

Alfredo BINI*, Anna PAGANONI**

**RECENTI ALLESTIMENTI DEL MUSEO CIVICO DI SCIENZE NATURALI
"E. CAFFI": LA SALA DEDICATA AL CARSISMO.**

RIASSUNTO: Nell'ambito della graduale riorganizzazione del settore espositivo del Museo Civico di Scienze Naturali "E.Caffi" di Bergamo, é stata inaugurata una nuova sala dedicata al Carsismo. Nella mostra, oltre allo spazio destinato alla spiegazione del fenomeno geomorfologico, é stato dedicato ampio risalto anche ad alcuni aspetti correlati con il Carsismo, quali: la vita nelle grotte, le grotte e l'uomo, le grotte in Italia, diffusione e tipologia delle grotte in Lombardia.

SUMMARY: Within the expositive sector of the Civic Museum of Natural Science "E.Caffi" in Bergamo a new show room dedicated to the karstic phenomenon has been opened. In the exhibit besides the space given to the explanation of the geomorphologic phenomenon, several aspects related to karst have been well stressed as for example: life in caves, man and caves, the caves in Italy, spreading and typology of Lombardic Caves.

PAROLE CHIAVE: carsismo, mostra.

KEY WORDS: karst, exhibit.

INTRODUZIONE:

Recentemente é stata inaugurata una serie di vetrine dedicate al Carsismo, un fenomeno geomorfologico che già in precedenza aveva un suo spazio ostensivo ma che oggi é descritto in un'intera sala del nostro Museo.

Il materiale esposto é frutto di specifiche campagne di ricerca del personale del Museo e di preziose donazioni di privati e di Istituzioni.

La mostra si avvale con larghezza di campioni esemplificativi e di una ricca documentazione iconografica e fotografica, di plastici e di ricostruzioni appositamente realizzati che illustrano gli aspetti

* Dipartimento di Scienze della Terra di Milano.

** Conservatore di Geologia e Paleontologia del Museo di Bergamo

più significativi del Carsismo.

Le diverse dimensioni dei titoli adottati permettono una chiave di lettura diversificata dell'argomento proposto, consentendo di cogliere gli aspetti più generali oppure di avere maggiori dettagli sui tempi proposti.

La mostra si snoda attraverso due itinerari indicati al visitatore in ingresso: "cos'è il Carsismo" e "Le grotte in Italia".

PRIMO ITINERARIO: "Cos'è il Carsismo".

La descrizione del fenomeno geomorfologico parte dalla definizione: "Il Carsismo comprende tutti i fenomeni che derivano dalla azione solvente dell'acqua sulle rocce". Vengono qui citate tutte le rocce più comunemente interessate dal fenomeno: calcari, dolomie, gessi e in misura molto minore quarziti e graniti.

Campioni litologici di queste rocce mostrano le caratteristiche fisico-chimiche descritte.

Particolare risalto viene anche dato ai principali minerali che costituiscono le rocce carbonatiche: calcite, aragonite e dolomite. Di questi minerali viene illustrata la composizione chimica che favorisce, grazie ai legami esistenti tra gli atomi, l'azione solvente delle acque superficiali e sotterranee.

Solo l'acqua debolmente acida (arricchita di biossido di carbonio) scioglie le rocce carbonatiche. Il grosso campione di calcare liassico esposto visualizza il diverso grado di solubilità del calcare e della selce dovuto al diverso tipo di legame esistente tra gli atomi di minerale carbonatico e di minerale siliceo.

Carsismo superficiale

L'acqua meteorica (pioggia, neve, grandine) agisce sul calcare nella zona di contatto tra aria e roccia dove forma alcune tipiche microforme e macroforme; queste vengono illustrate con schemi genetici che ne illustrano i tipi più diffusi. Tra le microforme: scannellature, karren a impronte, solchi a doccia, karren su frattura, karren a denti di sega, karren di parete, karren a tavola, vaschette di corrosione e alveoli. Sono da notare tra gli altri, i campioni di vaschette (kamenitza) raccolti nel carso triestino.

Macroforme

Le tipologie descritte sono: doline, polje e valli carsiche. In ognuno dei vari esempi citati viene dato ampio risalto alla lettura critica dei fenomeni genetici, coadiuvando le definizioni con plastici appositamente realizzati, con carte topografiche e fotografie scelte per illustrare le singole macroforme.

Il primo plastico illustra le doline di corrosione. Generalmente di forma circolare, sono dovute all'azione solvente delle acque superficiali in rocce fratturate, hanno forma circolare, profilo dolce e fondo pianeggiante dovuto all'accumulo di residui insolubili.

Il paesaggio che ne deriva é caratterizzato da una omogenea copertura vegetale a prato-pascolo ed é molto frequente nelle Prealpi lombarde e venete.

Il secondo plastico illustra invece le doline di crollo, formate in corrispondenza del crollo del diaframma roccioso tra una grotta preesistente e la superficie. Le pareti del pozzo che così si formano sono ripide ed il fondo può essere intasato dai massi franati per effetto della corrosione delle acque meteoriche. Il paesaggio proposto nel plastico e nelle fotografie é piuttosto frequente nelle zone carbonatiche di alta quota (2000m) delle Prealpi Lombarde.

Altre macroforme descritte nell'esposizione sono le valli carsiche nelle loro tipologie più diffuse: valli cieche, valli secche e valli chiuse. Disegni esemplificativi illustrano la genesi di queste valli mentre alcune fotografie si soffermano su alcuni degli aspetti più significativi. Sono illustrati anche alcuni esempi di polje. Si tratta di depressioni di ampie dimensioni (anche alcune decine di chilometri) generalmente impostate su lineamenti tettonici o in corrispondenza di differenze litologiche. Sono anche proposte le sezioni geologiche di due polje jugoslavi, impostati in corrispondenza di discontinuità tettoniche e litologiche.

Carsismo profondo

Le acque di infiltrazione proseguono in profondità, scendendo lungo discontinuità (fratture, faglie e superfici di strato) aperte. L'acqua si infiltra velocemente all'interno di un massiccio montuoso dove può continuare a sciogliere il calcare; lungo il suo percorso si arricchisce di carbonato di calcio. Con il tempo l'acqua tende ad allargare la fitta rete di condottine primitive, ed aumenta la sua velocità di scorrimento. L'evoluzione della rete di condotte é illustrata nella serie di disegni e nei campioni appositamente raccolti per illustrare il fenomeno. Le condizioni geologiche e climatiche influenzano l'evoluzione di un massiccio carsico, sia per quanto riguarda le modalità di circolazione delle acque sotterranee, sia per la distribuzione delle gallerie che ne derivano.

Gli schemi proposti di carso completo e carso incompleto permettono di valutare meglio il concetto testé espresso.

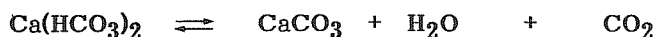
Nel carso completo sono riconoscibili varie zone: (a) una zona di assorbimento nella quale l'acqua penetra nel sottosuolo, (b) una zona di percolazione, attraversata più o meno velocemente dalle acque meteoriche che qui si arricchiscono di carbonato di calcio o lo depositano. E' caratterizzato da gallerie prevalentemente orizzontali (c), una zona satura nella quale tutte le cavità e le discontinuità sono sature d'acqua. Quest'ultima zona alimenta le sorgenti.

Il carso incompleto si riferisce invece a massicci carsici mancanti della zona satura. L'analisi del carsismo profondo prosegue poi con le principali macroforme ipogee: gallerie, sale, pozzi.

Particolare spazio é dedicato alle gallerie che possono essere sostanzialmente suddivise in due categorie: gallerie singenetiche e gallerie paragenetiche, le prime dovute ad una azione di corrosione su tutte le pareti della galleria, le seconde prevalentemente all'accumulo di forti spessori di sedimenti o a bruschi sbalzi nella portata nel regime idrico sotterraneo. Esse hanno un accrescimento irregolare e prevalentemente unidirezionale.

Quando l'acqua satura o in equilibrio percola lungo fratture e giunge in ambiente di grotta, tende a depositare il carbonato di calcio (CaCO_3) ed a liberare biossido di carbonio (CO_2). Prodotto finale di questa reazione chimica é la formazione di concrezioni:

Bicarbonato di calcio Calcere + Acqua + Biossido di Carbonio



si deposita

si libera

Logica conseguenza é la deposizione delle concrezioni: stalattiti, stalagmiti, crostoni, coralloidi e pisoliti. Numerosi campioni, provenienti da grotte italiane, illustrano le caratteristiche dei processi di deposizione. Campione degno di nota particolare é la grossa stalagmite sezionata e lucidata proveniente da una grotta della Sardegna. Un breve spazio é anche dedicato alle rare concrezioni nel gesso e nel sale. Sono anche citati ed esposti alcuni sedimenti di grotta: plastici, varve, ciottoli, terre rosse.

E' inoltre illustrato in dettaglio il caso della Grotta Masera, che costituisce un valido esempio di successioni di fasi di deposito e di erosione di alluvioni e di concrezioni, datate con metodi radiometrici, così da consentire un'analisi del complesso sviluppo morfologico della grotta.

Carsismo sottomarino

L'acqua marina ha un elevato contenuto in sali (mediamente il 3,5%) e può aggredire solo rocce molto più solubili di quelle carbonatiche. In alcune condizioni geologiche favorevoli, la dissoluzione carsica può avvenire anche sul fondo marino. Il mar Mediterraneo è molto adatto alla formazione di macroforme carsiche sottomarine perché durante la crisi di salinità del Messiniano, nel Miocene superiore, si depositarono sul fondo potenti serie evaporitiche che in alcuni bacini superano lo spessore di 1 chilometro. Successivamente riprese una sedimentazione normale, che ancora oggi continua nel Mediterraneo. Alcune locali dislocazioni tettoniche hanno consentito alle acque marine di avviare il processo di dissoluzione delle evaporiti messiniane, aumentando la concentrazione dell'acqua al fondo di bacini racchiusi da orli continui.

I risultati ottenuti in questo senso dalle campagne di ricerca condotte con la nave oceanografica "Bannock", sono ripercorsi in questa

sezione della mostra, dove é da notare il grande cristallo di gesso dragato sul fondo di un bacino chiuso, tondeggiante, a morfologia probabilmente carsica.

Grotte e inquinamento.

Una sezione della mostra é destinata alla sensibilizzazione del visitatore alla tutela dell'ambiente sotterraneo. Il potere depurante delle rocce fessurate é molto limitato rispetto a quello delle rocce a porosità interstiziale quali possono essere le alluvioni fluviali e la velocità di scorrimento é molto più elevata.

Nei massicci carsici gli inquinamenti si propagano molto rapidamente e contaminano enormi volumi di acqua. L'alterazione chimico-fisica delle acque sotterranee e la scomparsa degli animali che popolano le grotte sono i primi sintomi del progressivo degrado dell'ambiente sotterraneo.

La vita nelle grotte.

Alcuni fattori condizionano la presenza di vita nelle grotte: l'umidità molto elevata, le scarse escursioni termiche, ma soprattutto l'assenza di luce. Molti vertebrati e invertebrati si sono adeguati a queste non comuni condizioni climatiche.

Alcuni esemplari preparati a secco o in alcool evidenziano le differenze morfologiche e fisiologiche tra gli animali che stanno all'esterno e in grotta. Caratteri comuni tra questi ultimi sono: la depigmentazione, la riduzione e spesso la scomparsa degli occhi, l'allungamento delle zampe e delle antenne con il potenziamento della loro funzione tattile. Alcune specie subiscono inoltre la riduzione degli stadi giovanili. Le condizioni climatiche impediscono la vita dei vegetali fotosintetizzanti e quindi degli animali. Sono quindi presenti solo predatori e detritivori in quanto la sostanza organica primaria proviene solo dall'esterno. L'esempio di una grotta Bergamasca, il pozzo del Bosco Faet in Comune di Grone consente di visualizzare le località di provenienza delle singole specie di invertebrati.

Le grotte e l'uomo.

L'ultima sezione del primo itinerario é dedicata ai più comuni rapporti intercorrenti tra le grotte e l'uomo. Abitazioni, fortezze, santuari, sepolcri e ripostigli, sono spesso ubicati in ambienti sotterranei naturali o artificiali. Castel Lueghi in Jugoslavia, la Busa de la Solmarina a Zogno (BG), la Sorgente Nossana in Val del Riso (BG) sono alcuni esempi di utilizzazione diretta di sistemi carsici. Alcuni importanti giacimenti minerari sono inoltre collocati in cavità carsiche riempite da mineralizzazioni; tra queste basta ricordare le importanti riserve di fosfati dovute all'accumulo di notevoli spessori di guano in grotte usate dagli uccelli come rifugio. Nel Quaternario numerosi predatori che popolavano anche le nostre regioni utilizzavano le grotte come riparo o tana; tra questi forse

il più noto e comune era l'orso delle caverne del quale é esposto un magnifico cranio proveniente da una grotta lombarda.

SECONDO ITINERARIO: "Le Grotte in Italia"

Il secondo più breve itinerario si snoda tra esempi più noti di grotte in Italia, in Lombardia e nella Bergamasca. I territori carsici Italiani sono schematizzati e suddivisi nelle categorie più note di rocce carsificabili; calcari e dolomie, gessi. Ad esse vanno ad aggiungersi come casi particolari: le grotte costiere dovute alla concomitante azione del moto ondoso e le grotte laviche, essenzialmente dovute al raffreddamento dei canali di scorrimento nelle colate basaltiche. Di ognuna delle categorie citate sono stati scelti alcuni degli esempi più famosi, illustrati con fotografie e con la riproduzione dei rilievi topografici. La carta proposta per illustrare il caso della Lombardia é invece del tutto originale. Le categorie proposte riguardano morfologie superficiali e profonde molto caratteristiche. Le zone carsiche di alta montagna considerano infatti oltre all'azione diretta delle acque superficiali, anche quella del gelo. La presenza di riserve d'acqua permanenti consente un'azione chimico-fisica intensa di corrosione superficiale e profonda, nonostante la ridotta presenza di suolo e di copertura vegetale. Nelle fasce interessate dalle glaciazioni quaternarie mancano i fenomeni carsici superficiali, obliterati quasi completamente dalla erosione glaciale e successivamente ricoperti o riempiti dagli ingenti accumuli glaciali e fluvio-glaciali. Tracce di questi depositi sono spesso rinvenibili nelle grotte che si aprono in questa ampia fascia. Solo nelle zone non interessate dalle glaciazioni quaternarie sono conservate le forme carsiche superficiali e profonde più antiche. I depositi nelle grotte sono legati allo smantellamento di antichi suoli e di "terre rosse" asportati in superficie ed accumulati in grotta. Il secondo itinerario si chiude con i rilievi di tre delle più note grotte della Provincia di Bergamo: il Bus di Tàcoi in Val Seriana, il Buco del Castello in Val Brembana e la Grotta del Forgnone in Valle Imagna. Tre grotte con caratteristiche morfologiche molto diverse ma tutte assai interessanti.

I campioni litologici delle formazioni geologiche in cui si aprono queste grotte, completano questa sezione della mostra.

Ringraziamenti.

Gli Autori ringraziano quanti hanno collaborato alla realizzazione della mostra sul carsismo donando campioni o documentazione fotografica. In particolare ricordiamo: Gianni Comotti e Marco Valle per la parte biologica, Angelo Camerlenghi per il Carsismo sottomarino, Manuela Bassanelli e Sergio Castelletti per l'allestimento e la grafica.

I campioni esposti sono stati donati da: Augusto Azzoni, Franco Bailo, Nevio Basezzi, Alfredo Bini, Sergio Castelletti, Gianni Comotti, Franco Cucchi, Paolo Forti, Alberto Frassoni, Don Giulio Gabanel-

li, René Marsetti, Anna Paganoni, Enrico Pezzoli, Federico Pezzotta, Rocco Zambelli, Commissione Grotte "Boegan"-Società Alpina delle Giulie CAI (TS), Gruppo Grotte Milano SEM, Gruppo Speleologico Valseriana Talpe - Ponte Nossa (BG), Ente Speleologico Regionale Lombardo - Bergamo, Istituto Italiano di Speleologia - Bologna, Società Speleologica Italiana - Bologna, Speleo Club Orobico Bergamo, Università degli Studi di Milano - Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Trieste Dipartimento di Scienze della Terra.



Sezione della mostra dedicata alle concrezioni.

INDIRIZZO DEGLI AUTORI: Alfredo BINI

c/o Dipartimento di Scienze della Terra
Via Mangiagalli 34
20133 - MILANO

Anna PAGANONI
Museo di Scienze Naturali "E. Caffi"
Piazza Cittadella 10
24100 - BERGAMO