

## LE FORME DEL PAESAGGIO RACCONTANO: LA CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA IN AMBIENTE CARSIKO

MARIO PARISE<sup>1</sup>, MARIANGELA PEPE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CNR, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, via Amendola 122-I, Bari; [m.parise@ba.irpi.cnr.it](mailto:m.parise@ba.irpi.cnr.it)

<sup>2</sup>Autorità di Bacino della Puglia, Valenzano (Bari); [mari.pepe81@gmail.com](mailto:mari.pepe81@gmail.com)

### Riassunto

Il paesaggio che osserviamo sulla superficie terrestre deriva da una serie di processi e fenomeni che ne hanno determinato la genesi e la successiva evoluzione, sino a creare le morfologie attualmente visibili. Negli ultimi secoli, con un ritmo via via crescente nei decenni a noi più vicini, l'uomo è divenuto egli stesso un agente modellatore del paesaggio, spesso modificandolo anche in maniera sostanziale. Cartografare le forme del paesaggio significa riportare su carte, a scala adeguata alle morfologie esistenti, gli elementi caratterizzanti il paesaggio stesso, e "descriverlo" mediante opportuni simboli anche ai non esperti. Si tratta di documenti di estrema importanza, che però talora risultano eccessivamente complessi, e poco si prestano a illustrare a non tecnici il paesaggio.

Alcuni esempi di cartografia geomorfologica in aree carsiche dell'Italia meridionale sono utilizzati in questo lavoro per discutere, da un lato, la maggiore o minore complessità delle carte geomorfologiche e, dall'altro, i loro potenziali utilizzi ai fini scientifici, didattici, divulgativi e di conoscenza del territorio.

Parole chiave: carsismo, geomorfologia, cartografia, simboli.

### Abstract

**THE FORMS OF THE LANDSCAPE TELL A STORY: GEOMORPHOLOGICAL MAPPING IN KARST** - *The landscapes that we observe on the Earth's surface derive from a number of processes and phenomena that caused their formation and the later evolution, until creating the morphologies nowadays visible. In the last centuries, with an increasing pace in the recent decades, man has become himself an agent modelling the landscape, and often modifies it, even substantially. Mapping the forms of the landscape means to represent on maps, at proper scales in function of the size of the morphologies, the elements that characterize the landscape itself, and "to describe" it by means of symbols to make it understandable also to non experts. Maps are therefore documents of great importance, that, however, sometimes are too complex, thus not reaching the goal to illustrate the landscape to non technicians.*

*Some examples of geomorphological mapping in karst areas of southern Italy are used in this work to discuss, on one hand, the complexity of geomorphological maps, and, on the other, their potential use for scientific, didactic, divulgative aims, and for increasing the knowledge of the territory.*

*Key words: karst, geomorphology, mapping, symbols.*

### Il paesaggio carsico

Il paesaggio carsico si differenzia dagli altri ambienti epigei della superficie terrestre per una serie di motivi, i principali dei quali sono costituiti dalla presenza di cavità naturali, dalla scarsità o assenza di acque superficiali, e dalla difficoltà nell'individuare, e quindi nel tracciare, i limiti dei bacini idrografici, a causa della non corrispondenza in ambiente carsico tra spartiacque superficiali e sotterranei (GUNN, 2007; PALMER, 2010; PARISE, 2014). Le peculiarità idrogeologiche che caratterizzano il carso si riflettono in superficie con la presenza di morfologie tipiche, spesso mascherate o di non immediato riconoscimento, ma che ad un'attenta analisi evidenziano i punti o le zone di potenziale (per quanto limitato) deflusso superficiale e di assorbimento. Mai come in ambiente carsico, la stretta connessione idraulica ed idrogeologica esistente tra suolo e sottosuolo può essere fortemente modificata a causa di interventi antropici che determinano cambiamenti nel paesaggio.

L'identificazione di forme del paesaggio carsico risulta abbastanza evidente in ambienti carsici di montagna, o in aree di carso tropicale, dove le morfologie sono talmente nette che risulta veramente difficile non apprezzarle. Discorso leggermente diverso si ha in ambienti carsici a topografia poco accentuata (ad es., in generale sulle evaporiti, o in zone sub-pianeggianti): in questo caso l'individuazione delle varie forme non è immediata, e la redazione di una cartografia morfologica specifica risulta quindi ancora di maggiore importanza.

In questo contributo si descrivono brevemente alcuni esempi di cartografia geomorfologica carsica in Puglia, cercando di evidenziare i principali elementi del paesaggio di interesse carsico-speleologico, ma anche geomorfologico-applicativo, in quanto potenziali siti interessati da flusso idrico e che potrebbero essere all'origine di eventi di piena e allagamenti a seguito di intensi eventi meteorici, o essere interessati da fenomeni di sprofondamento (PARISE, 2012; GUTIERREZ et al., 2014). Gli esempi riguardano due aree campione del territorio pugliese, la prima ubicata nelle Murge, e la seconda nel Salento.

## **Esempi di cartografia geomorfologica carsica**

### **Metodologia**

I caratteri salienti delle forme carsiche epigee presenti nelle aree di studio sono stati esaminati a partire dall'analisi in visione stereoscopica (utilizzando uno stereoscopio Wild APT2) di fotografie aeree multi-temporali (dagli anni '50 ai giorni nostri), integrata dall'analisi delle ortofoto disponibili, e tarata sul campo mediante rilievi diretti in situ. L'analisi dei fotogrammi più antichi, risalenti al 1954-55, ha consentito di analizzare le aree di studio prima delle intense fasi di urbanizzazione che hanno caratterizzato gli scorsi decenni; quindi, l'analisi delle foto recenti ha consentito di definire meglio le forme precedentemente individuate, oltre a verificarne l'attuale presenza o, eventualmente, la loro cancellazione dal paesaggio a causa di interventi antropici. Le legende utilizzate sono state redatte tenendo conto delle principali indicazioni in materia di geomorfologia carsica derivanti dalla più recente letteratura internazionale, al fine di evidenziare al meglio i principali caratteri del paesaggio carsico. Particolare attenzione è stata rivolta alle doline, distinte in base alla loro maggiore o minore evidenza morfologica, la quale è spesso conseguenza diretta dei processi che hanno condotto alla formazione della dolina stessa.

### **Caso di studio n. 1: Ruvo di Puglia (Alte Murge)**

I caratteri del carsismo nel settore dell'Alta Murgia sono stati esaminati da Sauro (1991), che effettuò un'analisi morfometrica sulle depressioni carsiche, evidenziandone alcune peculiarità, quali le modeste profondità e gli ampi diametri, le geometrie poligonali, e la disposizione a nido d'ape. Queste depressioni sono state interpretate (Sauro, 1991) come forme di carso a cockpit (carsismo poligonale), ereditate dal tardo Terziario, differenti dalle doline di crollo, meno frequenti in zona ed associate ad erosione accelerata dall'intrusione di acque salmastre, durante le fasi trasgressive del Pleistocene inferiore (Castiglioni & Sauro, 2000). Nella zona centrale dell'Alta Murgia, dove prevale il carso di tipo poligonale, il reticolo idrografico è caratterizzato da corsi d'acqua effimeri (lame, termine tipico del territorio pugliese, con cui si designano valli di origine carsica, caratterizzate da scarso dislivello con i versanti limitrofi, ai quali si raccordano gradualmente; per l'etimologia del termine si veda Parise et al., 2003), ampi e con fondo piatto, che alimentano i bacini endoreici (Parise, 2011). Nei settori marginali dell'altopiano, l'aumento delle pendenze conferisce alle lame i caratteri di corsi d'acqua incisi e meandriformi, come quelli che caratterizzano i puli di Ruvo, sul versante NE dell'Alta Murgia.

La rete carsica superficiale della zona dei puli di Ruvo è caratterizzata dalla compresenza di valli fluvio-carsiche e di doline (Fig. 1). Le prime si articolano in una fitta rete di solchi e lame, con vario andamento, che confluiscono in aste principali, tra le quali Lama Reale, Lama D'Ape, Lama Ferratella, il pulo di Modesti e quello della Cavallerizza. Queste aste principali, a tratti strette, incise e meandriformi, presentano andamenti prevalentemente SW-NE e S-N, alimentando il sistema di drenaggio superficiale dall'altopiano murgiano verso l'Adriatico. Un brusco cambio di direzione (E-W) caratterizza i settori più a monte, in località Modesti e Jazzo Rosso. Nonostante il regime di questa rete idrografica sia sostanzialmente effimero, non mancano i segni dell'azione erosiva dell'acqua incanalata in occasione degli eventi piovosi, che arriva talvolta ad incidere il substrato calcareo alla base dei depositi colluviali.

A questa rete idrografica principale, diretta verso la costa, si somma un sistema di drenaggio endoreico, caratterizzato da solchi poco profondi che non superano il 3° ordine gerarchico, e che alimentano bacini di poche centinaia di metri quadrati. Un esempio è dato dal bacino della Grave della Ferratella (Pu 444, la principale cavità carsica in area, purtroppo obliterata dagli anni '80 a causa di lavori antropici nel terreno).

Per quanto riguarda le doline, esse presentano forme molto irregolari, con diametri generalmente dell'ordine di poche centinaia di metri ed assi maggiori variamente orientati. Sebbene si tratti in prevalenza di doline da dissoluzione, non mancano casi di doline da crollo, come quella che accoglie la Grave della Cavallerizza.

La relazione tra doline e lame presenta però anche delle ambiguità: talvolta doline adiacenti sono messe in comunicazione da solchi; in altri casi si osservano doline su fondo lama, o "catturate" a monte delle lame, o separate da queste attraverso blande selle morfologiche. Questi elementi suggeriscono una sovrapposizione di diverse fasi carsiche nell'area, che merita ulteriori approfondimenti.

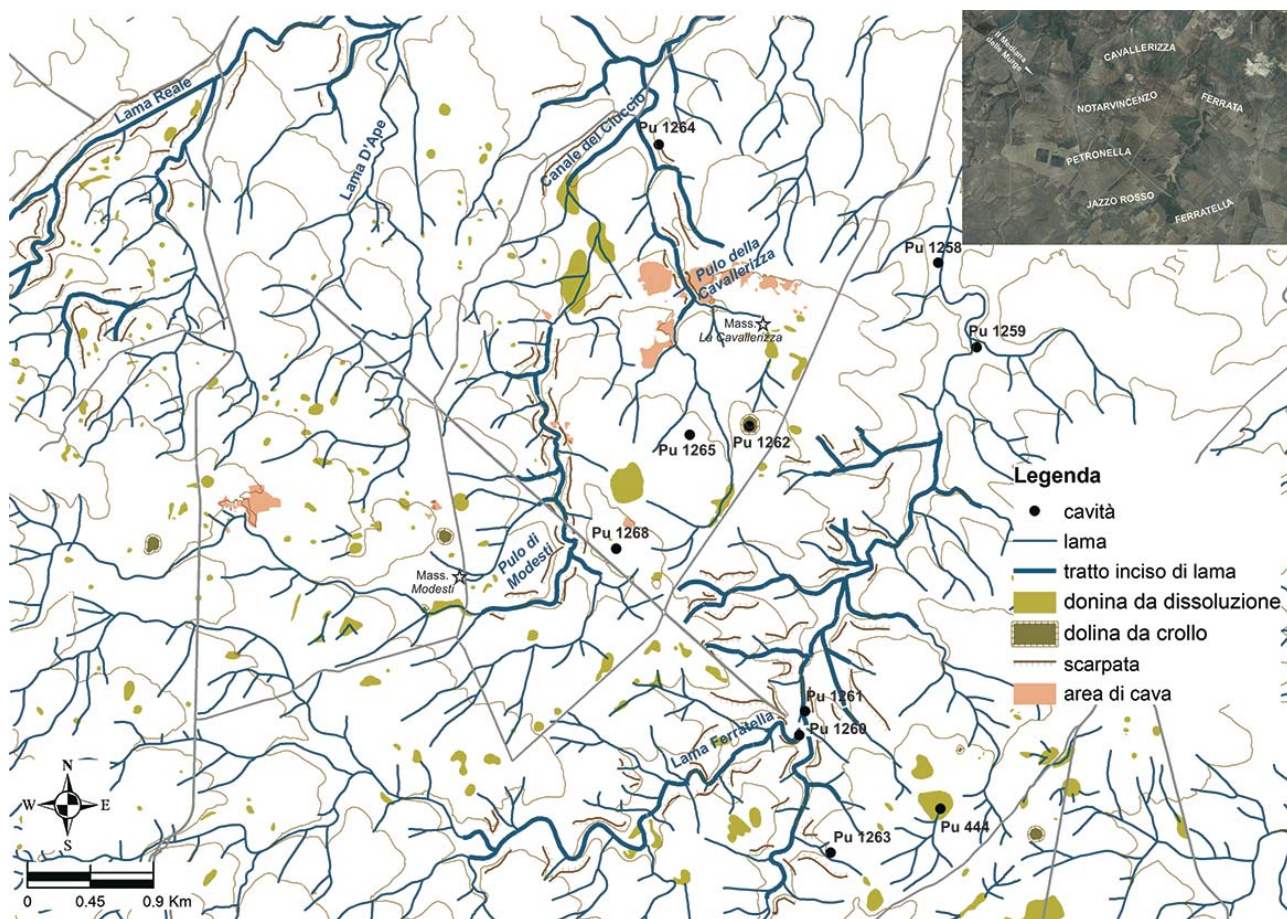


Figura 1. Carta idro-geomorfologica dell'area in esame, sita a sud di Ruvo di Puglia.

Figure 1. Hydro-geomorphological map of the study area, located S of Ruvo di Puglia.

### Caso di studio n. 2: S. Cesarea Terme (Salento)

La carta geomorfologica del territorio di S. Cesarea Terme (Fig. 2), territorio noto soprattutto per la presenza lungo costa di una serie di grotte sulfuree che alimentano le locali terme (CALÒ, TINELLI, 1995), mostra alcune significative forme del paesaggio carsico, eminentemente rappresentate da doline, anche di dimensioni ragguardevoli. La più estesa è certamente presente nella porzione settentrionale del territorio in esame, a N dell'abitato di Cerfignano. Come di frequente si osserva nelle aree carsiche del territorio pugliese (PARISE, 2008), si tratta di doline a loro volta posizionate all'interno di più ampie aree pianeggianti, delle quali costituiscono un ulteriore approfondimento, più o meno marcato dal punto di vista altimetrico. Nel caso specifico, la dolina occupa la porzione centrale di una vasta area pianeggiante all'interno della quale confluiscono una serie di lame, alcune delle quali chiaramente delimitate da scarpate. Si tratta complessivamente di una zona di richiamo idrico, le cui quote più basse risultano più basse di 4-5 metri rispetto alle aree circostanti.

Tra le altre doline riportate in carta, aventi netta evidenza morfologica, ne spiccano alcune, come ad esempio quella di località Macube, di forma ellittica, allungata in senso E-W, e con un dislivello rispetto alle aree limitrofe pari a 6-7 metri. In zone più prossime alla costa Adriatica, si segnalano anche le doline di località



Malepasso (posizionata subito a monte di una netta scarpata, prodotta da antichi fenomeni gravitativi ma certamente a controllo tettonico, con direzione NW-SE) e di località Sportelle, entrambe di forma più nettamente circolare.

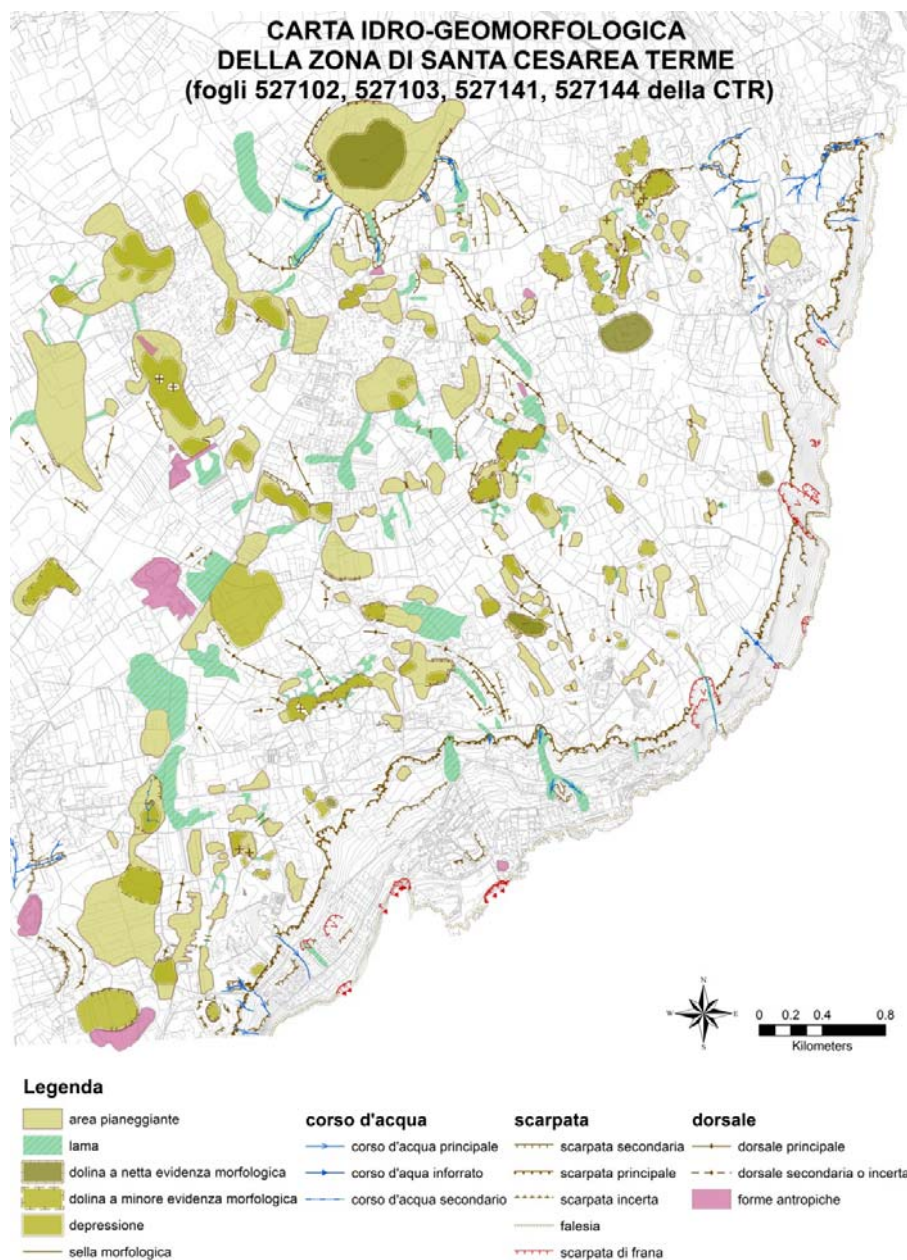


Figura 2. Carta idro-geomorfologica della zona di Santa Cesarea Terme (Puglia sud-orientale).

Figure 2. Hydro-geomorphological map of the area of Santa Cesarea Terme (south-eastern Apulia).

Sono comunque numerosi i settori in cui le doline, e più in generale le depressioni prodotte dal fenomeno carsico, risultano particolarmente frequenti. L'area a N della su citata località Macube, ad esempio, risulta particolarmente articolata dal punto di vista morfologico, con un susseguirsi di doline e aree depresse separate da blande dorsali o, più frequentemente, da piccole selle morfologiche. Situazioni analoghe, ma con ancora minore evidenza morfologica, si riscontrano anche in prossimità dei centri abitati, dove però la individuazione delle forme del paesaggio è notevolmente complicata dall'azione antropica e dall'urbanizzazione che, date le compressive basse pendenze, hanno avuto facile gioco nel cancellare in parte o del tutto le originarie forme del paesaggio. In tal senso, sintomatica la situazione del settore tra Cocumola e Cerfignano, dove le principali depressioni individuate risultano chiaramente interrotte dallo sviluppo delle aree urbane, e/o modificate a seconda della realizzazione di infrastrutture o assi stradali.

In prossimità della fascia costiera, l'elemento morfologico più evidente, riconoscibile con grande continuità seppure con evidenza morfologica variabile a seconda dei luoghi, è la scarpata principale che segue l'andamento

della linea di costa a distanze comprese tra i 200 e 500 metri. Tra questa e il mare, si individuano altre scarpate, di più ridotta estensione, sino a raggiungere l'attuale falesia, che in più punti appare interessata da crolli e distacchi di roccia. La continuità della scarpata principale è a luoghi interrotta da scarpate riconducibili, almeno in parte, ad antichi fenomeni gravitativi (in località Malepasso, già precedentemente citata, ma anche in località Mastefina, in prossimità di Santa Cesarea Terme), nonché dalla presenza di *lame* o di vie di scorrimento di corsi d'acqua temporanei, localmente anche inforrati. Tra questi ultimi, il sistema certamente di maggiore interesse è quello ubicato al margine NE dell'area di studio, a N del Villaggio Paradiso. Da non trascurare anche i corsi d'acqua di minore importanza, sempre a carattere temporaneo, che possono cioè attivarsi solo in occasione delle principali precipitazioni meteoriche.

Per quanto riguarda le *lame*, queste costituiscono un elemento di notevole importanza, anche ai fini del ruscellamento superficiale. Le *lame* divengono infatti la principale via di deflusso delle acque a seguito di intensi eventi di pioggia, e di frequente interruzioni di tali morfologie o cambi di uso del suolo in corrispondenza delle stesse sono all'origine di fenomeni di alluvionamento, con danni anche ingenti alle eventuali abitazioni e infrastrutture presenti nelle vicinanze. Infine, le forme antropiche cartografate sono costituite da cave (non tutte attive), la cui estensione è alquanto varia. Le più grandi sono quelle a S di Cocumola, e le altre presenti al limite meridionale dell'area di studio, a WSW di Porto Miggiano.

Nel complesso, la carta geomorfologica prodotta evidenzia i principali elementi del paesaggio epigeo legati all'azione del processo carsico, oltre a riportare forme derivanti anche da altri processi. Da notare come sia osservabile un indubbio controllo, almeno relativamente ad alcune forme cartografate, da parte della tettonica: ciò si riconosce, ad esempio, nella distribuzione delle *lame* e delle depressioni di forma allungata, che frequentemente si dispongono individuando alcune direzioni preferenziali di sviluppo, a presumibile controllo strutturale. Tra quelle più evidenti, si segnalano le direzioni NW-SE (certamente quella dominante nell'area), con subordinati allineamenti in senso NE-SW e N-S. La connessione diretta tra elementi tettonici e geologico-strutturali e forme del paesaggio carsico è stata, d'altra parte, più volte evidenziata per vari settori del Salento (FESTA et al., 2012; PEPE & PARISE, 2014).

## Conclusioni

Le forme del paesaggio carsico, per quanto poco accentuate e di non immediato riconoscimento, soprattutto in aree sub-pianeggianti o a scarsa energia di rilievo, forniscono importanti elementi di valutazione degli agenti morfogenetici che hanno agito, e ancora agiscono, sul territorio. La loro identificazione e cartografazione, anche in relazione allo sviluppo delle infrastrutture antropiche e delle interazioni con le attività umane, risulta pertanto di estrema rilevanza ai fini di una corretta gestione e pianificazione territoriale, la quale tenga debitamente in conto le possibilità di occorrenza di eventi di pericolo naturale (piene, sprofondamenti) connesse ad alcune tipologie di forme del paesaggio carsico.

## Bibliografia

- CALÒ G.C., TINELLI R., 1995. *Systematic hydrogeological study of a hypothermal spring (S. Cesarea Terme, Apulia), Italy*. Journal of Hydrology, vol. 165, p. 185-205.
- CASTIGLIONI B., SAURO U., 2000. *Large collapse dolines in Puglia (Southern Italy): the cases of "Dolina Pozzatina" in the Gargano plateau and of "Puli" in the Murge*. Acta Carsologica, vol. 29 (2), p. 83-93.
- FESTA, V., FIORE, A., PARISE, M., SINISCALCHI, A., 2012. *Sinkhole evolution in the Apulian karst of southern Italy: a case study, with some considerations on sinkhole hazards*. Journal of Cave and Karst Studies, vol. 74 (2), p. 137-147.
- GUNN J., 2007. *Contributory area definition for groundwater source protection and hazard mitigation in carbonate aquifers*. In: PARISE, M., GUNN, J. (Eds.), *Natural and Anthropogenic Hazards in Karst Areas: Recognition, Analysis, and Mitigation*. Geological Society, London, sp. publ. 279, pp. 97-109.
- GUTIERREZ F., PARISE M., DE WAELE J., JOURDE H., 2014. *A review on natural and human-induced geohazards and impacts in karst*. Earth Science Reviews, vol. 138, p. 61-88.
- PALMER A., 2010. *Understanding the hydrology of karst*. Geologia Croatica, vol. 63, p. 143-148.
- PARISE M., 2008. *Elementi di geomorfologia carsica della Puglia*. In: PARISE M., INGUSCIO S., MARANGELLA A. (Eds.), *Atti del 45° Corso CNSS-SSI di III livello di "Geomorfologia Carsica*. Grottaglie, 2-3 febbraio 2008, p. 93-118.
- PARISE M., 2011. *Surface and subsurface karst geomorphology in the Murge (Apulia, southern Italy)*. Acta Carsologica, vol. 40 (1), p. 79-93.

- PARISE M., 2012, *Il dissesto idrogeologico in ambiente carsico*. Geologia dell'Ambiente, n. 2, suppl., Atti Convegno Nazionale "Dissesto Idrogeologico. Il pericolo geoidrologico e la gestione del territorio in Italia", Roma, 10 giugno 2011, p. 242-246.
- PARISE M., 2014. *No limits, no boundaries: a view of karst as the typical transboundary environment*. In: KUKURIC N., STEVANOVIC Z., KRESIC N. (Eds.), Proceedings International Conference and Field Seminar "Karst without boundaries", 11-15 June 2014, Trebinje – Dubrovnik (Bosnia & Herzegovina – Croatia), p. 392-397.
- PARISE M., FEDERICO A., DELLE ROSE M., SAMMARCO M., 2003. *Karst terminology in Apulia (southern Italy)*. Acta Carsologica, vol. 32 (2), p. 65-82.
- PEPE M., PARISE M., 2014, *Structural control on development of karst landscape in the Salento Peninsula (Apulia, SE Italy)*. Acta Carsologica, vol. 43 (1), p. 101-114.
- SAURO U., 1991. *A polygonal karst in Alte Murge (Puglia, Southern Italy)*. Zeitschrift für Geomorphologie, vol. 35 (2), p. 207-223.