

# Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA  
Società Italiana di Geologia Ambientale



## 2/2016

ISSN 1591-5352

Poste Italiane S.p.a. - Spedizione in Abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n° 46) art. 1 comma 1 - DCB Roma





Società Italiana di Geologia Ambientale

CONVEGNO NAZIONALE

## Tecnica di idraulica antica



Fontana monumentale dell'agorà di Morgantina (Aidone - foto G. Bruno)

### Call for abstracts

Esattamente a distanza di 10 anni dal Primo Convegno “Tecnica di Idraulica Antica” che si tenne a Roma nell’autunno del 2006, nella sede del CNR, SIGEA (Società Italiana di Geologia Ambientale) propone un secondo convegno sullo stesso tema. La data prevista è quella del **18 novembre 2016**, a Roma nella sede del precedente convegno (Sala convegni e Aula Ruiz del CNR, Piazzale Aldo Moro). In questi 10 anni molte cose sono cambiate e la ricerca è andata avanti non solo riguardo ai temi allora trattati e sviluppati ma nell’individuare nuovi campi di ricerca. Rimane ancora valida l’idea dalla quale si partì allora che riguardava la necessità di fare il punto sulle ricostruzioni e sugli esempi attraverso i quali la tecnica idraulica era nata e si era perfezionata rispondendo perfettamente ai fabbisogni dell’umanità. Gli studi e le ricerche oggetto del convegno riguarderanno gli acquedotti, il *castellum aquae* relativo agli stessi, i cunicoli drenanti e i procedimenti di captazione delle acque, le dighe e lo svuotamento dei laghi attraverso vari sistemi, i sistemi di bonifica idraulica, i sistemi irrigui ed i mulini. A questi si aggiungono, inoltre, i sistemi di riscaldamento delle terme e delle case, i processi industriali (armi, lavorazione di metalli, ecc.), la regimazione delle acque piovane lungo le vie di comunicazione, gli impianti idraulici delle città e delle ville.

La quota per partecipare al convegno, che copre l’iscrizione alla SIGEA per l’anno 2017, è di 30 euro. Il pagamento intestato a “Società Italiana di Geologia Ambientale”, Roma, con oggetto: “iscrizione sigea 2017/idraulica antica 2016”, può essere effettuato tramite:

- Banco Posta, codice IBAN: IT 87 N 07601 03200 000086235009 (anche on line).

Sarà rilasciata regolare ricevuta come quota associativa per l’anno 2017 ai soci e ai nuovi soci.

L’iscrizione al convegno, corredata dalla ricevuta di pagamento della quota di partecipazione, dovrà essere inviata, via e-mail, alla segreteria del convegno entro il **30 settembre 2016**. Il programma di massima prevede una sessione iniziale con relazioni ad invito seguita, dalla tarda mattinata fino a tutto il pomeriggio, da relazioni orali sui temi indicati. È prevista una sessione poster aperta dalle ore 9,00 alle ore 17,00. La data di scadenza per l’invio degli abstracts è il **30 giugno 2016**.

L’indirizzo e-mail della segreteria del Convegno e per le comunicazioni con il Comitato Organizzatore, al quale vanno inoltrati gli *abstracts* è: [idraulica.antica2016@sigeaweb.it](mailto:idraulica.antica2016@sigeaweb.it)

## Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA  
Società Italiana di Geologia Ambientale

Associazione di protezione ambientale a carattere nazionale riconosciuta dal Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare, con D.M. 24 maggio 2007, G.U. n. 127 del 4.6.2007

N. 2/2016

Anno XXIV - aprile-giugno 2016

Iscritto al Registro Nazionale della Stampa n. 06352  
Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 229  
del 31 maggio 1994

### Comitato scientifico

Mario Bentivenga, Aldino Bondesan,  
Giancarlo Bortolami, Giovanni Bruno,  
Giuseppe Gisotti, Giancarlo Guado,  
Giacchino Lena, Giacomo Prosser,  
Giuseppe Spilotro

### Consiglio Direttivo nazionale 2013-2016

Fatima Alagna, Antonello Fiore (*Tesoriere*),  
Daria Duranti, Fabio Garbin, Francesco Geremia,  
Giuseppe Gisotti (*Presidente*), Fabrizio Ioiò,  
Giacchino Lena, Vincent Ottaviani,  
Angelo Sanzò, Gino Vannucci (*Segretario*),  
Andrea Vitturi (*Vicepresidente*), Francesco Zarlenga

### Comitato di redazione

Fatima Alagna, Federico Boccalaro,  
Giorgio Cardinali, Francesco Cancellieri,  
Giovanni Conte, Valeria De Gennaro, Fabio Garbin,  
Giacchino Lena, Maurizio Scardella, Andrea Vitturi

### Direttore responsabile

Giuseppe Gisotti

### Procedura per l'accettazione degli articoli

I lavori sottomessi alla rivista dell'Associazione, dopo che sia stata verificata la loro pertinenza con i temi di interesse della Rivista, saranno sottoposti ad un giudizio di uno o più Referees.

### Redazione

SIGEA: tel./fax 06 5943344  
Casella Postale 2449 U.P. Roma 158  
info@sigeaweb.it  
www.sigeaweb.it

### Progetto grafico e impaginazione

Fralerighe  
tel. 0774 554497  
info@fralerighe.it  
www.fralerighe.it

### Pubblicità

SIGEA

### Stampa

Tipolitografia Acropoli, Alatri - FR

Abbonamento annuale: Euro 30,00

# Sommario

Vulcanesimo sedimentario e ricerca di idrocarburi in mare. La scoperta di un grande pockmark nello stretto di Sicilia

DOMENICO MACALUSO

2

Grotta Marozza, una lunga storia nella campagna romana determinata dall'idrogeologia

PIETRO FRATINI, ROBERTO BRANCALEONI, FABIO GARBIN

17

Il geosito delle "Rocche dei perticali" (Clavesana, CN)

ANNALISA BOVE, LUCIANO MASCIOTTO

21

Un kit di strumenti informativi per il Sentiero Geologico del Parco Nazionale della Val Grande. Un possibile supporto per l'ecoturismo

SERGIO MALCEVSCI, TULLIO BAGNATI

27

Contratti di fiume

DARIA DURANTI

31

La strategia nazionale aree interne

A CURA DI ENDRO MARTINI E FABRIZIO IOIÒ

32

**In copertina:** "Tartaruga". Forma d'erosione nella valle del Dadès, Alto Atlante, Marocco (Foto Laura Menegazzo Vitturi)

# Vulcanesimo sedimentario e ricerca di idrocarburi in mare

## La scoperta di un grande pockmark nello stretto di Sicilia

### Sedimentary volcanism and oil exploration in the sea. The discovery of a large pockmark in the strait of Sicily

Parole chiave (*key words*): vulcanesimo sedimentario (*sedimentary volcanism*); vulcani di fango (*mud volcanoes*); Stretto di Sicilia (*straits of Sicily*); pockmark (*pockmark*)

*“È incontrastabile che la corteccia terrestre sia un gran laboratorio elettro-chimico”*

(L. Porta, 1837)

La tragedia del settembre 2014 con la morte di due fratellini, determinata dall'esplosione di un vulcano di fango nel territorio di Aragona, una zona della Sicilia sud-occidentale, che dal mare si spinge all'interno dell'Isola (Cangemi, 2014), dovrebbe indurre gli organi competenti in materia di protezione civile, a finanziare una campagna di ricerca oceanografica, finalizzata a comprendere l'entità di questo fenomeno nel tratto di Mediterraneo prospiciente le coste agrigentine: il margine continentale, che da Agrigento raggiunge le coste trapanesi, interessato da compressioni tettoniche, presenta infatti lo stesso fenomeno di *vulcanesimo sedimentario*, che sulla terraferma origina le *Maccalube*, ma in mare, a causa della pressione idrostatica esercitata sul fondo marino, da colonne d'acqua che possono raggiungere un'altezza di diverse centinaia di metri, la liberazione parossistica di gas, che determina le esplosioni dei vulcani di fango, è potenzialmente più pericolosa rispetto alla terraferma. Lo dimostra la scoperta in questo tratto di mare, di un grande cratere da liberazione di gas: un *pockmark*.

#### LO STRETTO DI SICILIA: UN'AREA DEL MEDITERRANEO GEOLOGICAMENTE INSTABILE

Il tratto di Mediterraneo compreso tra le coste nord-africane e quelle siciliane, è interessato da complessi fenomeni di subduzione e *rifting* continentale, con il conseguente assottigliamento della crosta terrestre e la formazione di 3 *graben*, estese fosse oceaniche parallelamente allineate; lo stretto o canale di Sicilia, è interessato da due sistemi principali di faglie, orientati principalmente verso NW-SE (Lodolo, 2011); a partire da 8 milioni



Campionatura di basalto nel banco di Graham (foto D. Macaluso)

di anni fa, in quest'area del Mediterraneo, l'affioramento di magma sino alla superficie della litosfera, si è accompagnato ad eruzioni che hanno dato origine a vulcani sottomarini, ma anche ad edifici vulcanici sub-aerei, come Linosa, Pantelleria e nel 1831, Ferdinanda (Fig. 1). Quest'ultima piccola isola, all'epoca della sua emersione, è stata oggetto di un singolare contenzioso per la sua sovranità, tra Inghilterra, Francia e Regno delle Due Sicilie, controversia risoltasi fisiologicamente, con la scomparsa dell'edificio vulcanico: mentre i contendenti minacciosamente incrociavano con vascelli da guerra le acque della nuova terra e vi piantavano vessilli, battezzandola *Graham*, *Giulia* e *Ferdinanda*, il vulcano si dissolse, costituito com'era, da scorie pomicee; il magma si era fermato a soli 8 metri dalla superficie (Cutrone *et al.*, 2006).

Dal 1999 al 2005, l'Ordine dei Geologi della Regione Sicilia, in collaborazione con le sezioni di Agrigento e di Sciacca della Lega

DOMENICO MACALUSO  
Ricercatore U.E. progetto "Discovery Magna Graecia"

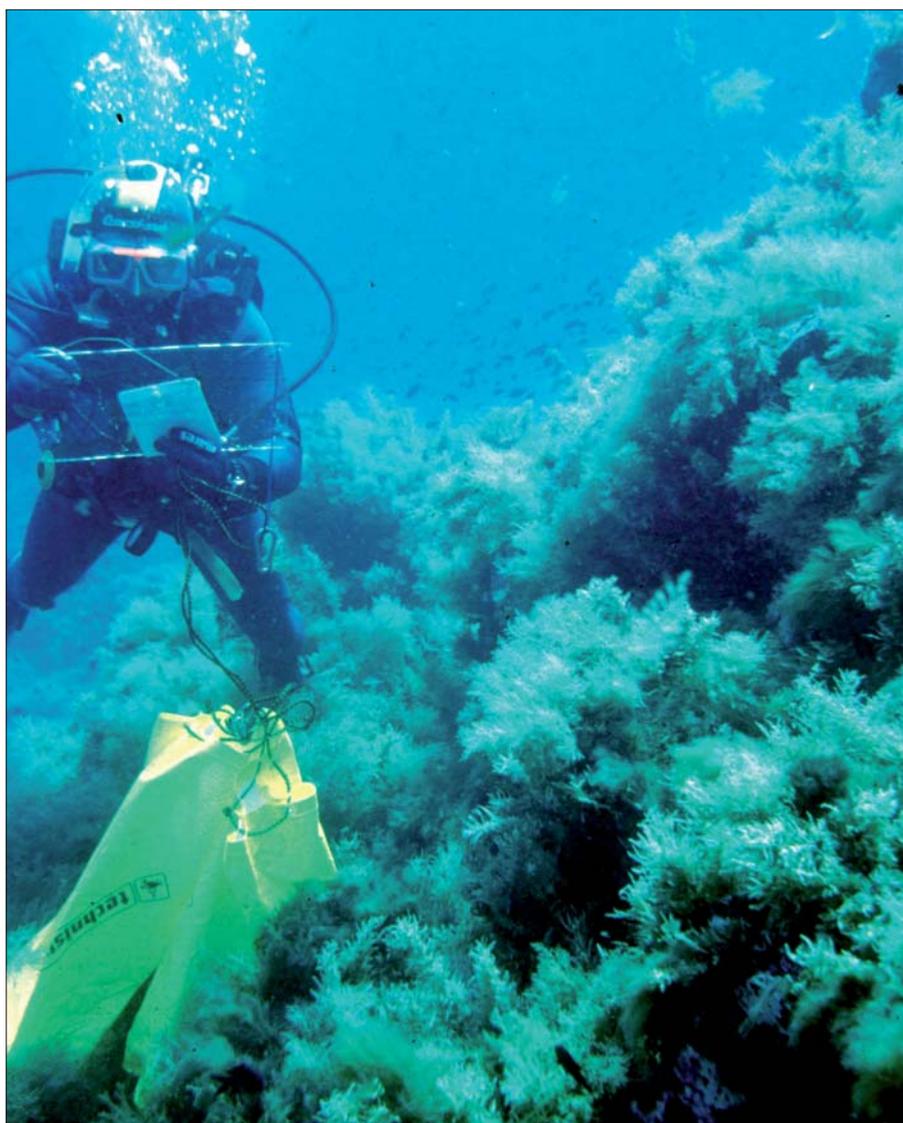
Responsabile Nucleo Operativo Subacqueo della sezione Lega Navale Italiana di Sciacca  
E-mail: mimmomac57@gmail.com

Navale Italiana, ha organizzato delle spedizioni sottomarine sui resti dell'isola Ferdinanda (un bassofondo riportato nella cartografia internazionale come *Banco di Graham*); le immersioni sono state pianificate per il prelievo di campioni roccia (Fig. 2), il rilievo della temperatura delle sabbie piroclastiche, la ricerca di fumarole e la documentazione video-fotografica della colonizzazione biologica dei basalti colonnari che costituiscono i resti del condotto lavico (Falzone, 2010).

Nel corso di questa attività, quale coordinatore delle operazioni sottomarine, raccogliendo bibliografia sulle eruzioni storiche nel canale di Sicilia, ho riscontrato testimonianze qualificate ed attendibili, come quelle del sacerdote Giuseppe Mercalli, che riferiva di fenomeni che non sembravano poter essere in relazione con le eruzioni vulcaniche, in quanto fenomeni isolati, parossistici ma imponenti, come esplosioni seguite da terremoti: "Dal 16 al 25 dicembre 1816, si udirono a Sciacca for-



Figura 1 – L'isola Ferdinandea nell'agosto del 1831 (da una gouache di Camillo de Vito)



ti tuoni come di lontano cannoneggiamento. Il 18 il mare si ritirò dal lido 30 canne poi nel 21 gennaio ritornò al livello di prima." Interessante, soprattutto per la registrazione delle coordinate del luogo, la descrizione dell'esplosione del 1845, che rischiò di fare affondare un vascello britannico: "Il 18 giugno 1845 verso le 9,30 m. di sera, trovandosi il naviglio inglese *Victory* a  $36^{\circ} 40' 56''$  latit. N e  $13^{\circ} 44' 36''$  long. E, subì una violenta scossa ed i suoi due alberi furono improvvisamente rovesciati, come per effetto di una violenta tempesta, sebbene in quel momento il tempo fosse perfettamente calmo. Il naviglio, dopo aver subito qualche avaria, prese il largo, e da lungi videro quei viaggiatori alzarsi dal seno del mare tre immensi globi di fuoco, visibili durante 6 minuti." (Negri et al., 1883).

Un altro evento rilevante ed anche in questo caso difficilmente inquadrabile tra i fenomeni vulcanici, è riportato nel giornale di bordo dell'incrociatore *Eugenio di Savoia*, al comando dell'ammiraglio Alberto Da Zara: nel corso della battaglia di Mezzo Giugno, che nel 1942 vide la flotta italiana confrontarsi con quella inglese, il comandante della nostra squadra, fu testimone di una spettacolare esplosione, al largo di Pantelleria: "Ore 11,57: noto una violentissima esplosione che

Figura 2 – Banco di Graham-Ferdinandea, 1999: rilievi sabbacquei (foto D. Macaluso)

provoca una colonna di fumo alta almeno 1000 metri; questa resta in aria circa 6 minuti, dopodiché permane una densa colonna di nebbia e di fumo.” (Da Zara, 1942). Si pensò che una nave avesse urtato una mina, ma quel giorno, a parte il cacciatorpediniere australiano *Nestor* colpito dagli aerosiluranti italiani, non si registrò alcuna perdita, né da parte inglese, né italiana; in ogni caso, l'entità della deflagrazione di una mina, non sarebbe stata di simili proporzioni.

Fenomeni caratterizzati da ribollimento e emissione di gas dalle acque, terremoti e maremoti a carattere locale, hanno da sempre interessato la costa sud-occidentale della Sicilia e per tale motivo il banco marino prospiciente questo tratto di costa, è stato chiamato “Terribile”. Ma gli eventi che maggiormente hanno impressionato e terrorizzato i marinai che hanno solcato queste acque, sono state le esplosioni in mare, accompagnate da imponenti fiammate: è singolare osservare in una pala d'altare, nella chiesa della Badia Grande di Sciacca, la raffigurazione di una Madonna protettrice, posta al di sopra del mare di Sciacca, dal quale si sprigiona un globo di fuoco: il grande quadro, è verosimilmente da interpretare come un *ex voto* di marinai scampati (come gli inglesi del *Victory*), ad una esplosione sottomarina di gas (Fig. 3).

Nello Stretto di Sicilia, al vulcanismo magmatico si associa infatti un altro fenomeno, simile per manifestazione ed effetti,

ma geologicamente diverso, vulcanesimo sedimentario; la dimostrazione è data anche dalla presenza di particolari strutture cristalli sottomarine: i crateri da esplosione di gas, i *pockmarks*.

### IL VULCANESIMO SEDIMENTARIO IN SICILIA (ON-SHORE)

Il più illustre visitatore e accurato descrittore delle *Maccalube* di Aragona, è uno dei padri della geologia, Déodat Guy Silvain Tancrede Gratet de Dolomieu, che le visitò il 18 settembre del 1781. Di tale ricognizione, il geologo francese (da cui presero il nome le Dolomiti), effettuerà uno straordinario resoconto, per l'Accademia Reale di Parigi. Dolomieu è stato l'unico studioso ad osservare sulla superficie del fango appena eruttato, una “*pellicle of bituminose oil [...]*” (Dolomieu, 1783).

Il naturalista Francesco Ferrara, relativamente al petrolio nella regione “solforifera” della Sicilia (bacino di Caltanissetta), scrive: “*È nella Sicilia non vulcanizzata, che sono le sorgenti dell'olio minerale, svincolato dal calore interno, dai sedimenti di resti organici degli antichi mondi progressivamente sepolti.*” (Ferrara, 1838).

Se si rimane sorpresi dalla lucida e semplice descrizione che nel 1844 fa Ferrara, del fenomeno naturale che sta alla base della formazione degli idrocarburi, ancor di più ci si meraviglia, nel constatare come molto

tempo prima, nel 1696, il dotto medico Leonardo di Capua, descrive il fenomeno che dà origine alle *Maccalube* della Sicilia: “... *la fermentazione della Terra e la sublimazione de' vapori ò effluvij di essa, si sono hoggi resi maggiormente sensibili agli occhi de' studiosi, da che il mondo hà gustato la filosofia Sperimentale.*” (in Boccone, 1697).

Le manifestazioni che danno luogo al fenomeno delle *Maccalube* (o *Macalube*), non sono esclusive di Aragona, ma si manifestano anche in altri luoghi del cosiddetto bacino evaporitico di Caltanissetta, come a monte Sara, tra Ribera e Cattolica Eraclea, in contrada Bissana, presso Cianciana e nel quartiere di Santa Barbara a Caltanissetta.

La liberazione di fanghi molto fluidi composti da acqua fredda ad alta concentrazione salina, argilla e gas, attraverso zone di discontinuità del sottosuolo (veri e propri percorsi di migrazione), è un fenomeno che va inquadrato nel cosiddetto “diapirismo” cioè di risalita di rocce a basso peso specifico (spesso fluidi), originatosi quando nel quaternario lo scontro tra la placca africana con quella euro-asiatica, ha determinato l'inglobamento dei sedimenti organici del margine della placca africana.

Ad Aragona, la risalita del fluido, dà origine a piccoli crateri di fango (vulcanelli), che eruttano acqua fredda mista a fango, fenomeno accompagnato da un caratteristico gorgoglio di gas, con formazione di bolle che liberano gas infiammabile: “*Appressato avendo una fiaccola ad uno di questi sibilanti con, elevossi immanente una fiamma azzurra di 5 piedi, la quale sarebbe a lungo durata, se l'impeto del vento, non sopraggiungeva ad estinguerla.*” (La Via, 1823).

Dai suoi giacimenti profondi (3-6 km nel bacino di Caltanissetta), il gas per aumento della spinta di galleggiamento, influenzata dalla quantità del gas o dall'aumento della sua temperatura (Prima legge di Volta Gay-Lussac), risale fino a raggiungere la superficie, attraverso condotti di risalita rappresentati da discontinuità tettoniche o zone di fragilità strutturale. Ma se questi percorsi di affioramento si obliterano (indurimento del terreno) o risultino insufficienti rispetto al volume del gas, dopo l'aumento della sua pressione, il gas può risalire fino alla superficie, in modo improvviso, violento, con una esplosione che come è avvenuto nel 2002 e drammaticamente il 27 settembre 2014, può determinare il sollevamento-ricaduta, anche di diversi ettari di terreno (il termine *Maccalube*, deriva dall'arabo *Maqlùb*, ribaltamento).

Interessanti sotto l'aspetto morfologico, le colate ad alta densità dei vulcani di fango di Monte Sara (Ribera), un vero modello per l'analisi della dinamica di scorrimento dei fluidi, come la lava (Fig. 4).

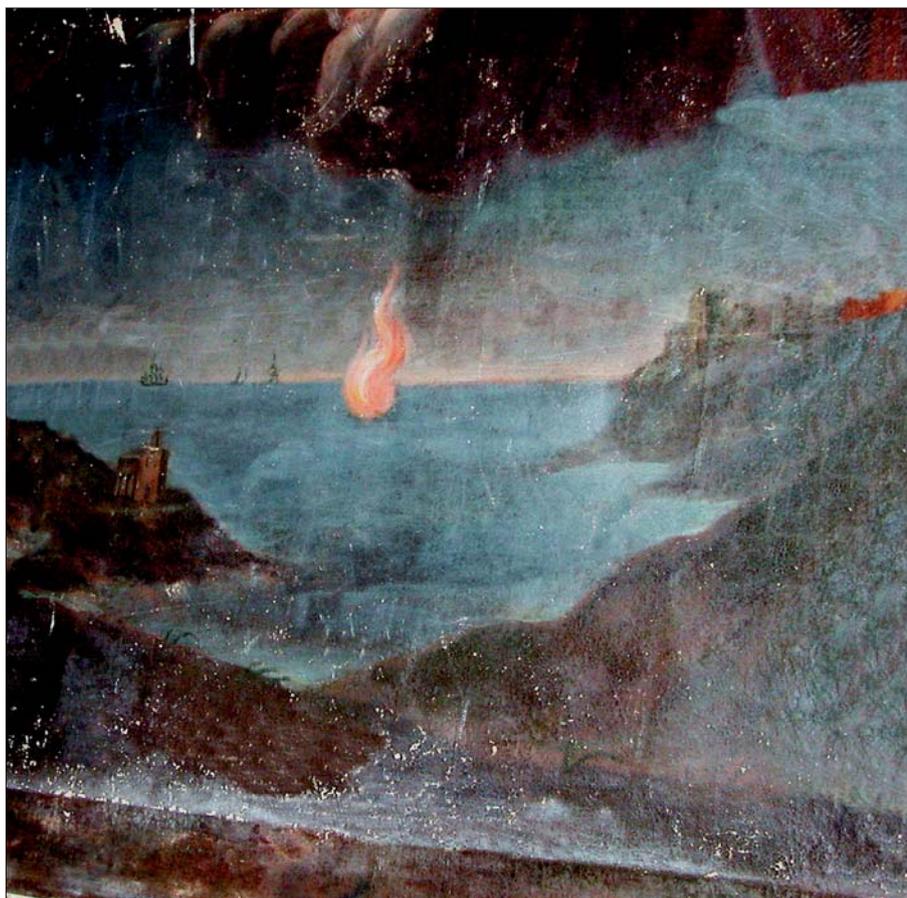


Figura 3 – Sciacca, chiesa della Badia Grande. Pala d'altare



Figura 4 – Eruzione di fango a Monte Sara del 3 maggio 2010 (foto D. Macaluso)

## LA METANOGENESI

Nel Miocene e precisamente nel Tortoniano medio, notevoli quantità di materiale organico, si sono sedimentati dando luogo alla formazione delle argille, sulle quali nel bacino di Caltanissetta, poggiano a loro volta i sedimenti della serie evaporitica; in queste argille ha luogo la metanogenesi.

In natura, gli idrocarburi gassosi sono generalmente originati da due processi: la alterazione termica della sostanza organica (origine termogenica) o la riduzione batterica della sostanza organica (origine biogenica). Ciascuno dei due processi porta a differenti composizioni molecolari ed isotopiche dei gas. I campioni delle *Maccalube* di Aragona mostrano caratteristiche isotopiche intermedie tra i gas termogenici e quelli di origine batterica (Favara *et al.*, 2001).

Curiosamente, oltre agli *eubacteria*, ed ai *solfato-riduttori*, i batteri produttori di metano nei *vulcani di fango*, sono gli stessi estremofili che nella flora batterica del gros-

so intestino dell'uomo (il cosiddetto "microbiota intestinale"), producono metano: gli *archaeobacteria* (Shubenkova & Likhoshvai, 2010).

## IL VULCANESIMO SEDIMENTARIO IN SICILIA (OFF-SHORE).

*"Niuno dei geologici fenomeni, dei quali entriamo a trattare, è nuovo all'occhio del Naturalista."* (Giuseppe Bianconi, *Storia Naturale*, 1840).

Tutto il margine continentale dell'area marina prospiciente la costa sud-occidentale della Sicilia, interessata da subduzione, per gli analoghi fenomeni geodinamici che determinano il vulcanesimo sedimentario nel bacino di Caltanissetta, risulta interessata dalla presenza di vulcani di fango e relative manifestazioni eruttive, comprese le periodiche esplosioni, con formazione di crateri sottomarini: i *pockmark*.

Il termine *pockmark*, oggi usato per definire le aree di subsidenza abissali, da emis-

sione sottomarina di fluidi, è stato utilizzato per la prima volta da King e Mac Lean (1970), in occasione della scoperta di alcuni crateri sulla Scotian Shelf, al largo del Canada; il termine è stato preso in prestito dalla lingua inglese (in italiano vuol dire *pustola*), dove viene utilizzato per definire la pelle dei soggetti affetti da patologie dermatologiche, come vaiolo o acne: il fondale marino interessato dalla presenza di crateri di fango, richiama infatti l'aspetto della pelle butterata.

King e Mac Lean, non hanno scoperto niente che già non si conoscesse: hanno semplicemente evidenziato dei crateri da emissione di gas nelle acque canadesi ed hanno dato loro un nome: *pockmarks*. La prima segnalazione di questi crateri sottomarini, si deve infatti al nostro grande naturalista Antonio Stoppani, che nel suo *Corso di Geologia* del 1871, descrive dettagliatamente il fenomeno dei vulcani di fango, ne spiega la geodinamica e ne riporta la loro raffigurazione.

Nella sua straordinaria pubblicazione, l'abate Stoppani fornisce notizie accurate su tale fenomeno, descrivendo i terremoti anche di considerevole intensità che accompagnano la loro eruzione, sismi che presentano carattere locale: questo dato è importante, per comprendere ciò che avviene anche nel canale di Sicilia, con terremoti anche di forte intensità, ma che spesso non vengono registrati, per carenza di stazioni di rilevamento prossimi alla fonte sismica.

Il grande naturalista ci sorprende, quando descrive il vulcanesimo sedimentario in mare, perfettamente consapevole della sua natura: *"[...] trattasi di un fenomeno che può essere tanto subaereo, quanto sottomarino [...]"* e rende perfettamente il concetto della maggiore pericolosità dei vulcani di fango sottomarini, in relazione alle forti pressioni idrostatiche, quando precisa che per manifestarsi *"[...] la tensione del vapore dei gas deve essere capace di vincere la pressione dell'acqua sovrastante [...]"*.

Antonio Stoppani completa la sua erudita disquisizione, riferendoci di emersioni di isole fangose, come avvenuto nel 1861 per l'isola di Kumani nel mar Caspio e dell'esistenza di un vero e proprio arcipelago, il complesso fangoso di Bulla, sempre nel mar Caspio. Ma è a pag. 408 del libro, che il nostro naturalista dimostra la sua grandezza, riportando lo schema del cratere di un vulcano di fango sottomarino, un cratere ellittico di 700 piedi inglesi (210 metri), da cui si levava gas infiammabile: è lo schema che rappresenta il primo disegno di un *pockmark*.

Il metano è il gas maggiormente prodotto dai vulcani di fango e la sua emissione, che avviene non soltanto in fase eruttiva, ma anche in quelli di quiescenza, con continui degassamenti, ha una notevole importanza

sia per l'idrosfera che per l'atmosfera, rappresentando uno dei gas maggiori implicati nell'effetto serra, anche perché, tale liberazione di gas, può essere imponente: nella crociera oceanografica del 2006, di cui si tratterà ampiamente di seguito, sono state rinvenute

Sicilia, sono notevoli: le conoscenze sulla entità di questi fenomeni in mare, devono essere approfondite, dato che queste esplosioni si accompagnano frequentemente a sismi di forte intensità (anche superiori al 4° Richter) e persino a maremoti.

seguito da un terremoto magnitudo 3.2 poco al largo delle acque di Montallegro (tra Sciacca ed Agrigento); nei giorni successivi, seguì la deposizione sulla battigia di un lungo tratto di costa, di pietre pomice. Raccolti diversi campioni di roccia, uno dei quali dal

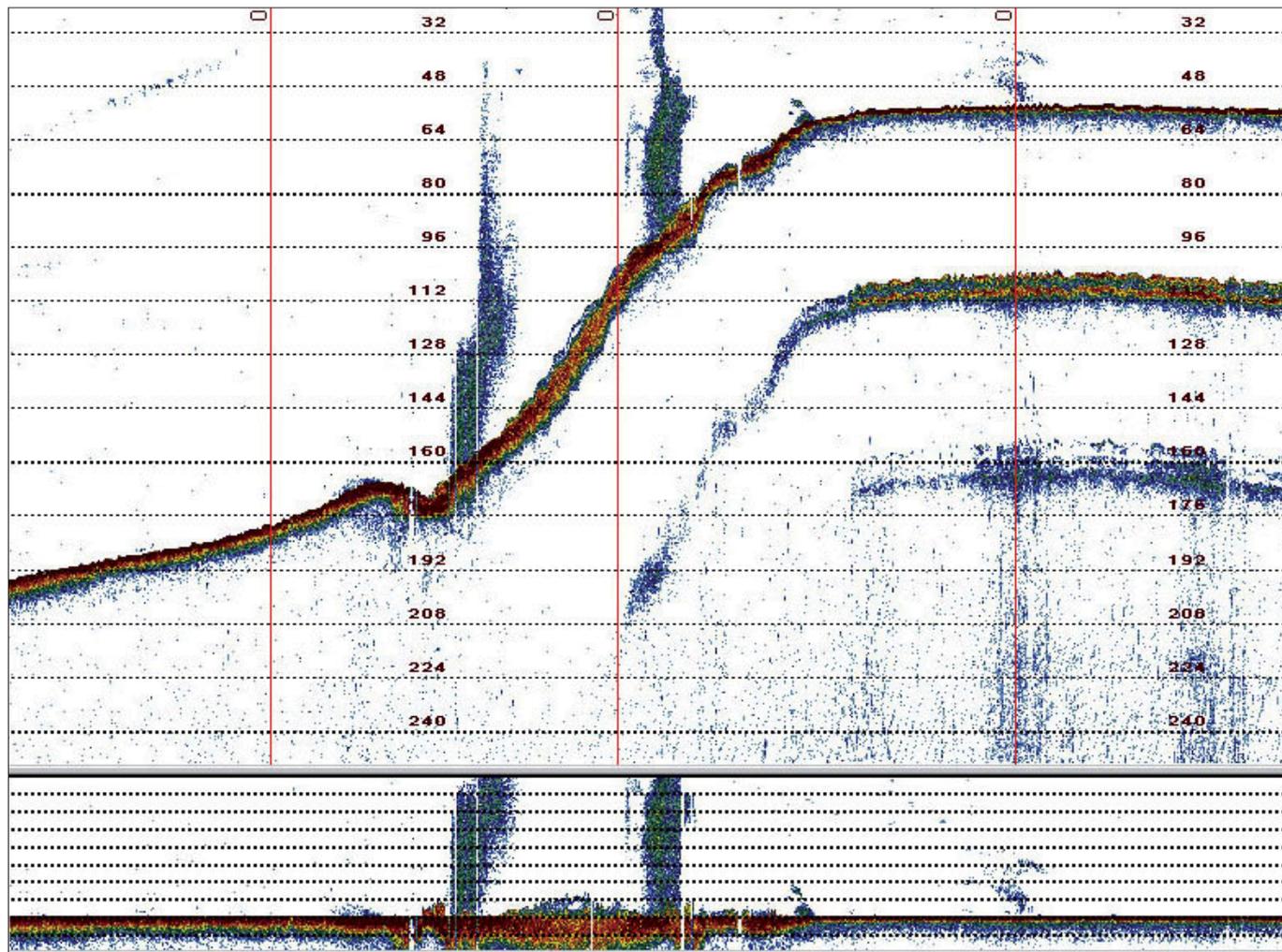


Figura 5 – Fumarole ad alta portata rinvenute nel corso della crociera del 2006

al largo di Capo San Marco (Sciacca) colonne di gas che alla base avevano un diametro di 33 metri (Fig. 5), mentre altre vaste aree di emissione continua di gas (un vero e proprio campo fumarolico), sono state rinvenute poco al largo di Selinunte. Auspicabile sarebbe inoltre quantificare la liberazione di Radon nello stretto di Sicilia, alla luce dei rapporti che ha questo gas, con gli eventi sismici (Tucicamei, 2010) ed con le mutazioni genetiche nel DNA dell'uomo (Macaluso, 2009).

Questa area, è inoltre interessata da un complesso sistema di faglie e tra i fenomeni geofisici associati ad un evento sismico, si annovera la possibilità che le fissurazioni cristalline, indotte da un terremoto, possano dar luogo alla liberazione di metano o anidride carbonica, imprigionati nei *reservoirs* naturali (Martinelli & Panahi, 2003).

I rischi relativi alla protezione civile, per la numerosa popolazione costiera che vive nelle acque prospicienti i campi di *pockmarks* della

Un rilevante evento, occorso il 5 marzo del 2003, interveniva a dimostrare quanto urgente fosse il monitoraggio dello stretto di Sicilia: alle 17,21 venne avvertito un boato

diametro maggiore di circa 75 cm, li inviò all'INGV di Catania per uno studio petrografico: la deposizione di materiale piroclastico in seguito ad una esplosione sottomarina, in



Figura 6 – Campione di pomice spiaggiato nel marzo 2003, con concrezione calcarea di serpula (foto D. Macaluso)



Figura 7 – L'autore, con una delle pomici spiaggiate dopo l'esplosione del 10 aprile 2007

un'area interessata da vulcanismo, induceva ad ipotizzare che l'evento potesse essere legato ad una eruzione vulcanica, considerato anche il precedente di Ferdinandea, ma le pomici presentavano una caratteristica non compatibile con una recente eruzione: la presenza di concrezioni carbonatiche di tipo organogeno (Fig. 6), per colonizzazione da parte di organismi (anellidi) secernenti un tubo calcareo a lenta crescita: le serpule (*Serpula vermicularis*).

È evidente che la presenza di queste concrezioni calcaree dimostrava la datazione non recente delle rocce; le analisi petrografiche e morfologiche, effettuate dalla dottoressa Rosa Anna Corsaro, dimostrarono dunque che

il terremoto o l'esplosione sottomarina “[...] avevano causato l'instabilità di una scarpata sottomarina, con franamento di materiale vulcanico precedentemente deposto, il quale preso in carico da onde e correnti, sarebbe stato spiaggiato sulle vicine coste della Sicilia sud-occidentale.” (Corsaro, 2004).

Altre esplosioni sottomarine, analogamente accompagnate da deposizione di scorie pomicee, si sono verificate nel 2007 e nel 2009: in occasione dell'evento del 10 aprile del 2007, l'onda d'urto che ha investito qualcuno dei numerosi edifici vulcanici, che insistono nello stretto di Sicilia, ha liberato campioni di roccia galleggiante, dalle dimensioni di circa un metro (Fig. 7).

Nell'ottica di uno studio finalizzato alla comprensione di questi fenomeni e per la ricaduta che hanno queste manifestazioni geologiche in termini di rischio per la popolazione, venne stipulata una convenzione tra la sezione di Sciacca della Lega Navale Italiana e l'INGV di Catania, con la partecipazione della Guardia Costiera che avrebbe fornito il supporto logistico ad alcune missioni, nel corso della quali si sarebbe proceduto ad un primo tentativo di monitoraggio del canale di Sicilia (Rapporto INGV n° 125).

Nel 2007 si procedette al posizionamento di una sonda multi-parametro alla base del vecchio condotto lavico di Ferdinandea, a circa 24 metri di profondità; la sonda, protetta da un sarcofago di calcestruzzo, ha registrato per un anno la temperatura e le variazioni di battente d'acqua. In quel periodo, la stampa internazionale, aveva diffuso la notizia di una probabile riemersione di *Graham-Ferdinandea*, ma la registrazione che la sonda effettuò per un anno, non rilevò alcuna variazione del battente d'acqua, se non quella relativa alle fisiologiche oscillazioni mareali. Questo dato contribuì a dissipare nuove attenzioni di tipo territoriale, riaffiorate dopo 170 anni dalla nascita di Ferdinandea: in seguito ad incontrollate voci che ipotizzavano la riemersione dell'effimera isola, il “Times” il 2 febbraio del 2000 aveva titolato un articolo di Richard Owen “British island rises off Sicily Channel”. Ferdinandea non stava per riemergere e se un fenomeno vulcanico stava interessando un'isola dello stretto di Sicilia, questo interessava Pantelleria, interessata da una deformazione



Figura 8 – Terremoto del 10 aprile 2007 ore 19,17 (fonte: Rete Sismica Nazionale)

crustale (Mattia, 2007). Il dato significativo era un altro; il grafico delle variazioni della temperatura, registrato dallo strumento, evidenziò un valore dapprima difficilmente interpretabile: la notte del 17 gennaio del 2007 si ebbe un improvviso rialzo termico di 3 gradi, un valore notevole, in quanto soltanto un evento che liberi una considerevole energia può fare innalzare di 3 gradi una grande massa d'acqua come quella adiacente ad una sonda che si trova a 23 miglia dalla costa. Ma cosa? La risposta la troveremo in quello che succederà qualche mese dopo, il 10 aprile nella stessa area, quando a distanza di un paio di ore, verranno registrati due fenomeni sismici, uno alle ore 19,17 ed uno più forte alle ore 21,20 (magnitudo 4.3) (Fig. 8).

era increspata da bolle che continuavano a risalire (Fig. 9).

In queste aeree, i rischi non sono prerogativa dei mezzi aerei, ma interessano soprattutto i mezzi navali, in quanto legati alla perdita del galleggiamento in caso di risalita di grandi volumi di gas: un lavoro dell'oceanografo Alan Judd, oltre ad evidenziare questo rischio, presenta lo straordinario rilievo *multibeam*, del relitto di una navale all'interno di un *pockmark*. Si tratta della testimonianza di un drammatico evento, il repentino affondamento di un peschereccio a vapore del XX secolo, a nord-est della Scozia, che privato dal sostentamento della colonna d'acqua che gli garantiva il galleggiamento, è affondato adagiandosi, a causa della velocità con la quale

ha raggiunto il fondale, in assetto di navigazione, a 100 metri di profondità, al centro del *pockmark*; è anche preoccupante, notare come il cratere, sia pericolosamente prossimo ad un oleodotto (Fig. 10, da Judd, 2001).

Ancora più inquietante, la scoperta del relitto di un sommergibile nucleare russo, che nel 2003, mentre era al traino, destinato alla demolizione, ma con ancora i due reattori pieni di combustibile nucleare, è affondato repentinamente nel mare di Barents. Nell'improvviso inabissamento, spiegato all'epoca con le avverse condizioni del mare, persero la vita due marinai, che non ebbero il tempo di ricorrere agli ausili di salvataggio, per la rapidità dell'inabissamento; anche in questo caso, il relitto è stato trovato perfettamente in assetto di navigazione, a 248



Figura 9 – Ripresa aerea dell'area interessata dalla esplosione del 10 aprile 2007 (foto D. Macaluso)

A Sciacca, quest'ultima scossa, fece cadere suppellettili nei piani alti dei palazzi e contemporaneamente, venne avvertito un forte boato proveniente dal mare. La mattina successiva, abbiamo sorvolato con l'elicottero della Protezione Civile, il tratto di mare epicentro del sisma e sede dell'esplosione, sospettando una eruzione sottomarina, ma raggiunto il punto, ci siamo resi conto che il boato ed il terremoto erano stati provocati da una esplosione sottomarina di una sacca di gas. Sorvolando l'area ad una elevata quota di sicurezza (per il rischio di cavitazione, di esplosione o di spegnimento del rotore dell'elicottero, data l'ipotesi ambientale, considerato che il gas flottava ancora sulla superficie del mare), abbiamo osservato che il tratto di mare interessato dall'esplosione era molto estesa e che la superficie delle acque,

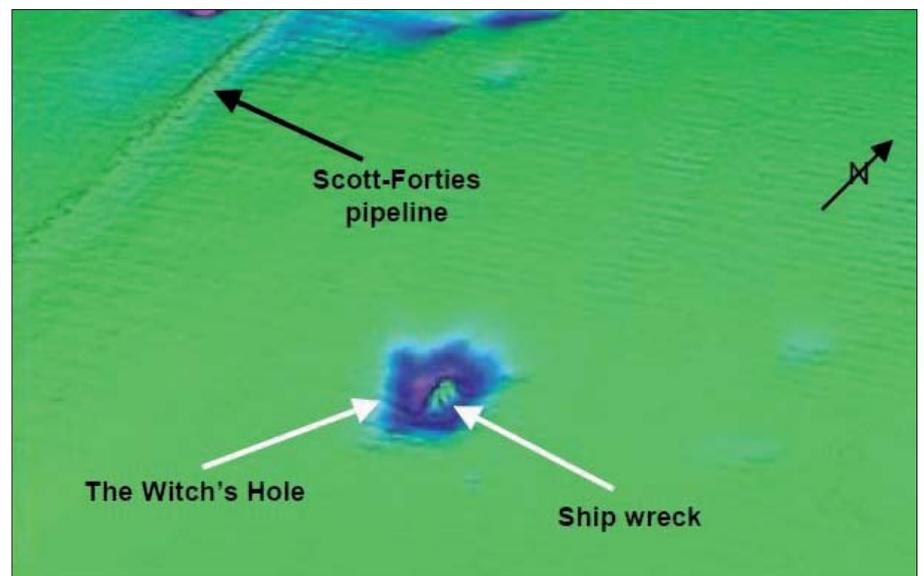


Figura 10 – Pockmark con relitto navale al centro; in alto, l'oleodotto Scott-Forties (da Judd, 2001)



Figura 11 – Relitto del sommergibile nucleare russo B 152. Con il n° 1 è evidenziato un pockmark.  
Da: [www.adusdepocean.com](http://www.adusdepocean.com)

m di profondità, indizio che fa supporre, che l'immersione sia stata rapidissima, in presenza non di acqua, ma di gas. Accanto al relitto, una scansione *mutibeam*, evidenzia infatti la presenza di *pockmarks* (Fig. 11).

#### I POCKMARKS DEL MEDITERRANEO.

Nei margini continentali del Mediterraneo è frequente riscontrare la presenza di *pockmarks*: ne sono stati rinvenuti nel cosiddetto *Mediterranean ridge accretionary complex*, un'area di subduzione prossima a

Creta (Robertson & Kopf, 1998), sulla piattaforma continentale egiziana, al largo del delta del Nilo, in prossimità del delta del Rodano e presso le Baleari e tale presenza è stata documentata anche nell'Adriatico (Mascle 2012). Per quanto riguarda il mare prospiciente la Sicilia, la presenza di *pockmarks* è stata segnalata nel Mediterraneo centrale (Holland 2003, Lyobomir, 2003) e nel cosiddetto *plateau* di Malta (Savini 2009). Un campo di *pockmarks*, è riportato anche nel *graben* di Pantelleria (Civile *et al.*, 2010).

Nel 2013, un campo di *pockmarks*, di circa 18 km<sup>2</sup>, è stato anche individuato a 20 km di distanza dal litorale di Gela e su questo bacino, oltre all'analisi dei sedimenti, è stato effettuato un accurato studio morfo-batimetrico (Taviani *et al.*, 2013), che ha dimostrato che il diametro di questi crateri, ha un *range* che varia dai 40 ai 310 metri.

#### LA CROCIERA OCEANOGRAFICA DEL 2006.

Dopo lo tsunami che il 30 dicembre 2002 colpì Stromboli, causato dal collasso di una parete dell'edificio vulcanico ed in seguito ad un terremoto che colpì le coste sud-occidentali della Sicilia il 3 febbraio 2003, la sezione della Lega Navale di Sciacca, rappresentata dal presidente Gaspare Falautano, chiese al direttore della Protezione Civile pro tempore, Guido Bertolaso, di istituire un gruppo pluridisciplinare per il monitoraggio dello stretto di Sicilia, organismo dotato di Nucleo Operativo Subacqueo, di cui lo scrivente sarebbe stato il coordinatore. Ma il finanziamento per un primo monitoraggio del mare antistante le coste agrigentine pervenne da una joint venture tra CONISMA, INGV di Catania ed una società di produzione televisiva, la GA&A, interessata a realizzare un lungometraggio sull'isola Ferdinandea.

Nel 2006, nel corso di una crociera di ricerca protrattasi per 10 giorni, la strumentazione

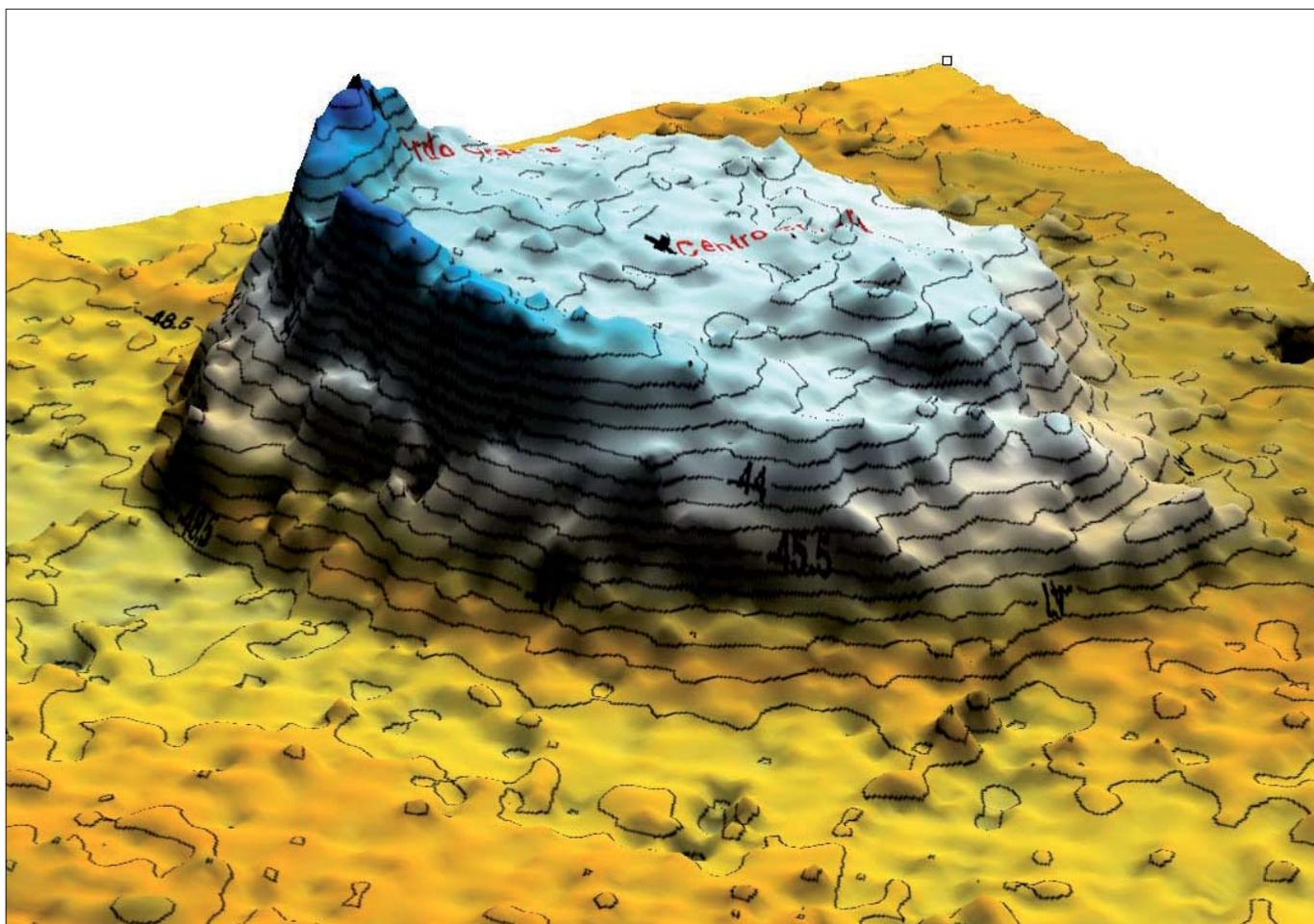
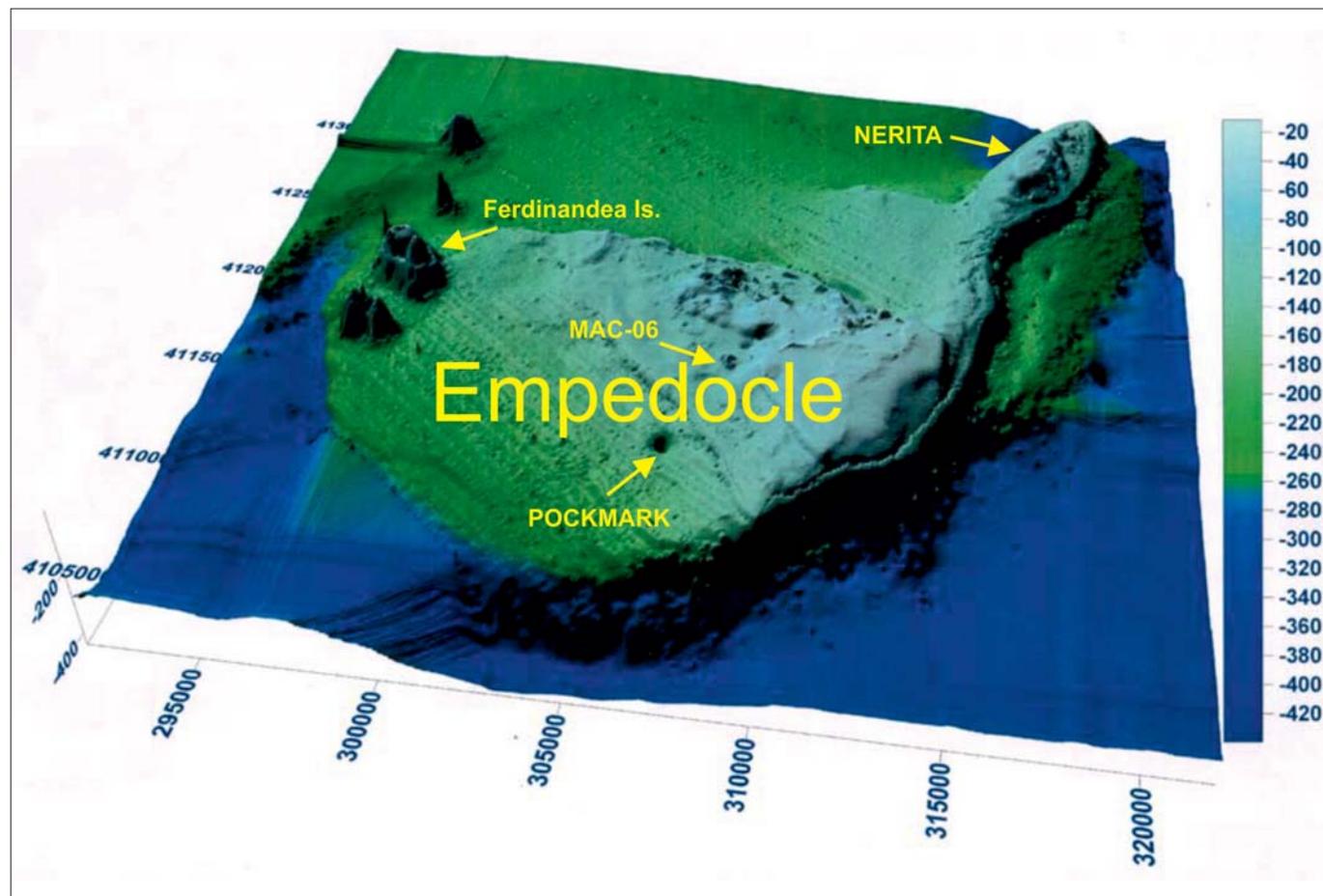


Figura 12 – Crociera Univesitatit, maggio 2006: rinvenimento del cratere "MAC 06"

in dotazione alla nave *Universitatis* svelò la presenza di numerosi edifici vulcanici adiacenti ai resti di Ferdinanda ed un grosso vulcano al largo di Selinunte, coperto da una considerevole quantità di materiale sedimentario; il 6 maggio 2006, la grande piattaforma batiale, che comprende i banchi Graham, Terribile e Avventura, sul quale giacciono decine di edifici vulcanici, tra i quali i resti dell'isola Ferdinanda, è stato battezzato *Empedocle*, in onore

verificatosi sott'acqua: l'eruzione con la successiva esplosione del piccolo vulcano, potrebbe essere avvenuta quando quest'area dello stretto di Sicilia, non era sommersa (Lodolo, 2011). Il vulcano, per essere stato esplorato in immersione nel 2006 dal sottoscritto (assieme al cameraman francese Jeremy Simmonot ed al tecnico del suono Gerald Riviere), è stato battezzato dall'ufficiale di rotta della *Universitatis* "MAC. 06" (Fig. 12).

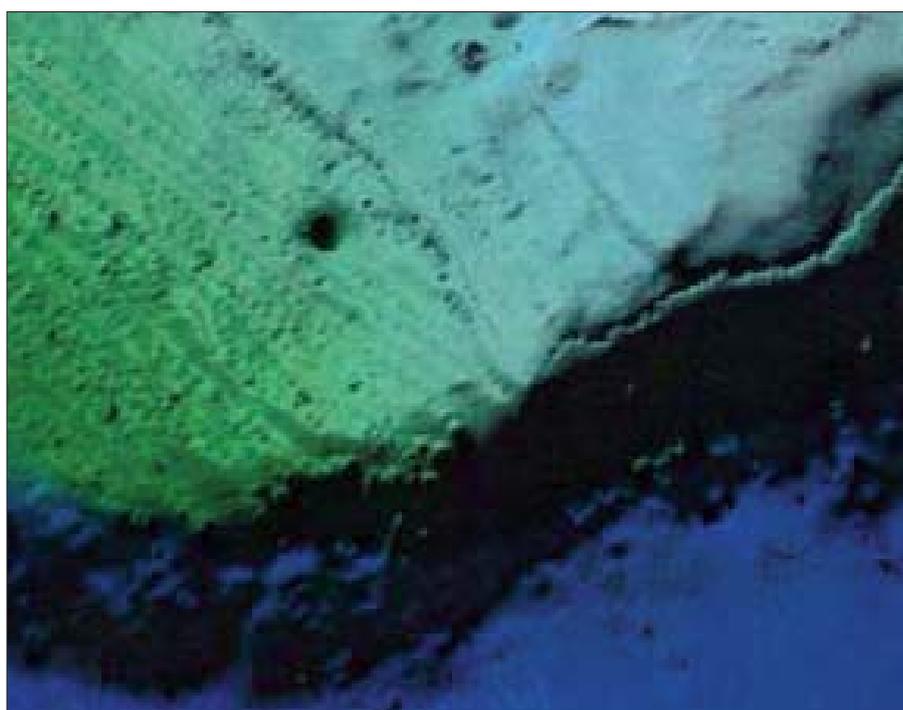
Ma la proficua crociera del 2006 rivelò, alcune miglia a sud-est rispetto al banco di Graham, anche una grande struttura circolare, localizzata ai margini di una piattaforma crustale, in un'area di subsidenza giacente su batimetriche di circa 190 metri; una struttura talmente estesa (quasi mille metri di diametro), che al momento della scoperta, era di difficile interpretazione. Il cratere del vulcano di fango *Chefren*, al largo delle



In alto: Figura 13 – Grande complesso vulcanico "Empedocle". A sinistra in alto: edifici vulcanici allineati con al centro Ferdinanda; a destra in alto: grande edificio vulcanico coperto da sedimenti; in basso al centro: il cratere giacente sulla piattaforma

A destra: Figura 14 – Particolare del cratere individuato nel 2006

al grande filosofo naturalista agrigentino, che morì precipitando nel cratere dell'Etna. La batimetria *multibeam* e il *side-scan sonar*, rivelarono anche la presenza di un piccolo cratere isolato (diametro circa 110 m), prospiciente le coste di Ribera (AG), giacente su una piattaforma crustale a -70 m, con un margine superiore ad appena -43 m dalla superficie. Il cratere presentava caratteristiche morfologiche non assimilabili a quelle di un cono eruttivo, ma di un cratere esplosivo (profilo largo, basso e spianato): questa morfologia, relativamente alla balistica delle esplosioni vulcaniche, a giudizio del vulcanologo Giovanni Lanzafame, era poco compatibile con un evento esplosivo



coste egiziane, era considerato uno dei più grandi del Mediterraneo, col suo diametro di circa 300 m, mentre quello che avevamo individuato poco al largo della Sicilia, era un cratere dalle dimensioni così elevate, da essere interpretato dapprima, come artefatto del *multibeam* (Figg. 13 e 14).

Ma questa grande struttura lievemente ellittica, dal diametro di circa 1000 metri, lo-

hanno persino invocato l'ipotesi dell'impatto di un corpo celeste con i fondali del Mediterraneo, per spiegare la crisi del Mediterraneo verificatasi nel Messiniano: secondo questa ipotesi, le conseguenze della collisione del corpo celeste, avrebbero determinato sia l'evaporazione delle acque, che lo spostamento dell'asse terrestre; sulla possibilità del mutamento dell'asse terrestre, in seguito

luglio del 2012 a bordo della nave da ricerca *Astrea* dell'ISPRA, una missione dell'INGV di Palermo e dell'Istituto Sismologico di Gibilmanna, diretta dal vulcanologo Mauro Coltelli, finalizzata a posizionare delle sonde OBS-H (Oceanographic Bottom Seismometer with Hydrophone), nello stretto di Sicilia, per registrare l'attività sismica di quest'area. Il sottoscritto, ospite a bordo della nave, suggerì al prof. Giuseppe D'Anna, il geofisico responsabile delle sonde, di posizionare uno di questi strumenti all'interno del grande *sink-hole*, rinvenuto nel 2006, con una doppia finalità: proteggere dalle reti a strascico la sonda e studiare la natura del cratere, mediante il ROV che veniva utilizzato per visionare la corretta collocazione delle sonde. Con le coordinate che avevo registrato nel corso della crociera del 2006, raggiungemmo direttamente il punto: il *multibeam* in dotazione all'*Astrea*, rese delle immagini della struttura molto definite, mentre il software elaborò la morfologia del cratere (il cui bordo esterno giaceva a -190 m), in 3D.

Decisiva per la sua identificazione, fu l'esplorazione delle sue pareti con un ROV, che oltre a non evidenziare la presenza di un bordo rilevato (caratteristico dei crateri d'impatto) e a confermare l'assenza di scorie basaltiche nella sua prossimità, evidenziò la natura sedimentaria dei suoi bordi; raggiunto il fondo rivestito da fine sedimento (il cratere è profondo circa 50 metri), si evidenziò ancora un elemento, utile a identificare la struttura: prima il sonar *multifascio* e quindi la telecamera del ROV, mostrarono la presenza di fumarole, una delle quali, al centro del grande cratere. Si procedette quindi al prelievo di campioni di gas, grazie al braccio articolato di cui era dotato il ROV.

Il grande cratere, del diametro di circa 900 metri e profondo 50, era un grande *pockmark*, il più grande di quelli sinora rinvenuti nel Mediterraneo (Fig. 15).

In fase di rientro al porto, un altro significativo rinvenimento: in prossimità di Capo San Marco di Sciacca, a circa 6 miglia dalla costa, il *multibeam* mostrò immagini relative ad un campo di *pockmarks* di medie dimensioni, questa volta proprio davanti le coste della Sicilia (Fig. 16).

#### POCKMARKS E GEO-HAZARD

Come avviene sulla terraferma, la liberazione repentina ed esplosiva di una sacca di gas in mare, può essere determinata oltre che dall'aumento del volume del gas, anche dall'aumento della sua temperatura o da un terremoto (Hovland, 1989) ed è la stessa esplosione, che a sua volta può determinare un terremoto; ma sotto la superficie del mare, le cose cambiano, dato che la migrazione dei fluidi, può essere interrotta dalla presenza di

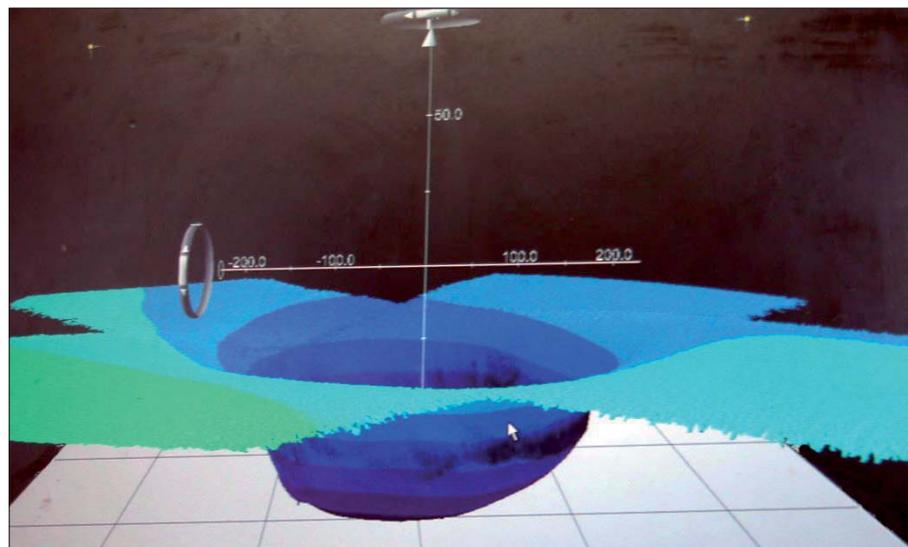


Figura 15 – Immagine multibeam del pockmark dal diametro di circa 1000 m in una elaborazione 3D

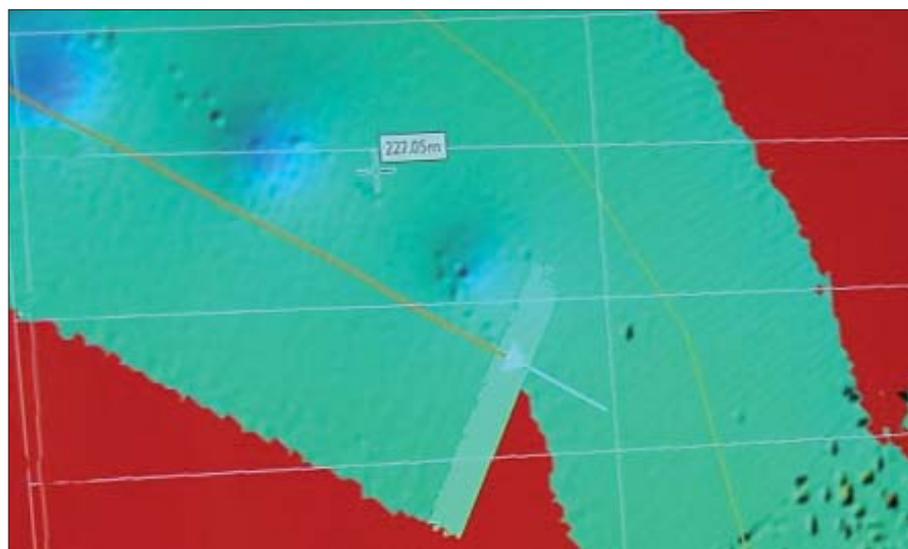


Figura 16 – Campo di pockmarks rinvenuti al largo di Capo San Marco di Sciacca

calizzata in prossimità di aree di emissione di gas ad alta energia (Cutrone, 2006), non era un artefatto: esisteva e la prima ipotesi sulla sua natura, fu di identificarla con un'area di subsidenza, probabilmente da collasso di una camera magmatica.

Altra ipotesi, è stata quella di considerarlo il risultato della collisione della crosta terrestre, con un corpo celeste, cioè un cratere da impatto; queste strutture dal caratteristico profilo circolare ed orlo rilevato, si identificano sempre con maggior frequenza, sia sulla terraferma che sott'acqua, grazie alle nuove tecniche di ricerca subacquea e di esplorazione satellitare; alcuni studiosi

all'impatto con un corpo celeste, ne aveva già parlato Dionigi Lardner nel 1860, ma è Pierre Simon Laplace che in *Exposition du système du monde* del 1836, dissertando sugli effetti della collisione con una cometa, affermò "[...] l'asse e la rotazione terrestre, ne sarebbero alterati".

Ma sinora, crateri d'impatto nel Mediterraneo occidentale, non ne sono stati rinvenuti, tantomeno il nostro, ne presentava le caratteristiche.

La vera natura di questa profonda area di subsidenza del fondo marino, da noi rinvenuta nel 2006, fu svelata nel corso di una nuova crociera oceanografica, condotta nel

barriere impermeabili, depositi di sale, sabbia compatta e ghiaia; il gradiente di pressione in queste condizioni, diviene sempre più elevato, con la possibilità di un rilascio del gas, in modo violento.

Nella risalita del gas, bisogna distinguere due fasi: nella prima, il gas dal suo giacimento, arriva sino al fondo marino, con la formazione di un *pockmark*, risalita che come abbiamo visto è condizionata dal suo aumento di pressione e di volume; nella seconda, il gas dal fondale arriva alla superficie del mare ed in questa fase, subentra il principio di fisica che regola la risalita di un fluido sottoposto a pressione decrescente, la legge di Boyle-Mariotte: *“a temperatura costante il volume di un gas varia in modo inversamente proporzionale alla pressione a cui è sottoposto”*. Nel primo caso, il rischio geologico è legato alla esplosione del gas, con la formazione di un *pockmark*, nel secondo, la pericolosità della liberazione di una sacca di gas, è legata alla espansione repentina del suo volume. Facendo riferimento alle strutture da ricerca-estrazione di idrocarburi *offshore*, nel primo caso, il rischio è a carico di oleodotti o pozzi, adagiati sul fondale marino, in pros-

2010 alla piattaforma Deep Water Horizon della British Petroleum, la cui destabilizzazione, determinata dall'intercettazione di un giacimento di idrato di metano, ha causato un dei più gravi disastri ambientali.

Nel caso della grande cratera da noi rinvenuto, l'intensità di migrazione ha determinato lo spostamento di notevoli volumi di sedimento marino, oltre che della colonna d'acqua sovrastante, ecco l'entità dei volumi spostati nella esplosione del vulcano di fango che ha creato il grande *pockmark* dello stretto di Sicilia:

volume di un cilindro di 1000 metri di diametro e di 50 m di altezza

$$V = (3,14 \times 50 \times 50) \times 1000$$

Volume di sedimento espulso = 7.850.000 m<sup>3</sup>

È ipotizzabile che un evento di questa portata non sia potuto accadere in epoca storica: esistono numerose testimonianze riportate dai cronisti dell'epoca, del terremoto seguito da maremoto che sconvolse il Mediterraneo il 21 luglio del 365 d.C., mentre non abbiamo

necessariamente ricorrere ad ipotesi come l'impatto sul fondo del mare di un meteorite, per spiegare eventi geologici capaci di comportare sconvolgimenti devastanti per tutto il Mediterraneo.

## POCKMARKS ED IDROCARBURI

Nella ricerca petrolifera, la presenza di vulcani di fango ha una grande importanza, dato che nella loro eruzione vengono espulsi sedimenti provenienti da profondità crustali che possono variare dai 2 ai 15 chilometri: lo studio di questi materiali, può dare informazioni dettagliate sulla composizione della litosfera profonda, specialmente in aree interessate dalla presunta presenza di petrolio. Il vulcano di fango viene pertanto a rappresentare un pozzo profondo naturale, un indicatore di giacimenti di petrolio (Martinelli, Panahi, 2003); inoltre, se il metano emesso spontaneamente (*fluid cold seeps*) risulta di natura termogenetica, è probabile che in prossimità del *reservoir* gassoso, possa trovarsi un giacimento di idrocarburi pesanti, per cui l'evidenza di *pockmarks* è spesso un indicatore della presenza di petrolio (Kvenvolden, 2003).



Figura 17 – Ubicazione del campo di pockmarks rispetto al pozzo Lince 1 (tratto dal VIA ENI del 2015 G.R.13.AG Canale di Sicilia – Zona G)

simità del luogo dell'esplosione; nel secondo caso, quando si ha l'espansione del gas in fase di risalita in superficie, la voluminosa sacca in continua espansione, può investire una piattaforma petrolifera, danneggiandola: è quanto successo nel Golfo del Messico nel

testimonianza di un evento che deve essere stato catastrofico, come una esplosione che ha determinato la mobilitazione violenta di 8 milioni di metri cubi di fondale marino, con le relative conseguenze: terremoto e maremoto; di fronte a questi numeri, non bisogna

Questo, non rappresenta comunque un fattore favorevole per le attività di ricerca-estrazione petrolifera: nel loro stesso studio, Martinelli e Panahi concludono il loro lavoro con una considerazione che rende perfettamente la pericolosità di queste strutture geologiche, in

relazione con l'attività di emunzione di idrocarburi: "From the perspective of the petroleum industry, mud volcanoes are a major geohazard".

Ma c'è dell'altro: oltre al rischio di frane, considerato che il fondo marino in queste aree risulta composto da sedimenti poco consistenti (*sloop instability*), bisogna tenere conto

re *offshore* (piattaforme, oleodotti, scavi di trincee per il posizionamento di cavi sottomarini), gli studi di Newton *et al.* (1980), di Judd (1981) e di Hovland (1987), sono esaurienti: i *pockmarks* devono essere considerati un rischio geologico: nella pianificazione di una installazione petrolifera, in presenza di

sicurezza di un pozzo, di un oleodotto da un campo di *pockmarks*?

È ancora più significativo il caso dello Studio di Impatto Ambientale allegato alla istanza di permesso di prospezione in mare "d 1 G. P.- SC" presentato nel luglio del 2014 dalla Schlumberger Italiana S.p.A., relativo

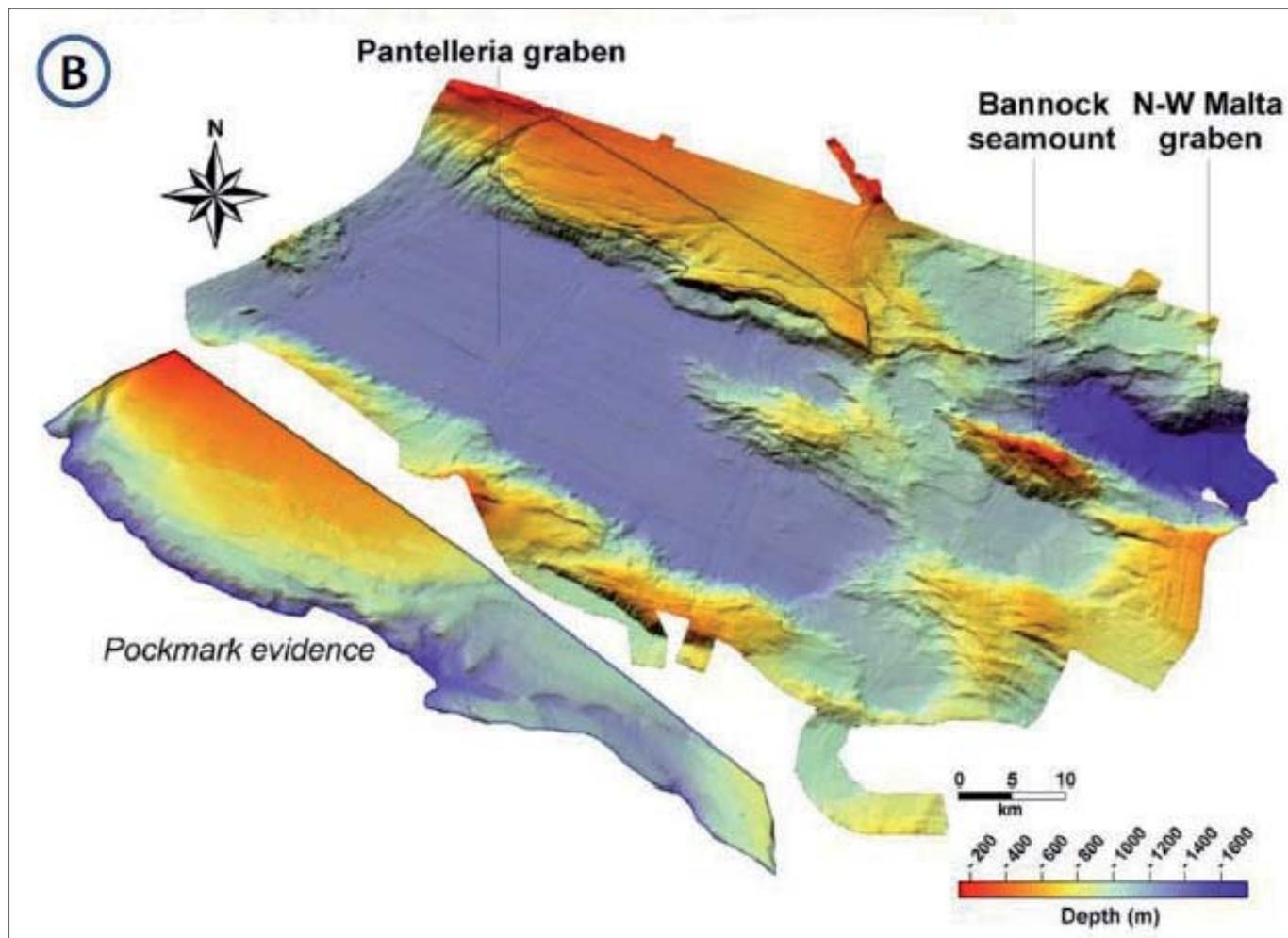


Figura 18 – Carta morfologica allegata al VIA della Schlumberger It. del luglio 2014

della liberazione repentina del gas, nel caso che una sacca venga intercettata nel corso di una trivellazione, per gli effetti devastanti che, come abbiamo visto, può avere l'espansione del gas o la sua esplosione.

Gli studi dove si evidenziano questi rischi, rappresentano delle vere e proprie linee guida, di cui tenere conto anche nelle istruttorie di processi giudiziari, dopo disastri ambientali, come quello del golfo del Messico o come quello del 2006, quando l'eruzione del vulcano di fango LUSI, durante una trivellazione per la ricerca di petrolio, ha determinato l'evacuazione di 30.000 persone, in una regione a densa popolazione ad est di Java. L'eruzione di fango attiva per due anni, ha determinato la morte di 13 persone per la rottura di un gasdotto, cancellato quattro villaggi e distrutto 25 fabbriche, determinando un danno economico quantificato in circa 70 milioni di dollari.

Sui potenziali rischi rappresentati dai *pockmarks*, nella realizzazione di struttu-

vulcanesimo sedimentario, oggi è richiesto un accurato studio dei fondali.

Quanto esposto, non è tenuto oggi nella giusta considerazione, da parte dalle società richiedenti concessioni di ricerca finalizzata alla estrazione di idrocarburi, per cui è auspicabile, una attenta verifica della congruità degli Studi di Impatto Ambientale (approntati dalle stesse società petrolifere), da parte dagli organi preposti al controllo dei SIA.

Nello Studio di Impatto Ambientale dell'ENI relativo al pozzo esplorativo "Lince 1

Permesso di ricerca G.R13.AG Canale di Sicilia – Zona G" del luglio 2015, si fa menzione del fenomeno di vulcanesimo sedimentario, attiguo all'area di perforazione di un pozzo, facendo riferimento ad uno studio condotto dall' ISMAR e dal CNR (Taviani, 2013). Dato che viene precisato che il più grande dei *pockmark*, è distante circa 17,5 km dal pozzo esplorativo Lince 1 (Fig. 17), è ovvio chiedersi chi definisce la distanza di

alla richiesta di concessione di prospezione di un'area dello stretto di Sicilia, prospiciente il graben di Pantelleria, nel quale disinvoltamente viene riportata a p. 101 una carta batimetrica (fonte Civile *et al.*, 2010) dove viene riportata bene in evidenza (Fig. 18) una *pockmark evidence*!

Il sottoscritto ha evidenziato questa incongruità, rispetto alle raccomandazioni internazionali, nel corso di una audizione al Parlamento richiesta da un gruppo parlamentare, il 5 novembre 2014 e nel corso di una intervista per RAI 3 a *Presa Diretta* (puntata del 22 febbraio del 2015, Fig. 19)

Ed il problema è stato superato con il più semplice dei provvedimenti: in una integrazione del marzo 2015, al loro Studio di Impatto Ambientale del 2014, la Schlumberger ha sostituito la carta di Civile, con una carta batimetrica di Masce (Fig. 20), dove i vulcani di fango, figurano solamente nel Mediterraneo Centrale (Masce *et al.*, 2014)



Figura 19 – Sequenza tratta dalla puntata di TG3 Presa Diretta del 22 febbraio 2015

## LE ESPLOSIONI NEL MARE DI SCIACCA

Oltre alle testimonianze riportate da Mercalli (1883), numerosi altri autori riferiscono di esplosioni e boati nel tratto di mare compreso tra Pantelleria e la costa sud-occidentale della Sicilia.

“Il 18 marzo del 1828 [...]”, riferisce il naturalista siciliano Ferrara (1838), la città di Marsala “[...] ebbe una terribile scossa accompagnata da orribile scoppio sotterraneo e da fragori che venivano dalla parte del mare; la scossa fu di tre urti che si succedettero rapidamente, il mare a vista di tutti divenne nero e molto agitato; alle ore 23 dello stesso giorno, ve ne fu altra violentissima che si replicò dopo alquanti minuti e sempre con detonazioni e fragori dalla parte del mare”. Significativa la testimonianza degli effetti di queste esplosioni che, si accompagnano a terremoti, così forti da determinare danni “[...] la città fu devastata e molti edifici uguagliati al suolo; il mare divenne più nero e così agitato che alcune barche furono spinte e rispinte e quasi sul punto di essere sommerse. Il giorno dopo l'aere fu ripieno di vivissimo odore bituminoso come di solfo e i vapori che l'ingombrarono furono capaci di far vedere il sole di aspetto fosco e giallastro”.

Nella testimonianza di Mercalli, a proposito della già citata esplosione che investì il vascello inglese *Victory* si fa riferimento agli effetti del gas “[...] Improvvisamente si diffusero nell'aria emanazioni solforose, tanto forti che l'equipaggio della nave appena poteva respirare.” (Mercalli, 1883).

Anche la disastrosa esplosione del vulcano di fango di Aragona del 27 settembre 2014, ha dato origine ad un'onda sismica, rilevata dalla stazione dell'INGV di Palermo FAVR alle ore 11,52', 30” (Fig. 21).

Relativamente al mare di Sciacca, eccezionale risulta la testimonianza di anziani pescatori e la consultazione di quotidiani dell'epoca, nonché cronache Parlamentari, che riferiscono di un evento occorso il 12 novembre del 1951, quando dopo un forte boato, il mare si ritirò improvvisamente, lasciando scoperti i fondali del porto e determinando la rottura degli ormeggi delle imbarcazioni; l'onda anomala con la quale le acque riaffluirono, danneggiò le strutture portuali, alcune case e diversi magazzini, comportando la dispersione di parte della flottiglia peschereccia di Sciacca, con danni stimati da una Commissione Parlamentare, superiori ai 40 milioni di lire. L'evento è da mettere in rela-

zione con l'esplosione di una sacca di gas, in quanto il maremoto non era stato anticipato da alcun terremoto, ma soltanto dalla violenta esplosione avvertita prima del ritiro delle acque del mare. L'evento fu così disastroso, da fare intervenire il Governo in aiuto alla popolazione, come si evince dalle Cronache Parlamentari del 1951, nelle quali è riportato che l'on. D'Amico del Collegio di Sciacca criticò il ministro, per il modesto stanziamento di 40 milioni, deliberato per riparare i danni causati dal maremoto e per risarcire i pescatori che avevano perso le loro imbarcazioni; è singolare, nel leggere le trascrizioni di questo confronto, il senso di impotenza che traspare, nel prevenire fenomeni di questo tipo: on. D'Amico “Il valore dei danni sia alle opere portuali sia all'abitato di Sciacca ammonta a parecchie centinaia di milioni mentre le somme che sono state elargite sono molto modeste. Io domando quali provvedimenti il Governo intendeva prendere al fine di evitare che altri danni possano determinarsi in simili circostanze. L'on. Sottosegretario non ha risposto nulla a questo proposito”. Risponde l'on. Camangi, Sottosegretario di Stato per i Lavori Pubblici: “Scusi, on. D'Amico, ma quali provvedimenti si possono adottare per prevenire un altro maremoto?”.

La descrizione di questo maremoto, è riportato anche in diversi quotidiani dell'epoca, ma in particolare, la corrispondenza dell'invio di Palermo del 12 novembre 1951 per *La Stampa* è utile a comprendere l'entità del fenomeno ed i suoi devastanti effetti: “Ieri, verso la mezzanotte e mezza nell'interno del porto di Sciacca, improvvisamente il mare si sollevava fino a raggiungere l'altezza di oltre tre metri e, con una gigantesca ondata sovrastante le banchine, si abbatteva con violenza sull'abitato. Le circostanze con cui il fenomeno si è manifestato fanno pensare ad un autentico maremoto. Le barche che in numero di oltre 150 nell'angusto specchio d'acqua formavano quasi un ponte, all'urto tremendo dell'onda rotti gli ormeggi sono

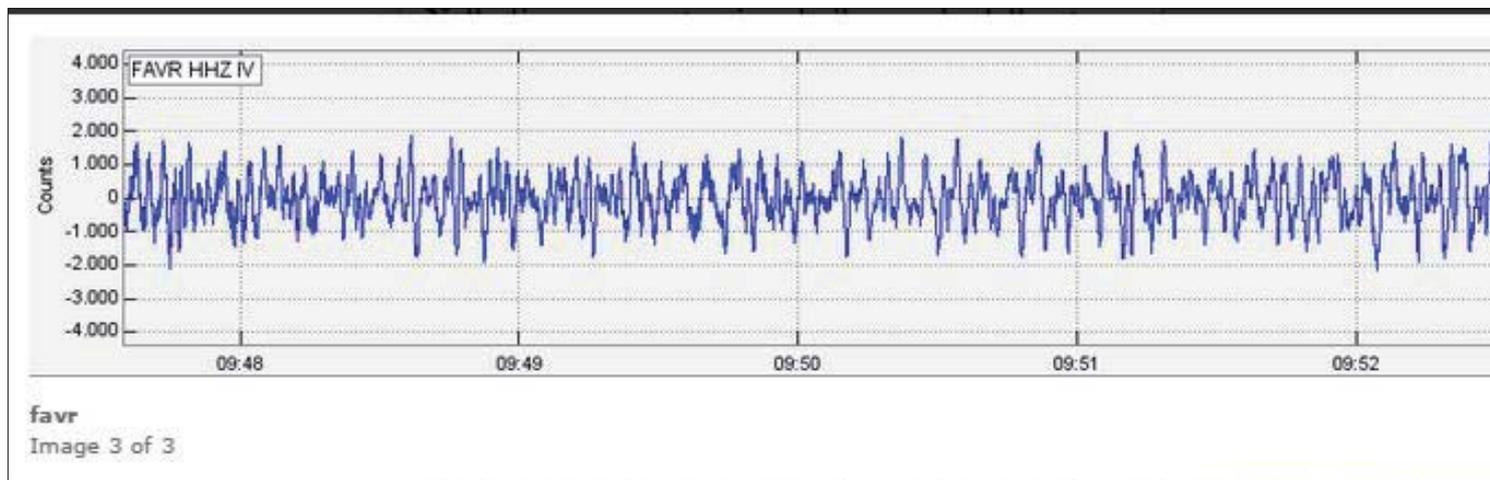


Figura 21 – Aragona: sismogramma del 27 settembre 2014 relativo all'esplosione del vulcano di fango (stazione FAVR dell'INGV)

state trasportate via dal risucchio. Uno spettacolo desolante si presentava nelle prime ore dell'alba nella sconvolta marina e lungo il litorale: barche affondate, rottami alla deriva, motopescherecci dalle fiancate squarciate a cavallo delle distrutte banchine. Mancano una trentina di battelli; circa duecento metri di banchina sono stati divelti dalla furia delle acque”.

altre, alcune considerevoli come quella del 28 luglio del 1997 e come quella al largo di capo San Marco di Sciacca, osservata da numerosi testimoni la notte del 30 agosto del 2008; una serie di boati che hanno provocato apprensione tra la popolazione di Sciacca e Menfi, sono stati avvertiti domenica 5 maggio 2012.

Uno studio geologico di questi fondali, è tutt'ora in corso, alcune sonde muti-parame-

complessi fenomeni geologici che interessano lo stretto di Sicilia.

#### NOTE CONCLUSIVE

Nei fondali dello Stretto di Sicilia si rinviene uno straordinario ecosistema, complesso e contrapposto: quello a ridosso degli edifici vulcanici, dove i basalti colonnari rappresentano un'oasi per innumerevoli specie di ani-

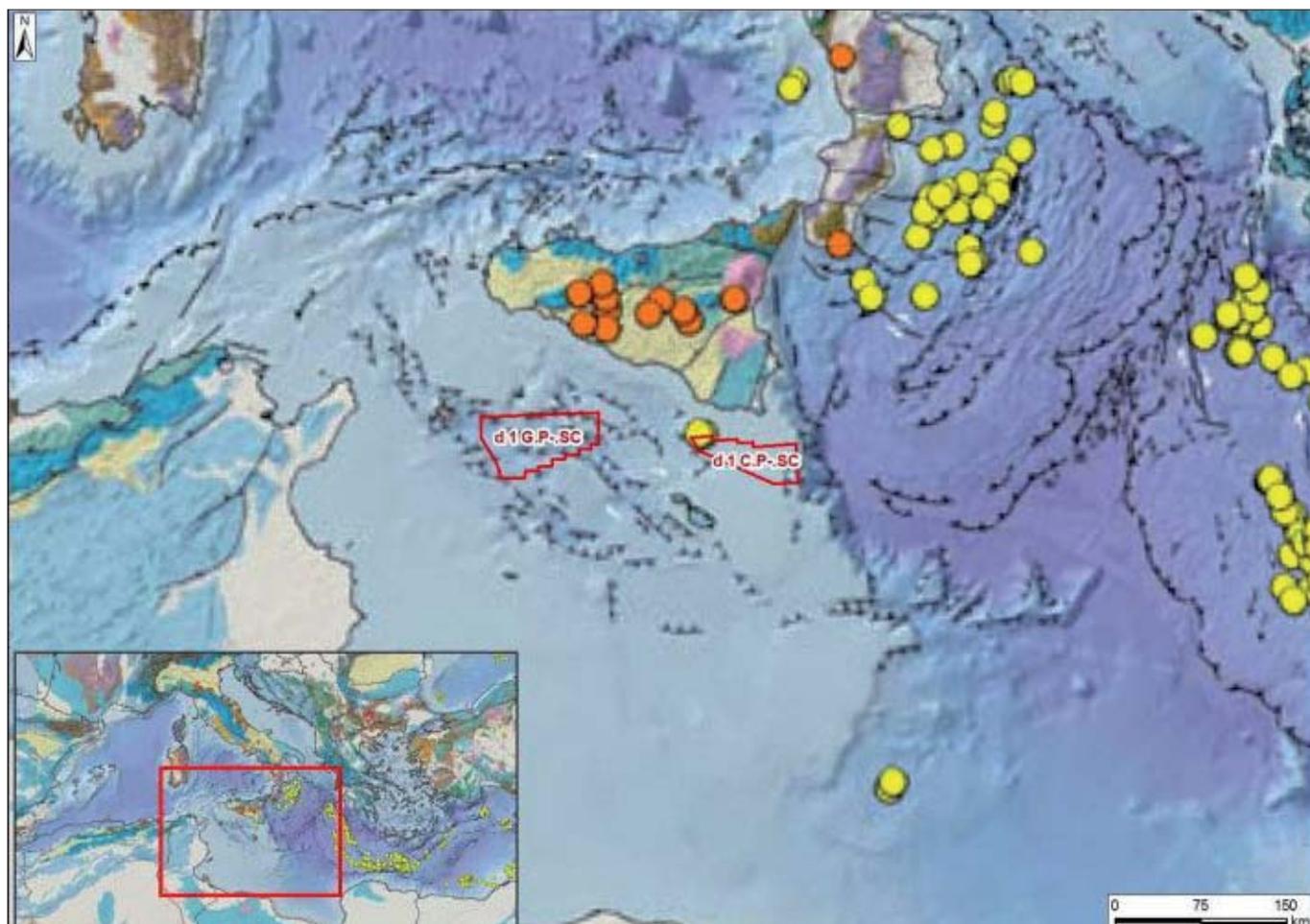
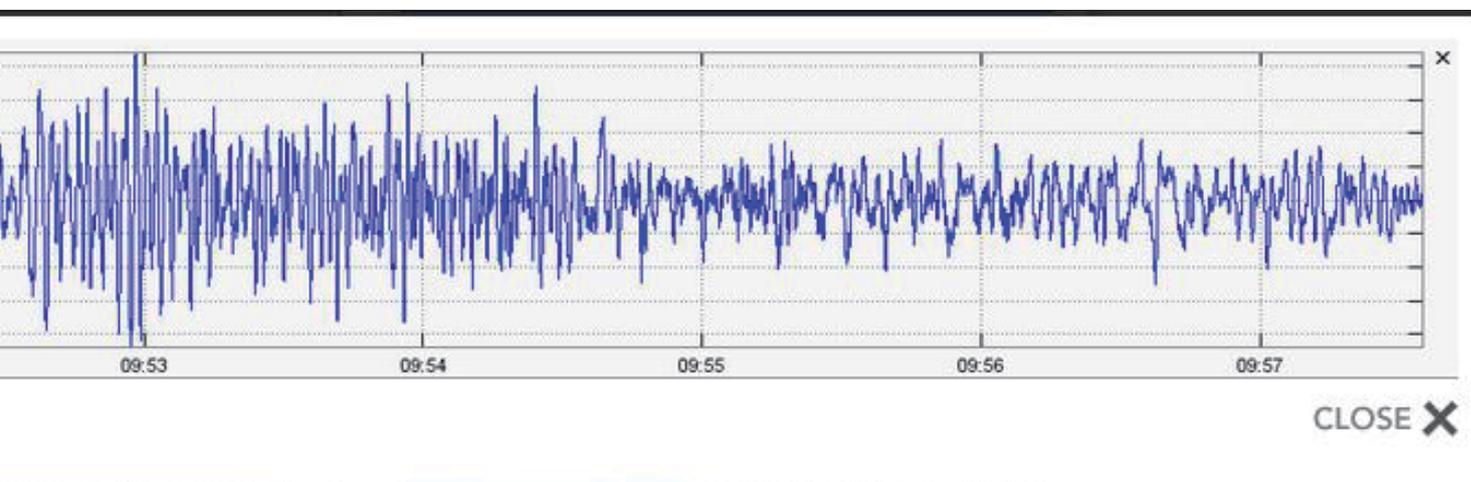


Figura 20 – Carta morfologica di Mascle riportata nell'integrazione del 2015 al VIA della Schlumberger It

Quanto descritto dall'inviato de *La Stampa*, è utile anche a rimarcare che questi eventi, non sono lontani nel tempo: oltre quella del 1951, di esplosioni ne sono seguite molte

tro, posizionate da un gruppo di sommozzatori coordinate dallo scrivente, per l'INGV di Catania, stanno attualmente registrando diversi dati, che contribuiranno a fare chiarezza sui

mali e dove il calore delle lave sembra aver modificato l'assetto genetico del *Corallium rubrum*, originando la splendida varietà del corallo rosa di Sciacca (Rajola, 2012) ed un



altro ecosistema, quello degli ambienti profondi apparentemente deserti e inospitali, dove invece la vita pullula, rappresentata da arcaici micro-organismi, che ricorrono non alla fotosintesi, ma all'ossidazione del metano, come sorgente di carbonio.

Il vulcanesimo sedimentario sembra apparire come un fenomeno pericoloso per l'uomo e deleterio per l'ambiente, mentre come avviene per ogni fenomeno fisiologico, anche violento della natura, bisogna riconoscere gli aspetti positivi legati a questo fenomeno: se i camini idro-termali, rappresentano una fonte di minerali come ferro, manganese, nichel, rame e cobalto (Pryor, 1995) ed una potenziale risorsa energetica quale fonte di energia geo-termica, ai *pockmarks*, spesso si associano sorgenti sottomarine di acqua dolce, una vera riserva sfruttata da diverse popolazioni di aree desertiche che trovano in mare aperto, questo prezioso approvvigionamento (Taniguchi *et al.*, 2002); alla base del vulcanesimo sedimentario, vi è la presenza di gas che rappresenta la più grande riserva di metano del pianeta ed il cui contenuto energetico, supera tutte le risorse di combustibili fossili (Claypool, 1983): ma da quanto esposto, è evidente che un loro sfruttamento, implica un'attenta conoscenza dei fondali marini ed una sostenibilità rispetto agli ecosistemi prossimi ai giacimenti, rimarcando l'evidenza, che le aree di pesca prossime alle sorgenti idrotermali, sono molto pescose: nello stretto di Sicilia, questa aree vengono a rappresentare vere e proprie *nursery*, per diverse specie di pesci.

Il vulcanesimo sedimentario, è noto nel Mediterraneo centro-orientale, mentre sono molti, i vulcani di fango ancora da scoprire nel mare di Sicilia, dato che i *pockmarks* sono comuni in aree dinamiche come la Sicilia, dove insistono complessi di accrezione, da spinta tettonica (Dimitrof, 2002).

Ma nel momento in cui un decreto legge, il cosiddetto "Sblocca Italia" convertito in legge il 5 novembre 2014, rende più agevole il rilascio di concessioni per la trivellazione anche dello stretto di Sicilia, è improcrastinabile la mappatura di questi fondali, considerato che la presenza di vulcani attivi (Santo, 2010) e il vulcanesimo sedimentario, richiedono cautela per il geo-rischio insito alle manifestazioni parossistiche di questo fenomeno (Mazzotta, 2013).

I vulcani di fango sinora rinvenuti nel Mediterraneo, sono stati battezzati con nomi che si rifanno al mondo egizio o greco (*Chefren*, *Eratostene*, *Anassimandro*), per cui penso di essere in tema, battezzando il grande *pockmark*, rinvenuto nelle acque prospicienti le coste Sud-Occidentali della Sicilia, "*Polyphemus*" dato che questo grande *pockmark*, ricorda l'occhio di un ciclope.

## BIBLIOGRAFIA

- BOCCONE P. (1697), *Museo di Fisica e di Esperienze*. Baptistam Zuccato Ed, Venezia.
- CANGEMI, M., MADONIA, P. (2014), *Mud volcanoes in onshore Sicily*, Gottingen Contributions to Geosciences, 77: 123-127.
- CLAYPOOL G., E., KVENVOLDEN K., A., *Methane and other hydrocarbon gases in marine sediment*, "Annual Review of Earth and Planetary Sciences", Vol. 11: 299-327, my 1983.
- CIVILE D., LODOLO E., ACCIETELLA D., GELETTI R., BENVIRHAM Z., DEPONTE M., FACCHIN L., RAMELLA R., ROMEO R. (2010), *The Pantelleria graben (Sicily Channel, Central Mediterranean): an example of intraplate 'passive' rift*. Tectonophysics, 490, 173-183.
- CORSARO R., A. (2004), *Studio di pomice spiaggiate lungo le coste sud-occidentali della Sicilia*, INGV Catania, prot.int. n° UVFG, 2004/006.
- CUTRONE A., SANTO A. P., LANZAFAME G., TESSAROLO C., MACALUSO D. (2006), *La Crociera della Università sul banco Graham: prime segnalazioni di emissioni fumaroliche ad alta energia*. V Convegno Nazionale CONISMA, Viareggio, nov. 2006.
- DA ZARA A. (1942), *Giornale di Bordo Incrociatore Eugenio Di Savoia*, Ufficio Storico Marina Militare, 15 giugno 1942.
- DIMITROF, L., I. (2002), *Mud volcanoes: the most important pathway for degassing deeply buried sediments*. Earth Sci. Rev. 59, 49-76.
- DE DOLMIEU D.G.S.T. (1783), *Voyage aux îles de Lipari fait en 1781, ou Notice sur les îles Eoliennes, pour servir à l'Histoire des Volcans*. Ed. Cuchet, Paris, 1783.
- FALZONE, G., ROSSI, P. M., FALAUTANO, G., MACALUSO, D., NIOSI, M., FALAUTANO, G. (2010), *Rapporto INGV*, n° 125.
- FAVARA R., GIOIA C., GRASSA F., INGUAGGIATO S., PROIETTO F. & VALENZA M. (2001), *Studio geochimico delle manifestazioni fluide presenti nell'area della riserva naturale integrale 'Macalube di Aragona'*, Naturalista Siciliano, vol. XXV, suppl. 2001, 137-154.
- FERRARA A.F. (1838), *Storia Generale della Sicilia*. Tomo X. Francesco Lao ed. Palermo.
- HOLLAND, C.W., ETIOPE, G., MILKOW, A.V., MICHEOLOZZI, E., FAVALI, P. (2003), *Mud volcanoes discovered offshore Sicily*. Marine Geology 199, 1-6.
- HOVLAND M. (1989), *The formation of pockmark and their potential influence on offshore construction*. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, 22, 131-138.
- JUDD A.G. (1981), *Evaluating the hazard potential if pockmark*, Oceans Conference, Brighton, Sept 1981, pp 694-698.
- JUDD, A.G., HOVLAND, M. (2007), *Seabed fluid flow. The impact on geology, biology, and the marine environment*. Ed. Cambridge University Press.
- KING L. H., MAC LEAN B. (1970), *Pockmarks on the Scotian Shelf*. Geol. Soc. Am. Bull., Vol.81. pp. 3141-3148.
- KVENVOLDEN K.A. & COOPER C.K. (2003), *Natural seepage of crude oil into the marine environment*. Geo-Marine Letters 23:140-146.
- LA VIA G.B. (1823), *Rapporto sulla eruzione di fango a Terrapilata*. Nuovi annali di Scienze Naturali, Tip. Jacopo Marsigli, Bologna, p.121.
- LODOLO E. (2011), *La geografia del Quaternario*. Darwin, luglio-agosto 2011. Ed. Newton.
- LYOBOMIR D., WOODSIDE, J. (2003), *Deep sea pockmark environments in the eastern Mediterranean*, Marine Geology, 195, 263-276.
- MACALUSO D. (2009), *Messina 1908: terremoto geologico-terremoto genetico*. Atti Conferenza "DNA e Ambiente", Sciacca, marzo 2009.
- MARTINELLI G., PANAH B. (2003), *Mud volcanoes, geodynamics and seismicity*, NATO Science Series, Vol 51. may 2003.
- MASCLE J., MASCLE G., CAMERA L., BROSOLO L. (2012), *Mud volcanoes and fluid seepage in the Mediterranean domain*, 11th Conference on Gas in Marine Sediments, 4-7 Nice (France), September 2012.
- MASCLE J., MARY F., PRAEG D., BROSOLO L., CAMERA L., CERAMICOLA S., DUPRÉ S. (2014), *Distribution and geological control of mud volcanoes and other fluid/free gas seepage features in the Mediterranean Sea and nearby Gulf of Cadiz*. Geo-Marine Letters. doi 10.1007/s00367-014-0356-4.
- MATTIA M., BONACCORSO A., GUGLIEMINO M. (2007), *Ground deformation in the Island of Pantelleria*, Journal of Geophysical Research, Vol. 112, B 11406.
- MAZZOTTA G., SIRAGUSA E., MACALUSO D. (2013), *La Cultura della Prevenzione: il Rischio Sismico in Sicilia, materiali e scritti, conferenza*, Ribera, marzo 2013.
- MERCALLI G. (1883), *Geologia d'Italia: Vulcani e fenomeni vulcanici*, Milano, Vallardi editore.
- NEWTON R.S., CUNNINGHAM R.C., SCHUBERTH C.E. (1980), *Mudvolcanoes and pockmarks: seafloor engineering hazard or geological curiosities*, OTC 3729, Offshore Technology Conf., 5-8 may, Houston, Texas.
- PRYOR T.A. (1995), *New described super-nodule resource*. Sea Technology, 36, 15-18.
- RAIOLA G., SUPERCHI M. (2012), *Mistero Sciacca*. Ed. Scientifiche e Artistiche, Napoli.
- ROBERTSON A.H.F., KOPF A. (1998), *Tectonic setting and process of mud volcanism on the Mediterranean Ridge accretionary complex*, Earth and Planetary Science Research Institute Edimburg, 160, 665-680.
- SANTO, A.P., CORSELLI, C., TESSAROLO, C., TIBALDI, A. (2010), *The hidden volcanic hazard: the low-water submarine volcanoes of the Sicily Channel, Mediterranean Sea*. Solid Earth - Basic Science for the Human Habitat - ILP's Second Potsdam Conference, 2010.
- SAVINI, A., MALINVERNO, E., ETIOPE, G., TESSAROLO, C., CORSELLI, C. (2009), *Shallow seep-related seafloor features along the Malta Plateau (Sicily channel-Mediterranean Sea): morphologies and geo-environmental control of their distribution*. Marine and Petroleum Geology 26, 1831-1848.
- SHUBENKOVA, O.V. & LIKHOSHVAI A.V. (2010), *Microbial community of reduced pockmark sediments*, Microbiology, vol. 79, N° 6, 801-811.
- STOPPANI A. (1871), *Corso di Geologia*. Bernardoni-Brigola Editori, Milano.
- TANIGUCHI M., BURNETT W.C., CABLE J.E., TURNER J.V. (2002), *Investigation of submarine groundwater discharge*, Hydrological Processes 16:2115-2129.
- TAVIANI M., ANGELETTI, L., CEREGATO A., FOGLINI F., FROGLIA C., TRINCARDI F. (2013), *The Gela basin pockmarks field in the Street of Sicily*, Biogeosciences, 10, 4653-4671.
- TUCCIMEI P., MOLLO S., VINCIGUERRA S., CASTELLUCIO M., SOLIGO M.L. (2010), *Radon and thoron emission from lithophysae-rich tuff under increasing deformation: an experimental study*. Geophysical Research Letters, vol 37. L05305, doi:10.1029/2009GL042134.

# Grotta Marozza, una lunga storia nella campagna romana determinata dall'idrogeologia

## Grotta Marozza, a long history in the Roman countryside determined by the hydrogeology

Parole chiave (*key words*): Acque Labane (*Acque Labane*), Grotta Marozza (*Grotta Marozza*), idrogeologia (*hydrogeology*), sink hole (*sink hole*)

PIETRO FRATINI  
Ingegnere  
E-mail: fratini.p.1@gmail.com

ROBERTO BRANCALEONI  
Geologo  
E-mail: roberto.brancaleoni@geoplanning.it

FABIO GARBIN  
Geologo  
E-mail: fabio.garbin@geoplanning.it

### 1. PREMESSA

Grotta Marozza è il toponimo di una vasta zona agricola compresa tra i centri di Monterotondo, Mentana, Castelchiodato, Cretone, Palombara Sabina e Montelibretti, nella così detta Sabina Romana (Fig. 1).

Nel Medioevo era un importante centro abitato che fu repentinamente abbandonato per diventare un semplice contado dei signori di Monterotondo e Mentana. La perdita dell'autonoma identità l'ha resa estranea ad ambedue le realtà civiche e per questo oggi non si ha un'adeguata percezione della sua realtà storico-culturale.

La presenza dell'uomo a Grotta Marozza è testimoniata da costruzioni antiche e moderne di edifici ed infrastrutture:

- l'Antica via Nomentana, poi via Reatina e oggi strada comunale di Grotta Marozza che, collegando Roma con la Sabina, ha visto le mandrie transumanti verso l'Agro Romano, i mercanti che raggiungevano l'Urbe, gli intellettuali europei che facevano il *Gran Tournel* Bel Paese, i pellegrini nel cammino di fede lungo una *Via Francigena*;
- numerosi siti di interesse archeologico che testimoniano un'intensa presenza, prima Sabina e poi Romana;
- i ruderi dell'imponente Castello che nel Medioevo dominò un importante centro agricolo con centinaia di abitanti e che vide le lotte tra le grandi famiglie Romane e le scorrerie di Ungari, Normanni e soprattutto Saraceni;
- il borghetto del Casale di Grotta Marozza che in età medioevale era il villaggio dei contadini asserviti al castello e che oggi comprende manufatti già rappresentati nella cartografia del XVI secolo, altri edifici rurali ed una piccola chiesa costruiti all'inizio del Novecento (Fig. 2).
- alcune ville costruite nel XX secolo, esempi di residenze di campagna che rappresentano uno stile di vita moderno, ma comunque legato alla tradizione agricola del territorio.

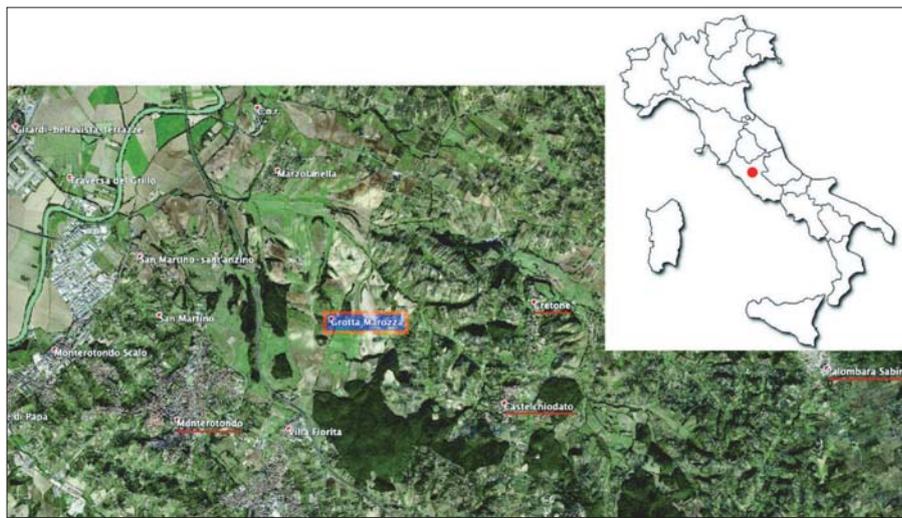


Figura 1 – Ubicazione geografica



Figura 2 – Castello di Grotta Marozza e borgo annesso (da Google Earth)

Numerosi riferimenti bibliografici degli archivi pubblici ed ecclesiastici di Roma e della Sabina mostrano in Grotta Marozza uno vero spaccato della storia della campagna romana (Guattani G.A., 1828; Tomassetti G., 1882).

I terreni di Grotta Marozza configurano una vasta estensione ben conservata dal punto di vista naturalistico e di notevole bellezza paesaggistico-ambientale ove, come vedremo, la geologia e l'idrogeologia nel medioevo hanno giocato un ruolo fondamentale sia nello sviluppo che nel rapido declino.

### 2. AGRICOLTURA E TURISMO TERMALE NELL'EPOCA ROMANA E PRE-ROMANA

Sono numerose le presenze archeologiche che testimoniano un'antropizzazione sin dall'epoca pre-romana:

- in località Monte Oliveto, Colle Lupo, Vittellara, Bufala vi sono tracce di residenze agricole, strutture idrauliche e magazzini di epoca romana e sabina;
- a ovest del Castello vi è un'area ricca di frammenti di strutture murarie che fanno supporre la presenza di una villa residenziale: una cavità nel terreno indica il luogo dove era presente una cisterna che raccoglieva l'acqua;
- sul pianoro del colle del Castello di Grotta Marozza vi era un'importante villa romana che presentava caratteristiche di pregio: alcuni autori ipotizzano fosse la villa di Cecolo, liberto dell'imperatore Nerone (Togninelli, 2004);
- a poche centinaia di metri dal Castello sgorga la sorgente di acqua solfurea "Acqua sorfa", ove i romani realizzarono la stazione termale delle *Acque Labane*, che oggi ha una portata molto ridotta (Fig. 10).  
I resti di numerose costruzioni romane ed il tracciato dell'Antica via Nomentana (Pa-

la C., 1976), hanno indotto gli studiosi del passato a identificare Grotta Marozza con *Eretum*, importante città della Sabina pre-romana (Nibby A., 1849). Ricerche recenti hanno localizzato Eretum più a nord, nei pressi di Montelibretti. La fertilità dei terreni, la felice ubicazione (tra Nomentum ed Eretum, nel punto di unione delle vie Nomentana e Salaria) e le allora abbondanti risorse idriche, svilupparono l'economia agroalimentare (vino, olio, formaggi, frutta, ortaggi), generi molto richiesti dall'esigente mercato romano.

Il benessere favorì un turismo *ante litteram*: per molti poeti e scrittori latini le maggiori attrattive erano costituite, oltre che dal buon vino (*"così generoso da conservarsi anche per cinque anni e più invecchiava e più era buono"*) dalla salubrità dell'aria e dalla presenza della stazione termale delle *Acque Labane*, dove importanti opere idrauliche trasformarono le sorgenti calde e solfuree in un impianto termale rinomato nel Lazio per le qualità terapeutiche delle sue acque; erano inoltre presenti anche sorgenti fredde e minerali.

Molti patrizi romani fecero a gara per avere qualche jugero di terra ove costruire la propria residenza: stando alle fonti letterarie Cornelio Nipote, Tito Pomponio Attico, Publio Ovidio Nasone, Lucio Anneo Seneca, Giulia Agrippina e Valerio Marziale furono ospiti dell'agro nomentano.

### 3. LA NASCITA DI GROTTA MAROZZA

Dopo la fine dell'impero romano d'Occidente i grandi poderi della campagna romana passarono sotto la gestione dei Monasteri (Farfa, Subiaco, ecc.) o Vescovati (Sutri, Tivoli, ecc.), capaci di garantirne la difesa nelle frequenti invasioni di popolazioni che devastavano il centro Italia.

In tale contesto di insicurezza nel X secolo iniziò la realizzazione di insediamenti fortificati (l'"incastellamento della campagna romana"): tra essi quelli tra il Tevere e l'Aniene (Associazione Nomentana, 2002) e, in particolare, il Castello di Grotta Marozza (Figg. 3 e 4), realizzato sull'altura che domina la zona tra Mentana e Montelibretti, caratterizzata da

numerose grotte ed alle cui falde era presente una sorgente d'acqua poi esauritasi.

Non è accertato l'esatto periodo della costruzione del Castello, né quello della prima comparsa del toponimo "Grotta Marozza", ma molti elementi raccolti negli archivi lo fanno risalire a Marozia de' Crescenzi, baronessa di Mentana, senatrice di Roma e cugina di Alberico II (fu lui, governando Roma, ad avviare l'"incastellamento della campagna romana"). Alcuni studiosi ritengono che quello di Grotta Marozza sia *il più antico castello medievale della campagna romana* (Ashby T., 1927; Tomassetti G., 1892). Con bolla del 1203 Papa Innocenzo III confermava "Cryptam Marozam" tra i beni dei Benedettini dell'Abbazia di San Paolo.

### 4. LO SVILUPPO DELL'AGRICOLTURA

Nel 1207 il possedimento di Grotta Marozza fu assegnato alla famiglia Capocci, e poi nel 1305 a quella dei Colonna che la tennero fino al 1407; questo periodo vide un grande sviluppo a Grotta Marozza, attraendo nuovi abitanti ed incrementando le attività agropastorali: dai registri Comunali di Roma dei consumi di sale e dell'esazione del *focatico* (tassa applicata a ciascun gruppo familiare) si desume che il *tenimentum castris Gripte Marozi* nel 1350 avesse una popolazione superiore ai 400 abitanti (Tomassetti G., 1892).

Grotta Marozza divenne un centro agricolo di grande importanza. Gli abitanti risiedevano in parte nel castello, nel borgo, presso gli attuali Casali di Grotta Marozza, o in casupole sparse nella campagna, ma sempre vicine a sorgenti e/o corsi d'acqua.



Figura 3 – Le rovine del castello di Grotta Marozza rappresentate in un documento del 1674



Figura 4 – Castello di Grotta Marozza sul rilievo carbonatico

### 5. ABBANDONO E FRAZIONAMENTO

Nel 1348 scoppiò la *peste nera*. In tali circostanze, inoltre, continuarono le lotte per il possesso dei territori, da parte delle casate romane. Come conseguenza molti siti della campagna romana furono abbandonati: gli abitanti di Grotta Marozza iniziarono un improvviso esodo verso la vicina Monterotondo. In un documento del 1407 Grotta Marozza risultava disabitata *"tenimentum castris dirupti noncupati Grotta Marozza"*. Dal XV al XVIII secolo Grotta Marozza fu oggetto di vendite, frazionamenti o riaccorpamenti tra numerose casate nobili romane e non (Orsini, Savelli, Del Bufalo, Salviati, Barberini, Del Grillo, Borromei, Migliano).

In tale contesto le uniche attività economiche dal XV al XVIII secolo erano la pastorizia stanziale e quella transumante sulla via Nomentana, con la comparsa di osterie di campagna; vari documenti del Seicento e del Settecento riportano l'"Osteria di Grotta Marozza" ai piedi dei ruderi del Castello nell'attuale Casale di Grotta Marozza (Fig. 5, diario di viaggio di Lukas Holstenius del 1641).



Figura 5 – Il castello in rovina e l'osteria di Grotta Marozza nel 1660

### 6. GROTTA MAROZZA ATTUALE

Nel 1823 il principe Luigi Maria Boncompagni Ludovisi per 30.000 scudi acquistò Grotta Marozza da Gerardo Loffredo principe di Migliano. I Boncompagni Ludovisi ripresero le attività agricole, e nel 1924 cedettero la tenuta ad Antonio Fratini, un imprenditore di Visso che avviò interventi infrastrutturali, aggiornò le lavorazioni agro-pastorali e costruì nuove strade ed edifici; l'antica tenuta era stata trasformata in una moderna azienda agricola. I figli di Antonio Fratini continuarono la gestione della tenuta e in parte ne fecero oggetto di vendite. Le attività furono ulteriormente diversificate fino all'attuale assetto che vede attività per la produzione agro-pastorale, per la residenza e per il tempo libero, in un ambiente naturale dove prevale uno stile di vita sobrio.

### 7. GEOLOGIA, IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA

I rilievi circostanti Grotta Marozza sono prevalentemente carbonatici; i calcari costituivano materiale da costruzione ed il castello stesso fu realizzato con blocchetti di calcare estratti alla falde della collina su cui è po-



Figura 6 – Grotta carsica



Figura 7 – Ruederi castello e grotte carsiche

sto. La piana che circonda Grotta Marozza è caratterizzata da depositi eluvio-colluviali e da sedimenti degli antichi alvei fluviali. La copertura alluvionale, che poggia sul *bedrock* carbonatico, è costituita da alternanze di sabbie e limi con clasti calcarei: lo spessore dei terreni sciolti è stimato tra i 10 e i 25 metri.

Il castello di Grotta Marozza fu fondato sull'altura che domina tutta l'area (Fig. 3). La scelta del sito di insediamento fu dovuta anche alla presenza di una sorgente di acqua sul lato sud, in corrispondenza del muro di cinta; oggi essa non è più presente, ma è segnalata da evidenti fenomeni di travertinizzazione. La cartografia del Seicento (Fig. 5) evidenzia poi la presenza di un ruscello tra il castello ed il borgo: ciò conferma come vi fosse un'ampia disponibilità di acqua necessaria alle esigenze di centinaia di abitanti. Oggi il ruscello è ridotto ad un piccolo corso d'acqua con portata molto ridotta; a volte appare addirittura secco, in particolare al termine della stagione estiva. Alcune centinaia di metri a est del Castello è presente una sorgente di acqua solfurea, l'*Acqua sorfa*, dove i romani realizzarono la stazione termale delle *Acque Labane* citate persino da Strabone, il grande geografo greco del primo secolo a.C. (Geografia V, 3, 11). Ancora nel secondo dopoguerra le acque venivano usate per bagnarsi dagli abitanti dei paesi del circondario, mentre oggi le risorgive hanno una portata fortemente ridotta e rimangono presenti solo in corrispondenza di un fitto canneto.

Nell'area sono note forme e cavità ipogee carsiche: sono presenti gallerie ipogee ed inghiottitoi carsici nelle vicinanze del borgo e del castello (Figg. 6 e 7).

A conferma di questa evidente evoluzione carsica che interessa i calcari liassici del basamento carbonatico, nel marzo 2010 un probabile *sinkhole* si è generato nei pressi del Castello di Grotta Marozza (Figg 8 e 9): durante i lavori di aratura del terreno si è aperta una voragine del diametro di circa

2 metri e della profondità di circa 7 metri. La cavità aveva una forma superficiale sub-circolare ed una morfologia ad anfora, che si allargava prevalentemente verso il basso in una più ampia cavità (Brancaleoni R., Fratini

P., Garbin F., Nisio S., 2015). Non si ricorda la presenza di acque all'interno della cavità stessa. La natura del terreno e la presenza del *bedrock* carbonatico fanno ipotizzare un processo di *cover collapse sinkholes* (Nisio,



Figura 8 – Sito del probabile sinkhole

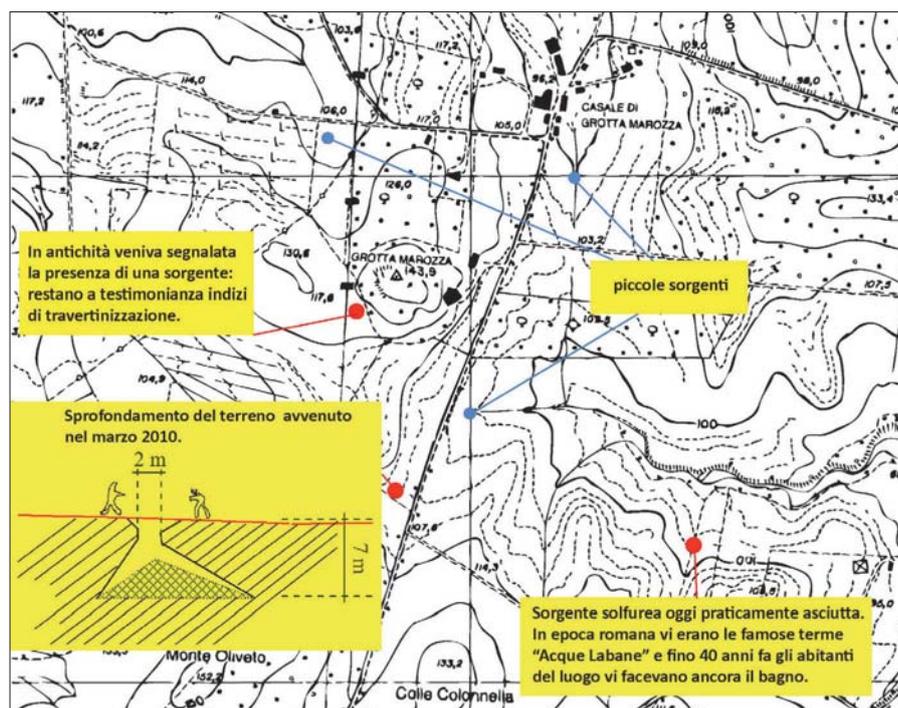


Figura 9 – Evidenze di fenomeni carsici nei pressi del sito

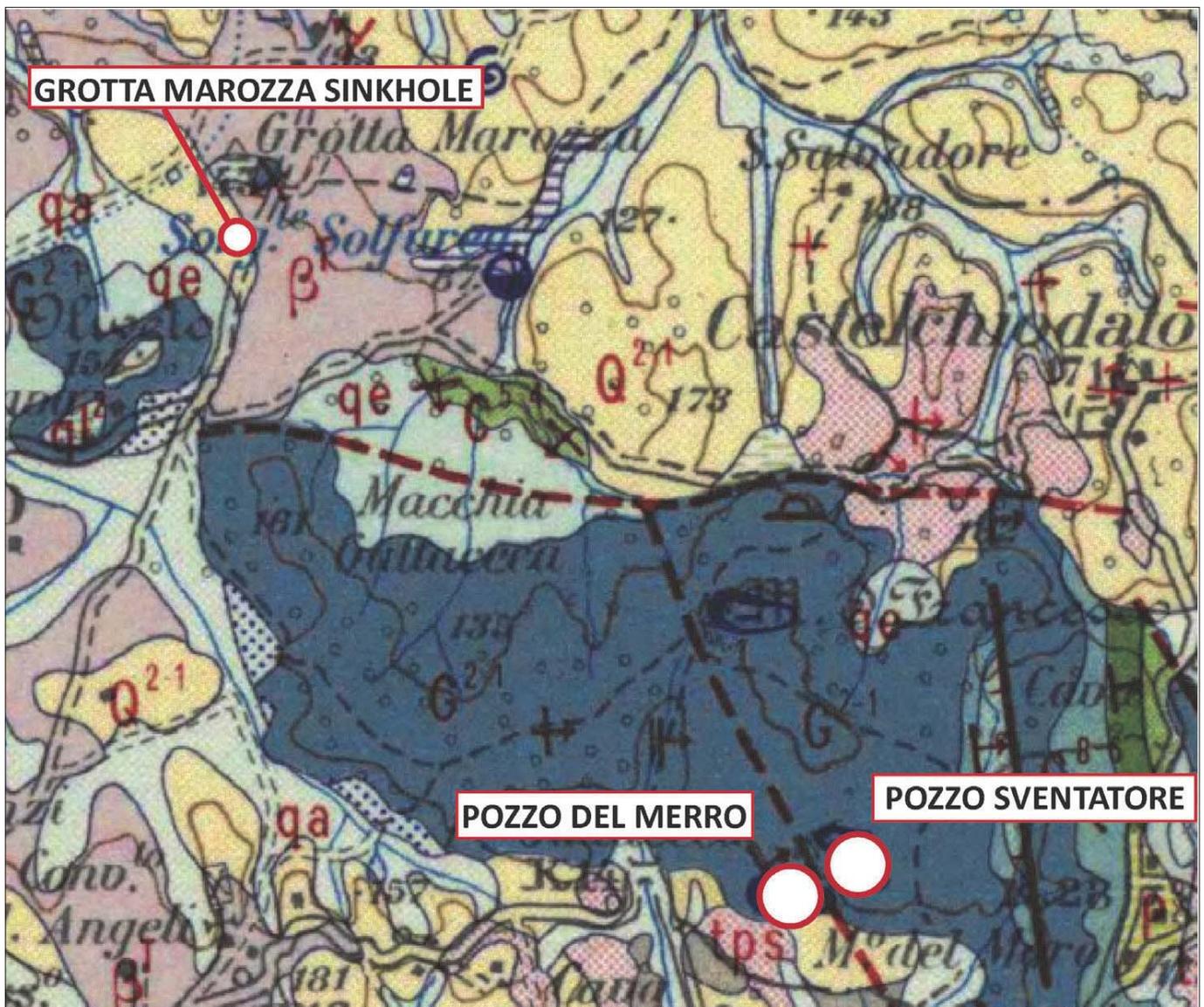


Figura 10 – Carta geologica dell'area con ubicazione delle fenomenologie carsiche più importanti

2008), connesso a processi carsici avvenuti nel *bedrock*. La voragine, dovuta a processi connessi al carsismo sub-superficiale, ha interessato in superficie i terreni eluvio-colluviali, prevalentemente sabbioso limosi, e fu ricolmata dopo circa un mese per consentire il proseguo dei lavori di aratura.

Dalla storia sappiamo che il sito medioevale di Grotta Marozza fu abbandonato tra il 1373 (anno del testamento di Giordano Colonna che descrive *Crypta Marozza* con il castello, il borgo e case sparse nella campagna) ed il 1407 (vendita dai Colonna agli Orsini del "*tenimentum castris dirupti noncupati Grotta Marozza*"). Questo improvviso abbandono avvenne per una motivazione oggi non completamente accertata: la spiegazione dell'abbandono va probabilmente ricercata in una concomitanza di fattori. È probabile che alcune pestilenze (in particolare la "peste nera" che devastò il Lazio alla fine del 1300) ed il susseguirsi delle lotte tra i Colonna e gli Orsini abbiano progressivamente ridotto la popolazione.

Vi sono, tuttavia, da considerare anche ipotesi naturali: un rilevante motivo dell'ab-

bandono del sito di Grotta Marozza è legato all'esaurimento della sorgente d'acqua limitrofa al castello ed alla forte riduzione della portata del corso d'acqua tra il castello ed il borgo, che limitarono sia gli insediamenti umani che le attività agricole. La variazione della circolazione idrica fu l'apice di un fenomeno carsico che manifestò i suoi effetti modificando in modo definitivo il regime idraulico locale.

Anche le sorgenti minerali delle terme romane delle "Acque Labane" sono progressivamente diminuite nel tempo sia di numero che di portata, ed anche le acque superficiali, con lo sviluppo del carsismo di base, si sono ridotte drasticamente; il reticolo idrografico secondario è infatti ancora oggi visibile, ma raramente ospita corsi d'acqua (Brancaleoni R., Fratini P., Garbin F., Nisio S., 2014).

A conferma della vocazione carsica dell'intero settore, non lontano da Grotta Marozza si localizzano importanti indizi di carsismo come il Pozzo del Merro (a circa 3,5 km), Pozzo Sventatore, la buca di san Francesco e le doline di Bosco Nardi-Grotte Cerqueta (Fig. 10).

## BIBLIOGRAFIA

- ABAZZIA DI FARFA (1013), *Regesto di Farfa*. Vol. 4.
- ASHBY T. (1927), *The Roman Campagna in classical times*. Ernest Benn Ltd., London.
- ASSOCIAZIONE NOMENTANA - ANNALI (2002), *L'incastellamento tra il Tevere e l'Aniene*.
- BRANCALEONI R., FRATINI P., GARBIN F., NISIO S. (2014), *Grotta Marozza: eventi naturali che cambiano la storia*. Professione Geologo n. 40, 21-24.
- BRANCALEONI R., FRATINI P., GARBIN F., NISIO S. (2015), *Eventi naturali che cambiano la storia: il caso di Grotta Marozza*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., XCVIII.
- CHIUMENTI L., BILANCIA F. (1979), *Campagna Romana: antica, medievale e moderna*. Vol. 6.
- GUATTANI G.A. (1828), *Monumenti sabini*. Tomo 2.
- HOLSTENIUS L. (1641), *Diario*. Biblioteca di Dresda.
- NIBBY A. (1849), *Analisi storico topografico antiquaria della Carta dei dintorni di Roma*. Vol. 2.
- NISIO S. (2008), *I fenomeni naturali di sinkhole nelle aree di pianura italiane*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 85.
- PALA C. (1976), *Nomentum*. Collana Forma Italiae.
- TOGNINELLI P. (2004), *Il liberto Faonte, il notabile Marco Claudio Ponzio Ponziano Marcello ed i loro vicini*.
- TOMASSETTI G. (1892), *Campagna Romana, il medio evo*.

# Il geosito delle “Rocche dei Perticali” (Clavesana, CN)

## The geosite of “Rocche dei Perticali” (Clavesana, CN)

Parole chiave (*key words*): geosito (*geosite*), patrimonio geologico (*geological heritage*), colline delle Langhe (*Langhe hills*)

ANNALISA BOVE  
Geologo, libero professionista  
SIGEA – Società Italiana di Geologia Ambientale  
E-mail: annalisa.bove@geologiapiemonte.it

LUCIANO MASCIOTTO  
Dipartimento di Scienze della Terra – Università di Torino  
SIGEA – Società Italiana di Geologia Ambientale  
E-mail: luciano.masciocco@unito.it

### PREMESSA

Secondo la normativa del nostro Paese, i *beni paesaggistici* rientrano nell'ambito dei *beni culturali* (REPUBBLICA ITALIANA, 2004). Il D. Lgs. 42/2004 considera infatti, come *beni paesaggistici*, le “*aree di notevole interesse pubblico*” quali “*le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica*” nonché “*le bellezze panoramiche considerate come quadri e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze*”.

In questo contesto, i calanchi di Clavesana, denominati “Rocche dei Perticali” (Fig. 1), sono stati inseriti dal Piano Paesaggistico Regionale vigente all'interno di quelle “...*componenti che per la loro peculiarità geomorfologica o naturalistica presentano un particolare interesse paesaggistico, identificandoli come i geositi e singolarità geologiche in quanto aree ed elementi di specifico interesse geomorfologico e naturalistico, omogenei...*” (Regione Piemonte, 2015).

Il paesaggio calanchivo delle “Rocche dei Perticali”, rappresentante una forma che attesta particolari fasi del modellamento del paesaggio, può essere considerato un geosito geomorfologico ossia un *geomorfosito*.

Per la propria configurazione, i calanchi possiedono alcuni dei caratteri identificativi precedentemente elencati, quali riconoscibilità, esemplarità, rappresentatività, nonché un notevole interesse, non solo paesaggistico ma anche turistico, che hanno portato, a partire dal mese di giugno 2015, al riconoscimento di Geosito dall'ISPRA e al conseguente inserimento nell'Inventario Nazionale dei Geositi.

Nei paragrafi seguenti, dopo un inquadramento territoriale, viene illustrato l'itinerario proposto al Comune di Clavesana per la fruizione del geosito: esso vuole rappresentare un primo passo per una politica volta alla tutela e alla valorizzazione del patrimonio geologico e paesaggistico locale.

### INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Clavesana è un piccolo comune della provincia di Cuneo situato nelle colline delle Langhe sud-occidentali (Fig. 2); il territorio

comprende un settore pianeggiante situato in sinistra del fiume Tanaro, in cui si trova il nucleo principale del paese e, in destra idrografica dello stesso corso d'acqua, una fascia collinare appartenente alla bassa Langa, in cui sorgono il centro storico del Capoluogo e diverse frazioni rurali. L'altitudine del territorio risulta compresa tra 258 e 641 metri sul livello del mare.

### INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio di Clavesana si colloca al margine sud-occidentale del Bacino Terziario Piemontese, costituito da una successione di sedimenti marini di età compresa tra l'Eocene e il Miocene che ricoprono il substrato alpino/appenninico nella zona di giunzione delle due catene. La successione del BTP viene divisa, in letteratura, in unità deposizionali



Figura 1 - I calanchi di Clavesana, denominati “Rocche dei Perticali”, inseriti dal Piano Paesaggistico della Regione Piemonte all'interno dei Geositi regionali e riconosciuti come Geosito nazionale dall'ISPRA (Foto Annalisa Bove)

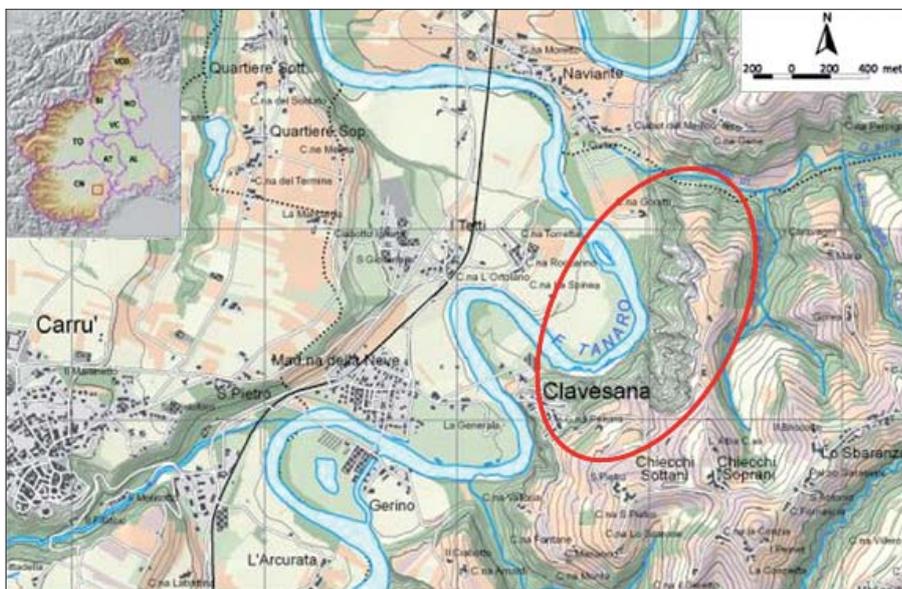


Figura 2 – Inquadramento geografico (nell'ovale rosso le Rocche dei Perticali)

con caratteri parzialmente diversi: il territorio in esame appartiene al dominio strutturale delle Langhe caratterizzato da una potente successione eo-miocenica a copertura di un basamento alpino. (Fig. 3).

della Formazione di Murazzano (Serravalliano-Langhiano), costituite essenzialmente da marne, frequentemente siltoso-sabbiose, grigie o grigio-azzurre, spesso rossastre in superficie, in strati o in banchi e da litotipi

dalla legenda del Foglio 81 Ceva della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (Rif. Web 1), estesa al Foglio 80 Cuneo (Rif. Web 2), ove è rappresentata l'area in esame.

L'assetto strutturale delle formazioni mioceniche risulta essere concorde con quello geologico regionale, costituito da una vasta monoclinale regolarmente diretta NE-SW, immergente a NW con debole inclinazione (8°-15°) e profondamente incisa dal reticolato idrografico.

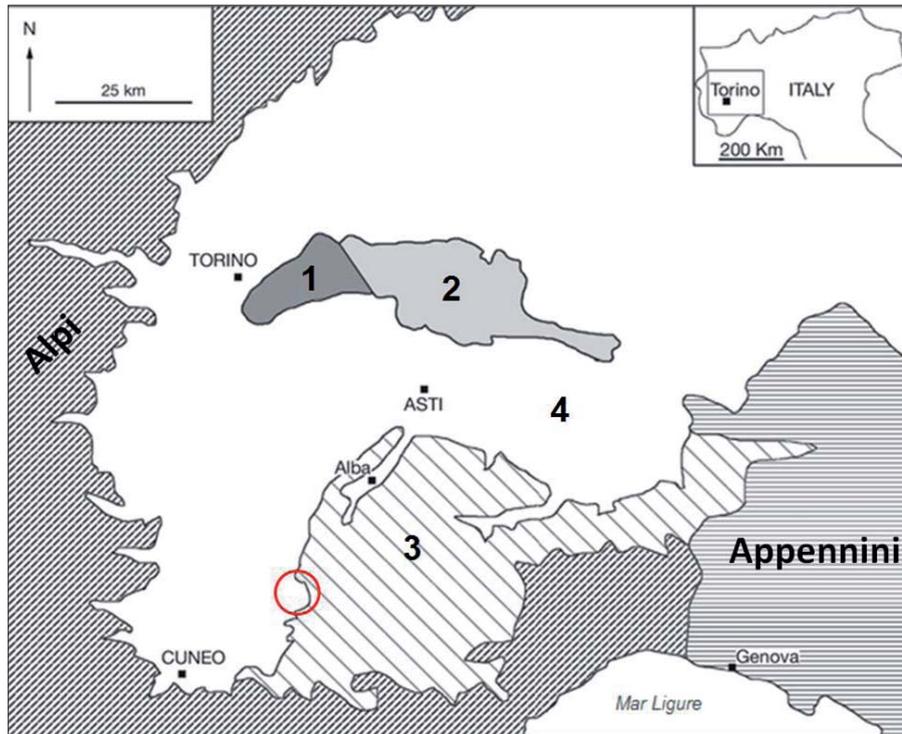


Figura 3 – Unità deposizionali del Bacino Terziario Ligure Piemontese. 1 = Depositi della Collina di Torino (Eocene-Miocene); 2 = Successione del Montferrat (Eocene-Miocene); 3 = Successione delle Langhe e del settore meridionale del BTP (Eocene-Miocene); 4 = Depositi del Pliocene e del Quaternario (da Colombo et al., 2014, modificato). Nel cerchio rosso, l'area di studio



Figura 5 – I Calanchi di Clavesana, affioramento delle Marne di Murazzano (Foto Annalisa Bove)

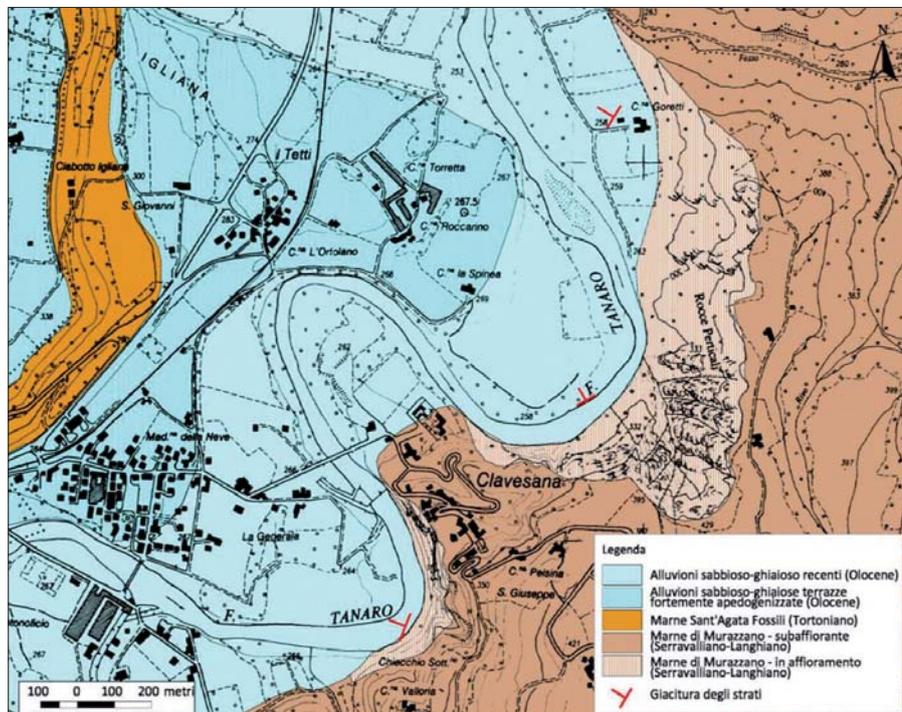


Figura 4 – Riproduzione della Carta geologica contenuta nel P.R.C.G. del Comune di Clavesana (editing Annalisa Bove)

Per la definizione dei caratteri litologici si è fatto riferimento alla Carta geologica del comune di Clavesana contenuta nel P.R.C.G. (Comune di Clavesana, 2011) e riprodotta nella Fig. 4. I calanchi di Clavesana sono classificati in carta come un affioramento

arenacei-sabbiosi prevalentemente grigio o grigio-giallastri in strati (Fig. 5). Esse sono sormontate stratigraficamente dalle più recenti Marne di Sant'Agata Fossili del Tortonian. La terminologia utilizzata nella Carta geologica del comune di Clavesana deriva

#### INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area di studio è situata al bordo dei rilievi collinari delle Langhe, sollevatisi a seguito dell'inarcamento della catena alpina e del contemporaneo sollevamento degli Appennini.

Le attuali forme del paesaggio sono state modellate dagli agenti atmosferici e dalle acque superficiali, che hanno eroso in modo differenziale le rocce presenti, in base alla loro natura e al loro assetto strutturale.

Il comune di Clavesana è sito nella media Valle Tanaro, nel tratto compreso tra gli abitati di Ceva e Dogliani. Qui il corso d'acqua si allarga con caratteristico andamento meandriforme in un ampio fondovalle (Fig. 6).

L'attuale morfologia calanchiva è il risultato di processi succedutisi nei tempi geologici.

Durante il Pleistocene superiore, il Fiume Tanaro, che scorreva verso nord-nordovest e confluiva nel Po all'altezza di Carmagnola, subì un fenomeno di "cattura fluviale", all'altezza di Cherasco, da parte di un corso d'acqua che rimontava per erosione da est verso ovest (l'attuale corso del F. Tanaro a valle di Cherasco). Tale fenomeno fece abbassare il livello di base del fiume di circa 154 m: dalla vecchia confluenza nel F. Po (circa 230 m



Figura 6 – Andamento meandriforme del F. Tanaro nella zona in esame. Nell'ovale giallo le Rocche di Clavesana (Google Earth Pro)

s.l.m.) a quella attuale (circa 76 m s.l.m.), provocando un ringiovanimento del reticolato fluviale a monte della cattura, con grandi volumi erosi dalle tipiche valli planiziali del Tanaro e della Stura di Demonte (Fig. 7).

Nella successiva fase di meandrizzazione, che tuttora perdura nell'area in esame, si è creata la forma fortemente asimmetrica del profilo vallivo, strettamente legata alla struttura geologica a monoclinale. Infatti, il F. Tanaro sulla destra taglia i sedimenti serravalliano-langhiani, arenacei e resistenti, producendo le caratteristiche scarpate verticali alte fino a 50 metri (ad es., le Rocche di Clavesana e di Cigliè), mentre in sinistra esso si espande liberamente, erodendo facilmente le più recenti marne tortoniane e dando origine ad altopiani e terrazzi (ad es., quelli di Carrù e Piozzo).

### FRUIZIONE DEL GEOSITO

Al fine di permettere una facile fruizione del geosito e quindi contribuire allo sviluppo turistico della zona, è stato proposto un itinerario che corre lungo la sommità dei calanchi "Rocche dei Perticali", utilizzando percorsi adeguati ai fini escursionistici, con fermate in corrispondenza di *punti panoramici*, utili alla comprensione del geosito.

Sono previsti interventi per una migliore riconoscibilità del percorso nei tratti in cui questo non sia ben tracciato, nonché opportune misure di protezione (staccionate in legno) in corrispondenza dei *punti panoramici* prescelti.

L'itinerario proposto, denominato anch'esso "Rocche dei Perticali", collega i 5 *punti panoramici* per una lunghezza totale di circa 1.700 m (Fig. 8).

Il primo tratto, lungo circa 150 metri, parte dalla SP59 (Clavesana-Murazzano) a

monte dell'abitato di Clavesana, e conduce al *punto panoramico* 1. Immerso completamente tra i filari coltivati a vigneto (Fig. 9), questo tratto si presenta in buono stato di manutenzione e quindi facilmente accessibile e percorribile, tranne che nella parte finale ove, in prossimità del *punto panoramico*,

presenta rovi, sterpaglie, arbusti spontanei e riporto disomogeneo di terreno.

L'area del *punto panoramico* 1 è priva di protezione e di idonee strutture. Pertanto, per consentire la splendida veduta sui calanchi (Fig. 10), essa necessiterà di adeguati interventi di messa in sicurezza e dell'installazio-

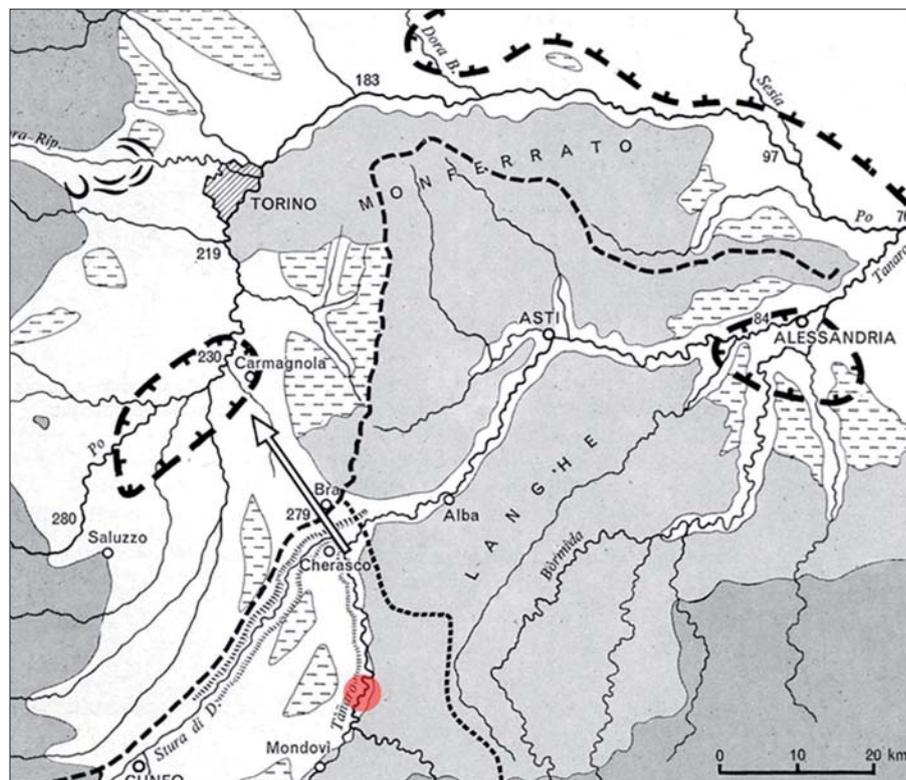


Figura 7 – La cattura del Tanaro nel Pleistocene superiore (da Castiglioni, 1991, modificato). Nel cerchio rosso, l'area di studio

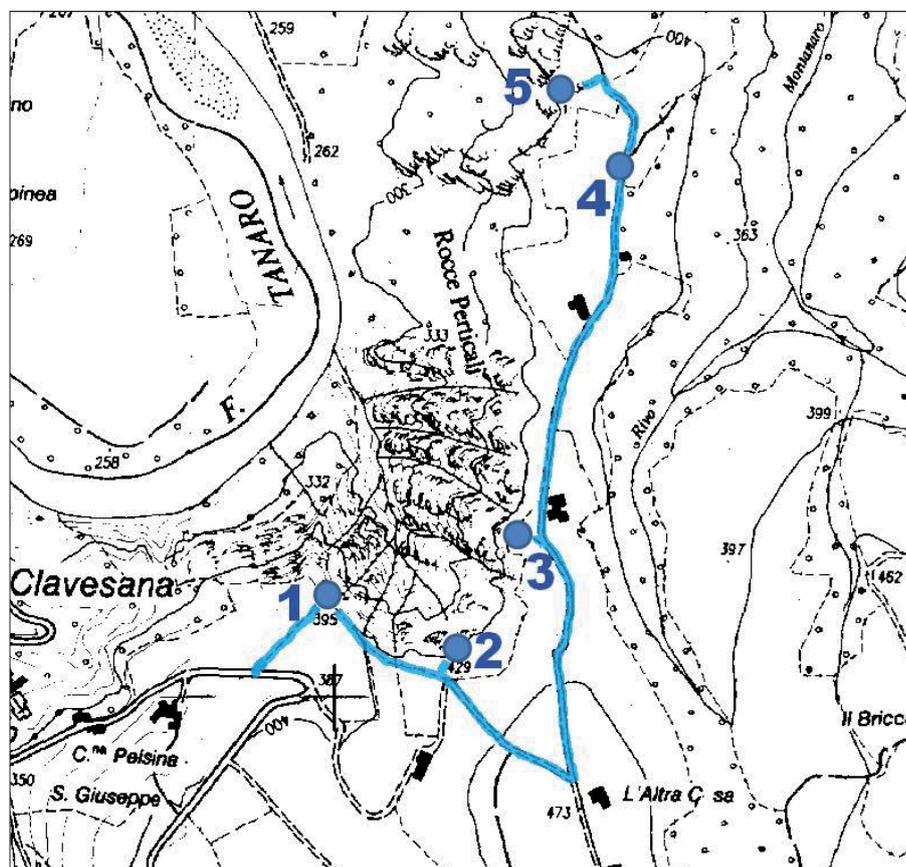


Figura 8 – L'itinerario del Geosito "Rocche dei Perticali" con l'ubicazione dei cinque punti panoramici



Figura 9 – Il primo tratto di sentiero, dalla SP59 al punto panoramico 1 (Foto Annalisa Bove)



Figura 10 – Veduta dei Calanchi di Clavesana dal punto panoramico 1 (Foto Annalisa Bove)



Figura 11 – Veduta dei Calanchi di Clavesana dal punto panoramico 2 (Foto Annalisa Bove).

ne di accessori adatti al geosito (staccionate, cartellonistica, etc.).

Il tratto di collegamento tra i *punti panoramici* 1 e 2 (Fig. 8) è di più difficile percorrenza e si snoda per circa 200 metri lungo il bordo superiore della morfologia calanchiva in oggetto. Dal *punto panoramico* 2, si possono osservare sia le forme calanchive sia il Fiume Tanaro che le erode in sponda destra (Fig. 11).

Dal *punto panoramico* 2 si risale verso sud fino ad incontrare la strada vicinale dei Perticali (Fig. 8). Salendo per circa 230 metri, al bivio si volta a sinistra verso nord, procedendo per circa 400 m sulla Strada vicinale dei Perticali (che qui corre sullo spartiacque

tra il F. Tanaro e il Rivo Montanaro) fino a incontrare sulla sinistra un sentiero sterrato che porta al *punto panoramico* 3 (Fig. 12).

In particolare, è questa la postazione in cui si può osservare meglio la caratteristica morfologia calanchiva in tutta la sua estensione e bellezza paesaggistica: pareti da sub-verticali a verticali che si estendono per decine e decine di metri, legate all'arretramento del versante e scolpite da una moltitudine di strette e profonde "vallecole" ad andamento radiale. Sempre da questa posizione, inoltre, si apprezza la bellezza del corso d'acqua principale, a tratti rettilineo e a tratti meandriforme, che attraversa l'ampio fondovalle.



Figura 12 – Veduta del Fiume Tanaro dal punto panoramico 3 (Foto Annalisa Bove)

Riprendendo il sentiero e oltrepassata la borgata Perticali, si arriva al *punto panoramico 4*, che non prevede un affaccio sulla morfologia calanchiva, ma attraverso cui, verso est, si può godere di un'incantevole vista delle colline delle Langhe con le tipiche coltivazioni a vigneto e a nocciolo.



Figura 13 – Veduta dei dispiuvi calanchivi a lama di coltello dal punto panoramico 5 (Foto Annalisa Bove)



Figura 14 – Veduta del fondovalle del Fiume Tanaro dal punto panoramico 5. Sullo sfondo l'arco alpino innevato dal quale svetta il Monviso (Foto Annalisa Bove)

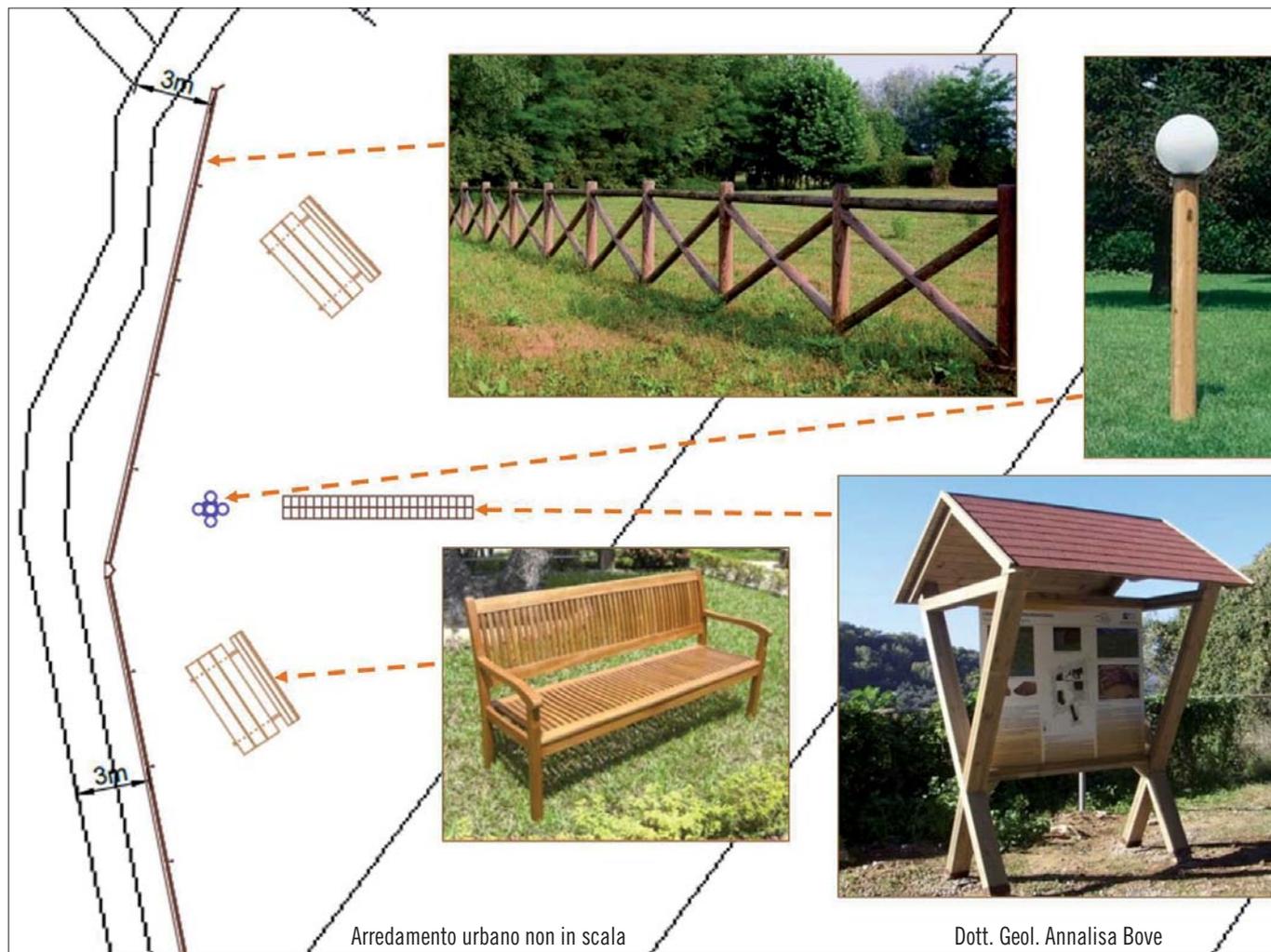


Figura 15 – Progetto di arredo urbano per il punto panoramico 3 dell'itinerario proposto

Il percorso prosegue a nord, fino al punto in cui il sentiero C325 della Regione Piemonte, che porta fino a Dogliani, si immerge in un tratto boscato e poco accessibile per la presenza di rovi, sterpaglie e solchi di erosione creati dallo scorrimento non regimato delle acque meteoriche. Dalla parte opposta (verso ovest), è stato individuato l'ultimo punto di osservazione (*punto panoramico 5*), dal quale si possono osservare sia i caratteristici dispiuvi calanchivi molto assottigliati a lama di coltello (Fig. 13) sia l'alveo del Fiume Tanaro, con lo sfondo dominato dal Monviso che, con la sua caratteristica cima, sventa sull'arco alpino (Fig. 14).

## CONCLUSIONI

I calanchi di Clavesana, denominati "Rocche dei Perticali", costituiscono un'importante attrattiva turistica a valenza paesaggistico-culturale. Tra gli obiettivi che l'amministrazione locale sta perseguendo, vi è il recupero, la tutela e la valorizzazione delle risorse geologiche, nonché la diffusione e la divulgazione della conoscenza degli ambienti collinari - in questo caso le Langhe - e delle caratteristiche ambientali e geomorfologiche della zona.

In particolare, l'Amministrazione Comunale ha elaborato un "progetto pilota" di arredo urbano (Fig. 15) in corrispondenza del *punto panoramico 3*, il più importante di tutto l'itinerario descritto nei paragrafi precedenti, al fine di rendere sicura e meglio fruibile la veduta sul paesaggio calanchivo. Il "progetto pilota" prevede:

- la messa in sicurezza dell'affaccio sulla scarpata, attraverso recinzione o staccionate di protezione;
- uno spazio attrezzato con arredi in legno: panchine, un punto luce, un cestino per rifiuti, cartellonistica con la descrizione del sentiero geo-naturalistico e della rete di sentieri presenti nelle vicinanze nonché le ulteriori informazioni necessarie per la fruizione della zona.

## BIBLIOGRAFIA

- CASTIGLIONI G.B. (1991), *Geomorfologia*. UTET Torino, Manuali di Geografia, Vol. 7, 436 p.
- COLOMBERO S. CARNEVALE G. PAVIA G. (2014), *Messinian rodents from Moncucco Torinese, NW Italy: palaeobiodiversity and biochronology*. *Geodiversitas* 36 (3): 421-475.
- COMUNE DI CLAVESANA (2011), *Variante Strutturale al Piano Regolatore Generale*. Relazione Geologico-Tecnica, Tav.1 - Carta Geologico-Strutturale in scala 1:10000.

REGIONE PIEMONTE (2015), Deliberazione della Giunta Regionale 18 maggio 2015, n. 20-1442, "Nuova adozione del Piano paesaggistico regionale (Ppr) - L.r. 56/1977 e s.m.i.". Regione Piemonte BU20 21/05/2015.

REPUBBLICA ITALIANA (2004), Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 45 del 24 febbraio 2004 - Supplemento Ordinario n. 28.

## RIFERIMENTI WEB

- [http://193.206.192.231/carta\\_geologica\\_italia/tavoletta.php?foglio=81](http://193.206.192.231/carta_geologica_italia/tavoletta.php?foglio=81)
- [http://193.206.192.231/carta\\_geologica\\_italia/tavoletta.php?foglio=80](http://193.206.192.231/carta_geologica_italia/tavoletta.php?foglio=80)

## RINGRAZIAMENTI

Gli autori sono grati all'Amministrazione Comunale di Clavesana e alla Cantina di Clavesana S.a.s. che, attraverso diversi progetti, tra cui lo *Studio geologico-ambientale al fine della realizzazione del progetto di valorizzazione e tutela del paesaggio dei Calanchi di Clavesana*, redatto dalla dott.ssa Annalisa Bove e da cui è tratta gran parte del presente lavoro, stanno valorizzando i calanchi di Clavesana denominati "Rocche dei Perticali".

# Un kit di strumenti informativi per il Sentiero Geologico del Parco Nazionale della Val Grande. Un possibile supporto per l'ecoturismo

## An information toolkit for Geological trail of the National Park of Val Grande: a possible support for ecotourism

Parole chiave (*key words*): Parco Nazionale della Val Grande (*National Park of Val Grande*), flussi informativi (*information flows*), webCard (*webCard*), reti eco-sociali (*eco-social networks*)

SERGIO MALCEVSCI  
Università di Pavia  
E-mail: sergio-malcevschi@unipv.it  
retipolivalenti.segreteria@gmail.com

TULLIO BAGNATI  
Direttore del Parco Nazionale della Val Grande  
E-mail: direttore@parcovalgrande.it

Allegato con le copie a stampa della rivista:  
webCard del Sentiero Geologico

### ABSTRACT

Il Parco Nazionale della Val Grande ha attivato da tempo una serie di attività nel campo del turismo geologico. L'articolo presenta un'azione specifica volta alla promozione e valorizzazione di una realtà realizzata in tale settore: il Sentiero Geologico tra Vogogna e Premosello.

Si è sperimentato e realizzato un kit di strumenti per migliorare i flussi informativi sul Web riguardo a tale esperienza, partendo dalla presa d'atto delle distorsioni ed inefficienze dell'attuale funzionamento della Rete nonostante l'enorme massa di dati e di informazioni ivi presenti. Il kit è composto da tre microportali per la selezione ed organizzazione delle informazioni, 5 webCard per la loro diffusione anche attraverso Internet Mobile, 3 strumenti di intesa per il possibile coinvolgimento di soggetti istituzionali ed economici locali.

Con la copia cartacea della rivista è fornita anche una webCard concreta del Sentiero Geologico prodotta per il lavoro.

### INTRODUZIONE

Nel corso dell'ultimo ventennio le forme ed i volumi delle informazioni si sono profondamente trasformate, con conseguenze molto rilevanti anche in campo ambientale, in particolare sul fronte di una produzione tecnica (professionale, amministrativa) che voglia favorire fruizioni qualificate da parte del pubblico non tecnico. Il caso della geologia ambientale e del suo rapporto con l'ecoturismo è emblematico da questo punto di vista.

Dagli anni '70 si è sviluppato un big bang informativo con l'arrivo della scrittura digitale su computer, che ha quasi azzerato i costi di produzione, stoccaggio e riproduzione di documenti. Con l'arrivo di Internet e del World Wide Web negli anni '90 l'informazione ha potuto essere diffusa e raggiunta dagli

interessati in modo istantaneo. È però con l'inizio del nuovo millennio che, con l'esplosione della capacità tecnologica di stoccaggio dei dati, viene fatta partire una vera e propria nuova "era digitale" (Hilbert & Lopez 2007). Il Web 2.0 con i sistemi wiki e l'avvento dei social network hanno poi consentito a tutti di diventare produttori diretti di informazione via Web ed alimentare l'oceano dei dati. Più recentemente lo sviluppo di Internet Mobile, con l'accesso al Web mediante smartphone o tablet ormai possibile in qualunque momento della giornata e quasi in ogni luogo, ha ulteriormente aumentato la massa dell'oceano in questione. I flussi attuali di informazione sono ormai paragonabili ad un vero e proprio tsunami che sommerge tutti, provocando un'indigestione permanente di informazione non metabolizzata: le persone, tecniche e non, non trovano più il tempo sufficiente per cercare e selezionare ciò che sarebbe davvero importante riconoscere ed approfondire.

Quanto detto in precedenza produce effetti anche sulle modalità con cui si produce e diffonde informazione nel campo del turismo ambientale. Il tema si pone in modo significativo per quelle amministrazioni, come i Parchi, che devono ottimizzare tale obiettivo. La messa a punto di nuovi strumenti di governance delle aree protette, necessari in questa fase di progressivo aumento della complessità del sistema complessivo (Bagnati 2012) richiede anche risposte su come governare in modo efficiente ed efficace i nuovi flussi informativi e le qualità che si vogliono trasmettere ai differenti tipi di pubblico.

L'esperienza qui presentata è stata realizzata per il Parco Nazionale della Val Grande (tra il Lago Maggiore e la Val d'Ossona) su un caso specifico di ecoturismo di interesse per questa rivista: il Sentiero Geologico tra i paesi

di Vogogna e Premosello. Il Parco, famoso soprattutto come area wilderness per eccellenza in Italia, ha negli ultimi anni puntato molto anche proprio sul turismo geologico.

Ci si è posti l'obiettivo di trovare nuove vie che consentissero di veicolare in modo efficace informazioni di qualità verso il pubblico dei possibili fruitori, tecnici e non tecnici. Ciò partendo dagli obiettivi conseguenti ai problemi richiamati in premessa:

- come selezionare ed organizzare in modo mirato l'informazione già esistente, completandola solo ove necessario; ciò significa prendere atto attraverso analisi di web profiling del ruolo dei diversi vettori in grado di condizionare i processi di conoscenza e quelli decisionali (Malcevschi *et al.* 2012);
- come aumentare le probabilità di incontro dell'informazione utile da parte di un pubblico inconsapevole ma potenzialmente interessato, tenendo conto delle dinamiche reali e preferenziali di accesso attuale al web da parte di un pubblico che si muove come quello turistico, ovvero attraverso Internet Mobile; e prendendo atto che il suo uso attuale, dalle grandi potenzialità positive, è però ancora caratterizzato da una profonda immaturità nel suo uso prevalente (es. Banks 2015).

### IL TURISMO GEOLOGICO NEL PARCO VAL GRANDE

L'attenzione ai valori geologici e geomorfologici interni ad un parco scaturisce dalle finalità della Legge Quadro sulle aree protette, la L. 394 del 1991, che all'art. 1 indica che, tra le altre, "costituiscono il patrimonio naturale le formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche", per il quale patrimonio vanno perseguiti obiettivi di conservazione "di singolarità geologiche, di formazioni paleontologiche", di

salvaguardia dei valori “scenici e panoramici”, nonché di “difesa e ricostituzione degli equilibri idraulici e idrogeologici”.

Da tale combinato normativo nasce l’attenzione e la ricerca degli ultimi anni del Parco Nazionale Val Grande volta ad integrare tali temi rispetto a quelli peculiari e fondativi della sua istituzione maggiormente incentrati sui caratteri unici e prevalenti della wilderness.

Da una attività specifica di ricerca del Politecnico di Zurigo, è nata quindi una nuova e più dettagliata carta geologica del parco che ha consentito di mettere meglio a fuoco le peculiarità geologiche del parco incentrate sull’unicità dei valori geostutturali e geolitologici sottesi alla cosiddetta “Linea del

offrono l’opportunità di seguire un percorso a ritroso nel tempo, attraverso le ere geologiche e le diverse forme di vita che le hanno abitate; un viaggio alla scoperta delle forme del paesaggio favolose testimonianze dell’evoluzione della Terra. Un patrimonio geologico è inteso come formidabile scrigno in cui sono registrati i segni e le testimonianze del passato (dalle incisioni rupestri al marmo di Candoglia usato per la costruzione del Duomo di Milano), un patrimonio prezioso ed al tempo stesso delicatissimo. Inoltre l’essere parte di un Geoparco riconosciuto a livello internazionale nella rete UNESCO significa collocare il valore del patrimonio geologico entro una strategia di sviluppo sostenibile, consentendo ai residenti di riappropriarsi

geologica del museo del parco ed un Geolab (un laboratorio geologico). Il sentiero tra Vogogna e Premosello integrato nel sistema informativo e valoriale delle reti polivalenti offre l’eccezionale opportunità di “attraversare” la crosta continentale osservando rocce formatesi a differenti profondità e periodi diversi. È un viaggio nel tempo e nello spazio: lungo l’itinerario attrezzato si passa dal paleocontinente europeo, coinvolto nell’orogensi alpina (50-30 milioni di anni fa), al paleocontinente africano, che conserva rocce e strutture formatesi circa 300 milioni di anni fa; al contempo si “scende” fino al contatto tra crosta e mantello, di norma posto a 30-35 km di profondità e qui riesumato dai processi tettonici.



Figura 1 – WebCard realizzate per l’esperienza

Canavese”, la fascia lungo la quale l’edificio alpino si è sovrapposto al più antico dominio sudalpino.

Sulla scorta di tali elementi conoscitivi l’Ente ha quindi optato per una strategia complessiva di conservazione e di valorizzazione di tale patrimonio incentrata su una progressiva infrastrutturazione (sentieri tematici, musei e punti informativi) atta a favorire la fruizione delle diverse formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche e paesaggistiche, e su un processo di candidatura a geoparco oggi riconosciuto nell’UNESCO Global Geopark Network come “Sesia Val Grande Geopark”.

Nello specifico per il parco si è trattato di operare su propri ambiti territoriali che

di tali valori e partecipare attivamente alla rivalizzazione culturale di insieme del territorio.

Entro tale contesto, e al fine di coinvolgere la realtà locale attivamente nello sviluppo economico del proprio territorio si è avviato, attraverso la valorizzazione di un’immagine generale collegata al patrimonio geologico ed allo sviluppo del geoturismo, il progetto di inserimento di un sentiero tematico nelle potenzialità informative delle “reti polivalenti”.

Il Sentiero geologico tra i paesi di Vogogna e Premosello costituisce un tassello della più articolata infrastrutturazione fruitiva del patrimonio geologico intrapresa dal parco incentrata su tre sentieri tematici, una sezione

È un percorso di consapevolezza e di suggestioni, dove il parco e le sue popolazioni trovano occasione non solo di identità, ma anche di opportunità promozionale su nuovi contenuti del proprio territorio.

#### IL KIT INFORMATIVO

Per il raggiungimento degli obiettivi prima indicati, su incarico del Parco la società NQA (Nuova Qualità Ambientale) srl, in collegamento con il programma Retipolivalenti.it, ha messo a punto un kit operativo composto dai seguenti strumenti:

- 1) un **web profiling preventivo**, ovvero un’analisi interdisciplinare di quanto contenuto sul Web che fosse significativo per il

- caso in oggetto e delle indicazioni operative conseguenti; il lavoro è stato accompagnato da un primo Rapporto di Scoping e da un Rapporto conclusivo completato nel giugno 2015;
- 2) tre **micro-portali Web** organizzati secondo il format del programma Retipolivalenti.it ed ospitati sul relativo sito [www.retipolivalenti.it](http://www.retipolivalenti.it). Al micro-portale specifico per il "Sentiero Geologico della Valgrande" ([www.retipolivalenti.it/g-vb-valgrande-sentgeo/](http://www.retipolivalenti.it/g-vb-valgrande-sentgeo/)) sono stati affiancati altri due portali funzionalmente collegati, uno per la Val Grande in generale ([www.retipolivalenti.it/g-vb-valgrande/](http://www.retipolivalenti.it/g-vb-valgrande/)) ed uno per il Comune di Vogogna da dove parte il Sentiero ([www.retipolivalenti.it](http://www.retipolivalenti.it)).

- la presentazione del lavoro ad una platea di stakeholder locali, nell'ambito del Forum di Vogogna del 29.1.2016;
  - la produzione integrativa di webCard del "Sentiero Geologico" in allegato alla presente Rivista, finalizzate al raggiungimento del pubblico tecnico potenzialmente interessato all'oggetto promosso;
- 6) sono state infine impostate le basi per tre **strumenti di intesa** con altri soggetti locali potenzialmente sinergici nella diffusione dei nuovi strumenti informativi messi a punto:
- una lettera di intenti, fortemente semplificata, per un primo livello di coinvolgimento non oneroso di soggetti economici locali;

a punto nel lavoro avevano, come finalità ultima, quella di favorire un aumento della consapevolezza dei valori legati a luoghi (e delle qualità associate) rispetto a differenti tipi di pubblico.

La tabella successiva riassume il quadro interpretativo in cui ci si è mossi mettendo in relazione: gli aspetti emergenti dei flussi informativi attuali (problemi ed esigenze), gli strumenti utilizzabili come possibili soluzioni, le applicazioni prodotte per il caso in esame.

Può essere utile sottolineare alcuni aspetti dello schema ed alcune sue implicazioni.

Le webCard possono essere diffuse come normali volantini promozionali, ma danno in più la possibilità ai turisti di accedere in loco, con il proprio smartphone attraverso i

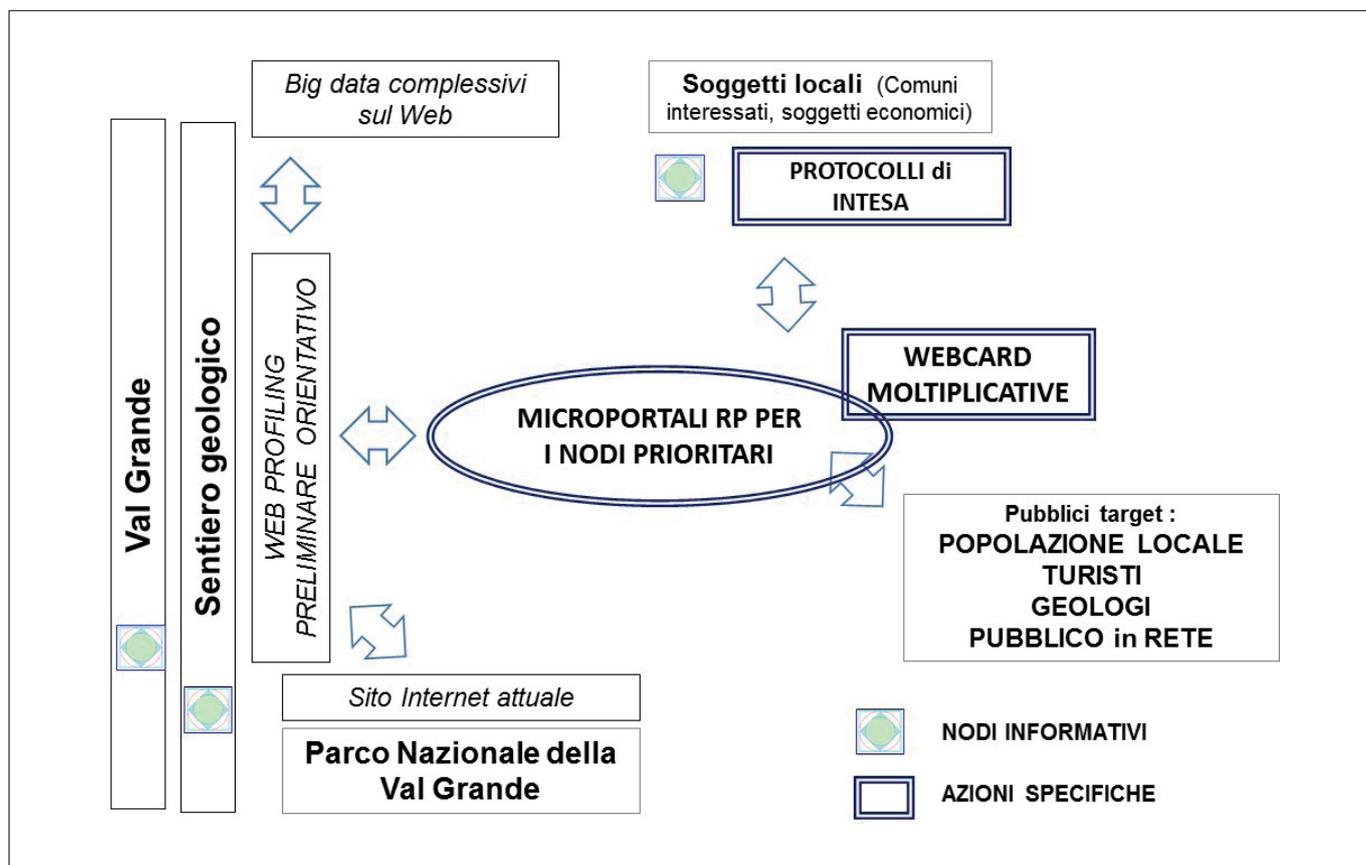


Figura 2 – Schema operativo complessivo alla base dell'esperienza

- it/g-vb-vogogna/ solo impostato ma già utilizzabile).
- 3) una serie di **moduli informativi** agganciati ai micro-portali precedenti, comprensivi di **glifi QR** (codici QR opportunamente graficizzati ed accompagnati da parole-chiave) e di informazioni di corredo, utilizzabili per la produzione di webCard;
- 4) la produzione materiale di numeri adeguati di cinque web card utilizzando in modo differenziato (formato tessera e formato cartolina) i moduli informativi precedenti;
- 5) una prima serie di **azioni diversificate di promozione**:

- uno schema di possibile convenzione con soggetti economici interessati ad una promozione congiunta, attraverso i micro-portali e le webCard realizzate, sia dei valori locali condivisi sia dei propri prodotti;
- uno schema preliminare per un possibile protocollo di intesa con altri soggetti, istituzionali o privati, in caso di attivazione di programmi complessi di valorizzazione congiunta.

#### DISCUSSIONE E POSSIBILI SVILUPPI

Lo schema in Fig. 2 riassume il modello operativo che ha inquadrato gli strumenti presentati. In definitiva gli strumenti messi

codici QR, ai micro-portali dei luoghi (o delle esperienze, o dei prodotti) che si vogliono promuovere. Un micro-portale opportunamente organizzato per facilitare la lettura su Internet Mobile, consente sia approfondimenti (anche sofisticati come quelli sulle valenze geologiche) sia diversificazioni di contenuti che comprendano altri valori ambientali presenti sul cammino (ad esempio l'architettura storica, la natura, ecc.).

Le webCard possono essere sfruttate anche come cartoline digitali, possono essere materialmente spedite o allegate a riviste e raggiungere così un pubblico specializzato che abbia un interesse specifico per i tipo di luogo o di esperienza. In questo caso si è volu-

Tabella 1 – Quadro interpretativo assunto rispetto ai flussi informativi da qualificare e valorizzare

Problemi / esigenze	Strumenti	Caso in esame
Sovraccarico di informazione sul Web non metabolizzata	Modelli interpretativi <i>ad hoc</i>	Uso di quelli del programma Retipolivalenti.it
	Web profiling	Analisi propedeutiche in fase di scoping
Scarsa competitività dell'informazione di qualità	Data-base tematici condivisi	Ci si è rifatti a quelli del portale <a href="http://www.e-savia.org">www.e-savia.org</a>
	Micro-portali web <i>ad hoc</i>	Realizzazione di 3 micro-portali inquadrati sul sito <a href="http://www.retipolivalenti.it">www.retipolivalenti.it</a>
Esigenza di nuovi strumenti informativi più efficienti	Qr-Code & Webcard	Realizzazione di 5 webCard in forma di tessera e di cartolina digitale
	Pubblicazioni digitali + cartacee	Non previste in questa fase, ma possibili successivamente
	Social media	Non previste in questa fase, ma possibili successivamente
Opportunità di nuovi strumenti eco-sociali di condivisione	Lettere di intenti	Predisposizione di una base immediatamente utilizzabile
	Protocolli di intesa	Predisposizione di una base da implementare per casi specifici

to raggiungere il pubblico dei geologi ambientali che potranno accedere ai contenuti del micro-portale contestualmente alla lettura dell'articolo, e/o conservare la cartolina nella prospettiva di una visita al luogo promosso se è scattato un interesse in tal senso.

Un punto di debolezza è dato dal fatto che, nonostante ci sia una diffusione sempre maggiore dei codici QR nell'offerta informativa (nella pubblicità, in affiancamento a monumenti ecc.), il loro uso effettivo da parte del pubblico ordinario (ma anche tecnico) è in realtà ancora molto più basso di quanto potrebbe

essere. Questo è un peccato in quanto un buon lettore di QR-code sul proprio smartphone può essere considerato come un'App universale utilizzabile in numerosissime occasioni. È per questo che diventa importante favorire anche la diffusione di istruzioni semplici per il loro uso anche attraverso l'uso di specifici moduli informativi (un esempio in Fig. 3).

Lo sfruttamento del sistema di Retipolivalenti.it consente l'inserimento del luogo promosso entro una ragnatela di possibili rilanci reciproci verso micro-portali di altri luoghi (nel nostro caso la Val Grande e Vogogna, ed altri che potrebbero essere aggiunti), e/o verso siti Internet attuali di cui si desiderino promuovere sezioni o pagine particolari, altrimenti oscurate dalla ricchezza delle altre informazioni presenti.

La logica dei rilanci informativi incrociati e multiformi (digitali e cartacei), insita nel kit presentato, fa intravedere possibilità anche più interessanti di quella del semplice aumento di efficacia dell'offerta turistica. Le valenze promosse con micro-portali e webCard possono infatti riguardare anche servizi utili ed elementi dell'identità locale, interessando così persone ed attività economiche presenti sul territorio. Ambiente, cultura, economia e società hanno un'ulteriore (piccola, ma non per questo trascurabile) occasione per produrre sinergie reciproche, in un'ottica di reti che non sono più solo ecologiche o sociali, ma diventano eco-sociali (MALCEVSCI 2013). Si crea una prospettiva di miglio-

re condivisione di qualità locali tra abitanti, turisti, portatori di interesse esterni. Si va idealmente nella direzione di una riduzione della frammentazione multipla (ambientale, economica, sociale, informativa) che caratterizza questa fase complicata di transizione, in cui anche il mondo tecnico e professionale si sta scontrando con problemi nuovi non ancora completamente compresi.

L'esperienza ha cercato di arrivare ad un miglioramento dei flussi informativi attraverso la messa a sistema ottimale di diversi strumenti già esistenti, senza particolari novità dal punto di vista tecnologico o informatico per quanto riguarda i singoli elementi del kit. La fase successiva diventa quella della verifica sulle migliori modalità di diffusione verso i vari soggetti potenzialmente interessati sui migliori modi di condivisione e perfezionamento partecipato dei contenuti di qualità promossi.

Diventa importante anche approfondire le implicazioni che un approccio come quello descritto può avere rispetto ai problemi ed agli obiettivi di governance che toccano i Parchi in questa fase.

#### BIBLIOGRAFIA

- BAGNATI T. (2012), *Introduzione al dossier "Aree tutelate e protette – seconda parte"*. Valutazione Ambientale 22:29.
- BANKSR. (2015), *Smartphones and social media: driving political revolution*. Mobile Industry Review. Post 19.1.2015, <http://www.mobileindustryreview.com/2015/01/smartphones-and-social-media-revolution.html>.
- HILBERT, M., & LÓPEZ, P. (2011), *The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information*. *Science*, 332(6025), 60-65. doi:10.1126/science.1200970.
- MALCEVSCI S. (2013), *Infrastrutture verdi e buone pratiche*. Valutazione Ambientale 24: 21-23.
- MALCEVSCI S, A.MARCHINI, D.SAVINI T.FACCHINETTI (2012), *Opportunities for Web-Based Indicators in Environmental Sciences*. *PLoS ONE* 7(8):e42128, <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0042128>.

**ISTRUZIONI**  
PER SCHEDE INFO WEB

Cosa occorre per leggere i codici QR?  
App consigliate :

per smartphone  
Android **QR Droid**

per iPhone  
**QR Reader**

Servono indicazioni più precise? Vuoi installare subito l'App? Vai su  
**www.retipolivalenti.it/qr**

Figura 3 – Modulo informativo esemplificativo di istruzioni per l'uso dei codici QR

È stata pubblicata nella G.U. n. 13 del 18.01.2016 la legge n. 221 del 28.12.2015, che contiene misure in materia di tutela della natura e sviluppo sostenibile, valutazioni ambientali, energia, acquisti verdi, gestione dei rifiuti e bonifiche, difesa del suolo e risorse idriche; proprio in tale normativa per la prima volta compaiono i Contratti di Fiume: l'art. 59 indica che al Capo II del Titolo II della Parte terza del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, dopo l'art. 68 è aggiunto il seguente: «Art. 68-bis (Contratti di fiume). – 1. I contratti di fiume concorrono alla definizione e all'attuazione degli strumenti di pianificazione di distretto a livello di bacino e sottobacino idrografico, quali strumenti volontari di programmazione strategica e negoziata che perseguono la tutela, la corretta gestione delle risorse idriche e la valorizzazione dei territori fluviali, unitamente alla salvaguardia dal rischio idraulico, contribuendo allo sviluppo locale di tali aree».

Il Contratto di Fiume è un'opportunità per combattere il rischio idrogeologico, tramite le strategie di prevenzione e resilienza (capacità di adeguarsi alle situazioni con il minor rischio possibile). In un sistema di governance multilivello i Contratti di Fiume si configurano come processi continui di negoziazione tra le Pubbliche Amministrazioni e i soggetti privati coinvolti a diversi livelli territoriali. La loro forza è proprio nel carattere di volontarietà. In breve i Contratti di Fiume sono così definibili:

- sono uno strumento di pianificazione strategica, integrata e partecipata;
- sono un accordo volontario fra soggetti pubblici e privati;
- sono un'opportunità per superare la settorialità degli interventi.

La Carta Nazionale dei Contratti di Fiume è stata condivisa da Lombardia, Piemonte, Veneto, Toscana, Emilia Romagna, Lazio, Marche, Umbria, Abruzzo, Campania, Basilicata, Calabria, Sicilia; sono in corso di adesione Friuli-Venezia Giulia, Molise, Puglia.

Il Tavolo Nazionale dei Contratti di Fiume nasce nel 2007 come gruppo di lavoro del Coordinamento A21 Locali Italiane, con l'obiettivo di creare una community in grado di scambiare esperienze e promuovere i Contratti di Fiume in Italia. Ad oggi sono stati realizzati 10 Tavoli Nazionali, Umbertide (2008), Rimini (2008), Arezzo (2009), Roma (2009), Milano

(2010), Torino (2012), Bologna (2012), Firenze (2013), Venezia (2014) e Milano (2015).

Per una maggiore operatività dal 2013 sono stati istituiti quattro gruppi di lavoro tematici:

- Gruppo 1, per il riconoscimento dei CdF a scala nazionale e regionale e la definizione dei criteri di qualità.
- Gruppo 2, per l'individuazione delle possibili fonti di finanziamento a supporto dei CdF.
- Gruppo 3, per la definizione delle strategie di attuazione dei CdF.
- Gruppo 4, che si occupa di informazione, promozione e disseminazione.

Per ulteriori approfondimenti fare riferimento al sito ufficiale <http://nuke.a21fiumi.eu/>.

La sottoscritta geol. Daria Duranti è il referente SIGEA per i Contratti di Fiume e fa

parte del Gruppo di lavoro 4, mentre il geol. Giuseppe Gisotti e l'arch. Fatima Alagna fanno parte del Gruppo di lavoro 3. Il socio geol. Endro Martini opera nel Gruppo di lavoro 4 come "Responsabile Nazionale del Premio Contratti di Fiume" (Tavoli Nazionali VII-VIII-IX-X) co-organizzando i Tavoli stessi. Il socio arch. Giuseppe Caputi è il referente SIGEA del Contratto di Fiume del Tevere – Tratto urbano di Roma. Il nostro socio ing. Antonio Rusconi fa parte del comitato tecnico-scientifico del Contratto di Fiume Crati (Provincia di Cosenza), mentre il socio geol. Carmine Nigro rappresenta la SIGEA nei lavori inerenti l'Accordo Operativo tra la Provincia di Cosenza e le associazioni di tutela dell'ambiente ai fini del medesimo contratto di fiume.

02.02.2016





**Società Italiana di Geologia Ambientale**  
Casella Postale 2449 U. P. Roma 158  
(via Marsala 39 – 00185 Roma)  
Tel. 06.5943344;  
Email: info@sigeaweb.it; web. www.sigeaweb.it

**DOMANDA DI AMMISSIONE ALLA SIGEA** da inviare tramite **e-mail**

..l.sottoscritt...(cognome).....(nome) .....

nat... a..... il.....

laurea/diploma in .....

professione.....

ente di appartenenza .....

indirizzo d'ufficio (1) .....

..... tel. .... fax .....

indirizzo privato (1) .....

..... tel. .... fax .....

E-mail .....

chiede di essere ammesso in qualità di socio (2) ..... alla SIGEA.

Le sue esperienze principali nel campo della Geologia Ambientale sono (indicare parole chiave): .....

I suoi interessi principali nel campo della Geologia Ambientale sono: .....

.....  
(data)

.....  
(firma)

(1) Indicare Via/Piazza, numero civico, CAP, città, sigla Provincia. **Segnare con un asterisco l'indirizzo al quale deve essere inviata la rivista *Geologia dell'Ambiente*.**

(2) La qualità di socio si acquisisce su domanda del candidato e per approvazione del Consiglio Direttivo.

Possono diventare soci **ordinari** solo le persone che hanno almeno tre anni effettivi di esperienza nel campo della Geologia Ambientale, documentati mediante curriculum da allegare. Possono diventare soci **aderenti** le persone che hanno interesse per la Geologia Ambientale. La *quota associativa annuale* è unica, ai sensi del nuovo Statuto adottato nel 2013; **per il 2016 è di 30,00 euro.**

**I versamenti a favore della SIGEA possono essere effettuati mediante:**

**-Conto Corrente Postale n. 86235009;**

**- Banco Posta, Codice IBAN: IT 87 N 07601 03200 000086235009 (anche on line);**

**intestati a Società Italiana di Geologia Ambientale, Roma.**

Secondo lo statuto della SIGEA il rinnovo della quota va effettuato entro il 31 marzo di ogni anno. Per i nuovi soci, la quota di iscrizione pagata dal 1° novembre in poi è valida per l'anno successivo.

*Informativa ai sensi dell'art. 13 del D. Lgs. 196/2003 (Codice in materia di trattamento dei dati personali).* I dati da lei forniti verranno utilizzati da SIGEA nel pieno rispetto della normativa citata. I dati saranno oggetto di trattamento in forma scritta e/o supporto cartaceo, elettronico e telematico. I dati, previo Suo consenso, verranno utilizzati per l'iscrizione alla SIGEA e per informarla delle attività della SIGEA tramite supporti cartacei e/o elettronici. L'eventuale diniego a fornire tali dati comporterà l'impossibilità di ottenere il servizio richiesto; i dati non saranno soggetti a diffusione presso terzi. L'interessato potrà godere dei diritti assicurati dall'art. 7 (Diritto di accesso ai dati personali ed altri diritti) e dall' art. 8 (Esercizio dei diritti) del D.lgs. 196/2003. Titolare del trattamento è SIGEA.

**FORMULA DI ACQUISIZIONE DEL CONSENSO DELL'INTERESSATO**

Io sottoscritto/a, acquisite le informazioni fornite dal titolare del trattamento, ai sensi dell'art.13 del D.Lgs. 196/2003, dichiaro di prestare il mio consenso al trattamento dei dati personali per i fini indicati nella suddetta normativa.

Luogo e data \_\_\_\_\_, Firma \_\_\_\_\_

# COLLANA SIGEA DI GEOLOGIA AMBIENTALE



**SIGEA**  
Società Italiana  
di Geologia Ambientale  
www.sigeaweb.it



Dario Flaccovio Editore

Sigea è un'associazione culturale per la promozione del ruolo delle scienze della terra nella protezione della salute, nella sicurezza dell'uomo e nella salvaguardia della qualità dell'ambiente naturale ed antropizzato. La collana Sigea si propone di favorire la divulgazione scientifica dei principali temi della geologia ambientale e di stimolare la conoscenza del territorio nei suoi aspetti fondamentali, incoraggiando una maggiore collaborazione interdisciplinare nelle attività conoscitive ed applicative rivolte alla valorizzazione, tutela ed uso sostenibile delle risorse geologiche.



Antonio Coviello  
**CALAMITÀ NATURALI E COPERTURE ASSICURATIVE**  
Il risk management nel governo dei rischi catastrofali  
€ 25,00 | 304 pagine | 2013



Giuseppe Gisotti  
**LE UNITÀ DI PAESAGGIO**  
Analisi geomorfologica per la pianificazione territoriale e urbanistica  
€ 45,00 | 496 pagine | 2011



Massimo Bastiani  
**CONTRATTI DI FIUME**  
Pianificazione strategica e partecipata dei bacini idrogeografici  
Aspetti - Approcci - Casi studio  
€ 58,00 | 626 pagine | 2011



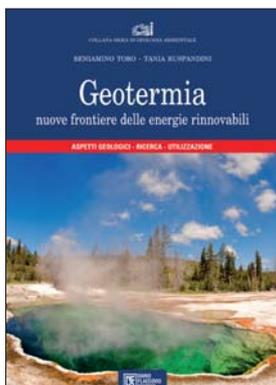
Fabio Garbin - Sergio Storoni Ridolfi  
**GEOLOGIA E GEOTECNICA STRADALE**  
I materiali e la loro caratterizzazione  
€ 65,00 | 648 pagine | 2010



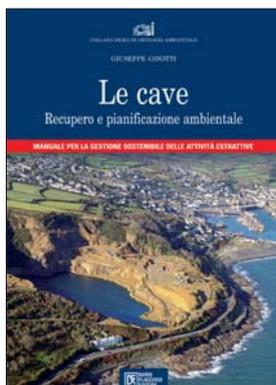
Giuseppe Gisotti  
**IL DISSESTO IDROGEOLOGICO**  
Previsione, prevenzione e mitigazione del rischio  
€ 58,00 | 640 pagine | 2012



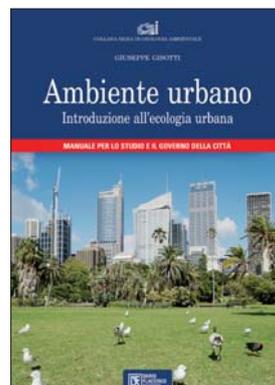
Guido Ferrara - Giuliana Campioni  
**IL PAESAGGIO NELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE**  
Ricerche, esperienze e linee guida per il controllo delle trasformazioni  
€ 40,00 | 256 pagine | 2012



Beniamino Toro - Tania Ruspandini  
**GEOTERMIA**  
Nuove frontiere delle energie rinnovabili  
Aspetti geologici - Ricerca - Utilizzazione  
€ 22,00 | 120 pagine | 2009



Giuseppe Gisotti  
**LE CAVE**  
Recupero e pianificazione ambientale  
Manuale per la gestione sostenibile delle attività estrattive  
€ 47,00 | 432 pagine | 2008



Giuseppe Gisotti  
**AMBIENTE URBANO**  
Introduzione all'ecologia urbana  
Manuale per lo studio e il governo della città  
€ 40,00 | 520 pagine | 2007



Federico Boccalaro  
**DIFESA DEL TERRITORIO E INGEGNERIA NATURALISTICA**  
Manuale degli interventi di recupero ambientale  
€ 40,00 | 576 pagine | 2007



Federico Boccalaro  
**DIFESA DELLE COSTE E INGEGNERIA NATURALISTICA**  
Manuale per il ripristino degli habitat lagunari, dunari, litoranei e marini  
€ 68,00 | 608 pagine | 2012