

**Zeitschrift:** Bollettino della Società ticinese di scienze naturali  
**Herausgeber:** Società ticinese di scienze naturali  
**Band:** 77 (1989)  
  
**Artikel:** Caratterizzazione petrografica di depositi glaciali (Valle del Nose, Como)  
**Autor:** Bini, A. / Carimati, R. / Potenza, R.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1003393>

### **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:** 11.01.2026

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

## **CARATTERIZZAZIONE PETROGRAFICA DI DEPOSITI GLACIALI (VALLE DEL NOSE, COMO).**

**A. BINI\*, R. CARIMATI\*\*, R. POTENZA\*\*, B. TESTA\*\*,  
S. TORRICELLI\***

\* Dipartimento di Scienze della Terra - Sezione di Geologia e Paleontologia -  
via Mangiagalli 34, 20133 MILANO

\*\* C.N.R. Centro di Studio per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali -  
via Botticelli 23, 20133 MILANO

---

### **ABSTRACT**

The feasibility of the characterization of the glacial deposits in the high Lombardy by means of systematic lithological sampling is described. Multivariate statistical methods were used to test the effectiveness of the sampling and the significance of lithologic markers in order to recognize the source areas and the transport dynamics. Indications are driven on the feasibility of extensive studies implying sampling dimensions of slightly greater order.

### **1. INTRODUZIONE**

Il presente lavoro rappresenta un contributo alla definizione dei criteri per la campionatura statistica dei depositi glaciali al fine della loro caratterizzazione attraverso il contenuto litologico. Si è ritenuto, infatti, che l'acquisizione e l'adeguata elaborazione dei dati litologici fosse un punto di partenza necessario per l'esecuzione di studi inerenti l'evoluzione e la dinamica dei ghiacciai quaternari che, ritiratisi dalle regioni occupate durante le glaciazioni, hanno lasciato a testimonianza della loro remota vastità un complesso sistema di corpi morenici (DREIMANIS e VAGNERS, 1971; MAY e DREIMANIS, 1976; KARROW, 1976).

Il campionamento per questo studio pilota è stato svolto in Valle del Nose lungo la Morena del Dosso appartenente al Complesso glaciale del Piano del Tivano (BINI, 1983; BINI, 1987). Tale morena rappresenta la morena terminale della fase di massima espansione dell'Episodio glaciale corrispondente al Complesso di età Pleistocenica Superiore (Würm superiore secondo la «Subcommission on European Quaternary Stratigraphy» della INQUA Stratigraphic Commission).

### **2. FINALITA'**

I dati che si ottengono dal campionamento sistematico delle litologie presenti in una morena permettono, in primo luogo, di effettuare considerazioni sulle aree sorgenti dei materiali litici. E' possibile infatti operare una sommaria delimitazione del bacino di alimentazione del ghiacciaio mediante la determinazione delle litologie contenute nella morena: in particolare è di fondamentale importanza riconoscere la presenza di litotipi le cui caratteristiche possono essere riferibili ad un'area sorgente ben individuabile, e tali da assumere la funzione di markers litologici.

Il grado di arrotondamento e le dimensioni dei clasti possono permettere una valutazione indiretta della distanza dalle aree di alimentazione, anche se tali parametri sono fortemente influenzati dalle proprietà meccaniche dei diversi litotipi.

Altre indicazioni ottenibili con questo tipo di indagine riguardano le modalità di trasporto connesse alla dinamica interna del ghiacciaio. Confrontando infatti i dati ricavati dal campionamento di affioramenti distanti ma riconducibili allo stesso corpo morenico (come quelli analizzati nell'ambito di questo lavoro), si possono trarre indicazioni (tanto più attendibili e dettagliate

te quanto più fitto è il campionamento) sulla distribuzione dei diversi tipi litologici all'interno della morena stessa. Questo fattore può essere posto a sua volta in relazione alle vicende subite dai materiali litici durante il trasporto, dal punto di prelievo al punto di deposito.

Si possono quindi ottenere indicazioni utili per indagare sulle modalità con cui un ghiacciaio trasporta i materiali e, più precisamente, se queste siano maggiormente assimilabili alla dinamica di un nastro trasportatore (che trasla il carico da un punto all'altro mantenendo invariata al suo interno la distribuzione degli elementi) o comportino invece un rimescolamento di materiali raccolti in punti e momenti diversi.

Nel primo caso si constatarebbero marcate differenze nella frequenza di uno stesso tipo litologico in affioramenti diversi (distribuzione eterogenea); nel secondo caso, invece, il rimescolamento dovrebbe produrre un'omogenizzazione del materiale preso in carico, e ciò troverebbe riscontro nella frequenza costante dei litotipi di affioramenti diversi (appartenenti comunque ad un unico corpo morenico, e quindi a parità di aree di alimentazione).

### 3. CENNI DI METODO

Dal punto di vista statistico la morena rappresenta la «popolazione», ossia l'oggetto del campionamento; ciascun affioramento è un «campione» ed i suoi «elementi» (consistenti nei singoli clasti) sono caratterizzabili in base ad «attributi».

Si è quindi cercato dapprima di definire gli «attributi» da rilevare durante l'esecuzione del lavoro sul terreno:

1) Tipo litologico. I litotipi dei quali è stato possibile il riconoscimento relativamente sistematico nelle diverse classi dimensionali sono:

- Dioriti
- Gabbri
- Graniti e granodioriti
- Apliti (e Pegmatiti)
- Anfiboliti e Gneiss anfibolici
- Ortogneiss
- Paragneiss
- Micascisti e filladi
- Marmi
- Quarziti
- Serpentiniti
- Servino-Verrucano Serie
- Calcarei alloctoni

2) Dimensioni

Sono state definite tre classi dimensionali (a cui ciascun elemento litico viene ricondotto sulla base della misura del suo asse principale):

- dimensioni massime inferiori a 10 cm (clasti piccoli),
- dimensioni massime comprese tra 10 cm e 30 cm (clasti medi)
- dimensioni massime comprese tra 30 cm e 100 cm (clasti grossi);

i massi erratici di dimensioni superiori al metro sono stati rilevati solo quando significativi, ma in generale sono troppo rari per prestarsi a valutazioni statistiche.

E' necessario inoltre precisare che, della prima classe dimensionale, è stato espresso il solo limite superiore (10 cm) in quanto non è possibile esaminare e identificare particelle litiche di dimensioni minime (generalmente  $\leq 2$  cm) in quanto esse tendono ad una composizione monomineralica.

3) Arrotondamento

Ciascuna delle classi dimensionali è stata poi suddivisa in base a una distinzione puramente qualitativa in due sottoclassi:

- elementi spigolosi
- elementi arrotondati.

Nell'area esaminata esistono differenze di estensione tra gli affioramenti a disposizione; per ovviare a questa disomogeneità ed ottenere informazioni correlabili tra loro, è stata definita

una superficie standard di 15-20 mq uguale per tutti gli affioramenti su cui compiere i rilievi. L'insieme degli affioramenti così rilevati può essere definito come campione dell'intera morena; il grado di rappresentatività di tale campione sarà verificato sulla base delle successive elaborazioni statistiche.

Dopo aver individuato su ciascun affioramento la superficie da campionare si è proceduto ad una ulteriore suddivisione in aree di piccole dimensioni (1 o 2 mq), preferibilmente di forma stretta ed allungata secondo la linea di massima pendenza, in modo da favorire la sistematicità di rilevazione dei dati.

All'interno di questi settori è stato effettuato il rilievo dei clasti presenti suddividendoli per dimensione, litologia e grado di arrotondamento.

#### **4. AREA DI STUDIO**

Per la messa a punto del metodo di campionamento sistematico sul terreno dei corpi morenici, è stata scelta la Morena del Dosso del «Complesso del Piano del Tivano» (fig. 1).

Nel momento di massima espansione dei ghiacciai durante l'Episodio glaciale corrispondente al Complesso, due corpi principali scendevano dalla Val Chiavenna e dal bacino dell'Adda; essi confluivano all'estremità settentrionale dell'attuale Lago di Como, all'altezza di Colico, dando luogo ad una enorme lingua di ghiaccio fluente verso meridione fino alla Brianza.

Le morene laterali sinistre del ghiacciaio della Val Chiavenna e destra del ghiacciaio della Valtellina, conseguentemente a questo tipo di dinamica, dovettero fondersi a costituire un'unica morena mediana, che avrebbe viaggiato verso sud al centro del ghiacciaio, impattando, all'altezza del «Triangolo Lariano», contro l'ostacolo offerto dalle pendici del Monte S. Primo; queste si ergevano infatti nettamente al di sopra della quota massima raggiunta dai ghiacci, che era compresa tra 1000 e 1100 metri s.l.m., come testimonia la posizione dei depositi glaciali studiati.

La Morena del Dosso costituisce un corpo ben individuato, contenente elementi litici in buono stato di conservazione e petrograficamente classificabili, a differenza di quanto si può constatare all'interno delle morene più antiche appartenenti al Complesso glaciale della Chiesa Nuova, affioranti anch'esse al Piano del Tivano. Va notato, inoltre, che la spiccata identità morfologica della morena prescelta (che si presenta spesso con cresta aguzza e fianchi ripidi), ha permesso agli Autori precedenti di seguirne lo sviluppo per alcuni chilometri (circa otto) e di cartografarla con estremo dettaglio (BINI A., 1987); ciò ha garantito la possibilità di lavorare su uno stesso deposito glaciale, effettuando campionamenti in punti non necessariamente vicini tra loro. Va rilevato, inoltre, che la morena è interessata da diversi spaccati, sia naturali che non, che garantiscono una sufficiente continuità di affioramento.

#### **5. ELABORAZIONE DEI DATI**

Lungo la Morena del Dosso sono stati individuati sei affioramenti sui quali è stato effettuato, sulla base dei criteri precedentemente illustrati, il rilievo di dettaglio delle litologie presenti (fig. 1).

I dati oggettivi rilevati sono stati riportati in tabelle direttamente nella fase operativa di campagna, e successivamente inseriti in un Data-Base Management System (D-Base III) opportunamente strutturato. Il programma STATGRAPHICS (STSC's PLUS WARE software products) è stato impiegato per l'elaborazione grafica preliminare dei dati.

La rappresentazione maggiormente significativa è risultata essere quella contenente la frequenza percentuale delle singole litologie, suddivise per gruppi in relazione ai differenti parametri dimensione ed arrotondamento (figg. 2/6).

## 6. DISCUSSIONE DEI DATI RILEVATI

Sulla base dei dati ricavati dal rilievo di campagna e opportunamente rappresentati nei diagrammi sopra citati, si possono dedurre le seguenti considerazioni: in relazione alla delimitazione del bacino di alimentazione del ghiacciaio, sono state rinvenute litologie riferibili alla Valtellina e alla Val Chiavenna (fig. 7). Tra queste i markers più significativi sembrerebbero rappresentati dal Ghiandone (sistema intrusivo Masino-Bregaglia), dal Serizzo (Val Masino e sue adiacenze), dalle pietre verdi (affioranti sia nelle valli a nord di Sondrio che in Val Chiavenna, ma sempre localizzate), dai gabbri anfibolici a tessitura intersertale (caratteristici di Sondalo e dintorni) e dal granito a due miche di San Fedelino (affiorante prevalentemente in Valle della Mera). Sembrerebbe quindi confermato che durante il momento di massima espansione dei ghiacci nel Würm superiore, la morena mediana fosse alimentata dai due rami della Valtellina e della Val Chiavenna.

La valutazione del grado di arrotondamento ha messo in evidenza che dioriti, gabbri e serpentine, oltre a presentare dimensioni limitate, sono estremamente arrotondati. Queste rocce hanno infatti in comune una struttura isotropa e nel contempo un'elevata tenacia; si sarebbero quindi frantumate in clasti di piccole dimensioni durante il trasporto nel ghiacciaio reagendo alle sollecitazioni imposte dal trasporto con una lenta ma continua abrasione. Queste litologie, a differenza di altre con caratteristiche fisiche di resistenza molto inferiori, non si sarebbero quindi sgretolate (andando a costituire la matrice fine del deposito morenico), ma si sarebbero mantenute in piccoli clasti, non alterati e ben arrotondati.

Il fatto che i gabbri e le serpentiniti (a differenza delle dioriti) non compaiono mai in grosse dimensioni (giungono raramente a superare la soglia dei 10 cm), potrebbe essere connesso alla notevole lunghezza del tragitto compiuto nella massa di ghiaccio. Per quanto riguarda le pietre verdi, infatti, si possono individuare due diverse aree sorgenti: l'alta Val Chiavenna, oppure le valli laterali di destra della Valtellina (a nord di Sondrio); in entrambi i casi, la distanza dall'area di studio è di parecchie decine di chilometri.

Lo stesso dicasi per i gabbri che, se si esclude l'intrusione di Val Biandino (che non dovrebbe avere influito sull'area di studio), affiorano principalmente in alta Valtellina, sia nei dintorni di Tirano, che più a nord, presso Sondalo (i gabbri di Sondalo presentano alcune particolari facies sporadicamente riconosciute tra i clasti campionati).

Per quanto riguarda i graniti, mostrano anch'essi una struttura isotropa, pur presentando una tenacia inferiore rispetto ai litotipi citati e variabile in funzione della grana: il comportamento del ghiandone risulta infatti differente da quello di un granito a grana fine. Durante l'esecuzione del campionamento, i clasti di ghiandone, seppur compresi nella categoria dei graniti, sono stati distinti sulle tabelle di campagna in virtù della loro facile identificazione: si è notato che la loro frequenza aumenta proporzionalmente alle dimensioni dei clasti, ed è massima per gli erratici che superano i 100 cm. Ciò è in accordo con un'altra osservazione: i clasti di ghiandone, quando presenti in affioramento con dimensioni piccole, sono frequentemente alterati, tanto da poter essere sgretolati manualmente in minuti frammenti dai contorni spigolosi. A differenza di gabbri e pietre verdi, il ghiandone appare particolarmente fragile, riuscendo a resistere agli sforzi indotti dal trasporto solo se in grosse dimensioni.

Il comportamento dei graniti a grana fine sembra maggiormente assimilabile a quello di gabbri e serpentine, rinvenendosi frequentemente (ma non solo) in clasti di piccole dimensioni, ben arrotondati.

Le rocce metamorfiche a struttura anisotropa sembrano comportarsi diversamente. Gli ortogneiss, pur non essendo particolarmente scistososi, presentano comunque piani preferenziali di frattura (determinati dall'isoorientazione delle miche) e, da un punto di vista tessiturale, si pongono in posizione intermedia tra graniti e paragneiss-micascisti. Questi ultimi possiedono una scistosità ben più marcata, che influisce negativamente sulle loro caratteristiche fisiche di resistenza.

Dalla lettura dei diagrammi di frequenza delle litologie si osserva, tra gli ortogneiss, la prevalenza dei clasti spigolosi rispetto a quelli arrotondati (riscontrabile in tutti gli affioramenti a prescindere dalle dimensioni dei clasti). Questo rapporto tende ad aumentare tra i paragneiss ed è massimo per i micascisti; se ne deduce che il numero dei clasti spigolosi è inversamente proporzionale alla tenacia della roccia. La spiegazione di ciò potrebbe proprio risiedere nella risposta differente che la roccia fornisce alle sollecitazioni indotte dal trasporto in funzione della sua tessitura.

Una roccia molto scistosa è poco tenace e ben sfaldabile, anziché arrotondarsi si rompe lungo i piani di scistosità. Questa tendenza è dunque particolarmente evidente per i micascisti: i clasti appaiono appiattiti, costituiti prevalentemente da miche e anziché arrotondarsi tendono a rompersi esponendo superfici spigolose.

Come si può osservare sulla carta di distribuzione delle litologie a carattere regionale (Fig. 3), micascisti e paragneiss sono le rocce di gran lunga più diffuse all'interno del presunto bacino di alimentazione del ghiacciaio; gli ortogneiss, invece, affioranti anch'essi sia in Val Chiavenna che in Valtellina, occupano una superficie complessiva nettamente inferiore. Ciò sembra contrastare con i dati raccolti: gli ortogneiss risultano infatti la categoria litologica maggiormente rappresentata e la loro frequenza percentuale supera generalmente la somma delle frequenze percentuali di micascisti e paragneiss.

All'origine di queste evidenze contrastanti potrebbe esserci la maggior incisività con cui i processi di alterazione e di degradazione meccanica agiscono nei confronti dei litotipi più teneri (micascisti e paragneiss) che, nonostante siano maggiormente diffusi ed affiorino in posizione anche prossima all'area di studio, finirebbero in gran parte per costituire la frazione più fine del deposito glaciale.

Un'ultima indicazione di rilevante importanza che sembrerebbe emergere dall'elaborazione dei dati raccolti in tutti e sei gli affioramenti, riguarda il discreto grado di omogeneità che sembrerebbe caratterizzare la Morena del Dosso; sussiste infatti una elevata correlabilità tra tutti gli affioramenti.

Ciò potrebbe essere connesso all'esistenza di una dinamica convettiva in seno al ghiacciaio che avrebbe provocato il rimescolamento dei clasti di varia natura litologica, raccolti in punti e momenti diversi.

## 7. CONCLUSIONI

Dai test finora effettuati sembra che già con il numero limitato di affioramenti esaminati i risultati siano significativi agli effetti della valutazione di omogeneità del corpo morenico.

Il numero degli «elementi» analizzati in ciascun affioramento può essere ritenuto anch'esso sufficiente: per ottenere risultati migliori si può suggerire un eventuale aumento dei clasti conteggiati contenuto in 4-5 volte il numero di quelli considerati nel presente esperimento, cioè entro un massimo di 400-500 clasti per affioramento.

Questo metodo di campionamento sembra quindi applicabile a casi più estesi, restando entro tempi operativi ragionevoli.

Una ricerca su scala più vasta va comunque prevista, con la contemporanea utilizzazione di metodi di elaborazione statistica e geomatematica più complessi, al fine di ottenere una taratura più precisa del metodo ed una valutazione dei limiti operativi ad un suo uso generalizzato. Un punto che ancora meriterebbe particolare attenzione per la messa a punto del metodo, consiste nell'opportunità di esaminare la frazione fine del deposito glaciale. Ciò implica l'impiego di tecniche più sofisticate e impegnative rispetto alla semplice analisi macroscopica dei clasti (sezioni sottili, analisi dei granuli, analisi della frazione pesante, ecc.), e richiede quindi un'attenta valutazione dell'effettivo affinamento dei risultati ottenibili.

## BIBLIOGRAFIA

- BINI A. 1983 - I depositi glaciali della Valle del Nose (Piano del Tivano). Geog. Fis. Dinam. Quat. (Torino), 6:175-177.
- 1987 - L'apparato glaciale würmiano di Como. Tesi di Dottorato, Università di Milano, 569 pp.
- DREIMANIS A. e VAGNERS U.J. 1971 - The effect of lithology upon texture of till. Atti del 2nd Guelph Symposium on Geomorphology, p.66-81
- KARROW P. F. 1976 - The texture, mineralogy, and petrography of north american tills. Spec. Pubbl. N. 12 of the Royal Society of Canada, p. 81-97.
- MAY R.W. e DREIMANIS A. 1976 - Compositional variability in tills. Spec. Pubbl. N. 12 of the Royal Society of Canada, p. 99-120.

## DIDASCALIE

**Fig. 1:** Carta degli affioramenti. La Morena del Dosso è indicata dalla linea in grassetto.

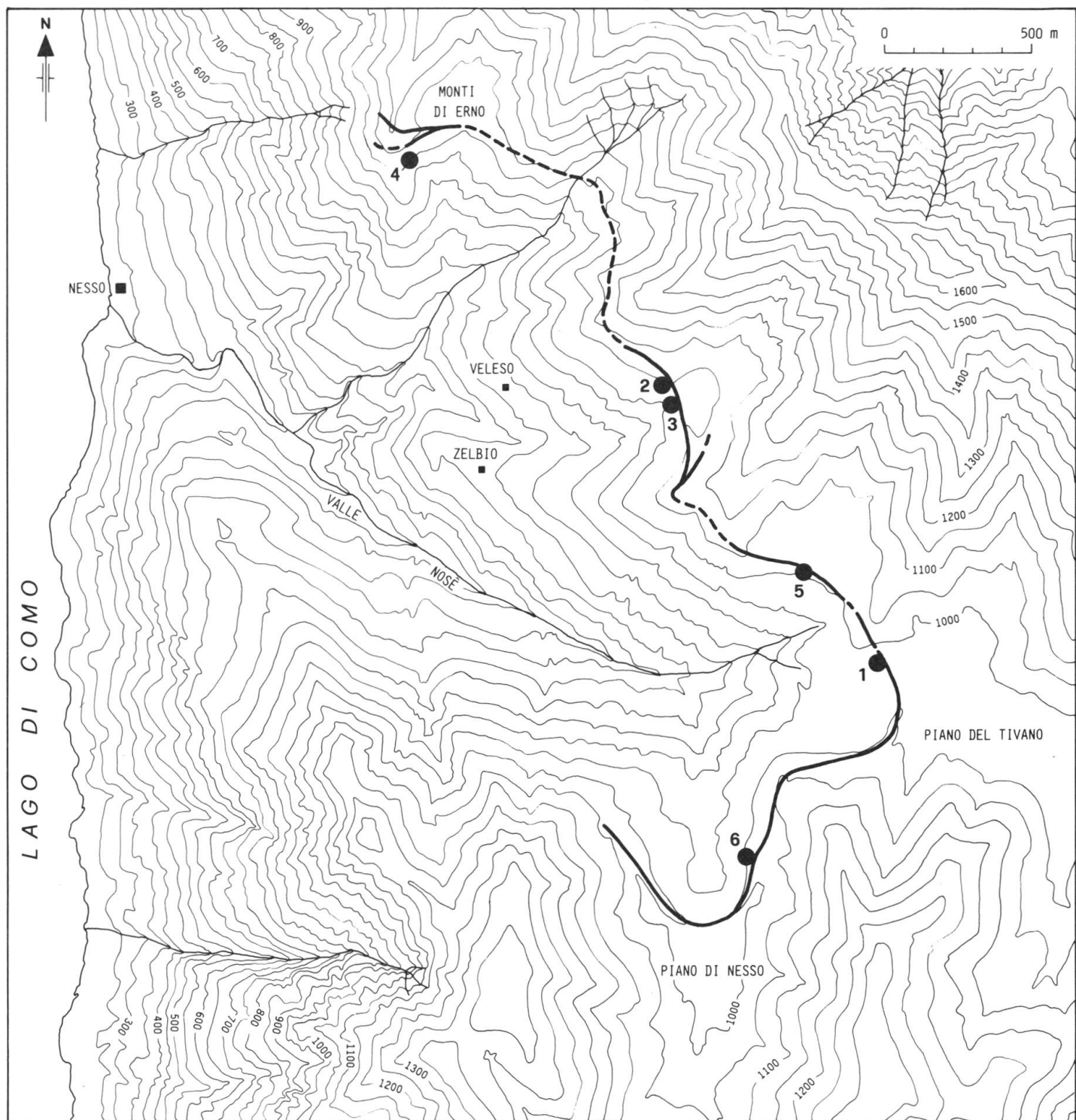
**Fig. 2/6:** Diagrammi, per ogni affioramento, illustranti la frequenza percentuale delle singole litologie, suddivise in funzione delle dimensioni dei clasti.

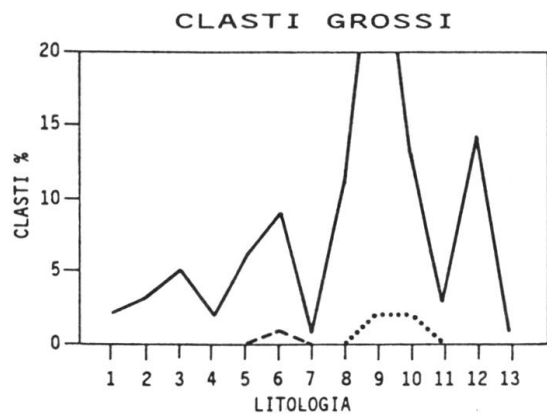
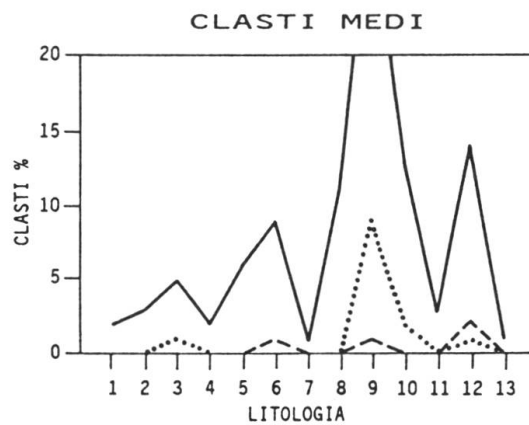
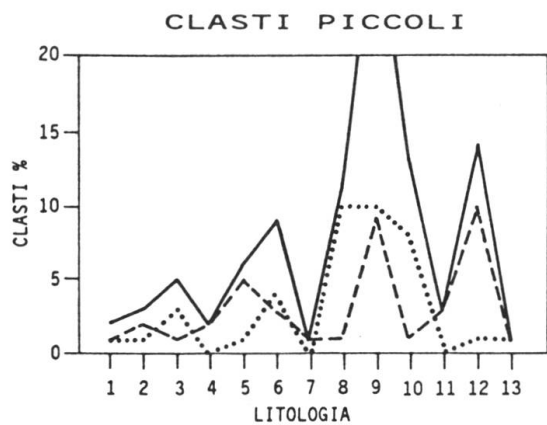
Legenda delle litologie:

1. anfiboliti e gneiss anfibolici; 2. apliti (e pegmatiti); 3. calcari alloctoni; 4. dioriti; 5. gabbri; 6. graniti e granodioriti; 7. marmi; 8. micascisti e filladi; 9. ortogneiss; 10. paragneiss; 11. quarziti; 12. serpentiniti; 13. servino-verrucano.

Non sono stati rappresentati i valori per l'affioramento n.5 in quanto non significativi.

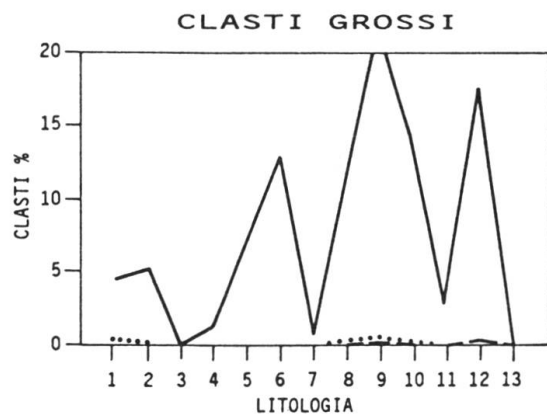
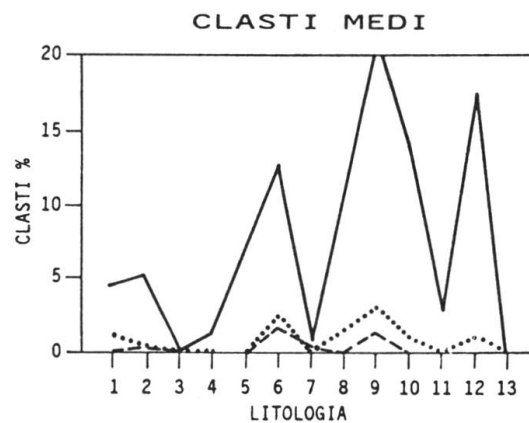
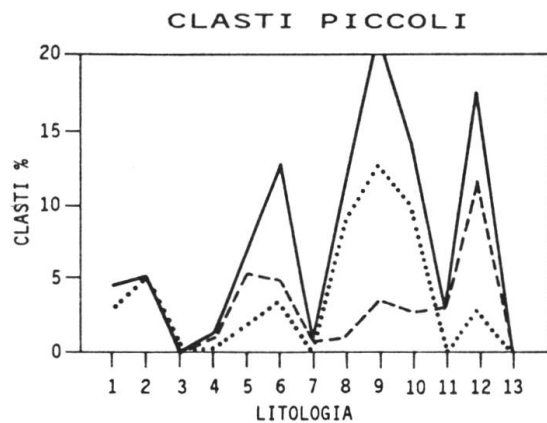
**Fig. 7:** Carta della distribuzione delle litofacies nella fascia di Alpi Centrali compresa tra il Lago di Como, la Val Chiavenna e la Valtellina.





**AFFIORAMENTO N. 1**  
**CLASTI ARROTONDATI**  
**E SPIGOLOSI**

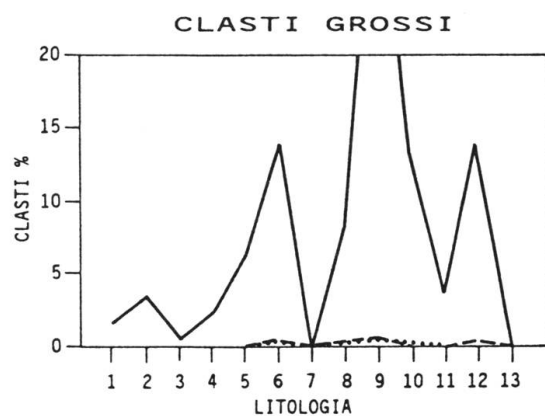
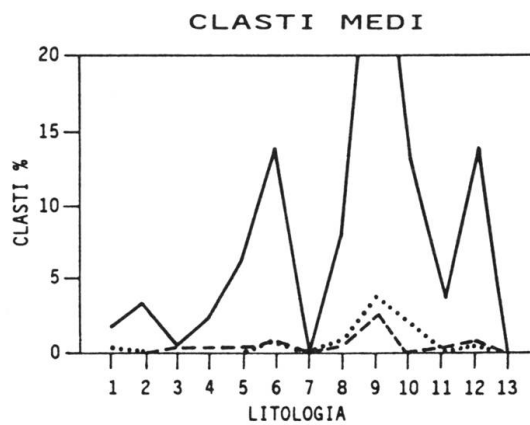
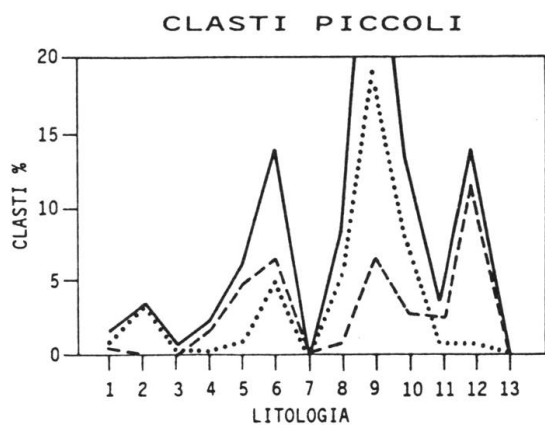
— CLASTI TOTALI  
 - - - CLASTI ARROTONDATI  
 ..... CLASTI SPIGOLOSI



**AFFIORAMENTO N. 2**  
**CLASTI ARROTONDATI**  
**E SPIGOLOSI**

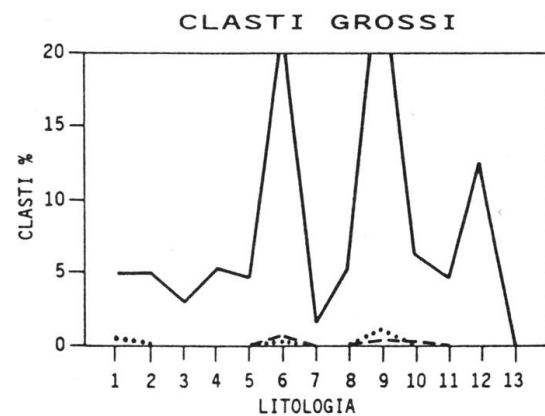
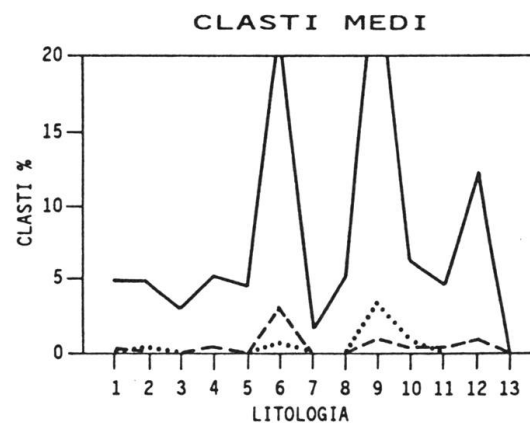
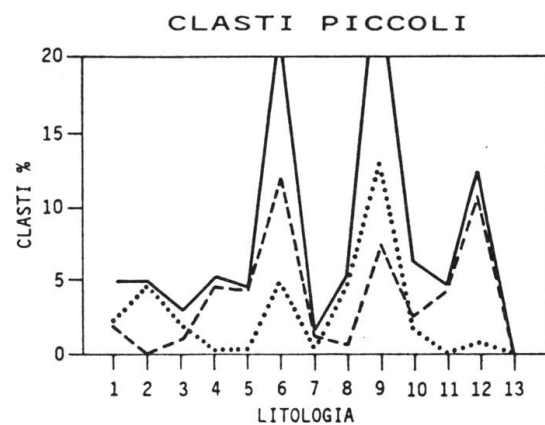
— CLASTI TOTALI  
 - - - CLASTI ARROTONDATI  
 ..... CLASTI SPIGOLOSI

**Fig. 2-6**



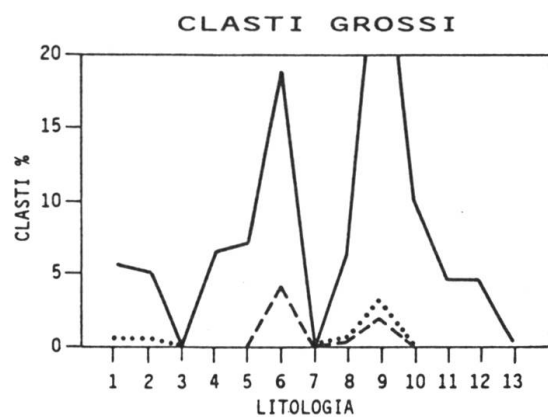
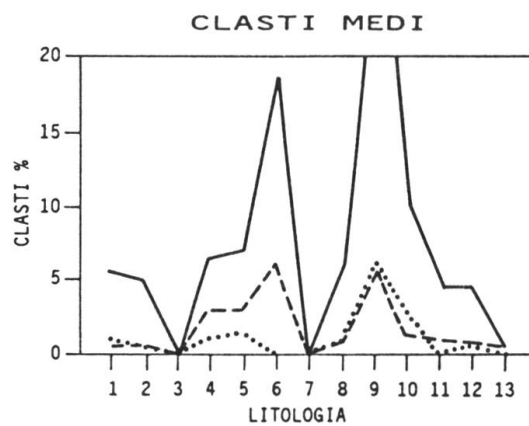
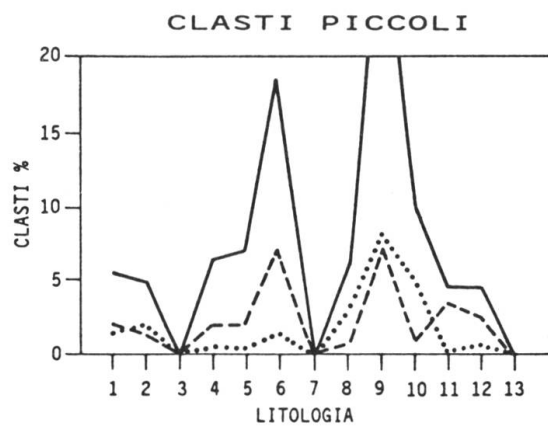
**AFFIORAMENTO N.3**  
**CLASTI ARROTONDATI**  
**E SPIGOLOSI**

— CLASTI TOTALI  
 - - - CLASTI ARROTONDATI  
 ..... CLASTI SPIGOLOSI



**AFFIORAMENTO N.4**  
**CLASTI ARROTONDATI**  
**E SPIGOLOSI**

— CLASTI TOTALI  
 - - - CLASTI ARROTONDATI  
 ..... CLASTI SPIGOLOSI



**AFFIORAMENTO N.6**  
**CLASTI ARROTONDATI**  
**E SPIGOLOSI**

— CLASTI TOTALI  
 - - - CLASTI ARROTONDATI  
 ..... CLASTI SPIGOLOSI

Fig. 7

