

STEFANO FURLANI (*), FRANCO CUCCHI (*) & SARA BIOLCHI (*, **)

LATE HOLOCENE WIDENING OF KARST VOIDS BY MARINE PROCESSES IN PARTIALLY SUBMERGED COASTAL CAVES (NORTHEASTERN ADRIATIC SEA)

Abstract: FURLANI S., CUCCHI F. & BIOLCHI S., *Late Holocene widening of karst voids by marine processes in partially submerged coastal caves (Northeastern Adriatic Sea)*. (IT ISSN 0391-9838, 2012).

The coastal scenery of the Northeastern Adriatic sea is widely interested by caves and related coastal features, which are developed in correspondence of geological weaknesses of sea cliffs. We present the preliminary surveying of five partially submerged coastal caves cut in limestone cliffs, relating the dissolutionally widened vadose karst voids and the present-day forms. The analysis pointed out two well-defined morphological zones inside the caves. The boundary between the zones roughly coincides with the mean sea level. The submerged zone is mainly affected by abrasion processes on the bottom and the lateral walls, while the emerged zone is interested by karst processes and collapse of blocks from the roof. Their effects produce a bell-shaped cross-section, in which the submerged part of the caves is significantly larger than the emerged one.

Considering the tectonic behaviour of the area inferred from literature the caves were flooded about 6 ka BP, when marine processes started to shape their submerged part. Our results allowed, in particular, to evaluate processes shaping the partially submerged coastal caves in the Northeastern Adriatic Sea after the marine transgression. Considering the very preliminary surveyed data, we suggest that the early phases of cave evolution was mainly dissolutionally-controlled and produced the widening of pre-existing joints or faults, as demonstrated by the occurrence of karst features in the upper part of the caves. Recent evolution is instead marine-controlled and the widening is mainly due to the overlapping of marine processes effects on karst voids, since they are closely related to the Late Holocene sea level rise.

KEY WORDS: Coastal caves, Sea level change, Late Holocene, Gulf of Trieste, Istria, Italy, Croatia.

(*) *Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università degli Studi di Trieste - Italy.*

(**) *Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia - Italy.*

Corresponding author: S. Furlani <sfurlani@units.it>

Presented at FIST - VIII Forum Italiano di Scienze della Terra, Torino, 19-23 September 2011.

We are kindly grateful to B. Grillo, Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università di Trieste, and to S. Frenopoulos and B. Benvenuto for field and scuba surveying. Moreover, we acknowledge two unknown reviewers for the useful ideas and precious advices about coastal caves and their related morphologies. A significant improvement to the paper has been provided by L. Gomez-Pujol, SOCIB-Balears, to whom we are very thankful.

Riassunto: FURLANI S., CUCCHI F. & BIOLCHI S., *Ampliamento Tardo-Olocenico delle cavità carsiche ad opera dei processi marini in grotte costiere parzialmente sommerse (Adriatico nord-orientale)*. (IT ISSN 0391-9838, 2012).

Il paesaggio costiero dell'Adriatico nordorientale è interessato da un certo numero di grotte marine che si sviluppano in corrispondenza di superfici di discontinuità lungo le falesie costiere. Vengono qui presentati i rilievi preliminari di cinque grotte costiere parzialmente sommerse. L'analisi morfologica evidenzia la presenza di due zone morfologiche ben distinte all'interno delle grotte studiate; il confine tra le due zone corrisponde grossomodo con il livello medio del mare. La zona sommersa è condizionata da processi di abrasione sul fondo e sulle pareti laterali, mentre la zona emersa è interessata da processi carsici e dal collasso di blocchi dal tetto delle cavità. Questi processi danno luogo ad una sezione a campana, nella quale la parte sommersa della cavità è significativamente più larga di quella emersa.

Considerando il comportamento tettonico dell'area desunto dalla letteratura, queste grotte sarebbero state sommerse circa 6.000 anni fa, quando i processi marini hanno iniziato a modellare la parte sommersa. I nostri risultati hanno permesso di valutare i processi che hanno modellato le grotte parzialmente sommerse nell'Adriatico nordorientale dopo la trasgressione marina. Considerando questi dati preliminari, supponiamo che le prime fasi dell'evoluzione di queste grotte è stata controllata in larga parte da processi dissolutivi che hanno prodotto un allargamento di giunti o fratture pre-esistenti. L'evoluzione recente è invece controllata principalmente da processi marini successivi alla risalita del livello marino tardo Olocenico, che hanno allargato le precedenti cavità.

TERMINI CHIAVE: Grotte costiere, Variazione livello del mare, Tardo Olocene, Golfo di Trieste, Istria, Italia, Croazia.

INTRODUCTION

Coastal caves, also known as littoral, sea or marine caves, are grouped in two major types: sea caves and flooded caves (Antonioli & Forti, 2003). The first ones, which are sea caves *sensu stricto*, include those caves formed by marine processes (i.e. wave attack, abrasion or bioerosion). The second group incorporates those caves developed by means of different processes (karst, eolian, tectonic or volcanic caves) occurred previously to marine transgression flooding. They have been widened by wave action (Bunnell, 2004). Moreover, there is a third group, flank margin