

VALUTAZIONI DEI RISCHI DI ALLAGAMENTO PER INCREMENTO DEGLI EVENTI METEORICI ESTREMI IN BACINI ENDOREICI DELLA PUGLIA CENTRO-MERIDIONALE

Marco Delle Rose

Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, CNR (m.dellerose@ba.irpi.cnr.it)

RIASSUNTO

La regimazione delle acque superficiali stagnanti o non corrvate da impluvi naturali e la funzione regolatrice dei deflussi operata da inghiottitoi carsici hanno costituito, per le genti apule, importanti aspetti per l'antropizzazione del paesaggio e per l'organizzazione degli insediamenti. La crescita dei parametri di pericolosità ambientale, vulnerabilità ed esposizione di strutture ed attività antropiche al rischio idrogeologico impone, anche alla luce dei cambiamenti climatici in atto, una rinnovata attenzione su queste problematiche. Infatti, aumenti dei tassi di erosione sono prevedibili in regioni che, come la Puglia, presentano aree con caratteri di aridità. Maggiori trasporti solidi potrebbero incrementare la tendenza all'ostruzione degli inghiottiti e, quindi, la pericolosità ambientale di allagamento dei bacini endoreici. In questo studio vengono esposte, con particolare riguardo ad aspetti di Protezione Civile, ricerche speleogenetiche e studi dei reticoli idrografici limitrofi o afferenti a: Grave del Pompiere (Grumo Appula), Inghiottitoio Calderoni (Mesagne), Vora del Parlatano (Nardò), Aviso Neviera (Sogliano) e Vore Spedicaturo (Surano).

1. INTRODUZIONE

Per le genti apule, la regimazione delle acque superficiali, e specie di quelle stagnanti o non corrvate da impluvi naturali, ha costituito, da tempi arcaici, uno dei principali aspetti dell'antropizzazione del territorio (Delle Rose, 2004). I sistemi fluvio-carsici sono stati percepiti dall'uomo come elementi paesaggistici fondamentali ma, al tempo stesso, insidiosi quando non distruttivi per gli equilibri tra ambiente e insediamenti. La loro funzione regolatrice dei deflussi idrici superficiali, drenati nel sottosuolo attraverso cavità carsiche, genericamente denominate inghiottitoi, ha avuto un ruolo nel determinare lo sviluppo dei sistemi di coltivazione sin dalla Preistoria e condizionare i lineamenti del paesaggio antropizzato (Aninic e Perica, 2003; Delle Rose *et al.*, 2004). Tuttavia, interventi eseguiti sul territorio dalla fine della millenaria Civiltà contadina, modificando tassi di infiltrazione delle acque nel sottosuolo, ridisegnando reti di canali e ridefinendo, talvolta, anche spartiacque idrologici, hanno esposto strutture ed attività a crescenti pericoli, oltre a minacciare qualità e salubrità delle risorse idriche sotterranee (Delle Rose *et al.*, 2007).

La progressiva crescita dei parametri della pericolosità ambientale di allagamento, della vulnerabilità e del valore di strutture ed attività antropiche esposte al rischio idrogeologico degli ultimi decenni (Carrozzo *et al.*, 2003) impone, ancor più alla luce dei cambiamenti climatici in atto, una rinnovata attenzione su queste problematiche. Infatti, nei prossimi anni, a causa del riscaldamento globale, sono pre-

visti incrementi di intensità e frequenza degli eventi estremi di tipo meteorico (IPCC, 2000, 2007), mentre l'erosione dei suoli, specie nelle regioni aride e semi-aride del Mediterraneo, appare destinata a manifestarsi in modo più discontinuo e con massimi in occasione di eventi estremi (Mulligan, 1998; Angeli *et al.*, 2007). Significativi aumenti dei tassi di erosione sono quindi prevedibili in regioni che, come la Puglia, presentano estese aree con rilevanti caratteri di aridità e tendenza alla desertificazione (European Environment Agency e Enea, 2001; Delle Rose *et al.*, 2003). Per i bacini endoreici della nostra regione (Palmentola, 1987) si possono ipotizzare, in particolare, crescenti pericoli di ostruzione degli inghiottiti carsici, benché già tuttora le evoluzioni nel tempo delle capacità assorbenti siano generalmente poco note, laddove non completamente ignorate. Nondimeno la tendenza all'interramento e all'occlusione degli inghiottitoi è considerata potenzialmente elevata ma non prevedibile, nonostante la rilevanza che la questione ha assunto anche in materia di Protezione Civile. Non a caso il "Piano Comunale di Protezione Civile della Provincia di Lecce" (2006) prescrive nell'ipotesi di allagamenti, ad esempio, per l'area urbana di Nardò emergenze che possono comportare "spargimento sul suolo o nella falda di sostanze inquinanti [... sino a] pericoli di annegamento per persone residenti in locali interrati e/o seminterrati". L'ultimo "scenario" richiama inevitabilmente quanto accaduto a Bari il 6 novembre 1926, con l'esondazione del Torrente Picone che provocò 19 morti e 50 feriti (Baldassarre



e Francescangeli, 1987). Tale pericolo, lontano oramai dalla nostra percezione, non dovrebbe essere tuttavia trascurato se si considerano le “nuove precarietà” che in misura crescente prendono consistenza nelle nostre aree urbane.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La Puglia centro-meridionale (fig. 1) è caratterizzata dalle successioni cretacee spesse migliaia di metri della Piattaforma Carbonatica Apula (Ricchetti *et al.*, 1988). Essa costituisce parte dell'avamposto dei sistemi orogenici convergenti appenninico ed ellenico-dinarico, differenziando progressivamente le risposte alle sollecitazioni geodinamiche della porzione corrispondente alle attuali Murge, rispetto al settore salentino (Funicello *et al.*, 1991). Il settore murgiano perdurò in emersione sino al Pliocene superiore, mentre il Salento fu interessato dall'Eocene al Miocene da varie trasgressioni che formarono depositi marini di ambienti neritico e litorale (Luperto Sinni, 1962; Bossio *et al.*, 1987; Bosellini *et al.*, 1999).

Dopo la Crisi di Salinità del tardo Messiniano, dal Pliocene Inferiore si formarono sul Salento depositi neritici e batiali riferibili a cinque unità litostatigrafiche, e ad altrettanti eventi a scala mediterranea (Delle Rose, 2006), l'ultima delle quali correlabile con le Calcareni di Gravina del Pliocene superiore - Pleistocene inferiore che ricoprono parzialmente le Murge. Tale formazione costituisce la base di un ciclo sedimentario omologo a quello della Fossa Bradanica, i cui termini intermedi sono riferibili alle Argille Subappennine (Ricchetti, 1967; Largaiolli *et al.*, 1969). Dal Pleistocene Inferiore la regione ha subito una progressiva emersione e il

modellamento di una serie di spianate e scarpate, interpretati come superfici marine terrazzate e falesie costiere del Pleistocene Medio e Superiore (Ricchetti, 1967; Ciaranfi *et al.*, 1988; Doglioni *et al.*, 1994).

In conseguenza degli eventi geodinamici sopra citati, le successioni carbonatiche mesozoiche, cenozoiche e quaternarie, sono state interessate da fenomeni carsici a più riprese e per lunghi periodi (Palmentola, 1987). Le Murge individuano un vasto altopiano carbonatico, con quota massima di 686 m, degradante verso est e delimitato sul versante occidentale da una scarpata tettonica. Il Salento si estende dalle pendici sud orientali delle Murge sino al Capo di Leuca, ed è formato da una area sub-pianneggiante (il cd. Tavoliere di Lecce) con elevazioni medie di 60-70 m s.l.m. e da una area articolata in dorsali in moderato rilievo con quote massime intorno a 190 m (le Serre Salentine) e settori relativamente più depressi.

Numerose cavità carsiche delle Murge e del Salento assolvono alla funzione di convogliare nel sottosuolo le acque superficiali e assumono, a seconda delle caratteristiche morfologiche e dei luoghi, nomi differenti quali: pulo, gurgo, vora, aviso, capuientu, etc., o più semplicemente voragine e inghiottitoio (Parise *et al.*, 2003). Contandosene a centinaia, esse costituiscono uno dei tipi di cavità più esplorati e conosciuti (Giuliani, 2000; Carrozzo *et al.*, 2003). La peculiare funzione idrologica di tali ipogei, e più in generale dei sistemi fluvio-carsici della Puglia, è da tempo nota; non a caso De Giorgi (1884) descrive “bacini chiusi, senza scolo, e spesso con sottosuolo impermeabile, questi sarebbero in brev'ora ricolmi e convertiti in laghi. Ciò non

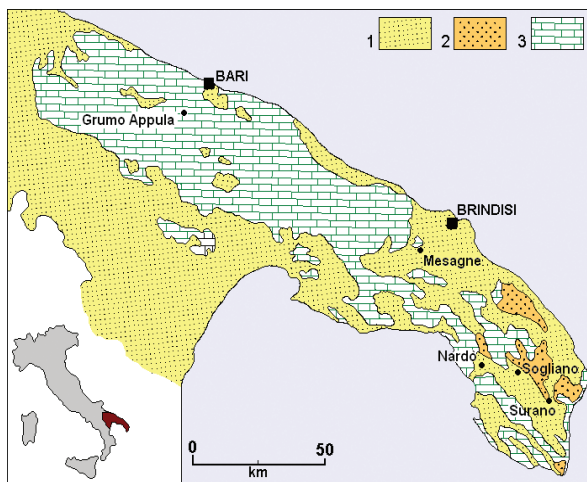


Figura 1 - Schema geologico. 1, Plio-Pleistocene; 2, Oligo-Miocene; 3, Cretaceo

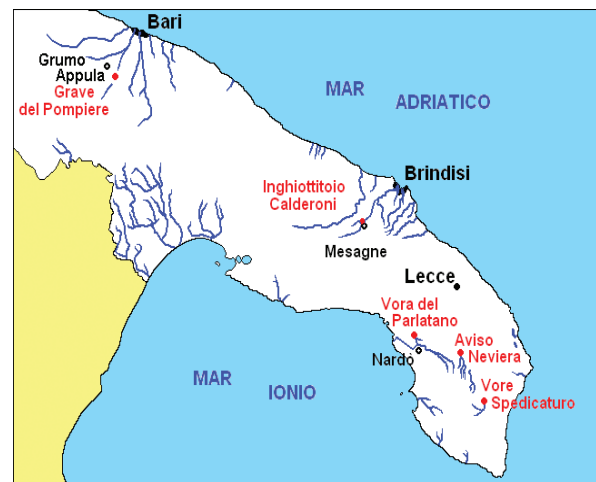


Figura 2 - Schema idrografico; sono indicati i sistemi e gli inghiottitoi considerati



avviene per alcune voragini naturali, le quali agiscono da pozzi assorbenti ed inghiottono le acque pluviali [...] Ciò soltanto spiega lo smaltimento di enormi volumi d'acqua in poche ore". Oltre alla immissione diretta delle acque nel sottosuolo attraverso le condotte carsiche, occorre anche considerare il contributo della infiltrazione diffusa per effetto delle permeabilità per porosità e fratturazione dei corpi rocciosi. I caratteri dell'idrografia superficiale della Puglia centro-meridionale (fig. 2) hanno ricevuto sufficiente attenzione laddove gli impluvi individuano solchi più o meno incisi o vere e proprie forre. Nel primo caso, essi vengono indicati con il nome di lame (specie nelle Murge) o semplicemente canali, mentre nel secondo, tipico di bacini endoreici, con quello di gravine.

L'altopiano delle Murge, in particolare, "mostra un certo numero di solchi erosivi (lame) spazieggianti e a interfluvi quasi piani [...] i solchi hanno origine presso il margine esterno della Murgia alta e attraversano l'intera serie delle scarpate e dei sottostanti ripiani, fino al mare; in alcuni di questi ultimi solchi ne confluiscono altri meno importanti, anch'essi ramificati [...] essi sono in genere asciutti. Solo in casi di copiose precipitazioni essi convogliano per brevi periodi notevoli quantità d'acqua (mene)" (Azzaroli e Valduga, 1967). I relativi bacini sono quindi, a scala regionale, di tipo esoreico, benché in ciascuno di essi non manchino forme carsiche con funzioni, anche solo potenziali, di inghiottitoio che, laddove attive, frammentano l'idrografia superficiale e drenano acque dilavanti e ruscellanti in profondità.

Le conoscenze dell'idrografia ipogea, progredite di pari passo con lo sviluppo delle esplorazioni e ricerche speleologiche nelle cavità carsiche a sviluppo verticale, ebbero un importante contributo con la scoperta del sistema delle Grotte di Castellana (Anelli, 1938), benché esplorazioni pionieristiche avevano già permesso di conoscere sommariamente alcune voragini salentine (De Lorentiis, 1933). In ogni caso, ancora agli inizi della seconda metà del XX secolo, "le esplorazioni erano state limitate alle cavità a sviluppo orizzontale o prevalentemente tale" (Parenzan, 1954). Grande impulso alla conoscenza dei fenomeni carsici murgiani e salentini fu dato dalla costituzione del Catasto Regionale delle Grotte (Orofino, 1965). Nel volgere di un decennio si ebbe quindi un primo archivio di dati sugli inghiottitoi carsici con, in particolare, l'inserimento nel Catasto di 24 cavità del Salento a prevalente sviluppo verticale. Nel Catasto Regionale delle Grotte sono a tut-

t'oggi archiviati dati su centinaia di voragini (Giuliani, 1999), ed il numero è in costante aumento grazie all'incessante attività dei gruppi speleologici della regione.

Il carsismo di superficie determina spesso i principali lineamenti naturali del paesaggio della Puglia centro-meridionale. Ad esempio, Mesagne è ubicata in un territorio caratterizzato da numerose voragini e il toponimo stesso significherebbe proprio "città posta in mezzo alle vore" (Leopardi, 1979). Infatti, fonti orali parlano dell'esistenza sino a qualche decennio fa di decine di voragini, 15 delle quali sono state recentemente individuate (Delle Rose e Marras, 2008).

Alcuni sistemi fluvio carsici pugliesi assumo ampie valenze territoriali, delineandosi attraverso vari territori comunali con differenti problematiche e sensibilità rispetto agli aspetti idrologici del territorio. E' questo il caso del sistema del Torrente Asso, il cui bacino imbrifero si estende nei territori di 10 comuni della provincia di Lecce per una superficie complessiva di oltre 165 kmq (Reina, 1972), che nonostante interventi del Gruppo Speleologico Neretino (GSN) per disostruire i condotti ipogei operati nel 1994 e 2000, è annualmente afflitto da allagamenti che interessano anche le aree urbane (Giaccari e Vitale, 2005; Delle Rose e Marras, 2008). Il sistema consta di un collettore a mare, realizzato nei primi anni '70 dal Consorzio di Bonifica dell'Arneo, e riceve acque reflue provenienti da impianti di depurazione urbani e industriali, con conseguenti contaminazioni patogene delle falde sottoposte (Masciopinto et al, 2004; Masciopinto, 2006; Delle Rose, 2007). Esso sfocia nella Vora (o Voragine) del Parlatano (detta anche delle Colucce), iscritta nel Catasto Regionale come Pu 197.

I frequenti fenomeni di sprofondamento del suolo che affliggono la Puglia centro-meridionale (Delle Rose *et al.*, 2004), spesso interessano proprio zone di immissione nel sottosuolo di acque superficiali. Ad esempio, il sistema delle voragini di Spedicaturo (De Giorgi, 1884), ubicato in una zona ad alta pericolosità di allagamento (Carrozzo *et al.*, 2003), tornò nell'interesse degli speleologi e degli studiosi di Scienze della Terra nel 1996, in occasione di uno sprofondamento e concomitante formazione di Vora Nuova (Pu 1558) in prossimità di un'arteria stradale provinciale che venne interdetta al traffico (Carrozzo *et al.*, 1996; Beccarisi *et al.*, 1999). Questo sistema carsico risulta uno dei più studiati del Salento e per esso sono state avanzate due differenti ipotesi speleogenetiche, una di tipo



ipogenico (Beccarisi *et al.*, 1999) e un'altra di tipo epigenico (Selleri *et al.*, 2003). Ma anche sulla origine ed evoluzione dei sistemi fluvio-carsici endoreici del Salento, si possono enucleare dalla letteratura due distinte "scuole di pensiero": una intende i reticoli idrografici poco gerarchizzati e residui di più ampi sistemi frammentati da catture operate dal formarsi di doline di crollo (Palmentola, 1987; Selleri *et al.*, 2003), mentre l'altra tende a inquadrare le connessioni tra corsi d'acqua e voragini come risultato di opere di bonifica (Barbanente *et al.*, 1999; Carozzo *et al.*, 2003).

3. CASI DI STUDIO

Vengono esposti i risultati di ricerche speleogenetiche e di studi sui reticoli idrografici limitrofi o afferenti a: Grave del Pompiere (Grumo Appula), Inghiottitoio Calderoni (Mesagne), Vora del Parlato (Nardò), Aviso Neviera (Sogliano) e Vore Spedicato (Surano), con particolare riguardo ad aspetti di Protezione Civile.

La Grave del Pompiere e l'idrografia del territorio di Grumo Appula

All'inizio di gennaio 2005, dopo alcuni giorni di pioggia, uno sprofondamento del suolo avvenuto in località Quote di Cristo (contrada San Felice, territorio di Grumo Appula) in prossimità della linea ferroviaria Taranto-Bari, richiese un intervento di Protezione Civile del Nucleo Speleo Alpino Fluviale del Corpo Nazionale VV.F. e dell'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica del CNR, onde verificare eventuali condizioni di pericolosità (Cacciatore *et al.*, 2005). Lo sprofondamento del suolo aveva determinato l'apertura di una voragine permettendo così l'accesso ad un sistema ipogeo di cui è stato eseguito il rilievo topografico (fig. 3). La voragine, impostata secondo una faglia orientata NO-SE presenta lembi di depositi ghiaiosi con matrice limosa che, precedentemente allo sprofondamento, occludevano completamente l'accesso, suggerendo quindi la riattivazione di un inghiottitoio. Il tratto verticale di origine tettonica si raccorda con un ambiente domiforme dal quale si sviluppano varie condotte, una delle quali, impostata secondo la suddetta struttura tettonica, è potenzialmente convogliante acque in direzione della linea ferroviaria. Altre diramazioni del sistema ipogeo si articolano verso l'alto, in guisa di camini carsici, e appaiono instabili e soggette a crolli; a tali forme ipogee corrispondevano in superficie altrettanti abbassamenti "puntuali" del suolo per dilavamento della coltre pedologica. Nel complesso le forme superficiali delineavano una discon-

tinua solcatura di alcune decine di metri. Non è stato possibile proseguire l'esplorazione del sistema carsico secondo tale direttrice, il cui prolungamento interseca la linea ferroviaria a qualche decina di metri di distanza, a causa dell'instabilità dei depositi di crollo accumulati alla base degli ipogei. Sul fondo della cavità principale sono state osservate "brecce ossifere", i cui caratteri sedimentologici indicavano "antichi" deflussi sotterranei.

La grotta è stata denominata Grave del Pompiere ed inserita nel Castasto Regionale con la sigla Pu 1638. Nei dintorni sono presenti alcuni inghiottitoi utilizzati, già da tempo, per lo smaltimento di acque stagnanti su appezzamenti di terreno, in parte riportati con il simbolo di dolina sul Foglio 189 - Altamura della CGI (Servizio Geologico d'Italia, 1966). Nel complesso, Grave del Pompiere e gli inghiottitoi sono interposti tra un insieme di piccoli solchi convergenti presenti nell'area a monte (Casatromba) e la Lama del Conte che scorre in quella a valle, quasi ad interrompere la continuità idrogeologica del sistema naturale degli impluvi. Occorre sottolineare

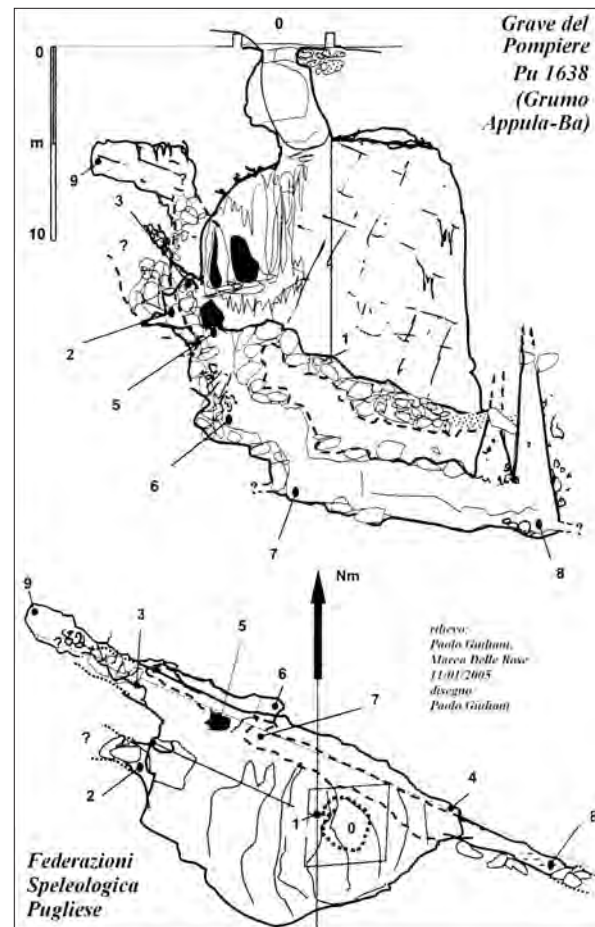


Figura 3 - Rilievo topografico della Grave del Pompiere (disegno Paolo Giuliani)



che Lama del Conte è un tributario della Lama Sinata, la quale sbocca a mare lungo la costa della città di Bari, dove convergono altri sistemi di un bacino esteso oltre 100 kmq che, in occasione dell'evento meteorologico del 22-23 ottobre 2005, ripropose drammaticamente ancora una volta le problematiche della protezione idrogeologica (Moretti, 2005).

Al termine dei sopralluoghi non vennero riscontrate evidenze di pericoli immediati. Tuttavia, il tipo di dissesto idrogeologico individuato dovrebbe imporre ai gestori della rete ferroviaria, in modo permanente e sistematico, un particolare livello di attenzione circa la stabilità del substrato.

La riattivazione di Grave del Pompiere non ha comportato processi di "cattura fluviale", anche in ragione dell'antropizzazione del paesaggio circostante; in ogni caso, in base a quanto constatato, Grave del Pompiere non è utilizzabile per lo smaltimento nel sottosuolo delle acque superficiali, ed anzi sarebbe da valutare l'ipotesi di un risistema-

zione della locale idrografia al fine di mitigare il rischio idrogeologico (fig. 4).

Le Vore Di Mesagne e il sistema di canali Capece-Galina

"Il problema degli allagamenti nell'abitato di Mesagne, per la sua frequenza e per l'elevata gravità dei danni verificatisi in taluni eventi, ha visto negli anni la realizzazione di varie opere per il miglioramento del drenaggio [quali otto pozzi assorbenti...tuttavia] si sono verificati ancora fenomeni gravi di allagamento nel dicembre 1995, nel febbraio e marzo 1996, nel novembre 1997, nell'agosto 1998 e dicembre 2002" (Città di Mesagne, 2006). L'abitato di Mesagne è lambito a ovest e a nord dai canali Capece e Galina. Il raccordo tra essi è in zona Calderoni, in corrispondenza di un inghiottitoio disostruito in parte ed esplorato dal GSN su invito dell'amministrazione comunale, a sua volta sollecitata dal Consorzio di Bonifica Arneo alla verifica della relativa funzionalità idraulica (fig. 4). La sezione del Canale Galina in uscita



Figura 4 - Accessi degli inghiottitoi e tratti terminali dei sistemi fluvio-carsici



dalla voragine è quella caratteristica di uno sfioro di “troppo pieno”, modellata da interventi di stabilizzazione delle sponde. D'altra parte è sufficiente confrontare diverse edizioni della cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare (rilievi topografici del 1903 e 1948) per dedurre che i tratti di canale a monte ed a valle dell'Inghiottoio Calderoni sono stati modificati nella prima metà del XX secolo proprio per intercettare la voragine in precedenza non intersecata dal reticolo idrografico. Altra importante opera di regimazione idraulica è stata operata più a valle con la costruzione, negli anni '70-80, di un collettore tra il Canale Galina e il Canale Cillarese che sfocia nel seno di ponente dell'insenatura costiera di Brindisi (fig. 2). Come appurato in base a fonti storiche e a evidenze botaniche, in precedenza il Galina terminava il suo corso in località Padula Maria, mentre poco più a nord era ubicato il Bosco di Casignano, una sughereta con stagni temporanei (habitat prioritario secondo le direttive europee).

La disostruzione dell'imboccatura dell'Inghiottoio Calderoni è stata eseguita a più riprese nel 2004, mentre la prima esplorazione nel giugno 2005, dopo che mezzi meccanici avevano ampliato e rettificato la forma dell'ingresso. La parte conosciuta della voragine consta di un cunicolo in leggera pendenza

seguito da due sale sovrapposte. Da almeno tre punti si dipartano altrettanti cunicoli il cui sviluppo percorribile è ancora da determinare, come osservabile nello schizzo speditivo eseguito dagli speleologi in fase esplorativa (fig. 5). La cavità si sviluppa nei calcari cretacei e, parzialmente, nelle calcareniti del Plio-Pleistocene.

Gli interventi dell'uomo hanno completamente alterato l'assetto originario dell'ingresso della voragine in questione, mentre nel territorio circostante l'abitato, al pari del caso precedente, sono stati osservati vari inghiottitoi utilizzati per lo smaltimento delle acque superficiali relative a piccoli appezzamenti di terreno. Considerando che alcune forme carsiche osservate (localmente chiamate vore) possono essere classificate, in base a quanto dedotto dai sopralluoghi effettuati, come doline di crollo, è probabile che anche l'Inghiottoio Calderoni sia stato originato dal cedimento della volta di una preesistente cavità ed abbia avuto quindi una origine ipogea. L'inghiottitoio è stato di recente interessato da opere di consolidamento delle sponde e di regimazione delle acque eseguite al fine di mitigare il rischio idrogeologico. Lo studio speleogenetico dovrebbe essere portato a termine entro il 2008, anno in cui si prevede anche l'inserimento dell'ipogeo nel Catasto Regionale.

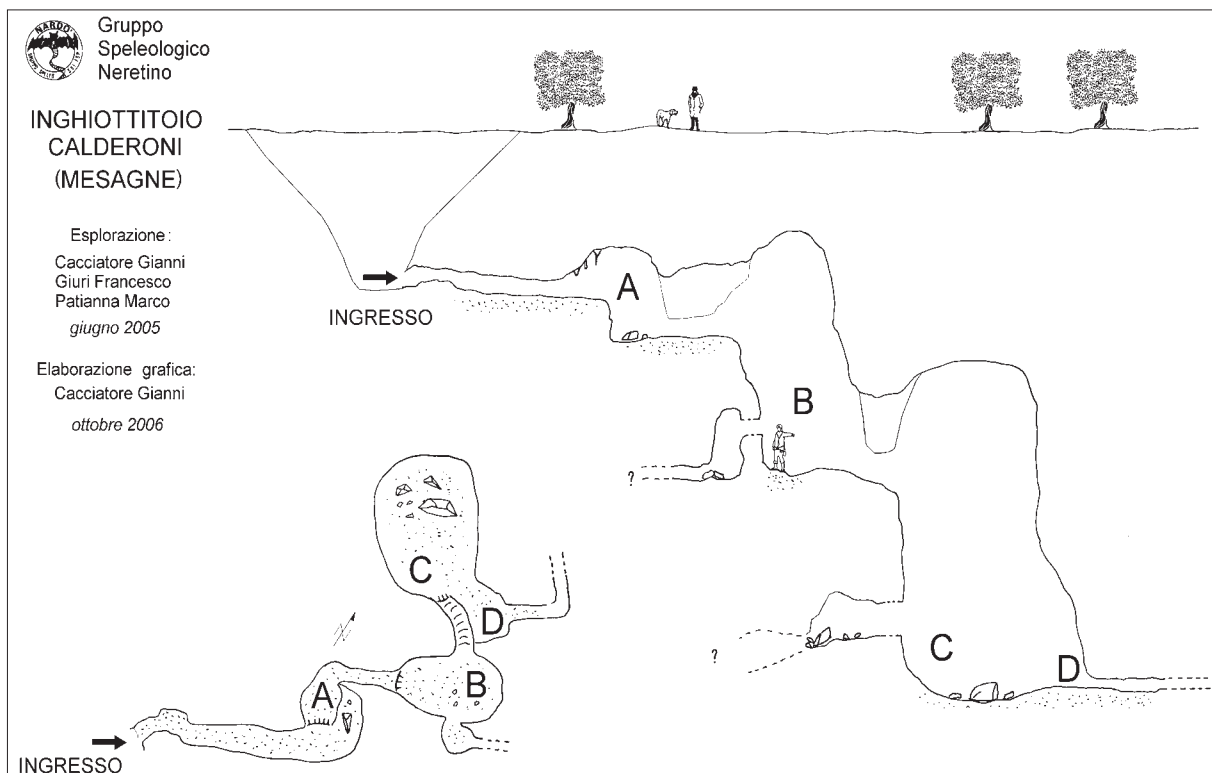


Figura 5 - Schizzo speditivo dell'Inghiottoio Calderoni (disegno Gianni Cacciatore)



Gli Inghiottoi e i bacini Asso, Piscopio e Fontanelle

Il vasto pianoro che si estende a nord est delle Serre Salentine è sede di vari bacini idrografici, il più esteso dei quali è quello del Torrente Asso. Per lo studio di quest'ultimo e del relativo recapito terminale, la Voragine del Parlatano (fig. 4), una delle priorità è stata l'acquisizione di dati cartografici e storici. E' così emerso che la parte terminale del sistema è integralmente il risultato di opere di bonifica e regimazione idraulica realizzate negli anni '30, prima delle quali le acque esondavano in contrada Nelo (fig. 6). Questo sistema venne adottato proprio in base alla conoscenza, oltre al Parlatano, di altre sei voragini, alle quali fanno capo le varie articolazioni del tratto fluviale finale. Nei carteggi consultati presso l'Archivio di Stato vi sono riferimenti alle condizioni malariche dei luoghi, ma anche "solleciti" ad eseguire lavori di bonifica onde "alleviare la disoccupazione". Tuttavia, campionamenti effettuati recentemente dal GSN hanno evidenziato nelle acque del reticolo dell'Asso una elevata carica batte-

rica, superiore ai limiti di legge specie per ciò che attiene *Escherichia coli*, nonché alti tenori di nitrati e presenza di nitriti e ammoniaca (Delle Rose e Marras, 2008).

In base ai rilievi geologici eseguiti, il reticolo dell'Asso si delinea su differenti substrati: depositi argillosi (riferibili alle Argille subappennine) a luoghi sormontati da calcareniti, sabbie e limi; calcareniti (omologhe a quelle di Gravina e comunemente denominate "tufi") e calcari cretacei. Nella voragine del Parlatano è stato individuato un passaggio stratigrafico tra le calcareniti e una sottostante unità calcareo-calcarenitico-marnosa (oligocenica o miocenica), che avviene in corrispondenza di un cambiamento della morfologia dell'ipogeo (fig. 7). Quattro sistemi di fratture ne hanno condizionato lo sviluppo, mentre una faglia orientata NO-SE individuata nell'ambiente ipogeo più profondo e morfologicamente instabile, appare agevolare l'immissione diretta in falda delle acque.

Il bacino dell'Asso ha pendenze molto basse, mentre il reticolo ha spiccata tendenza all'interra-

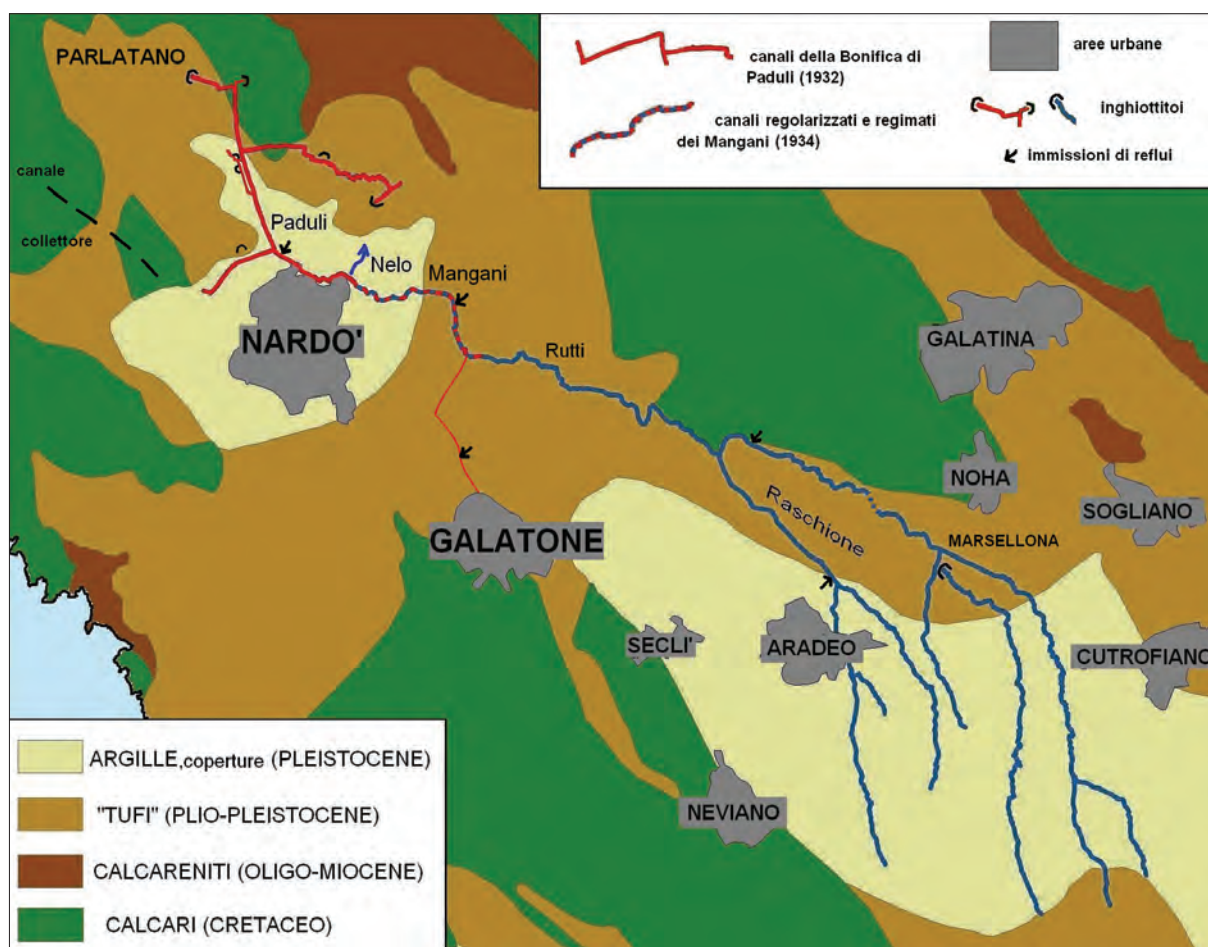


Figura 6 - Schema semplificato del reticolo dell'Asso



mento e allo smottamento delle sponde, contrastata con periodici interventi di manutenzione dei consorzi di bonifica. Anche gli inghiottitoi del sistema richiedono spesso interventi di asportazione dei sedimenti fini che si accumulano nelle condotte carsiche e limitano o annullano il convogliamento delle acque nel sottosuolo. Tra questi la Voragine Marsellona (fig. 6), drenante le acque del canale Sirgole (che altrimenti confluirebbe nel reticolo principale)

svolge un importante ruolo rispetto alla mitigazione della pericolosità di allagamento del territorio a valle. Il sistema presenta singolari eterogeneità, come ad esempio a nord est di Aradeo, dove è interrotto per almeno un centinaio di metri e intersecato dalla viabilità secondaria, senza che il territorio circostante presenti particolari problemi di allagamento. Ciò contrasta con gli schemi cartografici che raffigurano il sistema dell'Asso con una "linea con-

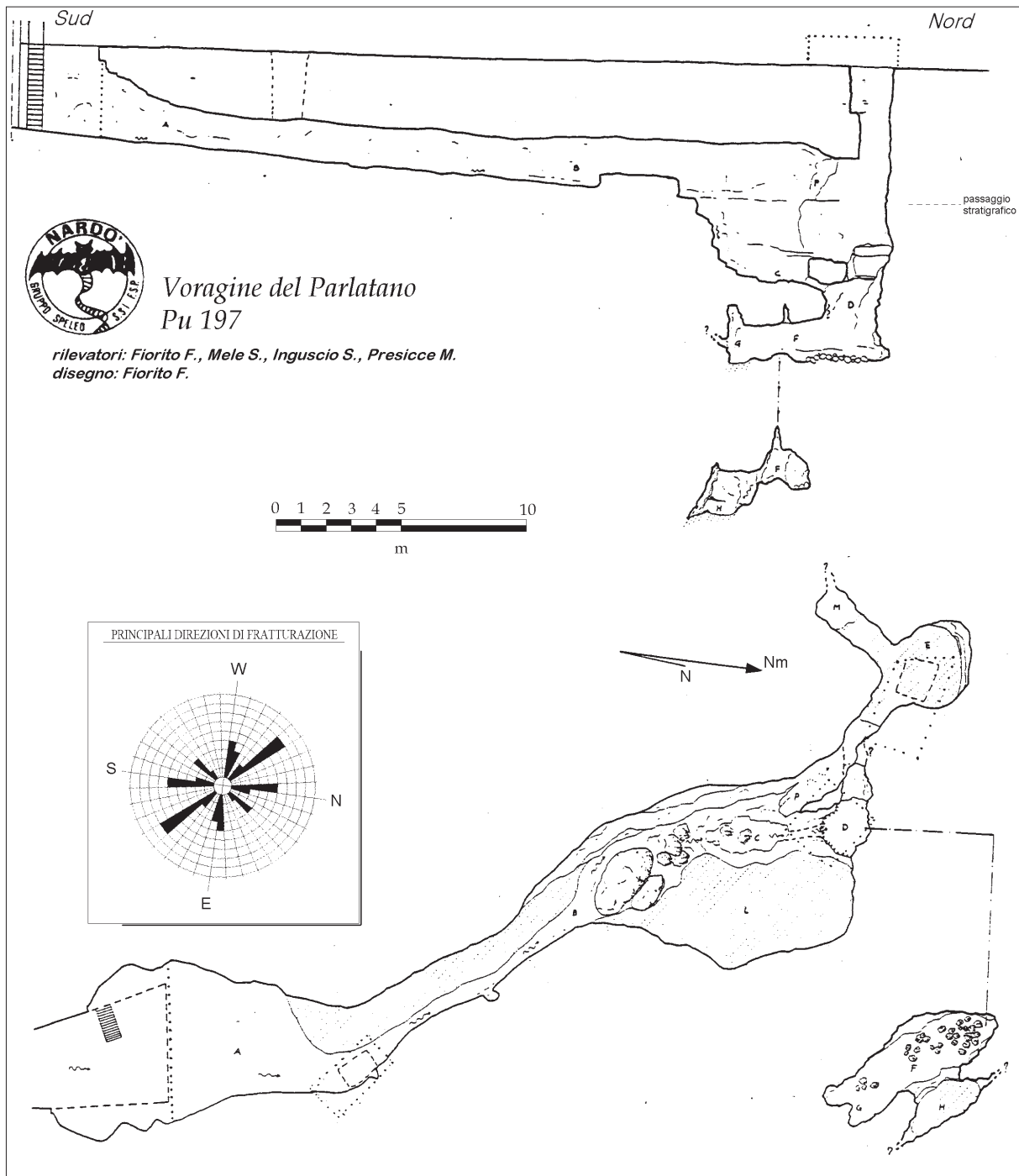


Figura 7 - Rilievo topografico della Voragine del Parlatano (disegno Fabio Fiorito)



tinua”, e suggerisce dispersione diffusa in alveo nel tratto a monte. Altra zona di discontinuità idrografica, individuata anche sulla base della cartografia storica, è quella denominata Rutti in agro di Galatone. Inoltre, il canale dell’Asso, a valle della confluenza col Mescianna, è “innaturalmente” rettilineo e appare una sorta di “fosso di guardia” a protezione dell’abitato di Noha. Rilievi di terreno e fotointerpretazioni suggeriscono andamenti del locale reti-

colo differenti dall’attuale e facenti capo ad altri inghiottitoi della zona.

L’incidenza storica degli interventi umani sull’assetto idrografico è d’altra parte supportata dalle trasformazioni operate su un ampio areale in antico occupato dal Bosco Belvedere, di cui oggi rimangono solo circoscritti relitti (Medagli *et al.*, 1990). Anche la delimitazione tra il bacino dell’Asso e quello del Canale Piscopio appare il risultato di

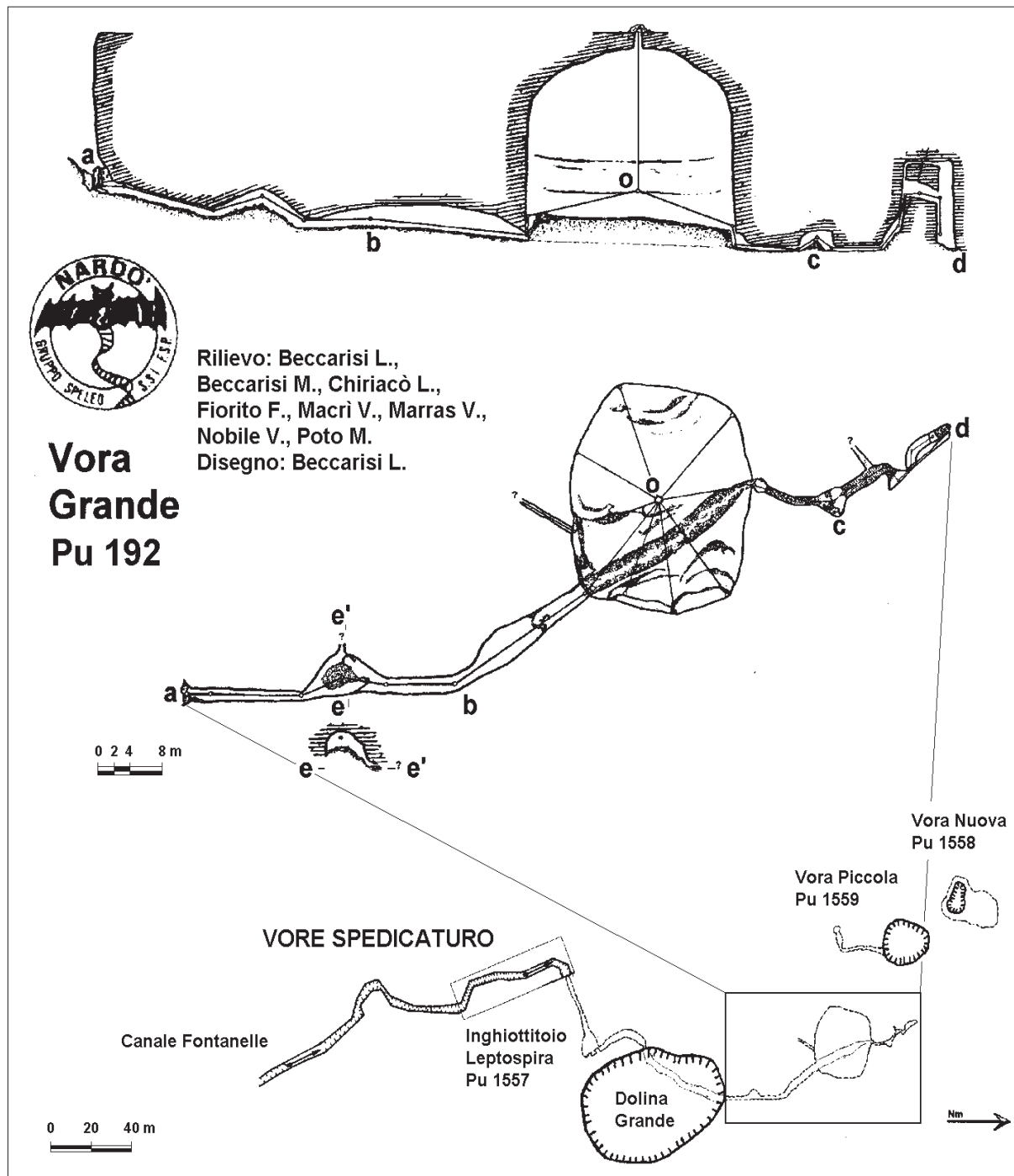


Figura 8 - Rilievo topografico di Vora Grande e schema del sistema Spedicaturo (disegno Leonardo Beccarisi).



interventi di regimazione delle acque piuttosto che il prodotto dell'evoluzione di sistemi naturali di impluvi.

Il Piscopio si immette nell'Aviso Neviera (Pu 196) attraverso un l'imbocco verticale scavato dall'uomo nelle calcareniti (Delle Rose *et al.*, 2001). L'analisi fotointerpretativa suggerisce inoltre che il Piscopio aveva in origine un percorso differente, immettendosi probabilmente in un inghiottitoio sito in contrada Bafari. Il pozzo del Neviera, profondo 15 metri, intercetta un'ampia caverna, costituente l'ambiente principale di un sistema ipogeo che risulta, come dall'esplorazione eseguita dagli speleologi del Gruppo Puglia Grotte nel 2001, intasato da rifiuti solidi che, oltre a minacciare la salubrità delle acque sotterranee, compromettono la capacità di assorbimento idraulico.

Stesso tipo di problematica interessa il sistema delle quattro Vore Spedicaturo (Beccarisi *et al.*, 1999). In una di esse, l'Inghiottitoio Leptospira (Pu 1557), si innesta l'uscita della vasca di decantazione dei fanghi (figg. 4, 8) del Canale Fontanelle, il cui bacino imbrifero è esteso circa 15 kmq. Diversamente, nella cartografia a scala 1:25.000 dell'IGM del 1948, il tratto terminale del Fontanelle aveva un andamento opposto, deviando in direzione OSO per circa 250 m e, disperdendo le acque al suolo. Il vecchio andamento è ancora ben individuabile sia da foto aeree che da osservazioni di terreno. Altri lunghi segmenti del Fontanelle mostrano regimazioni idrauliche operate nel corso del tempo. Uno degli ultimi interventi realizzati dal Consorzio di Bonifica Ugento-Li Foggia (inizio anni '80), interessò il ramo meridionale del sistema, all'epoca interamente "sovralluvionato", mentre il territorio circostante risultava allagato per gran parte dell'anno. L'intero sistema di canali tributari delle vore Spedicaturo, come deducibile da fonti conservate presso l'Archivio di Stato di Lecce, è il risultato di una vasta opera di regimazione delle acque superficiali delle paludi un tempo denominate Padula Torta e Padula Rotondo, realizzata alla metà del XIX secolo (v. anche Mainardi, 1989).

Le calcareniti grossolane, riferibili alle Calcareniti di Gravina, nelle quali si aprono gli ipogei di Spedicaturo, ospitano una falda idrica superficiale sostenuta alla base da calcari, calcareniti e marne. Il contatto tra le due unità identifica il livello carsico di base mentre dislocazioni tettoniche orientate NO-SE determinano l'andamento planimetrico degli ipogei. La genesi delle cavità appare legata a processi ipogenici, ed in particolare alla circolazione di una

falda superficiale descritta da Calò *et al.* (1990); la formazione delle voragini e i connessi eventi di sprofondamento del suolo, sono invece il risultato di processi gravitativi (Beccarisi *et al.*, 1999; Delle Rose *et al.*, 2004). Il drenaggio nel sottosuolo è dovuto quindi a opere di bonifica e regimazione idraulica delle acque del Fontanelle.

4. CONCLUSIONI

Benché l'evoluzione nel tempo delle capacità assorbenti delle voragini recettrici i deflussi corrivati abbia sempre costituito una sostanziale incognita nella regimazione idraulica dei bacini, la salvaguardia della pubblica incolumità e il valore dei beni attualmente esposti impongono adeguate strategie di ricerca e di gestione del territorio. La protezione idrogeologica dei sistemi fluvio-carsici pugliesi richiede innanzitutto la definizione della loro origine ed evoluzione che deve essere basata su osservazioni dirette e non su applicazioni di modelli già elaborati. Gli studi condotti nei bacini endoreici del Salento e delle Murge hanno evidenziato la singolarità di ciascun sistema fluvio-carsico e la necessità di approfondire ogni aspetto geologico dei medesimi, dalle caratteristiche stratigrafiche a quelle tettoniche, dagli aspetti geomorfologici a quelli idrogeologici, dalla esplorazione speleologica dei sistemi carsici ipogei alle misure di portata ma anche di permeabilità *in situ* e in laboratorio.

I casi trattati riguardano aree con diversi tipi di forme carsiche, per lo più doline di crollo, adattate a funzioni di inghiottitoi. In un caso, l'Aviso Neviera, il condotto di immissione è stato realizzato dall'uomo. In base agli esempi dei territori di Mesagne, Nardò, Sogliano e Surano, relativi rispettivamente ai sistemi idrografici Asso, Galina-Capece, Piscopio e Fontanelle, il convogliamento nel sottosuolo operato dalle voragini è il risultato di opere di drenaggio e bonifica all'uopo realizzate e non di fenomeni naturali di cattura fluviale o di processi epigenici. Tale sistema di regimazione idraulica non risulta sempre idoneo a garantire rischi accettabili ed anzi non deve essere in alcun modo applicato per la Grave del Pompiere di Grumo Appulo, benché le condizioni di pericolosità di allagamento del luogo e la prossimità con la linea ferroviaria Bari-Taranto, richiedano elevati livelli di attenzione e l'individuazione di soluzioni ottimali.

Le condotte carsiche che si dipartano dagli inghiottitoi studiati sono parte di sistemi speleologici ipogenici, che si sono quindi evoluti in assenza di collegamenti diretti con l'idrografia superficiale.



Da ciò ne deriva la loro tendenza ad intasarsi per effetto della deposizione nelle condotte di detriti (ma anche di rifiuti solidi) che alla luce degli effetti dei cambiamenti climatici in atto, ed in particolare dell'aumento di trasporto solido, appare destinata ad aumentare nel tempo, con ciò incrementando pericolosità di allagamento e rischi connessi specie per le aree urbane di Mesagne e Nardò.

Gli eventi meteorici estremi potranno anche determinare l'attivazione o la riattivazione di inghiottitoi, riproponendo così anche un altro aspetto della protezione idrogeologica e di Protezione Civile, cioè quello relativo ai rischi di sprofondamento del suolo, fenomeno che può manifestarsi repentinamente e minacciare attività e opere anche di una certa rilevanza, come nei casi di Vora Nuova del sistema di Spedicaturo e di Grave del Pompiere.

Preso atto della tendenza all'aumento delle pericolosità, è auspicabile quindi l'adozione di interventi atti a ridurre la vulnerabilità dei beni. Particolare attenzione dovrà essere posta alla protezione di strutture ed attività umane dei settori più esposti ai rischi idrogeologici, quali aree urbane, strade e linee ferroviarie ubicate a ridosso o nelle vicinanze dei sistemi fluvio-carsici.

RINGRAZIAMENTI

Gruppo Speleologico Neretino, Nucleo Speleo Alpino Fluviale del Corpo Nazionale VV.F., Archivio di Stato di Lecce, Consorzio di Bonifica Arneo, Consorzio di Bonifica Ugento-Li Foggi, Disteba dell'Università del Salento, Comune di Mesagne, Provincia di Lecce.

BIBLIOGRAFIA

ANELLI F. (1938) – *Un'importante scoperta speleologica nelle Murge*. Le Grotte d'Italia, 2, 141-142.

ANGELI L., BOTTAI L., COSTANTINI R., FERRARI R., INNOCENTI L., MARACCHI G. (2007) – *Stima della sensibilità all'erosione del suolo attraverso l'analisi di scenari climatici*. In: *Clima e cambiamenti climatici, le attività di ricerca del CNR*, 735-738.

ANICIC B., PERICA D. (2003) - *Structural features of cultural landscape in the karst area (landscape in transition)*, Acta Carsologica, 32, 173-188.

AZZAROLI A., VALDUGA A. (1967) – *Note illustrative della CGI, fogli 177 e 178 – Bari e Mola di Bari*. Serv. Geol. d'It., Roma, 25 pp.

BALDASSARRE G., FRANCESCANGELI R. (1987) – *Osservazioni e considerazioni sulla inondazione del 6 novembre 1926 in Bari e su un relativo deposito*. Mem. Soc. Geol. It., 37, 7-16.

BARBANENTE A., DELLE ROSE M., DE MARCO M., FEDERICO A., SIMEONE V. (1999) - *GIS e modelli quali-quantitativi per la valutazione dei rischi di allagamento nell'area salentina*. Atti 3° Congresso nazionale ASITA "Informazioni territoriali e rischi ambientali", Napoli, novembre 1999, 233-238.

BECCARISI L., CHIRIACÒ L., DELLE ROSE M. (1999) – *Il sistema carsico Vore Spedicaturo*. Itinerari Speleologici, 8, 31-36.

CACCIATORE G., CIPPONE G., DELLE ROSE M., GIULIANI P., RICCIATO U. (2005) – *The Grave del Pompiere sinkhole (Apulia, southern Italy): an example of re-activation of water sink within a high vulnerable karst area*, Geophysical Research Abstract, 7, cd rom, EGU general assembly, Vienna aprile 2005.

CALÒ G., GNONI R., STANI M. (1990) – *Caratteristiche idrogeologiche delle falde superficiali della penisola salentina e valutazione della vulnerabilità degli acquiferi*. Amm. Prov. Lecce, 31 pp.

CARROZZO M.T., DELLE ROSE M., FEDERICO A., NEGRI S., QUARTA T. (1996) - *Individuazione con georadar di cavità carsiche nella zona di Nociglia (Lecce)*. Atti 15° Conv. Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida del CNR, Roma, 35-40.

CARROZZO M.T., DELLE ROSE M., DE MARCO M., FEDERICO A., FORTE F., MARGIOTTA S., NEGRI S., PENNETTA L., SIMEONE V. (2003) - *Pericolosità ambientale di allagamento nel Salento leccese*. Quaderni di Geologia Applicata, serie Aiga, 2, 77-85,

CITTÀ DI MESAGNE (2006) - *Primo Piano di Salute della Città di Mesagne*, 97 pp.

CORAZZA A. (2004) - *Il rischio di fenomeni di sprofondamento in Italia: le attività del Dipartimento della Protezione Civile*. Preprint del seminario "Stato dell'Arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio", Roma, 245-254.

DE GIORGI C. (1884) – *Cenni di geografia fisica della Provincia di Lecce*, 122 pp.

DELLE ROSE M. (2004) - *Uso idrogeologico di forme carsiche nei centri messapici di Egnazia e Cavallino*. Umanesimo della Pietra, 113-130.

DELLE ROSE M. (2007) - *Human health risks related to water resources management and urban pollution (Salento, southern Italy)*. Epitome, vol. II, Sesto Forum Italiano di Scienze della Terra, 84.

DELLE ROSE M., DE MARCO M., FEDERICO A., FIDELIBUS C., INTERNÒ G., ORGIATO W., PISCAZZI A. (2003) – *Studio preliminare sul rischio di desertificazione nel territorio carsico di Lecce*. Thalassia Salentina, 26 (suppl.), 135-143.



- DELLE ROSE M., FEDERICO A., PARISE M. (2004) - *Sinkhole genesis and evolution in Apulia, and their interrelations with the anthropogenic environment*. Natural Hazards and Earth System Sciences, 4, 747-755.
- DELLE ROSE M., MARRAS V. (2008) - *Attività di protezione idrogeologica del GSN (anni 2004-2006)*. Atti Spelaion 2006, San Marco in Lamis, 71-85.
- DELLE ROSE M., PARISE M., PROIETTO G., TARTARELLI M. (2001) - *L'avisio Neviera (Pu 196) a Sogliano Cavour (provincia di Lecce)*. Pugliagrotte, 35-42.
- DELLE ROSE M., PARISE M., ANDRIANI G. (2007) - *Evaluating the impact of quarrying on karst aquifers of Salento (southern Italy)*. Geological Society, London, Special Publication, 279, 153-171.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, ENEA (2001) - *Mappa della sensibilità alla desertificazione ed alla siccità nel Bacino Mediterraneo*.
- FEDERICO A., DELLE ROSE M., MARRAS V., PARISE M. (2005) *Hydrogeological vulnerability of karst areas: the collapse dolines at Mesagne (Brindisi province, Italy)*, Geophysical Research Abstract, 7, cd rom, EGU general assembly, Vienna aprile 2005.
- GIACCARI E., VITALE A. (2005) - *Un GIS per la pianificazione degli interventi atti a mitigare il rischio idrogeologico del bacino endoreico del Torrente Asso, a sud di Lecce*. 9a Conferenza Nazionale Asita, Catania, 6pp.
- IPCC (2000) - *Special report on emission scenarios*. Cambridge University Press, 599 pp.
- IPCC (2007) - *Climate Change 2007: Gli Impatti dei Cambiamenti Climatici, l'Adattamento e la Vulnerabilità*. Sintesi per i decisori politici. Vers. It., 23 pp.
- LEOPARDI A.C. (1979) - *Μεσαγμοζ, una città in mezzo alle vore?* Bari.
- MAINARDI M. (1989) - *Il Bosco di Belvedere*. Lu Lampiune, V/3, 107-115.
- MASCIOPINTO C. (2006) - *Simulation of coastal groundwater remediation: the case of Nardò fractured in Southern Italy*. Environmental Modelling & Software, 21, 85-97.
- MASCIOPINTO C., LA MANTIA R., JATTA E., CALVARIO A. (2004) - *Rischio di contaminazione patogena per approvvigionamento domestici da pozzi del Salento*. L'Acqua, 5/2004, 41-50.
- MEDAGLI P., BIANCO P., SCHIRONE B., D'EMERICO S., RUGGIERO L. (1990) - *Il farnetto di Bosco Belvedere (Lecce)*. Ann. Botanica, 48, 77-82.
- MORETTI M. (2005) - *Le alluvioni nel settore adriatico delle Murge (Terra di Bari): cause geologiche e ruolo dell'azione antropica*. Geologi e Territorio, 3/2005, 11-22.
- MULLIGAN M. (1998) - *Modelling the geomorphological impact of climatic variability and extreme events in a semi-arid environment*. Geomorphology, 24, 59-78.
- OROFINO F. (1965) - *Elenco delle grotte pugliesi catastate fino al 31 gennaio 1965*. Rassegna Speleologica Italiana, 17, 1-23.
- PALMENTOLA G. (1987) - *Lineamenti geologici e morfologici del Salento leccese*. Quad. Ric. Geot. Ing., 11, 7-30.
- PARENZAN P. (1954) - *Speleologia pugliese*. La Zagaglia, 1, 60-67.
- PARISE M., FEDERICO A., DELLE ROSE M., SAMMARCO M. (2003) - *Karst Terminology in Apulia (Southern Italy)*. Acta Carsologica, 32 (2), 65-82.
- REINA C. (1972) - *Principi di difesa idraulica ed idrogeologici dei bacini chiusi della regione pugliese*. Atti Giornate di Studio 1° sez. CIRG, Firenze.
- SELLERI G., SANSÒ P., WALSH N. (2003) - *The karst of Salento region (Apulia, Southern Italy): constraints for management*. Acta carsologica, 32/1, 19-28.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1966). *Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000*, Foglio 189 - Altamura, IIa ed., Firenze.