

LEONARDO BECCARISI, GIANNI CACCIATORE,
LEONARDO CHIRIACÒ, MARCO DELLE ROSE, FABIO FIORITO,
FRANCESCO GIURI, GIOVANNI LISI,
VITTORIO MARRAS, GIANFRANCO QUARTA

Gruppo Speleologico Neretino, p.zza Mercato 13, Nardò (Lecce).

INFLUENZA DEL CARSIISMO SULLA FALESIA E NEGLI IPOGEI DI ROCA VECCHIA

RIASSUNTO

Numerosi e frequenti crolli di blocchi di roccia interessano la falesia di Roca Vecchia e gli ipogei delle Grotte della Poesia. Le ricerche condotte hanno individuato i processi ed evidenziato le differenti azioni carsiche attive all'origine dei fenomeni gravitativi. In particolare, il mescolamento delle acque dolci meteoriche e di falda con quelle marine è causa di ipercarsismo chimico, molto aggressivo sul calcare. Altri processi ipercarsici derivano dall'idrodinamismo costiero che causa, specie nel sopratidale e intertidale, variazioni di umidità e salinità. Importanti risultano anche le azioni di bioerosione esercitate da organismi, specie in corrispondenza del solco di battente alla base della falesia. Di modesta entità risultano invece gli effetti delle azioni meccaniche dovute all'idrodinamismo costiero. Il carsismo contribuisce significativamente a determinare il "rapido" arretramento della linea di costa.

SUMMARY

Salento peninsula is one of the most interesting areas to study coastal karst in the Mediterranean Basin. This paper deals with analysis of geological, morphological and biological factors upon the evolution on the coastal slope and karst cave system ("Grotte della Poesia") of the Roca Vecchia area.

The Roca Vecchia area is set up by highly weathered carbonate deposits which are interested by four joint systems. Several rockfalls have been observed along the coastal slope as well as inside the cave system. We notice that the shoreline has been retrograding.

Different morphological processes and active karstic phenomena have been characterized. The mixing of fresh groundwater and rainfall with sea water causes "hyperkarst" conditions, as the brackish water dissolves more calcium carbonate. As well as humidity and salinity changes especially in the intermediate tide "band" cause rock dissolution. Moreover, many living beings are responsible for "biological karst" erosion on the notch at the foot of the slope.

On the base of the field features, karst phenomena are among the main causes of the high rate of the retrograding shoreline along the Roca Vecchia coast.

INTRODUZIONE

Roca Vecchia (Comune di Melendugno, LE) sorge a ridosso di una falesia carbonatica, lungo il versante E della Penisola Salentina, zona di notevole interesse per lo studio dei fenomeni carsici nel bacino mediterraneo. A circa mezzo Km a S dell'abitato, in un'area di notevole importanza archeologica e storica (PAGLIARA, 1987), sono ubicate le due Grotte della Poe-

sia, distinte in Grande e Piccola, ma in realtà costituenti un unico complesso carsico articolato in tre ampi vani, di cui due con volta in gran parte crollata; queste hanno la base sommersa e comunicano sia con il mare che tra loro attraverso gallerie e cunicoli a tratti sommersi. Il nome potrebbe derivare da un'alterazione di "prodosie", dal greco tradimento. Un'altra spiegazione etimologica ne attribuisce l'origine al termine "posìa" che in *grico* (idioma greco medioevale parlato nella Grecia Salentina) significa "bevuta di acqua".

Le due stanze direttamente comunicanti con l'esterno hanno pianta ellittica, con assi maggiori compresi tra 25 e 50 m (FORTI, 1985; ONORATO *et al.*, 1999). Grotta della Poesia Grande e Grotta della Poesia Piccola sono inserite nel Catasto delle Grotte della Puglia rispettivamente con il numero Pu127 e Pu128.

Frequenti crolli di blocchi rocciosi, innescati dall'erosione marina, interessano sia la falesia che gli ipogei carsici, tanto da spingere le autorità locali ad eseguire barriere frangiflutti in corrispondenza dell'ingresso dal mare di Grotta Piccola. In realtà, la programmazione di interventi di stabilizzazione delle pareti rocciose richiede approfonditi studi per il riconoscimento dei fenomeni erosivi in atto, siano essi legati o meno al moto ondoso.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Roca Vecchia è ubicata su una piana costiera a circa 5 m sul livello del mare nella parte N, e sino a quasi 15 m in quella S. Il substrato geologico affiorante è costituito da calcilutiti laminare alternate con calcareniti macrofossilifere bioturbate. La netta stratificazione demarca strati con spessore variabile da alcuni dm ad alcuni m, alcuni dei quali contengono giacimenti paleontologici di *Cancer Sismondai* Meyer (VAROLA, 1965). Verso l'entroterra tali depositi tendono a diventare eterogenei e massivi. Questa unità, riconducibile alla Formazione di Uggiano (ALVINO, 1966), è riferita al Pliocene medio-superiore (BOSSIO *et al.*, 1985).

All'estremo settentrionale della zona (Fig. 1) affiorano calcareniti e calciruditi con abbondanti macrofossili in strati spessi da alcuni cm ad alcuni m, riferite da LARGAIOLI *et al.* (1969) alle Calcareniti del Salento del Pleistocene. Esse sono sormontate da depositi sabbiosi di spiaggia e di duna recenti e attuali.

Nell'entroterra, in corrispondenza del bacino dei Tamari, le quote si riducono a pochi m sul livello del mare. Qui sono presenti depositi sabbiosi, limosi e argillosi contenenti materiale carbonioso e intercalati a paleosuoli (MARGIOTTA e DELLE ROSE, 1992).

Le differenze altimetriche del territorio rispecchiano lo stile tettonico a pieghe del substrato geologico. In particolare, al bacino dei Tamari corrisponde una sinclinale interposta tra due anticlinali, la più occidentale delle quali coincide con l'abitato e la zona archeologica di Roca Vecchia. Gli assi delle pieghe sono orientati N 150-160° E.

Nel bacino dei Tamari, sono presenti gradini morfologici disposti su almeno quattro ordini, interpretabili come tracce di antichi stazionamenti del mare o di specchi d'acqua costieri (MARGIOTTA e DELLE ROSE, 1992). Quattro antichi livelli di stazionamento del mare, due dei quali attualmente sommersi, sono segnalati anche nella adiacente e più meridionale zona di Torre dell'Orso - Otranto (MASTRONUZZI *et al.*, 1994).

Nella stessa zona delle Grotte della Poesia, LUZIO *et al.* (1987), sulla base di prospezioni geofisiche, ipotizzano la presenza di almeno un'altra cavità di grandi dimensioni. La Grotta dello Speziale (Pu126) ubicata nell'insenatura di Madonna di Roca Vecchia è probabilmente coincidente con uno dei numerosi ipogei artificiali qui presenti.

Come già accennato, la falesia e gli ipogei di Roca sono frequentemente interessati da estesi crolli (Fig. 2), situazione che suggerisce "rapidi" arretramenti della costa (DELLE ROSE,

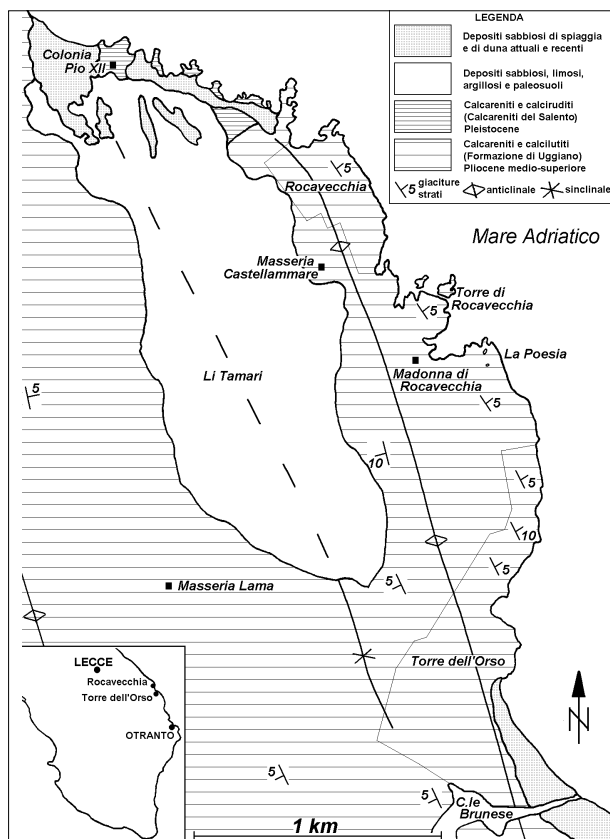


Fig. 1 - Carta geologica della zona Roca Vecchia-Torre dell'Orso.

in prossimità della costa, secondo vari livelli idrici. Il deflusso lungo la costa è particolarmente evidente a S di Roca Vecchia, dove l'acqua viene a giorno diffusamente a circa 1 m sul livello del mare da un "acquifero" calcarenitico sostenuto da uno strato calcilutitico. Inoltre, anche alcuni ipogei sono caratterizzati proprio da "venute d'acqua" di falda (risorgenze), come le Grotte dell'Acqua dolce (Pu169, 170, 171, 172, 173). Anche all'interno delle Grotte della Poesia sono segnalate risorgenze della falda; tale deflusso avrebbe subito negli ultimi decenni una significativa riduzione delle portate, probabilmente a causa del sofrasfruttamento dell'acquifero.

DESCRIZIONE DELLE MORFOLOGIE COSTIERE

Le calcareniti e calcilutiti affioranti lungo la falesia di Roca Vecchia formano il fianco E di una piega anticlinale e sono inclinati, in media, di circa 5° verso ENE. Esse presentano 4 sistemi di fratture subverticali con direzioni medie (da N verso E) 20, 65, 110 e 155°. Tali fratture, in massima parte ricementate da concrezioni carbonatiche, hanno spaziatura che varia da alcuni dm ad alcuni m e costituiscono ampie porzioni delle superfici di distacco dei crolli di blocchi. La falesia è molto frastagliata, con pronunciate insenature e tratti di costa orientati secondo le fratture tettoniche. Alla sua base è presente, a luoghi, un ripiano orizzontale emerso o sommerso e di ampiezza variabile, in parte sottoposto a modificazioni antropiche

1992). Anche evidenze archeologiche, quali orizzonti antropizzati ubicati su scogli isolati con "speculare riscontro in resti tranciati in artificiali fronti a picco sul mare di identiche giaciture" (PAGLIARA, 1987), confermano tale ipotesi.

Depositi travertinici sono presenti allo sbocco di condotte carsiche sulla base della falesia specie nel tratto compreso tra Torre dell'Orso e S. Andrea. Tali depositi inglobano ciottoli calcarei e frammenti di manufatti in terracotta molto levigati (MARGIOTTA e DELLE ROSE, 1992) e testimoniano una circolazione idrica sotterranea molto intensa. Lungo la costa, infatti, effluisce una falda "superficiale" che, nell'entroterra, raggiunge lo spessore massimo di 90 m (MARGIOTTA e DELLE ROSE, 1992) con cadenti piezometriche minime del 1,5-3 ‰ (CALÒ *et al.*, 1990). In ogni caso, essendo gli strati calcarenitici più permeabili di quelli calcilutitici, la circolazione sotterranea avviene, specie

e interpretabile come piattaforma di “abrasione”. L’erodibilità dei depositi pliocenici è elevata; in particolare gli strati calcarenitici sono in genere più tenaci di quelli calcilititici. Infatti, specie lungo i tratti di falesia più antichi e stabili, i primi sono in rilievo rispetto ai secondi, ad indicare la selettività dell’erosione. A luoghi gli strati calcilititici presentano numerosi “tubi freatici” con diametri centimetrici. Tali forme sono da attribuire alle differenze di permeabilità tra gli strati calcarenitici, che si lasciano attraversare in maniera diffusa dalle acque di infiltrazione, e quelli calcilititici, poco permeabili per porosità, in cui l’acqua può circolare essenzialmente nelle fratture. I tubi freatici sono particolarmente fitti intorno alla quota di circa 3 m sul livello del mare, dove si osservano anche tracce di bioerosione e cavità ampie alcuni m. Tali elementi possono indicare una antica linea di costa.

La maggiore varietà di forme modellate nella roccia è presente nella “fascia intertidale”, compresa tra i livelli minimo e massimo di marea. In corrispondenza di tale fascia, si osserva un intaglio orizzontale, alto 1-1,5 m e profondo da alcuni dm a circa un m. Esso, definito comunemente solco di battente, coincide con la porzione inferiore del piano vegetazionale sopralitorale, per lo più privo di alghe macroscopiche, ed il piano mesolitorale, o anche semplicemente detto litorale (SOLAZZI, 1968; PARENZAN, 1983), interposto tra il livello superiore delle alte maree normali e quello delle basse maree eccezionali; quest’ultimo è estesamente colonizzato da feoficee, rodoficee e cloroficee, sia crostose che fruticose, tra cui trovano rifugio varie specie di molluschi, policheti e crostacei.

Le pareti del solco di battente hanno struttura “alveolare” con vuoti subsferici e subcilindrici, in parte comunicanti. Tale struttura, analoga a quelle definite ad “alveare” da GREGOR (1981) e a “formaggio svizzero” da BACK *et al.* (1984), interessa la roccia per alcuni dm, “sfumando” progressivamente verso la roccia intatta. La genesi della struttura “alveolare” deve essere attribuita, in gran parte, a processi biologici operati dagli organismi sul substrato litico. In particolare, nella porzione superiore del solco i processi di erosione della roccia sono ben evidenti ad opera soprattutto di alcuni molluschi, quali patelle e chitoni, che producono nella roccia cavità subcilindriche di diametro e forma coincidenti con quello dei singoli individui. Nella porzione inferiore del solco, ai processi di “bioerosione” si sovrappongono anche quelli di “biocostruzione”, soprattutto di tipo algale.

L’azione del moto ondoso, in virtù della copertura vegetazionale, non produce di norma abrasione lungo il solco di battente e si manifesta con la rimozione di frammenti rocciosi già quasi del tutto isolati dal substrato litico. Pronunciati solchi di battente sono stati osservati, nelle limitrofe aree di San Foca e Torre dell’Orso, anche sui lati rivolti a terra di scogli isolati, dove nulle sono le azioni del moto ondoso e ridotte quelle di dissoluzione chimica, a conferma di quanto è determinante il contributo biologico alla loro formazione. I solchi di battente costituiscono, inoltre, in quasi tutti i crolli osservati, l’elemento destabilizzante le pareti rocciose.

Numerose gallerie e grotte, impostate lungo fratture tettoniche, si aprono alla base della falesia (Fig. 2). Le gallerie, in cui si osservano canali di volta e concrezioni stalattitiche e stalagmitiche, hanno sezioni variabili, con larghezze ed altezze sino a circa 10 m, e si sviluppano in massima parte al di sotto del livello del mare. Dalle volte delle gallerie si manifesta, anche nei periodi meno piovosi, stillicidio di acque di infiltrazione.

Il fondo delle due gallerie che collegano le Grotte della Poesia con il mare raggiunge batimetrie di 6-7 m ed è costituito da detriti di crollo e da sabbia. Lungo le pareti subverticali di queste gallerie si osservano scallops generati da intensi flussi idrici diretti verso mare. Solo nei tratti più prossimi alla costa si osserva il solco di battente colonizzato dalle comunità biologiche fotofile, mentre segni di abrasione si osservano lungo la base sommersa e lungo

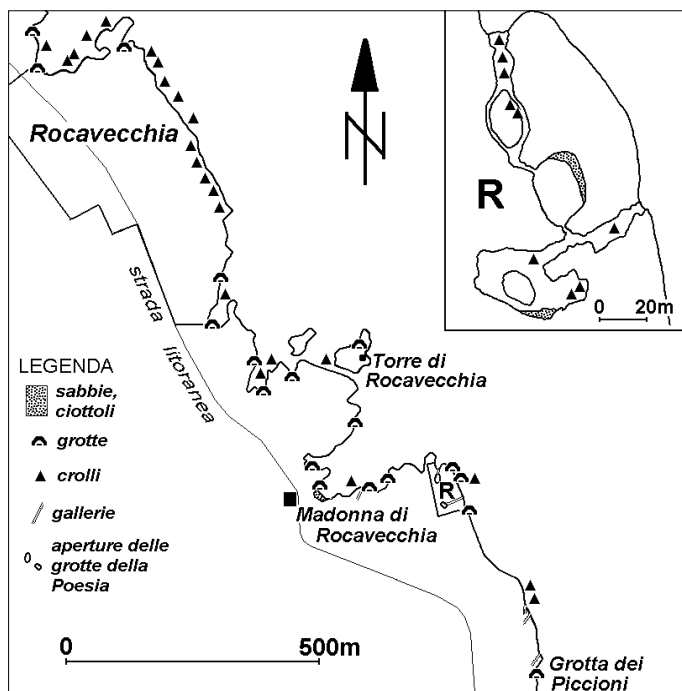


Fig. 2 - Carta geomorfologica della falesia e degli ipogei (in dettaglio nel riquadro R).

Ampie porzioni delle pareti rocciose delle Grotte della Poesia a ridosso del battente d'acqua sono colonizzate da vegetazione marina. Qui la vegetazione appare differente rispetto a quella alla base della falesia ed è in stretta dipendenza delle mutevoli condizioni di illuminazione e di salinità. Lungo le pareti delle grotte si osservano recenti crolli di blocchi. I crolli sono innescati dalla formazione di profondi solchi al livello del battente. In particolare, la parete della Poesia Piccola soggetta a tali fenomeni non è esposta al moto ondoso e, pertanto, la formazione del solco è imputabile a processi carsici (Fig. 2).

Alle azioni meccaniche delle onde si devono attribuire, invece, la costituzione di una spiaggia di ciottoli sul lato SW della stessa grotta e di una spiaggia sabbiosa sul lato NE dell'ipogeo con volta intatta.

Le altre grotte, presenti lungo la linea di costa (Fig. 2), hanno dimensioni di alcuni m, forma di ripari di interstrato e pronunciati canali di volta. Alla base si osserva la medesima "struttura alveolare" del solco di battente, mentre solo in alcune grotte ubicate nell'insenatura di Madonna di Roca Vecchia sono stati osservati segni di abrasione marina e ciottoli elaborati dal moto ondoso.

La "fascia sopratidale", soggetta all'aerosol generato dalle onde e dai venti ("zona degli spruzzi"), presenta struttura "cariata", differente da quella alveolare della fascia intertidale per forma e dimensione dei fori, sino ad un'altezza massima di circa 3 m dal livello del mare. Essa, soggetta a forti escursioni termiche, di salinità e ad un'intensa radiazione luminosa, costituisce l'habitat di una vegetazione "sopralitorale" costituita da alghe microscopiche che conferiscono alla roccia variazioni cromatiche brune, rosse e verdi; su di esse non sono state condotte indagini sistematiche, ma probabilmente trattasi di cianofite e diatomee.

alcuni tratti emersi delle pareti e delle volte.

Gli ipogei principali del sistema carsico hanno il fondo costituito da conoidi di detriti di crollo e sabbia, di cui non si individua la base di appoggio. L'apertura della volta della Poesia Piccola, meno ampia di quella della Poesia Grande, è colonizzata da vegetazione terrestre erbacea e arborea (*Ficus carica*). All'interno delle grotte le condizioni di luce, temperatura ed umidità variano in funzione dell'altezza sulla verticale e delle morfologie interne. L'irraggiamento diretto interessa quasi completamente la Poesia Grande, mentre solo una parte della Poesia Piccola.

Si segnala, inoltre, la presenza di cavità a perimetro subcircolare e profondità dell'ordine del metro, definite da PARENZAN (1983) "pozzetti di erosione", per alcune delle quali l'Autore riferisce del rinvenimento di sepolture. Infine, al di sotto del livello del mare si individuano una incisione orizzontale a 3 m di profondità e un ripiano più o meno ampio coperto di sabbia a circa 8 m. Il primo potrebbe costituire un antico solco di battente, mentre il secondo una antica piattaforma di abrasione.

CONSIDERAZIONI SUI PROCESSI MORFOLOGICI

L'erosione marina è causata da vari processi, alcuni dei quali, come l'abrasione per sfregamento di sabbie e ciottoli e la rimozione di frammenti già in parte isolati, legati al moto ondoso e altri del tutto indipendenti, come le azioni chimiche dissolutive di tipo carsico e il complesso dei fenomeni di origine biologica ("bioerosione"). Ad eccezione di circoscritte evidenze di abrasione, i processi legati al moto ondoso si esplicano a Roca con la rimozione di frammenti di substrato litico già isolati dalla dissoluzione chimica e dalla "bioerosione".

In merito alle Grotte della Poesia, occorre premettere che esse presentano analogie sia con le doline di crollo chiamate "spunnulate" (CARROZZO *et al.*, 2003) che con alcuni "sistemi di vore", quali quelli di Spedicaturo (BECCARISI *et al.*, 1999) e di Barbarano (BECCARISI *et al.*, 2003). L'origine di tali sistemi è riferibile a livelli carsici di base legati ad altrettante falde idriche sorrette da acque marine di intrusione continentale (controllo idrogeologico) o da strati impermeabili (controllo stratigrafico). La speleogenesi delle Grotte della Poesia può essere stata controllata sia dalle variazioni litologiche della serie stratigrafica che dalla posizione costiera dei livelli acquiferi. Il livello carsico attualmente attivo, individuato dall'efflusso della falda lungo la costa, è comunque più elevato sia della base di appoggio dei conoidi di detrito che del fondo delle gallerie.

I mescolamenti dell'acqua marina con quelle dolci di falda e meteoriche (queste ultime sotto forma di precipitazioni dirette negli ipogei aperti, di acque di infiltrazione e di stillicidio, vedi Fig. 3) producono acque salmastre molto aggressive sul carbonato di calcio (ipercarsismo per diffusione *sensu* CIGNA, 1983; FORTI, 1991). Altri processi ipercarsici hanno all'origine l'idrodinamismo costiero che causa, specie nelle fasce sopratidale e intertidale, variazioni di umidità e, di conseguenza, di salinità delle acque permeate dalle rocce. Nella fascia sopratidale la salinità è influenzata anche dalle precipitazioni e dall'evaporazione per riscaldamento solare.

L'idrodinamismo rappresenta, inoltre, uno dei principali fattori ambientali vincolanti le componenti biologiche, soprattutto per ciò che attiene all'umidità. In merito alla bioerosione, l'azione degli organismi viventi sul substrato roccioso si esplica, in generale, in maniera complessa e attraverso tre principali meccanismi: secrezioni di sostanze chimiche; disgregazioni fisiche e processi chimici causati dalla degradazione della materia organica. Alcuni di questi processi possono essere riferiti all'ipercarsismo biologico (FORTI, 1991). Un ruolo fondamentale nella demolizione delle coste rocciose carbonatiche è svolto da organismi epilittici e, specialmente endolittici, tra cui varie specie di cianofite (GOLUBIĆ e SCHNEIDER, 1972; FOLK *et al.*, 1973; GOLUBIĆ e LE CAMPION-ALSUMARD, 1973; SCHNEIDER, 1977). La presenza di tali organismi è il prerequisito per l'azione di animali "brucatori" e "raspatori" quali diversi molluschi, echinodermi ed alcune specie di pesci. Questi animali aggrediscono il substrato roccioso, in cerca del nutrimento, asportando particelle di roccia. Il dattero di mare (*Lithophaga lithophaga*), bivalve molto diffuso entro i primi 5 m al di sotto del livello del mare, rappresenta l'esempio più noto di organismo scavatore che utilizza secrezioni mucose solventi. Anche la decomposizione delle deiezioni e, più in generale, i prodotti della degrada-

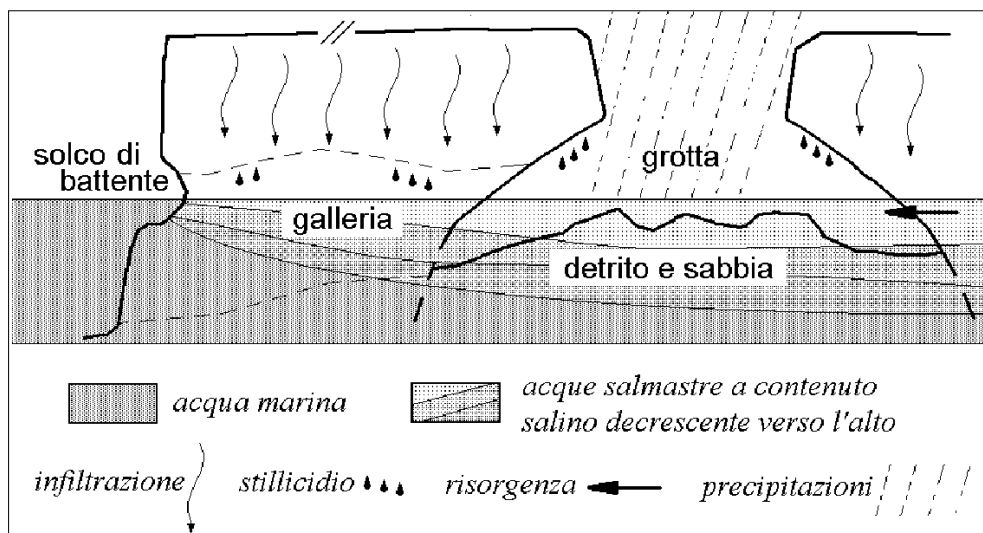


Fig. 3 - Schema dei processi di mescolamento delle acque dolci e marine.

zione di organismi, hanno un'azione carsogena. L'ossidazione totale o parziale della sostanza organica, infatti, produce anidride carbonica ed una vasta gamma di metaboliti intermedi che aumentano l'aggressività delle soluzioni acquose nei confronti del carbonato di calcio. In ogni caso, rispetto a tali azioni, il moto ondoso allontanando continuamente la materia organica in via di degradazione, ne riduce gli effetti demolitrici sulle rocce.

CONCLUSIONI

I fenomeni carsici rivestono un ruolo principale nell'evoluzione della falesia e degli ipogei di Roca Vecchia, soprattutto nelle fasce intertidale e sopratidale. In particolare, attività carsogeniche chimiche e biologiche determinano l'approfondimento del solco a livello del battente d'acqua, cui si deve attribuire i frequenti fenomeni di crollo di blocchi rocciosi. Le azioni erosive legate al moto ondoso producono effetti limitati e circoscritti.

L'incidenza delle due forme di carsismo varia dagli ipogei alla falesia. In particolare, la bioerosione assume un'importanza maggiore nell'origine ed evoluzione del solco di battente alla base della falesia, probabilmente sino a divenire il principale processo morfologico.

Infine, occorre rilevare che la recente realizzazione di barriere frangiflutti all'imbocco della galleria di Grotta della Poesia Piccola, ha sensibilmente ridotto il ricambio delle acque all'interno della cavità e determinato, di conseguenza, il repentino accumulo di detrito organico. Ciò potrà intensificare l'azione del carsismo biologico, magnificandone gli effetti speleogenetici, con effetti incontrollabili sulla stabilità delle pareti dell'ipogeo. Migliori risultati, anche di "impatto visivo", potevano essere ottenuti realizzando sistemi del tipo a "piastre sommerse", capaci di frangere ugualmente i fronti d'onda ma esenti degli indesiderati effetti di ristagno delle acque.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia Lino Simonelli, della FIAS di Lecce, per l'assistenza tecnica durante le immersioni, e gli speleologi Massimiliano Beccarisi e Francesco Tempesta per i loro contributi in fase esplorativa.

BIBLIOGRAFIA

- ALVINO L., 1966 – Geologia salentina. Lecce: 98 pp.
- BECCARISI L., CHIRIACÒ L., DELLE ROSE M., 1999 – Il sistema carsico Vore Spedicaturo. Itinerari speleologici, 8: 31-36.
- BECCARISI L., CACCIATORE G., CHIRIACÒ L., DELLE ROSE M., GIURI F., MARRAS V., QUARTA G., RESTA F., SOLOMBRINO P., 2003 – Le Vore di Barbarano: note descrittive e speleogenesi. *Thalassia Salentina*, in questo volume.
- BACK W., HARISHAW B. B., VAN DRIEL J. N., 1984 – Role of groundwater in shaping the eastern coastline of the Yucatan Peninsula, Mexico. In *Groundwater as geomorphic agent*, Londra, La Fleur ed.: 280-293.
- BOSSIO A., LANDINI V., MAZZEI R., SALVATORINI G., VAROLA A., 1985 – Studi sul Neogene e Quaternario della Penisola Salentina. I – La sequenza pliocenica di S. Andrea (Lecce) ed il suo contenuto in pesci, ostracodi, foraminiferi e nannofossili, *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, 92: 35-93.
- CALÒ G., GNONI R., STANI M., 1990 – Caratteri idrogeologici delle falde superficiali della Penisola Salentina e valutazione della vulnerabilità degli acquiferi. *Amministrazione provinciale di Lecce*: 31 pp.
- CARROZZO M.T., DELLE ROSE M., FEDERICO A., G. LEUCCI, MARRAS V., NEGRI S., NUZZO L., 2003 – Osservazioni geologiche e geofisiche sul carsismo della costa neretina, *Thalassia Salentina*, in questo volume.
- CIGNA A. A., 1983 – Sulla classificazione dei fenomeni carsici. *Le Grotte d'Italia*, 11: 497-505.
- DELLE ROSE M., 1992 – Il rischio geologico nel Salento: 1) generalità sulla zonazione delle coste ripide. *Il Leccio*, 7/8: 19-23.
- LUZIO D., MARGIOTTA C., RANIERI G., 1987 – Analisi comparata di misure geoelettriche e sismiche per l'individuazione di cavità nell'area archeologica di Roca (Lecce). *Quad. Ric. Cent. Studi Geot. Ing.*, 11: 355-372.
- FOLK R.L., ROBERTS H.H., MOORE C.H., 1973 – Black phytokarts from Hell, Cayman Islands, British West Indies. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 84: 2351-2360.
- FORTI P., 1985 – I risultati delle esplorazioni speleosubacquee condotte dall'U.S.B. in Puglia nell'anno 1973. *Atti del 1° Convegno Regionale di Speleologia, Castellana Grotte*: 87-98.
- FORTI P., 1991 – Processi carsici e speleogenesi. *Prima Parte. Speleologia*, 24: 42-46.
- FORTI P., 1993 – Meccanismi genetici ed evolutivi delle grotte marine. *Speleologia*, 28: 63-67.
- GOLUBIČ S., SCHNEIDER J., 1972 – Relationship between carbonate substrate and boring patterns of marine microorganism. *Geol. Soc. Am., Ann. Meet. Abstr. Progr.*, 4: 518.
- GOLUBIČ S., LE CAMPION-ALSUMARD T., 1973 – Boring behaviour of marine blue-green algae *Mastigocoleus testarum* Lagerheim and *Kyrtuthrix dacamatica* Ercegovic as a taxonomic character. *Schweiz Hydrol.*, 35: 157-161.
- GREGOR V. A., 1981 – Karst and caves in the Turks and Caicos istland. *Proc. IX Int. Spel. Cong.*, Bowling Green: 805-806.
- MARGIOTTA B., DELLE ROSE M., 1992 – Processi naturali ed attività antropica lungo la fascia costiera delimitata a nord dall'abitato di S. Foca e a sud da quello di Otranto in provincia di Lecce. *Dipartimento di Scienze dell'Antichità dell'Università di Lecce*: 51 pp.
- MASTRONUZZI G., PALMENTOLA G., SANSÒ P., 1994 – Le tracce di alcune variazioni del livello del mare olocenico tra torre dell'Orso e Otranto (Lecce). *Geografia fisica e dinamica quaternaria*, 17: 55-60.
- ONORATO R., DENITTO F., BELMONTE G., 1999 – Le grotte marine del Salento: classificazione, localizzazione e descrizione, *Thalassia salentina*, 23: 67-116.

- PAGLIARA C., 1987 – La Grotta di Poesia (Melendugno-Lecce). Note preliminari. Ann. Pisa, 17: 267-328.
- PARENZAN P., 1983 – Puglia marittima. Congedo ed., Galatina.
- SCHNEIDER J., 1977 – Carbonate construction and decomposition by epilithic and endolithic microorganisms in salt- and freshwater. in Flügel E., Fossil Algae, Springer-Verlag, Berlino: 248-260.
- SOLAZZI A., 1968 – Flora e vegetazione macroscopica bentonica della costa neretina (Lecce). Atti e relazioni Acc. Pugliese delle Scienze, n.s., Cl. Sc. Fis. Med. Nat., 26: 905-935.
- VAROLA A., 1965 – Nota preliminare su di un giacimento a Cancer Sismondai Meyer nella provincia di Lecce. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., 72: 295-298.

