

# Sculpture d'acqua





# Sculture d'acqua



Provincia di Udine - Area Ambiente  
Circolo Speleologico e Idrologico Friulano - Udine

SCULTURE D'ACQUA  
Il paesaggio carsico in Friuli

a cura di  
Giuseppe Muscio e Margherita Solari

testi  
Andrea Mocchiutti  
Giuseppe Muscio  
Margherita Solari

foto  
Alberto Bianzan  
Adalberto D'Andrea  
Paolo Maddaleni  
Andrea Mocchiutti  
Giuseppe Muscio  
Margherita Solari

grafica  
Furio Colman

# Sculture d'acqua

Il paesaggio carsico in Friuli



Dieci anni di collaborazione fra l'Amministrazione Provinciale di Udine ed il Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, con il coinvolgimento delle altre associazioni speleologiche che operano in Friuli, hanno portato alla pubblicazione di una serie di volumi destinati ad illustrare i diversi aspetti del fenomeno carsico sotterraneo del territorio provinciale.

Questa serie di volumi è stata l'occasione per disegnare un aspetto poco conosciuto del nostro ambiente, la cui tutela è fondamentale non solo per il valore intrinseco dell'habitat carsico, ma anche perché ad esso è fortemente connesso quel fondamentale bene che è l'acqua.

L'acqua che "costruisce" le grotte, però, disegna anche la superficie delle aree carsiche e le forme che ne risultano meravigliano ed incuriosiscono.

Ad esse è quindi dedicato questo volume, un atlante fotografico che illustra questo particolare aspetto del carsismo, a testimonianza dell'impegno dell'Amministrazione Provinciale nella tutela dell'ambiente carsico.

Fabio Marchetti

*Assessore all'Ambiente della Provincia di Udine*



L'incontro con l'affascinante mondo sotterraneo è riservato a pochi: la visita ad una grotta turistica se da un lato fornisce emozioni uniche nell'incontro con ambienti spesso decorati come cattedrali gotiche, dall'altro è solo un piccolo assaggio delle sensazioni che una vera e propria esplorazione sotterranea può fornire. Un viaggio alla scoperta del buio è una esperienza unica, un'avventura alla ricerca di nuove frontiere a pochi passi da casa.

Si tratta di un viaggio che può portare a scoperte di interesse scientifico, ad incrementare la conoscenza del territorio, ma anche al semplice piacere di osservare le sculture che il fenomeno carsico modella dentro la roccia. Questo vale anche per le forme che scolpisce sulla sua superficie, dando un nuovo aspetto al paesaggio: è il carsismo superficiale, la faccia più visibile del fenomeno carsico.

Il Circolo Speleologico e Idrologico Friulano intende proseguire nella sua opera, oramai più che secolare, di studio e tutela del carsismo del nostro territorio.

E tutto questo rincorrendo una goccia d'acqua.

Giuseppe Muscio

*Presidente del Circolo Speleologico e Idrologico Friulano*



# Indice

<b>La geologia</b> > Giuseppe Muscio .....	pag	13
<b>Il carsismo</b> > Margherita Solari .....	pag	21
<b>Le aree carsiche</b> > Andrea Mocchiutti, Giuseppe Muscio .....	pag	29
Alpi Carniche occidentali .....	pag	30
Alpi Carniche orientali .....	pag	38
Monte Verzegnis .....	pag	44
Monte Canin .....	pag	50
Monte Cuar - Monte Prât .....	pag	58
Bernadia e Valli del Torre .....	pag	64
Le Valli del Natisone .....	pag	70
<b>Le forme carsiche</b> > Margherita Solari .....	pag	77
Campi solcati (karrenfelder) .....	pag	88
Scannellature .....	pag	94
Creste .....	pag	98
Solchi a doccia .....	pag	104
Solchi a meandro .....	pag	112
Vaschette di corrosione .....	pag	116
Fitocarsismo .....	pag	120
Fori .....	pag	124
Crepacci .....	pag	128
Cavità di anastomosi .....	pag	132
Lame dentate .....	pag	134
Spianate carsiche .....	pag	138
Corrosione selettiva .....	pag	142
Forme su altre rocce .....	pag	146
<b>Approfondimenti</b> .....	pag	157



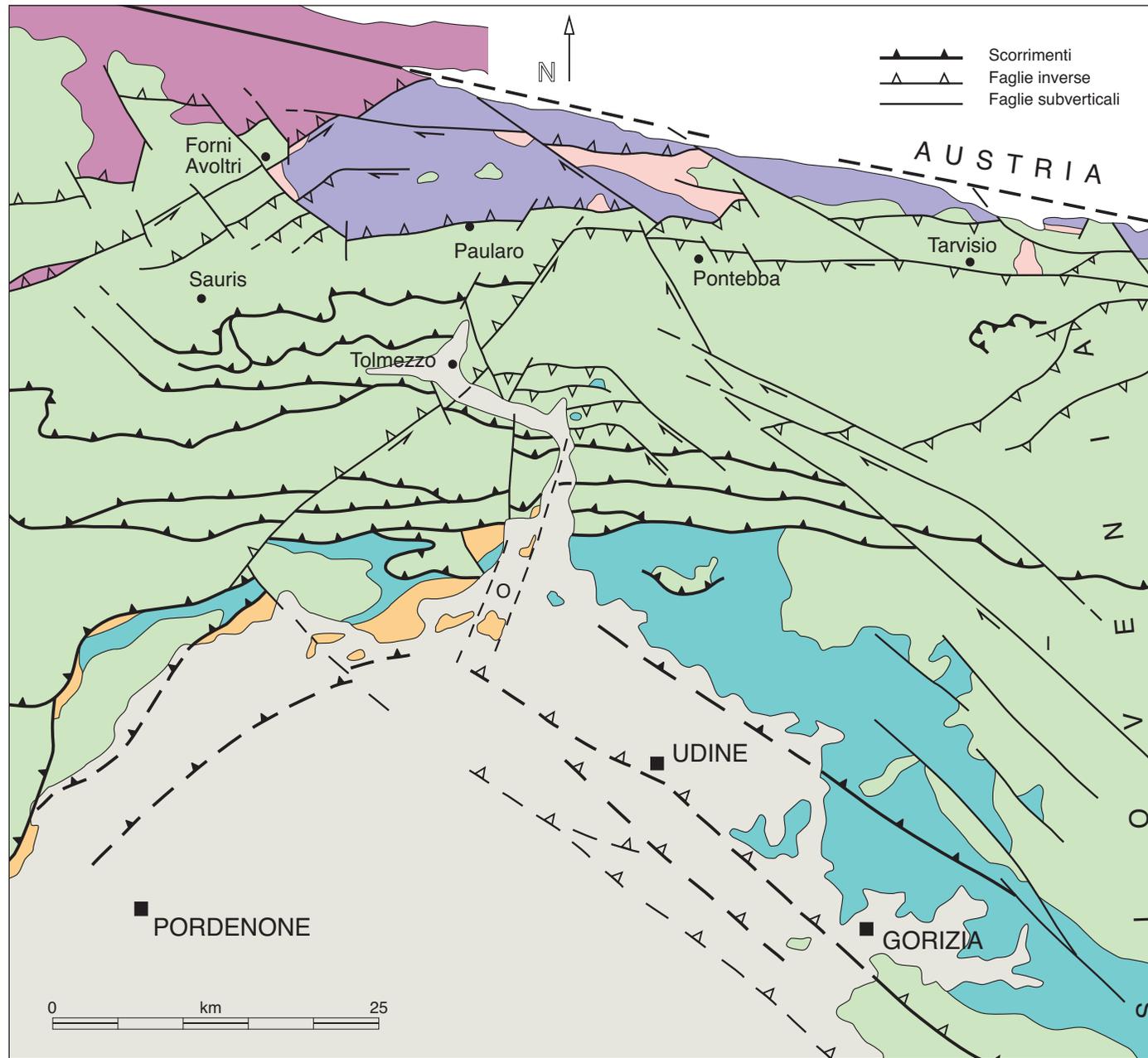
Giuseppe Muscio

# La geologia

< Monte Canin: campi solcati  
(karrenfelder) nei calcari mesozoici

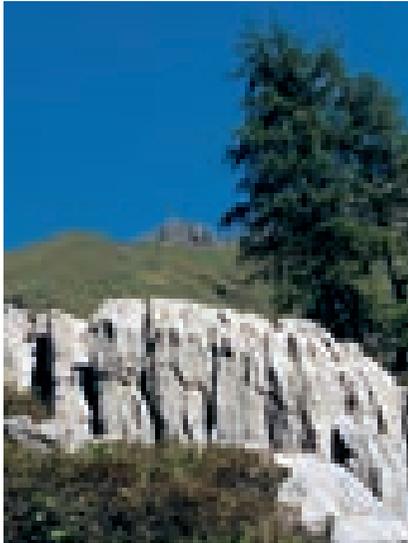
**L**eggere il paesaggio significa riuscire a comprendere i rapporti fra i vari elementi che, come tasselli di un complicato puzzle, vanno a formare quello che, nel nostro caso, è l'aspetto dell'area montana friulana. Il carsismo superficiale, infatti, può svilupparsi e divenire elemento caratterizzante del paesaggio solo se vi è la convergenza di un insieme di fattori legati al clima, alla morfologia, all'evoluzione del territorio e, soprattutto, alla presenza di rocce carsificabili. Per queste ragioni la descrizione del fenomeno carsico di un determinato territorio non può prescindere dalla conoscenza della sua geologia.

Il territorio montano della provincia di Udine si presenta assai variegato dal punto di vista geologico, caratterizzato com'è da una successione rocciosa che copre quasi 500 milioni di anni, sviluppandosi pressoché completa dall'Ordoviciano superiore ad oggi. Le rocce depositatesi in questo lungo lasso di tempo, poste le une sulle altre, andrebbero a costruire una colonna alta ben più di 10 km. Si tratta, per la massima parte, di rocce sedimentarie, relegando quelle metamorfiche a limitati lembi presenti al confine con il Cadore e quelle vulcaniche a ridotti episodi durante il Carbonifero ed il Triassico. L'intervento di due distinte fasi orogenetiche (quella ercinica durante il Carbonifero e quella alpina dal Cretacico in poi) ha condizionato l'assetto strutturale del territorio. La maggior parte delle fratture crostali e, di conseguenza, delle vallate e degli elementi dell'idrografia, hanno come prevalenti le coppie di direzioni E-W, N-S e NW-SE, SW-NW. Dovendo esaminare lo sviluppo del fenomeno carsico, la mas-



Lineamenti geologici del territorio friulano (da VENTURINI)

- Depositi e coperture quaternarie
- Successione molassica (miocenica)
- Successione torbiditica di mare profondo (eocenica)
- Successione permo-mesozoica
- Sequenza permo-carbonifera
- Sequenza ercinica ordoviciano-carbonifera
- Basamento ercinico



Forme carsiche nei calcari del Devoniano presso Casera Monumenz (Massiccio del Monte Coglians)

sima attenzione va dedicata ai depositi carbonatici, in particolare ai calcari, ma anche ai gessi ed ad altri litotipi nei quali si possano sviluppare forme carsiche o pseudocarsiche.

Le rocce sedimentarie più antiche, che risultano scollate da un basamento metamorfico affiorante al bordo occidentale dell'area esaminata, a confine con il Veneto, testimoniano la presenza di un bacino di mare basso, che caratterizza l'area carnica durante la fine dell'Ordoviciano. La tendenza trasgressiva porta ad un approfondimento del mare, pur con condizioni diverse fra oriente ed occidente. È con il Devoniano che il miglioramento delle condizioni climatiche permette il formarsi di un potente corpo di scogliera che continua a svilupparsi per 50 milioni di anni e le cui testimonianze odierne sono date da diversi massicci calcarei fra i quali quello del Monte Coglians e quello del Monte Cavallo di Pontebba. Contemporaneamente sono presenti tutti quegli ambienti che caratterizzano il passaggio dalla scogliera al mare aperto, tendenzialmente profondo. La sopravvivenza della scogliera è legata ad equilibri complessi che vengono ad essere interrotti dai primi segni che preannunciano la futura orogenesi ercinica; con le sue tensioni crostali questa fase porta allo "sprofondamento", alla fine del Devoniano, del potente corpo di scogliera, mentre lungo le fratture che vengono ad interessare il fondo marino fuoriescono flussi magmatici.

Vengono riferiti al Devoniano i *Calcari di transizione* (Calcareniti, calcilutiti e calcisiltiti grigie in strati da centimetrici a decimetrici) che costituiscono l'area della Creta di Collinetta, del Pal Piccolo, Pal Grande, Pizzo di Timau. In questi litotipi si aprono le grotte presenti nel Monte Pal Piccolo, come la Grotta Labyrinth o la Grotta presso i Ricoveri Cantore. Coevi sono i *Calcari di piattaforma* (Calcari massicci grigi, algali o a coralli, in strati decimetrici o metrici) che raggiungono i 1100 metri di potenza e costituiscono per la quasi totalità gli imponenti massicci dei Monti di Volaja, Cima Capolago, Monte Coglians e La Chianevate (o Cjanevate)



< Carsismo superficiale nel Col delle Erbe (Massiccio del Monte Canin)



L'ingresso di una grotta-risorgiva nei gessi del Permiano presso Treppo Carnico

ad occidente, mentre ad oriente a queste unità fanno capo le rocce che formano il Monte Zermula e il Massiccio del Monte Cavallo di Pontebba. Importanti fenomeni carsici si sviluppano nei calcari di piattaforma del Monte Coglians (Abisso Marinelli), ma soprattutto nel Massiccio del Monte Cavallo di Pontebba (Complesso del Monte Cavallo di Pontebba).

In seguito nella fase compressiva più intensa dell'orogenesi ercinica avviene l'emersione dell'intera area carnica (Carbonifero inferiore) e si ha la formazione della Catena Paleocarnica. La catena montuosa viene erosa in maniera relativamente rapida e si instaura un ambiente costiero con presenza di lagune, che subiscono varie fasi di emersione, con aree ove si possono sviluppare piccole costruzioni organogene sino all'inizio del Permiano. Successivamente una fase di emersione riporta l'area carnica a condizioni di continentalità, che perdurano sino al Permiano superiore quando ritorna l'ambiente marino. All'interno dei depositi della *Formazione a Bellerophon* (Permiano superiore), oltre a dolomie, calcari dolomitici e marne neri e grigi, sono presenti banchi e strati gessosi, sede di fenomeni carsici (meglio sarebbe parlare di paracarsici) con alcune cavità e doline.

Fra i depositi triassici vi sono spesso rocce calcaree come quelle presenti nella *Dolomia del Serla* (Anisico: dolomie e calcari dolomitici, a volte stromatolitici, in strati decimetrici che diventano poi bancate potenti), affiorante nel Gruppo del Monte Bivera e nel Gruppo del Monte Cucco-Tersadia e presso Lovea. Di poco più recente è la *Dolomia dello Sciliar* (Anisico superiore-Ladinico) con calcari, calcari dolomitici e dolomie generalmente massicci, potenti fino a 600 metri. Costituiscono una delle formazioni più diffuse nell'area carnica, formano il versante meridionale del Creton del Clap Grande, la parte superiore del Massiccio del Monte Siera e della Creta Forata, la parte alta della vallata del Torrente Lumiei e gran parte dei rilievi più massicci a monte di Raveo, Villa Santina e Fusea. Queste due unità sono interessate da fenomeni carsici.

I livelli in assoluto più importanti sono però quelli del *Calcare del Dachstein* (Norico-Retico), i cui calcari e calcari dolomitici formano la parte sommitale del Massiccio del Monte Canin, una delle maggiori aree carsiche del mondo con un migliaio di cavità già note, con sistemi sotterranei che si sviluppano per decine di chilometri e con profondità di oltre 1000 metri.

Al *Calcare di Chiampomano* (Retico) appartengono calcari e calcari dolomitici, ben stratificati che costituiscono parte rilevante di massicci, come quello del Monte Verzegnis. Alla fine del Triassico si instaura in tutta l'area un ambiente di mare molto basso bordato a nord da un ampio bacino poco ossigenato. Giurassico e Cretacico sono caratterizzati da ambienti di mare generalmente profondo, pur in presenza di molte variazioni. Fra le Unità del Giurassico va ricordata la *Formazione di Soverzene* (calcari selciferi) che costituisce gran parte del Monte Najarda e di Costa di Paladin, all'interno dei quali si sviluppano importanti risorgive come il Fontanon del Riu Neri e quello del Rio dei Laz. Assieme ad altre unità calcaree giurassiche, i calcari selciferi sono presenti anche nell'area dei Monti Amariana, Valcalda e Verzegnis. Altri calcari giurassici (*Formazione di Fonzaaso*) sono interessati da carsismo superficiale nelle Prealpi Carniche. Calcari giurassici affiorano, ben carsificati, anche nell'altopiano del Monte Canin.

Di notevole interesse è lo sviluppo del fenomeno carsico nei calcari del Cretacico soprattutto per quanto riguarda le Prealpi Giulie (Bernadia, Monte Matajur). È proprio con il Cretacico che si avvia nel nostro territorio l'orogenesi alpina, ancora in atto, che porta all'emersione della catena alpina, così come oggi la conosciamo. Connessi all'orogenesi alpina sono gli estesi depositi torbidity (flysch), prevalentemente di età eocenica, delle Prealpi Giulie. All'interno di questa successione costituita da argille, arenarie e marne, rocce generalmente non carsificabili, sono presenti potenti banconi di calcareniti ove si sviluppano interessanti cavità come quelle di Villanova (Grotta Nuova, Dovizia e Feruglio) e quella di San Giovanni d'Antro.



< Pilastrini di dissoluzione nei calcari cretaci del Monte Matajur

> Calcari selciferi giurassici del Monte Verzegnis: l'erosione selettiva pone in risalto i noduli di selce





# Il carsismo

Margherita Solari



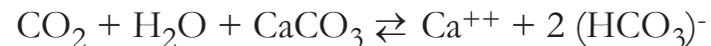
Piccole creste nei calcari triassici del Monte Robon (Massiccio del Monte Canin)

< Docce nei calcari triassici del Monte Canin

Per comprendere le forme del carsismo superficiale e la loro genesi è necessario partire da quelli che sono gli aspetti fondamentali del fenomeno carsico.

I processi di soluzione tipici del carsismo interessano prevalentemente le rocce carbonatiche (soprattutto i calcari) ed in percentuale minore quelle evaporitiche (in particolare i gessi). I calcari sono composti da carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) sotto forma dei minerali calcite e, più raramente, aragonite. Il carbonato doppio di calcio e magnesio costituisce invece la dolomia, litotipo che non è facilmente carsificabile, mentre lo sono le rocce intermedie come calcari dolomitici e dolomie calcaree, ed anche i calcari marnosi (in cui sono presenti percentuali non elevate di argille) o le arenarie e i conglomerati composti per la quasi totalità da carbonato di calcio.

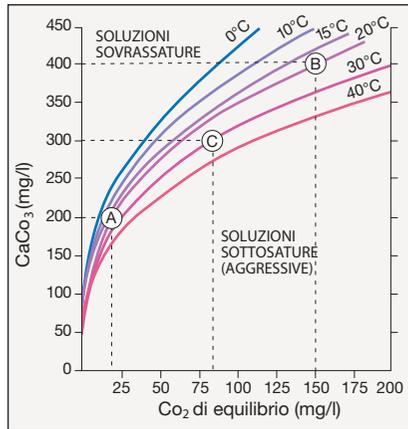
Il processo della soluzione è regolato da un equilibrio chimico preciso tra la fase solida (della roccia carbonatica), la fase liquida (dell'acqua) e quella gassosa (dell'anidride carbonica). La relazione può essere descritta dalla formula:



che evidenzia l'importanza della presenza dell'anidride carbonica nella solubilizzazione del carbonato di calcio. Questo composto, infatti, è a bassissima solubilità nell'acqua, ma in presenza di anidride carbonica l'acqua diviene acida e quindi più aggressiva, portando in soluzione il carbonato di calcio attraverso la formazione di bicarbonato di calcio.



< Un piccolo arco in roccia nel Col delle Erbe (Massiccio del Monte Canin)



Curve di saturazione per soluzioni di carbonato di calcio a diverse temperature, in funzione della CO<sub>2</sub> presente in soluzione

La quantità di anidride carbonica che può essere disciolta nell'acqua (determinandone l'aggressività) dipende da vari fattori, come la temperatura, la pressione, ecc.

I parametri generali che determinano la capacità di corrosione dell'acqua nei confronti delle rocce possono essere riassunti in quantità, velocità, turbolenza, temperatura, acidità, durezza e conduttività elettrica. Di particolare interesse per determinare le condizioni di una soluzione sono le curve di saturazione a diverse temperature (vedi figura a fianco). Si nota infatti che la mescolanza di due soluzioni sature ad una certa temperatura dà luogo ad una soluzione sottosatura, quindi aggressiva, e questo fenomeno assume importanza nelle corrosioni nelle zone profonde all'interno dei massicci carsici. Anche il raffreddamento di una soluzione satura la rende sottosatura, viceversa il riscaldamento porta a sovrassaturazione e conseguentemente a deposizione.

Alcuni aspetti importanti, inoltre, nell'influencare il chimismo dell'acqua, sono le variazioni periodiche dell'anidride carbonica prodotta dall'attività biologica di microrganismi o della vegetazione (nel suolo), soggetti a oscillazioni stagionali; anche la quantità di Mg, entro determinati intervalli di concentrazione, può aumentare l'aggressività dell'acqua e ciò può avere notevole influenza in rocce ricche in carbonato di magnesio (si spiega così il notevole sviluppo del carsismo in alcuni calcari dolomitici). Tutti questi aspetti chimico-fisici rivestono una loro importanza nel determinare la dissoluzione, e spesso si nota in un massiccio carsificato una distribuzione spaziale caratteristica dei processi. Ad esempio in superficie, soprattutto sotto il livello di suolo, prevale la dissoluzione normale: qui l'entità della dissoluzione è massima; in profondità invece prevalgono effetti di corrosione per miscele di acque e per raffreddamento. In un massiccio carsificato si differenziano varie zone, influenzate da diversi aspetti idrogeologici, che determinano le forme illustrate nella figura di pagina 27.

Il processo carsico è determinato dal clima locale, essendo influenzato da temperatura e piovosità. In un clima temperato-freddo la reazione chimica è lenta, ed il processo tende a favorire cavità sotterranee poco concrezionate. In climi caldo-umidi prevale il ruscellamento, il carsismo sarà più superficiale, le grotte maggiormente concrezionate.

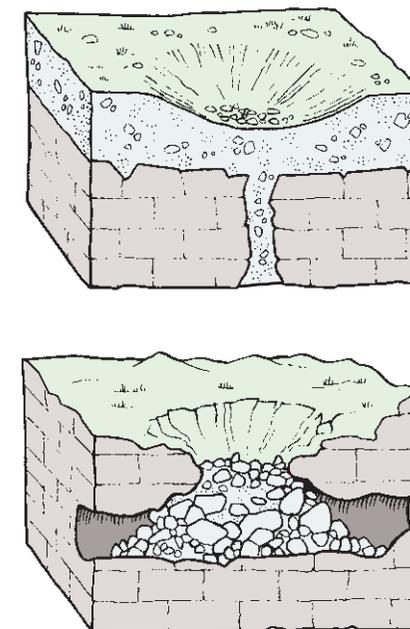
Tra le forme superficiali le microforme vengono studiate attraverso la correlazione di parametri morfologici utili ad individuarne la genesi e l'evoluzione; le meso e macroforme (doline, valli cieche, ecc.) sono correlate ad un più generale studio dell'evoluzione del rilievo.

Per quanto riguarda le forme ipogee e le loro relazioni funzionali è da segnalare l'importanza della conoscenza della circolazione idrica ipogea e delle sue applicazioni pratiche sia nell'uso delle risorse idriche che nel monitoraggio ambientale.

Se le microforme verranno descritte nella parte finale del volume, un cenno meritano in questa sede le doline, forme di carsismo superficiale di notevole interesse in un clima temperato quale quello del nostro territorio. La dolina costituisce un'unità idrografica elementare, definibile come una conca chiusa con diametro compreso tra i dieci e i mille metri e profondità tra due e duecento metri. Le forme più comuni sono classificate (a seconda del rapporto tra il diametro medio e la profondità) in doline a piatto, a ciotola, a imbuto, a pozzo; la loro disposizione è spesso casuale, ma può rispecchiare motivi geologici e strutturali precisi, come ad esempio sistemi di fratture.

La genesi di una dolina può avere diverse cause, ma comunemente è data da soluzione normale, fenomeno legato al ruscellamento dell'acqua superficiale che, scorrendo verso il punto più depresso, dilava e corrode la roccia sui versanti, al di sotto della copertura del suolo. A volte le doline si formano per il crollo del soffitto di cavità, o in materiali alluvionali sovrastanti rocce solubili.

Modalità di genesi delle doline per soluzione normale e per crollo



Docce generate da una sorgente che fuoriesce da una frattura nel Bila Pec (Massiccio del Monte Canin)



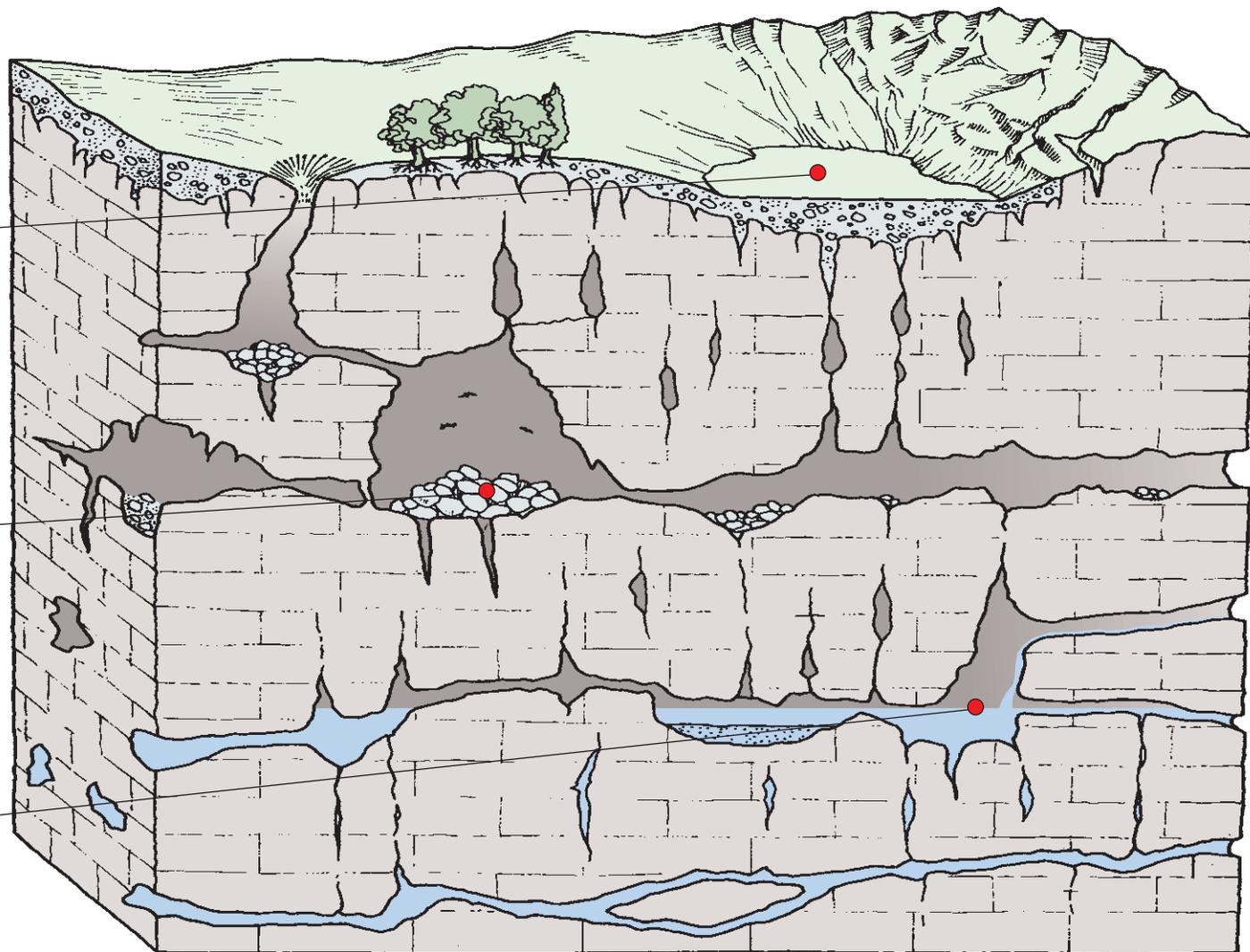
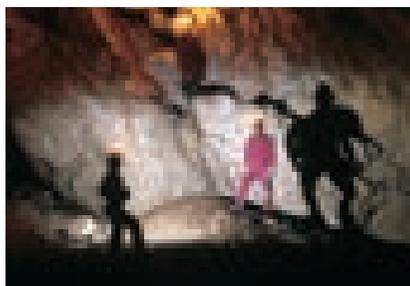
Campo solcato nel Foran del Muss (Massiccio del Monte Canin) influenzato, nella sua struttura, dalla fratturazione della massa rocciosa



Forme glacio-carsiche nell'area ove si apre l'Abisso Boegan nel Col delle Erbe (Massiccio del Monte Canin)



Sezione ideale di un'area carsica che illustra la zona di raccolta delle acque meteoriche, quella di scorrimento (zona vadosa) e, in profondità, quella satura (zona freatica)





Andrea Mocchiutti  
Giuseppe Muscio

# Le aree carsiche

< Superficie di spianamento, impostata sul piano di stratificazione, e solchi a doccia nel Col delle Erbe (Massiccio del Monte Canin)

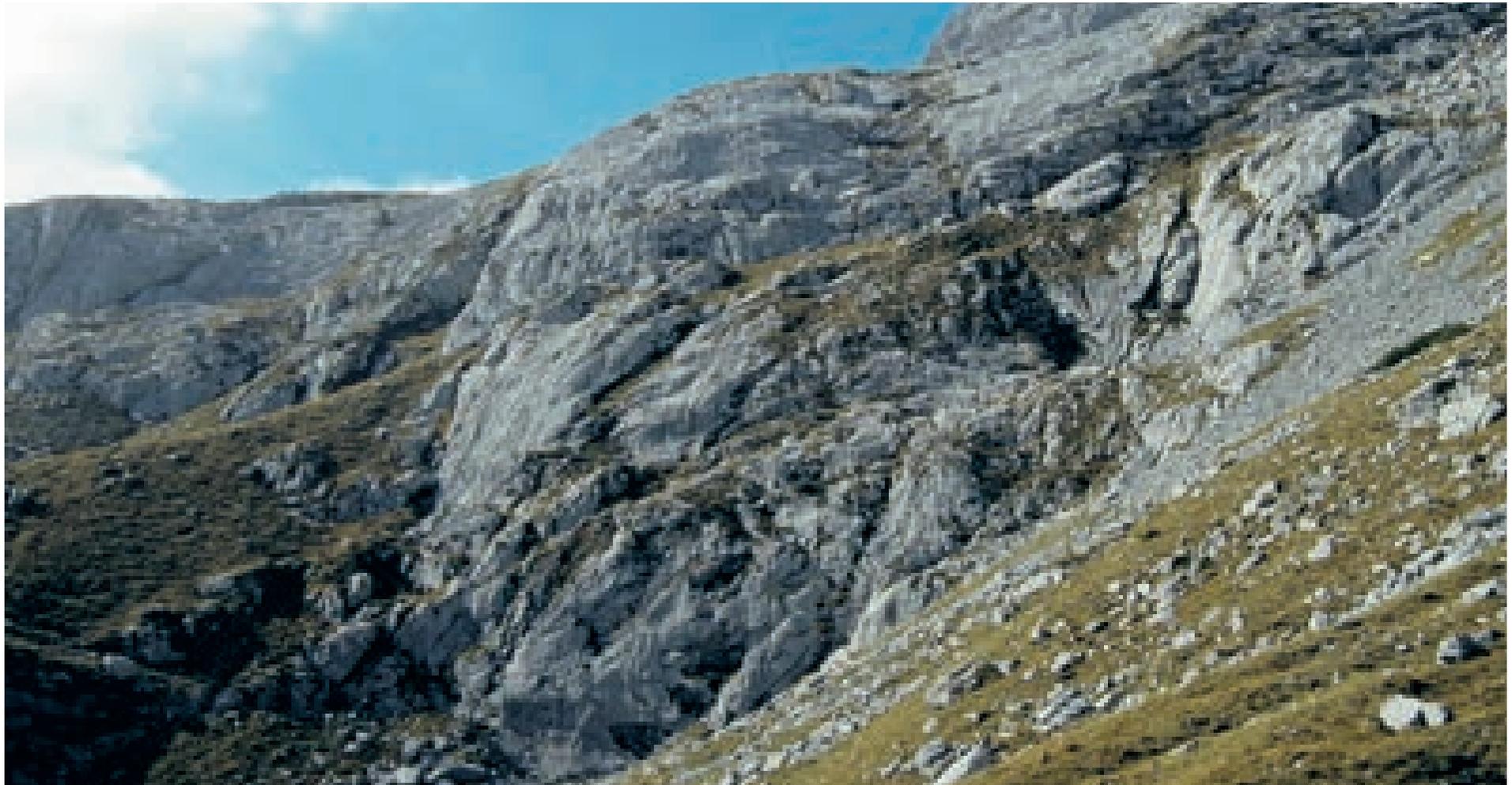
Sono oramai oltre 3500 le grotte conosciute nel territorio della provincia di Udine, un numero particolarmente significativo, ma impressionante è pensare che oltre mille di queste si aprono nei pochi chilometri quadrati dell'altopiano del Monte Canin.

La distribuzione del fenomeno carsico, come detto in precedenza, è direttamente connessa alla presenza di un adeguato substrato, quello carbonatico: è così possibile, sulla base delle conoscenze geologiche del territorio, individuare su una carta geografica le principali aree carsiche. Non esiste sempre una diretta connessione fra carsismo superficiale e sviluppo del fenomeno carsico profondo, così come non è sufficiente la presenza di calcari per garantire l'instaurarsi di un significativo carsismo superficiale o ipogeo.

In alcune zone, però, queste diverse facce dello stesso processo naturale si uniscono in maniera mirabile, come nell'altopiano del Bernadia, nei grandi massicci calcarei delle Alpi Carniche ma soprattutto nell'altopiano del Canin che, come ben poche altre aree al mondo, stupisce l'escursionista per la varietà di forme carsiche che ne caratterizzano il paesaggio.

Questo volume vuole semplicemente, senza la pretesa di esaurire in poche pagine quella che sarebbe una complessa trattazione scientifica, permettere un primo approccio alle forme del paesaggio che spesso incontriamo nella montagna friulana. Esse caratterizzano aree carsiche ben definibili e che abbiamo ritenuto opportuno qui descrivere in base alla loro collocazione geografica, come fondamentale premessa ad una illustrazione delle forme carsiche superficiali.

# Alpi Carniche occidentali



< Affioramento di calcari devoniani  
interessati da un intenso carsismo  
superficiale nell'area del Monte  
Cjanevate

**C**ontrafforti di calcare devonico compatto si innalzano lungo la linea di confine con l'Austria, resti di un'antica barriera corallina ora modellata dai ghiacci e dal fenomeno carsico. In quest'area le grotte sono state spesso riparo per i pastori o punto avanzato per l'offensiva della Prima Guerra Mondiale. Grotte ed attività umana in questo settore si mescolano a tal punto che risulta difficile distinguere ove inizi l'azione dell'acqua o dove finisca quella dell'uomo. Le grotte-miniere di Timau e le gallerie di difesa del Monte Pal Piccolo ne sono un esempio chiarissimo. Condotte forzate e docce di corrosione carsica si mescolano ai colpi di scalpello e fori di fioretto con i segni dell'esplosione. Il paesaggio di questo carso d'alta montagna è contrassegnato da poche ma significative doline, campi solcati spesso mascherati ed alimentati dalla vegetazione. Ci sono poi luoghi ove è difficile spiegare chi sia stato a colpire per primo: l'acqua, il ghiaccio o l'uomo; uno tra que-





< Erosione a carico dei calcari devoniani nell'area di Monumenz (Massiccio del Monte Coglians)

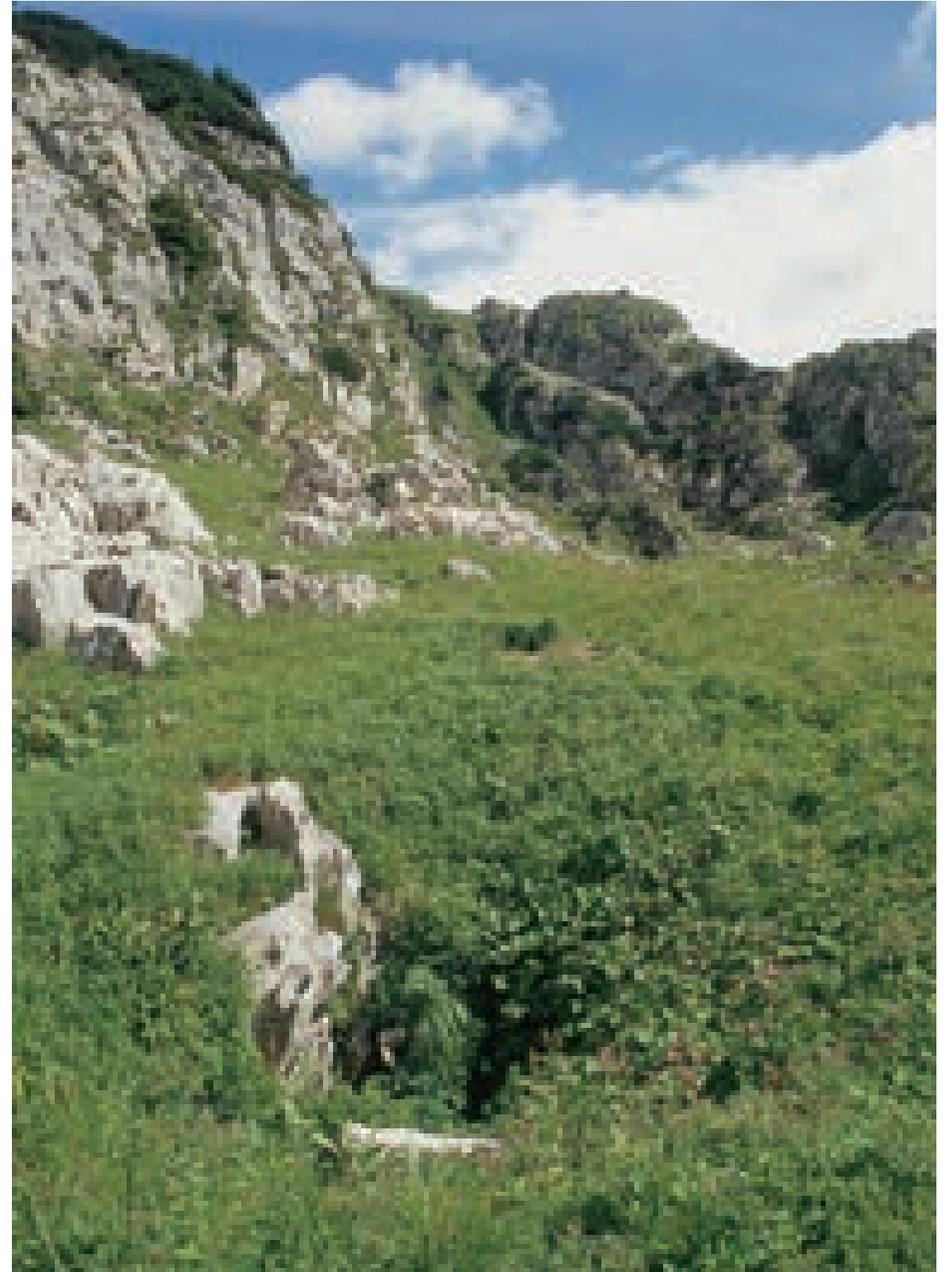
> Le pareti calcaree del Pal Piccolo ed una piccola area pianeggiante punteggiata da alcune doline in parte coperte dalla vegetazione

sti è Casera Monumenz, un'ampia conca dalle forme intricate, un mescolarsi di meandri, cupole e rigagnoli che ricordano un frattale di ultima generazione.

Ma l'effetto d'insieme è maestoso, l'azione lenta del fenomeno carsico si unisce ad un dinamismo costellato da ghiaioni, cordoni morenici, depositi di valanga che si staccano dagli oltre 2700 metri del Monte Coglians, il tetto del Friuli, fino a 1200 metri del Passo di Monte Croce Carnico.

In queste zone muoversi fuori dai sentieri significa imbattersi in forme nuove, nelle particolari sorgenti dall'Acqua Nera, in cristalli di calcite che resistono alla furia delle intemperie. Il fenomeno carsico è più evidente sul Pal Piccolo e lungo la fascia dei 2000 metri, tra il Monte Cjanevate e gli ampi declivi rocciosi del Monte Volaja, fino al Passo Giramondo.

Spesso accade che l'acqua modelli la roccia mettendone in rilievo il suo contenuto, ancora si cerca la cresta di cor-





< Campo solcato nella Creta di Collinetta (Massiccio del Monte Coglians)

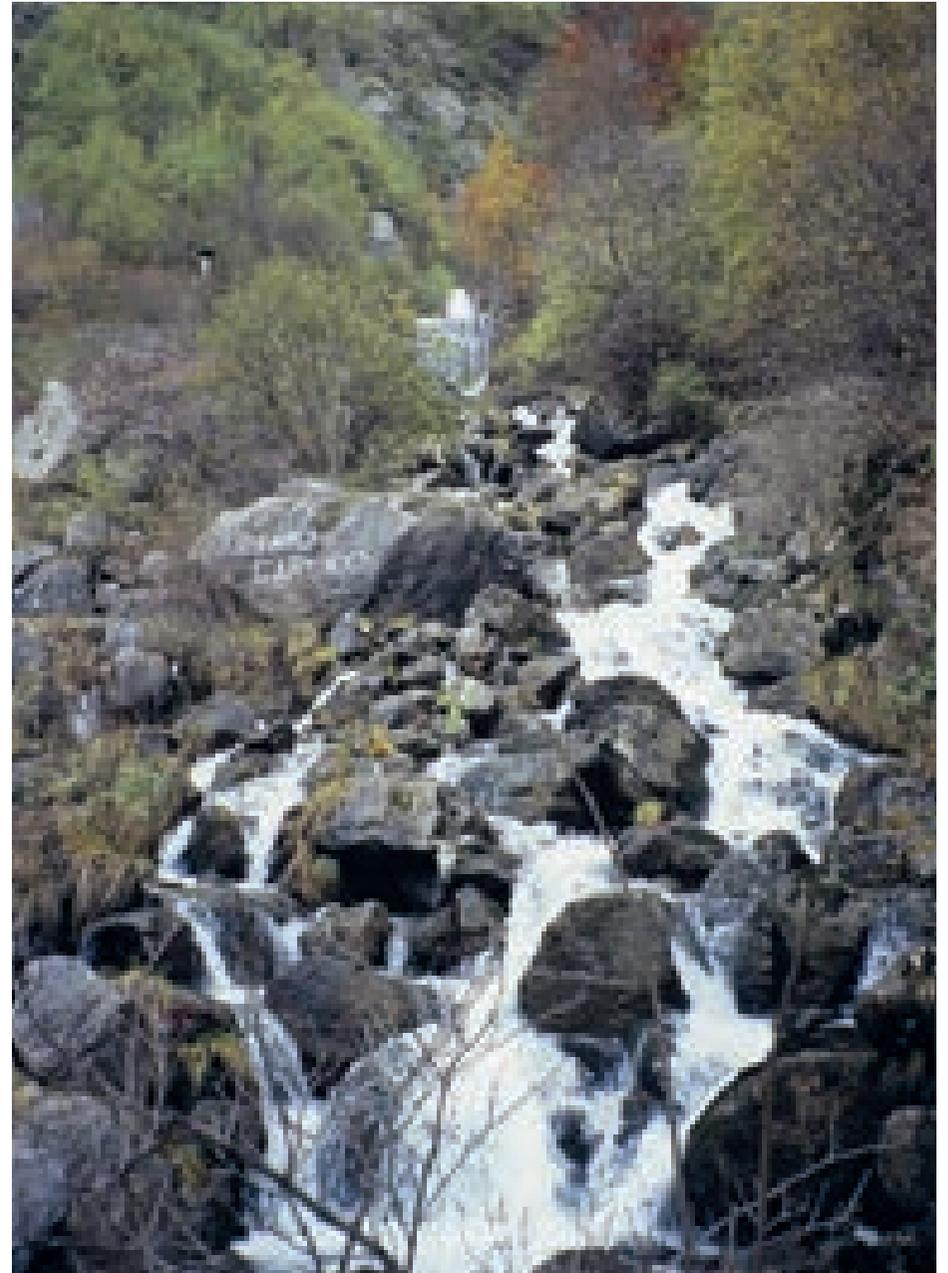
> L'imponente massa d'acqua che fuoriesce dal Fontanon di Timau

rosione sull'apice della quale spunta il pigidio di un trilobite o l'articolo di un crinoide in tutta la loro perfezione biologica.

E l'acqua a volte viene a giorno in maniera fragorosa, fatto che, ad esempio, si verifica per quella che percorre il reticolo sotterraneo dell'area del Pal Grande e della Creta di Timau: l'imponente cascata del Fontanon di Timau che alimenta anche l'acquedotto della vallata.

In quest'area le grotte non sono troppo difficili da percorrere e, in molti casi, sono ancora da esplorare a fondo; il paesaggio carsico ancora immaturo, e per questo in costante evoluzione, consente di apprezzare le sue forme più lievi e bizzarre.

Di particolare interesse è l'area carsica compresa tra i Monti Peralba e Avanza, poche sono le cavità conosciute ma tra queste spicca la Grotta del Ghiaccio, lungo le pareti nord del Monte Cjadenis, una breve cavità riempita di un ghiaccio azzurro compatto.

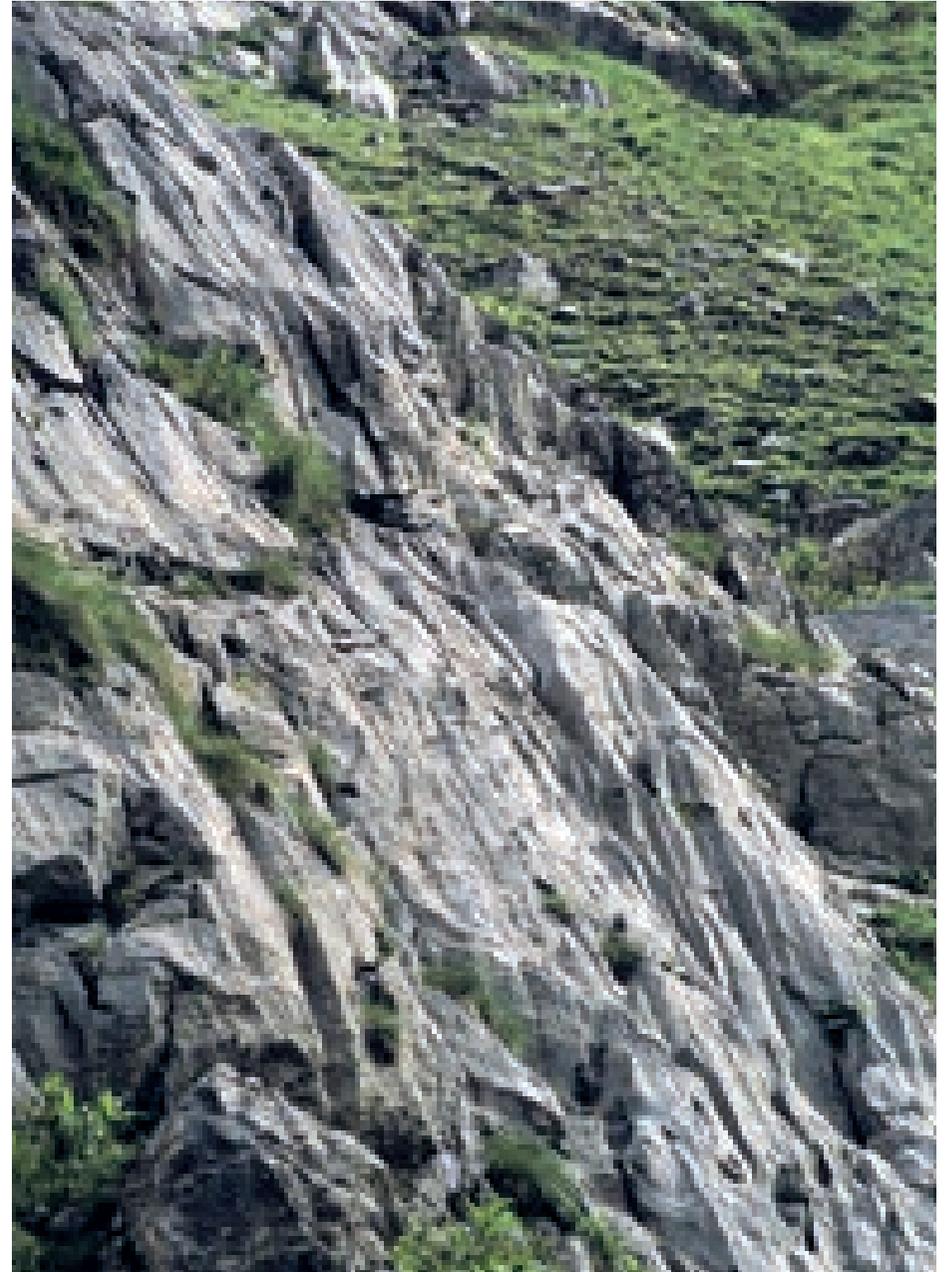




< Il Monte Cjadenis e, sullo sfondo, il Monte Peralba

> I calcari devoniani di Pramasio: emergono gli spuntoni (lame dentate) modellati dal carsismo superficiale

Per quanto concerne il paesaggio carsico non si segnalano forme eclatanti, ma sulla cima del Monte Avanza sono presenti campi solcati, crepacci e meandri che si inabissano lungo i piani di strato. Si tratta di un paesaggio carsico poco evoluto e frammentato e forse proprio per questo poco studiato. L'insieme del paesaggio è notevole per il succedersi di selle erbose su rocce clastiche e contrafforti calcarei modellati dai ghiacci e dal carsismo.



# Alpi Carniche orientali



< La Creta d'Aip (Massiccio del Monte Cavallo di Pontebba) si specchia nelle acque raccolte in un vasto polje

L'altopiano compreso tra il Monte Zermula e la Creta di Aip deve le sue forme ad una strana commistione tra le tenere rocce arenacee del periodo carbonifero e i coevi banchi di calcare. In quest'area sono le macroforme carsiche a dominare il paesaggio: ampi catini e valli cieche dal fondo piatto ed erboso costituiscono la caratteristica carsica della zona; torrenti meandreggianti si gettano in contorte cavità presenti sugli spalti rocciosi e le acque insature, provenienti dagli affioramenti arenacei, sono avidi di carbonati che sciolgono con grande rapidità.

Più in alto, sulla Creta di Aip, modeste grotte si aprono tra strani campi solcati, recentemente formatisi su piani di strato suborizzontali in un conglomerato con cemento carbonatico leggermente rosato. Le microforme carsiche sono presenti solo di rado, quando tra i mughi si vedono spuntare picchi di calcare bianco. Gli ampi spazi subpianneggianti, inusuali per questa regione, e le ampie conche





< Diffuso carsismo superficiale a carico delle breccie calcaree permiane della Creta di Aip: si tratta di una forma di carso tabulare di stratificazione

carsiche fanno dell'area della Creta di Aip, costituita da rocce che risalgono al Permiano inferiore, un settore di interesse ove speleologia e paleontologia sono sempre a diretto contatto.

La Grotta di Attila, con un bel portale che ricorda la forma di una serratura, si apre nei Piani di Lanza ed è forse la cavità più emblematica dell'area: raccoglie le acque di un ruscello che drena una piccola area acquitrinosa ed è in questa cavità che, secondo la leggenda, Attila nascose il suo tesoro!

Più ad oriente, un grande pilastro costituito da calcare vecchio di oltre 400 milioni di anni si erge tra la Valle del Rio Bombaso e la Valle del Torrente Pontebbana: il Monte Cavallo di Pontebba, con i suoi 2300 metri di quota, costituisce un'isola carsica di calcari devoniani, immersa tra i depositi terrigeni del Permo-Carbonifero Pontebbano.

Al suo interno un fitto reticolo carsico scende fino a 700 metri di profondità nell'Abisso Klondike, che con

L'inconfondibile ingresso della Grotta di Attila nei Piani di Lanza





< Un vasto polje in Val Dolce, nei pressi della Creta di Aip

l'Abisso Pastore e quello delle Kloce costituisce il Complesso del Monte Cavallo mentre per oltre due chilometri si sviluppa la Risorgiva di Pricotic: si tratta di grotte severe e pericolose per il distacco di massi e le piene improvvise che durano giorni.

L'intricato carsismo interno è spesso mascherato in superficie dagli estesi depositi quaternari, con ghiaioni e archi morenici stadiali, ma le forme carsiche sono spezzate o inibite dalla intensa fratturazione della massa rocciosa che ha conosciuto l'orogenesi ercinica prima e quella alpina poi.

Spostandosi tra le cime del Monte Cavallo e del Monte Pricot si percepiscono il movimento ed il vuoto della montagna che poco lascia trasparire all'esterno. Sul fondovalle enormi massi calcarei, trasportati dai ghiacci, mostrano nuovi e simmetrici campi solcati a testimonianza della loro immutata posizione nelle ultime migliaia di anni.

Il massiccio carbonatico del Monte Cavallo di Pontebba



# Monte Verzegnis



Una strana montagna, un rilievo isolato costituito da strati suborizzontali di rocce carbonatiche, un alternarsi ritmico di depositi marini sulla cui sommità si trova un piccolo ma significativo pianoro carsico costellato da pozzi di poco più di cento metri di profondità.

Il Monte Verzegnis non è quindi noto solo per la cava del famoso calcare rosso all'interno del quale si trovano fossili di ammoniti e belemniti.

Le forme carsiche sono ben visibili solo presso la sommità del monte ove ai fori carsici e ai campi solcati si alternano morfologie inusuali e dove, in rilievo sulla superficie calcarea grazie alla costante opera della corrosione selettiva, spuntano noduli di selce nera e rossa a disegnare labirinti di silice.

Il paesaggio dolce della sommità è alto su un orizzonte a 360 gradi e rende quest'area una semplice ma avvincente meta speleologica.





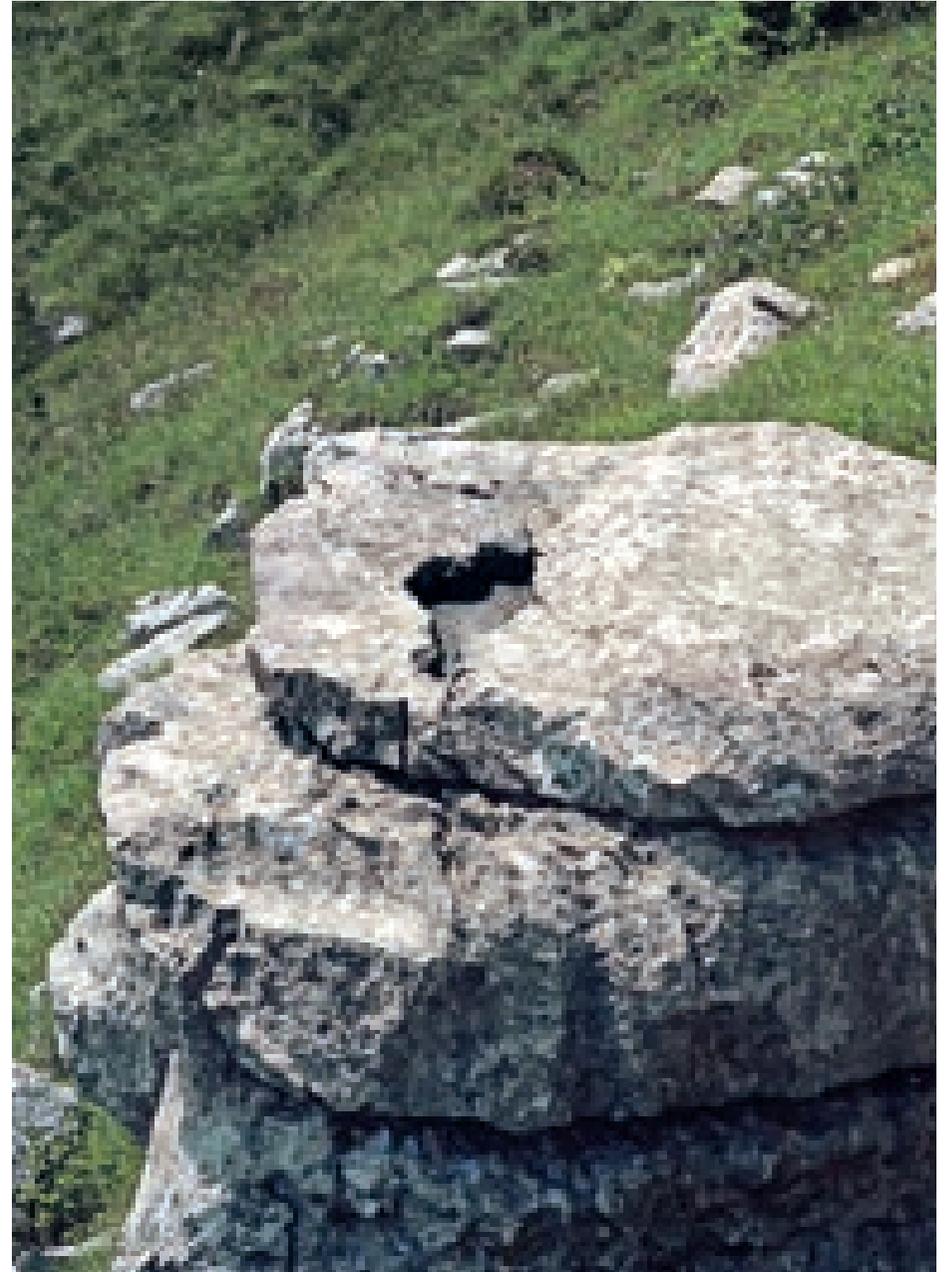
< Le balze di calcari giurassici nella parte sommitale del Monte Verzegnis

> Una vaschetta in un pilastro calcareo sul Monte Verzegnis

Doline punteggiano la fascia fra la cima del Monte Verzegnis ed il vicino Monte Lovinzola, ma anche le aree di altopiano attorno alle casere omonime.

Queste non sono le uniche forme carsiche presenti: scanellature, pozzi, solchi, docce, vaschette e molte altre caratterizzano il paesaggio carsico che, in quest'area, assume uno dei suoi aspetti più completi, a dispetto di una relativa scarsità di manifestazioni ipogee. Ad una tale ricchezza di forme superficiali non corrisponde un'analogica ricchezza di forme ipogee, ma non si possono dimenticare la Riceule di Val o il Crist di Val, ornato da particolari bassorilievi, segno di una antica devozione popolare.

L'acqua che si infiltra sulla sommità del Monte Verzegnis fuoriesce, dopo un lungo e sconosciuto percorso, alla base del massiccio, con numerose e spesso imponenti sorgenti: tra esse vi è la Grotta del Magico Alverman, splendida cavità adornata da concrezioni dal caratteristico colore rosso fuoco.



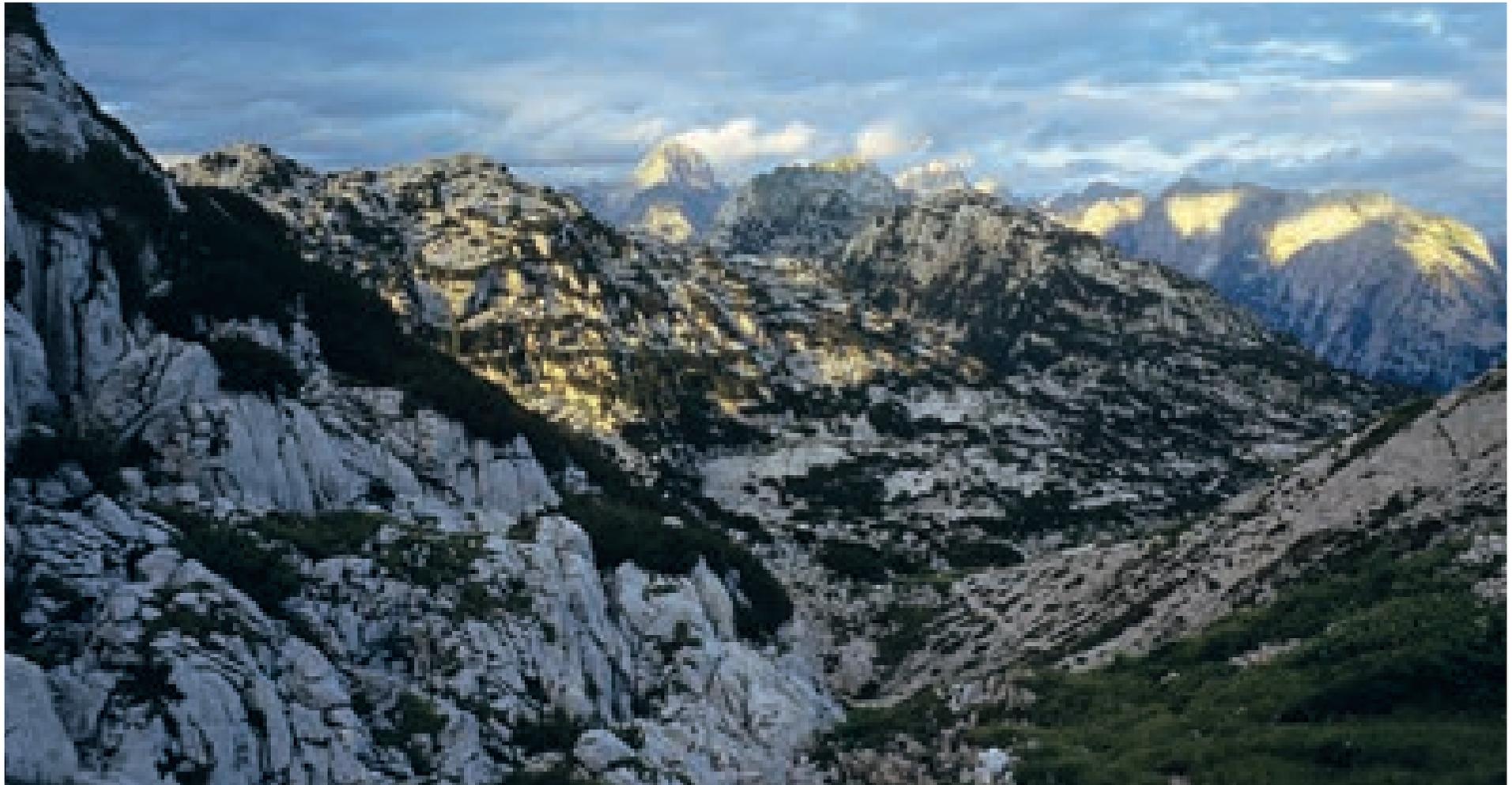
Calcari giurassici del Monte Verzegnis  
con docce ed altre forme superficiali



L'erosione evidenzia le discontinuità legate alla stratificazione e fratturazione dei calcari rossi del Monte Verzegnis, oggetto anche di estrazione



# Monte Canin



< La porzione orientale del Massiccio del Monte Canin

**L**a speleologia e la geologia sono intimamente legate tra loro: le grotte, infatti, costituiscono la via più naturale per penetrare i misteri della crosta terrestre.

Le rocce che formano il Massiccio del Monte Canin sono rocce sedimentarie carbonatiche: calcari e dolomie che si sono depositati soprattutto durante il Triassico superiore, circa 200 milioni di anni fa, in un clima caldo. I calcari, costituiti per più del 90% da carbonato di calcio, si sono formati sui fondali marini per precipitazione chimica o per l'attività biologica di organismi viventi, depositandosi in strati o in banchi. La formazione dei Calcari del Dachstein è la protagonista del Massiccio del Monte Canin: la sua purezza e la sua estensione fanno di questa roccia la principale base geologica per lo sviluppo del fenomeno carsico. La Dolomia Principale, meno solubile, si trova alla base del massiccio e costituisce buona parte del fondovalle; da un punto di vista idrogeologico essa funge da substrato





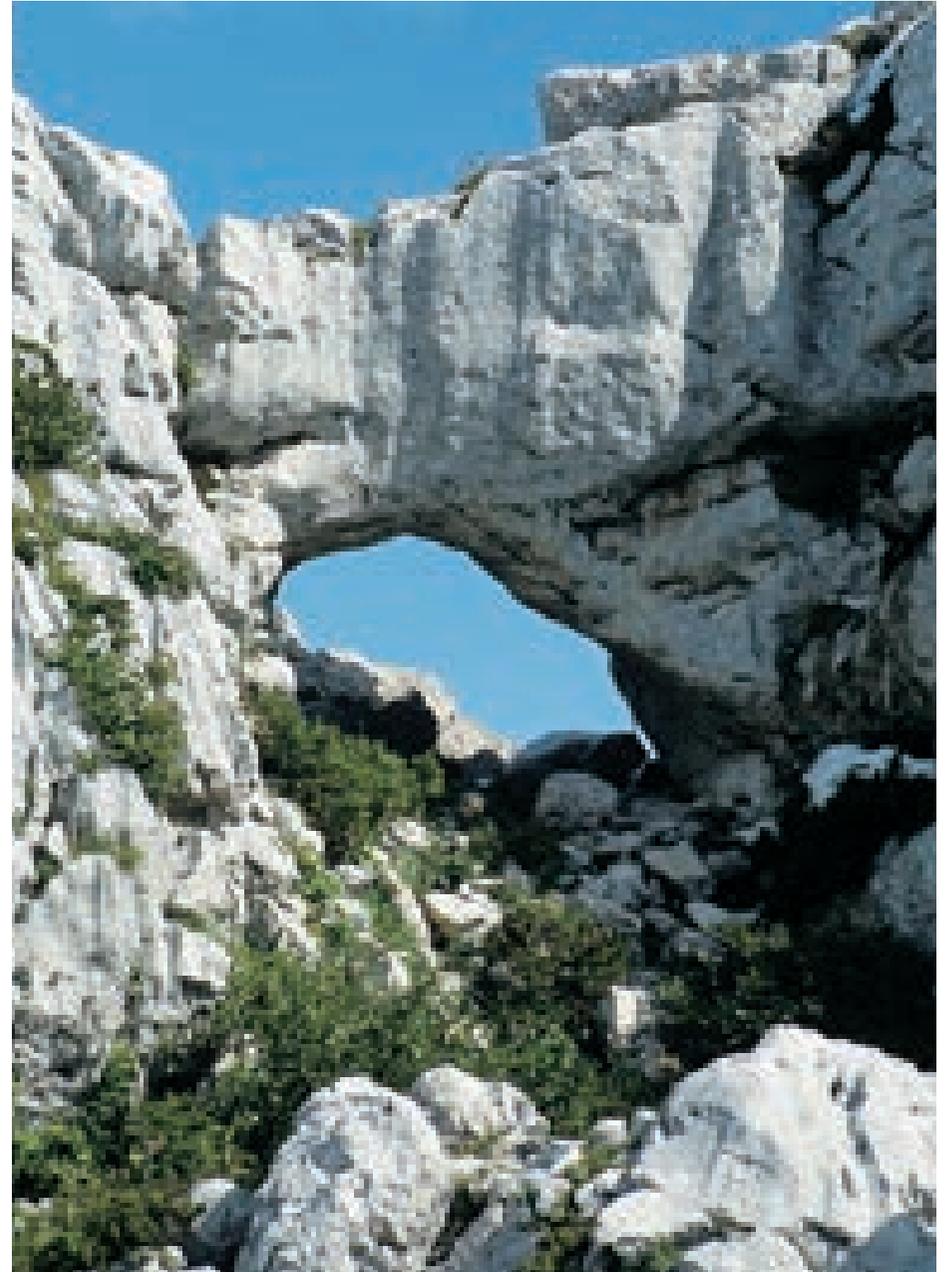
< Superficie di spianamento da dissoluzione con numerose altre microforme (meandri, fori, solchi)

> Ponte di roccia sul Monte Robon (Massiccio del Monte Canin)

semipermeabile. In queste rocce sono fra l'altro comuni i megalodonti, fossili di bivalvi che vivevano nei mari di 200 milioni di anni fa, dalla classica sezione a cuore e che oggi appaiono spesso sulla superficie rocciosa, posti in evidenza proprio dall'azione selettiva dell'erosione carsica. Soggetti al fenomeno carsico sono anche i meno estesi affioramenti di calcari del Giurassico.

L'assetto attuale degli strati è il risultato di quel complesso fenomeno denominato "orogenesi alpina", avviatasi alcune decine di milioni di anni fa. La nascita delle catene montuose è un tassello della teoria della "deriva dei continenti" che spiega come le rocce formatesi sul fondo di un antico mare ora si trovino ad oltre 2.000 metri di altitudine, piegate e fratturate dalle forze che modellano incessantemente tutta la crosta terrestre.

Il maestoso altopiano carsico, che oggi possiamo ammirare, è il risultato dell'azione modellatrice dei ghiacciai che fino ad alcune migliaia di anni fa ricoprivano tutto il mas-





< Il gruppo del Canin con evidenti morfologie glaciali e carsiche

> Foran del Muss (Massiccio del Monte Canin): rocce montonate; sui fianchi antiche fratture di tensione vengono poste in risalto dalla dissoluzione carsica

siccio, levigando ed asportando notevoli quantità di materiali. Le morfologie lasciate dai ghiacciai sono ancora ben visibili lungo le valli ed i fianchi delle montagne; anche l'ampia conca su cui sorge Sella Nevea è il risultato dell'ultima glaciazione, terminata circa 10.000 anni fa.

Ci sono più di mille grotte sull'altopiano del Monte Canin ed ogni anno ne vengono scoperte di nuove. Il motivo di questa grande concentrazione sta nel fatto che su queste montagne vi sono tutte le caratteristiche per lo sviluppo del processo speleogenetico. In quest'area si trova infatti una roccia solubile e fratturata, ed un regime idrico favorevole, con elevate precipitazioni che arrivano fino a 4.000 millimetri l'anno. A questi fattori non resta che aggiungere il trascorrere dei millenni e dei milioni di anni per consentire all'acqua di sciogliere la roccia, plasmando e svuotando lentamente la montagna.

Le prime ricerche speleologiche iniziarono per opera di Giovan Battista De Gasperi, che nel 1911 visitò le zone





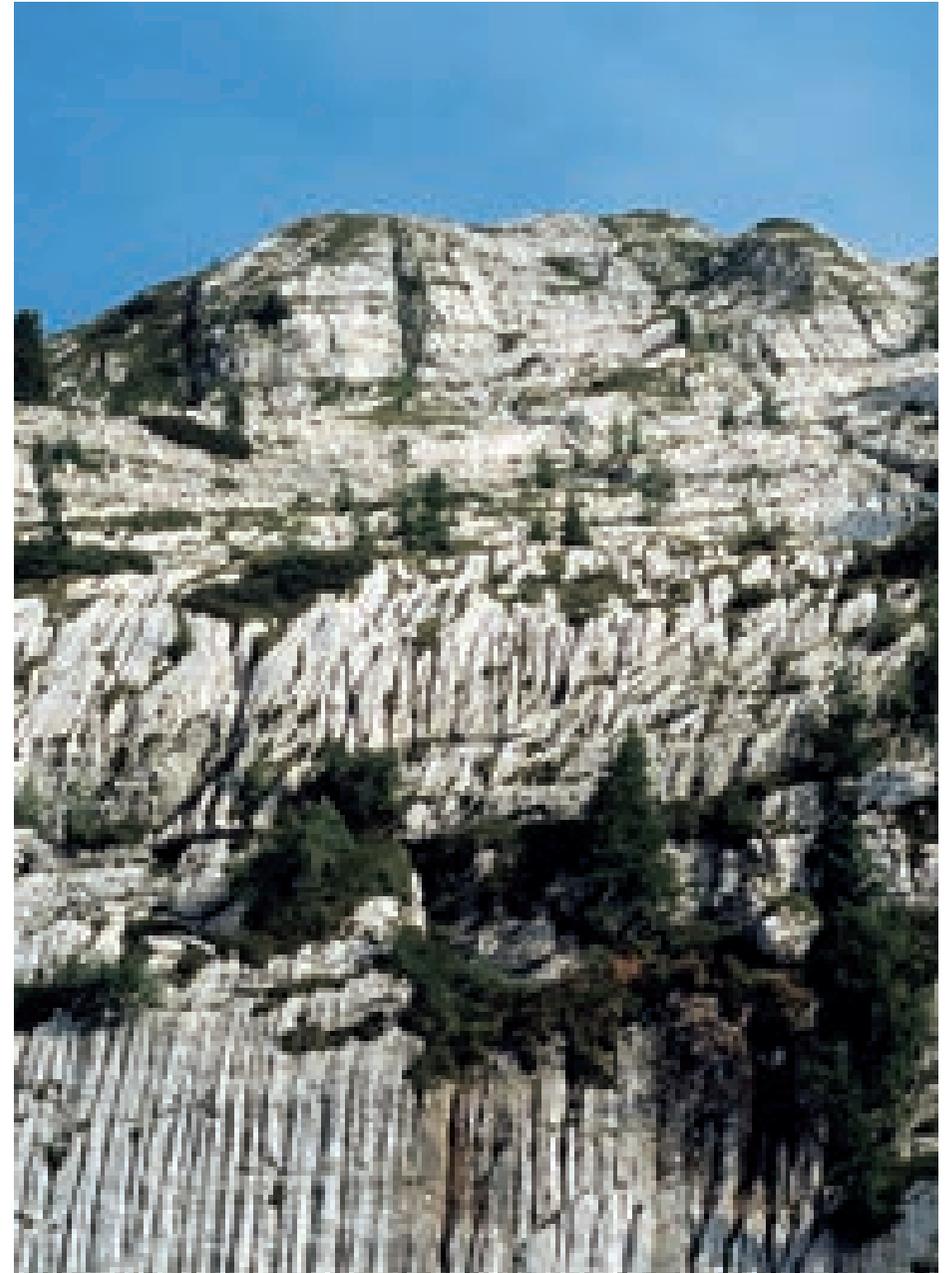
< Microforme su una parete nel gruppo del Canin: scannellature parallele di circa un centimetro di larghezza

> Campi solcati sul Monte Poviz (Massiccio del Monte Canin)

del Col delle Erbe e del Foran dal Muss. A causa delle due guerre mondiali la zona venne quasi dimenticata fino agli anni '60. Nel 1962 ripresero le esplorazioni e nel 1969 gli speleologi toccarono il fondo dell'Abisso Gortani a -920 metri, un'impresa titanica all'epoca per la difficoltà della grotta. Da quel momento in poi le ricerche e le scoperte sono state in costante aumento grazie a decine di speleologi spinti dal fascino dell'ignoto.

Ogni anno si ottengono nuovi ed incoraggianti risultati, ed insieme alle esplorazioni sono iniziati una serie di studi scientifici di carattere geologico, idrologico ed ambientale. I numeri della speleologia del Canin sul versante italiano sono così riassumibili: più di mille cavità esplorate, un dislivello massimo di 1110 metri ed uno sviluppo planimetrico complessivo superiore ai 50 chilometri.

Le enormi quantità di acque che queste grotte raccolgono, vengono a giorno nei fondovalle attraverso numerose sorgenti, la più nota delle quali è il Fontanon di Goriuda.



# Monte Cuâr - Monte Prât



< Il ghiaccio riempie una dolina  
nell'altopiano di Monte Prât

L'area carsica del Monte Cuâr nelle Prealpi Carniche è di elevato interesse naturalistico e scientifico. In pochi chilometri quadrati di territorio pedemontano si concentra infatti un elevato numero di fenomeni carsici epigei ed ipogei. Sulla superficie sono presenti ampie zone a campi solcati talvolta profondi fino a due metri e doline di corrosione degne di competere con le aree del carso classico. Questi fenomeni epigei sono concentrati presso gli Stavoli Bos e gli Stavoli Grignes, lungo il versante settentrionale del Col del Sole e sulla piatta sommità del Monte Amula ove si susseguono numerose doline di assorbimento e più rare doline di crollo. Sul fondo di alcune di queste in un recente passato veniva coltivato qualche lembo di terra fertile costituita dai residui limo sabbiosi della dissoluzione carsica.

Un fattore che accomuna tutte queste aree è la scarsità di acque superficiali, organizzate in un reticolo drenante poco evoluto spesso intercettato da inghiottitoi o fessure

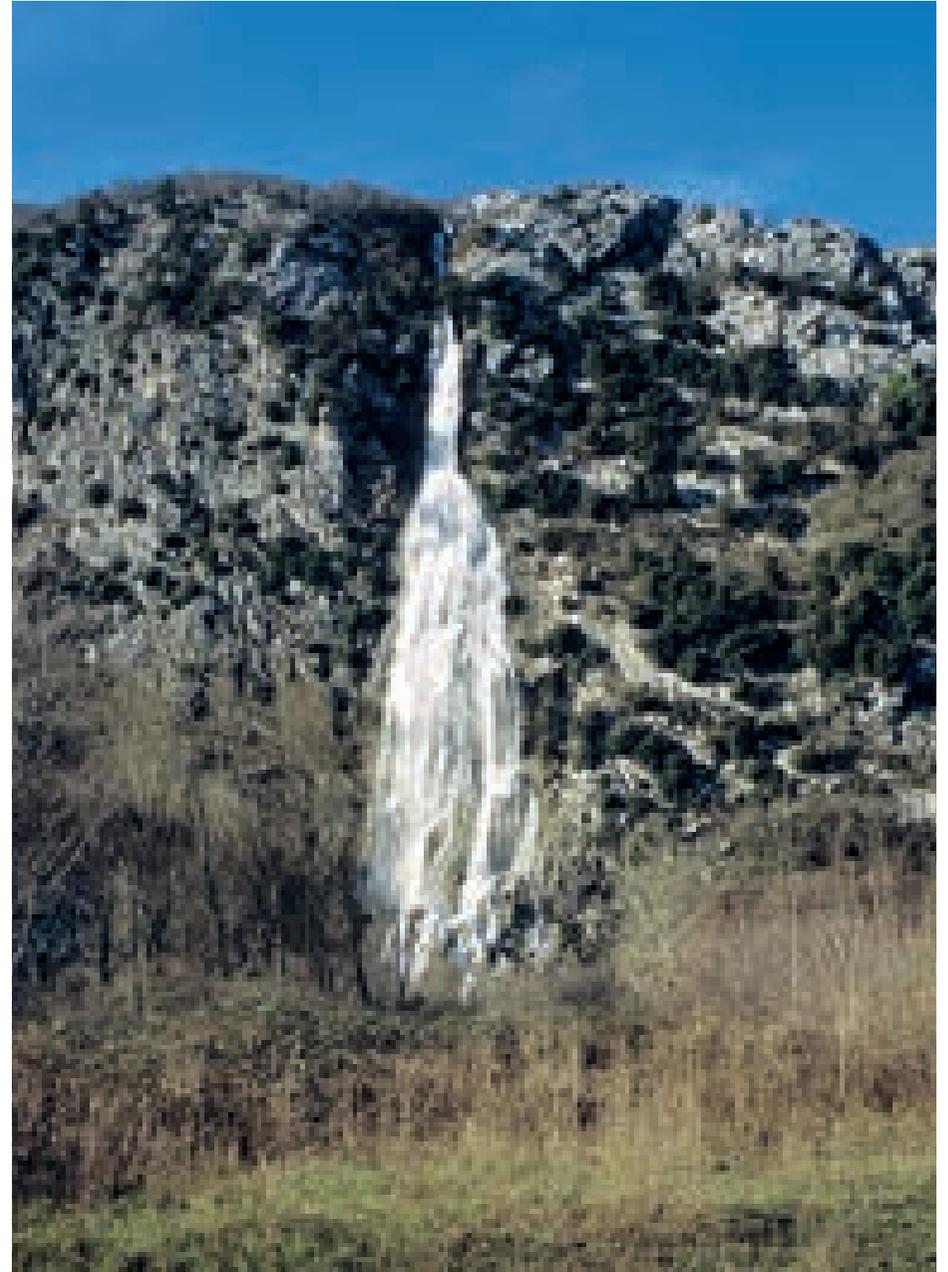




< Campi solcati nei calcari cretacici dell'altopiano di Monte Prât

> In occasione di piogge particolarmente intense una imponente cascata esce dalla risorgiva del Col del Sole sopra il paese di Avasinis

carsiche. In questi torrenti l'acqua è presente solo in occasione di forti piogge. Le poche e preziose sorgenti perenni, ubicate nella zona medio alta dei versanti presso le malghe o gli stavoli, possiedono un bacino di accumulo estremamente localizzato e di conseguenza una portata molto bassa. La maggior parte dell'acqua piovana e di quella di fusione delle nevi si infiltra infatti rapidamente nel sottosuolo carsico, dando origine ai vasti sistemi sotterranei che hanno reso famosa la zona. Le maggiori, infatti, sono cavità emittenti, risorgenze carsiche poste alla base dei versanti, come la Risorgiva del Col del Sole. Con l'utilizzo di traccianti si cerca di comprendere le direzioni di deflusso all'interno della montagna e le vie per ulteriori esplorazioni. Anche della cavità più estesa della zona, la Risorgiva di Eolo, poco si sa riguardo le portate e la reale estensione del bacino di assorbimento. Questi studi sono di notevole importanza anche sotto il profilo ambientale, poichè consentono di valutare i possibili fenomeni di



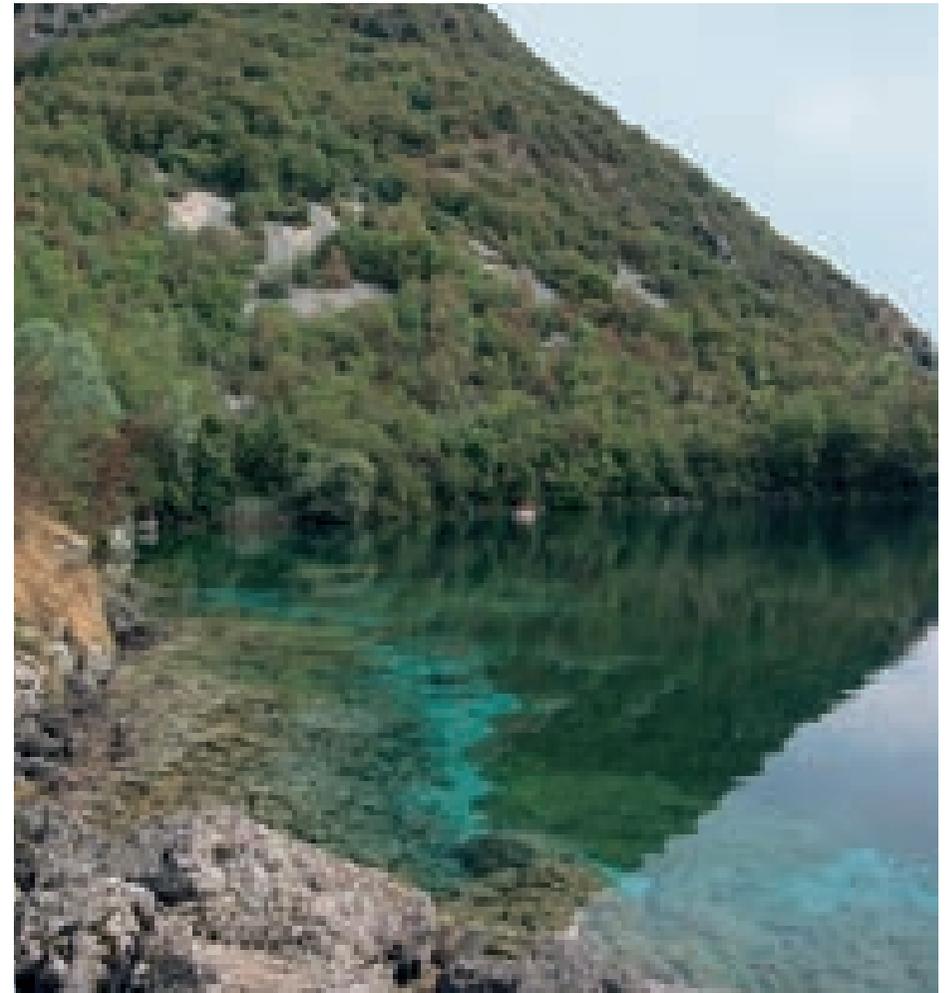


< Una dolina nell'altopiano di Monte Prât

inquinamento delle acque sotterranee che vengono utilizzate talvolta a scopo idropotabile. Quest'area carsica rappresenta quindi un'importante e peculiare unità paesaggistica, in grado di dare ancora molte soddisfazioni sotto i profili esplorativo e scientifico per lo studio delle morfologie carsiche. Le zone più promettenti da questi punti di vista sembrano essere attualmente l'alto corso del Torrente Leale e l'area sovrastante la Risorgiva di Eolo.

Più a sud l'altopiano di Monte Prât, costituito da calcari del Giurassico e Cretacico, è punteggiato da numerose doline e le sue acque, raccolte dal fitto reticolo carsico sotterraneo, alimentano numerose sorgenti. Ad occidente queste si gettano nell'Arzino, mentre a sud molte venute d'acqua sono presenti al contatto fra la massa carbonatica ed il sottostante flysch eocenico che funge da substrato impermeabile; ad oriente, invece, le acque fuoriescono presso il Tagliamento alimentando, fra l'altro, lo stupendo Lago di Cornino.

Il Lago di Cornino, alimentato dalle acque carsiche raccolte dalla porzione orientale dell'altopiano di Monte Prât



# Bernadia e Valli del Torre



< Il Massiccio dei Monti Bernadia e,  
sullo sfondo, il Gran Monte

**N**el panorama speleologico nazionale le Prealpi Giulie costituiscono una delle aree a maggiore interesse carsico ed in questa zona è di fatto nata la speleologia friulana. Ognuna di queste grotte è stata pazientemente esplorata e rilevata da generazioni di speleologi, che continuano ogni anno a fare nuove scoperte.

I Monti Bernadia concentrano una gran quantità di fenomeni carsici di rilevante interesse geologico con la porzione settentrionale del massiccio costituita dai calcari del Cretacico, cui si sovrappone, più a nord, il flysch dell'Eocene. All'interno di questa formazione, però, sono a loro volta presenti potenti livelli carbonatici, all'interno dei quali si possono formare sistemi carsici che, nel loro sviluppo, seguono proprio l'andamento di questi banconi.

Alcune delle grotte si sono così generate al contatto tra rocce chimicamente molto diverse tra loro, le marne ed arenarie alla base ed i calcari al tetto.





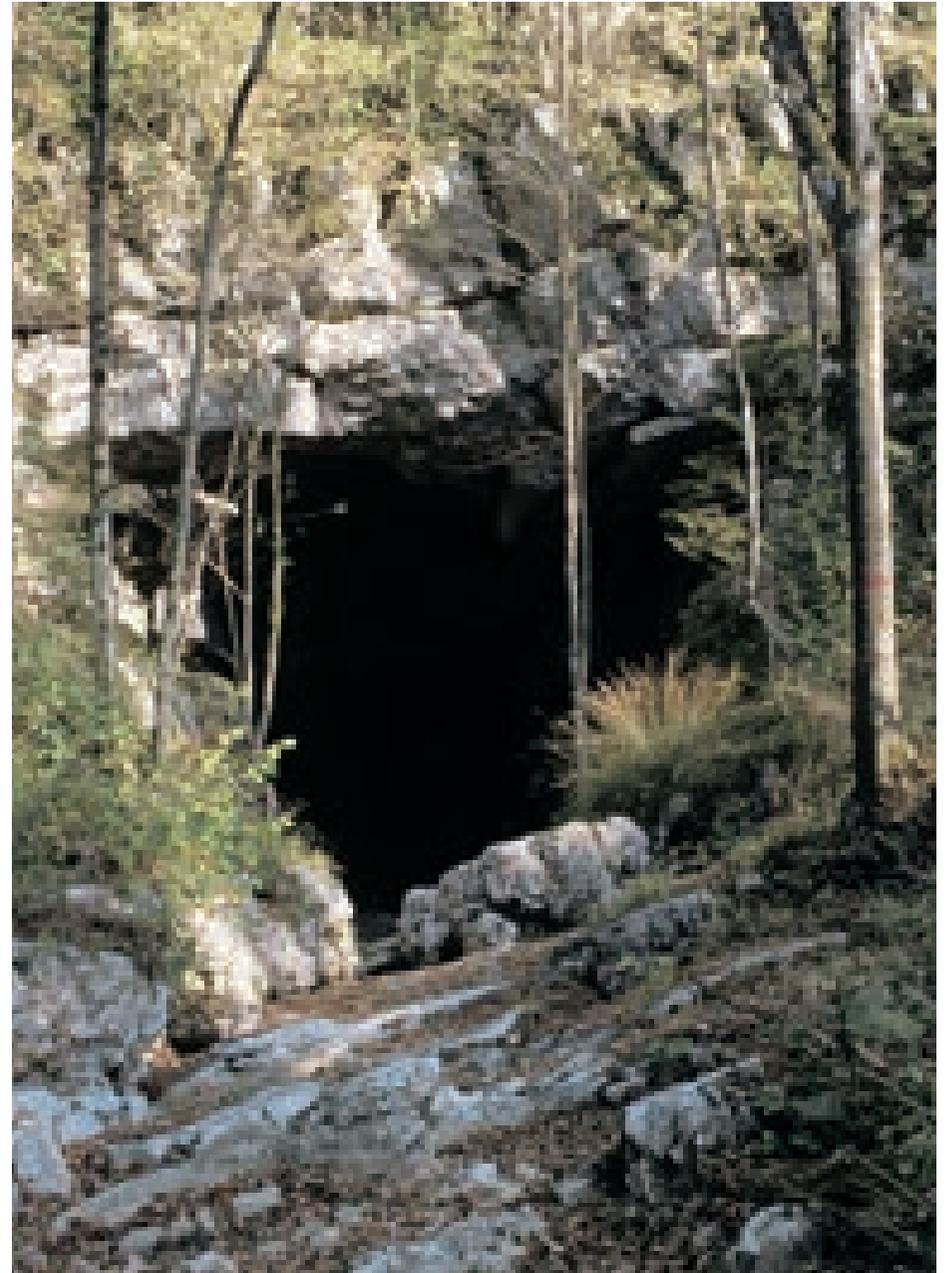
< La Grotta Pod Lanisce, presso Monteperta, è una risorgiva sempre attiva

> L'imponente ingresso dell'Abisso di Viganti che si apre nei calcari cretatici dell'altopiano del Bernadia

È questo il caso della Grotta Nuova di Villanova e della Grotta Egidio Feruglio che, insieme, superano i 12 chilometri di lunghezza e vantano splendide sale adornate di stalattiti e stalagmiti.

La Grotta Dovizia che, al tempo della sua scoperta, oltre cent'anni fa, era la più lunga d'Italia, si sviluppa sempre all'interno di un bancone carbonatico, intaccando solo raramente il flysch sottostante. Tutti questi estesi sistemi carsici riversano poi le loro acque attraverso alcune sorgenti nel Torrente Torre presso Vedronza.

Nelle vicinanze il sistema Viganti-Pre Oreak costituisce uno splendido esempio didattico dove si può seguire il percorso dell'acqua dal suo inabissarsi fino alla riemersione presso il torrente Cornappo, nel quale confluisce anche l'acqua della vicina Grotta Pod Lanisce, una risorgiva lunga oltre un chilometro e costantemente percorsa da un ruscello, caratterizzata, fra l'altro, dalla presenza di particolari minerali.





< Affioramento di calcari cretaci profondamente modellato dal carsismo superficiale nell'area sommitale dell'altopiano del Bernadia

> La vegetazione copre un affioramento di calcare presso il Forte del Bernadia

E non sono solo queste le risorgive che drenano le acque dei calcari cretaci: basta ricordare le grotte che alimentano alcuni acquedotti o l'attività temporanea della Buse da l'Ors, nella Valle del Cornappo e della Grotta di Vedronza nella Valle del Torre.

Il Massiccio del Bernadia rappresenta solo un esempio, anche se forse il più eclatante, del fenomeno carsico di questa porzione delle Prealpi Giulie: procedendo da sud verso nord si incontra, ad esempio, la catena dei Monti Musi, sul versante settentrionale dei quali si aprono numerose cavità che alimentano soprattutto il Fontanone Barman in Val Resia.



# Le Valli del Natisone



< Il suggestivo ingresso della Grotta di San Giovanni d'Antro costituito da una chiesetta fortificata che domina la Valle del Natisone

**L**e Valli del Natisone rappresentano un'area carsica piuttosto variegata nei suoi aspetti: le grotte, peraltro numerose, che punteggiano quest'area, infatti, sono diffuse in unità litologiche ben distinte fra loro. Le cavità più note, come la Grotta di San Giovanni d'Antro conosciuta per oltre 4 km, si sviluppano nei banconi carbonatici intercalati all'interno del flysch, mentre altre cavità sono presenti nei calcari del Cretacico. Risalendo la Valle del Fiume Natisone si incontra dapprima il flysch dell'Eocene che chiude il suo ciclo deposizionale con un potente banco carbonatico (megabanco del Monte Ioanaz), che lo separa dal flysch del Paleocene-Cretacico superiore.

Il flysch è costituito da una alternanza di arenarie, argille e marne, tutte rocce di origine clastica e poco interessate dal fenomeno carsico: al suo interno però vi possono essere episodi di deposizione carbonatica che, generalmente, danno luogo a strati o a banchi di ridotto spessore.





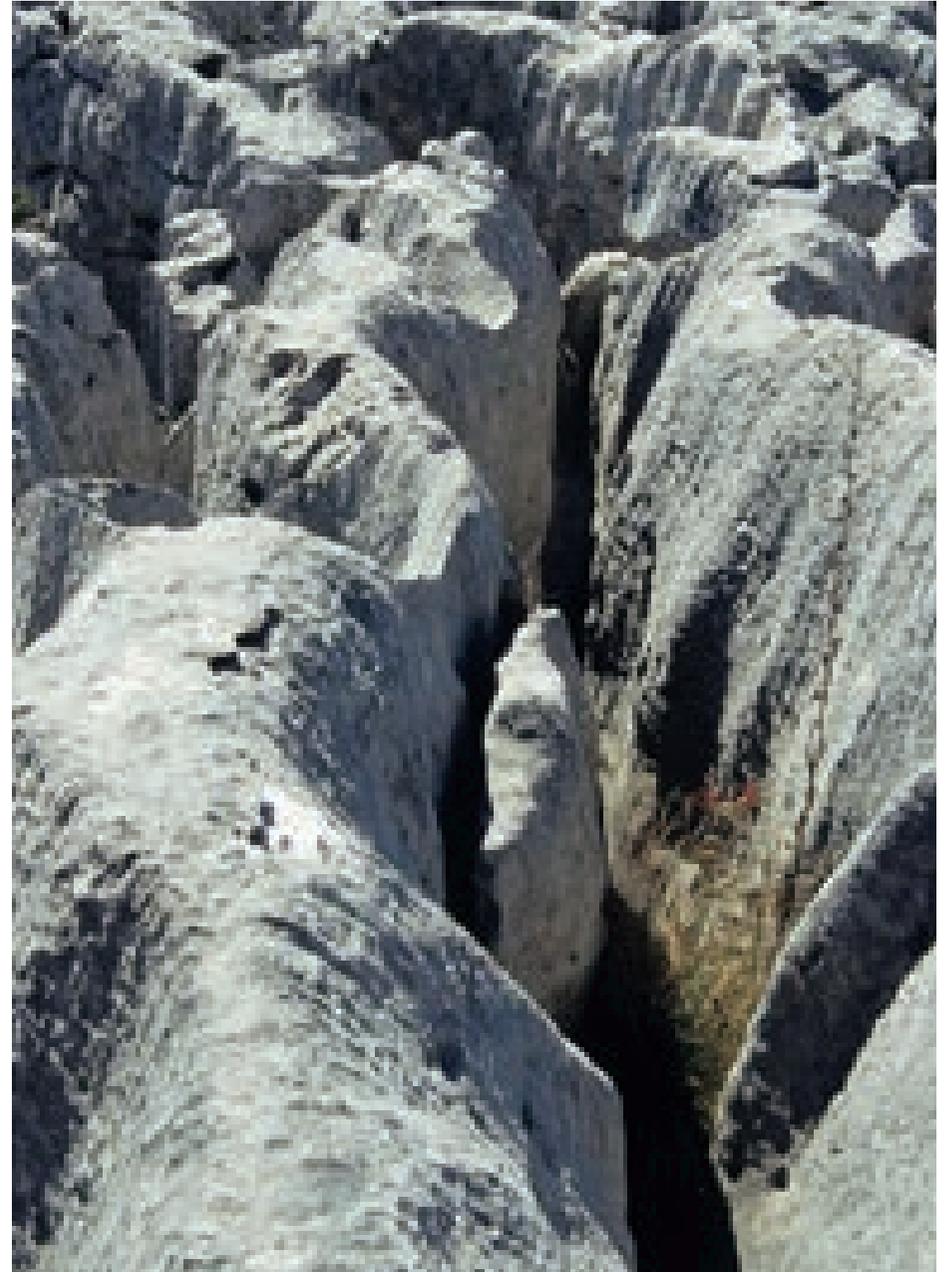
< Campi solcati nel Monte Glava,  
porzione orientale del Massiccio del  
Monte Matajur

> Il profilo di un campo solcato con  
numerose altre forme carsiche sul  
Monte Glava

Quando questi, però, risultano più potenti (anche decine di metri) è possibile che al loro interno si sviluppino sistemi carsici anche rilevanti: si tratta di grotte a prevalente sviluppo orizzontale, che sono spesso condizionate nella loro evoluzione dalla presenza del flysch che funge da base “impermeabile” per lo scorrimento delle acque.

Il settore delle Valli più vicino al confine con la Slovenia è invece caratterizzato dalla presenza di unità a litologia carbonatica. Nella fascia fra il Monte Matajur e la zona di Drenchia affiorano estesamente i calcari del Cretacico, nei quali il fenomeno carsico si sviluppa sia nei suoi aspetti ipogei (ad esempio fra Mersino ed il Monte Matajur) che epigei con, ad esempio, stupendi esempi di campi solcati nell’area del Monte Glava (ad oriente del Monte Matajur).

I versanti montani attorno a Stupizza vedono alle quote inferiori la presenza di Dolomia Principale e Calcari del





< Campi solcati nel Monte Glava

> Le vaschette possono riempirsi di suolo e ospitare vegetazione pioniera, tuttavia ciò non accade sinchè esse sono soggette a cicli di riempimento d'acqua e disseccamento

Dachstein di età triassica superiore, mentre alle quote maggiori affiorano i calcari giurassici che, pur non presentando sistemi sotterranei di grande sviluppo, sono spesso modellati dal carsismo superficiale (Monte Mia - Monte Vogu).

Le molte grotte che costellano le Valli del Natisone custodiscono le testimonianze di una lunga ed antica frequentazione umana che, per quanto riguarda ad esempio il Riparo di Biarzo, risale alla fine del Paleolitico, o testimonianze curiose come le strane incisioni della Ta Pot Figouzo. Anche le vicine vallate di Prestento e Torreano custodiscono cavità di interesse preistorico.

Numerose sono poi le leggende che vedono le cavità di questo settore prealpino abitate da esseri mitici.





Margherita Solari

# Le forme carsiche

< Solco a meandro sul Monte Robon  
(Massiccio del Monte Canin)

Sono molto varie le tipologie di microforme carsiche nelle quali un escursionista potrebbe imbattersi percorrendo i sentieri del territorio friulano; ben lungi dal perseguire scopi scientifici, l'intento di queste pagine è quello di descriverne le principali e di tentare di incuriosire il lettore che forse si troverà ad esser un osservatore più attento e più motivato a comprendere e interpretare i vari aspetti del fenomeno carsico. Le immagini proposte costituiscono senza dubbio anche un inno alla maestria della natura, che ha saputo creare forme armoniose e sorprendenti, riprese dalla mano sapiente di appassionati fotografi.

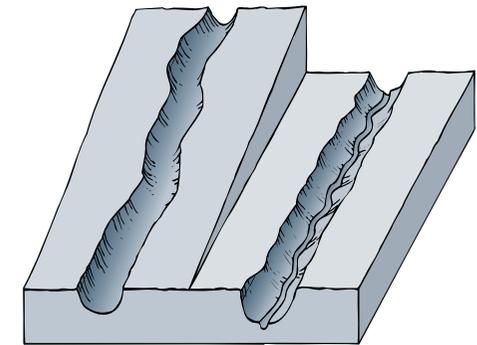
Le microforme di dissoluzione sono morfologie create dalla corrosione dell'acqua di precipitazione e ruscellamento (compresa quella che deriva dallo scioglimento della neve). Il termine karren indica la singola forma, mentre karrenfelder o campo solcato indica un insieme di forme. Nella letteratura scientifica i karren vengono classificati secondo varie tipologie sulla base di criteri morfologici, ognuno dei quali è riconducibile a fenomeni chimici e fisici ben precisi. Tale suddivisione può costituire una buona base per analizzare e descrivere alcune microforme particolarmente interessanti (in questo contesto ci si è basati, in linea di massima, sulla classificazione proposta da Ugo Sauro e Giuliano Perna nel loro "Atlante delle microforme di dissoluzione carsica superficiale del Trentino e del Veneto").

Sugli altopiani carsici, anche su superfici di pochi metri quadrati, è possibile osservare innumerevoli tipologie di microforme.

Le SCANNELLATURE generalmente hanno origine dalla dissoluzione della roccia nuda da parte dell'acqua piovana, che agisce erodendo maggiormente in corrispondenza di filetti di corrente formati dall'unione delle gocce di acqua. Esse costituiscono serie di solchi, generalmente raggruppati in complessi paralleli o subparalleli, poco profondi (fino a un centimetro), larghi da uno a quattro centimetri. Tra i solchi si ergono spesso delle CRESTE aguzze, in genere rettilinee. Le scannellature solitamente seguono la pendenza del versante, ovvero la massa rocciosa esposta, e si presentano perciò parallele; tuttavia a volte si dipartono da un punto sommitale a raggiera o in varie altre disposizioni (a isola, a pettine, a penna, a fasci convergenti o divergenti). In taluni casi le crestine si biforcano originando una scannellatura ed altre due crestine laterali. Non è raro ritrovare scannellature impostate su massi di grandi dimensioni isolati, massi di frana o depositi morenici: in questi casi la direzione delle forme può discostarsi da quella della massima pendenza per movimenti successivi dei blocchi.

I SOLCHI A DOCCIA si creano per lo scorrimento temporaneo di un filetto di corrente idrica, perciò vengono interpretati come la risultante dell'erosione lineare (piuttosto che areale). Normalmente sono diffusi su superfici rocciose nude con una certa inclinazione sebbene, a volte, la loro origine sia da mettersi in relazione con la presenza di zolle di suolo con vegetazione. La lunghezza dei solchi in genere supera il metro, la loro larghezza i cinque centimetri, la profondità i tre centimetri. Essi presentano una sezione trasversale ad U, con fianchi sva-

Dettagli relativi alla formazione di un solco a meandri (sinistra) e rettilineo a meandri (destra). L'ampiezza del solco varia, generalmente, da pochi centimetri ad uno o due decimetri



Solchi nell'area del Monte Volaiia  
(Massiccio del Monte Coglians)

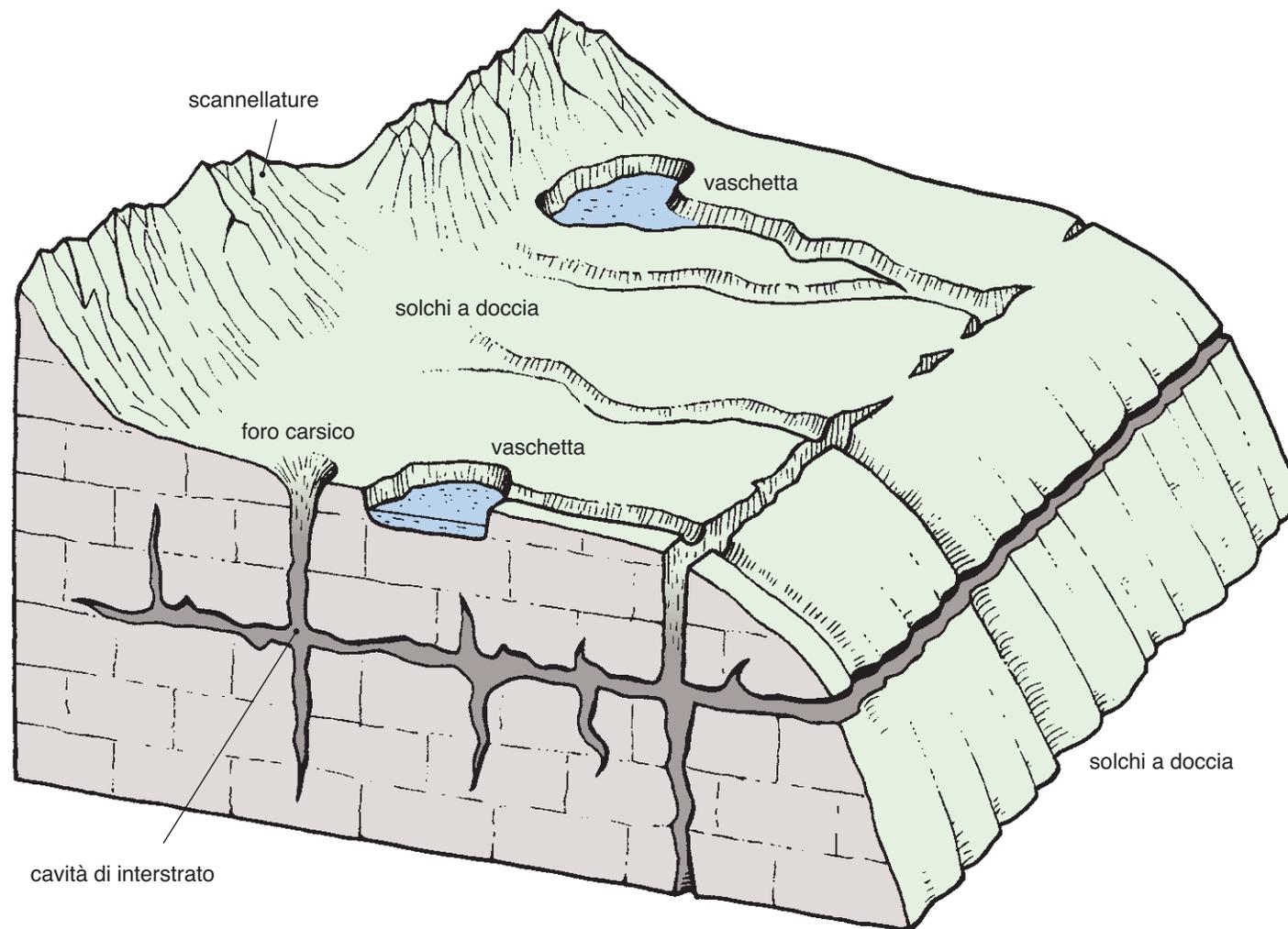


Scannellature nell'altopiano di  
Monte Prât

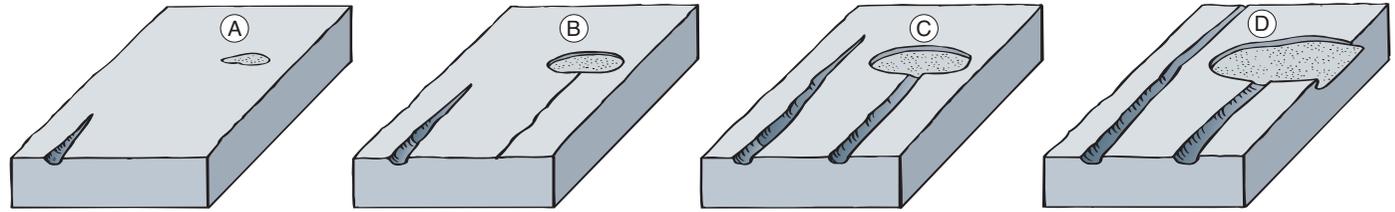


Alcune delle forme carsiche superficiali più comuni

> Vaschetta, scannellature, foro carsico e solchi a doccia



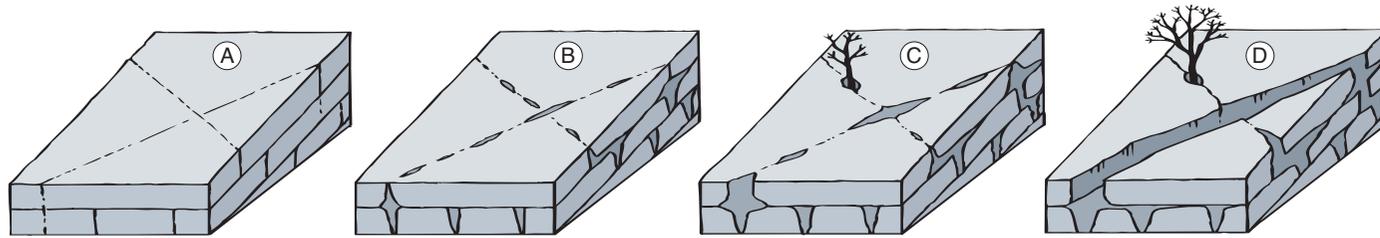
> In una piccola conca si forma un ristagno d'acqua (a) ed al suo interno si insediano alghe che danno il via al processo fitocarsico (b); l'acqua inizia poi a scavare un piccolo emissario (c); questa forma man mano si amplia, così come si amplia la piccola fessura, presente sulla sinistra, che diviene un solco di dissoluzione (d)



sati, verticali o addirittura sottoescavati. Generalmente sulle superfici maggiormente inclinate si osservano solchi ad andamento rettilineo, mentre su superfici suborizzontali l'andamento diviene tortuoso sino a formare i meandri; questi si definiscono rispettivamente solchi a doccia rettilinea e SOLCHI A MEANDRI. Questi ultimi sono tipici di ambienti con cospicue precipitazioni nevose. Il fondo dei solchi può essere liscio oppure percorso da un piccolo solco di larghezza millimetrica, a sua volta rettilineo o meandriforme.

Le VASCHETTE DI CORROSIONE sono piccole conche chiuse tondeggianti, ellissoidali o raramente a contorno irregolare, del diametro da pochi centimetri a qualche decimetro (rari casi raggiungono il metro); la profondità va da uno a venti centimetri (in genere un ventesimo del diametro circa). Il fondo si presenta piatto ed orizzontale, di colore più scuro rispetto alla roccia circostante, i versanti sono piuttosto inclinati o verticali. Nelle vaschette ristagna a lungo l'acqua piovana, che comunque esercita la sua azione corrosiva grazie all'anidride carbonica in soluzione. L'erosione si manifesta soprattutto sui fianchi della conca, in quanto il fondo è spesso ricoperto da detrito minerale (argille) o vegetale inibente l'azione carsica.

Alcune vaschette presentano un canale emissario attraverso il quale si scarica l'acqua in eccesso, a volte altre possono fondersi generando forme coalescenti con contorno irregolare. L'origine delle vaschette per alcuni autori è da imputarsi alla presenza di cuscinetti di erba o di muschio, responsabili della formazione di piccole depressioni; in seguito l'erosione può proce-



Le genesi di fori e crepacci può essere connessa ad un reticolo di fratture; a partire dal giunto di strato (a) la corrosione può svilupparsi dal basso verso l'alto, sino a raggiungere la superficie dello strato stesso (b); il fenomeno è reso possibile dalla risalita capillare delle acque aggressive lungo le fratture; successivamente (c) i detriti presenti nelle piccole cavità di interstrato favoriscono il ristagno dell'acqua e i fori si allargano sino a creare un unico crepaccio (d); i crepacci si possono formare anche per attività di corrosione, ad opera di acque di scorrimento, lungo le fratture e quindi per una azione dall'alto verso il basso

dere anche senza l'aiuto della componente vegetale semplicemente per il ristagno di acqua sul fondo. In generale la formazione delle vaschette può essere messa in relazione al fitocarsismo. Il FITOCARSISMO è quel fenomeno per cui l'erosione chimica viene accelerata per la presenza di organismi (solitamente alghe endolitiche, alghe planctoniche, licheni) che, arricchendo l'acqua in anidride carbonica, esercitano una notevole azione corrosiva. La roccia appare tipicamente coperta da una patina nera, brunastra o rossastra. Questo fenomeno è connesso alla genesi delle vaschette e degli alveoli di corrosione.

I FORI sono micropozzi del diametro centimetrico e decimetrico, verticali, della profondità di qualche decimetro: intersecano cavità di interstrato o discontinuità sottostanti. Si formano, infatti, in corrispondenza di fratture o cavità, evolvendosi dal basso verso l'alto, a partire da una cavità d'interstrato.

I CREPACCI sono lunghi solchi profondi anche alcuni metri, impostati in corrispondenza di fratture.

Le CAVITÀ PLANARI SUBORIZZONTALI sono "vuoti" o piccole cavità suborizzontali che si sviluppano lungo piani di debolezza della roccia (simili ai crepacci tranne per l'orientazione). Una tipologia particolare di queste cavità è costituita dalle CAVITÀ SUBORIZZONTALI DI ANASTOMOSI o anastomotiche, che originano una comunicazione ipogea tra cavità planari. Alcune hanno una funzione assorbente, altre emittente. La parte inferiore della cavità anastomotica presenta

Vaschetta sui calcari del Monte  
Glava, ad oriente del Monte  
Matajur



Solchi, crepacci e vaschette nel  
Col delle Erbe (Massiccio del  
Monte Canin)

spesso canali di dimensione variabile; sulla superficie superiore sono frequenti fori, crepacci o fessure. Le cavità anastomotiche si sviluppano spesso per la degradazione lungo piani orizzontali di interstrato o frattura, che costituiscono degli evidenti punti sensibili all'erosione carsica. Le forme di CORROSIONE SELETTIVA sono dovute ad una diversa solubilità delle varie parti della roccia, ad esempio per differente composizione mineralogica, o per presenza di lenti, noduli, strati, banchi, ecc. La dissoluzione differenziata porta alla messa in rilievo di parti meno erodibili rispetto alla roccia carbonatica circostante, lasciando in rilievo filoni o vene di calcite, dolomite o altri minerali. Particolare è l'erosione selettiva in rocce fossilifere, nelle quali rimangono in rilievo i resti mineralizzati degli organismi del passato.

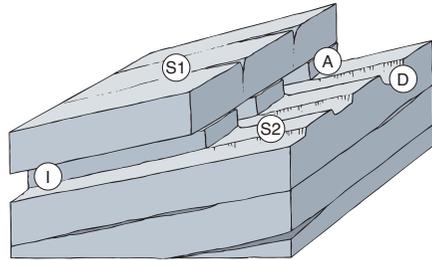
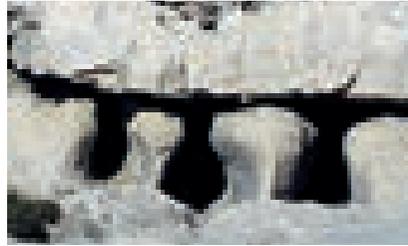
Gli ALVEOLI DI CORROSIONE, invece, sono cavità emisferiche ravvicinate, separate da esili diaframmi, dalle dimensioni da qualche millimetro al centimetro abbondante, che conferiscono alla roccia aspetto spugnoso e rugoso.

Forme di CARSO COPERTO si sviluppano al di sotto della copertura del suolo e vengono alla superficie a causa di frane o di erosione accelerata. Le forme sono le più varie, caratterizzate da profili tipicamente arrotondati (solchi, docce, ecc.).

Molte altre forme di erosione, sicuramente interessanti, sono poco diffuse sul nostro territorio; si tratta ad esempio delle impronte, delle vermicolazioni, dei solchi di radici, che pertanto non verranno illustrati in questa sede.



> Cavità di anastomosi,  
erosione lungo il giunto di strato,  
solchi a doccia



Esempio relativo alla formazione di  
docce; le due superfici (S1 e S2) sono  
soggette a una normale erosione areale;  
il relativo abbassamento è indicato  
dallo spessore del gradino (A); le docce  
(D) che si formano, si sviluppano poi  
lungo i giunti come cavità di interstrato  
(I)



> Affioramento di calcari devoniani  
nei dintorni di Bordaglia

Per quanto riguarda i complessi di microforme, è d'obbligo citare i KARREN PIATTI, superfici calcaree piatte spesso derivate da superfici di stratificazione, di limitata estensione, separate da un reticolo di crepacci. Frequentemente si osservano anche le SPIANATE DI DISSOLUZIONE, piani di dissoluzione carsica originati dall'erosione carsica su una superficie di strato. Spesso le spianate sono solcate da meandri e solchi a doccia.

La genesi di tutte le forme illustrate è influenzata da una serie di fattori di notevole importanza. In primis la litologia, che riveste un ruolo fondamentale in relazione al contenuto di carbonati solubili, ed in secondo luogo la tettonica: la presenza di faglie, diaclasi, giunti di strato e la stessa inclinazione degli strati influenzano lo scorrimento dell'acqua e conseguentemente la sua azione corrosiva. Non ultima la morfologia dei versanti, spesse volte legata ad eventi dell'ultima glaciazione, costituisce un aspetto determinante in riferimento alla pendenza e alla disposizione della massa rocciosa, che viene lentamente lavorata dall'azione delle acque.

Quella che segue è una carrellata sulle forme carsiche superficiali del nostro territorio. Benché siano suddivise per categorie, separare le forme non è sempre possibile e in spazi ristretti si trovano una accanto all'altra morfologie diverse.

Il nostro intendimento non è, come detto, quello di proporre un catalogo sistematico, ma solo invogliare l'escursionista a leggere con maggiore attenzione i nostri paesaggi carsici.

> Alcuni campi solcati nel Monte Glava



# Campi solcati (karrenfeld)



< Pendici del Monte Canin

> Alcuni campi solcati nei calcari paleozoici dell'area del Monte Val Dolce e di Casera Monumenz;  
la forma dei campi solcati è legata a diversi fattori: litologia, fratturazione, pendenza



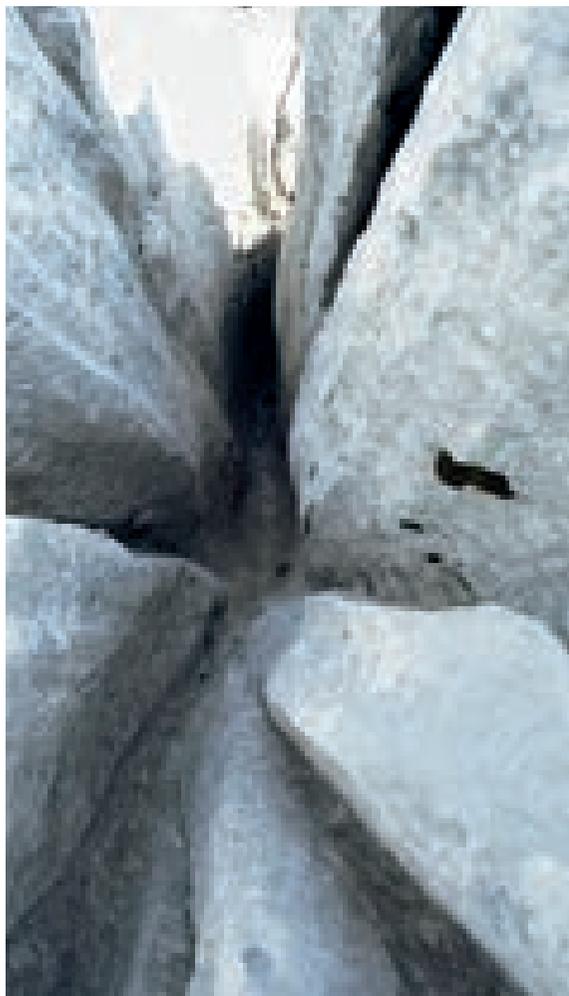
Campi solcati nei calcari devoniani di Casera Monumenz (Massiccio del Monte Coglians)



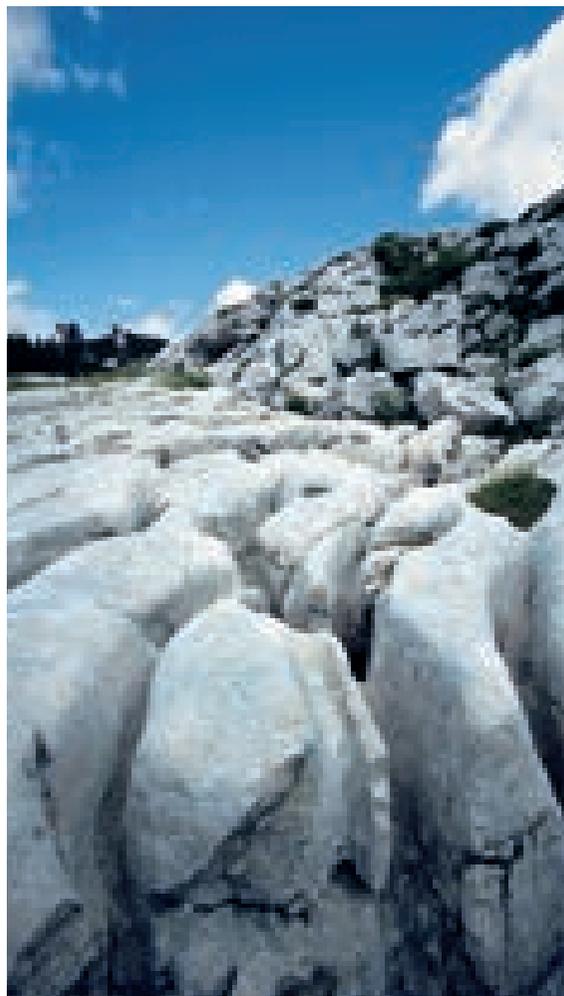
Campo solcato nei calcari triassici del Col Lopic (Massiccio del Monte Canin); la forma di questo campo solcato indica come si tratti di un carso coperto



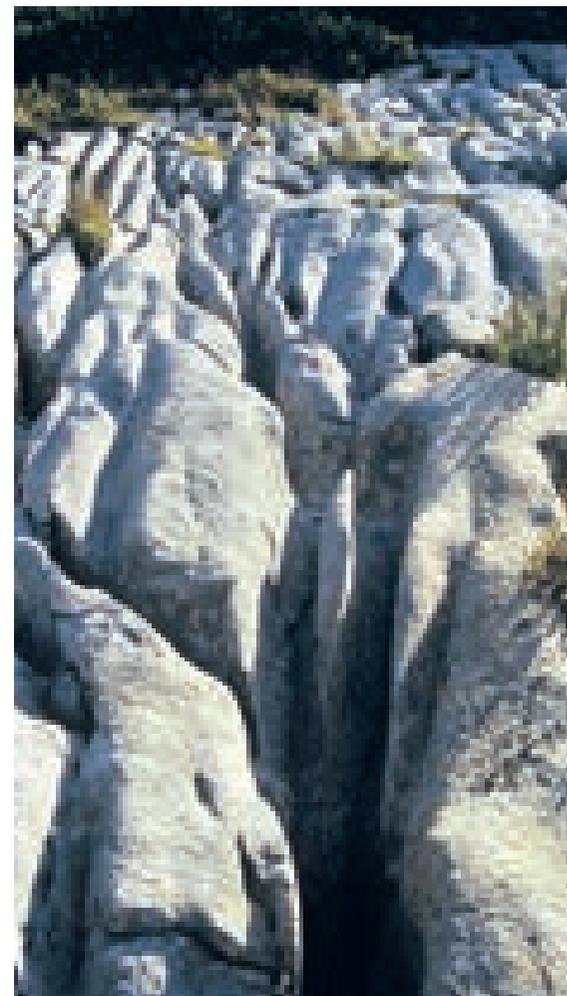
Crepacci fra i campi solcati del  
Col delle Erbe (Massiccio del Monte  
Canin)



Monte Robon (Massiccio del Monte  
Canin), campi solcati arrotondati,  
sviluppati sotto una parziale copertura  
di suolo



Campi solcati nei calcari paleozoici  
della Val Dolce



Campi solcati sul Monte Glava  
(Massiccio del Monte Matajur)



# Scannellature



< Bila Pec (Massiccio del Monte Canin)

> Monte Robon (Massiccio del Monte Canin)





Scannellature parallele della larghezza di alcuni centimetri nell'area di Pramosio

Scannellature che si sviluppano sui due  
fianchi di un masso di calcare cretacico  
nell'altopiano di Monte Prât



# Creste



< Particolare aspetto di una serie di creste nei calcari cretatici nell'altopiano del Bernadia

> Creste a pettine presso Casera Monumenz (Massiccio del Monte Coglians)





Monte Robon (Massiccio del Monte Canin): cresta a raggera, spartiacque fra i due lati di un masso solcato da piccole scannellature

Creste e scannellature che determinano uno spartiacque dall'andamento ondulato nei calcari devoniani di Casera Monumenz (Massiccio del Monte Coglians)



Col delle Erbe (Massiccio del Monte Canin): sui due lati dello spartiacque le caratteristiche delle creste e delle scannellature sono condizionate dalla diversa inclinazione delle superfici e dalla struttura interna (resti di fossili, ecc.)



Monte Robon (Massiccio del Monte  
Canin): creste pennate



# Solchi a doccia



< Solchi a doccia di profondità  
variabile a monte di Casera Pramosio

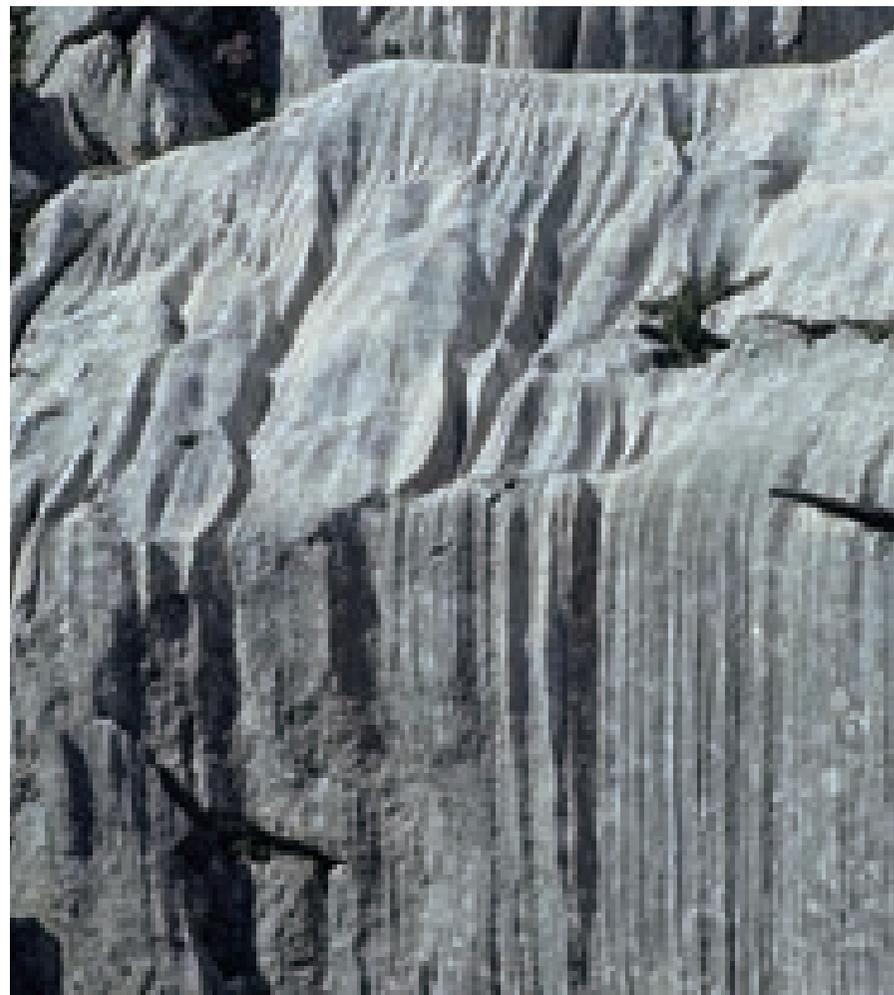
> Solchi nei calcari cretaci del Monte  
Matajur



Dintorni di Casera Pramasio



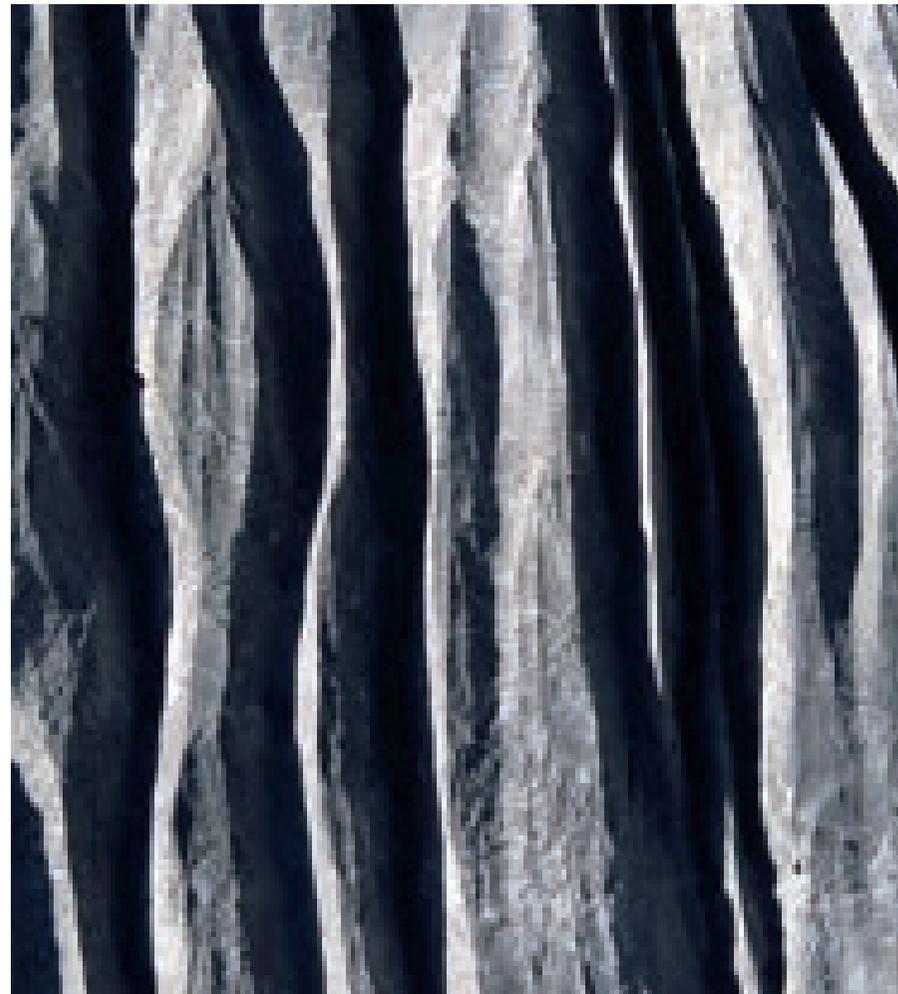
Bila Pec: nel tratto inclinato sono presenti soprattutto solchi a doccia, in quello verticale prevalgono le scannellature



Monte Peralba (Massiccio del Monte Avanza)



Casera Monumenz (Massiccio del Monte Coglians)





Scannellature e solchi a doccia nel Col delle Erbe (Massiccio del Monte Canin), su banchi calcarei a giacitura orizzontale

Karrenfelder con solchi e meandri a valle del Lago di Bordaglia (Massiccio del Monte Coglians)



Monte Robon (Massiccio del Monte Canin): evidente il condizionamento operato dalla stratificazione disposta trasversalmente rispetto alla parete rocciosa



Serie di solchi a doccia con un piccolo meandro sul fondo



# Solchi a meandro

Altopiano tra il Col delle Erbe e il  
Foran dal Muss (Massiccio del Monte  
Canin)



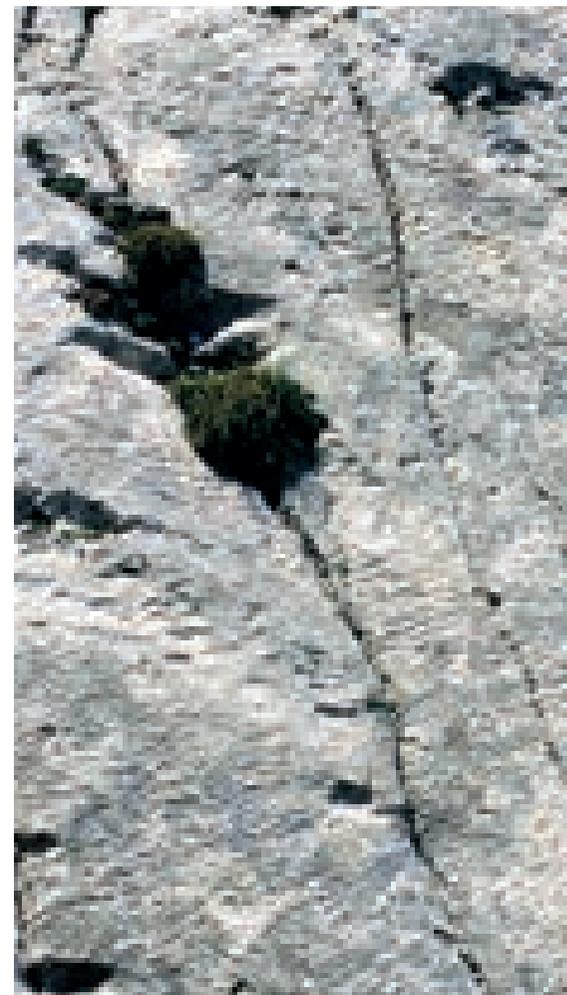
Foran dal Muss (Massiccio del Monte Canin)



Monte Verzegnis



Monte Verzegnis



Col delle Erbe (Massiccio del Monte  
Canin)



Monte Verzegnis: un piccolo meandro generato in corrispondenza di un nodulo di selce nei calcari giurassici



Confluenza di meandri in un affioramento devoniano presso Casera Monumenz (Massiccio del Monte Coglians)



# Vaschette di corrosione



< Ampie vaschette carsiche sul Foran dal Muss (Massiccio del Monte Canin), disposte su più piani e collegate da un canale



Vaschetta a forma triangolare sul Monte Verzegnis, profondamente sottoescavata

Vaschetta incrostata da licheni sul Monte Robon (Massiccio del Monte Canin)



Col Lopic (Massiccio del Monte Canin), vaschetta molto profonda impostata su frattura



Col Lopic (Massiccio del Monte Canin), vaschette a cascata



Bila Pec (Massiccio del Monte Canin), vaschetta evoluta ed inattivata, con immissario ed emissario



Vaschetta con un evidente canale di scarico (Kamenitza), Monte Verzegnis



Vaschetta con canale di scarico (Kamenitza) e bordi molto pronunciati, Monte Verzegnis



# Fitocarsismo



< Pendici del Monte Verzegnis

> La vegetazione che agisce su un  
karren in Val Dolce



Monte Verzegnis



Col Lopic (Massiccio del Monte Canin)



Forma di carso da poco “scoperto”,  
presente presso Casera Pramosio,  
condizionata nel suo sviluppo anche  
dal fitocarsismo



# Fori



< Foro carsico sul Monte Robon  
(Massiccio del Monte Canin)

> Fori carsici presso un piccolo  
crepaccio; si notano anche alcune  
creste e l'attività di erosione selettiva  
che ha messo in rilievo alcuni fossili





Foro carsico sul Monte Verzegnis

Foro allungato con vaschetta laterale sul  
Monte Robon (Massiccio del Monte Canin)



# Crepacci

Spianata con crepaccio e ampia  
vaschetta presso il Rifugio Gilberti  
(Massiccio del Monte Canin);  
nelle pareti del crepaccio si notano  
solchi e scannellature



Piccolo crepaccio sul Bila Pec  
(Massiccio del Monte Canin) con altre  
forme



Ampio crepaccio nel Col delle Erbe  
(Massiccio del Monte Canin)



Crepaccio con numerose ed evidenti  
microforme (creste a pettine), Col delle  
Erbe (Massiccio del Monte Canin)





Crepaccio sul Monte Glava (Massiccio del Monte Matajur)

Crepaccio con fori e vaschette



# Cavit  di anastomosi



< Serie di piccole cavità anastomotiche  
sul Bila Pec (Massiccio del Monte  
Canin)

Cavità anastomotiche in un blocco di  
calcare devoniano del Massiccio del  
Monte Coglians



# Lame dentate



< Piano inclinato con campi solcati e lame dentate (o karrendorne) presso il Foran del Muss (Massiccio del Monte Canin)

> Dettaglio che pone in risalto i rapporti fra solchi e lame dentate, simili a “spuntoni”



Lame dentate sui calcari devoniani di Casera Monumenz (Massiccio del Monte Coglians)



Casera Monumenz (Massiccio del Monte Coglians)



# Spianate carsiche



< Spianata sul Monte Canin con un'ampia vaschetta carsica

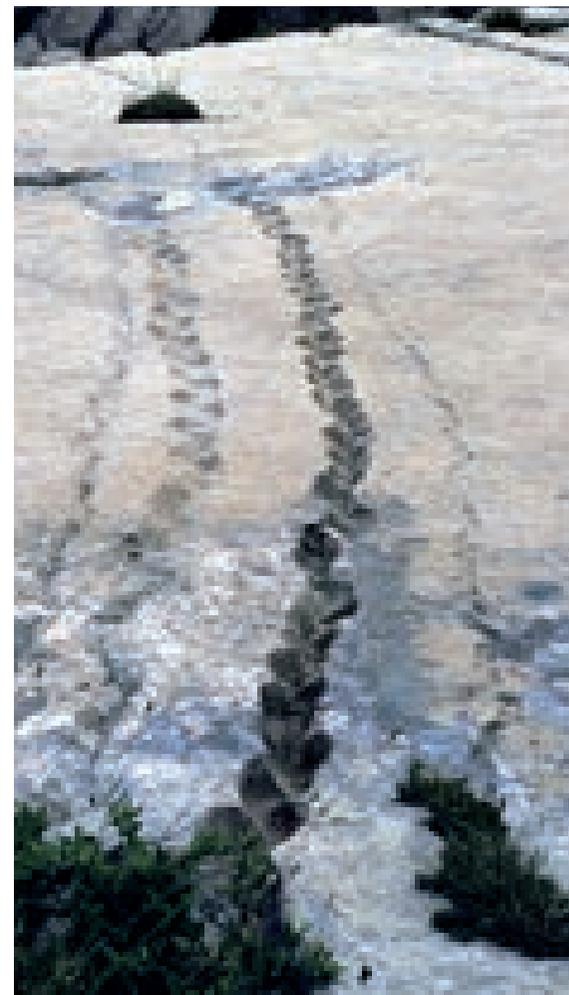
> Vaschetta di grandi dimensioni, in primo piano i fossili messi in evidenza dall'erosione selettiva nell'altopiano del Monte Canin



Spianata con crepaccio e altre microforme



Spianate solcate da piccoli meandri



# Corrosione selettiva



< Calcari del Devoniano, Casera  
Monumenz (Massiccio del Monte  
Coghians)

Campo solcato in Val Dolce (Massiccio  
del Monte Cavallo di Pontebba):  
la corrosione selettiva mette in risalto  
la stratificazione



Fossili di megalodonti messi in evidenza dall'erosione selettiva nel Massiccio del Monte Canin



Dintorni di Casera Monumenz  
(Massiccio del Monte Coglians):  
fossili in evidenza nei calcari devoniani



Monte Verzegnis: noduli di selce messi  
in evidenza dall'erosione selettiva



# Forme in altre rocce



< Gessi del Permiano, modellati dall'erosione e oggetto anche del fenomeno carsico, presso Treppo Carnico

Le montagne del Friuli sono costituite in gran parte da rocce calcaree e dolomitiche, tuttavia l'affioramento di GESSI in una fascia centrale delle Alpi Carniche ha permesso lo sviluppo del fenomeno carsico che, seppure modesto a livello ipogeo, risulta interessante per quanto concerne le forme di superficie.

Alle uniche due grotte nel gesso conosciute in regione nei comuni di Treppo Carnico e Raveo si affianca un'ampia serie di morfologie superficiali: serie di doline nei comuni di Ligosullo e Sauris allineate lungo le principali discontinuità tettoniche, microforme a rapida evoluzione come scannellature, creste e microsolchi nei comuni di Treppo Carnico e Comeglians. Il fenomeno carsico nei gessi della regione appare in realtà poco studiato da un punto di vista geomorfologico e meriterebbe approfondimenti anche da un punto di vista speleogenetico.

Il fenomeno carsico è abbastanza diffuso anche nei CONGLOMERATI pleistocenici della Carnia, le numerose cavità in genere di breve sviluppo sono affiancate alla presenza di doline e macroforme, mentre rare sono le microforme carsiche inibite dalla presenza di clasti non carbonatici all'interno dei conglomerati. Campi solcati su conglomerato non sono stati segnalati, mentre frequenti sono i fenomeni di soluzione selettiva spesso a scapito del cemento carbonatico. Queste aree sono spesso coperte da vegetazione arborea ed al suolo sono frequenti forme legate al fitocarsismo.



< Depositi di travertino in val Pesarina nei quali si apre una interessante cavità naturale

Le aree di maggiore interesse si trovano nei comuni di Cavazzo Carnico, Verzegnis, Socchieve.

Un aspetto particolare nel panorama carsico regionale è costituito dalla presenza di ampi depositi di TRAVERTINO ben visibili lungo la Val Pesarina e le Valli del Natisone. Si tratta di depositi di neoformazione, spesse volte ancora attivi e sui quali si possono impostare piccole cavità favorite dai vuoti presenti, depositi di carbonati sottoforma di vaschette e colate, rare sono le forme di dissoluzione in genere operate a causa di acque insature di ruscellamento superficiale.

Il fenomeno carsico nel FLYSCH appare di notevole importanza nel panorama regionale, ai chilometri di grotte si affiancano numerose forme di superficie. In particolare sono presenti campi solcati, creste di corrosione e fori carsici all'interno delle arenarie (a composizione prevalentemente carbonatica) del flysch. Recenti studi hanno dimostrato che l'elevato contenuto di carbonati di questi depositi consentono uno sviluppo di forme carsiche epigee in un litotipo che solitamente è considerato scarsamente carsificabile. Il fenomeno si esplica anche sulle marne del flysch, ove tuttavia il termo clastismo prevale distruggendo rapidamente le forme superficiali.

Affioramento di gessi permiani  
modellato dall'acqua



Riempimenti paleocarsici



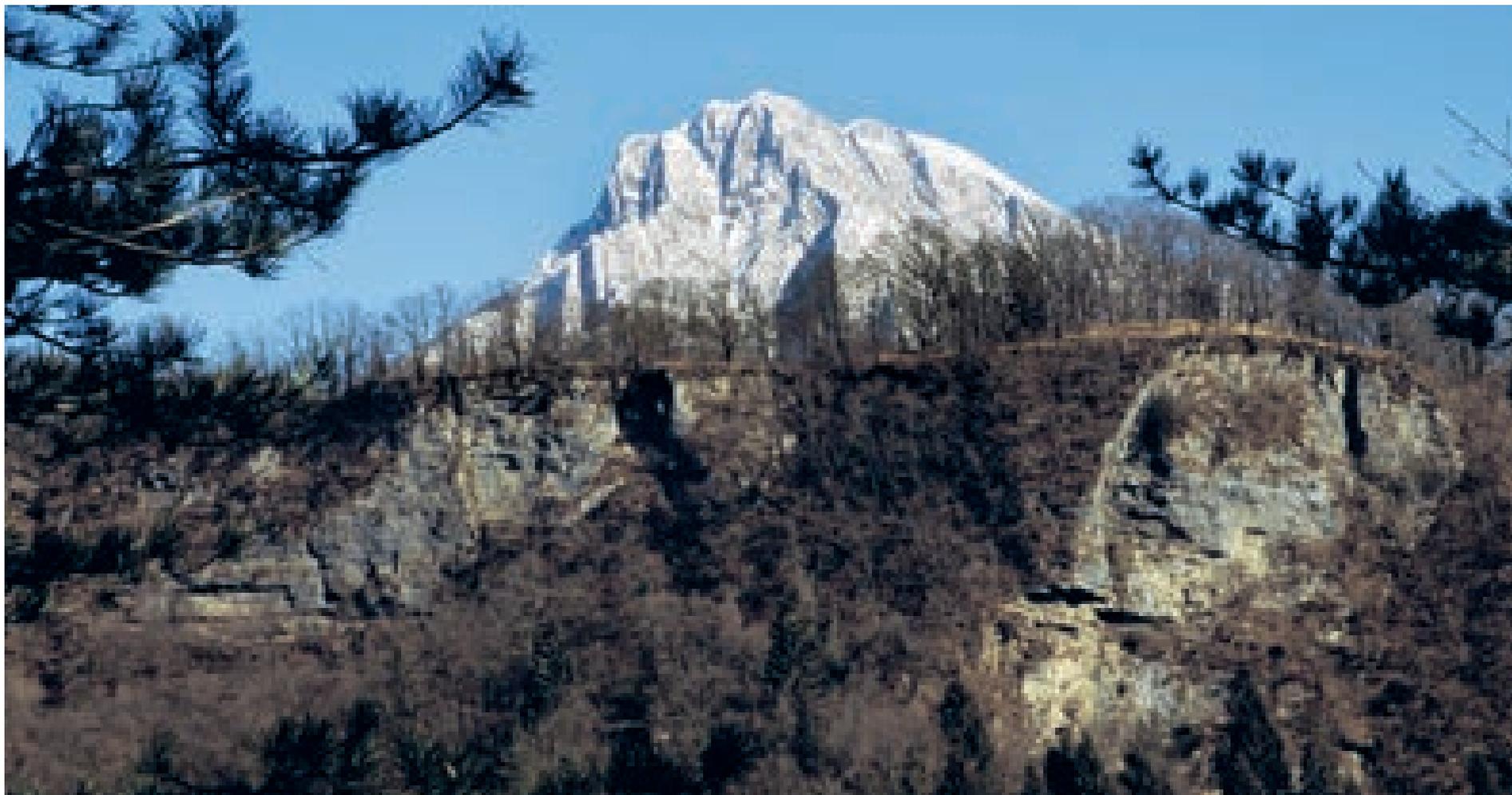
L'erosione selettiva a carico dei gessi mette in rilievo minuti cristalli



Scannellature e creste in un sottile livello di gessi



Netto contrasto fra i conglomerati dell'area di Cavazzo (sede di alcuni interessanti, seppur ridotti, fenomeni carsici) e la cima carbonatica del Monte Amariana



Doline allineate lungo linee tettoniche presso Ligosullo: il substrato roccioso è costituito da gessi del Permiano



Scannellature a carico di un affioramento  
di calcareniti all'interno del flysch  
eocenico lungo la valle dello Iudrio



Un blocco isolato di calcarenite,  
proveniente dal flysch, intensamente  
modellata dal fenomeno carsico





# Approfondimenti

< Formiche “al lavoro” al fondo di una vaschetta carsica

L'intendimento di questo volume è quello di far conoscere, ma anche riconoscere, un aspetto particolare del nostro paesaggio e, quindi, di farlo apprezzare, di incuriosire chi, anche casualmente, “incontra” il fenomeno carsico.

Non vogliamo neppure trasformare questa pubblicazione in un trattato scientifico ma se il lettore fosse rimasto incuriosito e volesse saperne di più, potrebbe ricorrere a numerose pubblicazioni, reperibili in commercio o presenti in molte biblioteche, da sfogliare o leggere. Per la storia geologica del territorio friulano un testo facilmente abordabile è quello pubblicato da Bruno Martinis nel 1993 (*Storia geologica del Friuli*, ed. la Nuova Base); più recente ed approfondito è il saggio di Corrado Venturini (*Evoluzione geologica delle Alpi Carniche*) edito nel 2006 dal Museo Friulano di Storia Naturale e corredato da una dettagliata carta geologica. A scala più ampia (1:150.000) è la *Carta Geologica Regionale* curata da Giovanni Battista Carulli ed edita dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia nel 2006.

Per chi è interessato ad approfondire il carsismo in generale consigliamo il primo volume della collana “Quaderni Habitat”, curata dal Ministero per l'Ambiente e dal Museo Friulano di Storia Naturale, pubblicato nel 2001 (*Grotte e Fenomeno Carsico*) che esamina l'affascinante mondo sotterraneo sotto i suoi molteplici aspetti. Gli aspetti fisici del carsismo sono ben dettagliati nel volume pubblicato da Collignon nel 1992 (*Il manuale di speleologia*, ed. Zanichelli) e nell'opera di Castiglioni del 1986 (*Geomorfologia*, ed. Utet).

Chi invece fosse interessato ad approfondire specificatamente le forme carsiche superficiali può leggere la pubblicazione curata da Perna e Sauro nel 1978 (*Atlante delle microforme carsiche superficiali del Trentino e Veneto*, Monografie del Museo Tridentino di Scienze Naturali).

Per quanto riguarda le grotte del Friuli, molte utili informazioni sono disponibili nella collana edita dal Circolo Speleologico e Idrologico Friulano e dalla Provincia di Udine, dedicata all'illustrazione del fenomeno carsico del territorio provinciale. Sono stati sinora realizzati volumi dedicati a: *Il fenomeno carsico del Massiccio dei Monti La Bernadia* (1996); *Il fenomeno carsico delle valli del Natisone* (1997); *Il fenomeno carsico delle Prealpi Carniche orientali* (2001); *Il fenomeno carsico delle Alpi Carniche* (2004).

La collana è completata da una utile ed approfondita *Bibliografia Speleologica del Friuli*, pubblicata nel 1997.

> Pendici del Monte Canin



Le foto sono di:

Alberto Bianzan - 15, 17, 18, 19, 30, 32, 33, 38, 40, 41, 44, 46, 47, 48, 49, 58, 60, 62, 72, 73, 74, 75, 79, 80a, 80c, 83, 84, 87, 89, 90, 92c, 93, 95, 97, 100a, 101, 103, 105c, 109a, 111a, 112c, 113, 114, 115, 120, 124, 128, 129, 130, 131, 136, 137, 138b, 139, 141, 143, 151

Adalberto D'Andrea - 27, 36, 42, 50, 61, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 85d, 92a, 92b, 105a, 105b, 107, 109b, 111b, 132, 133, 135a, 142, 148, 150, 154, 155

Paolo Maddaleni - 99

Andrea Mocchiutti - 10, 16, 20, 21, 22, 25, 26, 28, 43, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 76, 80d, 85a, 85b, 85c, 88, 94, 100b, 102, 104, 106, 108, 110, 112b, 118, 119, 121, 122, 123, 125, 126, 134, 135b, 135c, 140, 144, 145, 146, 159

Giuseppe Muscio - 12, 35, 66, 116b

Margherita Solari - 34, 37, 80b, 91, 96, 98, 112, 116a, 117, 127, 138a, 152

Corrado Venturini - 153

Le carte topografiche di pagg. 31, 39, 45, 51, 59, 65 e 70 sono tratte dalla carta del Friuli Venezia Giulia alla scala 1:150.000, per gentile concessione della Casa Editrice Tabacco di Udine

I disegni sono rielaborati dalle pubblicazioni di Castiglioni e di Perna & Sauro

Un particolare ringraziamento

a Franco Cucchi, Paolo Forti e Ugo Sauro per gli utili consigli e la rilettura critica di questo volume,

a Sabrina Candelotto e Enzo Ferino per la loro disponibilità e cortesia,

a tutti i soci del Circolo Speleologico e Idrologico Friulano e degli altri gruppi speleologici della nostra regione che hanno fornito il loro contributo indicando affioramenti di particolare interesse

Finito di stampare  
nel mese di settembre 2006  
presso la Graphic Linea Print Factory

©2006 Circolo Speleologico e  
Idrologico Friulano · Udine

Vietata la riproduzione anche parziale  
dei testi e delle fotografie.  
Tutti i diritti sono riservati.

*In copertina:* scannellature nei calcari  
devoniani di Casera Monumenz

Printed in Italy