

MARTA PAPPALARDO (\*) & ADRIANO RIBOLINI (\*)

## CARTA GEOMORFOLOGICA DELLA VALLE DESERTETTO (ALPI MARITTIME) E NOTE ILLUSTRATIVE

ABSTRACT: PAPPALARDO M. & RIBOLINI A., *Geomorphological map of the Valle Desertetto (Maritime Alps) and explanatory notes*. (IT ISSN 0391-9838, 1997).

The geomorphological map of the Valle Desertetto is the result of a detailed field survey in an area representative of the main morphotypes present on the Italian side of the Argentera Massif.

The Valle Desertetto lies immediately above the valley of Gesso della Valletta Torrent. A step 190 m high links the two valleys, but there is no surface water flow to the main valley. The absence of a water course dissecting the valley bottom is a distinctive element of this geographical unit, as is the presence, in the medium-high section of the valley, of dolines and swallow-holes, mantled by a glacial deposit.

Three glacial cirques are carved into the diatexitic rocks of the valley head. From the threshold of these two morainic frontal ridges extend. Inside the easternmost cirque a small but typical rock glacier can be observed. A transfluence is likely to have occurred from the adjacent Valle Stura di Demonte through the Colle dell'Arpione, to the east of which the left slope, made of calcareous and slaty rocks, is located, where outwash processes are prevalent, favoured by the absence of trees. On its eastern side this slope is characterized by clear structural scarps, due to the tectonic structure of the sedimentary cover. On the right slope, instead, there are conditions of biostasy, with a prevalence of inactive forms such as rock channels and block fields/streams. This latter slope is partly mantled by a till deposit, left by the glacier snout of the main valley during the stage of its maximum expansion. The valley bottom, finally, is occupied by a fluvio-glacial deposit, the surface of which does not show any trace of later carving. Anthropogenic impact is evident in the areas subject to quarrying. The waste material of this activity, affected by rill erosion, is involved in the slope dynamics.

The cartographical representation of the forms, deposits and processes here described and of other less important ones, represents a methodological essay, a preliminary trial aimed at producing a smaller scale map comprising the whole basin area.

KEY WORDS: Geomorphological map, Glacial morphology, Slope processes, Valle Desertetto, Maritime Alps.

RIASSUNTO: PAPPALARDO M. & RIBOLINI A., *Carta geomorfologica della Valle Desertetto (Alpi Marittime): note illustrative*. (IT ISSN 0391-9838, 1997).

(\*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa.  
Lavoro eseguito con fondi Murst 40%: «La risposta dei processi geomorfologici alle variazioni ambientali» (Resp. Prof. P.R. Federici).

La carta geomorfologica della Valle Desertetto costituisce il prodotto di un rilevamento di dettaglio in un'area rappresentativa dei principali morfotipi presenti sul versante italiano del Massiccio dell'Argentera.

La Valle Desertetto è sospesa sul fondovalle del Torrente Gesso della Valletta, al quale si raccorda attraverso un gradino alto 190 m, ma l'apporto idrico alla valle principale è nullo per via superficiale. L'assenza di un corso d'acqua che incide il fondovalle è un elemento distintivo di questa unità geografica, così come la presenza di doline ed inghiottitoi, ricoperti da deposito glaciale, nel tratto medio-alto.

La testata della valle è costituita da tre circhi glaciali scavati nelle rocce diatexitiche del Massiccio, a partire dalla soglia dei quali si sviluppano due archi morenici frontali. All'interno del circo più occidentale si osserva un piccolo ma tipico *rock glacier*. Una probabile sella di trasfluenza con l'attigua Valle Stura di Demonte è stata identificata con il Colle dell'Arpione, ad est del quale si sviluppa il versante sinistro, costituito da rocce calcaree e scistose, dove prevalgono processi di dilavamento favoriti dall'assenza di vegetazione arborea. Nella porzione orientale questo versante è caratterizzato da evidenti scarpate strutturali legate all'assetto tettonico della copertura sedimentaria. Il versante destro è invece in condizioni di biostasia, e vi prevalgono forme inattive quali forre, depositi periglaciali non in equilibrio con l'attuale contesto morfologico (*block field/stream*) ed un'abbondante coltre morenica in parte costituita da materiali depositi dalla lingua glaciale che percorreva la valle principale nella sua fase di massima espansione. Il fondovalle è invece occupato da un deposito fluvio-glaciale la cui superficie è priva di tracce di incisioni successive. L'impatto antropico è evidente nelle aree soggette ad asportazione di materiale lapideo, i cui scarti, presi in carico dalle acque di ruscellamento, entrano a far parte della dinamica dei versanti.

La restituzione cartografica delle forme, depositi e processi qui nominati e di altri di minore importanza, costituisce un saggio metodologico per la realizzazione di un elaborato cartografico in scala minore di tutta l'area del bacino.

TERMINI CHIAVE: Carta geomorfologica, Morfologia glaciale, Processi di versante, Valle Desertetto, Alpi Marittime.

### INTRODUZIONE

Scopo di questo lavoro è la descrizione e l'analisi dei processi morfogenetici e delle forme e depositi correlativi della Valle Desertetto, una valle tributaria del Torrente Gesso. Questa costituisce, con i suoi rami (Gesso della Valletta e Gesso di Entracque), il collettore principale del reticolo idrografico che drena il versante italiano del Mas-

siccio dell'Argentera. La confluenza della Valle Desertetto nel Gesso della Valletta avviene in prossimità dell'abitato di San Lorenzo, attorno a quota 850. In realtà l'apporto idrico della valle tributaria è nullo, almeno per via superficiale, in quanto lungo il suo fondovalle non scorre alcun corso d'acqua e il canale di scolo che si individua nel tratto terminale della valle si infila al di sotto della coltre alluvionale presso la frazione di San Lorenzo.

Da questo punto di vista, la Valle Desertetto rappresenta un caso anomalo per le modalità di drenaggio e possiede caratteristiche morfologiche peculiari. Infatti se in essa si rinvenivano praticamente le tipologie principali di forme e depositi che caratterizzano l'assetto morfologico del Massiccio Cristallino e della sua copertura sedimentaria, la diffusione di doline nella parte alta della valle, assai limitate nelle altre aree interessate dal fenomeno carsico (Ribolini, 1996), rappresenta un elemento di distinzione.

La Valle Desertetto è orientata da ovest verso est e risulta sospesa sul fondovalle del Gesso di 190 m. Il tratto subpianeggiante, ubicato immediatamente a monte del gradino di sospensione è sede quasi esclusiva di insediamento antropico nella valle, con il nucleo di S. Bernardo (1085). Alle quote elevate che caratterizzano la sommità del versante destro (2147 m il M. Merqua) corrispondono quelle più modeste del versante sinistro (1880 m la Cima Cialancia). All'estremità occidentale dell'asse vallivo è situato l'unico valico, il Colle Dell'Arpione (1725 m), che mette in comunicazione la Valle Desertetto con l'attigua Valle Stura di Demonte. I bacini idrografici delle due valli sono separati dallo spartiacque coincidente con il limite settentrionale del rilevamento, mentre al di là della cresta del versante destro della Valle Desertetto si trova la Valle della Meris (Serani, 1995), un altro bacino tributario del Gesso della Valletta. L'asse della Valle Desertetto coincide grossomodo con il contatto fra le rocce cristalline del Massiccio dell'Argentera e la sua copertura sedimentaria autoctona. Il versante destro è costituito da diatessiti a carattere prevalentemente biotitico, denominate «anatesiti biotitiche» (Malaroda & alii, 1970). Il processo di migmatizzazione è stato localmente più intenso ed ha generato isolati fenomeni di granitizzazione. Alla generale compattezza del litotipo migmatitico fa eccezione la strutturazione della parte alta del versante settentrionale del Monte Merqua, dove un duplice sistema di fratture coincide con una successione di scarpate.

Le formazioni sedimentarie caratterizzano una piccola porzione del basso versante destro e la totalità di quello sinistro. Sono costituite prevalentemente da calcari in facies diverse (dolomitici, «a cellette» e scuri) e subordinatamente da gessi e calcareniti. Limitati affioramenti di marmi all'interno delle formazioni calcaree santoniane-turoniane e retico-kimmeridgiane hanno permesso lo sfruttamento minerario, tutt'oggi attivo nei pressi di S. Lorenzo e abbandonato nell'alta valle.

La carta geomorfologica della Valle Desertetto, eseguita sugli elementi della Carta Tecnica Regionale del Piemonte in scala 1:10.000, rappresenta un saggio di una rappresentazione estesa a tutto il bacino del T. Gesso, in scala 1:25.000, che è in preparazione da alcuni anni. In questo senso devono essere interpretate alcune scelte cartografi-

che, non del tutto in linea con i criteri proposti nella Guida al Rilevamento della Carta Geomorfologica d'Italia (Gruppo di lavoro per la cartografia geomorfologica, 1994), ed il carattere illustrativo di questa nota. A. Ribolini ha curato in particolare modo il rilevamento della parte alta della valle, nella porzione compresa fra la testata valliva (M. Merqua, Colle dell'Arpione) e i pressi della località Tetti dei Frè, occupandosi dei rapporti fra morfologia glaciale e carsismo. M. Pappalardo ha eseguito il rilevamento della bassa valle fino all'innesto con la Valle del Gesso della Valletta, affrontando i problemi di morfologia strutturale del versante sinistro e dei depositi glaciali del fondovalle. La stesura della Nota Illustrativa e le considerazioni sull'evoluzione geomorfologica dell'area oggetto di studio sono state svolte comunemente da entrambi gli autori.

## MORFOLOGIA DELLA TESTATA VALLIVA

I prodotti del dominio morfoclimatico glaciale, ormai totalmente inattivi, caratterizzano l'alta valle. Scavati nelle rocce diatessitiche del versante destro si osservano tre circhi glaciali orientati a nord-est, con ali subparallele, smusate nella parte terminale a dimostrazione di una parziale coalescenza dei tre corpi glaciali che si sviluppavano da essi nella fase di massima espansione. Le pareti rocciose, nude per lo più o a tratti tappezzate da sottili coltri colluviali e lembi di falda detritica, sono interessate da due vistosi sistemi di scarpate, fra di loro pressappoco ortogonali (N50-60E e N110-130E), la cui regolarità di orientazione tradisce l'esistenza di un doppio sistema di fratture. La trincea che si apre presso la vetta del M. Merqua, una netta spaccatura orientata N140E, provoca lo sdoppiamento di un piccolo tratto di cresta e può essere considerata, anche se profonda solo pochi metri, l'evidenza di una deformazione gravitativa in corrispondenza di un probabile disturbo tettonico.

Il fondo dei tre circhi è occupato da lingue di un *till* grossolano che ricopre, ove presenti, i gradini di valle ed a tratti forma le creste di piccoli archi frontali. Confrontando le quote di questi modesti corpi al fine di intuirne una possibile correlazione, si rileva che la loro altitudine diminuisce dal circo più occidentale a quello più orientale. Anche il calcolo del limite delle nevi (secondo Höfer, 1922) porta a escludere una contemporaneità di formazione fra gli archetti relativi al circo orientale, che risultano più antichi, e quelli dei due recinti ad occidente di esso. Confermano questa precocità di ritiro della lingua glaciale dal circo orientale le forme di deposito che si trovano sovrapposte al *till*: un grosso *debris flow* inattivo con doppio canale di alimentazione si sviluppa linearmente per circa 400 m, arrestandosi sulla contropendenza formata dall'argine interno dell'archetto a quota più elevata. Nel circo intermedio, invece, troviamo un *debris flow* inattivo ma di dimensioni più modeste, mentre nella parte alta un corpo derivante dalla coalescenza di tre lobi è in formazione a tergo del più elevato sistema di archetti. Nel recinto occidentale il fenomeno *debris flow* è quasi inesistente, ed un piccolo *rock glacier*, rilevato al di fuori della soglia del circo, testimonia una persistenza nel tempo di condizioni microclimatiche

favorevoli al *creeping* di *permafrost* di montagna. Nonostante il suo modesto sviluppo areale, la tessitura superficiale del *rock glacier* presenta aree indicative sia di un flusso di tipo compressivo (argini concentrici e lobi) che estensivo (trincee trasversali alla direzione di movimento, depressioni imbutiformi). Si tratta di un corpo avente uno sviluppo lineare di poco superiore ai 300 m, che si estende fra i 1800 ed i 1730 m, formatosi a partire da un piccolo cordone morenico.

A valle delle soglie le lingue di *till* si espandono a formare un deposito pressoché continuo esteso circa 1 km<sup>2</sup>. Questo deposito ha caratteristiche sedimentologiche diverse da quelle degli archetti individuati entro i circhi: vi prevale infatti una matrice siltosa, con inglobati clasti diatessitici angolosi ed eterometrici. L'abbondanza di matrice ha consentito in superficie lo sviluppo della cotica erbosa, dalla quale affiorano clasti fortemente lichenizzati. Quanto alla forma di questo corpo, essa non è di immediata percezione (fig. 1), ed è stata ricostruita attraverso un rilevamento puntuale suffragato dall'analisi aerofotografica. Sono stati riconosciuti due archi frontali: quello occidentale è relativo ad una lingua derivata dalla coalescenza fra i ghiacciai discesi dai due circhi posti ad ovest mentre l'arco orientale, la cui porzione destra è mal conservata, è relativo al terzo circo, posto più ad oriente. Il motivo della non netta morfologia di questi archi risiede nel fatto che essi giacciono su di un substrato calcareo (il contatto fra Massiccio Cristallino e copertura passa presso la soglia dei circhi) soggetto a fenomeni di dissoluzione carsica, che hanno condotto alla formazione nella coltre morenica di depressioni in corrispondenza di punti di assorbimento ma anche di vere e proprie doline ereditate (fig. 2). Lo sviluppo di questi fenomeni, osservabili fra i 1500 ed i 1700 m, appare più evidente a quote più basse, dove si trovano doline con l'asse maggiore attorno al centinaio di m (la più grande di queste doline è quasi lunga 200 m e profonda una decina), mentre verso l'alto preval-



FIG. 1 - Depositi glaciali nell'alta Valle Desertetto. All'interno del cordone morenico si possono osservare numerosi inghiottitoi e doline. A tratteggio gli assi dei cordoni morenici più occidentali. Rg: rock glacier.

FIG. 1 - Glacial deposits in the upper part of Valle Desertetto. In the inner side of the morainic ridge some swallow-holes and dolines can be observed. The dotted line indicates the axes of the easternmost morainic ridges. Rg: rock glacier.

gono piccole conche circolari o anche punti d'assorbimento (inghiottitoi) verso i quali convergono i collettori principali delle acque di drenaggio che in corrispondenza di essi, in toto o in parte, si infiltrano. Se in sezione queste doline hanno pressoché tutte un simile profilo concavo, in pianta hanno sviluppi diversi fra loro: in particolare quelle poste sul fianco destro della morena orientale sono molto strette ed allungate trasversalmente al pendio (40x100 m circa). In generale le doline o sono allineate parallelamente alla direzione di sviluppo dei cordoni (N60 circa) o ortogonalmente ad essa, ma in un paio di casi si hanno forme composte che risentono di entrambe le orientazioni.

La fronte dell'apparato morenico si trova verso quota 1420, circa cento metri più in basso delle creste degli archetti. Essa si presenta molto acclive, mentre nella parte interna il dislivello fra la cresta e la superficie di sviluppo delle doline è di pochi metri ed il declivio dolce.



FIG. 2 - Doline ereditate sviluppate sui depositi glaciali dell'alta valle.  
FIG. 2 - Inherited dolines developed on the glacial deposits of the valley.

## LA MORFOLOGIA DEI VERSANTI

Le diverse caratteristiche lito-strutturali, le probabili differenti condizioni microclimatiche ed un ineguale sfruttamento da parte dell'uomo fanno sì che i due versanti della Valle Desertetto risultino paesaggisticamente dissimili fra di loro, che le forme rilevate con i depositi connessi ed i processi prevalenti su di un versante siano diversi da quelli dell'altro.

Il versante a bacio presenta una fitta copertura arborea, per lo più di faggi, mentre quello a solatio ha subito un intenso disboscamento allo scopo di renderlo idoneo al pascolo. Risulta molto difficile collocare cronologicamente questo disboscamento, ma esso si deve ritenere probabilmente anche anteriore al diciottesimo secolo (Comba & Cordero, 1997). Pertanto, mentre sul versante destro troviamo forme e depositi inattivi ben conservati e processi attivi in condizioni di prevalente biostasia, su quello sinistro i fenomeni di detritazione ed erosivi in genere sono molto sviluppati ed attivi, con conseguente esumazione di alcune morfostrutture.

## IL VERSANTE DESTRO

Un esteso deposito morenico occupa la porzione medio-bassa del versante, fra i 1250 m e lo sbocco nella Valle Gesso. Questo corpo non presenta una forma propria, ma ha il carattere di una spalmatura, e si raccorda con la sottile coltre detritica colluviale che altimetricamente lo sovrasta.

Nelle sezioni visibili, in particolare lungo la strada interpodereale che dal fondovalle si spinge verso la località Chiaperase e presso l'impianto sciistico di Tetti Serret, la matrice del deposito risulta di colore rossastro, ed i clasti inglobati, appartenenti ad una classe granulometrica intermedia (15-20 cm di diametro massimo, sono assenti i grossi blocchi), si presentano talvolta molto degradati. Morfologicamente il corpo sembrerebbe un residuo di un cordone laterale destro, almeno nella parte più alta della valle, sino all'altezza di S. Bernardo; le argomentazioni sulla sua reale natura saranno riprese più oltre, prendendo in esame il *till* di fondovalle al quale si salda.

Una serie di depositi inattivi di origine periglaciale si rinvengono lungo il versante caratterizzato dall'eloquente toponimo «Chiaperase». Si tratta di una serie di macchie di detrito grossolano, che si estendono a partire dalla sommità del versante presso Costa dei Creus (1541) sino quasi al fondovalle (1125), talora sovrapposte al deposito glaciale. Di forma irregolare ed estensione variabilissima<sup>1</sup>, come appare dalla carta, quelle in prossimità del crinale hanno la caratteristica di campi di pietre (*block field*) mentre i due corpi allungati sono classificabili come colate di pietre (*block stream*). In entrambi i casi i costituenti sono blocchi diatessitici di taglia medio-grande, a spigoli vivi o debolmente smussati, abbondantemente lichenizzati (fig. 3). La tessitura superficiale del deposito mostra blocchi con asse maggiore (a) fra 2 metri e 50 cm circa e con assi minori (b e c) rispettivamente 1/2 ed 1/8 di a. Sono stati osservati anche riempimenti intersitiziali di blocchetti decimetrici. Localmente gli elementi di dimensioni minori presentano figure da mobilitazione secondaria per ruscellamento: embricature, rotazioni e ribaltamenti evidenziati da facce lichenizzate rivolte verso il basso. I depositi appaiono privi di matrice e si appoggiano sul versante ricalcando la forma originaria del medesimo. Mentre i campi di pietre mostrano di non avere subito praticamente alcun trasporto, le colate presentano una pur debole orientazione dei blocchi, che avendo per lo più forma ovoidale fortemente appiattita, tendono ad presentarsi con la faccia più estesa parallela al pendio e l'asse maggiore subparallelo alla direzione di massima pendenza. I *block stream* della Valle Desertetto presentano anche altre peculiarità note in letteratura (Washburn, 1973), quali le ondulazioni della superficie e, come già accennato, la presenza di blocchetti di dimensioni decimetriche mobilitizzati da processi di ruscellamento in atto.

Nell'unica sezione sufficientemente profonda è stato osservato un limite netto e non ondulato che separa la colata di pietre da un deposito sottostante, a matrice rossa-

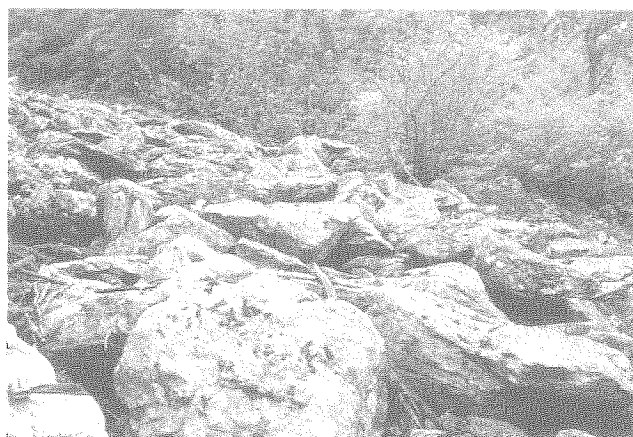


FIG. 3 - Particolare del *block stream* sul versante destro della valle. Osservabile la forma inequidimensionale dei blocchi e la tendenza ad assumere una tessitura orientata.

FIG. 3 - Detail of the block stream on the right valley slope. The unhomogeneous size of blocks and their tendency to display an oriented texture can be observed.

stra da sabbioso-grossolana a ghiaiosa-fine, che rappresenta il *till* sul quale il deposito si è messo in posto.

Nel tratto occidentale del versante hanno sviluppo processi di erosione, limitati nella parte bassa dalle già menzionate condizioni di biostasia, ma che traggono alimentazione nella parte alta del versante priva di copertura arborea. In particolare canali in roccia isorientati prodotti dall'erosione incanalata attualmente funzionano come corridoi di valanga. Il fenomeno delle valanghe è piuttosto diffuso nella Valle Desertetto, sia in tempi storici (Capello, 1977) che attualmente.

## IL VERSANTE SINISTRO

La sottile coltre detritica che ammantava il versante sinistro della Valle Desertetto, irregolarmente coperta da vegetazione erbacea, è facilmente mobilizzata tanto che a partire da essa si attiva un processo di trasporto di detrito lungo il versante, sino alla base (fig. 4). Le forti pendenze, attorno al 60%, la debolezza del litotipo calcareo lungo i giunti di strato, la mancanza dell'azione schermante di una copertura vegetale arborea, favoriscono la produzione di detrito medio-fine (10-15 cm di diametro massimo) da parte principalmente dei fenomeni crionivali (Dumas & Raffy, 1993). Durante la stagione fredda, la microfratturazione della parte più superficiale degli affioramenti esercitata dal gelo discontinuo, rende disponibili isole detritiche di spessore centimetrico-decimetrico e irregolarmente distribuite. Con lo scioglimento della coltre nevosa, invece, i processi di ruscellamento prendono in carico il detrito convogliandolo verso i canali di deflusso principali (indicati in carta come solchi di ruscellamento concentrato). Vista la forte stagionalità<sup>2</sup>, lo

<sup>1</sup> La loro reale estensione non è valutabile con precisione, poiché i corpi sono stati colonizzati da una fitta vegetazione arbustiva ed arborea nella porzione più esterna, il che è tipico di queste forme quando sono inattive (Pappalardo & Putzolu, 1994).

<sup>2</sup> Il regime delle precipitazioni (Biancotti & alii, 1991) in questa zona è fortemente irregolare, con un massimo principale in maggio ed uno secondario in ottobre, mentre fra il mese più piovoso e quello più secco (luglio) l'entità delle precipitazioni diminuisce mediamente del 63%.

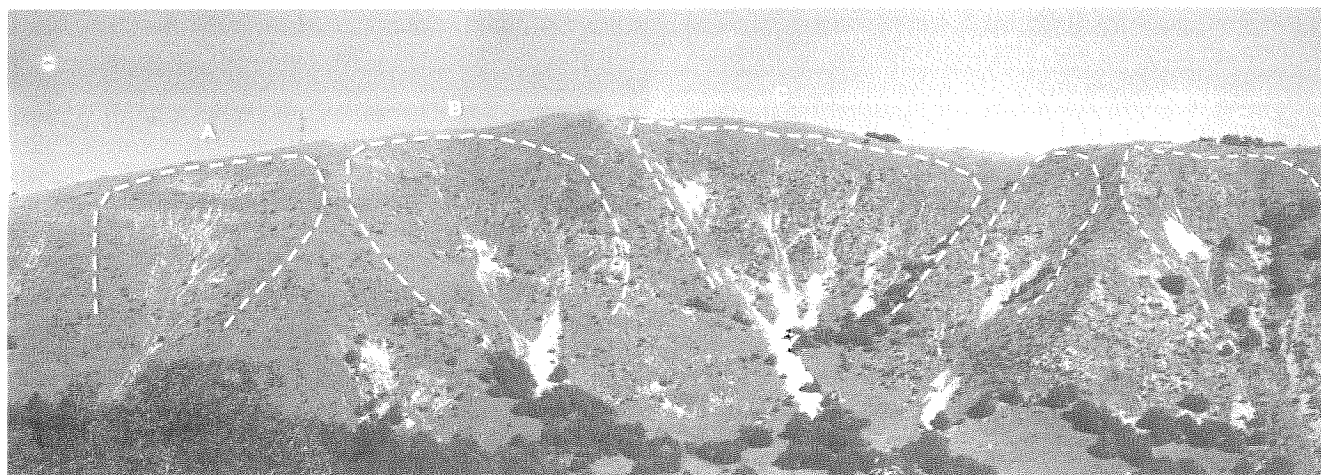


FIG. 4 - Il versante sinistro sotteso dalla Cima Cialancia. Da sinistra verso destra è osservabile la graduale evoluzione delle aree soggette a dilavamento concentrato. Da una fase embrionale (A) caratterizzata da piccole e non organizzate linee di ruscellamento, si passa alla formazione di piccoli solchi d'erosione (B), fino a un microbacino gerarchizzato (C).

FIG. 4 - The left valley side subtended by Cima Cialancia. From left to right the gradual evolution of the areas subjected to rill erosion can be observed. A first, immature stage (A) is characterized by traces of unorganized rill lines, a second stage (B) shows small gullies and in the most evolved stage (C) a microbasin with gullies of different hierarchical order is formed.

smaltimento di queste ghiaie non procede in maniera continua, tanto che se ne formano accumuli tendenzialmente privi di matrice lungo gli impluvi (in legenda «accumuli di detrito lungo il versante»). La forma e la posizione degli accumuli sono legate a deboli variazioni nel profilo del versante, che in alcuni tratti assume un'inclinazione inferiore all'angolo di riposo dei materiali, ad esempio in corrispondenza di contatti litologici o dell'affioramento della testata di uno strato.

Nella porzione più occidentale del versante in esame accumuli si presentano anche alla base del medesimo. In particolare procedendo verso est (fig. 4) si osserva una progressiva transizione da manifestazioni del processo nelle sue fasi embrionali a quelle più sviluppate. La diffusione di questi processi erosivi interessa il tratto vallivo dal Colle dell'Arpione verso NE, attraverso Cima Cialancia sino a poco oltre la Valle della Colla, dove un'importante faglia interseca il versante con l'effetto morfologico di una marcata discontinuità plano-altimetrica lungo il crinale. In corrispondenza di una modesta cava di marmo abbandonata il materiale detritico mobilizzato dal ruscellamento è costituito in buona parte da elementi litici di scarto accumulati ai piedi del fronte di cava.

Fra la base del versante e il fianco sinistro dell'arco morenico occidentale, si delinea una forma debolmente concava, di non immediata interpretazione genetica (sulla sinistra in fig. 1). Questa depressione è allungata OSO-ENE, tanto che il suo asse si connette con il Colle dell'Arpione. Il dislivello fra il suo fondo e la cresta della morena è di poco superiore ai 10 m, ed essa risulta invasa dalle frazioni più fini del dilavamento del versante (in legenda «accumuli di dilavamento del versante»), formanti piccoli lobi alla base dei canali e gibbosità appena accennate sul fondo. Non esistono tracce di idrografia superficiale, nemmeno

estinta, lungo la depressione, ma un piccolo gruppo di inghiottitoi si rileva nel detrito verso i 1600 m. Essa si può considerare un tratto marginale della valle solcata dal Ghiacciaio di Desertetto al momento della sua massima espansione, rimasta poi separata dalla lingua principale per la deposizione dell'arco stadiale più settentrionale (1570 m), durante le fasi di ritiro glaciale. Questa depressione, riempita da una non potente coltre di prodotti di dilavamento del versante secondo l'evoluzione dei processi prima illustrata, non ha mai sviluppato un'idrografia propria, a causa dei fenomeni di dissoluzione carsica che hanno interessato il substrato. Un'ipotesi relativa alla trasfluenza di una lingua glaciale dalla Valle Stura attraverso il Colle dell'Arpione, che sembrerebbe verosimile per la forma e la posizione del medesimo, non trova conferma nei dati di campagna. Non sono infatti stati rinvenuti nei pressi del Colle elementi litici di sicura provenienza dalla Valle Stura, forse soltanto perché gli eventuali detriti morenici sono stati sepolti dai prodotti di dilavamento.

Il versante sinistro della Valle Desertetto è interessato da un'importante faglia, segnalata nella carta di Malaroda & alii (1970), che ha una direzione NE-SO e che taglia trasversalmente la valle presso la località Tetti dei Frè, dislocando e mettendo a contatto tre diverse formazioni sedimentarie e proseguendo anche nel cristallino. Questa struttura tettonica può essere inserita cronologicamente nell'insieme delle deformazioni fragili che, in età tardo-alpina, hanno frammentato il basamento cristallino e le sue coperture autoctone. A valle di essa sono presenti una serie di canali tutti subparalleli alla faglia e, modellate nelle rocce calcaree del Cretaceo superiore, una sequenza di scarpate strutturali non molto sviluppate in altezza (raggiungono la decina di metri) ma sorprendentemente continue lungo il versante, con uno sviluppo pressoché ortogonale alla linea



di massima pendenza. Il motivo di queste scarpate ha il suo sviluppo più vistoso nel Monte La Piastra, all'estremità nordorientale della carta.

L'unità tettonica che affiora nel versante sinistro della Valle Desertetto è strutturata in una «sinclinale capovolta» (Malaroda, 1957), con al nucleo i calcari triassici del Colle dell'Arpione (fig. 5). La piega ha vergenza NE ed asse parallelo alla linea di cresta. La quasi totalità del versante in esame è caratterizzata dall'affioramento delle bancate a franapoggio del fianco rovescio, essendo il suo profilo pressochè ortogonale al piano assiale della sinclinale. Il fianco diritto si è conservato solo in piccola parte: se ne individua l'unico lembo fra il M. La Piastra e una sella strutturale lungo il crinale. È in esso che sono modellate le scarpate le cui superfici, non coincidenti con quelle di strato, ricalcano forse una scistosità di piano assiale (fig. 5). L'intera struttura è inoltre frammentata in scaglie tettoniche, i cui effetti morfologici sono identificabili con quelli prodotti dalla faglia dei Tetti dei Frè, con le selle strutturali distribuite lungo il crinale e, in via ipotetica, con la rettilinearità delle profonde incisioni, subparallele alla faglia, che solcano il versante.

La parte alta dei versanti della Valle Desertetto è caratterizzata da estesi depositi colluviali con sviluppi verticali generalmente compresi nel metro di spessore. Nelle sezioni esposte, è stato osservato un deposito mal classato, composto da una frazione grossolana ghiaiosa distribuita all'interno di una cospicua matrice sabbioso-siltosa bruno-rossastra. La vegetazione prativa colonizza la superficie dei depositi mentre, verso il basso, il loro passaggio al substrato roccioso avviene in maniera sfumata con un graduale aumento della dimensioni dei frammenti litici e la contemporanea diminuzione della matrice. Da recenti studi (Osman Salleh, 1994), è emerso che lo spessore del *colluvium* può essere considerato alla stregua di una risposta geomorfologica a fattori ambientali, identificabili con variabili spaziali (gradiente, lunghezza e curvatura del pendio, copertura de-

tritica e boschiva) e temporali (condizioni climatiche generali). Sono stati osservati rapporti di proporzionalità fra lo spessore del *colluvium*, la copertura boschiva (proporzionalità diretta) e il gradiente di pendio (proporzionalità inversa). Tuttavia queste relazioni possono essere notevolmente complicate dall'ineguale distribuzione della vegetazione sui versanti, dal suo disboscamento per opera umana e dal fatto che i depositi colluviali possano anche rappresentare figure deposizionali relitte, formatesi in altri contesti climatici. A tal proposito, Watson & alii (1984) collocano la formazione e l'ispessimento di questi depositi all'interno di periodi freddo-aridi. La distribuzione e l'evoluzione dei depositi colluviali della Valle Desertetto è controllata dalla pendenza dei versanti e dalla presenza di altri corpi detritici. I depositi glaciali pleistocenici che coprono buona parte del versante destro confinano il *colluvium* nei settori superiori e mediamente inclinati (50% circa) del pendio. Per contro, la diffusione di questi depositi sul versante sinistro, quasi totalmente privo di vegetazione e di accumuli detritici, è più omogenea e interrotta solo dalle numerose scarpate strutturali. Inoltre, in alcuni tratti ad elevato gradiente di pendio (maggiore del 65%) (Valle della Biula, Valle di Mezzo) sono state individuate aree con strappi di forma arcuata nella cotica erbosa, indicativi di un'evoluzione embrionale del *colluvium* secondo i meccanismi del soliflusso.

## IL FONDOVALLE

A partire dalla fronte degli affioramenti glaciali dell'alta valle si trova un ampio deposito fluvio-glaciale, che si estende fino all'abitato di S. Bernardo. Il deposito, nelle rare sezioni esposte, appare mediamente classato, costituito da ciottoli arrotondati con diametri massimi prevalentemente attorno ai 20 cm e rari elementi metrici; la matrice limoso-sabbiosa di colore bruno, sebbene non abbondante, è uniformemente distribuita. Da un punto di vista morfologico a questo deposito corrisponde la piatta superficie del fondo vallivo compreso fra Tetti dei Frè e S. Bernardo. La totale assenza di terrazzamento fluviale e di tracce di paleoalvei, nonché di un alveo attuale, induce a ritenere che la sua genesi sia avvenuta un sistema morfodinamico totalmente diverso da quello attuale e riferibile ad un momento in cui era ancora in atto l'evoluzione glaciale. Tuttavia bisogna anche tener conto dell'opera di assorbimento esercitata dal substrato calcareo che impedisce, tuttoggi, deflussi superficiali, se non temporanei. L'unico torrente vero e proprio trova origine nei pressi dell'abitato di S. Bernardo, per poi infiltrarsi al di sotto delle alluvioni del T. Gesso della Valletta.

Oltre ai depositi fluvio-glaciali, la parte bassa del solco vallivo è caratterizzata dagli stessi depositi glaciali presenti su buona parte del versante destro. Lungo l'incisione torrentizia a valle di S. Bernardo è stato possibile ricostruire i rapporti di sovrapposizione del deposito fluvio-glaciale su quello glaciale e l'estensione di quest'ultimo, individuabile anche mediante alcuni massi erratici plurimetrici diffusi sulla sua superficie. La caratterizzazione di facies della coltre glaciale è stata possibile lungo le scarpate artificiali rea-

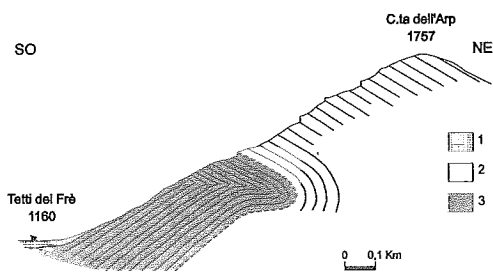


FIG. 5 - Sezione geologica schematica del versante sinistro fra Tetti dei Frè e Costa dell'Arp. Le scarpate metriche sono modellate sul fianco diritto della sinclinale. 1) deposito fluvio-glaciale; 2) calcari dolomitici, dolomie e marmi; 3) calcari scuri, scisti calcareo-argillosi ed ardesie.

FIG. 5 - Geological sketch of the left slope between Tetti dei Frè and Costa dell'Arp. The scarps that are a few meters high are modelled on the right flank of the syncline. 1) fluvio-glacial deposits; 2) dolomitic limestones, dolomites and marbles; 3) dark limestones, calcareous-argillaceous schists, slates.

Fig.6 - Panoramica della Valle Desertetto. A) asse del cordone morenico principale; B) orlo di valle sospesa; mp) deposito glaciale detto «della Polveriera» alla confluenza fra la Valle del Gesso di Entracque (in primo piano) e la Valle della Valletta (in secondo piano).

FIG. 6 - General view of the Valle Desertetto. A) axis of the main moraine ridge; B) edge of suspended valley; mp) glacial deposit called «della Polveriera», at the confluence of the Gesso di Entracque Valley (in the foreground) with the Valle della Valletta (in the back ground).



lizzate durante la costruzione della pista da sci di Tetti Serret. Si tratta di un *diamicton* costituito da frammenti litici decimetrici, raramente pluridecimetrici, ad angoli smussati, sostenuto da una matrice limoso-sabbiosa abbondante ed uniformemente distribuita, di colore rossastro. I blocchi sono costituiti esclusivamente dal litotipo cristallino. L'analisi delle sezioni esposte lungo la strada interpoderale che da Tetti Blua si dirige verso la Rocca Belveder, ha confermato le stesse caratteristiche sedimentologiche e, al tempo stesso, ha permesso di individuare le quote di affioramento massime del deposito lungo il versante (1.300 m circa).

Morfologicamente i depositi glaciali costituiscono sia buona parte del versante destro, mediamente ripido e privo di contropendenze significative, ma anche la superficie suborizzontale, con deboli ondulazioni, su cui sorgono alcuni nuclei abitativi minori, a SE di S. Bernardo. Quest'ultima uniformità morfologica è bruscamente interrotta, poco a valle di Tetti Luiset, da una netta rottura di pendio, oltre la quale il deposito glaciale degrada rapidamente per immergersi a E sotto la coltre alluvionale del T. Gesso della Valletta. Il profilo longitudinale del tratto finale della Valle di Desertetto presenta, quindi, un vistoso gradino morfologico (fig. 6), con un dislivello di circa 190 m fra la quota media della bassa valle (1050 m) sospesa sulla piana alluvionale del T. Gesso della Valletta (855 m). La mancanza del ritrovamento di argini di sbarramento morenici lascia supporre che alla realizzazione di questo gradino di sospensione abbia contribuito, in maniera determinante, la deposizione glaciale laterale relativa all'importante ghiacciaio della Valle della Valletta. A questo proposito, occorre segnalare che anche l'imponente terrazzo morenico della Polveriera (fig. 6) (Federici & Pappalardo, 1991), collocato sul corrispondente versante destro della Valle della Valletta (immediatamente al di fuori dell'angolo SE della Carta Geomorfologica) possiede una quota (1100 m) confronta-

bile con quella del gradino suddetto. La mancanza del litotipo calcareo nei frammenti litici componenti il deposito glaciale della bassa Valle Desertetto può essere considerato un elemento a parziale conferma di questa ipotesi.

Ai depositi di fondovalle contribuiscono, anche se in maniera subordinata, gli apporti detritici dai versanti. In particolare il tratto valivo sotteso dalla Costa dell'Arp, è stato oggetto di un intenso dilavamento che ha portato alla costruzione di alcuni coni detritico-alluvionali. Per contro questo fenomeno non è particolarmente diffuso nel versante destro. Nell'ambito della distribuzione delle pendenze medie di questi accumuli, i valori compresi fra 28 e 30° possono essere attribuiti più specificatamente a meccanismi genetici quasi esclusivamente gravitativi. Sul terreno, a questi depositi corrisponde una tessitura superficiale costituita da blocchi inequidimensionali e di dimensioni variabili (20-50 cm di diametro massimo) che crescono verso il piede del cono, con interspazi vuoti e solo raramente riempiti da *colluvium* o da prodotti di alterazione secondaria. L'alimentazione di questi coni detritici è assicurata dai prodotti di scarto di alcune cave di marmo ormai non più attive, localizzabili in un area immediatamente al di sopra dei loro apici.

I coni più propriamente legati al trasporto solido dei deflussi incanalati sono più numerosi, di dimensioni maggiori e morfologicamente caratterizzanti l'innesto fra il basso versante sinistro ed il fondo vallivo, nei pressi dell'abitato di S. Bernardo. A questo riguardo è esemplificativo il cono alluvionale che si origina allo sbocco della Valle della Biula, il quale si sviluppa per 250 m con una pendenza media di 15°. Sulla sua superficie così poco inclinata e debolmente ondulata, si possono individuare tracce di deflussi solo temporaneamente attivi. Il passaggio con il deposito fluvioglaciale avviene in maniera morfologicamente graduale, e può essere ricostruito interpolando la

posizione dei primi blocchi diatessitici affioranti sulla sua superficie.

Il fenomeno dei *debris flow*, molto comune nel Massiccio dell'Argentera, nella Valle di Desertetto trova la sua maggiore rappresentatività all'interno dei circhi dell'alta valle. Tuttavia alcuni lobi isolati sono localizzabili anche a valle dei Tetti dei Frè e nei pressi di Tetti Blua, sovrapposti al deposito fluvioglaciale. In questo caso il deposito, oltre ad avere un aspetto irregolare (sovrapposizione di più lobi, argini deposizionali e tracce di flusso), si presenta decisamente non classato, con frammenti litici di dimensioni variabilissime e matrice sabbioso-ghiaiosa dilavata dalla superficie, ma presente ad alcuni decimetri di profondità.

## L'EVOLUZIONE DEI PROCESSI MORFOGENETICI

L'analisi delle forme, dei depositi e dei processi nella Valle di Desertetto consente di ricostruire a grandi linee la sua evoluzione geomorfologica, anche se i problemi cronologici emersi dalla presente nota potranno essere affrontati in maniera più completa solo alla luce dei nuovi risultati attesi per il resto del Massiccio.

Le testimonianze più antiche di processi morfogenetici sono costituite dai depositi glaciali della bassa valle, appoggiati sulla soglia di sospensione. Questi depositi, da noi interpretati come prodotto di deposizione del ghiacciaio che si sviluppava lungo la Valle del Gesso della Valletta, possono essere considerati coevi a quelli del terrazzo morenico detto «della Polveriera» (Federici & Pappalardo, 1991), quindi attribuibili ad una fase glaciale importante e precedente l'ultimo massimo glaciale. Il corpo glaciale si sviluppa senza un'apparente soluzione di continuità all'interno della valle, fino a saldarsi, nei pressi dei Tetti dei Frè, ad un deposito che doveva appartenere ad un apparato di età più recente, non distinguibile né morfologicamente né sedimentologicamente dal deposito più antico. Infatti anche il corpo glaciale presente nella media valle è costituito da elementi cristallini. Sicuramente posteriori sono gli archi frontali dell'alta valle; la quota dei due più esterni è confrontabile con quella del deposito frontale che sbarra il Lago della Rovina, nella parte più meridionale del Massiccio, attribuiti sulla base di una datazione  $^{14}\text{C}$  al Neoglaciale (Pappalardo, 1996). Il *rock glacier*, generato a partire da un cordone olocenico, è quindi molto recente, e non si può escludere che si sia formato a partire dall'episodio freddo in cui si è messo in posto il cordone che lo ha alimentato. I *block stream* della bassa valle si sono formati posteriormente ai depositi glaciali che ricoprono, durante una fase fredda, forse in concomitanza con la messa in posto del deposito glaciale di cui restano tracce presso Tetti dei Frè.

La forma attuale del profilo vallivo rispecchia la presenza del deposito fluvioglaciale, che rappresenta in buona parte il trasporto solido delle acque di fusione della fronte glaciale in ritiro e che non ha subito più alcuna incisione.

Resta problematica la spiegazione della diversità così marcata fra i due versanti. Al di là delle logiche differenze di processi sviluppabili su di essi legati alla diversità di substrato litologico, di assetto tettonico, di esposizione e di conseguente uso del suolo, la mancanza di depositi glaciali alla base del versante sinistro impone di prendere in considerazione le alternative seguenti: o i processi di dilavamento hanno completamente asportato ogni traccia di cordone morenico, o questo giace al di sotto dei coni di varia natura ed ai depositi di falda che bordano il versante, oppure esso non è mai stato deposto, essendo il deposito glaciale del versante destro frutto esclusivamente della dinamica del Ghiacciaio della Valletta.

## BIBLIOGRAFIA

- BIANCOTTI A., BRANCUCCI G., MASSAGLIA L. & MERCALLI L. (1991) - *La serie termopluviometrica di Cuneo 1877-1990*. St. Ric. Geogr., 14, 214-233.
- CAPELLO G. (1977) - *Archivio storico-topografico delle valanghe della Provincia di Cuneo*. Uff. Studi Progr., Prov. Cuneo, 1, 131 pp.
- COMBA R. & CORDERO M. (a cura di) (1997) - *Entracque, una comunità tra Medioevo ed Età moderna*. Soc. Stud. Stor. Prov. Cuneo, Storia e Storiografia, 12, Cuneo, 245 pp.
- DUMAS B. & RAFFY J. (1993) - *The study of stone trails with painted tracers on unstable slopes in the southern French Alps: preliminary results*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 16, 37-45.
- FEDERICI P.R. & PAPPALARDO M. (1991) - *Nota introduttiva alla morfologia glaciale della Valle del Gesso di Entracque (Gruppo dell'Argentera, Alpi Marittime)*. In: Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia, Guida all'Escursione Primavera, Cuneo, 28-31 Maggio 1991, 13-16.
- GRUPPO DI LAVORO PER LA CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA (1994) - *Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento*. Quad. Serv. Geol. Naz., 4, III, 42 pp.
- HÖFER H. (1922) - *Die relative Lage der Firnlinie*. Peterm. Geogr. Mitteil., 68, p. 57.
- MALARODA R. (1957) - *Studi geologici sulla dorsale montuosa compresa tra le basse Valli della Stura di Demonte e del Gesso (Alpi Marittime)*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 20, 130 pp.
- OSMAN-SALLEH K. (1994) - *Colluvium thickness and its relationship to vegetation cover density and slope gradient: an observation for part of Murcia Province, SE Spain*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 17, 187-195.
- PAPPALARDO M. (1997) - *The glacial genesis of the «Lago della Rovina» (Val Gesso) and its importance for the history of deglaciation in the Italian Maritime Alps*. Acc. Sc. Torino - Atti Sc. Fis., 131, 33-40.
- PAPPALARDO M. & PUTZOLU P.P. (1994) - *Le «Sassai» dei Monti Pisani, «colate di pietre» tipiche dell'ambiente periglaciale*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem. ser. A, 101, 323-342.
- RIBOLINI A. (1996) - *Note geomorfologiche sull'alta Valle del Sabbione e sulla Val d'Ischietto (Gruppo dell'Argentera, Alpi Marittime)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 19, 79-91.
- SERANI A. (1995) - *Note geomorfologiche sulla Valle della Meris (Gruppo dell'Argentera-Alpi Marittime)*. Acc. Sc. Torino - Atti Sc. Fis., 129-75-93.
- WASHBURN A.L. (1973) - *Periglacial processes and environments*. Arnold, Londra, 320 pp.
- WATSON A.D., PRICE W.D. & GOUDIE A.S. (1984) - *The Palaeoenvironmental interpretation of colluvial sediments and paleosols of the Late Pleistocene Hypoterma in Southern Africa*. Paleogeogr. Paleoclim. Paleocool., 45, 225-249.