

GROTTE CARSICHE E LINEE DI COSTA SOMMERSE TRA CAPO SANTA PANAGIA E OGNINA (SIRACUSA, SICILIA SUD-ORIENTALE)

Giovanni Scicchitano & Carmelo Monaco

Dipartimento di Scienze Geologiche, Università di Catania, Corso Italia, 55, 95129 Catania
Email: cmonaco@unict.it; gscicchiti@unict.it

RIASSUNTO: Scicchitano G. & Monaco C., *Grotte carsiche e linee di costa sommerse tra Capo Santa Panagia e Ognina (Siracusa, Sicilia sud-orientale)*. (IT ISSN 0394-3356, 2007).

La zona costiera della Sicilia sud-orientale compresa tra Capo S. Panagia e Ognina (Siracusa) è caratterizzata dalla presenza di numerose paleo-linee di costa sollevate, legate a stazionamenti del livello del mare durante il tardo Quaternario. Esse sono rappresentate da falesie e spianate d'abrasione scavate su una successione calcarea miocenico-pleistocenica e sono collegate spesso a forme di erosione di tipo carsico (grotte, canali, sifoni etc.) al cui interno sono stati ritrovati numerosi speleotemi (stalattiti, stalagmiti, concrezioni cipollari). Sotto il livello del mare si riscontrano gli stessi caratteri morfologici, in quanto i fondali sono caratterizzati da almeno due paleo-falesie marine, una tra -9±12 m e -20±22 m l'altra tra -20±25 m e -40±45 m, verso cui si aprono cavità sommerse, sifoni e canali, ospitanti a volte speleotemi continentali fossilizzati. Il presente lavoro consiste nel rilevamento dettagliato dei fondali marini antistanti la linea di costa tra Capo S. Panagia e Ognina, al fine di ricostruire l'andamento spaziale e la continuità degli elementi morfologici sommersi e di stabilirne la possibile genesi ed evoluzione temporale. Questi elementi morfologici possono essere interpretati come testimonianze di stazionamenti pleistocenici del livello del mare, ora sommersi a causa della veloce risalita olocenica del livello del mare.

ABSTRACT: Scicchitano G. & Monaco C., *Karstic caves and submerged paleo-shorelines in the coastal area between Capo Santa Panagia and Ognina (Siracusa, south-eastern Sicily)*. (IT ISSN 0394-3356, 2005).

The aim of this work is the detailed survey of the submerged area in front of the shoreline between Capo S. Panagia e Ognina (Siracusa), in order to reconstruct the lateral extension and the continuity of the submerged morphological elements and to define their genesis and temporal evolution. This coastal stretch is characterized by the occurrence of several raised palaeo-shorelines, related to Late Quaternary high-stands. They are represented by cliffs and abrasion platforms carved on a Miocene-Pleistocene carbonatic succession and are often linked to karstic levels (caves, channels, siphons, etc.). Several speleothems, such as stalagmites, stalactites, columns, cave pearls, have been found in the caves. The submerged area is characterized by the same morphological features. The sea-bottom is, in fact, characterized by at least two palaeo-cliffs of marine origin, the shallower one located at depths between -9±12 m and -20±22 m, the deeper one located at depths between -20±25 m and -40±45 m. The scarp located between -9±12 m and -20±22 m is well preserved and shows a continuity of about 20 km. The scarp located between -20±25 m and -40±45 m is more discontinuous and steeper. Several caves, channels and siphons, characterized by the occurrence of continental fossilized speleothems, have been found along these scarps, probably linked to palaeo-karstic levels. The detailed topographic survey of two caves has been carried out and a stalagmite has been sampled in order to determine its age and to reconstruct the relationships between sea-level rise and vertical tectonic motion of the area. The morphological analysis and the first dating results suggest that the two submerged palaeo-shorelines can be interpreted as the effect of Late Pleistocene sea level stands. At present they are submerged as a consequence of the sudden Holocene sea-level rise.

Parole chiave: carsismo, paleo-linee di costa, Olocene, Sicilia sud-orientale.

Keywords: karstism, palaeo-shorelines, Holocene, south-eastern Sicily.

1. INTRODUZIONE

L'area costiera di Siracusa in Sicilia sud-orientale (Fig. 1) è caratterizzata dalla presenza di vari ordini di terrazzi e spianate d'abrasione, che si sviluppano dalla linea di costa attuale sino a diversi chilometri da essa, nonché dalla presenza di varie scarpate morfologiche che, presentando indicatori di livello marino di vario genere (solchi di battente, piattaforme a vermetidi, fori di litodomi) sono state interpretate come paleo-linee di costa legate a stazionamenti del livello del mare durante il tardo Quaternario (CARBONE et al., 1982; DI GRANDE & RAIMONDO, 1982; BIANCA et al., 1999). Queste paleo-linee di costa sono ubicate al bordo interno di piattaforme d'abrasione marina ed essendo scavate su formazioni calcaree (formazioni di Monti Climiti e di Monte Carruba, A.A.V.V., 1986) sono collegate a livelli paleo-

carsici (RUGGIERI & AMORE, 2000; RUGGIERI & GRASSO, 2000). Le forme prevalenti lungo le paleo-linee di costa emerse dell'area considerata, come anche lungo le falesie costiere attuali, sono rappresentate da grotte, canali e sifoni al cui interno sono stati ritrovati numerosi speleotemi (stalattiti, stalagmiti, concrezioni cipollari).

Sotto il livello del mare si riscontrano gli stessi caratteri morfologici, in quanto i fondali sono caratterizzati da numerosi elementi morfologici, tra cui cavità sommerse, sifoni e canali, che possono essere interpretati come testimonianze di antichi stazionamenti del livello del mare ora sommerse a causa della veloce risalita olocenica. Questi elementi morfologici sono in genere allineati alla base di piccole scarpate sottomarine. I fondali antistanti le coste siracusane sono infatti caratterizzate da improvvise rotture di pendio, site a profondità diverse, con sviluppo laterale chilometrico

(Fig. 2). Lungo tali scarpate si aprono numerose grotte sommerse il cui ingresso coincide quasi sempre con la base delle scarpate e al cui interno spesso si ritrovano speleotemi di vario tipo (LEONARDI, 1994) che denunciano una speleogenesi carsica continentale delle grotte stesse.

Scopo del presente lavoro è presentare il rilevamento dettagliato dei fondali marini antistanti la costa tra Capo Santa Panagia e Ognina (Siracusa), al fine di ricostruire l'andamento spaziale e la continuità delle scarpate sommerse e di stabilirne la possibile genesi ed evoluzione temporale. A questo scopo sono state effettuate oltre 50 ore d'immersione lungo tutta l'area,

durante le quali è stato eseguito il rilevamento batimetrico e topografico degli elementi riscontrati tramite posizionamento con GPS e bussola a puntamento. In particolare, la base delle scarpate sottomarine è stata pedagnata sul fondo dagli operatori subacquei e segnalata in superficie da boe poi rilevate a mezzo di GPS interfacciato con eco-scandaglio. Inoltre è stato eseguito il rilievo topografico di dettaglio di due grotte che presentano al loro interno speleotemi continentali. Infine sono stati campionati alcuni speleotemi su cui sono in corso datazioni assolute con i metodi U/Th e radiocarbonio al fine di ricostruire le relazioni tra movimenti tettonici verticali e variazioni del livello del mare

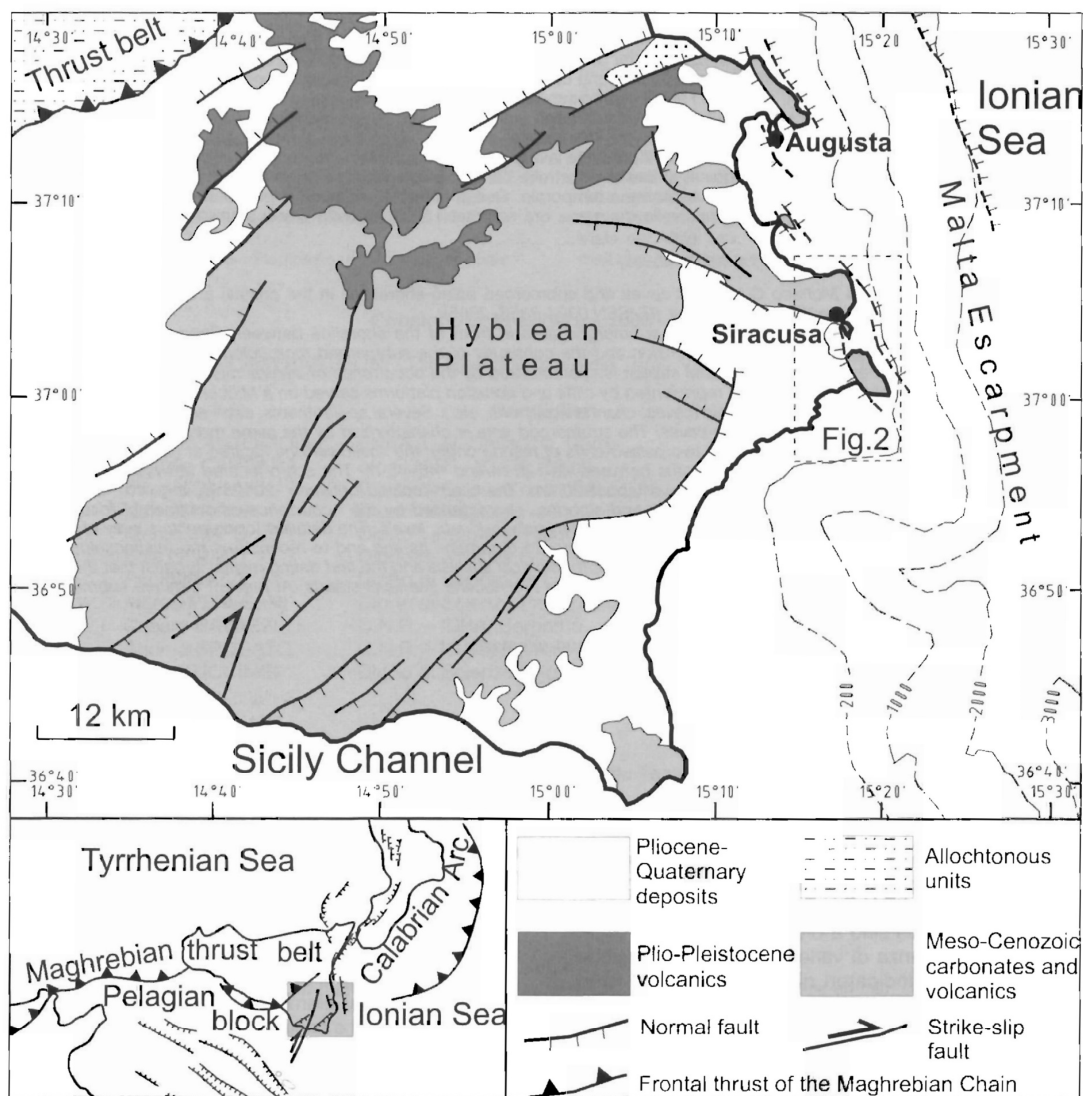


Fig. 1 - Schema tettonico della Sicilia sud-orientale. Il riquadro in basso a sinistra mostra l'area del Mediterraneo centrale con il sovrascorrimento frontale dell'orogene (linee con triangoli) e le principali faglie quaternarie (linee con tratti).

Tectonic sketch map of south-eastern Sicily. Inset shows the central Mediterranean area with the frontal thrust of the orogenic belt (lines with triangles) and main Quaternary faults (lines with bars).

(v. ALESSIO *et al.*, 1994; ANTONIOLI *et al.*, 1998) nell'area durante il tardo Quaternario (DUTTON *et al.*, in preparazione).

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-MORFOLOGICO

La costa siracusana è ubicata nelle propaggini orientali del Plateau Ibleo in Sicilia sud-orientale e fa parte quindi dell'area d'avampaese dell'orogene siculo-maghrebide (Fig.1). La successione litostratigrafia affiorante comprende terreni sedimentari ed eruttivi d'età compresa tra il Cretaceo e l'Attuale (A.A.V.V., 1986). La linea di costa è caratterizzata dalla presenza di due penisole rocciose, di Santa Panagia e della Maddalena (Fig. 2), costituite da sedimenti carbonatici organogeni di mare basso di età neogenico-quadernaria, separate da un'ampia baia (Porto Grande di Siracusa), in cui

affiorano depositi pelitici pleistocenici e fluvio-costieri olocenici, a sua volta chiusa a nord-est dall'isola di Ortigia. Gli elementi morfostrutturali più evidenti sono costituiti dall'horst di Belvedere-Santa Panagia, orientato in direzione Est-Ovest, dal graben pleistocenico di Floridaia e dall'horst della Penisola della Maddalena, orientato in direzione NNW-SSE (Fig. 1).

I dati morfologici e geologici, insieme con l'analisi di profili sismici eseguiti lungo l'offshore ionico (BIANCA *et al.*, 1999; MONACO & TORTORICI, 2000), suggeriscono che la deformazione più recente di questa zona sia rappresentata da un lento sollevamento legato all'attività di una faglia ubicata nell'offshore ionico, con orientazione NNW-SSE, che ha riattivato il sistema mesozoico della scarpata ibleo-maltese (Fig. 1). L'elemento morfologico principale dell'area in esame è rappresentato da una gradinata di ampie spianate d'erosione d'età pleistocenica, limitate verso monte da evidenti paleo-linee di

costa (CARBONE *et al.*, 1982; DI GRANDE & RAIMONDO, 1982; BIANCA, 1999; BIANCA *et al.*, 1999) che testimoniano i sollevamenti subiti dall'area a causa dell'attività della faglia ubicata offshore. Tassi di sollevamento medi di circa 0,6 mm/a sono stati stimati per l'area di Siracusa a partire da 400 ka (BIANCA *et al.*, 1999). Nonostante il lento sollevamento, l'area costiera è stata invasa dal mare durante la risalita del livello marino nel corso dell'Olocene (LAMBECK *et al.*, 2004) come testimoniato dalla presenza di numerosi resti archeologici oggi sommersi (SCICCHITANO *et al.*, in preparazione) e da un'analisi di facies su depositi transizionali eseguita poco a nord di Siracusa (MONACO *et al.*, 2004).

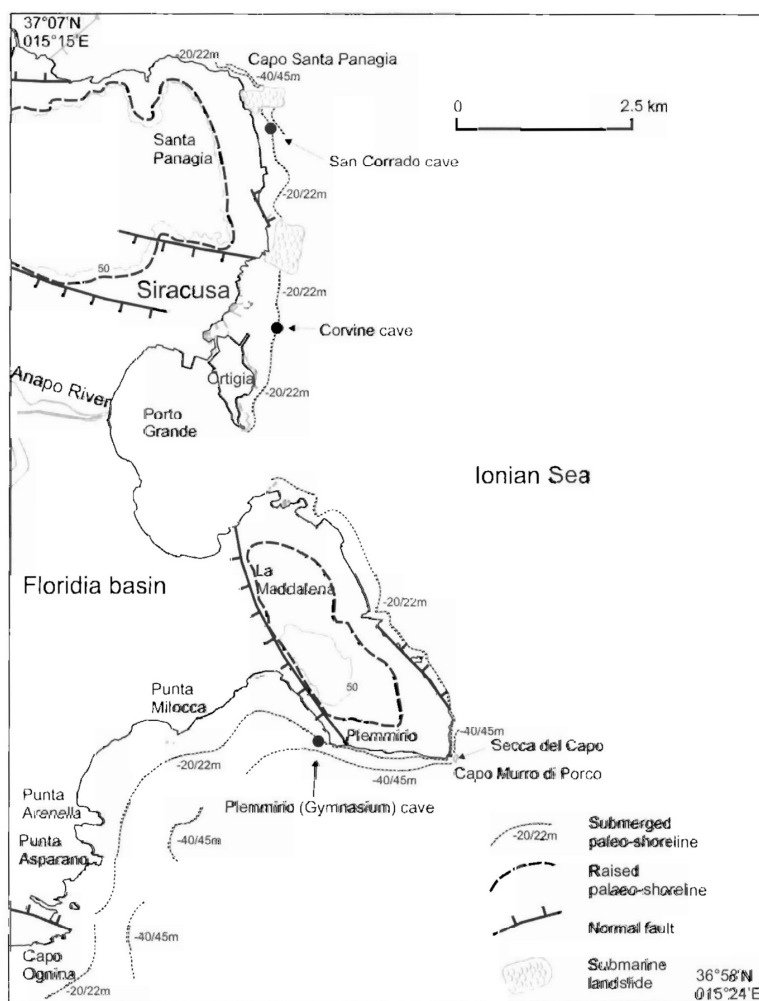


Fig. 2 - Carta morfo-strutturale dell'area costiera di Siracusa (ubicazione in Fig. 1).

Morpho-structural map of the Siracusa coastal area (location in Fig. 1).

3. MORFOLOGIA DELLE AREE SOMMERSE

I fondali antistanti la costa siracusana sono caratterizzati da almeno due paleo-falesie, una ubicata a profondità tra -9÷12 m e -20÷22 m l'altra tra -20÷25 m e -40÷45 m (Fig. 2), verso cui si aprono cavità sommerse, sifoni e canali, ospitanti a volte speleotemi continentali fossilizzati (Fig. 3a). La scarpata sommersa tra -9÷12 m e -20÷22 m rappresenta l'elemento morfologico più continuo e meglio conservato dei fondali esaminati. Essa si sviluppa con batimetria costante per circa 20 km, con la cresta della scarpata alla profondità media di circa -10 m e la base a circa -20 m

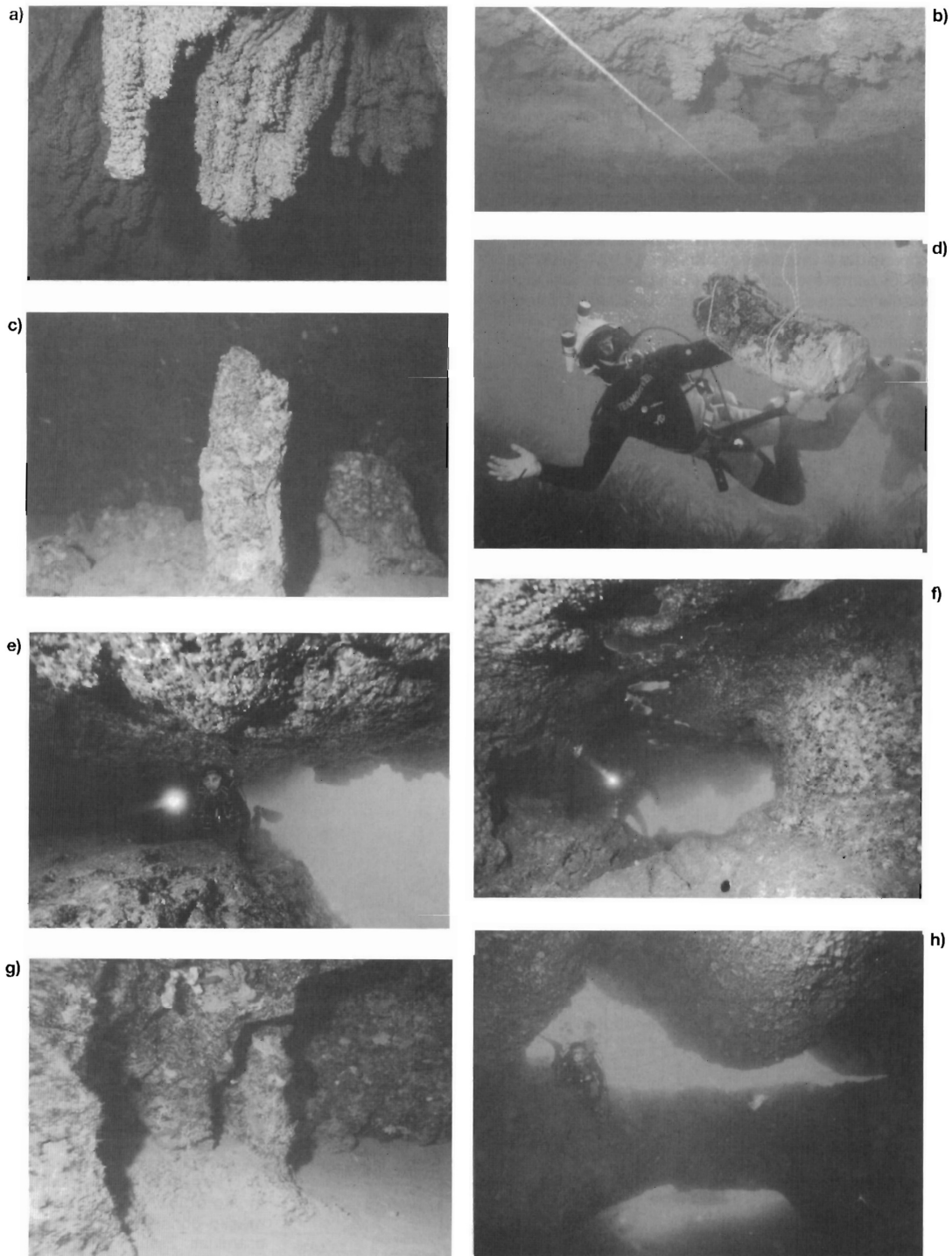


Fig. 3 - a) Speleotemi continentali con incrostazioni marine in una grotta sommersa a profondità di circa -20 m; b) stalattite sulla volta della grotta del Plemmirio; c) stalagmite di dimensioni metriche nella terza camera della grotta del Plemmirio; d) fase di recupero della stalagmite del Plemmirio; e) ingresso principale della grotta delle Corvine; f) ingresso secondario della grotta delle Corvine; g) colonne su una parete della grotta delle Corvine; h) ingresso principale della grotta di San Corrado.

a) Continental speleothems with marine incrustations in a submerged caves at -20 m depth; b) stalactite on the roof of the Plemmirio cave; c) 1 m high stalagmite in the third room of the the Plemmirio cave; d) sampling of the Plemmirio stalagmite; e) main entrance of the Corvine cave; f) secondary entrance of the Corvine cave; g) columns on a wall of the Corvine cave; h) main entrance of the San Corrado cave.

(Fig. 2). Lungo la scarpata sono state riscontrate una trentina di grotte e cavità, le quali presentano uno sviluppo quasi sempre cunicolare o raramente caratterizzato da ampie stanze comunicanti tramite stretti passaggi o sifoni verticali.

Da sud verso nord la scarpata è stata cartografata a partire dal punto di coordinate $36^{\circ}58'27,0''N - 15^{\circ}16'02,0''E$ antistante il promontorio di Capo Ognina. Qui la scarpata sommersa si mantiene ad una distanza dalla costa di 500 m, mentre verso nord, in corrispondenza di Punta Asparano, Punta Arenella e Punta Milocca (Fig. 2), si avvicina a 200÷300 m. In questo settore la scarpata presenta una morfologia a gradinata con pochi tratti verticali e non è stata riscontrata la presenza di grotte o cavità. Da Punta Milocca fino alla punta sud-occidentale della Penisola della Maddalena (Plemmirio) la scarpata sommersa, pur mantenendo le stesse caratteristiche, si avvicina alla linea di costa fino al punto di coordinate $37^{\circ}00'15,3''N - 015^{\circ}18'44,4''E$, corrispondente con l'ingresso della "Grotta del Plemmirio", conosciuta anche come "grotta del Gymnasium" (LEONARDI, 1994), ubicato a -22 m di profondità (Fig. 2). In corrispondenza della "Grotta del Plemmirio" la scarpata dista circa 80 m dalla costa e presenta un salto netto da -10,5 m a -22 m, con pareti verticali prive di asperità e senza accumuli di crollo alla base. Lungo il ciglio della parete a -12 m si osservano lunghi solchi longitudinali. Dalla cima della scarpata verso la costa i fondali si presentano rocciosi e alla profondità monotona di -9/10 m fin quasi a riva dove le falesie è bassa e poco acclive. Procedendo verso est, lungo la costa meridionale della Penisola della Maddalena, la scarpata si presenta continua e sub-verticale, a profondità costante e distante dalla linea di costa fino ad un massimo di circa 120 m. In prossimità del Capo Murro di Porco e per ulteriori 600 m circa verso nord (Fig. 2), si avvicina all'alta falesia attuale seguendola quasi parallelamente. Lungo la costa nord-orientale della Penisola Maddalena la scarpata prosegue ininterrotta mantenendosi a distanze superiori dalla costa. In prossimità dell'imboccatura del Porto Grande di Siracusa la scarpata scompare al di sotto dei sedimenti trasportati dal Fiume Anapo (Fig. 2) e i fondali portuali si presentano monotoni e poco acclivi anche se talora interrotti da piccoli gradini topografici di pochi metri d'altezza. La scarpata tra -9÷12 m e -20÷22 m riappare in prossimità dell'estrema punta meridionale dell'Isola di Ortigia (Fig. 2). Verso nord la scarpata sottomarina si allontana dalla costa fino al punto, distante più di 500 m, in cui è ubicata la "Grotta delle Corvine" (vedi sotto), per poi riavvicinarsi in prossimità di Capo Santa Panagia. In questo settore la continuità della scarpata viene interrotta da due ampi accumuli di detrito che ricoprono con grossi blocchi i fondali a profondità compresa tra -9 m e -25 m. In questo settore, nonostante i sedimenti detritici tendano a obliterare la scarpata, sono ancora riconoscibili esempi di morfologie carsiche relitte come sifoni verticali ed ampie cavità con all'interno speleotemi a volte di notevoli dimensioni (ad es. Grotta di San Corrado, vedi sotto).

Un'altra scarpata sommersa, che si estende a profondità tra -20÷25 m a -40÷45 m, è stata rilevata verso il mare aperto, soprattutto al largo di Capo Santa Panagia, di Capo Murro di Porco e tra Punta Milocca e Capo Ognina (Fig. 2). Questa seconda scarpata non è

continua ma intervallata per lunghi tratti da fondali poco acclivi. Essa presenta una morfologia sub-verticale e priva di asperità nelle aree di Capo Santa Panagia e Capo Murro di Porco e una morfologia a gradoni lungo la costa che corre tra Punta Milocca e Capo Ognina. Lungo le pareti di questa scarpata sono state riscontrate numerose cavità, canali, archi e sifoni. A sud-est di Capo Murro di Porco (Fig. 2), a circa 100 m di distanza dalla costa, si trova una piccola secca ("Secca del Capo") la cui sommità giace alla profondità di -13 m mentre la base tra -40 e -50 m. Le spettacolari pareti verticali, ricche di vita e spazzate da forti correnti, formano un'unica scarpata. Numerose sono le cavità di origine carsica che si trovano lungo le pareti sud-orientali della secca, principalmente a profondità comprese tra -15 m e -30 m, dove sono stati osservati alcuni speleotemi.

4. CAVITÀ CARSIICHE SOMMERSE

Lungo la scarpata sottomarina ubicata tra -9÷12 m e -20÷22 m sono state riscontrate numerose cavità di genesi carsica. La maggior parte di esse sono rappresentate da cunicoli poco profondi ubicati lungo faglie o fratture allargate da processi di corrosione paleocarsica o per opera del mare. Numerosi sono anche i sifoni verticali e i canyon sommersi, probabili paleo-incisioni fluviali invase dal mare durante la sua risalita olocenica. La grotta del Plemmirio, ubicata a -22 m a sud della Penisola della Maddalena (Fig. 2) e già rilevata da LEONARDI (1994), rappresenta l'esempio più conosciuto e importante del campo carsico sottomarino al largo della costa siracusana. Lunga 80 m, è composta da quattro ambienti a fondo pelitico, ricchi di speleotemi e collegati da stretti passaggi. La volta di passaggio tra il primo e il secondo ambiente è costellata di stalattiti decimetriche (Fig. 3b), mentre la volta del secondo ambiente presenta decine di stalattiti di dimensioni variabili da 0,5 m a 2,5 m. Il terzo ambiente presenta volte alte fino a 6 m e ospita due stalagmiti alte circa 1 m (Fig. 3c), ricoperte da incrostazioni di serpulidi. Una delle due stalattiti, ubicata a -20 m, è stata campionata per uno studio di dettaglio (Fig. 3d) ed è stata determinata l'età assoluta dei primi organismi incrostanti con il metodo del radiocarbonio (circa 8 ka; DUTTON *et al.*, in preparazione).

Al largo della costa della Penisola di Santa Panagia, lungo la scarpata tra -9÷12 m e -20÷22 m, sono state esplorate altre due grotte (Grotta delle Corvine e Grotta di San Corrado, Fig. 2), ritenute importanti sia per estensione che per la presenza di numerosi speleotemi continentali. Di queste cavità sottomarine è stato effettuato il rilievo topografico di dettaglio.

4.1 Grotta delle Corvine (coordinate $37^{\circ}04'14,5''N - 015^{\circ}18'08,8''E$)

La grotta delle Corvine si apre alla profondità di -20,5 m ad est di Ortigia (Fig. 2). Presenta due distinti ingressi (Fig. 4) il più ampio dei quali, largo circa 6 m (Fig. 3e), collega direttamente con un'ampia camera, mentre quello secondario presenta morfologia cunicolare (Fig. 3f). Il fondo, coperto da sedimenti pelitici sciolti, si trova a una profondità pressoché costante

tranne il settore finale del lungo corridoio (vedi sez. A – B in Fig. 4) dove affiora un pavimento roccioso che risale fino a -14 m. Lo spessore dei sedimenti (misurato con sondino d'acciaio) supera i 2 m nella prima camera ma si riduce notevolmente fino a poche decine di cm lungo il corridoio che porta all'ultima camera. L'idrodinamismo all'interno della grotta è molto basso o del tutto assente. Le porzioni prossimali alle aperture sono densamente popolate e le pareti incrostate da organismi di vario genere mentre gli ambienti più interni, più selettivi in quanto quasi sciafili, mantengono una bassa densità di popolamento. Nella seconda camera staziona un folto branco di corvine, da cui il nome della grotta. Diversi gruppi di speleotemi di dimensione molto variabile, costituiti prevalentemente da stalattiti e colonne (Fig. 3g), sono ubicati in tutte e tre le camere che compongono la grotta ad una profondità compresa tra -17 m e -14 m.

4.2 Grotta di S. Corrado (coordinate 37°06'02,7"N – 015°18'17,2"E)

La grotta di San Corrado (Fig. 5) è sita nei fondali prospicienti il capo di Santa Panagia, a nord di Siracusa, e più precisamente nell'area antistante la chiesa di San Corrado, da cui prende il nome. Anche questa cavità si apre sulla parete della scarpata tra -

9÷12 m e -20÷22 m sulla quale si affaccia a -20 m di profondità con quattro aperture distinte, due delle quali ampie (Fig. 3h) e le rimanenti a sviluppo cunicolare. Le volte sono ampie e riccamente incrostate, il fondo è ricoperto da una coltre detritica sciolta a granulometria arenitica nelle porzioni iniziali fino a pelitica in quelle più interne, dove raggiunge uno spessore di circa 2 m. Gli ambienti, anche i più interni, sono sufficientemente illuminati e ospitano insediamenti bentonici. L'idrodinamismo all'interno della grotta è spesso elevato per effetto delle molteplici entrate che si aprono nell'ampia prima camera. In più punti della cavità affiorano sorgenti di acqua dolce che ben si manifestano con aloclini marcati che si riscontrano già a partire da pochi metri dagli ingressi. Al suo interno la grotta mostra un ampio corredo di speleotemi costituito da stalattiti, stalagmiti, colonne e concrezioni cipollari, ubicati a profondità variabili da -17 m a -12 m.

5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Il rilievo topografico di dettaglio dei fondali prospicienti la costa siracusana ha rivelato la presenza di due scarpate sommerse, la più superficiale ubicata a profondità tra -9÷12 m e -20÷22 m, la più profonda tra -20÷25 m e -40÷45 m. L'andamento sub-parallelo alla linea di costa attuale, la batimetria costante, il collegamento con un paleo-livello carsico, nonché la continuità chilometrica della scarpata superiore provano che si tratti di paleo-linee di costa sommerse. La presenza di

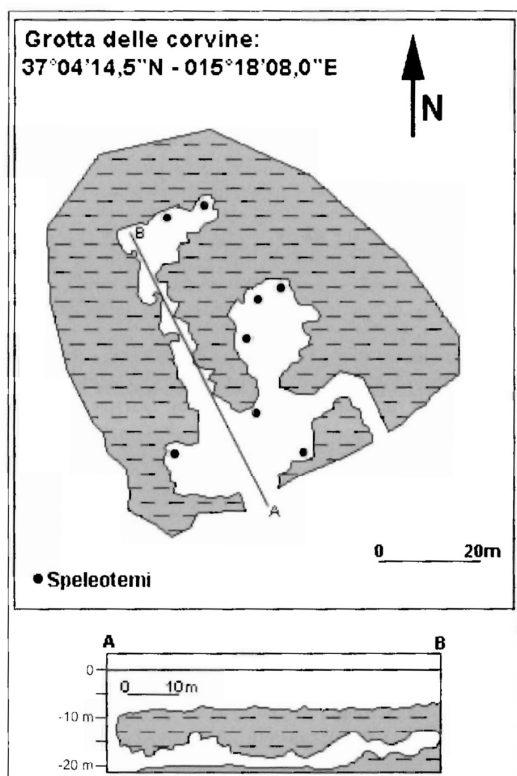


Fig. 4 - Rilievo planimetrico e sezione longitudinale della grotta delle Corvine.

Planimetric map and longitudinal section of the Corvine cave.

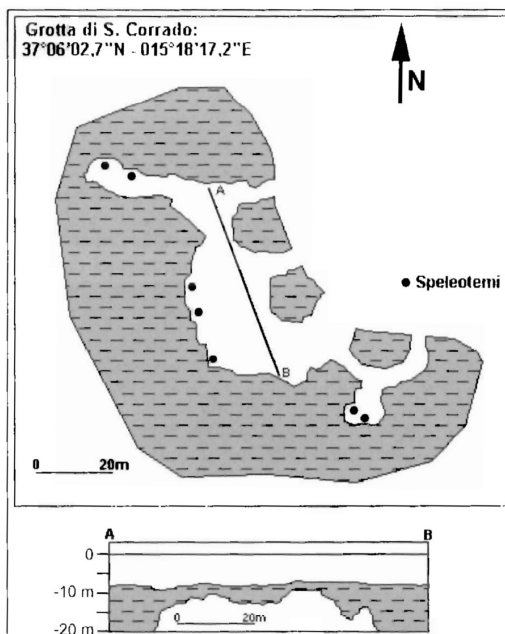


Fig. 5 - Rilievo planimetrico e sezione longitudinale della grotta di San Corrado.

Planimetric map and longitudinal section of the San Corrado cave.

grotte carsiche di chiara origine continentale lungo le due scarpate suggerisce infatti che esse abbiano rappresentato i livelli di base di sistemi paleo-carsici relativi a fasi di stazionamento del livello del mare. La profondità nominale delle due paleolinee di riva viene qui fissata con la base delle scarpate sottomarine, rispettivamente a -20 ± 25 m e -40 ± 45 m. Considerato il discreto sviluppo, è difficile che le paleo-linee di costa e i relativi sistemi carsici si siano sviluppati durante il breve lasso di tempo della risalita olocenica che è stata piuttosto rapida e non intervallata da stazionamenti del livello del mare (v. LAMBECK *et al.*, 2004). Le due paleo-linee di costa devono essere quindi più antiche e vengono qui riferite ad un generico Pleistocene. Alcune considerazioni ci permettono di assegnare queste paleo-linee a stazionamenti abbastanza recenti. La buona preservazione delle scarpate, in particolare di quella superiore, suggerisce che esse non abbiano subito l'effetto erosivo di ripetute oscillazioni eustatiche. Inoltre dato il modesto tasso di sollevamento tettonico dell'area (0,6 mm/a; BIANCA *et al.*, 1999), si può supporre che queste linee di costa possano essere riferite agli stazionamenti del MIS 3 e che siano state sollevate dalla profondità di circa 40÷60 m che contraddistingue i picchi dello stadio MIS 3 (WALBROECK *et al.*, 2002) alla loro attuale profondità nel corso degli ultimi 60÷40 ka.

La presenza di speleotemi all'interno di grotte sommerse ha dunque fornito la conferma che i sistemi paleo-carsici collegati con le due paleo-linee di costa si siano sviluppati in ambiente continentale durante il Pleistocene superiore per poi essere sommerse e fossilizzate per effetto della veloce risalita del mare olocenica (LAMBECK *et al.*, 2004). La datazione preliminare degli organismi incrostanti prelevati alla base di una stalagmite ubicata all'interno della grotta del Plemmirio a -20 m di profondità (DUTTON *et al.*, in preparazione) indica che l'ultima risalita del livello marino abbia iniziato a sommergere la scarpata superiore circa 8.000 anni fa.

Al fine di dettagliare con maggiore precisione le variazioni relative del livello del mare e ottenere dati più certi sulla genesi ed evoluzione della grotta e della relativa linea di costa durante il Quaternario sono state avviate, in collaborazione con la Research School of Earth Science di Canberra-Australia, analisi di datazione assoluta, con i metodi U/Th e radiocarbonio, su varie porzioni della suddetta stalagmite e di altri speleotemi campionati in grotte carsiche ubicate alla base delle due scarpate sottomarine. La datazione delle concrezioni marine e dei livelli continentali all'interno di speleotemi a livelli marini-continentali (ALESSIO *et al.*, 1994; ANTONIOLI *et al.*, 1998) rappresenta infatti un eccellente metodo per la ricostruzione delle variazioni del livello del mare oltre che per lo studio del paleoclima.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano i due anonimi referee per i commenti e i suggerimenti che hanno consentito di migliorare il lavoro. Si ringraziano inoltre Luciano Tinè e Fabio Esposito e tutti i ragazzi della scuola subacquea "Punto Sub" di Siracusa per la collaborazione alle operazioni subacquee.

BIBLIOGRAFIA

- A.A.-V.V. (1986) - Carta Geologica del settore nord-orientale ibleo (Sicilia S.E.). S.EL.CA., Firenze.
- ALESSIO M., ALLEGRI L., ANTONIOLI F., BELLUOMINI G., IMPROTA S., MANFRA L. & PREITE MARTINEZ M. (1994) - *La curva di risalita del Mare Tirreno negli ultimi 43 ka ricavata da datazioni su speleotemi sommersi e dati archeologici*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **52**, 261-276.
- ANTONIOLI F., BORSATO A., FRISIA S. & SILENZI S. (1998) - *L'uso degli speleotemi per ricostruzioni paleoclimatiche e variazioni del livello del mare*. Il Quaternario, **11** (1), 67-78.
- CARBONE S., DI GERONIMO I., GRASSO M., IOZZIA S. & LENTINI F. (1982) - *I terrazzi marini quaternari dell'area iblea (Sicilia sud-orientale)*. C.N.R. - P.F.G. (Sottoprogetto Neotettonica), Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, **506**, 1-35.
- DI GRANDE A. & RAIMONDO W. (1982) - *Linee di costa plio-pleistoceniche e schema litostratigrafico del Quaternario siracusano*, Geol. Romana, **21**, 279-309.
- BIANCA M. (1999) - *Terrazzi marini e sollevamenti tettonici nel settore orientale del Plateau Ibleo*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., **31** (355), 51-60.
- BIANCA M., MONACO C., TORTORICI L. & CERNOBORI L. (1999) - *Quaternary normal faulting in south-eastern Sicily: a seismic source for the 1693 large earthquake*. Geophys. J. Int. **139**, 370-394.
- LAMBECK K., ANTONIOLI F., PURCELL A. & SILENZI S. (2004) - *Sea level change along the Italian coast for the past 10,000 yrs*. Quat. Sc. Rev., **23**, 1567-1598.
- LEONARDI R. (1994) - *Contributo alla conoscenza delle grotte sommerse della Penisola della Maddalena (SR)*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., **27** (348), 599-620.
- MONACO C. & TORTORICI L. (2000) - *Active faulting in the Calabrian Arc and eastern Sicily*. J. of Geodynamics, **29**, 407-424.
- MONACO C., ANTONIOLI F., DE GUIDI G., LAMBECK K., TORTORICI L. & VERRUBI V. (2004) - *Tectonic uplift and sea-level change during the Holocene in the Catania Plain (eastern Sicily)*. Quaternaria Nova, **8**, 171-185.
- RUGGIERI R. & AMORE C. (2000) - *Elementi geostrutturali e paleomorfologici del sistema carsico Grotta Monello (Sicilia sud-orientale)*. In: Atti del I° seminario di studi sul carsismo negli Iblei e nell'area sud-mediterranea. Speleologia Iblea, **8**, 75-81.
- RUGGIERI R. & GRASSO M. (2000) - *Caratteristiche stratigrafiche e strutturali dell'altipiano ibleo ragusano e sue implicazioni sulla morfogenesi carsica*. In: Atti del I° seminario di studi sul carsismo negli Iblei e nell'area sud-mediterranea. Speleologia Iblea, **8**, 19-35.
- WALBROECK C., LABEYRIE L., MICHEL A., DUPLESSY J.C., MCMANUS J.F., LAMBECK K., BALBON E. & LABRACHERIE M. (2002) - *Sea-level and deep water temperature changes derived from benthic foraminifera isotopic records*. Quaternary Sc. Rev., **21**, 295-305.

Ms. ricevuto il 3 ottobre 2006

Testo definitivo ricevuto il 5 dicembre 2006

Ms. received: October 3, 2006

Final text received: December 5, 2006