



economia trentina

4'91

Rivista Trimestrale della Camera di Commercio I.A.A. di Trento
Anno XI n. 4 - 1991 - Aut. Trib. di Trento n. 34 - Direttore
Responsabile: Dott. Ezio M. Tomasi - Sped. ab. post. gr. IV/70

Itinerari geologici: La marocca di Gorte (Nago)

1. Premessa

Nel 1975 «Economia Trentina» ha dedicato un *Itinerario geologico* alle Laste e Marocche nel Basso Trentino. In questa nuova serie ritorniamo sull'argomento, con la descrizione di un esempio classico di queste morfologie che presentano aspetti ambientali di eccezionale interesse.

Ricordiamo innanzi tutto che Marocca è voce dialettale trentina indicante un imponente ammasso caotico di materiale roccioso sciolto, con blocchi anche di dimensioni gigantesche, che ingombra i fondovalle o si trova accatastato sui fianchi dei monti. Marocca deriva dalla radice paleoeuropea *mar* (o *kar*), che significa pietra, sasso ed è termine accettato anche nella cartografia geologica italiana; da essa derivano pure *Carso*, *carsismo* con il tipico paesaggio di rocce nude.

Le marocche sono il prodotto di enormi franamenti di roccia verificatisi dal ritiro dei ghiacciai würmiani sino a tempi molto recenti, tanto che alcuni sono ricordati in vecchi annali. Le superfici di scivolamento sono dette *Laste* (se si tratta di giunti di strato), *Liscioni* se piani di faglia o frattura lungo i quali i franamenti si sono verificati.

Marocca indica la forma di accumulo e non il processo genetico del franamento, per il quale si usa il termine di *Stürzstrom* o *Bergsturz* (tedesco, internazionale), *rock avalanche* (inglese), *valanga di roccia* in italiano. I *Bergsturz* (letteralmente "caduta di montagna") sono movimenti di roccia e di detrito che discendono da versanti montuosi con alta velocità e che nella zona di deposito possiedono un volume superiore a 1 milione di m³ o coprono una superficie superiore a 0.1 km² (ABELE, 1974). Gli studi sul fenomeno sono molto numerosi perché i grandi franamenti di roccia sono tutt'altro che rari.

Nella zona di Nago-Torbole sono evidenti numerose marocche che, assieme alle laste, costituiscono elemento morfologico dominante della zona: la più bella è la Marocca di Gorte con la corrispondente Lasta di Paternoster, che non è certamente una delle maggiori del Trentino, ma ha la particolarità di essere un esempio tipico, ben conservato e facilmente visitabile in tutti gli aspetti e dettagli. Si trova ad est dell'abitato di Nago e fa parte di un complesso di 8 grandi frane presenti in questa area; ciascuna di esse è poi il risultato di più eventi.

2. Cenni geologici

Premettiamo una sintetica descrizione della geologia della zona, che già di per se presenta motivi di grande interesse; lo faremo con la scorta di una carta geologica di dettaglio e di una sezione geologica significativa. Il meccanismo e le varie fasi del franamento sono poi illustrate da uno schema.

Gli strati immergono verso Ovest così che ad iniziare dal Lago di Loppio e spostandosi verso Torbole si attraversa tutta la serie delle rocce. La formazione geologica più antica affiorante nella zona è quella dei Calcarei Grigi, che ha uno spessore di circa 400 m. Essa poggia sulle dolomie triassiche che affiorano lungo il Lago di Loppio, appena fuori carta. Nella parte inferiore sono costituiti da calcari di color grigio, nocciola, compatti e stratificati in grossi banchi. La parte superiore della formazione è costituita da calcari con intercalati livelli di argille e da banchi di carbone, che furono coltivati sporadicamente sino alla II Guerra mondiale.

66

Segue la Formazione dei Calcarei Oolitici di San Vigilio del Dogger, che qui si distinguono per la stratificazione più fitta ed il colore giallino che contrasta con quello dei Calcarei Grigi sottostanti.

Le rocce che seguono sono i ben noti calcari rossi della Formazione del Rosso Ammonitico, che ha uno spessore di una trentina di metri, ma che nell'area della cartina risulta mascherata dalla copertura detritica.

Il Cretaceo è rappresentato dalle Formazioni dei Calcarei del Biancone (non affioranti) e della Scaglia Rossa, costituita da calcari leggermente marnosi, sottilmente stratificati e di un color rosa tipico. Al tetto è presente un *hard ground* ⁽¹⁾ che si nota proprio nell'abitato di Nago; scendendo alle Busatte la serie è ben esposta e, cosa rara nel Trentino, presenta una tipica discordanza angolare ben evidente: gli strati della Scaglia sono stati tagliati dalla erosione e sopra di essi si sono depositi i calcari organogeni della Formazione dei Calcarei di Torbole (potenza una quindicina di metri), che costituiscono il versante NE della Valletta di Santa Lucia.

(1) Superficie di erosione o ridissoluzione sottomarina.

TABELLA DELLE MAROCCHHE E LASTE DELLA ZONA DI NAGO - TORBOLE

Nicchia/area di distacco	Volume m³x Mil	Marocca	Volume m³x Mil
1. Spiaz de Navesele-Salto della Capra	2.5	Marocche	3.2
2. Paternoster	76	Gorte	98
3. Segron	nd	Nago	4
4. Figarolo	0.5	Passo di S. Giovanni	nd
5. Falesia	nd	Parco dell'Ar-rampicata	0.1
6. Monte Brugnolo	nd	Dossi del Lago	20
7. Dossi della Bar-chessa	15	Dossi del Lago (?)	20
8. Doss dei Frassini	70	Mala	90
9. Porino - Prealta	nd	manca	
10. Santa Lucia	nd	manca	
11. Castel Penede	nd	manca	

Il volume complessivo franato si può valutare in 180 milioni di m³ di roccia in posto. Il valore corrispondente alla Lasta di Paternoster e Marocca di Gorte ha una notevole attendibilità, mentre per le altre frane si tratta di stime. Alle tre ultime laste mancano, in basso, le corrispondenti marocche: il denudamento è antecedente al ritiro del ghiacciaio würmiano.

Scendendo per questa valletta, nel punto in cui si giunge al piano, in prossimità del capitelletto sotto il Castel Penede, si trovano i basalti (della potenza di circa 15 metri ed esposti per poco più di un metro): episodio effusivo del magmatismo basaltico eocenico che è sporadicamente presente nel Basso Trentino.

La serie sedimentaria riprende con la Formazione dei Calcarei di Nago (potenza circa 150 m), che costituiscono il crinale del castello e la pendice lungo la quale si snoda la Strada Statale 240 Nago-Torbole.

Sarebbe necessario un esame più dettagliato della serie stratigrafica che, tra l'altro, presenta sensibili variazioni anche in un ambito ristretto. Comunque rimandiamo agli studi geologici citati in bibliografia.

Per noi la serie termina qui, ma prosegue con termini ancora più recenti sul Monte Brione.

Infine, vi sono le coperture quaternarie, costituite dalle marocche, detrito di falda e

di conoide, depositi alluvionali e lacustri. Nella carta geologica sono ancora indicati anche i materiali di riempimento e discarica.

L'assetto tettonico della zona è semplice, se si esamina il ristretto ambito dell'area coperta dalla cartina geologica: gli strati hanno direzione costante all'incirca NS, con immersione da 20 a 40° verso Ovest: si tratta di una grande monoclinale che costituisce la gamba occidentale della piega anticlinale del Monte Baldo.

Lungo la Valle del Sarca corre un fascio di fratture di direzione SSW NNE noto come *Linea del Sarca* e prolungamento verso Nord della grande frattura della *Linea del Garda*, nelle quali sono insediate la conca lacustre del Garda, le Valli del Basso Sarca e dei Laghi.

3. La Marocca di Gorte e la Lasta di Paternoster

La grande frana che ha prodotto le Marocche di Gorte (fig. 1) è scesa dalle falde NW del Doss dei Frassini (q. 707), lasciando un

ampio anfiteatro di 1000 m di lunghezza per 800 di larghezza. Il pacco di strati scivolati su un giunto di strato inclinato 20-25° è rimasto nudo ed evidente per circa 600 m nella porzione superiore (Paternoster nella cartografia 1:10.000). Il pacco di strati franato ha uno spessore di circa 100 m ed interessa la parte alta dei Calcari Grigi e la parte basale dei Calcari Oolitici di San Vigilio. Il volume franato viene valutato in circa 76 milioni di metri cubi di materiale.

La marocca occupa la parte inferiore della lasta ed inoltre ha invaso una paleovalle glaciale che da Nago scende a Torbole e sino al Lago di Garda. Il volume della marocca viene valutato in circa 98 milioni di metri cubi: il materiale detritico subisce infatti, rispetto al materiale in roccia originario, un aumento di volume del 30%.

I massi di frana, costituiti per la massima parte da Calcari Grigi con pochi elementi di Calcari Oolitici di San Vigilio, sono intensamente scolpiti dalla corrosione carsica. Vedremo più innanzi come le forme di corrosione consentano di avere una idea della età del franamento: 5-10.000 anni prima di og-

67



Fig. 1 - Veduta della Marocca di Gorte, ripresa dalla falesia di NE della Lasta di Paternoster.

gi. La frana è scesa in più fasi successive: le marocche poste in basso al Parco ricreativo delle Busatte e sino a Gorte sono le più vecchie e provengono da scivolamento di una porzione meridionale della lasta. Un secondo franamento ha dato luogo alle marocche del Tiro a Volo ed infine, in tempi più recenti e con crolli di piccole porzioni dei bordi della nicchia di frana, sono caduti enormi massi, particolarmente evidenti lungo il ciglio settentrionale dell'anfiteatro (fig. 17).

Nella parte più alta della lasta si nota una serie di pinnacoli, che costituiscono il lembo superiore residuo degli strati franati (fig. 2).

4. Le altre marocche e laste

Le Marocche di Gorte fanno parte di un complesso di franamenti di vaste porzioni dai monti della conca di Nago e di cui daremo una descrizione sintetica per completare il quadro.

68

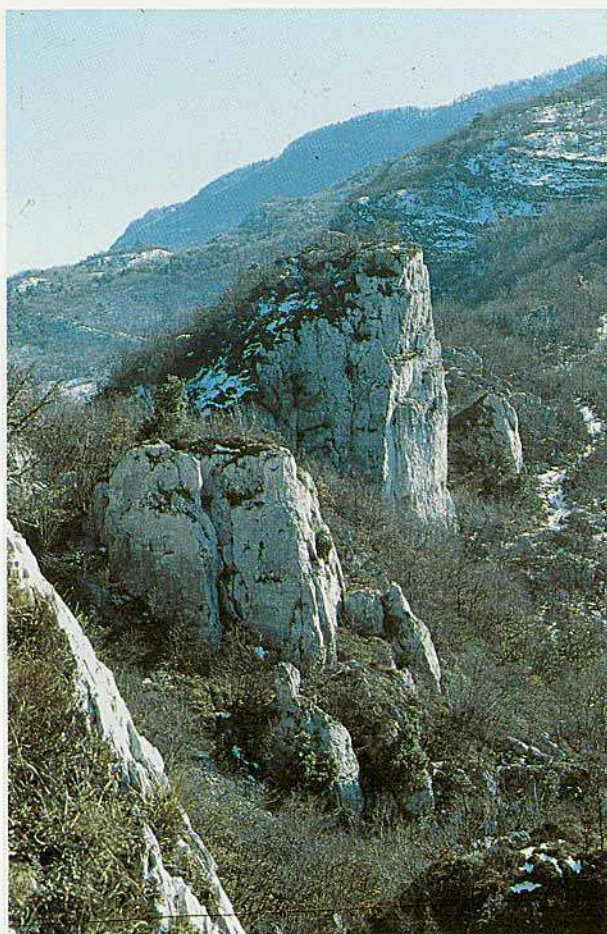


Fig. 2 - Il bordo a monte della Lasta di Gorte è delimitato da un gruppo di pinnacoli di roccia, sconnessi ed in parte scivolati verso valle.

4.1. Spiaz de Navesele-Salto della Capra

Questa lasta è posta a SW della precedente (fig. 3) e fa parte di una serie pressoché ininterrotta di laste nude (particolarmente evidenti) e laste coperte da detrito e/o vegetazione, che si susseguono lungo la sponda orientale del Lago di Garda sino a Tempesta. Man mano che si procede verso sud l'inclinazione degli strati tende ad aumentare e già nella zona dello sbocco della galleria Adige-Garda raggiunge i 40°.

A valle della Lasta di Spiaz de Navesele vi è una seconda marocca, distinguibile da quella di Gorte perché il materiale è costituito da Calcarei Oolitici di San Vigilio (fig. 23) il franamento è successivo al primo franamento di Gorte ed interessa un sottile pacco di strati di questa formazione. Le laste più a Sud sono prive delle corrispondenti marocche e sembrano denudate in età più recente: anzi, di quando in quando si staccano ancora massi che scivolano a valle ed hanno costretto l'ANAS a complesse opere di risanamento, bullonatura, protezioni con barriere e gallerie paramassi della Strada Statale della Gardesana Orientale. Più a Sud il materiale franato forma un cenno di terrazzo sul fondo del lago.

Su questa grande lasta affiora il contatto tra i Calcarei Grigi ed i Calcarei Oolitici di San Vigilio, l'affioramento dell'una o dell'altra roccia è determinato da un complesso reticolo di piccole faglie, così che il rilievo geologico non è agevole, anche per la copertura detritica e la difficoltà che si incontra a risalire la superficie inclinata.

4.2. Segron

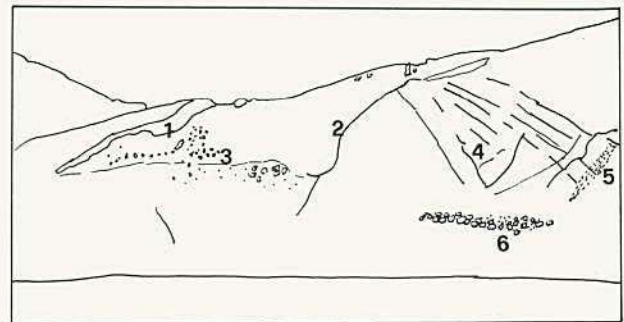
Sull'opposto bordo dell'anfiteatro, immediatamente a NE della nicchia di Paternoster, vi è la lasta di Segron (fig. 4), sulla quale affiora il contatto tra Calcarei Grigi e Calcarei Oolitici di San Vigilio, con limitate placche di quest'ultima formazione.

Il materiale franato di questo lembo, peraltro di spessore modesto, è terminato nella piana di Nago (fig. 5), che allora era occupata per buona parte da un bacino lacustre e di cui sono state rinvenute testimonianze in scavi per fondazione di edifici (indicati nella



Fig. 3 - Panorama della zona delle laste e delle marocche di Nago, ripreso dalla strada Riva - Pregasina.

Falesia che delimita la lasta di Paternoster a NE (1), a SW (2); Marocca di Gorte (3); Lasta di Spiaz de Navesele - Salto della Capra con il reticolo di fratture (4); piccolo franamento recente (5); marocche in Calcarei Oolitici di San Vigilio (6).



69



Fig. 4 - La Lasta di Segron, vista dal basso. La superficie corrisponde al contatto tra Calcarei Grigi e sovrastanti Calcarei Oolitici di San Vigilio; questi ultimi affiorano nel basso rilievo emergente.

Carta geologica e morfologica). Di questa marocca, costituita per la massima parte da Calcarei Oolitici, è in corso la datazione con il metodo del radiocarbonio su frustoli carboniosi rinvenuti nelle sezioni di scavo.

Il punto più lontano raggiunto dal materiale di frana è indicato da un paio di enormi massi di Calcarei Grigi addossati alle case del bordo orientale dell'abitato di Nago.

4.3. Doss dei Frassini-Dossi della Barchessa

Dai fianchi orientali di questi rilievi si sono staccate marocche che costituiscono i dossi del Passo di San Giovanni e del bordo oc-



Fig. 5 - Dal sentiero che sale sulla Lasta di Segron si domina la Piana di Nago, bacino lacustre colmato, ed il Monte Brione, sulla sinistra.

cidendale del Lago di Loppio. La marocca del Passo di San Giovanni ha un volume dell'ordine di 70 milioni di metri cubi, mentre la seconda, dei Dossi della Barchessa, è di proporzioni molto modeste.

La frana di Doss dei Frassini (fig. 6) è avvenuta in più riprese, interessando un pacco di strati dei Calcarei Grigi con placche di Calcarei Oolitici e di Rosso Ammonitico per uno spessore complessivo intorno ai 200 metri. La marocca corrispondente, che viene scavata per trarne inerti nelle due cave in Località Mala, mostra, nella sua porzione sommitale (la cava interessa circa 35 m di spessore di detrito), una stratificazione: in basso sono presenti Calcarei Grigi, Calcarei Oolitici e Rosso Ammonitico, in alto Calcarei Grigi (fig. 15). Ulteriore singolarità è data dal fatto che i grossi massi che formano l'involucro esterno della marocca presentano due generazioni di forme di dissoluzione carsica: la prima risale a quando la roccia era in posto, la seconda formatasi dopo il franamento (fig. 11).

4.4. Figarolo

Dal settore posto a N del Passo di San Giovanni è scivolata verso Ovest la marocca che ora costituisce i piccoli rilievi emergenti nella piana ad est di Nago, in parte questi rilievi



Fig. 6 - La Lasta di Doss dei Frassini, coperta da bosco ceduo, è visibile dall'ultimo tornante della strada per Malga Zures.

sono annegati nei sedimenti lacustri di Nago. Nella zona a NW di S. Giovanni la porzione franata ha conservato una notevole unitarietà, tanto da sembrare roccia in posto, appena sconnessa. Questo tipo di deposito è stato chiamato “*pseudomarocca*” ed è presente anche in altri luoghi della Valle del Sarca.

4.5. Dossi del Lago

Elemento singolare del paesaggio del Lago di Loppio è la serie di rilievi che prendono il nome di Dossi del Lago. Sono una serie di collinette emergenti dall'alveo e di forma conica. Sono dovute ad un franamento dalle pendici del Monte Brugnolo (versante N della valle); in questo caso non si tratta di uno scivolamento di strati, ma di un crollo di una porzione di roccia, delimitata da fratture legate ad una faglia di direzione SW-NE.

La forma conica viene attribuita (PERNA, 1990) alla dissoluzione carsica delle marocche immerse nell'acqua (sino al prosciugamento del lago), combinata con la corrosione subaerea. Sui massi sono presenti scannelature ed altre microforme, vaschette di corrosione e «vermicolazioni» (fig. 16); queste ultime su massi originariamente sommersi dall'acqua. Sono tipiche forme subacquee, legate ad attacco biologico.

4.6. Parco dell'Arrampicata del Passo di San Giovanni

Dal Passo di San Giovanni, dietro l'albergo, inizia un bel sentiero che porta alla palestra di roccia, costituita da un gruppo di enormi massi caduti dalla falesia sovrastante (fig. 7), dalle pendici del Monte Brugnolo: anche in questo caso si tratta di una frana di crollo. Secondo alcuni Autori (MONTANDON, 1933) questa frana sarebbe stata innescata dal terremoto di Salò del dicembre 1457. Forse alcuni massi minori hanno questa età, gli altri sono certamente molto più antichi.

La corrosione carsica ha costellato questi massi di piccoli crepacci, fori e creste che costituiscono appigli ideali per gli scalatori: essi indicano che anche questi franamenti hanno una età considerevole.



Fig. 7 - Visti dalla Falesia, i grossi massi (Calcari Grigi) del Parco dell'Arrampicata.

La falesia retrostante è concrezionata da crostoni calcitici: essa rappresentava il fianco di un originario crepaccio beante. Un secondo lungo crepaccio è presente sul ciglio, ad una ventina di metri dalla parete.

Un masso posto in basso ha anch'esso concrezioni stalagmitiche, verosimilmente antecedenti al franamento.

4.7. Laste di Porino, di Castel Penede e di Santa Lucia

La Strada Statale che da Nago porta ad Arco è intagliata in una grande lasta (Lasta di Porino sopra strada, Prealta sotto strada), cui tuttavia non corrisponde alla base alcuna marocca. Esaminando questa lasta si noterà che la roccia è liscia e montonata dal ghiacciaio e sono presenti anche belle marmitte glaciali. La roccia è poi stata corrosa in una serie di spettacolari fagoliti ⁽²⁾.

Si tratta ovviamente di una lasta prewürmiana e le marocche (se formatesi) sono state asportate dal ghiacciaio stesso o sono sepolte nelle alluvioni del fondovalle.

Del tutto analoga è la lasta ad Ovest di Castel Penede, su cui si snoda la strada che da Nago scende a Torbole, con le stupende Marmitte dei Giganti.

La Valletta di Santa Lucia ha il fianco destro costituito da una parete strapiombante

⁽²⁾ Per il significato del termine si veda al cap. 6.

(Castel Penede) e quello sinistro da una lasta lisciata e montonata, corrosa con fagoliti molto sviluppati.

5. Cause delle frane

Le grandi frane di roccia sono diffuse nelle Alpi e sono state oggetto di approfonditi studi per le conseguenze disastrose sull'ambiente. Sono stati proposti metodi di calcolo per prevedere in particolare la massima elongazione, cioè la massima distanza a cui possono pervenire.

Si distinguono due tipi di frane in roccia: frane di scivolamento e frane di crollo, a seconda che il movimento avvenga lungo un piano di stratificazione inclinato o per distacco di vaste porzioni di roccia lungo fratture subverticali.

La dinamica delle frane di scivolamento (praticamente le maggiori che abbiamo descritto per la zona di Nago) è illustrata dallo

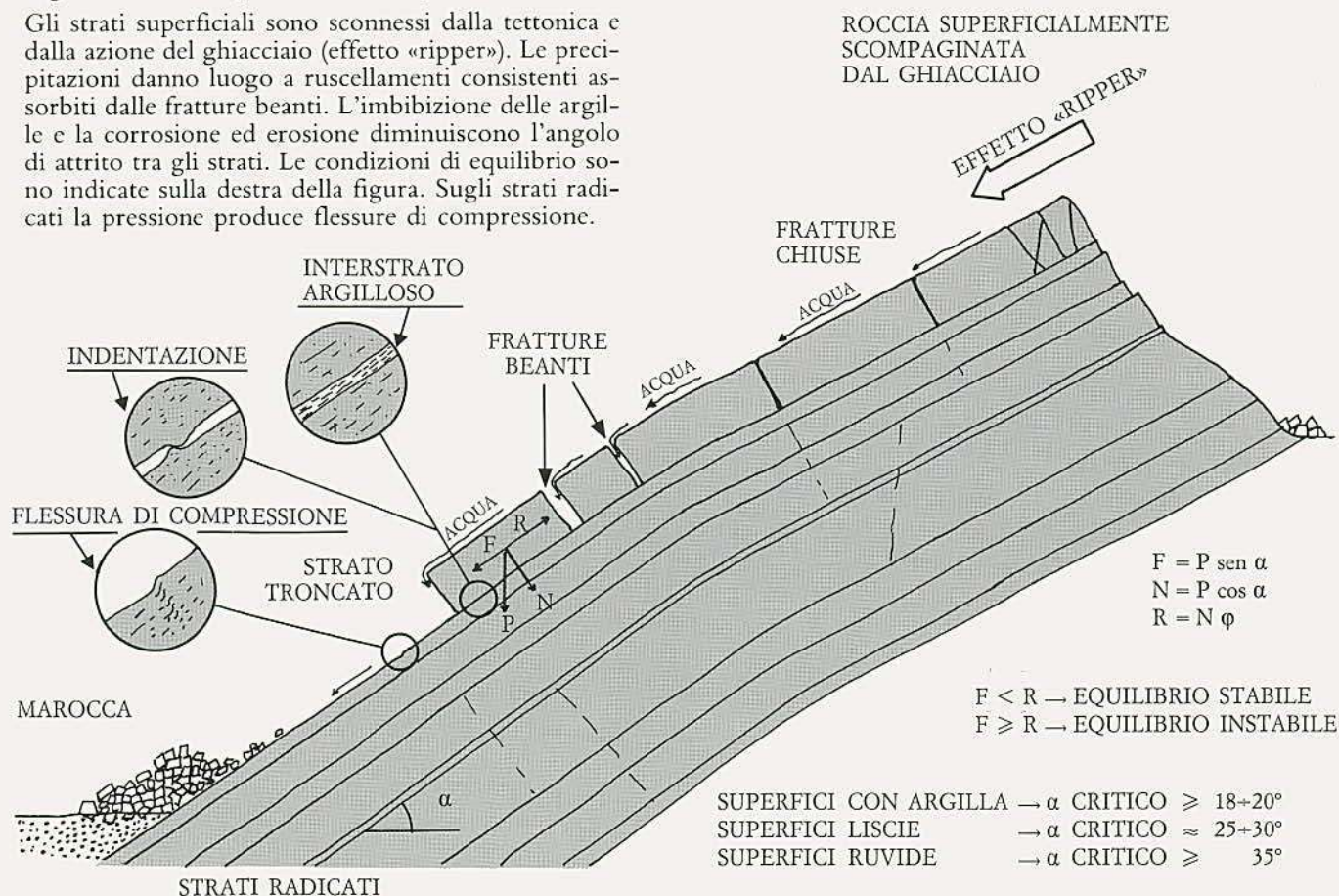
schema di fig. 8. Rileviamo, intanto, che se tutti gli strati sono radicati (a meno che non siano verticali o strapiombanti), ci si trova in condizione di stabilità. Diversa è la situazione per strati troncati a valle, come in realtà avviene spesso a causa della erosione torrenziale o glaciale.

Immaginiamo di prendere una lastra di roccia spianata e lisciata e le sovrapponiamo un frammento della stessa lastra. Ora solleviamo un bordo, in modo che l'angolo formato dalla lastra con l'orizzontale aumenti gradualmente. In corrispondenza di un certo angolo (che si aggira sui $\div 30^\circ$) il frammento si mette in moto e scivola in basso: la componente della forza peso in direzione del piano ha eguagliato o superato le forze di attrito.

Se la superficie è scabra l'angolo di cui bisogna inclinare la lastra aumenta, il che vuol dire che l'equilibrio si mantiene anche per angoli superiori ai 35° . La teoria prevede formule semiempiriche, nelle quali entrano coefficienti sperimentali in funzione della scabrosità delle superfici, del grado di altera-

Fig. 8 - Schema degli scivolamenti planari.

Gli strati superficiali sono sconnessi dalla tettonica e dalla azione del ghiacciaio (effetto «ripper»). Le precipitazioni danno luogo a ruscellamenti consistenti assorbiti dalle fratture beanti. L'imbibizione delle argille e la corrosione ed erosione diminuiscono l'angolo di attrito tra gli strati. Le condizioni di equilibrio sono indicate sulla destra della figura. Sugli strati radicati la pressione produce flessure di compressione.



zione ecc. Comunque, per angoli al di sotto di quello indicato non si dovrebbero avere movimenti, mentre in realtà le frane che hanno prodotto le marocche sono scivolate su piani spesso poco inclinati, al limite solamente di 20° . Le cause che vengono invocate sono varie: terremoti, pressione dell'acqua, presenza di ghiaccio ecc.

L'esame della situazione geologica e strutturale ci può fornire una spiegazione del fenomeno. Nella parte alta della Formazione dei Calcari Grigi sono presenti livelli argillosi (talvolta con carbone) dello spessore da qualche centimetro a qualche decimetro. In presenza di acqua essi passano ad argilla plastica che lubrifica i giunti abbassando notevolmente il coefficiente di attrito. Nel caso della frana di Gorte è agevole vedere che gli scorrimenti sono avvenuti proprio in corrispondenza di giunti di strato con intercalazioni argillose. Lo stesso avviene anche in molti altri luoghi, ai Lavini di Marco e sul versante orografico destro della Bassa Valle del Sarca.

Se tuttavia ci spostiamo sulla lasta dello Spiaz de Navesele noteremo che lo scivolamento è avvenuto in corrispondenza dei Calcari Oolitici di San Vigilio, con strati inclinati di $25-30^\circ$ e con giunti scabri e privi di intercalazioni argillose. La spiegazione di questo franamento la possiamo trovare con l'esame accurato dei giunti di strato. Noteremo la presenza, sulle due facce combacianti dello strato, di rilievi indentati tra loro e che contrastano il movimento. Tuttavia se vi sono infiltrazioni di acqua tra i giunti, queste tendono a dissolvere in special modo le indentature, per tre ragioni: l'acqua di capillarità mantiene queste zone sempre umide; la pressione aumenta la dissoluzione del calcare ed infine i notevoli volumi di acqua che scorrono, esercitano anche una azione erosiva. Le scabrosità tendono man mano a ridursi, le superfici si fanno più lisce, così che gradualmente il numero delle indentazioni dello strato si riduce. Si producono scagliette di roccia e l'attrito da radente tende a farsi volvente, sino a che si determina lo scivolamento.

A questo punto possiamo fornire un quadro complessivo della evoluzione del fenomeno.

Il ghiacciaio, in particolare sulle culminazioni dei rilievi di trasfluenza, esercita una azione di "ripper", sconnettendo e frammentando la roccia in grossi piastroni. Nelle fratture si insinua l'acqua dei rigagnoli sottoglaciali e l'azione di dissoluzione nell'interstrato inizia, ma la pressione di centinaia di metri di ghiaccio sovrastante determina un tale attrito da contrastare i movimenti. Talvolta il ghiacciaio riesce ad asportare alcuni lastroni, ma rimane in posto una superficie di strato lisciata dal ghiacciaio. In basso non vi è traccia di marocca.

Al ritiro del ghiacciaio le acque meteoriche si insinuano ancora nei crepacci della roccia dissolvendo le asperità, rigonfiando le argille sino al limite dello scorrimento: ora, basta una qualsiasi azione esterna (terremoto, ghiaccio spingente nelle fratture, azione delle radici degli alberi, ecc.) per innescare il movimento (fig. 8).

Talvolta si possono invece verificare movimenti molto lenti che portano al formarsi di larghi crepacci, come si possono notare sulla lasta di Segron (fig. 21), ben visibili sia dalle foto aeree, che dal basso, dalla piana di Nago, oppure percorrendo la lasta. Esempi di questi movimenti lenti sono evidenziati in alcune grotte della Valle del Basso Sarca (fig. 9) o nelle cosiddette Città di roccia (si veda

73

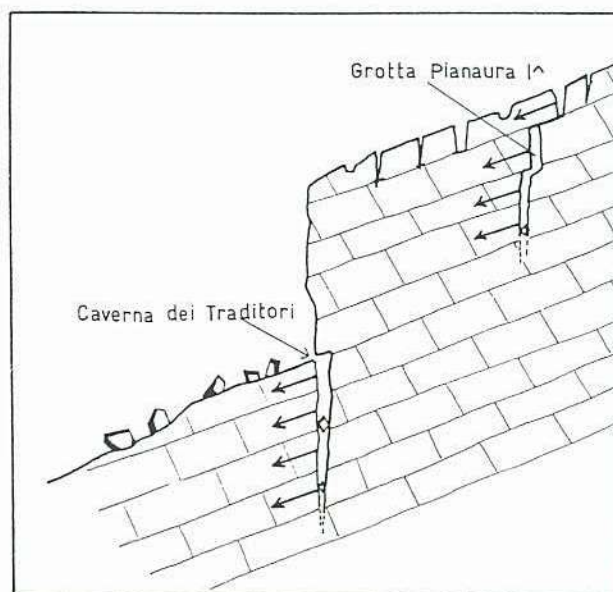


Fig. 9 - Sezione della zona soggetta a formazione di grotte per rilascio tensionale lungo il versante, sopra il Bus del Diaol, sul versante sinistro della Valle del Sarca, all'altezza di Arco, in un rilievo tratto da ISCHIA & ZAMBOTTO, 1984.

l'articolo su questo argomento su Economia Trentina, anno 1977, fasc. 1). Il successivo franamento può verificarsi oppure no.

In definitiva la riduzione dell'attrito dei giunti va ascritta alla circolazione carsica delle acque negli interstrati e che porta alla dissoluzione delle asperità o alla imbibizione e fluidificazione delle argille. Si spiega così come crolli delle più varie dimensioni si producano intervallati nel tempo, spesso indipendentemente da terremoti, periodi piovosi, gelo e disgelo.

6. I "Fagoliti" e la datazione delle frane

74

Le rocce presenti nella zona, fatta eccezione dei basalti, sono costituite da rocce calcaree, soggette alla dissoluzione per azione delle acque meteoriche carbonicate. Le rocce compatte, ma costituite da calcare molto puro (quali sono in particolare i Calcari Grigi, i Calcari di Torbole ed i Calcari di Nago), sono particolarmente interessate dalla corrosione carsica superficiale e presentano una vasta serie di minute sculture, solcature, fori, crepacci ecc. noti con il termine di *Karren* o *Campi solcati*, per analogia con i solchi che una volta lasciavano i carri sulla pavimentazione in pietra delle strade.

Esempi di queste forme sono stati presentati in un *Itinerario geologico* pubblicato su Economia Trentina nel 1976 ed, in forma più completa, sulle Memorie del Museo Tridentino di Scienze Naturali del 1978 (PERNA & SAURO: *Atlante delle microforme di dissoluzione carsica superficiale del Trentino e del Veneto*). Alcune forme particolari sono dovute invece ad un curioso fenomeno di attacco di alghe endolitiche (ed altri organismi): sono le corrosioni ad *alveoli* e le *vaschette di corrosione* (figg. 26, 27), abbondantemente presenti e descritte per il Basso Sarca.

Tenendo presente la grande varietà di forme (la maggior parte delle quali non assomiglia certo ai solchi dei carri), di recente è stato proposto (PERNA, 1991) di reintrodurre un termine coniato dal trentino NORILLER nel lontano 1871: *Fagoliti* (= sasso mangiato).

Nelle figure che accompagnano l'Atlante sono rappresentati alcuni esempi tipici di fa-

goliti, presenti sia sui massi che sulle superfici degli strati, che si presentano variamente intagliati e corrosi. La intensità del fenomeno ed il tipo di forme sono strettamente correlate al tempo di esposizione alle acque meteoriche; inoltre, le superfici lisce e montate dal passaggio del ghiacciaio rimangono evidenti e consentono un riconoscimento delle forme più antiche, risalenti all'inizio del ritiro dei ghiacciai, 17.000 anni fa circa. Un secondo criterio per valutare il tempo di esposizione delle rocce calcaree è quello delle selci in rilievo: le selci sono presenti in certi livelli delle rocce calcaree e sono praticamente insolubili (fig. 10). Pertanto, con la dissoluzione della roccia carbonatica le selci tendono ad emergere in rilievo. Dalla sporgenza delle selci si risale alla età relativa: è stato calcolato che in 1000 anni la superficie della roccia si abbassa di circa un centimetro.

Terzo criterio di datazione è dato dalla presenza, su alcuni massi, di due generazioni di forme: quelle formatesi sulla superficie originaria della pendice rocciosa (ad iniziare dal ritiro glaciale; ma può iniziare anche per azione dei rivoli sottoglaciali), cui si sovrappongono le forme post frana, di tipo diverso. Questo fenomeno è stato descritto per la prima volta proprio per i massi della Marocca di San Giovanni (PERNA & SAURO, 1987). In realtà il NORILLER non solo aveva descritto lo stesso fenomeno per i massi dei Lavini di Marco un secolo prima, ma li aveva esattamente interpretati ed utilizzati per un tentativo di datazione della ruina dantesca.



Fig. 10 - Parco delle Busatte, con i grandi massi (posizione stratigrafica: limite Calcari Grigi -Calcari Oolitici di San Vigilio) dai quali emergono i noduli di selci in rilievo.



Fig. 11 - Marocca del Passo di San Giovanni. Profonda doccia, presente su un masso di frana, a testimonianza di un ciclo di corrosione precedente al franamento. La vaschetta di corrosione in primo piano si è formata dopo il franamento. In generale, i fagoliti sono forme rigorosamente orientate ed è agevole riconoscere se il lembo di roccia ha subito una rotazione.

75

Ritornando al nostro tema, concludiamo che se su un masso sono presenti ambedue le generazioni (fig. 11), si ha la prova che la roccia è rimasta esposta alla corrosione per un certo lasso di tempo, indi è franata e su di essa ha agito la corrosione per un ulteriore lasso di tempo. Occorre ovviamente una osservazione attenta per dare una valutazione, sia pure di massima, della età dei fenomeni di dissoluzione. Il Noriller doveva essere un osservatore particolarmente acuto, di quella scuola trentina di naturalisti autodidatti (Noriller era avvocato) del secolo scorso, che andavano studiando e descrivendo l'ambiente.

Vi sono infine le datazioni assolute, basate sulla analisi del C^{14} di frustoli di vegetali sommersi dal franamento. Altra possibilità è quella di una correlazione con reperti archeologici databili. Entrambi questi tipi di datazione sono in corso per le frane della zona.

Non riteniamo di entrare qui nel dettaglio

delle varie forme di fagoliti: preferiamo rimandare alle numerose fotografie riportate, che illustrano alcuni esempi più significativi, rinviando per approfondimenti ai testi citati.

Vogliamo precisare che queste forme classiche sono legate alle Formazioni dei Calcarei Grigi, dei Calcarei di Torbole e di Nago. I Calcarei Oolitici di San Vigilio, che affiorano in zona e che costituiscono la marocca sottostante il Salto della Capra, si degradano in modo diverso: le superfici di strato tendono a suddividersi in minutissime scagliette (fig. 12) mentre sulle testate degli strati si hanno alternanze di strati corrosi con strati in risalto. Ciò è dovuto alla fitta alternanza di livelli calcarenitici più o meno tenacemente cementati e pertanto soggetti a dissoluzione selettiva. La solubilità di un calcare è infatti funzione delle dimensioni dei cristallini di calcite: più sono fini e più vengono attaccati dalle acque carbonicate.

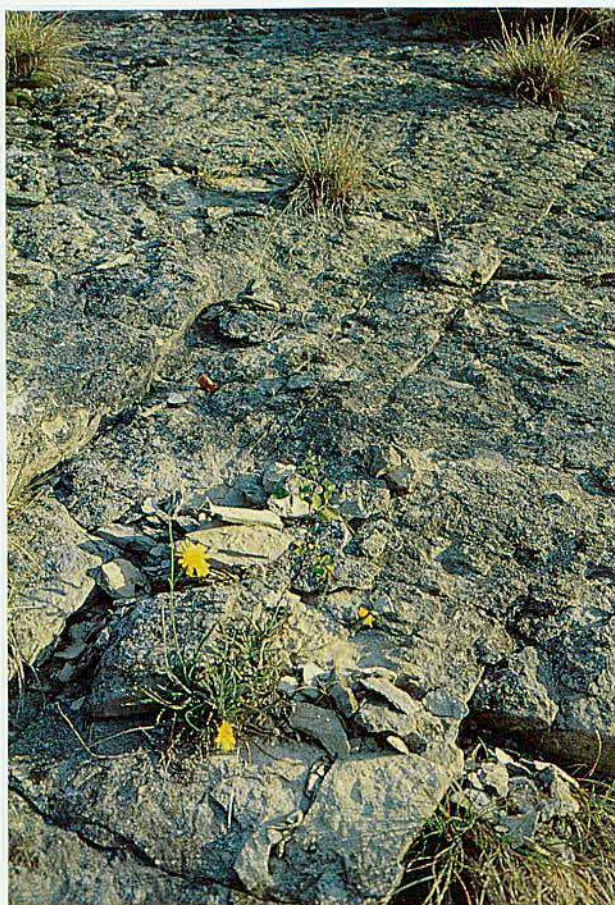


Fig. 12 - La superficie della Lasta del Salto della Capra, costituita da Calcari Oolitici di S. Vigilio, si presenta frammentata in grossi lastroni e coperta da detrito di desquamazione.

7. Conclusioni

Le grandi frane della zona di Nago hanno tra le cause remote la struttura tettonica a monoclinale con forte inclinazione degli strati, la troncatura alla base dei versanti per l'azione dei ghiacciai, la azione di «rippaggio» dei ghiacci stessi.

La dissoluzione carsica, che si esplica sulle rocce calcaree sia in superficie che negli interstrati, determina l'ingressione di grandi volumi di acqua tra gli strati, con dissoluzione delle asperità, formazione di minute scaglie, imbibizione delle argille, tutti fenomeni che portano ad abbassare notevolmente l'attrito lungo i giunti. Infine, è sufficiente anche un modesto sisma o qualunque altra causa, per scatenare il franamento, che può avere conseguenze ambientali considerevoli per i grandi volumi coinvolti e per la elevata velocità con cui il materiale si muove. Il coeffi-

ciente di attrito dinamico (quando il materiale è in movimento) è inferiore di quello statico (che occorre vincere per iniziare il movimento). Durante il movimento intervengono poi una serie di fenomeni (ancora non del tutto ben chiariti) che riducono ulteriormente l'attrito: macinazione ed arrotondamento dei detriti sulla interfaccia con la roccia sottostante, effetto di galleggiamento della massa di roccia sopra un cuscino di aria e vapore, su eventuali acque di ruscellamento, neve, veli di ghiaccio ecc. I singoli frammenti sono coinvolti in un movimento di massa in modo unitario, come si trattasse di un liquido poco viscoso ed il fronte della frana può spingersi a chilometri di distanza.

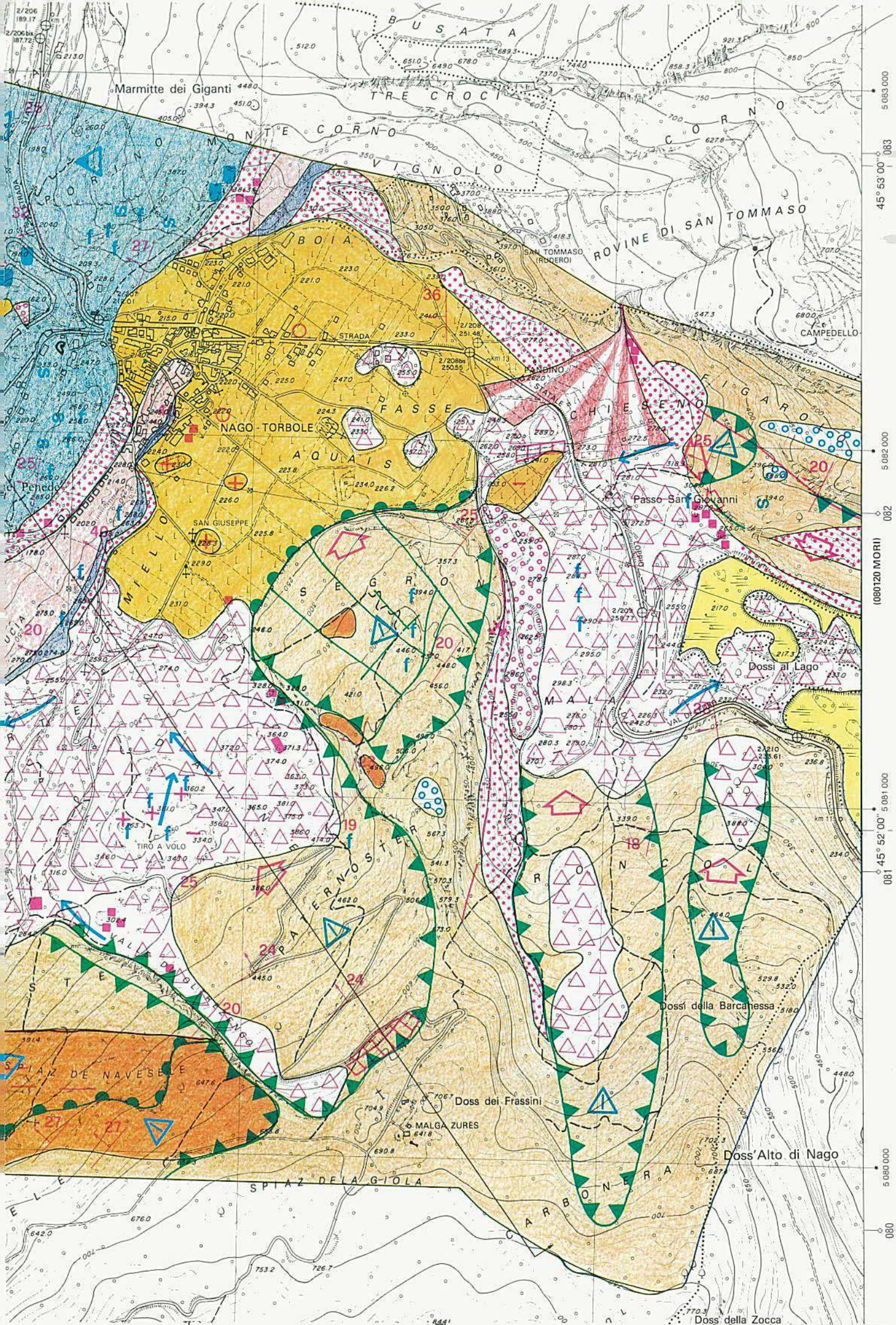
Il fenomeno delle grandi frane di roccia, nonostante la vasta bibliografia relativa ad eventi dei tempi passati e moderni, presenta aspetti non del tutto chiariti, sia sulle cause che sulla dinamica.

Una chiave di comprensione potrebbe fornirla la teoria della *criticità autorganizzata* (BAK & CHEN, 1991), la quale afferma che "i grandi sistemi interattivi si organizzano sempre tendendo verso uno stato critico in cui anche un piccolo evento riesce ad avviare una reazione a catena che può condurre a una catastrofe". Questa teoria olistica dei sistemi dinamici ha trovato applicazione, tra l'altro, nella previsione degli eventi sismici. Per le frane di scivolamento, premesso che il motore è la forza di gravità, va rilevato che le cause predisponenti sono la litologia e struttura (presenza di discontinuità con particolari orientamenti). I ghiacciai würmiani hanno in parte scompaginato la roccia ed impostato morfologie con valli ad U aventi i fianchi molto acclivi, mentre l'evoluzione fluviale successiva privilegia le valli a V molto aperte.

I fattori più prossimi sono numerosi: rilassamento delle tensioni dei fianchi vallivi, neotettonica, gelo e disgelo, azione delle acque nelle discontinuità (fratture e giaciture), azione della vegetazione, pressione delle acque che si insinuano nei crepacci ecc. ecc.

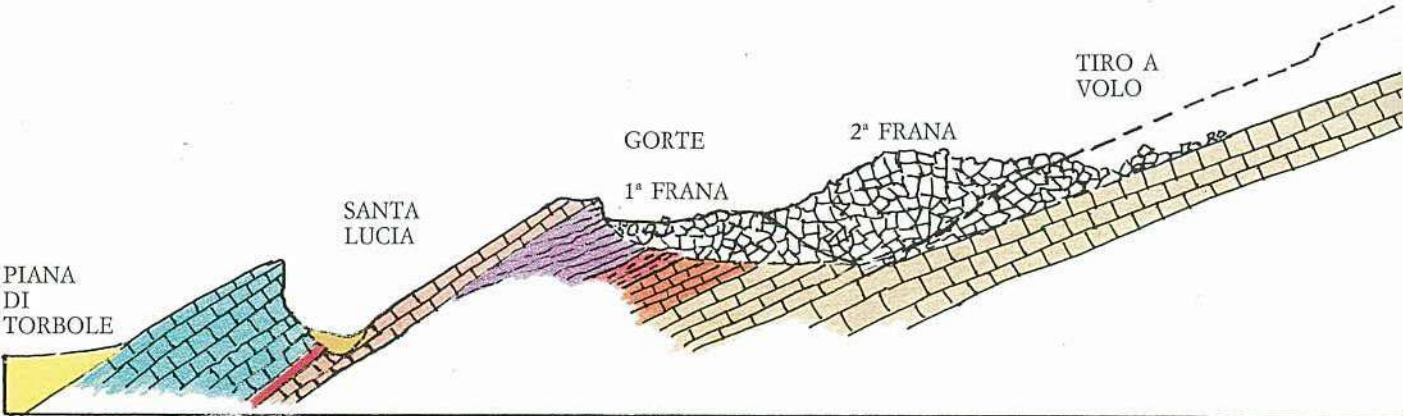
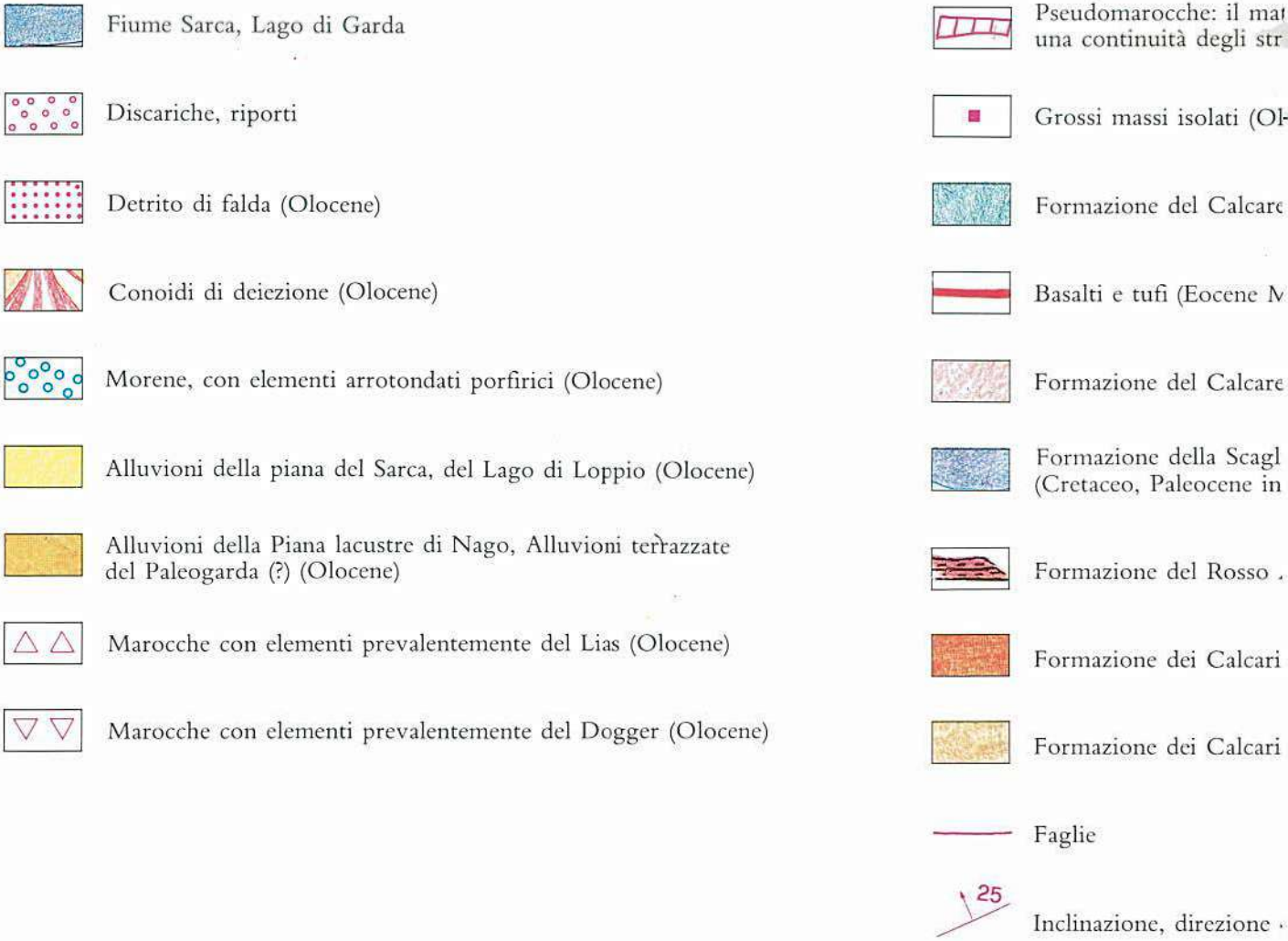
Ma non si tratta di azioni e cause indipendenti l'una dall'altra. Ad es. le fratture consentono la ingressione di acque meteoriche, queste ampliano le discontinuità dissolvendo la roccia, l'acqua fluidifica gli interstrati





G. Perna 1991

GEOLOGIA



eriale, pur frammentato mantiene
ti (Olocene)

ocene)

di Nago (Eocene medio e sup.)

edio)

di Torbole (Eocene Medio)

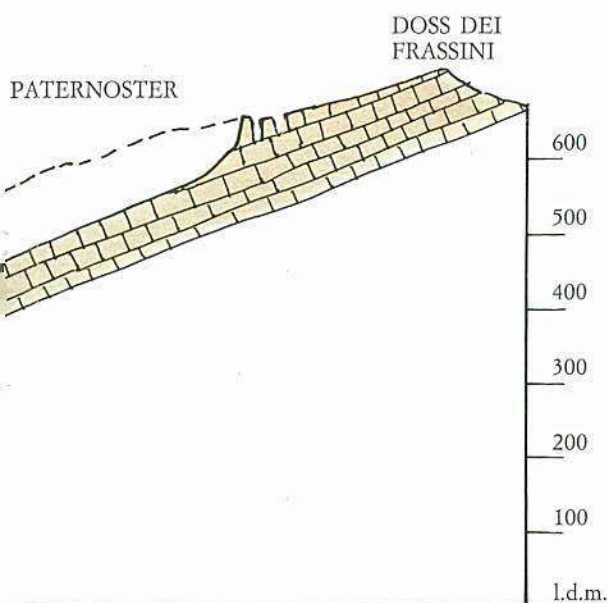
a Rossa e del Biancone (non affiorante)
)

Ammonitico (non affiorante) (Dogger - Malm)

Oolitici di San Vigilio (Lias - Dogger)

Grigi (Lias inf. - Medio)

d immersione degli strati



MORFOLOGIA

— + Depressioni, dossi

→ Depressioni lineari tra le marocche

▲ Bordo di nicchia di distacco di frana

▲ Scarpate a franapoggio

— Trincee di tensione

▼ Lasta nuda

▼ Lasta coperta

∞ Rocce lisce, striate, montonate dal ghiacciaio

■ Marmitte dei Giganti

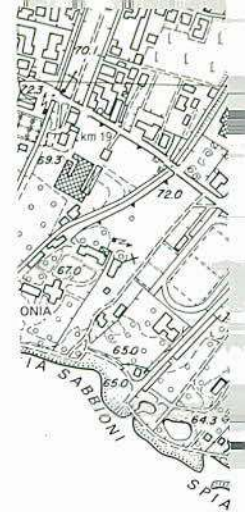
f Fagoliti

□ Cave di inerti

✕ Miniera di carbone abbandonata

○ Scavi di fondazione con evidenziazione di depositi lacustri nella piana di Nago

⌂ Direzioni di movimento delle frane



L a g o

Tutti i disegni (esclusa la fig. 9, tratta da ISCHIA & ZAMBOTTO, 1984), le foto e la carta geologica sono di G. PERNA.

Le fig. 11, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33 sono riprese da PERNA & SAURO, 1978.

(Carta Tecnica della Provincia Autonoma di Trento, Autorizzazione alla riproduzione n. 556/92 13 III BS del 28.01.1992).

argillosi, gelando crea pressioni che le allargano ulteriormente ecc. Tutti questi fattori tendono in modo sinergico al crollo finale.

Ma forse l'aspetto più interessante della teoria della criticità autorganizzata sta nella affermazione che gli eventi di grandi dimensioni sono correlati ad eventi minori molto più probabili. Con lo studio delle marocche che è in corso emerge il fatto, già prospettato dal TRENER, 1924, che queste forme di accumulo sono il risultato di numerosi piccoli crolli che predispongono quelli maggiori e sono poi seguiti da un corteo di distacchi minori.

Vi è infine un aspetto di ulteriore interesse: queste frane si sono succedute nel tempo dal ritiro del ghiacciaio sino ai giorni nostri; l'Uomo - risalendo dalla pianura padana - ha colonizzato subito le nuove terre lasciate libere dal gelo. Le grandi frane hanno pertanto coinvolto gli insediamenti in modo diretto o con grandi mutamenti della morfologia e dell'ambiente. Pertanto, lo studio interdisciplinare geologico ed archeologico (LANZINGHER & PERNA, 1990) apporterà nuove conoscenze sulla evoluzione ambientale della Valle del Basso Sarca.

8. Letture

La bibliografia sulle Marocche e sulla geologia del Basso Sarca è molto vasta e occuperebbe molte pagine di testo. Ci limitiamo pertanto ad alcuni lavori più recenti, i quali contengono anche i riferimenti per chi volesse approfondire l'argomento. I lavori precedenti dall'asterisco sono di tipo specialistico e necessitano di una specifica competenza per una consultazione. Per un quadro geologico generale ci si può riferire ai lavori contenuti nel seguente volume:

Guida alla Geologia del Sudalpino Centro-Orientale. Soc. Geol. It., Guide geol. regionali, 386 pp., Bologna, 1982.

Per un approfondimento della stratigrafia della zona sono indicate le seguenti pubblicazioni.
* CLARI P., 1975 - *Caratteristiche sedimentologiche e paleontologiche di alcune sezioni dei Calcari Grigi del Veneto*. Mem. Ist.

Geol., Min. Università di Padova, 31, pp. 1-63, ff. 34, tt. 2, Padova.

* CLARI P. & MARELLI C., 1983 - *I Calcari Oolitici di S. Vigilio nei Lessini Settentrionali (Prov. di Verona)*. Riv. It. Paleont., 88 (3), pp. 443-476, ff. 13, tt. 3, Pavia.

* LUCIANI V., 1989 - *Stratigrafia sequenziale del Terziario della Catena del Monte Baldo (Province di Verona e Trento)*. Mem. Scienze Geologiche, 41, pp. 263-351, 43 ff., 1 tab., 5 tt., Padova.

L'argomento delle grandi frane è trattato in numerosissimi lavori. Ne citeremo solo tre, peraltro non facilmente reperibili.

* ABELE G., 1974 - *Bergstürze in den Alpen*. Weissenschftl. Alpenvereinscefte, 25, 240 pp., München. Traduzione in ital. di P.G. NICOLETTI, 1990-1991: *Bergsturz nelle Alpi. Loro diffusione, morfologia e conseguenze*. CNR IRPI Cosenza.

* HEIM A., 1932 - *Bergsturz und Menschenleben*. Fretz und Wasmuth., Zürich, 218 pp. Traduzione in inglese a cura di N. SKERMER: *Landslides & human lives*. BiTech Publ. Ltd., Vancouver B.C., Canada, 1989.

* MONTANDON F., 1933 - *Cronologie des grands éboulements alpins du début de l'ère chrétienne à nos jours*. Matériaux pour l'étude des calamités, 32, pp. 271-340, Genève.

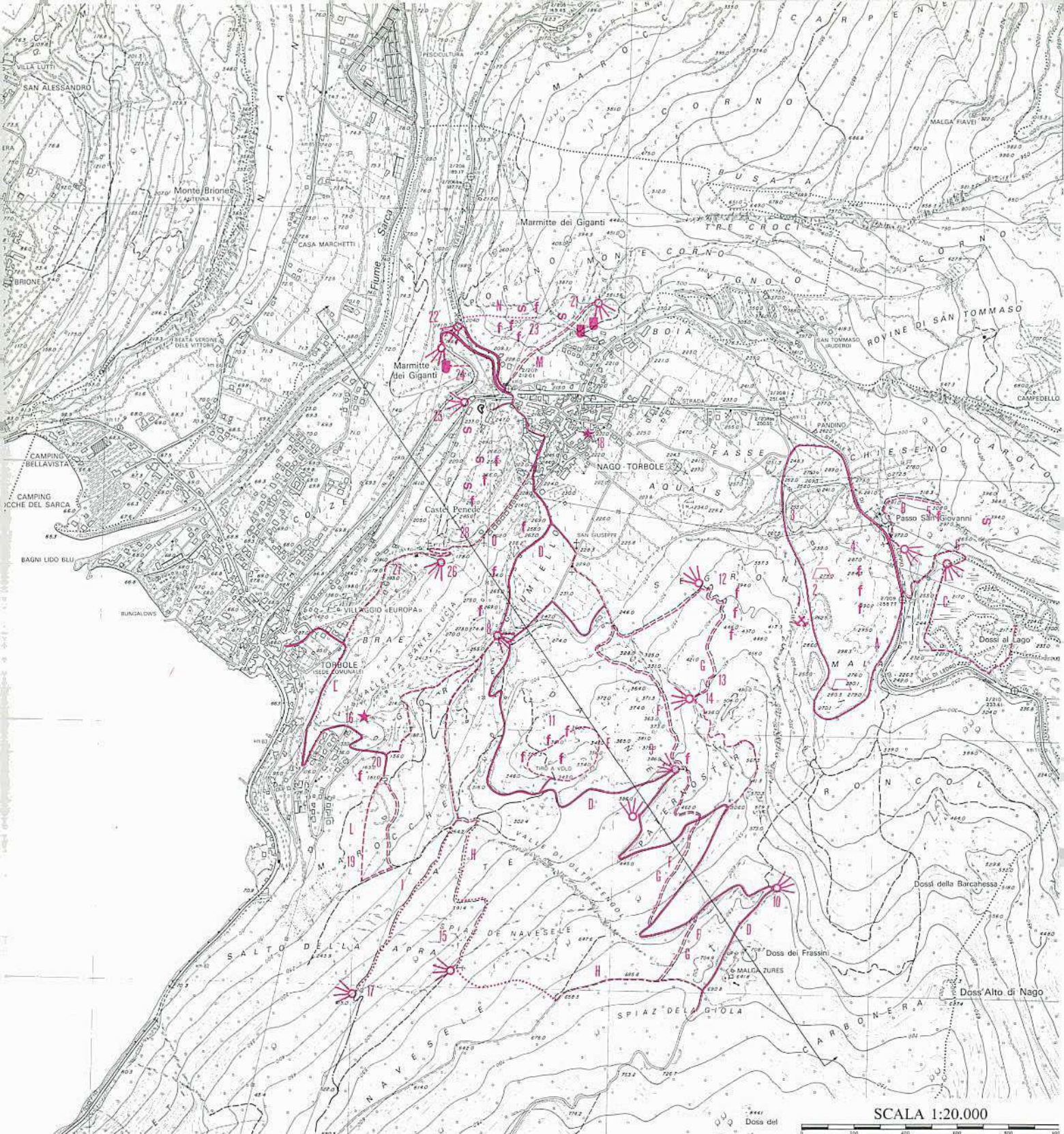
Qui di seguito indichiamo alcuni lavori sulle marocche e fagoliti della zona, ed inoltre gli altri lavori citati nel testo, di facile reperibilità.

BAK P. & CHEN K., 1991 - *La criticità autorganizzata*. Le Scienze, 271, pp. 22-30, ff. 8, Milano.

CASTELLARIN A., CHINI A., PERNA G. & SAURO U., 1982 - *Itinerari geologici: la conca del Pian della Nana*. Economia Trentina, 1982 (4), pp. 69-84, ff. 18, Trento.

ISCHIA N. & ZAMBOTTO P., 1984 - *I fenomeni carsici della Valle del Sarca e zone circostanti*. Vie di roccia e Grotte dell'Alto Garda, pp. 247-288, ff., 1 tt. Ed. SAT sez. Arco.
LANZINGHER M. & PERNA G., 1991 - *Le marocche della Bassa Valle del Sarca: un esempio di archeologia al servizio della cronologia geologica e di geologia in funzione della ambientazione del divenire archeologico*. Preprint.

PERNA G., 1974 - *Le frane glaciali e postglaciali*.



CARTA DEGLI ITINERARI

- Strada percorribile in automobile
- - - Sentiero facile
- · · Sentiero difficile
- ✂ Punti panoramici
- ★ Punti di interesse geologico
- ◻ Cave di inerti
- ✂ Miniera abbandonata di carbone
- Marmite dei Giganti
- s Rocce lisce, striate, montonate dal ghiacciaio
- f Fagoliti

- A. Ex tracciato della ferrovia Rovereto-Riva.
- B. Sentiero del Parco dell'Arrampicata.
- C. Sentiero per l'alveo del Lago di Loppio.
- D. Strada per Malga Zures e Doss Casina.
- E. Giro del Tiro a volo.
- F. Sentiero della Pace: mulattiera di guerra.
- G. Sentiero sulla Lasta di Segron.
- H. Sentiero dello Spiaz de Navesele-Salto della Capra.
- I. Sentiero del Salto della Capra.
- L. Strada per il Parco ricreativo e sentiero tra le Marocche.
- M. Sentiero per Monte Corno.
- N. Percorso sulla Lasta di Porino. Piazzole di sosta panoramiche e per la visita delle Marmite dei Giganti.
- O. Da Nago a Torbole lungo la vecchia strada.

ciali nel Trentino Meridionale ("Marocche" e "Laste"). Boll. Com. Glaciol. It., 22, pp. 59-66, ff. 2 Torino.

PERNA G., 1991 - *Forme di corrosione carsica superficiale al Lago di Loppio (Trentino)*. Natura Alpina, 41 (4), pp. 17-27, ff. 6, Trento.

PERNA G., 1975 - *Laste e marocche del Basso Trentino*. Economia Trentina, 24 (4), pp. 41-56, ff. 10, Trento.

PERNA G., 1991 - *I primi studi in Italia delle microforme di dissoluzione carsica superficiale*. Intern. Symp. Proto-History of Speleology, Città di Castello (in stampa).

PERNA G. & SAURO U., 1976 - *Karren, grize e kamenitze*. Economia Trentina, 1976 (2), pp. 41-56, Trento.

PERNA G. & SAURO U., 1978 - *Atlante delle microforme di dissoluzione carsica superficiale del Trentino e del Veneto*. Mem. Museo Trid. Sci. Nat., 22, pp. 1-176, ff. 167, Trento.

SAURO U., 1977 - *Le città di Roccia*. Economia Trentina, 1977 (1), pp. 73-80, ff. 10, Trento.

TRENER G.B., 1924 - *Geologia delle marocche*. In: Gli impianti idroelettrici della Città di Trento. Parte II, pp. 25-33, 3 ff., 3 tt., Trento; Ripubbl. in Studi Trent. Sci. Nat., 34 (2), pp. 319-340, Trento.

9. Itinerari

Indicheremo qui di seguito (facendo riferimento alla cartina topografica di fig. 13), alcuni itinerari sia a piedi (ed in rampichino) che in automobile e che consentono di visitare la Lasta di Paternoster, le Marocche di Gorte e le altre particolarità morfologiche e geologiche della zona. Per inoltrarsi tra i massi occorrono le pedule e va posta attenzione a qualche masso instabile. Inoltre, i massi hanno spesso rilievi molto taglienti. Dotarsi di macchina fotografica, meglio con zoom 35-80 mm, che consente riprese sia di panorami che di dettagli dei massi corrosi, soggetti estremamente suggestivi. Di particolare bellezza la vegetazione nana (bonsai naturali, fig. 14). Si raccomanda di astenersi dal tentare di portare a casa qualche esemplare: si tratta di un danneggiamento del tutto inutile perché le piante hanno radici di lunghezza insospettata

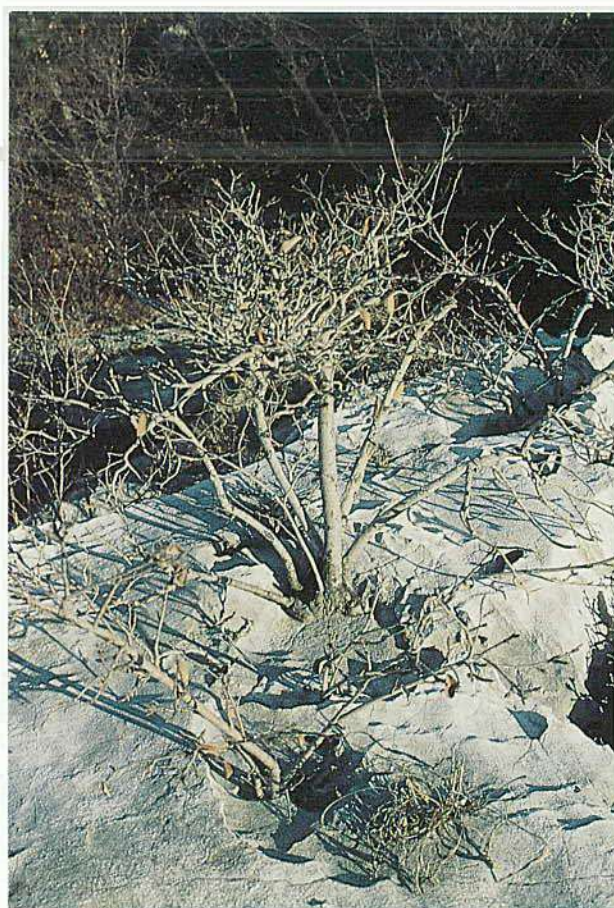


Fig. 14 - Esempio di Bonsai naturale su un masso della Marocca di Gorte. Gli alberelli crescono nella viva roccia insinuando le radici in fenditure piccolissime presenti all'interno di vaschette di corrosione. Queste, in periodi di pioggia, si riempiono di acqua, che permane a lungo, a beneficio delle piante.

79

ed impossibili da recuperare senza rovinarle: le piante muoiono irrimediabilmente. Le vipere sono rarissime.

A. Ex tracciato della ferrovia Rovereto-Riva. Passa dietro le Marocche del Passo di San Giovanni, di cui si vede (fig. 15) una sezione nelle cave (2). In parete (1) vi è una galleria, di pochi metri, per la ricerca del carbone. Guardando verso Sud si vede la grande nicchia di distacco della frana al fianco del Doss dei Frassini, da cui si è staccata, in più tempi, la grande Marocca di San Giovanni.

3. Pseudodolina compresa tra le marocche del Doss dei Frassini a Sud e di Figarolo a Nord.

4. Grandi massi di frana con solchi pre frana



Fig. 15 - La Marocca del Passo di San Giovanni, aggredita dalle cave della Mala. Appare abbastanza evidente la stratificazione del deposito, con in basso prevalenza di Calcari Oolitici di San Vigilio, in alto Calcari Grigi.

di corrosione sui quali si sono impostate, dopo il franamento, vaschette di corrosione (fig. 11)

B. Sentiero che porta al Parco dell'Arrampicata (5), con gli enormi massi caduti dalla falesia del Monte Brugnolo (fig. 7). Sia su alcuni massi che sulla parete sono presenti concrezioni stalagmitiche formatesi sui due lembi della trincea di tensione che ha determinato il crollo.

C. Sentiero per l'alveo del Lago di Loppio. Dal punto 6, sul grande muraglione della massicciata della ex ferrovia Rovereto-Riva, panorama sui Dossi del Lago, costituiti da marocche a cono.

Sui massi sono presenti (7) grandi varietà di fagoliti tra cui le vermicolazioni, tipiche forme subacquee (fig. 16).



Fig. 16 - Alveo del Lago di Loppio. Su un masso, originariamente sommerso, sono presenti le vermicolazioni, tipica forma di corrosione biologica.

D. In automobile, dall'abitato di Nago si prende la strada asfaltata (molto stretta inizialmente) che sale a Malga Zures-Chiesetta degli Alpini. Prima sosta al capitello (8), da dove si ammira in alto l'enorme anfiteatro della nicchia di distacco, la Lasta di Paternoster e le sottostanti marocche. Proseguendo, la strada offre un incomparabile panorama sul Lago di Garda. Le piazzole di sosta ai tornanti (9) consentono belle viste panoramiche delle falesie, in particolare quella settentrionale (meta di scalatori) che alla base ha enormi massi adagiati sulla coltre detritica (fig. 17).

All'ultimo tornante (10) vista della conca di Loppio, della lasta coperta del Doss dei Frassini (fig. 6) e delle Marocche di San

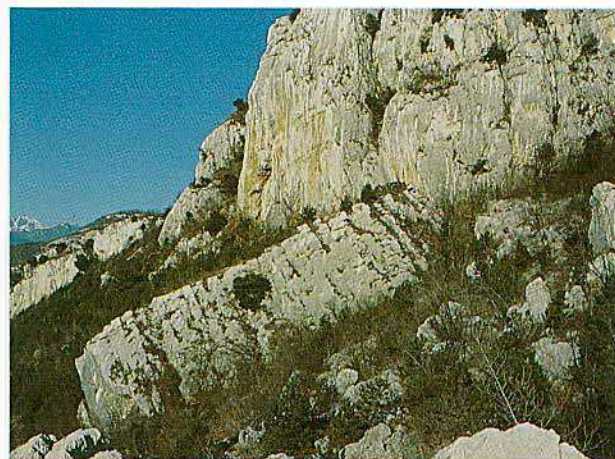


Fig. 17 - Nella parte settentrionale della Lasta di Paternoster giace, adagiato sui detriti, un colossale monolito staccatosi dalla falesia settentrionale. Le dimensioni sono di circa 50 x 30 x 30 m., con un volume di 45.000 metri cubi.

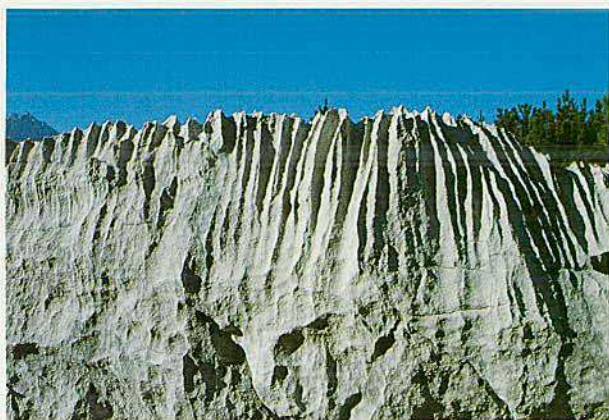


Fig. 18 - Scannellature su un masso della Marocca di Gorte.



Fig. 19 - Settore NW della Lasta di Paternoster, con grossi blocchi di frana.

Giovanni. In basso l'orribile ferita delle cave di inerti (1). La strada prosegue lungo il versante gardesano del Monte Baldo, ma non ha sbocco.

E. Nel precedente itinerario, appena superato il tornante che dà sulla Valle di Oltrezengol si gira a sinistra entrando nell'ex Tiro a Volo, che corrisponde ad una depressione tra le marocche. Consigliamo un giro in mezzo alle marocche (manca un sentiero, ma non vi sono difficoltà) per vedere gli enormi massi ed i fagoliti (11) (fig. 14, 18, 20, 22, 28).

F. G. H. Se si preferisce una gita a piedi, si sale lungo la mulattiera di guerra (**F** indicata come Sentiero della Pace), oppure il sentiero **G** che si snoda sulla lasta di Segron, più panoramico, con vista (fig. 5) del bacino di origine lacustre di Nago (12), fagoliti e trincee

di distensione (13), in parte utilizzate per le fortificazioni della Prima Guerra mondiale (fig. 21). Dal ciglio (14) sovrastante Paternoster, il più bel panorama sulla lasta, sulle marocche e su tutta la conca dell'Alto Garda. Si ridiscende a Nago e Torbole per il sentiero che si snoda sulla lasta del Salto della Capra-Spiaz de Navesele, con un punto panoramico eccezionale (15) (fig. 23). Il sentiero non è molto agevole ed è mal segnato: è preferibile, volendo fare il giro completo, il percorso inverso, indicato qui di seguito. L'intero giro a piedi delle marocche e della Lasta di Paternoster, da Torbole, si fa comodamente in una giornata, salendo in macchina per il primo tratto da Nago (L). Sul roccione strapiombante (16) bella discordanza angolare (fig. 24): gli strati di Scaglia Rossa sono troncati dalla erosione e sopra si sono depositi i Calcari di Torbole. Lasciata la macchina al Parco ricreativo delle Busatte (percorso L), si sale al Salto della Capra (H), per ridiscendere per una delle due mulattiere F o G. Oppure si può seguire in tutto od in parte la strada asfaltata D. Dal capitello si ritorna alle Busatte lungo la comoda mulattiera.

I. Per salire solamente al Salto della Capra è preferibile il sentiero che segue il tracciato dell'elettrodotto e consente una bella visione della Lasta, per la massima parte in Calcari Oolitici di San Vigilio (17). Qui si può vedere come questa formazione, per corrosione carsica, si suddivide in minute scagliette (fig. 12). Non è consigliabile salire lungo la lasta nuda, anche se la pendenza è modesta, perché è resa sdruciolevole dai detriti e dai veli di acqua in tempi piovosi. Le scaglie degradano in sfaticcio che si accumula sulle scabrosità, consentendo alla vegetazione di attecchire. Le zone con zolle erbose sono invece in genere sicure e consentono di risalire la lasta.

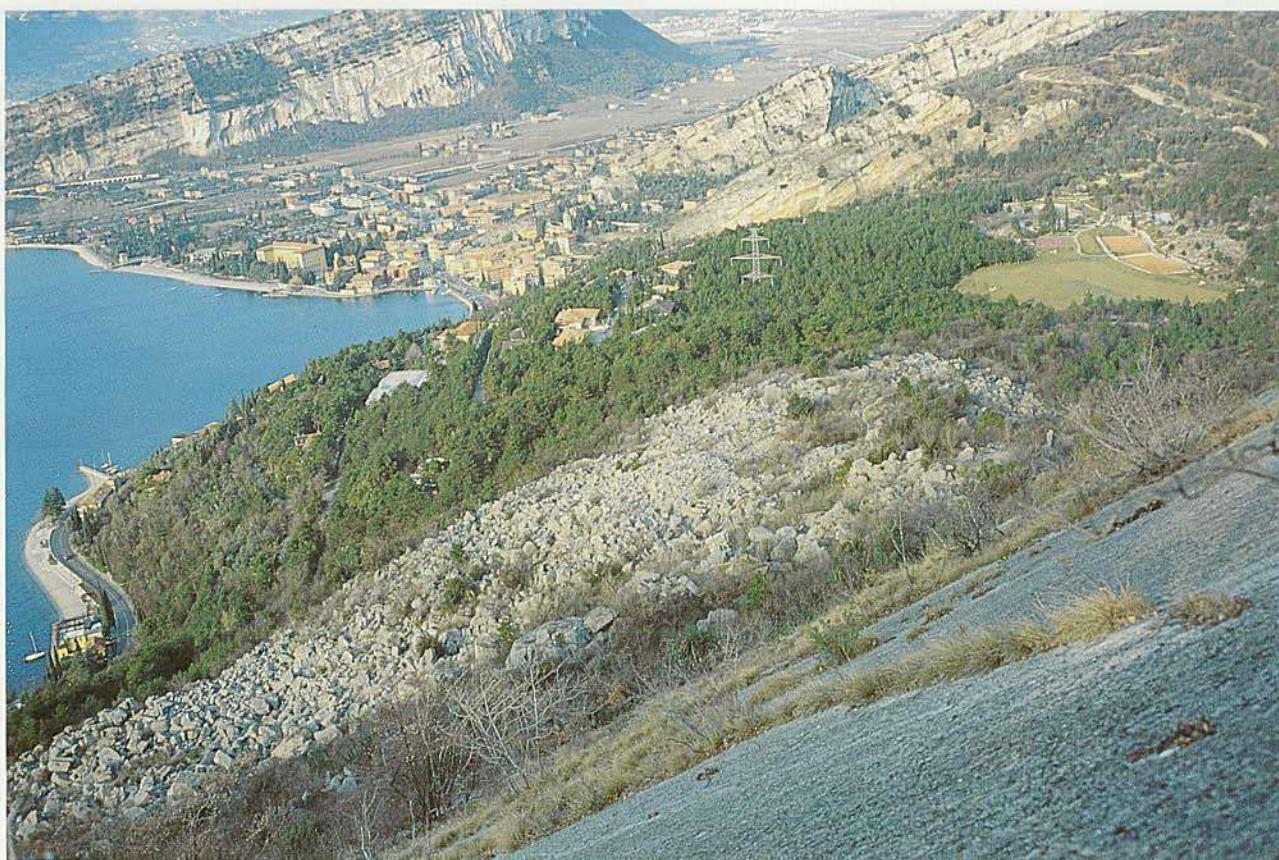
L. Partendo da Torbole, in automobile, al punto 16 si nota, in parete, un affioramento di calcari chiari della Formazione di Torbole sovrapposti con discordanza angolare alla Scaglia Rossa (stratificazione fitta di calcari rossi) in parte troncata per erosione (fig. 24). Altrove (ad es. nell'abitato di Torbole nel punto indicato (18), la Scaglia Rossa termina con un "hard ground". Proseguendo si giun-

Fig. 20 - Crepacci su un masso della Marocca di Gorte, in località Tiro a Volo. Notare che il labbro inferiore del grande crepaccio si presenta scannellato ed in rilievo rispetto alla superficie della roccia sulla quale ha prevalso la corrosione diffusa. Questo rilievo dà la misura dello spessore di roccia dissolta dalla corrosione carsica.



Fig. 22 - Coppette presenti su tre grossi massi delle Marocche di Gorte, ad W del Tiro a Volo. Queste morfologie hanno una genesi incerta: si tratta probabilmente di forme pre frana su parete subverticale.

Fig. 21 - Grande trincea di direzione NS, sulla Lasta di Segron, dovuta al rilascio tensionale, utilizzata come camminamento della I^a Guerra mondiale.



83

Fig. 23 - Alla base della Lasta del Salto della Capra, che appare in primo piano, le marocche in Calcarei Oolitici di San Vigilio. La parte boscata ed urbanizzata è invece costituita da marocca in Calcarei Grigi.



Fig. 24 - Discordanza angolare dei Calcarei di Torbole sulla Scaglia Rossa.

ge al Parco ricreativo delle Busatte, si lascia l'auto e ci si dirige verso Sud entrando nelle "Marocche" che derivano dal franamento di Calcarei Oolitici di San Vigilio (19).

La dissoluzione carsica evidenzia i giunti di strato e suddivide le superfici di strato in minute scagliette. Questa marocca si sovrappone a quella di Gorte (all'estremo Nord del parco 20), costituita da grossi massi del limite tra Calcarei Grigi e Calcarei Oolitici, alcuni dei quali, inseriti nel posteggio del parco, mostrano fori, crepacci, scannellature.

Notare come la corrosione carsica faccia sporgere i noduli di selce di circa 5 centimetri, a testimonianza della notevole età della Marocca (fig. 10).

M. Sentiero per Monte Corno. In pochi minuti consente di salire sullo sperone di Calcarei di Torbole con 3 piccole Marmitte dei Giganti, due delle quali sono poste in serie e collegate tra di loro da un solco di erosione. Da questo punto panorama sulla conca di Nago (21).

N. Dalla piazzola di sosta sulla Strada Statale che da Torbole scende ad Arco (22), si ha una visione panoramica del Monte Brione, a forma di spicchio di arancia posato sulla piana, con gli strati terziari immergentisi ad Ovest. Di fronte, volgendo verso Est si vede una lasta con stupendi fagoliti. Si può facilmente risalire la Lasta di Porino (23) e riconoscere la notevole varietà di forme di dissoluzione carsica superficiale dei calcari: scannellature, lunghissimi solchi paralleli che scendono dal versante (fig. 29), crepacci e fori carsici e, in sommità presso il traliccio dell'elettrodotto, belle *vaschette*, dovute alla corrosione di alghe (*fitocarsismo*, fig. 26). Nella grande piazzola di sosta, dopo il primo tornante della Strada Statale 240 Nago-Torbole (24), panorama come dal belvedere precedente. Poco distanti due notevoli Marmitte dei Giganti a fianco della strada. Altro punto panoramico è sulla strada che da Nago scende al Quartiere Europa (25) con bella visione panoramica delle due Marmitte dei Giganti (24).

O. Da Nago a Torbole si può scendere a piedi lungo la Valletta di Santa Lucia. A destra le pareti strapiombanti di Castel Penede (Calcarei di Nago), a sinistra la lasta di Calca-

ri di Torbole, con liscioni glaciali e fagoliti (impronte di passi (fig. 28)), solchi, fori, crepacci); dal tratto a tornanti (26) bel panorama sulla insenatura sottostante. In basso, giunti alla piana, presso il capitello (27), affiorano i basalti. Lungo questa valletta si sviluppava la vecchia strada che scendeva alla piana e da qui fu fatta transitare, nel 1438, la flotta veneta fatta risalire dall'Adriatico lungo l'Adige e trasportata al Garda via terra per il Passo di San Giovanni da Sorbolo di Candia, nel conflitto tra Repubblica veneta e Filippo Maria Visconti, duca di Milano. All'inizio del sentiero (28), targa in bronzo, ricordo dell'evento (fig. 25).

ITINERARIO PANORAMICO. Le laste e le marocche della zona ad Est di Nago sono visibili da buona parte della piana di Riva e di Torbole. Una migliore visione si ha salendo (a piedi) sul Monte Brione e dalla Gardesana Occidentale. Questa strada tuttavia è stretta e troppo sinuosa e non è facile trovare un posto per lasciare la macchina. Lungo la strada per Pregasina, ad iniziare dal bivio della Gardesana, è possibile sostare ed ammirare, da un punto elevato, il panorama delle laste di tutto il versante W del Monte Baldo (fig. 3).



Fig. 25 - Targa ricordo del trasporto della flotta veneziana dall'Adige al Garda.



85



Fig. 26 - Lasta di Porino. Sulla superficie della roccia, lisciata dal ghiaccio, sono scavate belle vaschette di corrosione. Notare il colore lievemente rosato della vaschetta in primo piano ed il colore nero delle altre, dovuto alle alghe endolitiche che attaccano la roccia. Il colore chiaro è invece dovuto alla corrosione chimica del calcare.

Fig. 27 - Marocca del Passo di S. Giovanni. Vaschette di corrosione impostate su un masso di frana. Hanno contorno irregolare e sono profondamente sottoscavate. Particolarmente evidente il colore bruno scuro dato dal fitocarsismo. Parte di questa marocca è stata divorata dalle due cave. Si vedano anche le fig. 31 e 33.

Fig. 28 - «Impronte di passi» su un masso della Marocca di Gorte, nella zona del Tiro a Volo. Il nome di questa forma di corrosione deriva dalla forma che ricorda le impronte che lasciano i talloni quando si scende un pendio. Queste forme non hanno nulla a che vedere, ovviamente, con le impronte di dinosauri ritrovate sulle Laste di Marco, presso Rovereto.



86



Fig. 29 - Lasta di Porino, in Calcarei di Nago, lisciata e montonata dal ghiacciaio. Lunghi solchi rigano la superficie della roccia. In primo piano la macchia verdastra è dovuta all'acqua che geme da una piccola frattura. L'apporto di sostanze nutritive consente l'insediamento di alghe incrostanti (Fitocarsismo costruttivo). Si vedano anche le fig. 30 e 32.

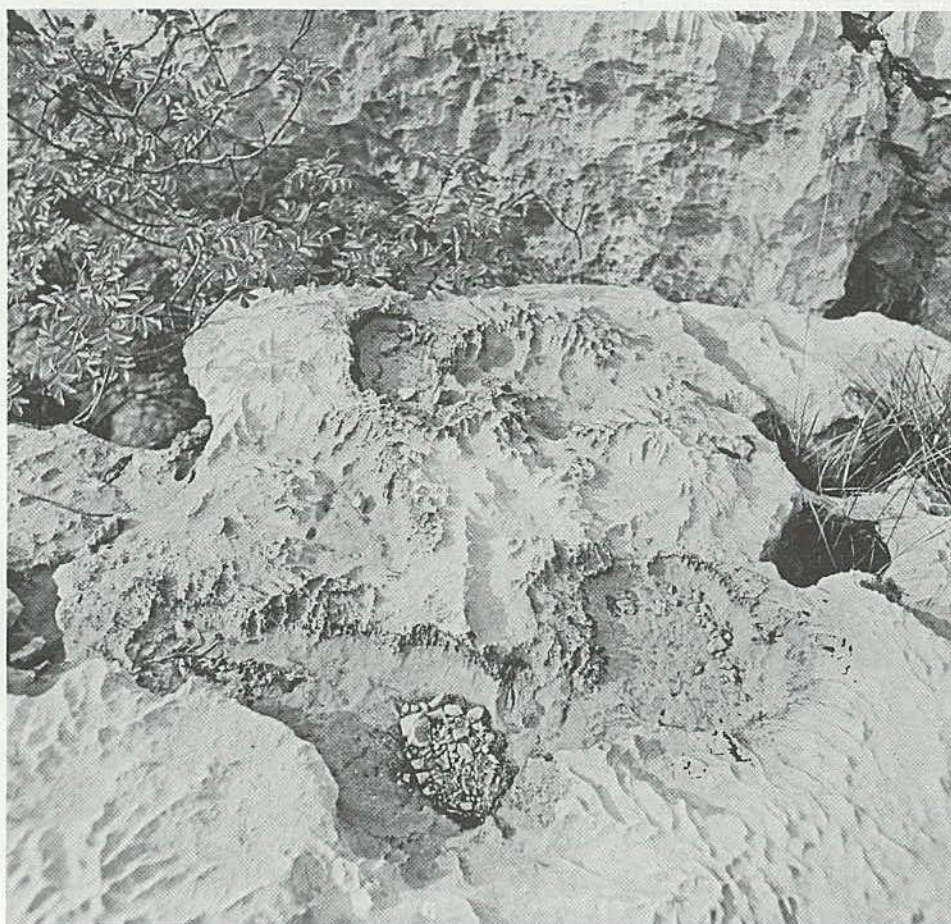


Fig. 30 - Lasta di Porino, Formazione dei Calcari di Nago.

Serie di solchi a doccia, disposti secondo linee di massima pendenza. Il solco a destra nero ha catturato e reso inattivo quello immediatamente a sinistra, divenuto chiaro perché ora evolve per corrosione chimica.

Fig. 31 - Marocca del Passo di S. Giovanni, Formazione del Calcari Grigi.

Vaschette di corrosione a nido con ciottolotti, impostate su un masso di frana. Queste forme di corrosione sono successive al franamento.



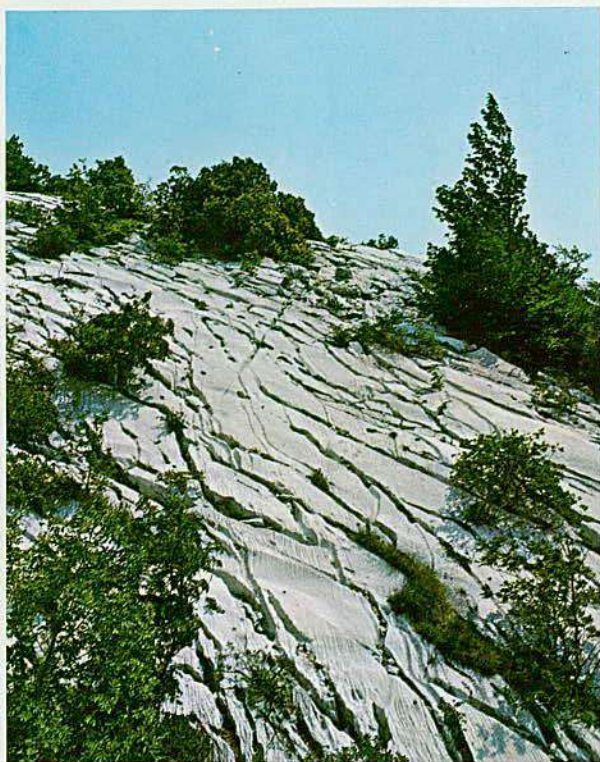


Fig. 32 - Lasta di Porino nella Formazione dei Calcari di Nago.

Reticolo di docce scavate nella parte alta della lasta. L'andamento serpeggiante secondo due direzioni oblique è dovuto alla conformazione della superficie, modellata dal ghiacciaio.

88

Fig. 33 - Marocca del Passo di S. Giovanni, Formazione dei Calcari grigi. Vaschette a nido, impostate su un masso di frana.

Il fondo è costellato di piccoli incavi prodotti dall'accentuarsi del fitocarsismo in corrispondenza di frammenti di roccia. Il fitocarsismo, evidenziato dalla patina bruna, deborda in parte dalle vaschette.

