

GORTANIA - Atti Museo Friul. di Storia Nat.	26 (2004)	25-48	Udine, 30.VI.2005	ISSN: 0391-5859
---	-----------	-------	-------------------	-----------------

A. ASTORI, C. VENTURINI

EVOLUZIONE PLEISTOCENICA DELLA MEDIA VAL PESARINA (PONTE ARCEONS, ALPI CARNICHE)*

PLEISTOCENIC EVOLUTION OF THE MIDDLE VAL PESARINA VALLEY (PONTE ARCEONS, CARNIC ALPS)

Riassunto breve - La successione ruditica della media Val Pesarina (Alpi Carniche) viene investigata ricostruendone la stratigrafia con approccio sintemico. Parallelamente, attraverso l'analisi di facies, il rilevamento geologico di dettaglio e le osservazioni geomorfologiche, sono stati definiti i paleoambienti e l'estensione degli originari corpi sedimentari. Inoltre, l'analisi strutturale ha evidenziato una vivace attività neotettonica di età pleistocenica sup. che ha prodotto sistemi di fratture coniugati e faglie subverticali.

Parole chiave: Alpi Carniche, Val Pesarina, Pleistocene Sup., Conoide di deiezione, Neotettonica, Analisi di facies, UBSU.

Abstract - *The ruditic succession of the middle Pesarina Valley (Carnic Alps) has been investigated in order to reconstruct the stratigraphic framework based on synthemetic units (UBSU-unconformity bounded stratigraphic units). Besides, the palaeoenvironments and the original shape and extension of the lithosomes have been defined by means of detailed geological survey, facies analysis and geomorphological investigations. The structural data refer to Late Pleistocene neotectonic activity that produced subvertical faults and joint systems.*

Key words: *Carnic Alps, Pesarina Valley, Late Pleistocene, Alluvial fan, Neotectonics, Facies analysis, UBSU.*

Introduzione

Nell'area alpina carnica i resti degli antichi depositi quaternari che precedono l'ultimo acme glaciale (LGM, Last Glacial Maximum, sensu RAVAZZI, 2003) sono per gran parte concentrati nei fondivalle e danno luogo a limitati nuclei affioranti, il più delle volte scoscesi e mal praticabili. Fanno eccezione sia l'estesa fascia conglomeratica che, tra Ampezzo e Cavazzo, riveste il fondo dell'antico tragitto fluviale del Tagliamento, sia l'articolato settore di Ponte Arceons, localizzato lungo la Val Pesarina, tra l'abitato di Pesariis e la località Tesis.

(*) Lavoro eseguito con Fondi MURST ex-60%, Resp. C. Venturini.

È proprio quest'ultimo settore (figg. 1a, 1b e 1c), con le ripide esposizioni del Col di Ialna e di Flaudona, a consentire un'approfondita analisi evolutiva. Essa si basa su dati sedimentologici, litostratigrafici, morfologici e neotettonici. Le probabili età relative dei singoli litosomi e delle superfici di modellamento che li separano in sintemi e subsintemi, sono desunte sulla base del tipo di depositi (glaciali e alluvionali), della loro alterazione e del grado di tettonizzazione.

La successione quaternaria di Ponte Arceons (Pleistocene Sup. s.l.) costituisce il ridotto

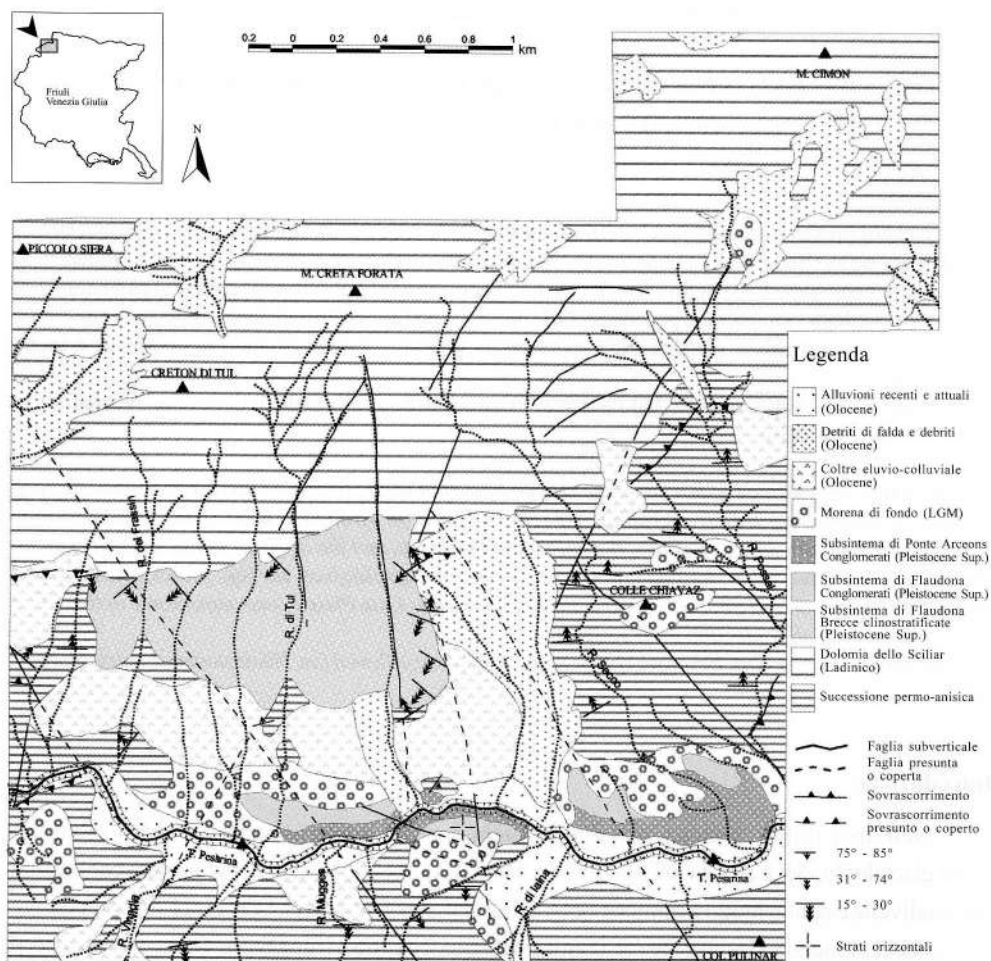


Fig. 1a - Carta geologica della media Val Pesarina comprendente la successione pleistocenica sup. del settore di Ponte Arceons.

- Geological map of the middle Pesarina Valley with the Pleistocenic succession of Ponte Arceons area.

rilievo del Col di Ialna, 100 m di altezza sull'alveo del T. Pesarina e superficie pari a 0,1 km², la fascia di fondovalle del T. Pesarina, con gli affioramenti di Case di Tul e di località Possal, 0,4 km², e infine la zona denominata Flaudona, propaggine meridionale del M. Creta Forata, con 1 km² di superficie. La successione si estende complessivamente dagli 840 m del fondovalle fino a raggiungere, lungo il versante sinistro della Val Pesarina, i 1600 m di quota (fig. 1b).

Gli affioramenti pleistocenici della Val Pesarina non sono mai stati oggetto di specifica

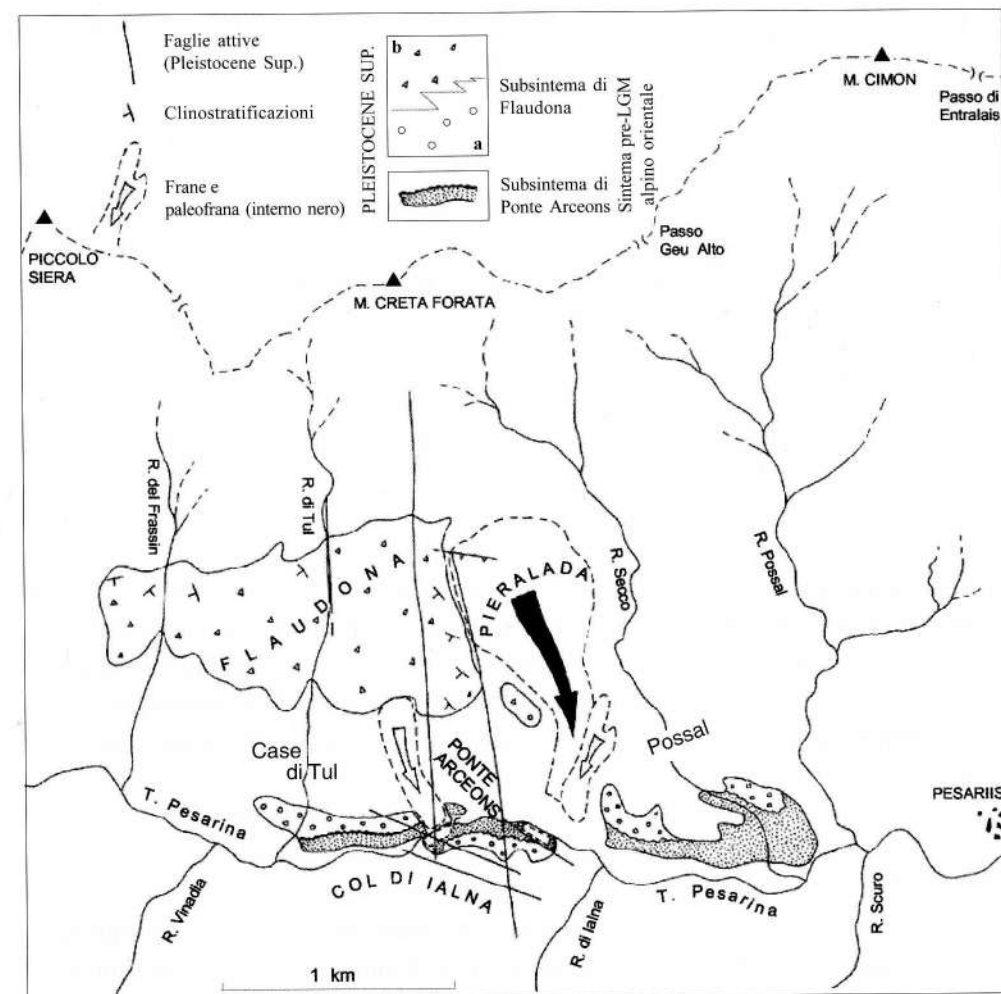


Fig. 1b- Schema della distribuzione delle unità pleistoceniche e degli elementi tettonici della media Val Pesarina.

- *Sketch of the Pleistocenice units and the neotectonic features in the middle Pesarina Valley.*

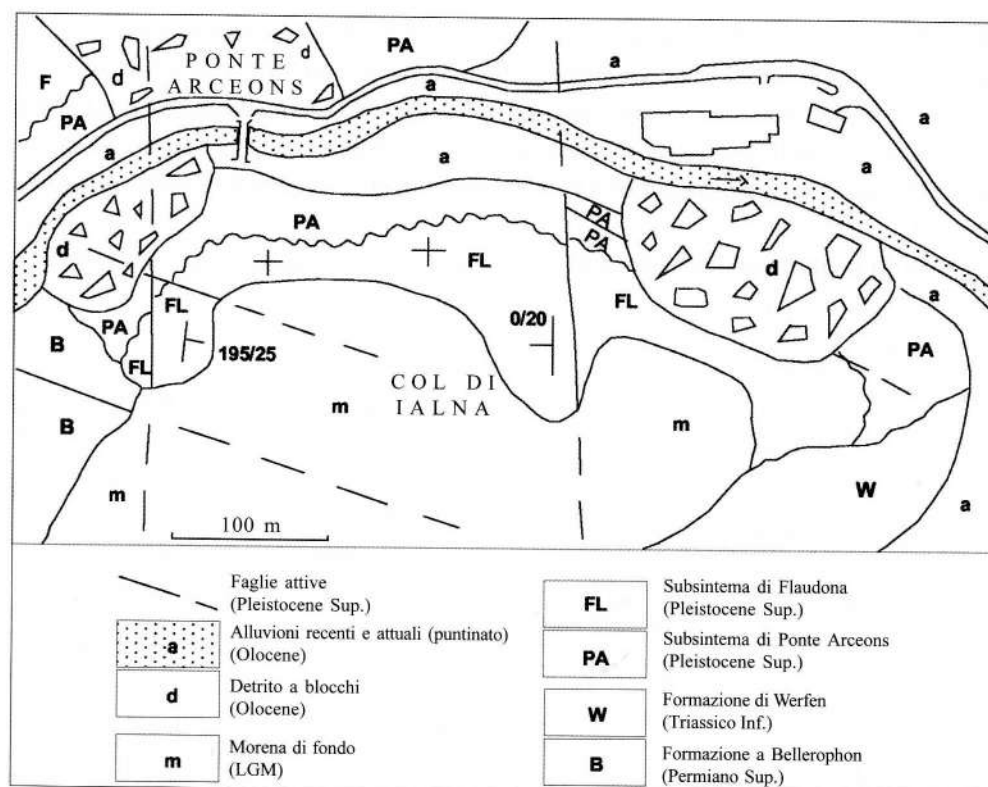


Fig. 1c - Carta geologica di dettaglio del nucleo Col di Ialna.
- Detailed geological map of the Col di Ialna area.

indagine. Per la prima volta sono stati cartografati da ELMI & MONESI (1967) e sono stati definiti come “morene e brecce glaciali cementate” (affioramenti di Col di Ialna e di Possal) e come generici “detriti cementati” (affioramenti di Flaudona). Nel Foglio M. Cavallino-Ampezzo (1:100.000) della Carta Geologica d'Italia (A.A. V.V., 1971) gli stessi depositi sono indicati rispettivamente come “brecce e conglomerati fluvio-glaciali” e come “detrito di falda cementato”.

Geomorfologia

I versanti della media Val Pesarina presentano un evidente contrasto morfologico funzione delle differenti litologie affioranti. Il versante sinistro, culminante con le vette dei Monti Siera, Creta Forata e Cimon, della Creta della Fuina e del M. Pleros, da quota 1500 m fino ai 2400 m del crinale, è modellato nelle ripide pareti dolomitiche e calcareo-dolomitiche massicce d'età triassica medio-superiore riferibili alle unità Dolomia dello Sciliar e, in piccola parte, Dolomia Cassiana

(VENTURINI et al., 2001-2002). L'insieme di questi rilievi è complessivamente denominato Dolomiti Pesarine.

I numerosi sistemi di fratture che pervadono i fragili litotipi dolomitici triassici sono un effetto delle compressioni alpine. La conseguente debolezza meccanica è risultata determinante, durante il Pleistocene Sup., ai fini della produzione di un ingente volume di clastiti che hanno contribuito a generare la successione di Ponte Arceons e più in particolare i potenti depositi ruditici del settore di Flaudona.

La parte inferiore del versante sinistro della Val Pesarina, profondamente incisa dai Rii Tesis, Secco, Possal e Fuina, e rivestita da estese coperture boschive, ha un substrato sempre nettamente stratificato, costituito da prevalenti litologie dolomitiche (Dolomia del Serla inf., equivalente alla Fm. del Serla sensu VAI et al., 2002 e sensu VENTURINI et al., 2002), calcaree e dolomitico-calcaree (Fm. di Werfen e Fm. a Bellerophon) ed arenitiche silicoclastiche (Fm. di Werfen).

Le morfologie del versante destro della media Val Pesarina sono generalmente più arrotondate, modellate in litologie stratificate (Fm. a Bellerophon e Fm. di Werfen) che alle quote più alte (2000 m), in prossimità della linea di crinale collegante i Monti Pieltnis, Torondon, Novarza e Losa, passano a prevalenti areniti silicoclastiche (Fm. di Werfen) dando luogo ad estesi tratti affioranti e scoscesi.

I rii che solcano il lato settentrionale della Val Pesarina sono comunemente in forra o scavano percorsi con versanti ripidi, paralleli e ravvicinati; al contrario, quelli sviluppati sul lato meridionale della valle presentano incisioni torrentizie più ampie e svasate, come risulta per i solchi dei Rii Vinadia e di Ialna, del Rio Scuro della Frana e dei Rii Salangian e Malignon.

La morfologia odierna della Val Pesarina risente profondamente delle esarazioni glaciali relative all'ultimo acme glaciale würmiano e delle successive erosioni fluviali oloceniche.

Esarazioni, erosioni fluviali e franamenti hanno ridotto drasticamente il volume originario della successione pleistocenica superiore. In particolare è ancora evidente una nicchia di paleofrana che in località Pieralada ha coinvolto substrato e coperture pleistoceniche, potenti circa un centinaio di metri, lungo un fronte superiore di distacco esteso per oltre mezzo chilometro (fig. 1b). La mancanza dell'accumulo nella zona di fondovalle (Ponte Arceons), unitamente alla freschezza delle forme nella conca di cedimento gravitativo, fanno ritenere l'evento contemporaneo o appena precedente al ritiro glaciale dell'ultimo acme pleistocenico (LGM). La ricostruzione delle morfologie pleistoceniche pre-würmiane del settore di studio non può prescindere dall'analisi multidisciplinare della complessa successione quaternaria di Ponte Arceons, compiuta attraverso la valutazione degli assetti dei relativi depositi, della loro distribuzione spaziale, nonché dei caratteri sedimentologici e composizionali dei singoli litosomi che compongono la successione stessa. Si rimanda dunque la relativa trattazione al capitolo conclusivo.

Stratigrafia

Al fine di comprendere i rapporti spazio-temporali tra i vari litosomi che compongono la successione di Ponte Arceons è utile suddividere il settore indagato in tre nuclei di affioramento: a) Col di Ialna, b) fondovalle T. Pesarina, c) Flaudona. Nell'analisi stratigrafica della successione pleistocenica sup. si è adottato un approccio sintemico individuando le unità come corpi sedimentari delimitati, alla base ed al tetto, da superfici di discontinuità. A tal proposito si ricorda che l'insieme dei depositi dell'area alpina carnica precedenti all'affermazione dell'LGM sono attualmente compresi nel sintema pre-LGM alpino orientale, sensu VENTURINI et al. (in stampa).

Nucleo Col di Ialna

Il nucleo coincide con l'omonimo colle, posto in destra idrografica del T. Pesarina (figg. 1b e 1c). La ripida parete settentrionale del rilievo, delimitata inferiormente dall'alveo del T.

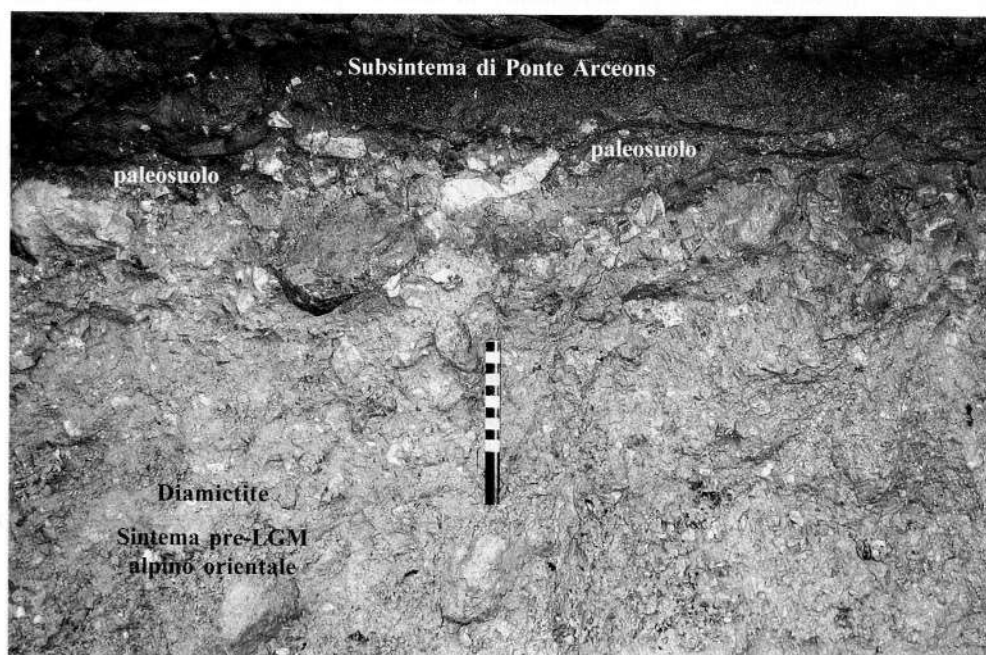


Fig. 2 - Contatto tra diamictite (sintema pre-LGM alpino orientale; Würm 1? Würm 2?) e il subsintema di Ponte Arceons (pre-LGM, Pleistocene Sup.) rappresentato da depositi alluvionali. Al tetto della diamictite è presente un sottile orizzonte di paleosuolo. La barretta è lunga 15 cm.
- Erosion boundary between diamictite (synthem pre-LGM eastern Alpine; Würm 1? Würm 2?) and the alluvial deposits of Ponte Arceons subsynthem (pre-LGM, Upper Pleistocene). The diamictite top is partly altered into palaeosoil. The scale-bar is 15 cm long.

Pesarina, si presta ad una serie di osservazioni. La sezione tipo affiora appena a valle di Ponte Arceons. Alla base della sezione, coperta da un sottile spessore di alluvioni attuali, è presente una diamictite (potenza visibile 1,4 m) formata da limi sovraconsolidati con abbondanti ciottoli, alcuni striati (fig. 2). A tratti il deposito acquista plasticità per prolungata imbibizione da acque percolanti. Al suo tetto è presente un paleosuolo rossastro con ciottoli carbonatici alterati e intensamente decalcificati. Lo spessore massimo dell'orizzonte raggiunge i 7 cm. Il limite superiore è dato da una superficie erosiva che ne giustifica la mancanza di continuità laterale.

La diamictite, interpretabile come il probabile resto di una morena di fondo di incerta età pre-LGM (Würm 1? - Würm 2?) e il discontinuo paleosuolo nel quale la stessa si è alterata, affiorano ad altezza d'alveo per una decina di metri prima di interrompersi sepolti da un'esigua fascia detritica recente. Il paleosuolo che riveste il deposito morenico è conseguenza del cambiamento climatico, da glaciale a temperato, che nelle Alpi Carniche ripropose il trasporto torrentizio. A quest'ultimo si deve il volume di clastiti che al Col di Ialna ricopre la superficie erosiva descritta. Nel suo insieme la successione ruditica è scomponibile in due subsintemi: Ponte Arceons e Flaudona.

Subsintema di Ponte Arceons

Il subsintema di Ponte Arceons, che nella sezione tipo (figg. 3a e 3b) ricopre un deposito morenico, lateralmente (Col di Ialna S, fig. 1c) si appoggia in discordanza su litologie pelitiche e arenitiche fini, rosse, ben stratificate (Fm. di Werfen), mal affioranti per diffuse coperture vegetali.

Il subsintema inizia con un sottile strato (≤ 15 cm) di areniti grossolane rossastre (a), organizzate in lamine piano-parallele ad assetto debolmente inclinato ($N210^\circ E/15^\circ SE$); sono il prodotto di rielaborazione del paleosuolo al quale si appoggiano in contatto erosivo. Seguono 0,5 m di conglomerato tenace poligenico e rare areniti grossolane culminanti con un banco conglomeratico lentiforme con base erosiva (b). Lo spessore è compreso tra 1 e 1,7 m.

Alla sequenza negativa si sovrappone con contatto netto, non erosivo, un set di strati conglomeratici clinostatificati (c) il cui sviluppo e spessore originari sono stati ridotti da una superficie d'erosione. Quest'ultima, lateralmente, annulla i foreset finendo con l'intaccare il sottostante banco conglomeratico lentiforme (figg. 3a e 3b). Il recupero della sedimentazione ha prodotto una successione di banchi conglomeratici tabulari sub-orizzontali (d) che ricoprono in onlap la superficie erosiva. Anche in questo caso la stima della potenza originaria del deposito è in difetto (≥ 2 m) a causa di una ulteriore superficie erosiva. Un nuovo set di strati conglomeratici clinostatificati (e) ricopre il contatto erosivo. In questo caso sono riconoscibili singoli episodi privi di organizzazione interna, originati da processi di colata detritica (debris flow) con deposizione in ambiente subacqueo. L'altezza della facies clinostatificata superiore (e) non è ben precisabile a causa delle coperture vegetali e risulta comunque non inferiore ai

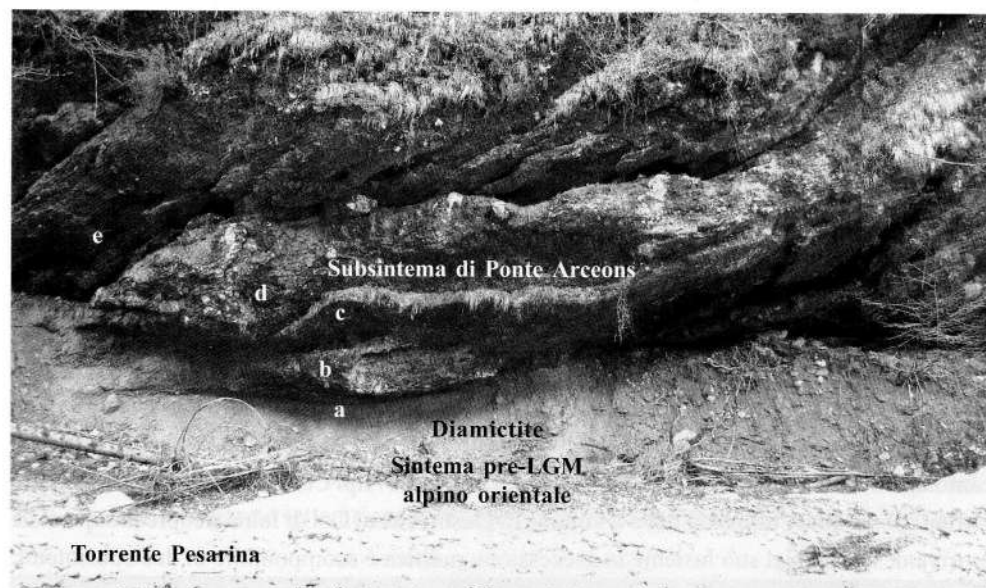


Fig. 3a - Architettura deposizionale della porzione inferiore del subsistema di Ponte Arceons osservata nella sezione tipo, 50 m a valle del ponte omonimo (versante N del Col di Ialna). Le lettere individuano le facies e corrispondono a quelle di fig. 3b.

- Lower portion of the Ponte Arceons subsystem, as visible in the northern slope of Col di Ialna, at the type section. Letters refer to the facies and correspond to those in fig. 3b.

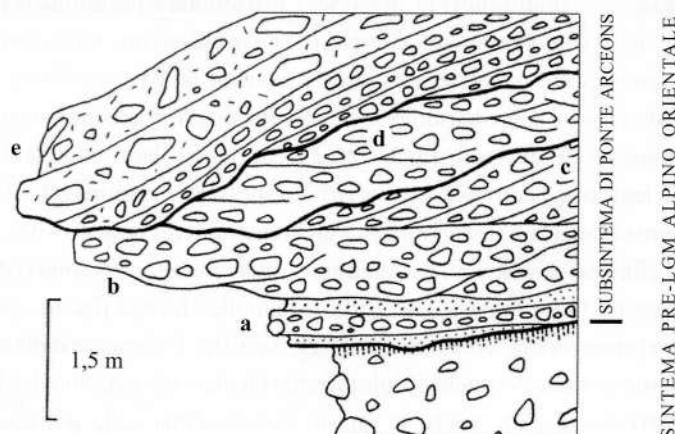


Fig. 3b - La colonna stratigrafica (porzione sinistra di fig. 3a) evidenzia il contatto tra la diamictite di età pre-LGM e il subsistema di Ponte Arceons, distinguendo in quest'ultimo le geometrie interne e i contatti tra le facies (cfr. testo). Le lettere individuano le facies e corrispondono a quelle di fig. 3a.

- The stratigraphic column refers to the lowermost part of the Ponte Arceons type section (left part of fig. 3a). It highlights the diamictite/Ponte Arceons subsystem boundary and the facies framework of the latter (see text). Letters refer to the facies and correspond to those in fig. 3a.

5-6 m. A sua volta è rivestita da ruditi ben cementate organizzate in banchi sub-orizzontali. Complessivamente le stratificazioni hanno direzione di progradazione verso i quadranti orientali e si raggruppano in due insiemi separati, rispettivamente progradanti verso SSE (clinostratificazioni inferiori, facies c) ed ENE (clinostratificazioni superiori, facies e). Lo spessore complessivo del subsistema di Ponte Arceons, nella sua località tipo, supera i 50 m.

I conglomerati, sia quelli riferibili alle facies clinostratificate sia quelli tabulari orizzontali, sono poligenici, alimentati dallo smantellamento del locale substrato triassico e, molto in subordine, permiano superiore. Tra i clasti carbonatici sono frequenti quelli che hanno subito la parziale o totale decalcificazione (o dissoluzione) cui ha fatto seguito la precipitazione entro le cavità di croste carbonatiche di neoformazione, spesse fino a qualche millimetro (fig. 4). Le dimensioni modali dei clasti sono comprese tra i 4-5 cm e i 10 cm, con un generico trend coarsening upward. Le dimensioni massime superano i 60 cm. L'arrotondamento è da medio ad elevato con valori minimi in corrispondenza delle litologie dolomitiche.



Fig. 4 - Conglomerato poligenico del subsistema di Ponte Arceons, caratterizzato da profonda alterazione dei clasti carbonatici. La barra è lunga 15 cm.

- The polygenic conglomerates of Ponte Arceons subsystem characterised by deep altered carbonatic clasts. The scale-bar is 15 cm long.

Il subsistema è interessato da due sistemi di fratture a spaziatura metrica che, appena a monte del Ponte Arceons e 250 m a valle dello stesso, hanno favorito due distinti franamenti per crollo (fig. 1c). Entrambi i sistemi di fratture s'interrompono contro una superficie di discontinuità sub-orizzontale che separa il subsistema di Ponte Arceons dal soprastante subsistema di Flaudona. Tale contatto erosivo si sviluppa intorno a quota 900 m.

Interpretazione

L'associazione di facies individua un ambiente alluvionale prossimale dominato da apporti torrentizi alternati ad episodi deltizio-lacustri. Il contatto netto erosivo che separa le clinostratificazioni inferiori di delta lacustre (c, progradazioni verso SSE) dal deposito torrentizio (d) è interpretabile come conseguenza di un'erosione regressiva seguita all'estinzione del lago effimero che ha prodotto i foreset.

La superficie erosiva che separa il set di clinostratificazioni superiori (e, progradazione verso ENE) dal resto della successione rientrerebbe invece tra i normali effetti erosivi indotti dall'avvicinarsi di periodi di accrezione e di incisione in alvei torrentizi.

In un contesto vallivo di media montagna, durante una fase climatica temperata dominata da sviluppo di depositi torrentizi, le ragioni che portano all'affermazione periodica di ambienti lacustri possono essere imputabili: 1) a localizzate frane con temporaneo sbarramento vallivo; 2) ad apporti solidi concentrati trasportati da affluenti del collettore principale e depositi in conoidi di deiezione a rapida accrezione.

Subsistema di Flaudona

Nel nucleo Col di Ialna il subsistema di Flaudona è compreso tra la superficie d'erosione sub-orizzontale che lo divide dal sottostante subsistema di Ponte Arceons e una superficie erosiva sommitale generata dall'esarazione glaciale riferibile al LGM. La prima, nel nucleo del Col di Ialna, si sviluppa intorno a 900 m s.l.m., la seconda tra 920 e 930 m di quota.

Il subsistema è qui interamente costituito da banchi conglomeratici poligenici a cementazione tenace ed assetto sub-orizzontale, con matrice scarsa o media, basi erosive e granulometria fining upward. Le litologie dei clasti, come per il sottostante subsistema di Ponte Arceons, indicano una rielaborazione del substrato triassico. Le dimensioni massime sono prossime al metro con frequenti elementi stratoidei della Fm. di Werfen. Le embriciature indicano univocamente trasporti da W verso E. Localmente (sommità occidentale del Col di Ialna) si osservano clinostratificazioni (barre fluviali?) con progradazione verso E. Alcuni tra i clasti carbonatici sono parzialmente decalcificati; tuttavia sia la frequenza degli elementi alterati sia il grado di alterazione risultano inferiori ai valori presenti nel sottostante subsistema di Ponte Arceons. Lo spessore massimo del deposito raggiunge i 30 m.

La superficie d'erosione che limita superiormente il subsistema di Flaudona è rivestita a tratti dalla coltre morenica di fondo d'età LGM rappresentata da depositi sciolti eterometrici (sistema LGM alpino orientale). Da questi depositi, con morfologia a dossi e conche, sporgono frequenti blocchi erratici con diametro metrico.

Interpretazione

Il subsistema di Flaudona affiorante al Col di Ialna è un deposito torrentizio con provenienze occidentali basate sui dati di embriciatura dei clasti. Confrontando la composizione dei clasti del subsistema con quella delle ghiaie attuali del T. Pesarina (le cui direzioni di apporto sono le medesime) si nota per queste ultime una preponderanza di litologie dolomitiche (Dolomia dello Sciliar) a scapito di quelle calcaree, calcareo marnose e arenitiche (Fm. di Werfen). Queste, al contrario, rappresentano le litologie predominanti nei conglomerati pleistocenici superiori che costituiscono il Col di Ialna. Questo vale per il subsistema di Flaudona, ma anche per il precedente subsistema di Ponte Arceons.

Nucleo fondovalle T. Pesarina

La totalità degli affioramenti di questo nucleo si distribuisce alle basse quote del versante sinistro della Val Pesarina, appena a monte della strada provinciale. Più in particolare, i depositi pleistocenici si concentrano nella zona delle Case di Tul e in località Possal. Data la frammentarietà degli affioramenti non è stato possibile individuare con certezza la superficie del limite tra i subsistemi di Ponte Arceons e di Flaudona. In carta la posizione del limite è stata indicativamente collocata intorno a quota 900 m (figg. 1a, 1b e 1c), basandosi sul confronto con la situazione affiorante nel vicino Col di Ialna.

Subsistemi di Ponte Arceons e di Flaudona

I depositi di entrambi i subsistemi, discriminabili in modo approssimativo, sono rappresentati da ruditi grossolane, poligeniche, ben cementate, in banchi ad assetto sub-orizzontale. Hanno caratteri confrontabili con quelli della successione affiorante lungo la ripida scarpata settentrionale del Col di Ialna. A S di Case di Tul, lungo la strada provinciale, è preservato un contatto del subsistema di Ponte Arceons sul substrato triassico ad assetto verticale (Fm. di Werfen).

Interpretazione

In entrambi i subsistemi prevalgono le facies alluvionali torrentizie. Il trasporto clastico procedeva da W verso E drenando un'area caratterizzata da unità triassiche varie, in accordo con la composizione poligenica dei depositi.



Fig. 5 - La parete di Flaudona vista da E. I ripidi affioramenti (subsintema di Flaudona), formati da breccie clinostratificate immergenti verso SW, coincidono con il margine occidentale dell'estesa paleofrana di Perialada.

- Panoramic view of the Flaudona cliff (Flaudona subsynthem); view from the E. The cliff is in consequence of the huge Perialada rockslide.

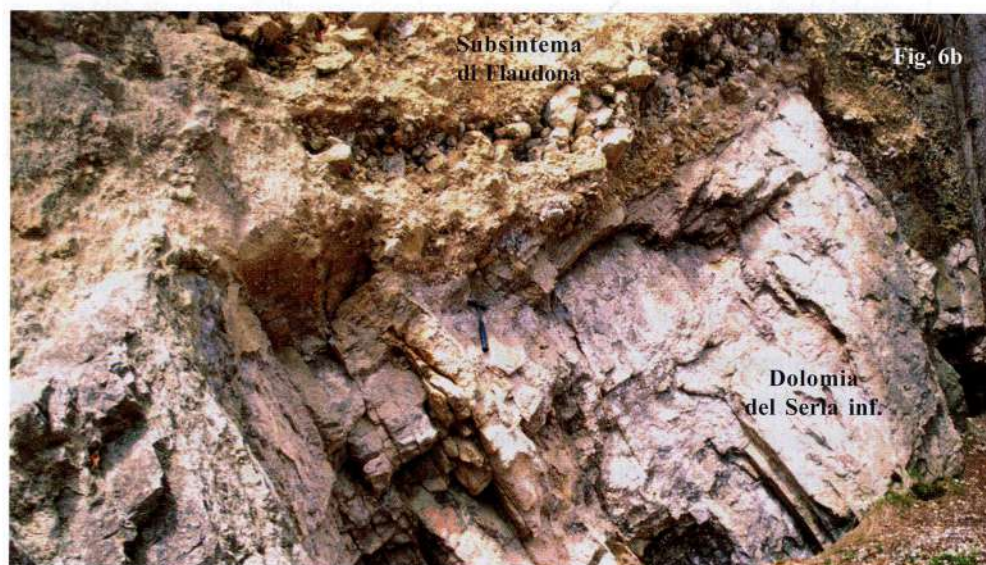


Fig. 6a - Livelli inferiori del subsintema di Flaudona, affioranti alla base della parete di Flaudona (q. 1430 m). I depositi brecciati coprono in contatto erosivo la successione stratificata della Dolomia del Serla inf. (Anisico) inclinata ad alto angolo verso N.

- The very base of the Flaudona subsynthem as it outcrops at the Flaudona cliff (1430 m a.s.l.). The breccia deposits unconformably cover the Dolomia del Serla inf. (Anisian) steeply dipping to the N.

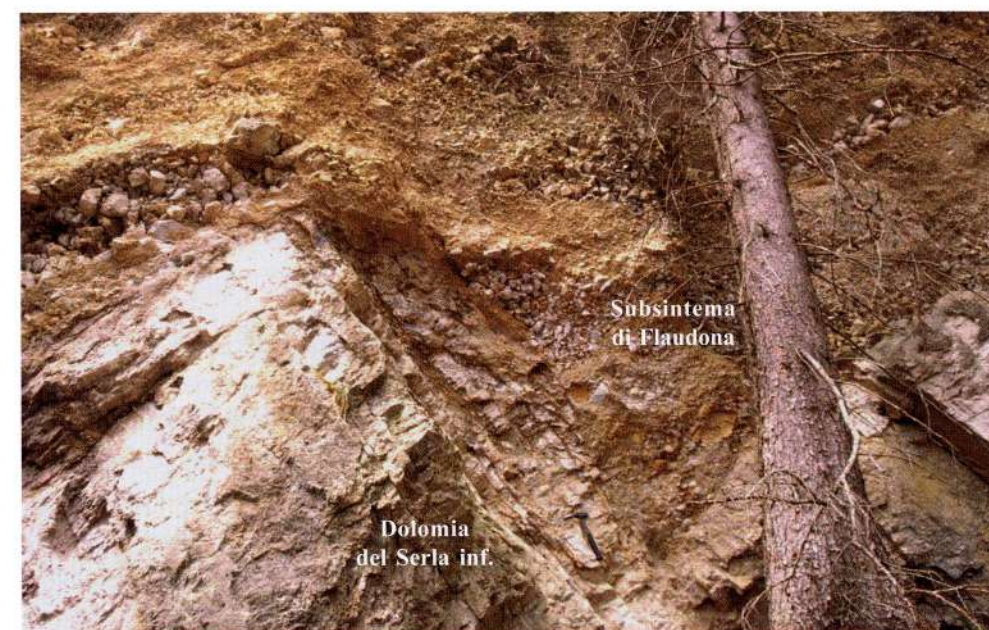


Fig. 6b- Contatto tra il substrato triassico (Dolomia del Serla inf.) e le facies brecciate del subsintema di Flaudona alla località omonima (q. 1430 m). Si noti la forma triangolare che il contatto assume in sezione trasversale.

- Sharp erosional boundary between the Triassic substratum (Dolomia del Serla inf.) and the breccias of the Flaudona subsynthem, at the base of the Flaudona cliff (1430 m a.s.l.). Here is visible one among the several triangular shaped sections the erosion surface has developed.

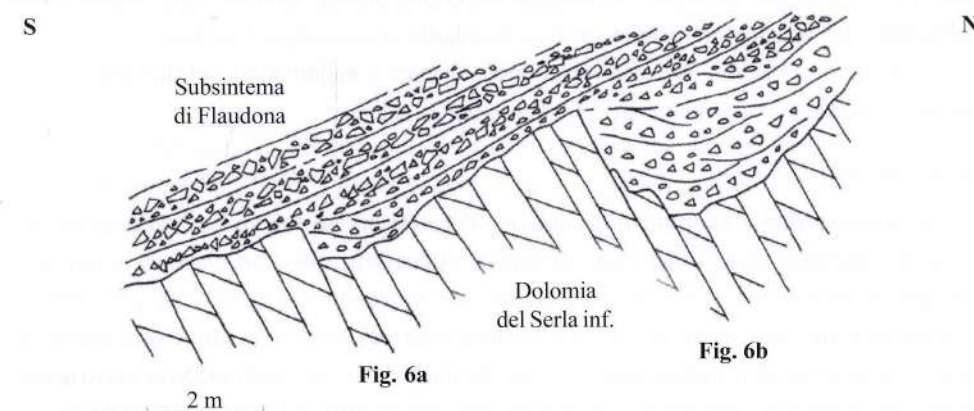


Fig. 6c - Il disegno sottolinea il caratteristico assetto della superficie di contatto tra il substrato triassico e le breccie del subsintema di Flaudona così come appare alla base dell'omonima scoscesa parete visibile nelle figg. 6a e 6b.

- The sketch schematises the peculiar shape the basal unconformity surface of the Flaudona subsynthem develops in the Flaudona cliff. Compare with figs. 6a and 6b.

Nucleo Flaudona

La successione pleistocenica superiore di Ponte Arceons offre una spettacolare esposizione in località Flaudona, di fronte al Col di Ialna, lungo il versante sinistro della Val Pesarina. La successione, che in alcuni tratti sutura il substrato di età triassica media, affiora senza soluzione di continuità lungo un fronte di oltre 1,5 km modellato in parete verticale. Un'estesa porzione della parete stessa, alta un centinaio di metri e con direzione di sviluppo meridiana, costituisce il limite occidentale dell'ampia nicchia di paleofrana (località Pieralada) citata in precedenza (figg. 1b e 5).

L'affioramento in parete, che per la sua estensione e posizione è visibile già da alcuni chilometri di distanza, provenendo da E, è quasi totalmente formato da ruditi clinostratificate immergenti verso il T. Pesarina. Il contatto sul substrato (Fm. di Werfen, Scitico; Dolomia del Serla inf., Anisico, Dolomia dello Sciliar, Ladinico) è osservabile in più punti. In particolare, alla base della citata parete orientale di Flaudona, tra le quote 1320 e 1375 m e a quota 1430 m, sutura con ottime esposizioni la Dolomia del Serla inf. (figg. 6a, 6b e 6c). L'andamento medio della superficie di contatto è circa N290°E/35°SSW, ma alla scala dell'affioramento presenta irregolarità dovute al particolare assetto a reggipoggio del substrato dolomitico fittamente stratificato. A quote più elevate (1500-1650 m) la superficie di contatto si modella sulla Dolomia dello Sciliar (Ladinico) con un'inclinazione verso S prossima ai 45° (fig. 7).

Sulla base delle due differenti età del substrato affiorante, rappresentato fino alla quota 1450 m dalla Dolomia del Serla inf. e dai 1500 m dalla Dolomia dello Sciliar, è plausibile ipotizzare la presenza di una faglia inversa sepolta, di età alpina, non segnata nelle recenti cartografie del settore (VENTURINI et al., 2001-2002), che accavalla la Dolomia del Serla inf. sulla Dolomia dello Sciliar lungo un piano immergente a medio-alto angolo verso S (figg. 1a e 1b).

Nel nucleo Flaudona la successione pleistocenica è suddivisibile in due subsintemi, entrambi appartenenti al sintema pre-LGM alpino orientale.

Subsintema di Flaudona

La quasi totalità delle ruditi affioranti lungo l'estesa parete di Flaudona, sono ascrivibili a questa sottounità (fig. 5). Si tratta di breccie clinostratificate con clasti da angolari a subangolari, sempre ben cementate, in strati con direzioni comprese tra N290°E e N310°E ed immersioni verso SW da 20° a 35°. Seguendo il medesimo pacco di strati si riscontra un regolare incremento dell'inclinazione procedendo dalle quote inferiori (1175 m) verso quelle più elevate (1400 m). I quasi 100 m di successione clinostratificata sono costituiti da quattro facies principali (figg. 8 e 9).

a) Livelli di breccia clinostratificati ben cementati, privi di matrice, in spessori submetrici con un massimo di frequenza intorno ai 20-30 cm. La granulometria in certi casi è inversa, in altri diretta. Nei livelli inferiori i clasti sono esclusivamente carbonatici (Dolomia del Serla inf.).



Fig. 7 - Panorama sulla parte più settentrionale ed elevata della parete di Flaudona con gli affioramenti dell'omonimo subsintema. L'asterisco indica la fascia verticale dove le breccie del subsintema sembrano aver subito gli effetti di un movimento tettonico sinsedimentario. Sulla destra, verso N, è ben esposto il contatto basale tra le breccie del subsintema di Flaudona e i carbonati massicci della Dolomia dello Sciliar (Ladinico).

- The Flaudona subsynthem at the northern and uppermost portion of the Flaudona cliff. The asterisk shows the band where the Upper Pliocene breccia deposits seem to have experienced syn-sedimentary movements. On the right (N) it is well visible the basal boundary between the Sciliar Dolomite (Ladinian) and the Flaudona subsynthem breccias.

Proseguendo verso i livelli medi del subsintema l'alimentazione si arricchisce di frammenti della Dolomia dello Sciliar che nei livelli superiori risultano pressoché esclusivi. La facies è interpretabile come deposito di lobo-setaccio che rielabora, attraverso processi di colata, accumuli sciolti di natura gravitativa o già frutto di precedenti cannibalizzazioni e rideposizioni.

- b) Breccie e brecciole cementate prive di matrice, in livelli clinostratificati di 20-30 cm; basi nette non erosive. Le granulometrie sono omogenee nei singoli livelli. La facies, meno frequente delle altre, è molto simile alla precedente (a) dalla quale è spesso difficile discriminare. È interpretabile come un accumulo gravitativo di versante.
- c) Breccie clinostratificate disorganizzate, in livelli cementati di spessore vario, sovente superiori al metro. Matrice generalmente abbondante, presenti blocchi subarrotondati e sub-angolari con dimensione massima di 1,2 m (Dolomia dello Sciliar). I contatti basali sono netti, non

erosivi. La facies è formata da episodi di colata (debris flow) che rimobilizzano gli accumuli di apice di conoide o i detriti di versante delle quote più elevate.

- d) Brecciole e brecce medio-fini, cementate e clinostratificate, in strati compresi tra 0,1 e 1 m. I contatti basali sono netti, a tratti erosivi. L'organizzazione interna è elevata e sono osservabili locali strutture trattive. È sempre presente un discreto quantitativo di matrice dal caratteristico colore giallastro. La maggior parte dei clasti, deriva dallo smantellamento della Dolomia del Serla inf., così come la matrice giallastra che formava in origine sottili intercalazioni marnoso-carbonatiche alternate ai regolari strati dolomitici del substrato. La facies può essere interpretata come il deposito di correnti trattive che esondavano dai canali alimentatori del conoide di deiezione o si disperdevano alla fronte di questi ultimi.

Il caratteristico assetto clinostratificato del deposito si modifica in due circostanze distinte, entrambe legate a cause localizzate che hanno prodotto effetti circoscritti ma significativi.

- 1) Cause morfologiche. L'andamento a tratti irregolare della superficie erosiva che modella il substrato ha creato degli scalini morfologici a scala da metrica a decametrica. In sezione



Fig. 8 - Subsintema di Flaudona affiorante lungo la parete omonima. In primo piano sono visibili alternanze tra livelli clinostratificati costituiti da brecce cementate a struttura aperta e brecciole con elevata matrice. Sulla sinistra in alto sono presenti depositi disorganizzati a grossi blocchi.
- *Flaudona subsynthem, Flaudona cliff. In the foreground there are open and close framework alternated breccias. On the left top there are visible coarse and disorganised ruditic levels with huge blocks.*

(figg. 6a, 6b e 6c) appaiono come truogoli triangolari, mentre nelle tre dimensioni sono delle depressioni strette e allungate parallelamente alla direzione di strato. I primi accumuli ruditici pleistocenici incontrando tali depressioni s'incanalavano in esse fino a colmarle in onlap con stratificazioni a festoni. Le relative paleocorrenti sono distribuite trasversalmente (con angolo a circa 60°) rispetto a quelle dei successivi depositi clinostratificati che li ricoprono in continuità.

- 2) Cause neotettoniche. Lungo la parete ad orientazione meridiana, a poche decine di metri dal contatto con la Dolomia dello Sciliar (1470 m), si osserva una fascia larga circa 10 m ed estesa verticalmente per una ventina di metri (fig. 7, asterisco). In essa il regolare assetto clinostratificato si scompagina. Nella massa caotica si distinguono ancora dei lembi (4 x 3 m) che, seppur visibilmente basculati e smembrati, mantengono le evidenze dell'originaria stratificazione. La mancanza di superfici tettoniche (faglie o fratture), unitamente alla generale perdita dell'originaria stratificazione avvenuta per spostamenti interparticellari, porta a cercarne la causa in un movimento sinsedimentario innescatosi quando la porzione inferiore del deposito stratificato, da poco accumulata, era ancora in gran parte incoerente.



Fig. 9 - Subsintema di Flaudona affiorante lungo la parete omonima. Si osservano ruditi clinostratificati, immergenti a SW di circa 30°, organizzati in livelli grossolani, cementati, privi di matrice, che si intercalano a brecciole clinostratificate ad elevata matrice (colore giallastro). La barretta è lunga 15 cm.
- *Flaudona subsynthem, Flaudona cliff. Different ruditic cemented facies are organised in foresets dipping 30° to the southwest. They are mainly made of poorly sorted coarse breccias with open framework. They form levels interbedded with finer breccias with yellowish matrix. The scale-bar is 15 cm long.*

Interpretazione

L'associazione di facies, unitamente al persistente assetto clinostratificato, individua per il sub-sistema di Flaudona un ambiente alluvionale dominato da processi di deposizione in massa in alternanza con quelli trattivi e, occasionalmente, gravitativi, i quali nell'insieme sono caratteristici dei conoidi di deiezione.

In particolare, l'esteso tratto affiorante in località Flaudona (fig. 5) ne costituirebbe la porzione occidentale risparmiata dalle esarazioni glaciali e dai franamenti. L'apice del conoide, ora completamente eroso, era situato ad E del M. Creta Forata, mentre la parte centrale dello

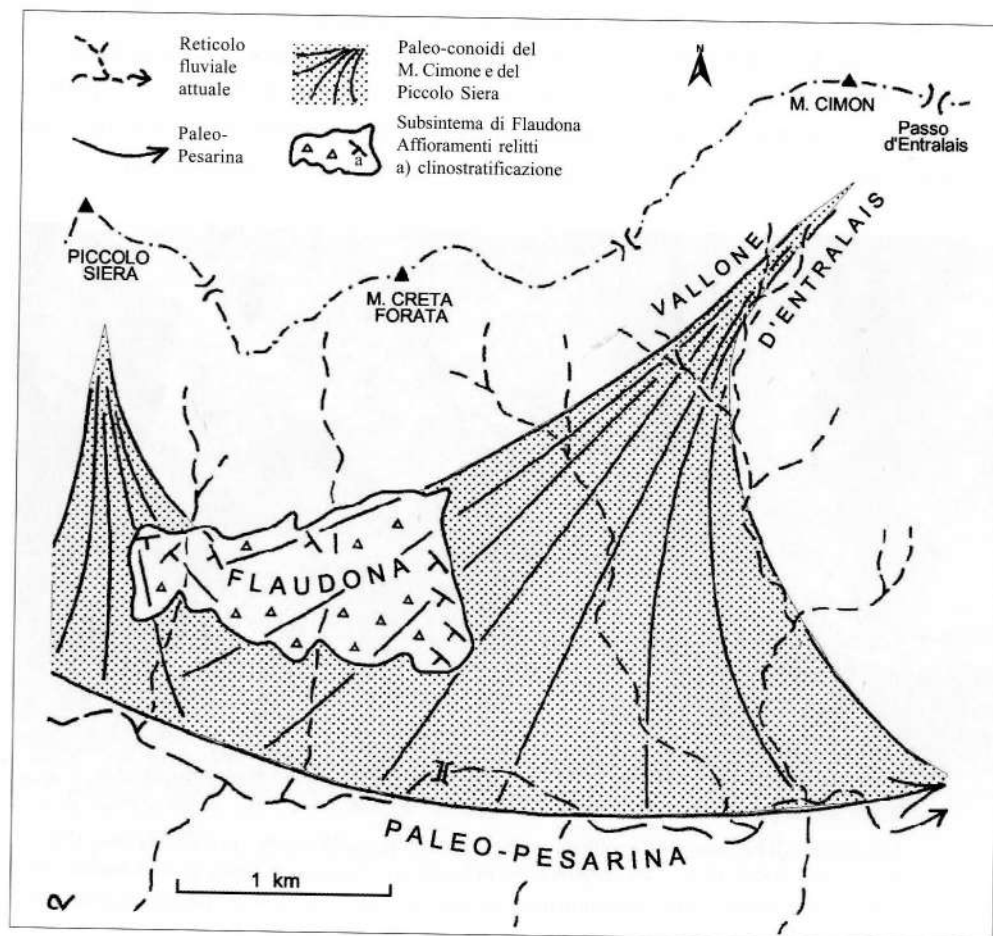


Fig. 10- Estensione e zona di alimentazione dei conoidi di deiezione pleistocenici sup. del M. Cimon e del Piccolo Siera.

- Extent and feeding area of the M. Cimon and Piccolo Siera debris flow fans. They formed during Late Pleistocene.

stesso doveva collocarsi in corrispondenza dell'ampia nicchia di paleofrana (località Pieralada), estendendosi alla fascia attualmente incisa dal Rio Secco. L'alimentazione del vasto conoide di deiezione proveniva dal Vallone d'Entralais, già allora impostato come solco erosivo ad orientazione NE-SW tra il M. Cimon e la Creta della Fuina, quest'ultima appena oltre il margine orientale dell'area esaminata (fig. 10).

Un secondo conoide, di minore estensione, è stato riconosciuto nella propaggine più occidentale del nucleo Flaudona, immediatamente ad occidente del Rio del Frassin. Per questo secondo apporto detritico le clinostratificazioni individuano un'alimentazione originata dal disfacimento erosivo del Piccolo Siera (fig. 10). La distribuzione e l'orientazione delle clinostratificazioni consentono di indicare la zona del Rio del Frassin come la fascia di coalescenza tra i due conoidi di deiezione, rispettivamente del M. Cimon e del Piccolo Siera.

Tettonica

I numerosi dati strutturali del settore di studio sono presenti sotto forma di fratture e di faglie sub-verticali. Anche in questo caso si ritiene utile esporre i dati secondo la relativa distribuzione geografica seguendo la distinzione nei tre nuclei: Ponte Arceons, fondovalle T. Pesarina e Flaudona.

Nucleo Ponte Arceons

In questo nucleo è presente un sistema di fratture N160°E/55°E a maglie metriche che si localizza nel subsistema del Col di Ialna interrompendosi contro la superficie del limite superiore. Negli strati arenitici basali è presente una microfaglia a basso angolo con strie che attestano una compressione meridiana.

Un sistema più recente di fratture, rilevato nel subsistema di Flaudona, è orientato N65°E/70°NNW. È presente inoltre un sistema di faglie N115°E/sub-vert. sottolineato anche dalla morfologia del lato meridionale del colle. Al centro del rilievo è visibile una scarpata morfologica alta alcuni metri, orientata N165°E. Lungo la stessa affiora il subsistema di Flaudona visibilmente inclinato (20°) verso W. Si ritiene che l'immersione, non giustificabile in base a motivi sedimentari, possa essere un effetto prodotto da una faglia ad andamento circa meridiano, orientata parallelamente alla scarpata che in tal caso sarebbe interpretabile come elemento morfotettonico. A tale proposito è interessante notare che la prosecuzione verso settentrione dell'ipotetico piano di faglia sub-verticale attraversa il depocentro vallivo per poi proseguire lambendo l'estesa parete meridiana di Flaudona (fig. 1b).

Nucleo fondovalle T. Pesarina

In questo nucleo le diffuse coperture mascherano le numerose faglie alpine, in gran

parte rappresentate dai sistemi coniugati orientati N110°E e N30°E. Non sono stati individuati indizi d'attività neotettonica a causa della frammentarietà degli affioramenti.

Nucleo Flaudona

In questo nucleo il subsintema omonimo, l'unico presente, è pervaso da vari sistemi di fratture concentrati in fasce circoscritte. In particolare tra le quote 1430 e 1470 m, lungo l'estesa parete ad orientazione meridiana, si rilevano due sistemi a spaziatura metrica, rispettivamente orientati N165°-190°E / 75°-85°E e N260°-280°E / 45°-60°S. Occorre inoltre ricordare lo scompaginamento, privo d'effetti tettonici fragili, subito dai primi venti metri di successione clastica della fascia più settentrionale dell'affioramento, a S del M. Creta Forata. Tale scompaginamento parrebbe attribuibile ad una riattivazione in senso compressivo di una faglia inversa immergente a S presente nel substrato (figg. 1b e 7). Il conseguente assestamento della copertura quaternaria superficiale si sarebbe dunque attivato in una fase di precoce strutturazione del conoide di deiezione. La stessa faglia inversa, già durante la propria attività neoalpina, sarebbe stata confinata lateralmente da uno svincolo trascorrente destro rappresentato da una faglia subverticale appartenente al sistema orientato N140°E (fig. 1a), ben rappresentato nel substrato.

Conclusioni

La ricostruzione dei rapporti stratigrafici della successione pleistocenica superiore di Ponte Arceons (media Val Pesarina), sviluppata in chiave sintemica sulla base dei dati esposti nei precedenti capitoli, permette l'identificazione di due subsintemi, entrambi compresi nel sistema pre-LGM alpino orientale, sensu VENTURINI et al. (in stampa).

Inoltre, una serie di evidenze deformative attesta un'attività neotettonica sia sin- che post-deposizionale. L'evoluzione del settore può essere schematizzata attraverso le seguenti tappe (fig. 11).

Pleistocene ?Medio-Sup.

L'affermazione di un periodo climatico temperato ha inizialmente generato un paleosuolo formato a spese di un sottile diamicton (fig. 2), interpretato come residuo di coltre morenica di fondo risalente ad una fase glaciale ?würmiana, certamente precedente al LGM (Last Glacial Maximum sensu RAVAZZI, 2003). Nel depocentro vallivo di allora, coincidente con il Col di Ialna, si è accumulata una successione ruditica poligenica denominata subsintema di Ponte Arceons (fig. 11a). L'analisi di facies ha evidenziato l'alternanza di depositi torrentizi e sedimenti deltizio-lacustri (figg. 3a e 3b). Le paleocorrenti indicano per entrambi una provenienza da occidente. Da W per le facies torrentizie e dai quadranti occidentali, con maggiore dispersione,

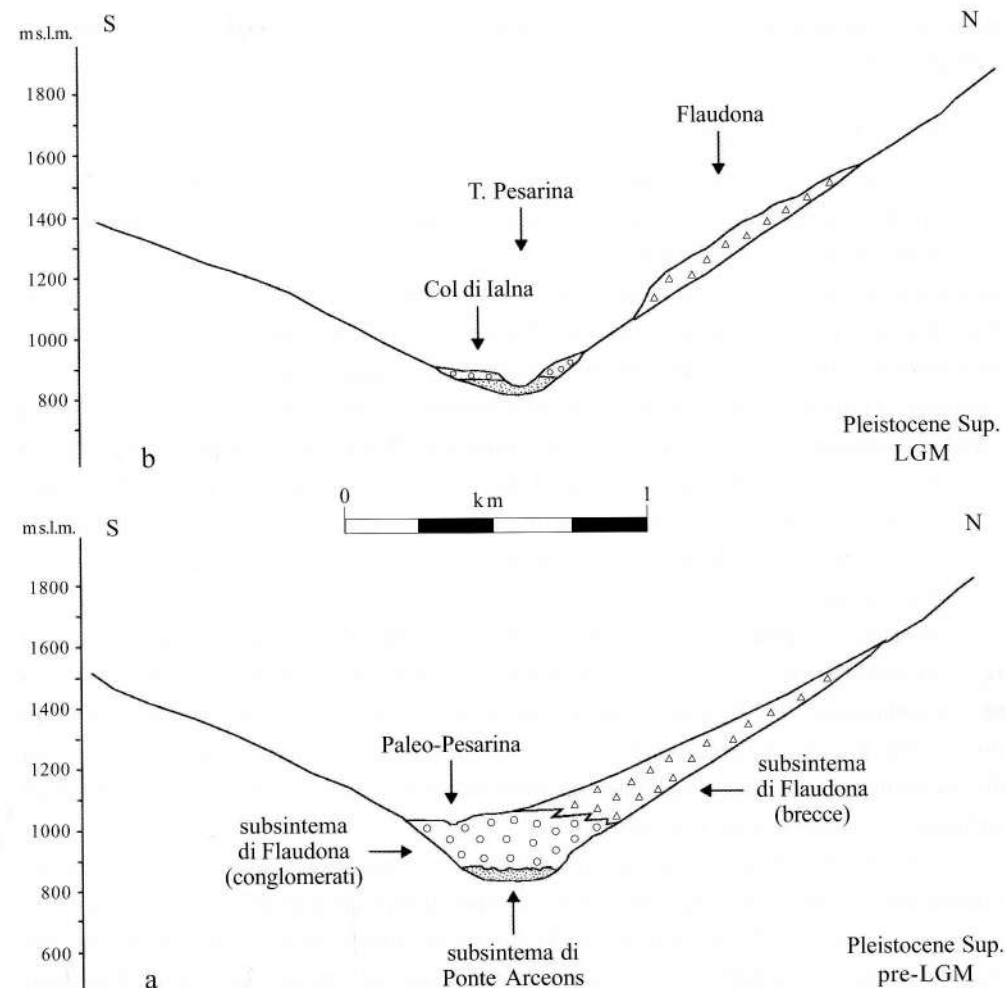


Fig. 11 - Evoluzione pleistocenica sup. della media Val Pesarina. a) Pre-LGM (interglaciale W1? - W2?). Il subsintema di Flaudona, formato dai depositi di conoide di deiezione (conoide del M. Cimon) che nel fondovalle si indentano con i sedimenti fluviali suborizzontali, si sovrappone in contatto erosivo e debole discordanza sul subsintema di Ponte Arceons. b) LGM. L'esarazione glaciale connessa all'ultimo acme würmiano asporta circa un centinaio di metri dal subsintema di Flaudona in corrispondenza del depocentro vallivo. Inoltre modella la forra del Col di Ialna, verosimilmente già in parte impostata come solco fluviale prima della fase glaciale LGM.

- The middle Pesarina Valley Late Pleistocene evolution. a) Pre-LGM (interglacial Würm 1? - 2?). The Flaudona subsynthem, mainly made of debris flow facies (M. Cimon palaeofan) interfingered with bottom valley fluvial deposits, rests with gentle unconformity on the Ponte Arceons subsynthem alluvial deposits. b) LGM. The glacial esaration erased not less than 100 m of Flaudona subsynthem succession, mostly from the valley floor. Besides, it moulded the Col di Ialna gorge presumably dig by fluvial erosion mainly before the LGM.

per le facies deltizio-lacustri. Alla precoce cementazione della successione ha fatto seguito lo sviluppo di un sistema di fratture orientato N160°E/55°E.

Pleistocene Sup. (pre-LGM)

Alla deposizione, cementazione e fratturazione del subsistema di Ponte Arceons è seguita un'erosione di non facile quantificazione. Sulla relativa superficie erosiva (fig. 1c), in corrispondenza dell'attuale depocentro vallivo, si sono accumulati nuovi depositi torrentizi ad assetto sub-orizzontale denominati subsistema di Flaudona (fig. 11a). Gli stessi passano lateralmente, verso N, a depositi clinostratificati (conoide di deiezione, fig. 5) con i quali si sono indentati lungo quella che diventerà la fascia di massima incisione olocenica del T. Pesarina. Il conoide di deiezione principale (conoide del M. Cimon) si è originato per il rapido disfaccimento erosivo del massiccio dolomitico (Dolomia dello Sciliar e Dolomia del Serla inf.) situato ad E del M. Creta Forata (fig. 10). Si ritiene che gran parte dell'apporto clastico sia stato generato dall'erosione del Vallone d'Entralais, allora impostato come solco torrentizio in un periodo durante il quale la piovosità del settore carnico doveva presentare intensità ben più elevate delle attuali.

Durante la deposizione della prima ventina di metri di successione clinostratificata i relativi sedimenti, ancora non completamente cementati, hanno risentito di uno scompaginamento, probabilmente indotto dalla riattivazione di una faglia inversa, con piano immergente a S, presente nel substrato. Lo scompaginamento interessa una fascia larga una decina di metri situata in prossimità della zona apicale del conoide (fig. 7). La ripresa della sedimentazione ha suturato la deformazione.

Il conoide di deiezione principale (conoide del M. Cimon) si è sviluppato fino a superare i due chilometri di raggio (fig. 10) saldandosi lateralmente ad apporti simili ma di minore estensione e potenza (conoide del Piccolo Siera). Per il conoide del M. Cimon lo spessore dei depositi ruditici clinostratificati ha raggiunto e forse superato i cento metri. Prima dell'avvento della successiva fase glaciale (LGM), la Val Pesarina dovette risentire di un approfondimento erosivo fluviale. Ne è testimonianza la forra del Col di Ialna, solco a tipica morfologia fluviale rivestito lungo il versante sinistro, fino alle basse quote, da depositi morenici LGM (fig. 1a).

Pleistocene Sup. (LGM)

L'affermazione dell'ultimo massimo glaciale (LGM) ha riportato il settore alpino in condizioni esarative (VENTURINI, 2003). La lingua glaciale della Val Pesarina ha raggiunto 1.000 m di potenza (GORTANI, 1959). In questa fase i depositi quaternari pre-LGM della vallata hanno subito drastiche riduzioni anche se il settore oggetto d'indagine è quello che ne ha risentito meno. In esso i maggiori effetti esarativi si sono concentrati lungo l'asse della Val Pesarina (Col di Ialna) eliminando circa un centinaio di metri di successione dal subsistema di Flaudona (fig. 11b).

Anche il conoide del M. Cimon ne ha risentito; ciò nonostante anch'esso è riuscito a conservare parte della propria identità morfologica e con essa il corredo di dati sedimentari. Nel fondovalle, con il ritiro dell'ultima lingua glaciale, il cui sviluppo e permanenza è databile a circa 22.000-19.000 anni B.P., si è formata una sottile coltre morenica di fondo (sintema LGM alpino orientale), che si è estesa fino a quote di poco superiori all'attuale depocentro vallivo (figg. 1a e 1b). Il ritiro del ghiacciaio da questo tratto di valle è stato preceduto, o accompagnato, da un consistente evento franoso la cui nicchia di distacco è tuttora ben conservata (paleofrana di Pieralada); al contrario dell'accumulo non resta traccia. Si ritiene che l'originario deposito di frana (fig. 1b) sia stato asportato dalla lingua glaciale che ancora occupava la Val Pesarina.

L'innesco della paleofrana di Pieralada potrebbe essere stato connesso all'attivazione della faglia orientata N165°E/sub-vert. che interseca gli affioramenti del Col di Ialna producendo una scarpata morfotettonica. Anche lo sviluppo del sistema di faglie orientato N110°E/sub-vert. (fig. 1c) è con ogni probabilità temporalmente confinato in questa fase.

Olocene (post-LGM)

L'evoluzione olocenica della media Val Pesarina è caratterizzata da una fase erosiva fluviale con approfondimenti che lungo il corso del T. Pesarina sono intorno a 10 m. Non mancano, tuttavia, inversioni di tendenza testimoniate da lembi residuali di accumuli fini deltizio-lacustri (sabbie e limi) che si ritrovano appoggiati alla superficie erosiva sub-verticale prodotta dall'approfondimento fluviale olocenico. Nell'area oggetto di studio, un esempio di simili depositi (di estensione non cartografabile e con spessori di circa 4 m) è preservato in una nicchia d'erosione fluviale posta sottocorrente e scavata nel subsistema di Ponte Arceons, appena a valle dell'omonimo ponte sul T. Pesarina, in sponda idrografica destra.

Simili successioni sono il riflesso deposizionale prodotto da locali franamenti che occasionalmente sbarravano, con modesti accumuli, il deflusso del T. Pesarina. Del resto, nel settore non sono infrequenti le morfologie di frana post-glaciale, sempre di limitata estensione (fig. 1b) e che, congiuntamente alle erosioni fluviali, hanno in alcuni casi obliterato la precedente superficie di esarazione würmiana (LGM). La tendenza all'approfondimento del reticolo fluviale perdura tuttora, rallentata solo dalle opere trasversali di regimazione d'alveo.

Manoscritto pervenuto il 25.X.2004.

Ringraziamenti

Un grazie clamoroso all'amico G.B. Carulli per la rilettura critica del manoscritto. Un grazie di cuore a M. Giovannelli per la preziosa attività di redazione.

Bibliografia

AA.VV., 1971 - Carta Geologica d'Italia Fogli 4c-13 "Monte Cavallino-Ampezzo". Servizio Geologico Nazionale, S.el.ca, Firenze.

- ELMI C. & MONESI A., 1967 - Ricerche geologiche nella tavoletta Prato Carnico. *Giornale di Geologia*, 34: 1-17.
- GORTANI M., 1959 - Carta della glaciazione würmiana in Friuli. *Rendiconti, Atti Acc. Sc. Ist. di Bologna*, 6: 1-11.
- RAVAZZI C., 2003 - An overview of the Quaternary continental stratigraphic units based on biological and climatic events in Italy. *Il Quaternario, INQUA - It. Journ. of Quat. Sc.*, Vol. spec., 16 (1bis): 11-18.
- VAI G.B., VENTURINI C., CARULLI G.B. & ZANFERRARI A. (a cura di), 2002 - Guida alle Alpi e Prealpi Carniche e Giulie, alla pianura friulana e al Carso. *Guide Geologiche Regionali, Soc. Geol. It.*, p. 360.
- VENTURINI C., 2003 - Il Friuli nel Quaternario: l'evoluzione del territorio. In: G. MUSCIO (a cura di), Catalogo alla Mostra: Glacies. L'età dei ghiacci in Friuli: ambienti, climi e vita negli ultimi 100.000 anni. *Museo Friul. St. Nat.*, 23-106.
- VENTURINI C., PONDRELLI M., FONTANA C., DELZOTTO S. & DISCENZA K., 2001-2002 - Carta geologica delle Alpi Carniche - Geological map of the Carnic Alps (scala 1:25.000, foglio occidentale e foglio orientale). *S.el.ca*, Firenze, 990 kmq.
- VENTURINI C., SPALLETTA C., VAI G.B., PONDRELLI M., FONTANA C., DELZOTTO S., LONGO SALVADOR G. & CARULLI G.B., con la coll. di D. GARUTI, D. CIAVATTA, PONTON M. & PODDA F. (in stampa) - Note Illustrative al F° 031 Ampezzo (Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000). *APAT-Servizio Geologico d'Italia, S.el.ca*, p. 208, Firenze.

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:

- Antonella ASTORI

Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica
dell'Università di Padova
Via Giotto 1, I-35137 PADOVA

- Corrado VENTURINI

Dipartimento di Scienze della Terra
dell'Università di Bologna
via Zamboni 67, I-40127 BOLOGNA
corrado.venturini@unibo.it