono il prodotto di processi sedimentari che direttamente condizionano la morfologia dei depositi e restano conservate per tempi anche lunghi come forme del paesaggio; sono generalmente tanto meglio conservate quanto più sono recenti.

La lettura e l'interpretazione della morfologia dei depositi quaternari è e resta un valido strumento per la differenziazione di varie unità; è comunque evidente che l'approccio di tipo geomorfologico allo studio dei depositi quaternari deve tenere in considerazione anche i processi che hanno interessato i corpi sedimentari successivamente alla loro deposizione (principalmente erosione e pedogenesi). Inoltre, particolare attenzione deve essere rivolta alla individuazione di forme poligenetiche e/o policronologiche, la cui errata interpretazione può indurre in errore nella definizione delle unità quaternarie. Nelle legende precedenti, invece, come è noto, è privilegiato l'aspetto morfogenetico dei sedimenti (fluviale, glaciale etc.), con anche l'indicazione di aspetti geomorfologici in senso stretto (scarpate di frana, di terrazzo, arco morenico etc.).

Nelle prime fasi del rilevamento, anche per offrire un contributo tangibile al confronto fra i due suddetti approcci cartografici, si sono impiegate le due diverse legende, una di derivazione essenzialmente geomorfologica (più tradizionale) ed una di tipo stratigrafico (progetto CARG). Le Figure 1 e 2 mettono a confronto due elaborati cartografici, riferiti alla stessa area, redatti utilizzando le due legende. In concreto gli scriventi, nell'ambito della cooperazione con la Provincia Autonoma di Trento, hanno utilizzato per il rilevamento del Quaternario, in via sperimentale, una legenda derivata da una semplificazione di quella geomorfologica da utilizzare per redigere una carta dei depositi quaternari "intermedia" a scala 1:10.000, rilevata secondo il criterio lito-morfogenetico, da tradurre successivamente (dopo ulteriori specifiche e mirate osservazioni di campagna) in un elaborato a scala più piccola secondo i criteri, ove applicabili, suggeriti dalla normativa CARG.

La necessità di utilizzare in prima battuta una legenda di questo tipo è sorta per un triplice motivo:

- avvicinare gradualmente allo studio del quaternario mediante un approccio di tipo geomorfologico la maggior parte dei rilevatori del progetto CARG-PAT, quasi tutti di estrazione strettamente geologica e poco avvezzi ad osservazioni "mirate" sulle coperture detritiche, richiedendo loro un maggior sforzo per la caratterizzazione tessiturale e genetica dei depositi;

- fornire all'ente committente (Provincia Autonoma di Trento) un prodotto a grande scala con alcune infor-

(2) A cura di A. Carton, M. Nardini e M. Panizza

(cont. da/from p. 240)

*sub-present); 16 Alluvial fan (present and sub-present); 17 Debris flow lobe (present and sub-present); 18 Glacial deposit scattered on rock (sub-present); 19 Glacial deposit scattered on rock (ancient); 20 Moraine ridge (present, sub-present, ancient); 21 Poorly-preserved moraine ridge (present, sub-present, ancient); 22 Rim of cirque (ancient); 23 Rim of landslide scarp (present, ancient); 24 Rim of terrace (sub-present); 25 Rock glacier (present, sub-present); 26 Rock glacier (ancient).*

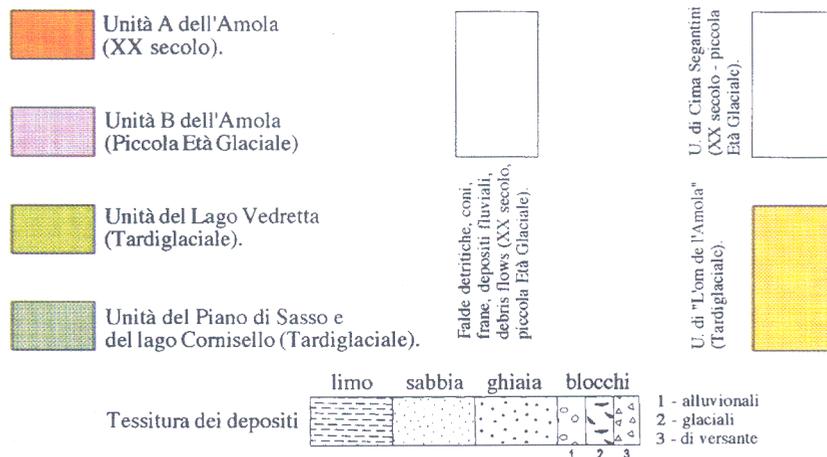


Fig. 2 - Stralcio della sezione geologica Laghi di Cornisello (042130 della carta topografica generale P.A.T.) raffigurante la stessa area rappresentata in Fig. 1, rilevata impiegando unità stratigrafiche informali (è riportato il reticolato chilometrico). Rilevamento del substrato a cura di L. Montresor e G. Rigatti; realizzazione tecnica a cura del settore informatico del Servizio Geologico della P.A.T. (responsabile G. Tommasi, assistente C. Tomazzoli). **Legenda:** *Unità A dell'Amola:* depositi glaciali localmente a nucleo di ghiaccio con associati depositi fluvioglaciali e lacustri. Diamicton massivo a supporto di matrice e/o clastico; ghiaie, sabbie e limi. Copre l'Unità B, quelle più antiche ed il substrato. Profilo di alterazione inesistente, copertura lichenica assente (XX secolo). *Unità B dell'Amola:* depositi glaciali con associati depositi fluvioglaciali e fluviali. Diamicton massivo a supporto di matrice e/o clastico; ghiaie, sabbie. Copre le unità più antiche ed il substrato. Profilo di alterazione di pochi cm (A/C), superficie lichenizzata, colonizzazione vegetale diffusa (Piccola Età Glaciale). *Unità del Lago Vedretta:* depositi glaciali. Diamicton massivo a supporto di matrice. Copre il substrato. Profilo di alterazione sviluppato di alcune decine di cm (A/B<sub>2</sub>/C). Alterazione dei clasti con micromorfoselezione dei minerali femici. Copertura lichenica diffusa. Si differenzia dall'Unità del lago Cornisello per essere riferibile ad un diverso limite delle nevi (Tardiglaciale). *Unità del Piano di Sasso e del lago Cornisello:* depositi glaciali. Diamicton massivo a supporto di matrice, localmente a supporto clastico. Copre il substrato. Profilo di alterazione sviluppato di alcune decine di cm (A/B<sub>2</sub>/C). Alterazione dei clasti con micromorfoselezione dei minerali femici. Copertura lichenica diffusa (Tardiglaciale). *Unità di "L'om de l'Amola":* Rock glaciers (Tardiglaciale). *Unità di Cima Segantini:* Rock glaciers (XX secolo - piccola Età Glaciale).

A portion of the geological section "Laghi di Cornisello" (042130 of P.A.T. general topographic map) showing the same area (cont. p. 243)

mazioni di tipo applicativo: caratterizzazione genetica e tessiturale dei depositi, suddivisione cronologica degli stessi secondo criteri evolutivi;

- dare indicazioni sul grado di attività da utilizzare, come richiesto dalla normativa CARG, nella fase di informatizzazione della carta ed archiviazione dei dati.

Nella legenda utilizzata sono stati presi in considerazione, anche nell'ottica della realtà territoriale in cui si è operato, i depositi di versante, quelli legati alle acque correnti superficiali, quelli glaciali, crionivali e lacustri.

I caratteri tessiturati dei depositi (cartografati solo per spessori stimati superiori al metro) sono rappresentati mediante la tradizionale simboleggiatura riferita alle classi granulometriche, mentre la genesi e la cronologia si evince dalla diversa colorazione assunta di volta in volta dai simboli stessi. Per quanto riguarda l'età, nella prima fase di rilevamento, i corpi sedimentari e le forme sono stati suddivisi nelle categorie "attuale", "subattuale", "antico". Per la loro definizione si ripropone quanto già sperimentato positivamente in Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia, 1987; 1992):

- *Attuale*: deposito e/o forma riferito a processi in atto all'epoca del rilevamento e/o ricorrenti a ciclo breve (stagionale o annuale);

- *Subattuale*: deposito e/o forma riferito a processi con evidenze o testimonianze (dirette, storiche, ecc.) di attività nell'attuale sistema morfoclimatico e/o con concreta possibilità di riattivarsi;

- *Antico*: deposito e/o forma riferito a condizioni morfoclimatiche e morfodinamiche diverse dalle attuali.

E' chiaro che questa classificazione cronologica non è utilizzabile per l'individuazione di unità stratigrafiche quaternarie: depositi con uguale grado di evoluzione possono evidentemente appartenere a unità differenti. Per poter procedere all'individuazione di unità stratigrafiche informali, sono state raccolte informazioni sulle superfici limite (natura, alterazione e suoli, condizioni di affioramento etc.) sul corpo sedimentario (litologia, granulometria, tessitura, elementi diretti ed indiretti per datazione ecc.) e sui rapporti tra unità sottostanti e sovrastanti. Ove possibile sono state inoltre effettuate datazioni numeriche. Questi dati hanno poi permesso di redigere un secondo elaborato (secondo le normative CARG) che evidenzia una serie di unità stratigrafiche informali, suddivise per bacino e contras-

segnate da differenti colori. Litofacies (alluvionali, lacustri ecc.) e litologie (sabbie, ghiaie ecc.) appaiono come sottosegno in nero.

In quest'ultima carta sono state rappresentate anche le essenziali forme del paesaggio mediante simboli tratti dalla tradizionale cartografia geomorfologica; essi hanno lo scopo di fornire una elementare morfografia dell'area in oggetto e di dare utili elementi per l'individuazione e la caratterizzazione delle unità, la dove la topografia non evidenzia sufficientemente la morfologia del terreno.

### 3. UN ESEMPIO CARTOGRAFICO <sup>(3)</sup>

Viene di seguito mostrata un'applicazione della metodologia sopra esposta sperimentata nell'ambito della cooperazione CARG-PAT in un'area alpina. In particolare viene rappresentata la testata della valle dell'Amola (Gruppo Adamello - Presanella) caratterizzata da una serie di depositi glaciali appartenenti all'omonima vedretta. Il rilevamento geomorfologico ha permesso di evidenziare una serie di corpi sedimentari modellati in argini frontali e laterali distribuiti a diverse quote lungo l'asse vallivo; ad essi sono associati depositi fluvio-glaciali (proglaciali e di contatto glaciale), alluvionali, palustri, lacustri e di versante. La rappresentazione cartografica permette di distinguere la loro tessitura, genesi e grado evolutivo (Fig.1).

L'analisi delle superfici limite dei corpi sedimentari sopraccitati (natura, morfologia), dell'alterazione dei clasti, della pedogenesi, delle condizioni di affioramento, della tessitura, della litologia, della potenza, l'individuazione di elementi diretti ed indiretti di datazione e l'analisi dei rapporti con i depositi sottostanti e sovrastanti, hanno permesso successivamente di "tradurre" ed accorpere i vari depositi precedentemente distinti mediante un approccio di tipo geomorfologico, in unità stratigrafiche informali (Fig. 2). Per la loro caratterizzazione si rimanda alla relativa legenda.

<sup>(3)</sup> A cura di C. Baroni e A. Carton.

←  
(cont. da/from p. 242)

of Fig. 1 and surveyed by means of computerised stratigraphical units (technical elaboration by the Computer Service of the P.A.T. Geological Survey; director G. Tommasi, assistant C. Tomazzoli). **Legend:** Amola Unit A: glacial deposits, locally with ice core and associated fluvio-glacial and lacustrine deposits. Massive Diamicton with matrix and/or clasts; gravels, sands and silts. This Unit overlies Unit B, which is older and the bedrock. There is no weathering profile, the lichen cover is lacking (XXth century). Amola Unit B: glacial deposits with fluvio-glacial and fluvial deposits. Massive Diamicton with matrix and/or clasts; gravels and sands. This Unit overlies the most ancient units and the bedrock. A few cm thick weathering profile (A/C), lichenised surface, widespread vegetal colonisation (Little Ice Age). Lago Vedretta Unit: glacial deposits. Massive, matrix-supported, bedrock-covering Diamicton. Weathering profile developed for some tens of cm (A/B<sub>2</sub>/C). Clast weathering with micro-morphoselection of mafic minerals. Widespread lichen cover. The Unit is distinguished from the Lago Cornisello Unit, because it is related to a different snow limit (Late glacial period). Piano di Sasso and Lago Cornisello Unit: glacial deposits. Massive, matrix-supported and locally clast-supported, bedrock-covering Diamicton. Weathering profile developed for some tens of cm (A/B<sub>2</sub>/C). Clast weathering with micro-morphoselection of mafic minerals. Widespread lichen cover (Late glacial period). Debris fans, cones, debris flows, landslides, fluvial deposits (XX century - Little Ice Age). Cima Segantini Unit: rock glaciers (XX century - Little Ice Age). "L'om de l'Amola" Unit: rock glacier (late glacial period). Deposits' texture: limo = silt; sabbia = sand; ghiaia = gravel; blocchi = blocks; 1 = alluvial deposits; 2 = glacial deposits; 3 = slope deposits.

Si precisa che le unità informali individuate nell'esempio sono esclusivamente riferite, dal punto di vista del rango, all'area rappresentata nell'elemento alla scala 1:10.000 Laghi di Cornisello, e quindi sono da ritenersi provvisorie. Nell'ottica di un più ampio quadro regionale esse andranno senz'altro "declassate" a sotto unità o membri, nell'ambito di unità di rango superiore, od addirittura accorpate entro superfici di discontinuità di significato molto più ampio. È evidente che questa operazione potrà essere correttamente effettuata solo alla fine del rilevamento in una fase di sintesi e di confronto in ambito alpino. A titolo di esempio sulla base delle informazioni fornite da Castiglioni (in stampa), che tiene in considerazione l'esperienza di chi ha già operato in fogli alpini della Lombardia e le conoscenze più che decennali dei depositi quaternari della regione trentina, le unità informali riferite ai depositi glaciali, proposte nell'esempio di Figura 2, diventerebbero delle sub-unità, due delle quali (Unità A e B dell'Amola) andrebbero a collocarsi nell'Unità Postglaciale (che include le formazioni oloceniche) e le altre due (Unità del Lago Vedretta e Unità Piano di Sasso - Lago di Cornisello) nell'unità che dovrebbe comprendere ciò che è riferito all'ultima grande espansione glaciale (proposta come Unità dell'Adige).

In Figura 2 anche i depositi di versante ed i *rock glacier* sono stati differenziati sulla base dei caratteri morfologici, litologici e dell'alterazione; sono distinguibili in base al loro grado di attività ma non si dispone attualmente di dati che consentano di correlarli con certezza ad una delle tre unità individuate per i depositi glaciali. Per questo motivo si ritiene più corretto in questa fase mantenerli separati per classificarli successivamente entro limiti di rango superiore.

#### 4. RAPPORTI TRA FORME E UNITÀ STRATIGRAFICHE INFORMALI

##### 4.1 Argini morenici: un esempio nel gruppo Adamello - Presanella (Trentino)<sup>(4)</sup>

In alcuni particolari casi la peculiare forma di un deposito può essere utilizzata per definire od individuare una certa unità che senza l'apporto geomorfologico non avrebbe potuto essere precisata. L'esempio qui riportato è ben noto a chi si occupa di geologia e geomorfologia glaciale e riguarda in particolare gli argini morenici di sponda. Da numerosi studi effettuati su apparati morenici alpini (Orombelli, 1986; Strada, 1988; Pelfini, 1988; 1992; Baroni & Carton, 1987; 1990; 1991a; 1991b; 1992; in stampa) risulta che i grandi argini morenici che nel secolo scorso marginavano la maggior parte delle lingue glaciali, presentano nei pressi della sommità una serie di valli più o meno continui addossati tra loro. In particolare il rilevamento geomorfologico dettagliato di molti corpi sedimentari appartenenti ai ghiacciai del gruppo Adamello Presanella, ha consentito di articolare

una tipologia delle morene, differenziate sulla base dei caratteri tessiturali e dell'alterazione. I caratteri sedimentari dei depositi glaciali (tessitura, struttura, *fabric* dei clasti, facies deposizionale) che costituiscono le evidenti ed affilate morene di sponda poste a ridosso degli argini attuali e genericamente attribuite al XIX secolo, hanno permesso di verificare che la loro natura richiama la caratteristica organizzazione delle morene di sovrapposizione. Inoltre, il rilevamento geomorfologico di dettaglio di queste forme ha consentito di individuare localmente la presenza di numerose creste addossate tra loro che ripropongono la tipica struttura delle morene di accrezione.

Il rilevamento geomorfologico di questi argini ha inoltre consentito di individuare le aree più idonee per l'esecuzione di trincee, scavate al fine di datare suoli e sedimenti associati ai depositi glaciali.

Questo approccio ha permesso di verificare ad esempio che le morene dell'apparato olocenico del Ghiacciaio di Pisgana (Fig. 3) sono in realtà corpi articolati e complessi, messi in posto da distinte e ripetute fasi glaciali. L'età di questi depositi e di queste forme non è confinata alla Piccola Età Glaciale, ma abbraccia una consistente porzione del Neoglaciale (più recente di 5000 anni; Porter & Denton, 1967; Baroni & Orombelli, in stampa), almeno a partire dal III millennio a.C.

In particolare, in una trincea scavata in sinistra idrografica della Val Narcanello, intorno a quota 2470 m s.l.m., al limite tra una morena di accrezione olocenica ed un argine tardiglaciale (Fig. 3), è stata ottenuta una data di  $3015 \pm 75$  anni BP (GX-14712). Tale data proviene da un orizzonte organico di un suolo sepolto sviluppato sulla morena tardiglaciale e indica un'età massima per un'avanzata del Ghiacciaio di Pisgana riferibile al Neoglaciale. Un'età minima per tale avanzata ( $2345 \pm 125$  anni BP, Gx-14710) è fornita da un altro orizzonte organico rinvenuto intorno a quota 2600 alla base di una depressione interposta tra la roccia del substrato e la medesima morena (Baroni & Carton, 1991; 1992). Ciò dimostra che questo tipo di morene è costituito da un nucleo più antico coperto da una coltre di depositi glaciali messi in posto durante successive fasi di avanzata, ascrivibili alla Piccola Età Glaciale e, in particolare alla prima metà del XIX sec., momento in cui si è avuta la massima espansione olocenica.

Un'analoga situazione è documentata in prossimità del Lago Vedretta, alla fronte del Ghiacciaio di Cornisello dove un suolo sepolto evoluto a tetto di depositi di *debris flow* risulta sigillato da un pacco di sedimenti sabbiosolimosi stratificati (Fig. 4) sedimentati in una depressione sbarrata dalla morena laterale destra. L'età di questo orizzonte organico è di  $2745 \pm 110$  anni BP (GX-18496) ed indica che l'argine è stato messo in posto da una avanzata Neoglaciale del Ghiacciaio di Cornisello, avvenuta dopo tale data. Anche in questo caso il rilevamento geomorfologico ha permesso di individuare l'area più idonea all'esecuzione di una trincea per l'acquisizione della data e per la caratterizzazione dei depositi glaciali olocenici.

Queste situazioni locali permettono di individuare unità stratigrafiche sepolte che consentono di meglio specificare la successione degli eventi geologici che hanno caratterizzato la regione alpina nell'Olocene.

(4) A cura di C. Baroni e A. Carton.

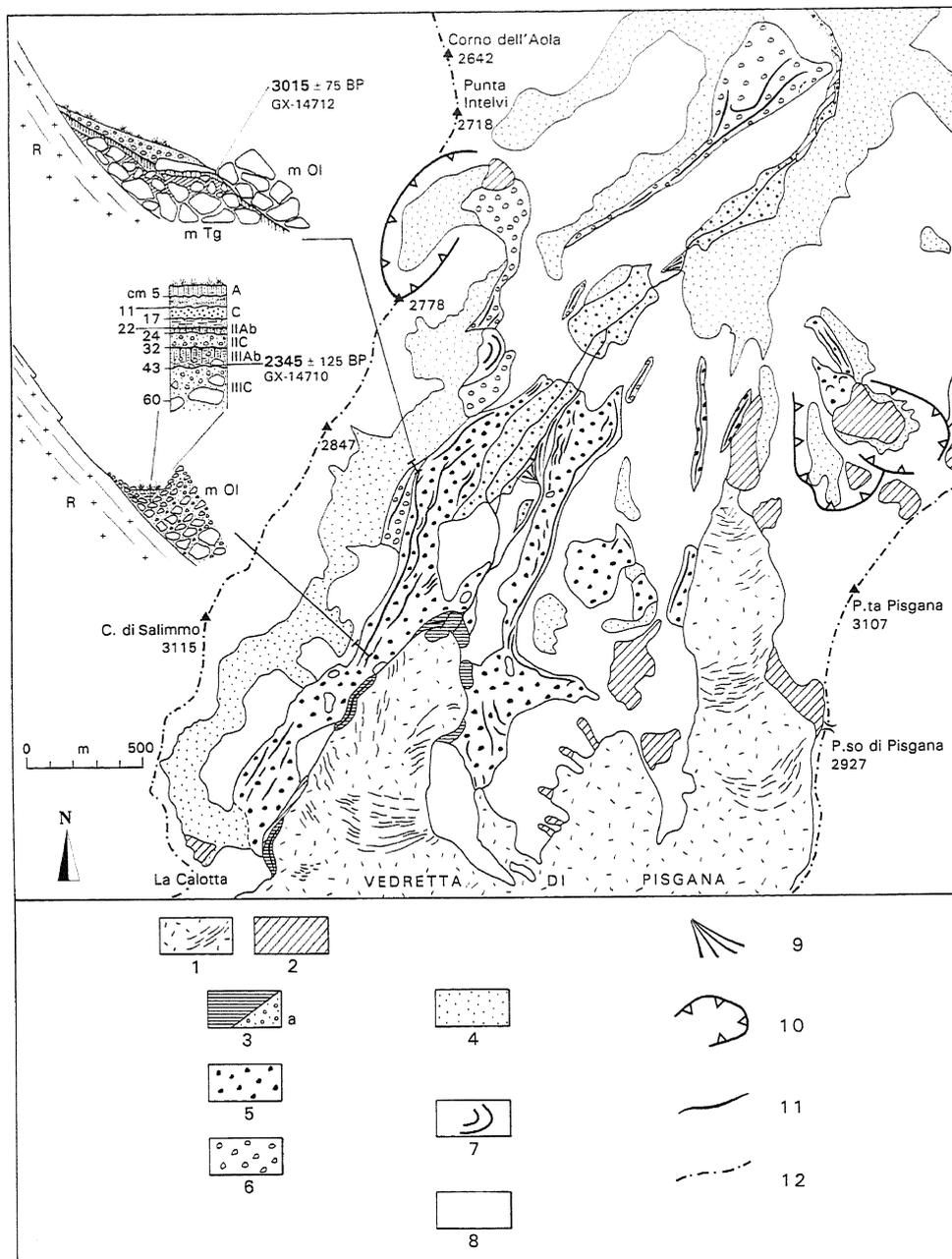


Fig. 3 - Apparato morenico della Vedretta di Pisgana (Gruppo Adamello-Presanella). Schema delle unità stratigrafiche informali e sezioni stratigrafiche (da Baroni & Carton, 1991a, modificato). **Legenda:** 1) Ghiacciaio; 2) Nevaio; 3) *Unità A di Pisgana*: depositi glaciali; a) depositi fluviali e fluvio-glaciali. (XX Secolo). 4) Falde detritiche, coni, *debris flows*, frane, depositi fluviali (XX secolo - piccola Età Glaciale). 5) *Unità B di Pisgana*: depositi glaciali. (Piccola Età Glaciale - Olocene). 6) *Unità C di Pisgana*: depositi glaciali (Tardiglaciale); 7) *Rock glacier* (Tardiglaciale?); 8) Substrato roccioso; 9) Cono di deiezione; 10) Circo glaciale; 11) Argine morenico; 12) Spartiacque. In evidenza due sezioni stratigrafiche di dettaglio ed un profilo pedologico con indicate le date  $^{14}\text{C}$  ottenute. R) substrato roccioso; mOl) morena olocenica; mTg) morena tardiglaciale. A margine del profilo pedologico sono indicati gli orizzonti e le relative profondità espresse in centimetri (Baroni & Carton, 1991a).

*Morainic apparatus of "Vedretta di Pisgana" (Adamello-Presanella Group). Scheme of the informal stratigraphic units and stratigraphic sections (modified after Baroni & Carton, 1991). Legend: 1) Glacier; 2) Snow field; 3) Pisgana Unit A: glacial deposits; a) fluvial and fluvio-glacial deposits (XX century). 4) Debris fans,*

*cones, debris flows, landslides, fluvial deposits (XX century - Little Ice Age); 5) Pisgana Unit B: glacial deposits (Little Ice Age - Holocene); 6) "Baita q. 2014.5" Unit (Pisgana C): glacial deposits (Late Glacial period?); 7) Rock glacier (late glacial period?); 8) Bedrock; 9) Alluvial fan; 10) Glacial cirque; 11) Moraine ridge; 12) Watershed. Two stratigraphic sections with a pedological profile and  $^{14}\text{C}$  dates are also shown (upper left corner); symbols: R = bedrock; mOl = Holocene moraine; mTg = Late Glacial moraine. Pedological horizons and depths in centimetres are also given.*

#### 4.2 Terrazzi del tardiglaciale Würm nella valle di Cavédine (Trentino) (5)

Anche l'esempio di seguito riportato evidenzia come il rilevamento geomorfologico sia utile nell'individuazione di unità e/o sottounità stratigrafiche informali. In Figura 5 è rappresentata la porzione meridionale della valle di Cavédine nel Trentino. Questo tratto di valle, situato poco

ad est del solco del fiume Sarca e sopraelevato rispetto a questo di circa 400 m, ha un andamento meridiano fino allo spartiacque orografico di quota 583 (Passo di S. Udalrico); a sud questo subisce una rapida inflessione verso ovest sino ad assumere orientazione ESE-WNW. La confluenza con il Sarca avviene nei pressi del castello di Drena attraverso la stretta forra scavata dal torrente Salagoni. Tra le due valli è interposto l'esteso rilievo di Gaggio che si colloca a quote intorno a 750-800 m.

Il versante SE della valle di Cavédine è caratterizzata tra i 1100 e i 1400 m da una serie di terrazzi più o meno

(5) A cura di G. Bollettinari.

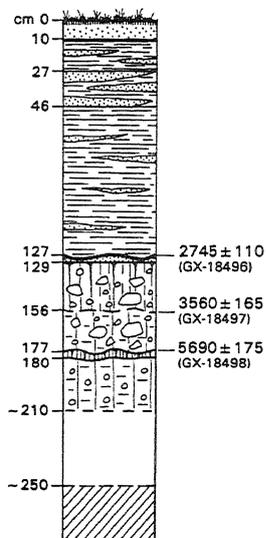
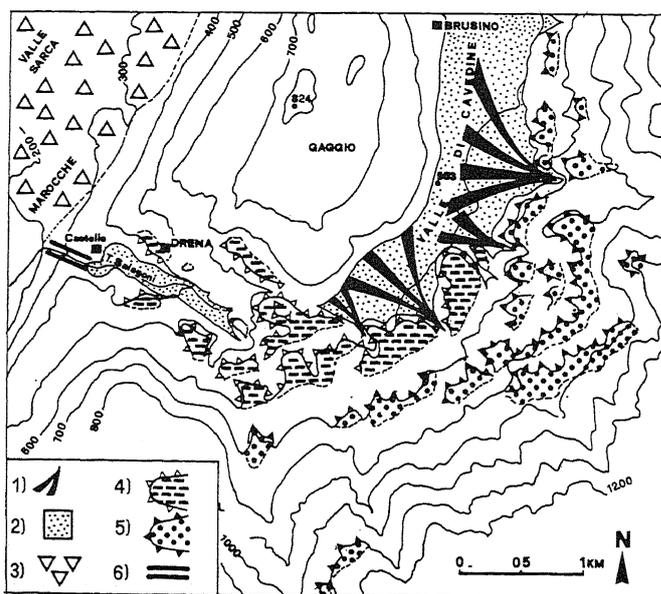


Fig. 4 - Sezione stratigrafica ricavata in una depressione sbarrata da una morena laterale. Lago Vedretta, Ghiacciaio di Cornisello (Gruppo Adamello-Presanella). In evidenza le date  $^{14}\text{C}$  ottenute e le relative sigle di laboratorio; profondità espressa in centimetri.

*Stratigraphic section traced in a depression dammed by a lateral moraine. Lago Vedretta, Cornisello Glacier (Adamello-Presanella Group).  $^{14}\text{C}$  dates and sample numbers are shown on the right of the stratigraphic section; depths are in centimetres.*

ampi depositi in vari ordini che appaiono strettamente legati alle fasi di deglaciazione del Tardiglaciale Würm. Più precisamente essi corrispondono a momenti di stasi e di breve pulsazione del ghiacciaio del Sarca e sono stati interpretati come terrazzi di *kame*. I rari affioramenti disponibili indicano la presenza di corpi sedimentari ghiaioso sabbiosi massivi a supporto clastico e lenti di orizzonti sabbiosi e sabbioso ghiaiosi e più raramente di orizzonti limosi e limoso sabbiosi. Tali depositi si rinvengono a partire dai 1100 metri e sono morfologicamente associabili a terrazzi generalmente di modesta estensione tra loro perfettamente raccordabili come quota. I terrazzi più estesi e continui, per-



ché meno coinvolti nei processi erosivi succedutisi alla loro formazione, si rinvengono tra i 900 ed i 700 m di quota. Quelli più elevati, disposti in cinque ordini sono associabili alla grande lingua glaciale che occupava senza soluzione di continuità le valli di Sarca e Cavedine ed a fasi più avanzate della deglaciazione quando la colata si divideva in due lingue per la presenza dello spartiacque di quota 800 m (Gaggio). I terrazzi che si possono osservare tra i 650 ed i 400 m si riferiscono a sedimenti che andavano occupando il tratto terminale della valle di Cavedine, ormai libero dai ghiacci, ed erano sostenuti dal ghiacciaio del Sarca che si collocava, e forse un po' si addentrava, nella valle nei pressi di Drena a quota intorno a 550-600 m.

L'approccio geomorfologico ha pertanto consentito l'individuazione di due unità informali riferibili al tardiglaciale Würm. Anche in questo caso le unità in oggetto, riferite ad importanti fasi della deglaciazione, sono state riconosciute attraverso l'analisi di forme tra loro collegabili ed in base a considerazioni di carattere geomorfologico. Si ribadisce anche in questo caso che le unità informali qui individuate sono esclusivamente riferite all'area dell'esempio citato e quindi sono da ritenersi "provvisorie" e suscettibili di essere "declassate" a sotto unità o membri, nell'ottica di un più ampio quadro regionale.

## BIBLIOGRAFIA

- Baroni C. & Carton A., 1987 - *Geomorfologia della Valle dell'Avio (Gruppo dell'Adamello)*. Natura Bresciana, Ann. Museo Civ. Sc. Nat., **23**, (1986), 3-47, Brescia.
- Baroni C. & Carton A., 1990 - *Carta geomorfologia della Val Miller e della Conca del Baitone (Gruppo dell'Adamello)*. Natura Bresciana, Ann. Museo Civ. Sc. Nat., **25**, (1988), 5-25 Brescia.
- Baroni C. & Carton A., 1991a - *Vedretta di Pisgana (Gruppo dell'Adamello)*. *Geomorfologia e variazioni oloceniche della fronte*. Natura Bresciana, Ann. Museo Civ. Sc. Nat., **26**, (1989), 118-146, Brescia.
- Baroni C. & Carton A., 1991b - *Variazioni oloceniche della Vedretta della Lobbia (Gruppo dell'Adamello, Alpi Centrali)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **13**(2) (1990), 105-119, Torino.
- Baroni C. & Carton A., 1992 - *Variazioni glaciali oloceniche nel Gruppo del Monte Adamello (Alpi Centrali)*. Mem. Soc. Geol. It., **45** (1990), 877-882, Torino.
- Baroni C. & Carton A. (in stampa) - *Geomorfologia dell'alta val di Genova (Gruppo dell'Adamello)*.

Fig. 5 - Settore meridionale della valle di Cavedine nel Trentino. **Legenda:** 1) Conoide di deiezione; 2) Depositi torrentizi; 3) Accumuli di frana (Olocene). 4) Depositi di contatto glaciale e terrazzi di *kame* associabili al ghiacciaio del Sarca di quota 550-600; 5) Depositi di contatto glaciale e terrazzi di *kame* associabili alla lingua glaciale di Sarca - Cavedine di quota 1100-700 (Pleistocene Sup.); 6) Forra del T. Salagone.

*Southern sector of the Cavedine valley (Province of Trento). Legend:* 1) Alluvial fan; 2) Stream deposits; 3) Landslide accumulation (Holocene); 4) Glacial contact deposits and kame terraces ascribable to the Sarca glacier, 550-600 m high a.s.l.; 5) Glacial contact deposits and kame terraces ascribable to the Sarca-Cavedine glacial tongue, 1,100-1,700 m high a.s.l. (Upper Pleistocene); 6) T. Salagone gorge.

- Alpi Centrali*). Geogr. Fis. Dinam. Quat., Genova.
- Baroni C. & Orombelli G. (in stampa) - *The alpine Ice-man and Holocene climatic change*. Quaternary Research.
- Castiglioni G.B., 1996 - *Rilevare il Quaternario nelle Alpi, seguendo la guida del 1992*. Convegno Nazionale "Il ruolo della Geomorfologia nella geologia del Quaternario", Napoli, 27-29 Febbraio 1996, Abstracts.
- Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia, 1987 - *Cartografia della Pericolosità connessa ai fenomeni di instabilità dei versanti*. Boll. Soc. It., **106**, 199-221, Roma.
- Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia, 1994 - *Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo*. Geogr. Fis. e Din. Quat., **16**(2) 1993, 130-152, Torino.
- Orombelli G., 1986 - In: Gruppo Nazionale Geografia Fisica Geomorfologia-CNR, *Ricerche geomorfologiche nell'alta val di Pejo (Gruppo del Cevedale)*. Geogr. Fis. e Din. Quat., **9**(2) 1986, 137-191, Torino.
- Panizza M., 1992 - *Geomorfologia*. Pitagora Ed., 397 pp, Bologna.
- Pelfini M., 1988 - *Contributo alla conoscenza delle fluttuazioni oloceniche del ghiacciaio dei Forni (Gruppo Ortles Cevedale, Sondrio)*. Natura Bresciana, Ann. Museo Civ. Sc. Nat., **24**, (1987), 237-257, Brescia.
- Pelfini M., 1992 - *Fluttuazioni oloceniche nel gruppo Ortles Cevedale (Settore Lombardo)*. Tesi di dottorato, IV ciclo. Dip.to Scienze della Terra, Milano.
- Porter S.C. & Denton G.H., 1967 - *Chronology of Neoglaciation in the North American Cordillera*. Amer. J. of Science, **265**, 177-210.
- Servizio Geologico Nazionale, 1992 - *Carta Geologica d'Italia 1: 50.000. Guida al Rilevamento*. Quaderni serie III, **1**, 203 pp., Roma.
- Strada E., 1986 - *Le variazioni del Ghiacciaio del Lys dalla Piccola Glaciazione ai nostri giorni*. Natura Bresciana, Ann. Museo Civ. Sc. Nat., **24**, (1987), 275-288, Brescia.

*Ms. ricevuto : 4 giugno 1996*  
*Inviato all'A. per la revisione: 5 giugno 1996*  
*Testo definitivo ricevuto : 25 giugno 1996*

*Ms received: June 4, 1996*  
*Sent to the A. for a revision: June 5, 1996*  
*Final text received: June 25, 1996*