

L'IMPORTANZA DELLO STUDIO DELLE SUPERFICI DI EROSIONE NELL'APPROCCIO ALLOSTRATIGRAFICO ALLA GEOLOGIA DEL QUATERNARIO

F. Carraro⁽¹⁾

⁽¹⁾Dip.to di Scienze della Terra, Università di Torino, Torino e
Centro di Studi sulla Geodinamica delle Catene Collisionali del C.N.R., Torino

ABSTRACT - *The importance of studying erosional surfaces on the allostratigraphic approach to Quaternary Geology* - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 9(1), 1996, 197-200 - In a continental environment, evolution can be seen as a succession of depositional and erosional episodes, in which the former give rise to 3-dimensional sedimentary bodies, whereas the latter produces 2-dimensional surfaces ("forms"). Obviously sedimentary bodies are more evident to study and as such they usually attract the attention of researchers as the only source of information regarding the environmental conditions (setting and climate) under which they formed and – above all – the time of their formation. In contrast, surfaces ("forms") are generally ignored. A series of examples, however, clearly demonstrate that depositional episodes are largely subordinate to erosional episodes in terms of duration. Hence the importance of studying "forms", which are at the same time the sign of erosion and the proof of its occurrence. In chronological terms, to reconstruct the spatial development of a form, to identify its origin and its relationships with either sedimentary bodies or other forms (and thus their relative temporal position) and, finally, to identify deformations which possibly occurred after it was first created, are important aspects of the evolutionary history of a region. Thus, a stratigraphic sequence which represents a given time-span is composed of a succession of both bodies and erosional forms. The allostratigraphic approach, recently proposed as a surveying procedure of surface formations, is essentially based on the above-mentioned concepts: a geomorphological reconstruction that is based on deposits only is inevitably incomplete, in that it only gives information about brief events which occurred between much longer erosion-dominant periods. Because the scope of geomorphology is to study landforms, it follows that its role in Quaternary geological studies, and more generally, in geology as a whole, is of primary importance. Despite to this obvious observation geomorphological investigations are commonly confined to outcropping erosional forms, without systematic analyses of the relationships between forms or forms and sedimentary bodies.

RIASSUNTO - *L'importanza dello studio delle superfici di erosione nell'approccio allostratigrafico alla Geologia del Quaternario* - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 9(1), 1996, 197-200 - L'evoluzione in ambiente continentale consiste nella successione di episodi deposizionali e di episodi erosionali. I primi hanno come riscontro corpi sedimentari, cioè entità tridimensionali, mentre il prodotto finale dei secondi è rappresentato da superfici ("forme"), cioè da entità bidimensionali. I sedimenti hanno certamente maggiore evidenza ed è ad essi che di norma si rivolge esclusivamente l'attenzione degli studiosi perchè, almeno apparentemente, solo da essi si possono ricavare informazioni circa l'ambiente e le condizioni climatiche di formazione e soprattutto indicazioni cronologiche. Le seconde vengono invece in genere trascurate. Da una serie di esempi appare chiaramente che, sotto il profilo della durata, gli episodi deposizionali sono invece nettamente subordinati rispetto a quelli erosionali. Di qui l'importanza dello studio delle "forme" che da questi ultimi hanno preso origine e che di questi rappresentano l'unica testimonianza. In termini cronologici, la definizione o la ricostruzione del loro sviluppo nello spazio, della loro origine, dei loro rapporti con i corpi sedimentari o con altre "forme", e quindi della loro posizione cronologica relativa, nonché della deformazione intercorsa dal loro modellamento, costituisce quindi, una parte tutt'altro che trascurabile, se non addirittura la maggiore, della storia evolutiva di una determinata regione. La sequenza stratigrafica che rappresenta un determinato intervallo di tempo è costituita quindi da una successione di corpi e di forme di erosione. L'approccio allostratigrafico recentemente proposto nel rilevamento delle formazioni superficiali, anche se non viene chiaramente esplicitato nella sua formulazione, è fondato sostanzialmente su questi presupposti: una ricostruzione basata unicamente sui depositi è inevitabilmente lacunosa perchè fornisce informazioni unicamente su brevi eventi che si intercalano a molto più lunghi episodi durante i quali è prevalsa l'attività erosiva. Poichè oggetto della Geomorfologia è lo studio delle forme, ne consegue che il ruolo della Geomorfologia nella Geologia del Quaternario (e più in generale nella Geologia) è fondamentale. A fronte di questa constatazione, si può osservare come gli studi geomorfologici siano di norma rivolti, tra le forme di erosione, solo a quelle affioranti; essi non comportano, inoltre, l'analisi sistematica dei rapporti tra queste e altre forme e corpi sedimentari.

Parole chiave: Geologia del Quaternario, erosione, allostratigrafia
Keywords: Quaternary geology, erosion, allostratigraphy

Appare opportuno precisare preliminarmente che l'analisi dei rapporti tra alcuni campi delle Scienze della Terra, che tenterò di sviluppare nelle pagine che seguono, prescinde dalla collocazione che le discipline cui questi fanno capo hanno attualmente nei "settori scientifico-disciplinari" dell'ordinamento universitario. Ancora più ovviamente non è mia intenzione discutere quale sia o debba essere il campo di competenza specifica di colleghi: l'analisi intende esclusivamente individuare la collocazione teorica di alcuni campi di indagine, in particolare di quello geomorfologico.

Le riflessioni che seguono prendono origine dal seguente modello interpretativo: un rilievo sufficientemente

evoluto, come le Alpi, è costituito (salvo settori estremamente ridotti, corrispondenti agli altopiani carsici o eventualmente alle superfici di regressione marginali più recenti) da un mosaico ininterrotto di bacini idrografici. L'evoluzione del rilievo può essere quindi ricondotta in un certo senso alla sommatoria dell'evoluzione dei singoli bacini.

L'evoluzione di un bacino fluviale (ci rifacciamo a questo caso perchè è più semplice ma se affrontassimo quello di un bacino glaciale vedremmo che le cose non sarebbero poi così diverse) consiste nell'alternanza, nello spazio e nel tempo, di episodi di erosione e di sedimentazione operati dal reticolato idrografico. Prendendo in considerazione una porzione infinitesimale di corso d'acqua, durante l'evoluzione quest'ultima può mantene-

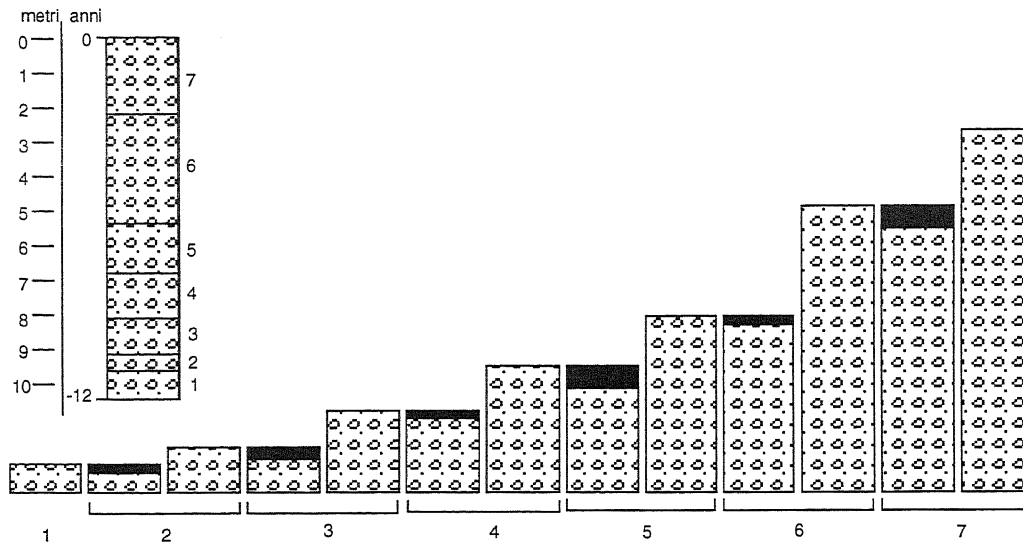


Fig. 1 - Reale significato cronologico di un corpo alluvionale. Il corpo ghiaioso potente circa 10 m, depositosi nell'arco di 12 anni, corrisponde alla somma dello spessore di sette livelli depositisi in occasione di altrettanti eventi alluvionali, meno la parte di ognuno di questi asportata all'inizio di ogni successivo (rappresentata in nero). Poiché la durata di ciascun evento alluvionale è stata di alcune ore, si può

valutare che dei dodici anni teoricamente corrispondenti al corpo ghiaioso siano direttamente rappresentate solo alcune decine di ore, quindi una frazione di tempo pari a quattro ordini di grandezza inferiori rispetto al tempo complessivo. Si può assumere che questo modello valga anche per intervalli di tempo più lunghi: quindi si può stimare che in una formazione ghiaiosa, la cui deposizione sia avvenuta nell'arco di 100.000 anni siano rappresentati direttamente solo alcune decine di anni (da Carraro, in stampa).

Actual chronological significance of an alluvial body. The gravel body, about 10 m thick and deposited over the span of 12 years, is equal to the sum of the thickness of 7 layers formed during as many alluvial events minus the portion (shown in black in the figure) removed at the beginning of the subsequent alluvial event. Because the duration of each alluvial event was on the order of a few hours, it can be evaluated that only a few tens of hours of the 12 years theoretically corresponding to the gravel body can directly be represented. This represents a period equal to 4 orders of magnitude lower than total time. This model may also be valid for longer time intervals. Thus, for a gravel formation which was deposited over 100,000 years one can estimate that only a few tens of years are in fact shown (from Carraro, in press).

re la propria posizione nello spazio per un tempo più o meno lungo, negli intervalli di tempo durante i quali il corso d'acqua si limita a fluire senza erodere nè sedimentare, cambiarla approfondendosi nella massa rocciosa, oppure portandosi in posizione più elevata su una successione di depositi in corso di aggradazione oppure, infine, migrando lateralmente. Trascurando gli intervalli di tempo durante i quali la posizione del segmento infinitesimale di corso d'acqua resta immutata, si può osservare che l'interposizione della migrazione laterale agli altri due meccanismi elementari che determinano la variazione di posizione dà luogo al processo di terrazzamento. I terrazzi fluviali sono conservati di norma solo nelle fasce altimetriche più basse dei versanti, di modellamento più recente. Il processo di terrazzamento deve aver però caratterizzato anche l'evoluzione precedente del corso d'acqua: lo dimostra il fatto che rotture di pendenza, conservate nelle fasce altimetriche più elevate, mostrano una buona correlabilità altimetrica tra loro e con lembi di superfici e/o depositi terrazzati conservati nel settore vallivo prossimo allo sbocco nell'alta pianura (facendo sempre riferimento ad esempi ripresi dall'ambito alpino), dando luogo ad allineamenti convergenti verso valle, rispetto al fondovalle attuale. Del resto gli altri tipi di combinazione tra i tre processi evolutivi elementari ricordati (approfondimento erosionale, innalzamento, migrazione laterale) non possono dar luogo ad altri tipi di situazioni morfologiche particolari.

La quasi completa obliterazione delle superfici e dei depositi terrazzati più antichi nella parte restante dell'incisione valliva è evidentemente conseguente all'intenso rimodellamento intercorso dal momento in cui questi

hanno preso origine ad oggi.

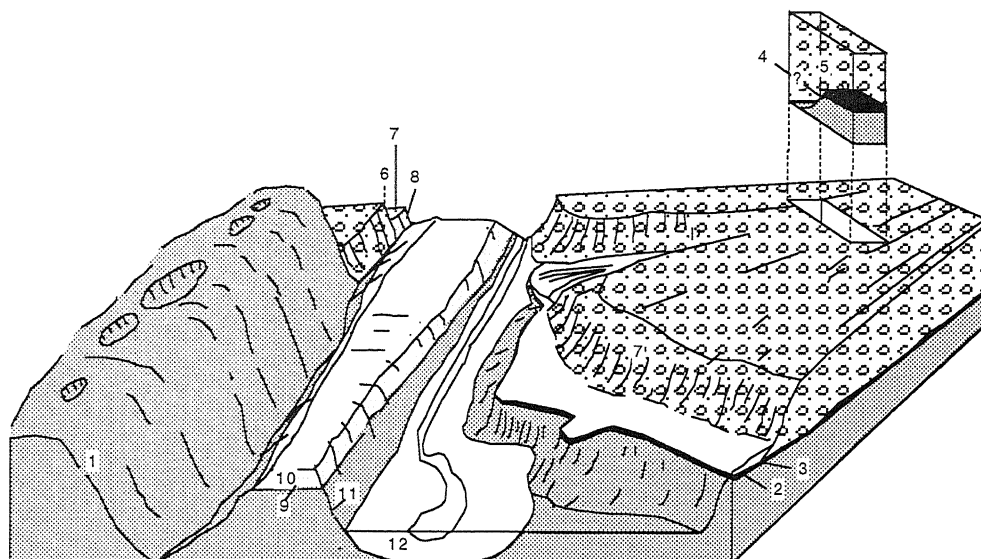
I versanti di un determinato bacino fluviale possono quindi essere idealmente scomposti in una serie di fasce altimetriche, modellate in episodi via via più recenti dall'alto al basso, successivamente rimodellate tanto più quanto più sono antiche.

Ricostruendo le varie tappe dell'evoluzione complessiva del bacino, prescindendo dagli intervalli di tempo in cui non è avvenuta nè erosione nè sedimentazione e tenendo presente che il risultato finale è rappresentato dal modellamento dell'incisione valliva, si riscontra che il tipo di processo che è prevalso nel tempo è stato quello erosivo. La durata dei singoli episodi sedimentari, siano i loro prodotti conservati o meno, è stata per contro estremamente breve. L'obliterazione degli ordini di terrazzi più antichi, poi, suggerisce che il riscontro di questi ultimi, rappresentato dai sedimenti fluviali, nei tempi lunghi è destinato a sparire; le forme di erosione che hanno preso origine dall'evoluzione, sia pure più o meno profondamente rimodellate, sono invece conservate a costituire i versanti attuali.

Confrontando l'analisi appena svolta con i numerosi esempi di studi di valli fluviali reperibili in letteratura, si può constatare come nella ricostruzione dell'evoluzione di un determinato bacino ci si soffermi invece, di norma, quasi esclusivamente sui depositi: frasi come "i conglomerati x tagliano la formazione y " (anzichè "la formazione y è troncata dalla superficie s sulla quale poggiano i conglomerati x ") oppure "la formazione w poggia in discordanza sulla formazione z " (anzichè, anche in questo caso, "la formazione z è troncata dalla superficie s sulla quale poggia, in discordanza, la formazione w ")

Fig. 2 - Evoluzione dell'area di affioramento della Formazione di Steggio (Treviso) (Pleistocene inferiore). I numeri indicano la successione di eventi deposizionali (corpi sedimentari) ed erosionali (superfici) essenzialmente fluviali. Tra il corpo 3 (depositi lacustri l.s.) ed il corpo 4 non c'è l'interposizione di un episodio erosionale.

Evolution of the outcropping portion of the Lower Pleistocene Steggio Formation (near Treviso, NE Italy). Numbers indicate the sequence of essentially fluvial depositional (sedimentary bodies) and erosional events (surfaces). No erosional episodes occurred between bodies nos. 3 (lacustrine deposits lato-sensu) and 4.



oppure "la morfologia dell'unità *x* è stata cancellata dalla sovrastante unità *y*" (invece di, ancora, "l'unità *x* è troncata verso l'alto dalla superficie *s* sulla quale poggia l'unità *y*"), che ricorrono spesso nella letteratura geologica, ne sono l'emblematica riprova.

Mentre il riscontro degli episodi deposizionali è rappresentato da corpi sedimentari, cioè da entità tridimensionali, il riscontro degli episodi di erosione è rappresentato da superfici di erosione⁽¹⁾, cioè da entità bidimensionali: in ogni caso queste forme di erosione, sia pure più o meno profondamente rimodellate, ne costituiscono l'unica testimonianza. E' facilmente intuibile come le superfici di erosione, come i corpi sedimentari, nella loro estensione complessiva, siano in maniera generalizzata diacrone.

E' solo lo studio della configurazione delle superfici di erosione che può portare a riconoscere la natura dell'episodio erosivo da cui hanno preso origine ed analogamente è l'analisi dei loro rapporti geometrici con i depositi o con altre forme che consente di individuarne la collocazione cronologica relativa (direi "stratigrafica"): è infatti, ad esempio, il rapporto di intersezione di una scarpata nei confronti di un corpo sedimentario ad indicare la cronologia relativa del processo di terrazzamento.

Anche nel caso di un'area di alta pianura l'evoluzione in un alveo fluviale, prescindendo dagli intervalli di tempo durante i quali il corso d'acqua scorre senza apprezzabilmente erodere nè sedimentare, consiste nella

successione di episodi erosionali e di episodi sedimentari accompagnati eventualmente da migrazione laterale. La differenza con l'evoluzione di un corso d'acqua impostato in un rilievo sta essenzialmente nel fatto che la velocità dei processi erosivi è molto minore e che gli episodi deposizionali danno effetti più "vistosi": la combinazione di questi due fenomeni fa sì che i depositi di un determinato episodio possono in molti casi essere cancellati solo in parte dagli episodi erosivi successivi. Quindi l'evoluzione complessiva può dar luogo ad una successione di depositi entro ai quali sono presenti superfici di erosione difficilmente identificabili.

Il fatto che le conseguenze degli episodi deposizionali finiscano per avere, per così dire, il sopravvento nell'intero processo evolutivo, non significa però che rappresentino il tipo di processo prevalente nel tempo. Analizzando l'esempio di Figura 1, ci si rende conto che anche nell'alta pianura marginale dei rilievi alpini, anche se può sembrare paradossale, il fenomeno in assoluto prevalente nel tempo, prescindendo ancora una volta dagli intervalli di tempo durante i quali il corso d'acqua scorre senza erodere nè sedimentare che nella realtà sono quelli più lunghi, è l'erosione e non la sedimentazione.

Se poi si prendono in esame i settori di pianura "stabilizzati", cioè le superfici di accumulo dei corpi sedimentari, terrazzate dai corsi d'acqua che hanno dato loro origine, appare evidente che praticamente il processo che agisce prevalentemente dopo la "stabilizzazione" è ancora l'erosione, sia pure lenta, operata dalle acque ruscellanti, che ne determina il rimodellamento.

In conclusione si può perciò affermare che anche la storia evolutiva di un'area di alta pianura è rappresentata da corpi sedimentari, che costituiscono il riscontro di episodi sedimentari, e di superfici di erosione, cioè di forme, che rappresentano l'unico riscontro degli episodi erosionali.

Nelle Figure 2 e 3 vengono presentati due esempi, dai quali si ricava che, in ambito continentale, l'evoluzio-

(1) I corpi sedimentari hanno evidentemente, quale espressione morfologica, pure delle superfici, in questo caso corrispondenti a forme di accumulo. Nell'analisi del processo evolutivo di un bacino idrografico queste possono però non essere prese in considerazione in quanto la loro realizzazione e soprattutto il loro rimodellamento successivo, sono svincolati da quello che può essere considerato come filo conduttore dell'evoluzione del bacino, cioè la variazione di posizione nello spazio del corso d'acqua.

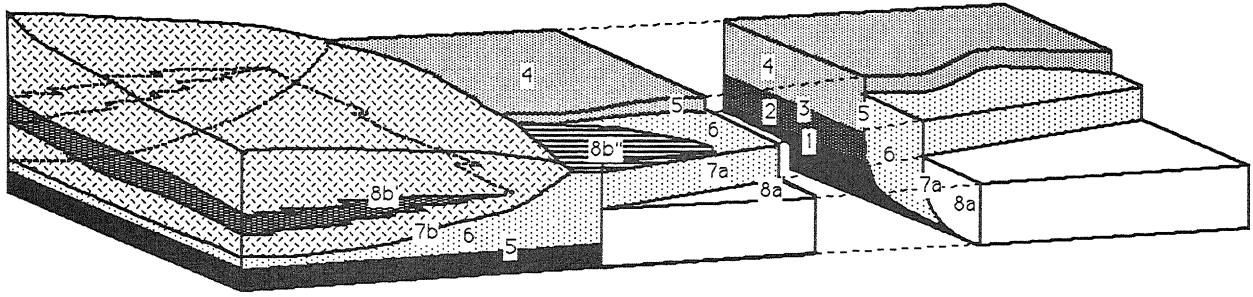


Fig. 3 - Evoluzione dell'area di interferenza tra il conoide del T. Elvo e il settore marginale sinistro dell'Anfiteatro Morenico d'Ivrea (da Carraro *et al.*, 1991, modificato). Dopo l'episodio deposizionale 6 nel bacino prendono origine due successioni erosivo-deposizionali distinte, una ancora fluviale (numeri contraddistinti con il pedice a), l'altra glaciale (pedice b). I due corpi 8b' e 8b'' rappresentano il riscontro di due episodi lacustri *l.s.*

*Evolution of the interference area between the Elvo River alluvial fan and the fringe area of the Ivrea Morainic Amphitheater (modified after Carraro et al., 1991). Two erosional-depositional sequences formed in the basin after deposition event no. 6: one sequence still represents a fluvial environment (numbers with an "a" subscript) while the other is of glacial origin (subscript "b"). Bodies 8b' and 8b'' are lacustrine (*l.s.*) in origin.*

ne è rappresentata comunque dall'alternanza di episodi di erosione e di sedimentazione. In entrambi, i corpi e le superfici, che testimoniano altrettanti episodi rispettivamente deposizionali ed erosionali, sono indicati con una successione progressiva di lettere a sottolineare la continuità del processo evolutivo.

Da quanto esposto ci sembra risulti l'importanza che le superfici di erosione assumono nella geologia del continentale e quindi nella Geologia del Quaternario. Considerando i nuovi modelli interpretativi della geologia stratigrafica proposti dalla stratigrafia sequenziale, appare chiaro che il riconoscimento e lo studio delle superfici di erosione costituisce una problematica che riguarda l'intera Geologia. A queste considerazioni fa riscontro invece la constatazione che scarsissima è l'attenzione che viene in genere rivolta al problema della natura e dell'età delle superfici di erosione, in particolare di quelle sepolte.

Nell'evoluzione geologica, i fenomeni erosivi hanno invece un'importanza confrontabile con quelli litogenetici e con quelli deformazionali. Appare perciò evidente che lo studio dei fenomeni di erosione (e quindi della Geomorfologia, alla quale è deputato lo studio delle forme di erosione oltre che di quelle di accumulo) occupa un posto fondamentale nelle Scienze della Terra. L'approccio allostratigrafico recentemente proposto per il rilevamento delle formazioni superficiali, anche se non chiaramente esplicitato nella sua formulazione, è fondato sostanzialmente su questo presupposto.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Carraro F., Lanza R., Perotto A. & Zanella E., 1991 - *L'evoluzione del Biellese occidentale durante il Pleistocene inferiore e medio, in relazione all'inizio della costruzione dell'Anfiteatro Morenico d'Ivrea*. Boll. Museo Reg. Sc. Nat. Torino, 9(1), 99-117.
- Carraro F. (in stampa) - *Paleopalynology and Quaternary Geology*. Allionia, 34.

*Testo presentato su invito.
Testo definitivo ricevuto : 18 ottobre 1996*

*Invited paper.
Final text received: Oct. 18, 1996*