

Percorsi geoturistici sui vulcani di fango delle Marche centro-meridionali

Geo-touristic trails on mud volcanoes in the Central-Southern Marche Region

FARABOLLINI P. (*), SCALELLA G. (**)

RIASSUNTO - I “vulcani di fango” (o “vulcanelli di fango”, “salse” o “maccalube”) della Regione Marche, ben rappresentati come tipologia, numero ed estensione, sono stati oggetto, in passato, di numerosi studi da parte di numerosi Autori (MARINELLI, 1904; BIASUTTI, 1907; BONASERA, 1952; DAMIANI, 1964) i quali hanno trattato l'argomento anche da un punto di vista prettamente morfologico.

Per spiegare la genesi di tali fenomeni, che possono presentare aspetti e caratteristiche morfologiche differenti in relazione alle diverse condizioni geologiche ed idrogeologiche (BIASUTTI, 1907, SCALELLA, 2000), sono state formulate svariate interpretazioni facendo riferimento all'attività sismica della regione, alla presenza di gas, al regime pluviometrico, alle condizioni sia morfologiche che geoidrologiche delle zone circostanti i vulcanelli di fango, ecc. (MARINELLI, 1904; BIASUTTI, 1907; BONASERA, 1952; DAMIANI, 1964; NANNI & ZUPPI, 1986; MARTINELLI, 1999; SCALELLA, 2000).

Nella loro configurazione tipica, i vulcanelli di fango sono stati osservati nella regione marchigiana soltanto nell'area periadriatica dove affiorano i depositi terrigeni pliocenici-pleistocenici (alternanze di depositi conglomeratici, arenacei e arenaceo-pelitici, spesso con notevoli variazioni di facies, sia in senso laterale e verticale che longitudinale ed in contatto trasgressivo, con frequenti giaciture onlap, con i depositi pelitici e pelitico-arenacei del Pliocene, che affiorano nelle aree più interne (CENTAMORE & DEIANA, 1986; ORI *et alii*, 1991). Gli spessori dei depositi, determinati anche attraverso ricerche petrolifere e idrogeologiche (ENI, 1972), raggiungono i 1500/2000 m nel tratto più occidentale e i 3500/4000 m più ad oriente.

I vulcanelli di fango sono presenti nelle Marche centro-settentrionali nei pressi di Maiolati Spontini (AN), Castellellino (AN), Monteroberto (AN) e San Paolo di Jesi (AN); nelle Marche centro-meridionali sono presenti lungo il Fosso Cremona nei pressi di Petriolo e Loro Piceno (MC), nei pressi di Montegiorgio (AP), Falerone (AP), Belmonte Piceno (AP), Servigliano, Monteleone di Fermo (AP), Montelaparo (AP),

Santa Vittoria in Matenano (AP), Monterinaldo (AP), Montedinove (AP), Offida (AP) e nelle vicinanze del Monte dell'Ascensione (AP).

L'ampio panorama di morfologie e tipologie differenti di vulcanelli di fango, pur non presentando caratteristiche particolarmente eclatanti, rappresentano un bene ambientale molto vulnerabile che l'attività antropica, in molti casi, attraverso le più comuni pratiche, sta cancellando. L'itinerario che qui proposto si pone lo scopo di far conoscere al grande pubblico ed agli amministratori un bene geologico che, pur rappresentando una sicura risorsa geo-turistica, tuttavia, per la sua natura effimera e per la continua e “inesorabile” attività antropica, rischia di scomparire per sempre.

PAROLE CHIAVE: Vulcanelli di fango; Sedimenti pliocenici; Fascia periadriatica; Tutela e Conservazione; Regione Marche

ABSTRACT - Mud volcanoes (also known in Italian as “vulcanelli di fango”, “salse”, “maccalube”, or “bollitori”) have been in the past the subject of several studies by different Authors; mentioned in classical scripts, they have been treated more in detail starting from the 17th century in naturalistic studies published by Scientific Academies or Cultural Associations.

In the Marche region, these phenomena have been observed only in the peri-Adriatic sector where Pliocene and Pleistocene terrains crop out; they are well represented with respect to typology, number and extension (San Paolo di Jesi, Province of Ancona; Petriolo, Province of Macerata; Montappone, Montegiorgio, and Offida, Province of Ascoli Piceno).

The present paper proposes several strategies for their preservation and protection: in particular these aim to avoid the characteristic morphologies, produced by leaking mud (also several times per year in some cases), being suddenly demolished by anthropic or natural agents. Mud leakage generally occurs on a flat surface called “*piano della salsa*” prevalently

(*) Scuola di Scienze Ambientali, Università degli Studi di Camerino, via Gentile III da Varano, 62032 - Camerino (MC)

(**) Regione Marche, Servizio Infrastrutture, Trasporti ed Energia - Via Palestro, 19 - 60122 - Ancona

on a thalweg or along a very gentle portion of the slope. Typical, in mud volcano morphology, is the presence of one or more cones of different height and extension with emission of mud with different fluidity; sometimes natural boundaries exist and the leakage remains confined inside a depression, but in other cases the mud emissions can reach the hydrographic network.

The Marche Region Administration, as those of other Italian Regions, have no rules yet (except for some indications in the PPAR- Regional Plan for Landscape and the Environment) for preventing and protecting these geosites. The procedure for protection them should start from an analysis of the territory and a study of its resources, in particular defining characteristics, potential risks, and the objectives to be reached; in addition, it should formulate proposals for their use and enhancement, also indicating possible thematic routes (geological and geomorphologic pathways) in particularly significant areas. This could be achieved through the following steps:

- analysis;
 - evaluation and setting;
 - proposals of prevention and enhancement.
- Tools for geo-site management could be:
- specific regional rules for preserving and protecting mud volcanoes;
 - natural conditions for recuperating the sites, and the promotion of activities for their preservation;
 - specific signs and posters (and possibly specially designated areas) for supplying evidence of, and explanations about, the genesis and spatial-temporal evolution of the phenomenon.
- The route that we propose here wants to make known to the general public and administrator, a geological process and morphology, while providing a safe resource geo-tourism, however, due to its ephemeral nature and for the continuous and "relentless" human activity, is likely to disappear forever.

KEY WORDS: Mud volcanoes; Pliocene sediments; Periadriatic area; Defence and conservation; Marche Region

1. - INTRODUZIONE

I vulcani di fango che vengono di seguito illustrati sono quelli che si trovano nei sedimenti plio-pleistocenici dell'avanfossa periadriatica nel tratto ricadente nelle Marche centro-meridionali. Gli itinerari proposti includono spostamenti in auto per raggiungere i siti in cui sono presenti le emergenze lutivome che implicano facili passeggiate ed escursioni immersi nel paesaggio marchigiano su percorsi, però, privi totalmente di segnaletica. Gli itinerari sono percorribili in ogni periodo dell'anno ad eccezione di alcuni brevi periodi durante i mesi invernali, dove le precipitazioni nevose non permettono la visita dei luoghi ed il riconoscimento dell'emergenza lutivoma.

Ad eccezione di qualche citazione sporadica nei *case history* pubblicizzati a livello provinciale sulle peculiarità del paesaggio, ad oggi non esiste nessuna guida specifica che tratta dei vulcanelli di fango presenti nel territorio della Regione Marche: questo lavoro rappresenta il primo esempio per i vulcanelli di fango presenti nell'area periadriatica delle Marche centro-meridionali.

L'itinerario principale che raccorda il primo e l'ultimo vulcanello di fango che qui presentiamo unisce, in un percorso ideale, il settore collinare nel territorio di Montegiorgio, Montappone, Servigliano, Monteleone di Fermo, Montelparo e Santa Vittoria in Matenano al settore altocollinare di Montedinove, Rotella e Offida passando per variati scorci di territorio comprendenti sia il paesaggio agrario che il tessuto urbano di centri mediamente piccoli (al di sotto dei 7000 abitanti) che narrano della storia che si estende dal periodo preromano fino ai nostri giorni.

I percorsi da effettuare in auto permettono agli escursionisti anche semplici tratti a piedi immersi nel paesaggio agrario delle Marche centro-meridionali: tutto ciò difficilmente può realizzarsi in un solo giorno anche per le distanze da colmare tra il luogo di parcheggio dell'auto e quello di ubicazione di ogni singolo vulcanello di fango.

Per quanto riguarda la cartografia è da evidenziare che l'utilizzo, oggi, degli *smartphone* e dei *tablet* muniti di gps, rendono agevole il raggiungimento di qualsiasi destinazione con buona precisione; comunque per chi non volesse utilizzare i mezzi offerti dalla tecnologia, si può far riferimento all'atlante stradale del T.C.I. alla scala 1:250.000 (o più piccola) oppure alla cartografia I.G.M. Per chi volesse invece il supporto cartografico geologico, può reperire la cartografia geologica del progetto CARG (Cartografia Geologica) consultabile presso il *sito web* dell'ISPRA ed eventualmente stampare il settore d'interesse.

2. - CARATTERI GENERALI DEI VULCANELLI DI FANGO

I "vulcani di fango" o salse, sono stati oggetto, in passato, di numerosi studi da parte di diversi autori, anche stranieri; se ne ritrovano tracce a partire dagli scrittori classici e, più diffusamente, dal '600 in poi con la ripresa dell'attività conoscitiva degli aspetti naturalistici da parte delle accademie scientifiche. La denominazione più diffusa (in italiano) è vulcani, vulcanelli, vulcanetti di fango o emissione fangosa. Poiché il fenomeno non ha niente a che vedere con l'attività vulcanica, debbono essere utilizzate altre denominazioni per evitare confusione: il piano della salsa che è la superficie su cui avvengono le emissioni fangose; il campo della salsa, è la zona occupata dalle emissioni fangose e nella quale si aprono i condotti di emissione; i coni fangosi sono le forme prodotte dalle emissioni fangose; gli argini costituiscono una zona più o meno solidificata che delimita il materiale fluido; gli spiragli sono il luogo da cui fuoriesce il materiale fangoso.

Per spiegare le cause del fenomeno sono state formulate le più svariate interpretazioni facendo riferimento alle condizioni morfologiche e geoidrologiche delle zone circostanti e a monte dei vulcanelli di fango, all'attività sismica della regione, al regime pluviometrico, ecc.; altri Autori hanno formulato altri tipi di ipotesi che correlavano la connessione del fenomeno di emissione fangosa esclusivamente con la presenza di gas oppure a giacimenti di idrocarburi; quelli dell'area marchigiana sono riferibili a fenomenologie legate ai sistemi idrogeologici. Il fenomeno dei vulcanelli di fango risulta diffuso in diverse regioni del mondo sia in ambiente terrestre che in ambiente marino, e presenta aspetti e caratteristiche diverse in funzione alle diverse caratteristiche sedimentarie, litostratigrafiche, idrogeologiche e morfologiche dell'area di riferimento. Possono essere perenni ed effimeri: quelli del primo tipo sono ad esempio quelli presenti in Azerbaijan, associati a giacimenti di idrocarburi, oppure quelli presenti nel territorio del Comune di Rotella, che sono associati principalmente ad un sistema di tipo idrogeologico; quelli di tipo effimero sono quelli che si sviluppano durante i fenomeni di liquefazione del terreno in occasione di eventi sismici. Alcune emissioni, sono caratterizzate da condizioni di temperatura e pressione costante nel tempo, e quindi anche da periodicità del fenomeno stesso; altri invece possono essere associati ad interazioni con una circolazione idrogeologica anche piuttosto profonda (2000 - 2500 m o più) e a variazioni di pressioni interstiziali prodottesi ad esempio con un evento sismico.

Altre regioni di diffusione del fenomeno, oltre all'Italia, sono: Romania, India, Colombia, Isola del Borneo, zone settentrionali di Iran e Iraq, Nuova Zelanda, Malesia, Isola di Java in Indonesia, area meridionale degli Stati Uniti, penisola di Kerc in Ucraina e Taman, Turkmenistan, Georgia e isola di Sakalin in Russia; Venezuela, Colombia, isola Trinidad, Cile, lungo la costa del Golfo del Messico (nel delta del Mississippi) ecc. In Italia il fenomeno risulta diffuso principalmente in Emilia Romagna, Marche e Sicilia anche se sono presenti in misura ridotta anche in altre regioni quali Lazio e Calabria. I vulcanelli di fango in area italiana (fig. 1) presentano caratteristiche diverse tra loro sia per i meccanismi di origine del fenomeno che per le dimensioni delle forme associate allo stesso.

I vulcanelli di fango, nella loro configurazione tipica, sono stati osservati nella regione marchigiana soltanto nei sedimenti pliocenici (SCALELLA, 2000; FARABOLLINI *et alii*, 2002a e 2004); essi sono presenti nelle Marche centro-settentrionali in diverse località e nelle Marche centro-meridionali a Montappone (FM), Montegiorgio (FM), Servigliano (FM), Monteleone di Fermo (FM), Montel-

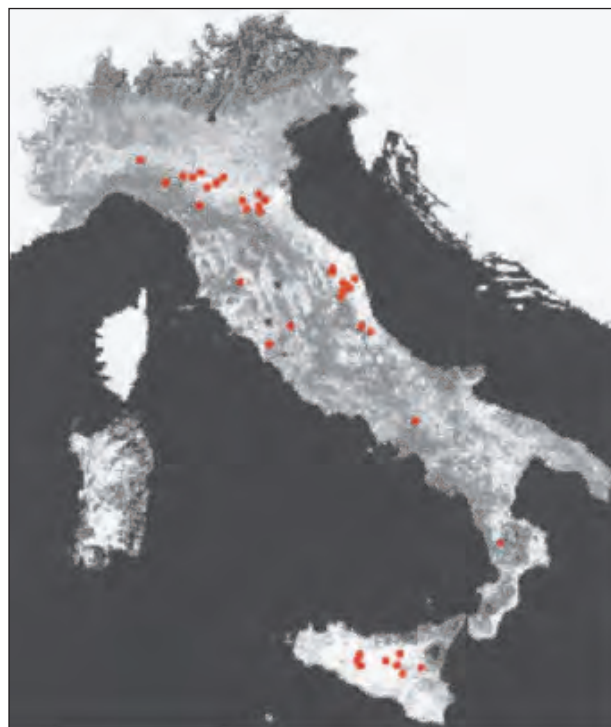


Fig. 1 - Distribuzione delle principali aree a vulcanelli di fango in Italia.
- *Distribution of the main mud volcanoes areas in Italy.*

paro (FM), Santa Vittoria in Matenano (FM), Montedinove (AP), Rotella (AP) nei dintorni del Monte dell'Ascensione (AP) e Offida (AP).

La presenza di tali sistemi lutivomi, forniscono un ampio panorama di morfologie e tipologie differenti di vulcanelli di fango che, pur non presentando caratteristiche particolarmente eclatanti, rappresentano tuttavia un bene ambientale molto vulnerabile, soprattutto in considerazione che la sempre crescente attività antropica, soprattutto di tipo agricolo, sta modificando se non, addirittura, cancellando del tutto.

3. - IL CONTESTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA A VULCANELLI DI FANGO

I vulcanelli di fango sono stati osservati solamente nell'area periadriatica, dove affiorano esclusivamente depositi terrigeni pliocenici-pleistocenici (fig. 2).

Dal punto di vista geologico l'area periadriatica è caratterizzata da una successione stratigrafica tipica di uno o più cicli trasgressivo-regressivi costituita da alternanze di depositi conglomeratici, arenacei e arenaceo-pelitici, spesso con notevoli variazioni di facies, sia in senso laterale e verticale che longitudinale ed in contatto trasgressivo, con frequenti giaciture onlap, con i depositi pelitici e

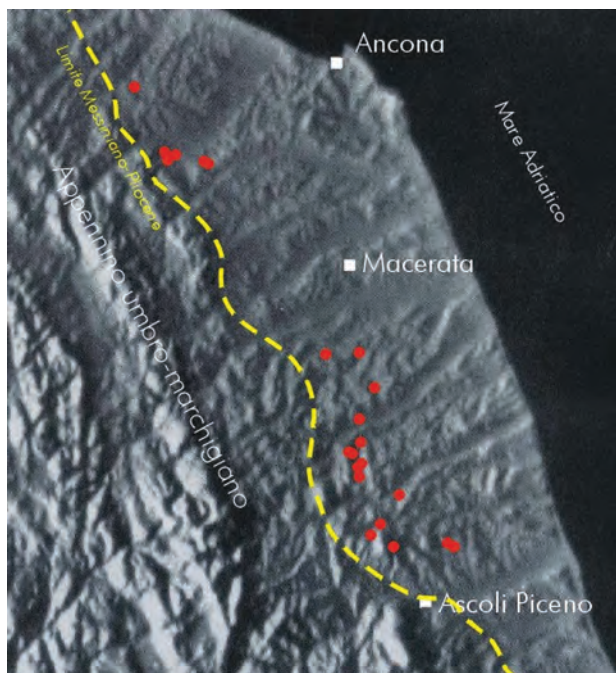


Fig. 2 - Ubicazione dei vulcanelli di fango della Regione Marche. La linea tratteggiata rappresenta il passaggio stratigrafico Miocene-Plio/Pleistocene. - Mud volcanoes in the Marche Region. The dashed line represents the stratigraphic transition Miocene-Pliocene/Pleistocene.

pelitico-arenacei del Pliocene, che affiorano nelle aree più interne (CENTAMORE & DEIANA, 1986; ORI *et alii*, 1991; CENTAMORE *et alii*, 2009). Gli spessori dei depositi, determinati anche attraverso ricerche petrolifere e idrogeologiche (ENI, 1972), raggiungono i 1500/2000 m nel tratto più occidentale e i 3500/4000 m più ad oriente. Tale successione sedimentaria rappresenta i sedimenti di riempimento di avanfosse via via migranti verso est o di bacini di tipo piggy-back (ORI *et alii*, 1991; BIGI *et alii*, 1995). Essa risulta interessata da sovrascorrimenti di piccole dimensioni scollati al tetto della successione carbonatica, se non addirittura all'interno degli stessi depositi pliocenici (ARGNANI *et alii*, 1991); nella maggior parte dei casi si tratta di sovrascorrimenti non affioranti per cui, in superficie, l'assetto è quasi sempre monoclinale (fig. 3). Sono tuttavia presenti alcune strutture positive come l'anticlinale di Polverigi e la cosiddetta "dorsale costiera" che comprende, tra l'altro le strutture del Conero e di Porto S. Giorgio (BIGI *et alii*, 1995). L'attività tettonica quaternaria è riconoscibile soprattutto nei depositi di chiusura del ciclo plio-pleistocenico che, oltre a presentare notevoli riduzioni di spessore della serie in prossimità delle strutture anticlinali (Porto San Giorgio), risultano dislocati da faglie sia dirette che inverse.

Dal punto di vista idrogeologico, il sistema di pieghe, faglie, sovrascorrimenti e zone di fratturazione che caratterizza tutta l'area periadriatica, dà

luogo ad un complesso assetto geologico-strutturale da cui prendono origine differenti strutture idrogeologiche a piccola e a grande scala. Le prime possono dar luogo ad una circolazione idrica di tipo superficiale, notevolmente variabile sia per andamento che per entità, condizionata da fattori locali prevalentemente morfologici e giaciture; le seconde determinano generalmente una circolazione di tipo "regionale", più profonda, uniforme per direzione dei flussi e per entità e regolata principalmente da fattori tettonici e strutturali. Riguardo le sorgenti, nelle sequenze stratigrafiche caratterizzate da intercalazioni di unità arenacee, arenaceo-conglomeratiche, arenaceo-pelitiche e pelitico-arenacee sono presenti numerose emergenze idriche a regime perenne che testimoniano la presenza di acquiferi all'interno delle unità permeabili, ricaricati prevalentemente dalle precipitazioni meteoriche (SCALELLA, 1996; NANNI & VIVALDA, 1998). Negli orizzonti arenacei, in relazione all'assetto strutturale, la circolazione idrica può raggiungere anche notevoli profondità e venire a contatto con le acque salmastre e salate presenti nei depositi miocenici e pliocenici (ENI, 1972). Secondo alcuni autori (NANNI & ZUPPI, 1986; NANNI & VIVALDA, 1998) corpi arenacei appartenenti alla sequenza del Pliocene inferiore e medio sono frequentemente saturi di acqua salmastra e salata, più raramente acqua dolce, mentre quest'ultima prevale nei depositi pleistocenici.

4. - PROPOSTA DI MECCANISMO GENETICO ED EVOLUTIVO DEI VULCANELLI DI FANGO

Le prime ipotesi circa l'origine del fenomeno dei vulcanelli di fango risalgono a circa la seconda metà del 1700. A partire dal 1900, gli studi si intensificano, sia per quanto riguardano l'origine del fenomeno, sia per i meccanismi di risalita di acque di provenienza profonda, che per la loro evoluzione geomorfologica. I primi veri studi sui vulcanelli di fango della penisola italiana si debbono a MARINELLI (1904) e BIASUTTI (1907); in essi vengono considerati i principali aspetti del fenomeno con considerazioni di tipo geomorfologico. Più recenti sono gli studi di BONASERA (1952) e DAMIANI (1964) su alcuni vulcanelli di fango della regione marchigiana.

Le acque salate del fronte adriatico-padano trovano origine nelle "brines" (ENI, 1972; RICCHIUTO *et alii*, 1985), salamoie di fondo intrappolate nei sedimenti della successione messiniana e pliocenica dotate di mobilità pressoché nulla e con contenuto salino maggiore di 150 g/l. Altri autori (COGGIOLA *et alii*, 1986; NANNI & ZUPPI, 1986; OLIVIERO *et alii*,

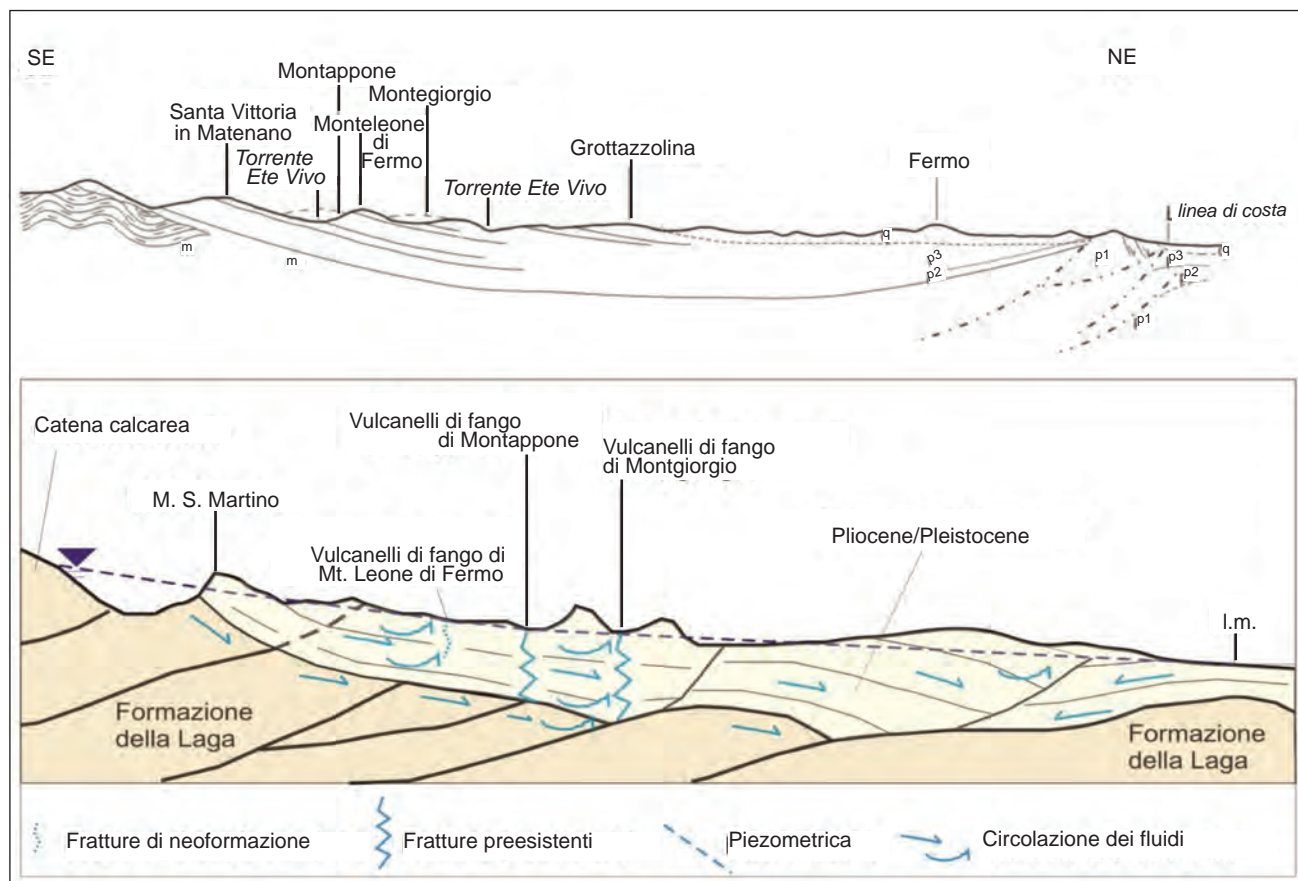


Fig. 3 - Sopra: sezione geologica schematica dell'area periadriatica (m- Messiniano; p1- Pliocene inferiore; p2- Pliocene medio; p3- Pliocene superiore; q- Quaternario); sotto: sezione geologica interpretativa, da ovest verso est, della struttura periadriatica marchigiana con i meccanismi idrogeologici profondi (modificata da FARABOLLINI *et alii*, 2004).

- Above: Schematic geological section of Periadriatic area (m- Messinian; p1- Pliocene; p2- middle Pliocene; p3- Pliocene; q- Quaternary); below: interpretative geological section, from west to east, of the Marche Periadriatic structure with deep hydrogeological mechanisms (modified from: FARABOLLINI *et alii*, 2004).

1987; CHIARLE *et alii*, 1991, 1992; NANNI & VIVALDA, 1998) ipotizzano che il movimento di risalita delle salamoie si attua in due fasi: una basale di spremitura della salamoia connessa con le spinte tettoniche dei principali fronti di sovrascorrimento e una più superficiale per diluizione delle salamoie con le acque meteoriche. Esse penetrano nelle zone di frattura in profondità attraverso gli orizzonti arenacei e giunte a contatto con le acque madri ne provocano la lisciviazione, si arricchiscono in sali e risalgono in superficie attraverso pori e fratture coadiuvate dai gas associati alle acque salate. Gli studi sugli isotopi dell'ossigeno, condotti dagli Autori sopra citati, indicano un miscelamento dei due tipi di acque (acque recenti e acque salate "fossili" di età maggiore ai 40.000 anni. La presenza di gas e fango in sospensione darebbero origine ai vulcanelli di fango e/o semplicemente pozze fangose. Inoltre secondo detti Autori, l'azione compressiva della tettonica pliocenica avrebbe determinato condizionamenti nell'accumulo delle salamoie in corrispondenza dei fronti di sovrascorrimento sepolti dai depositi plio-plei-

stocenici. Le indagini svolte dall'Eni (Agip) tra il 1943 e il 1970 sul territorio italiano finalizzate alla ricerca di idrocarburi rappresentano ancora oggi la maggiore fonte di informazioni sui dati di sottosuolo a profondità comprese tra 2000 e 5500 metri. Durante queste indagini sono state acquisite anche informazioni sia qualitative che quantitative sulle acque presenti all'interno delle formazioni attraversate. Dall'analisi delle stratigrafie dei pozzi si può osservare in generale che, partendo dalla superficie, ad una serie di orizzonti con acque dolci si succedono strati con acque salmastre ed infine più in profondità strati con acque salate.

I vulcanelli di fango esaminati e, più in generale, quelli dell'intera Regione marchigiana, non sono distribuiti uniformemente dal preappennino fino alla costa; essi hanno una distribuzione preferenziale e si rinvencono soltanto sui depositi del Pliocene-Pleistocene, risultando più "addossati" alla zona preappenninica. Ciò lascia supporre che l'elemento discriminante nella formazione del fenomeno non sia la presenza o meno di acque salmastre e/o salate o la presenza di fratture o fa-

glie per la risalita del fango e dell'acqua, ma la formazione di un gradiente idraulico, associato alle acque di precipitazione meteorica, che individua una circolazione profonda condizionata dall'assetto stratigrafico-strutturale dei depositi pliocenici poggianti sui sedimenti messiniani. In mancanza di dati certi ottenibili senz'altro da prospezioni sismiche a riflessione, si può prospettare un tentativo di interpretazione del fenomeno. Gli studi compiuti hanno evidenziato che: i corpi sedimentari interessati sono quelli della Formazione della Laga e del Pliocene; le analisi mineralogiche indicano tracce di elementi appartenenti alla Formazione della Laga (Gessi); la temperatura dell'acqua in alcuni vulcanelli differiva di 2°C al massimo con quella atmosferica (tab. 1).

Con ogni probabilità, all'instaurarsi di un meccanismo di sifonamento indotto dall'acqua di filtrazione che si raccoglie in uno o più livelli intercomunicanti determinando il superamento del valore della pressione critica nel livello di provenienza, potrebbe essere individuata la causa d'innescio del fenomeno che si propaga verso l'alto tramite pori e fratture all'interno delle formazioni attraversate; esse non necessariamente sono preesistenti in quanto i valori di pressione indotti dal gradiente idraulico possono determinare nel tempo la formazione di fratture di neoformazione (fig. 3).

Tale surplus di pressione può determinarsi, ad esempio, per intervento di un evento sismico, oppure normalmente per incrementi della pressione idrostatica. Al verificarsi della rottura dell'equilibrio, si innesca un movimento di risalita dell'acqua, che prende in carico particelle di argilla che possiedono, nel loro complesso, una minore densità rispetto alle rocce incassanti e questo, in alcuni casi, insieme, alla presenza di gas, favorisce ulteriormente il fenomeno. Osservazioni di lungo periodo hanno mostrato che l'attività dei vulcanelli di fango è più intensa nei periodi di maggiore piovosità, risultando perlopiù inattivi nei periodi siccitosi. Sulla base della temperatura dell'acqua al momento dell'infiltrazione, e sulla base del gradiente termico delle rocce in quest'area (aumento della temperatura di 1° ogni 33 m), considerando anche la conseguente diminuzione della temperatura dell'acqua durante le fasi di risalita, è possibile ipotizzare come le profondità massime raggiungibili dall'acqua meteorica possano arrivare al massimo ad alcune migliaia di metri. Tale ipotesi viene avvalorata dalla presenza di sorgenti termali della zona pedappenninica marchigiana (es. Acquasanta Terme) che si verificano solamente in assenza di litologie argillose (o con spessori notevolmente ridotti).

Al fine di una maggiore esaustività sulle caratteristiche dei vulcanelli di fango, sono stati effettuati diversi monitoraggi su 8 vulcanelli, sulla base delle

condizioni stratigrafiche e strutturali della zona ed i rapporti tra i vulcanelli e le proprietà delle unità litostratigrafiche interessate, con le modificazioni morfologiche apportate alle zone di sviluppo del fenomeno. Le indagini e le analisi svolte sono consistite in misure in sito di temperatura del fango e dell'aria ed analisi mineralogiche e biostratigrafiche su campioni prelevati in sito sia del fango emesso dai vulcanelli sia del substrato nelle aree circostanti. I dati di laboratorio delle analisi mineralogiche eseguite al diffrattometro ai raggi X hanno consentito di rilevare che non risultano composizioni mineralogiche particolari: in tutti i campioni analizzati risulta un contenuto dato da minerali argillosi, calcite, quarzo, feldspati con percentuali variabili. Da segnalare, nei campioni provenienti dai vulcanelli di fango, la costante presenza, anche se in quantità minima, del gesso. Un contenuto maggiore di tale minerale si rinviene solamente nel campione prelevato nel substrato affiorante costituito dai depositi della Formazione della Laga. Tramite ulteriori analisi di laboratorio è stata determinata la densità del materiale fangoso: esso varia da 1,5, per il materiale più fluido, a 2,2, per quello invece più denso, con valore medio di 1,8. Durante il campionamento le emissioni si differenziavano notevolmente: alcune erano caratterizzate da un composto quasi plastico e piuttosto lento nel movimento di colata, altre erano caratterizzate da acqua torbida, altre ancora erano intermedie ai due estremi precedenti.

Sono state infine effettuate anche analisi biostratigrafiche, sui campioni raccolti dal fango emesso, che hanno fornito le seguenti informazioni:

- Campione 1 (Montappone): la forma più significativa è la *Bulimina elegans marginata*. Età: Pliocene superiore (parte alta).
- Campione 2 (SW Monteleone di Fermo): la forma più significativa è la *Bulimina marginata*. Età: Pliocene medio - Pliocene superiore.
- Campione 3 (Montegiorgio): la forma più significativa è rappresentata da *Globorotalia inflata*. Età: Pliocene superiore.
- Campione 4 (SW Monteleone di Fermo): non sono presenti forme significative dal punto di vista biostratigrafico.

Per maggior completezza di informazioni sulle emissioni fangose, sono state anche effettuate delle analisi del contenuto di Radon, presso il Laboratorio Tecnorad srl di Verona (tab. 2).

5. - L'ITINERARIO "I VULCANI DI FANGO: DAL MITO ALLA REALTÀ"

L'itinerario proposto (fig. 4) può essere suddiviso in due parti di cui la prima, ricadente nel territorio della Provincia di Fermo, comprende il

Tab. 1 - *Sintesi delle misure di temperatura e della fase di emissione.*
- Measurement of the temperature and the emission phase of the studied mud volcanoes.

LOCALITÀ	TEMPERATURA ESTERNA	TEMPERATURA DEL FANGO	STATO DI EMISSIONE	QUOTA s.l.m.
MONTAPPONE	3° C	12,5° C	Intensa	178 m
MONTEGIORGIO	7° - 8° C	12,6° C	Intensa	148 m
F.SSO SAN NICOLA SERVIGLIANO	11,4° C	9,4° C	Debole	214 m
F.SSO SAN NICOLA SERVIGLIANO	11,1° C	11,7° C	Intensa con colata fangosa	215 m
SW MONTELEONE DI FERMO	11,4° C	12,5° C	Intensa con colata fangosa	198 m
SW MONTELEONE DI FERMO	10,6° C	11,3° C	Intesa	198 m
SW MONTELEONE DI FERMO	2,3° C	5,7° C	Intensa con colata fangosa	185 m
SW BELMONTE PICENO	2° C	5,5° C	Intensa con colata fangosa	163 m

Tab. 2 - *Risultati delle analisi di Radon contenuto nei campioni.*
- Content in Radon in analytical samples examined.

MISURE DI CONCENTRAZIONE RADON IN ACQUA									
Tecnica di Misura: E-PERM									
Riferimento vostro ordine del 24/11/2010									
Dettaglio delle Misure effettuate sui rilevatori Elettretre:									
CODICE	RIFERIMENTO	volume camp. (ml)	Data prelievo	Data inizio	Data fine	Lettura iniziale (V)	Lettura finale (V)	RnC (Bq/l)	Incert. estesa
SFM234	CAMPIONE 1	136 ml	17/02/2011	18/02/2011	21/02/2011	621	330	361,5	+/- 11
SFM237	CAMPIONE 2	136 ml	26/02/2011	15/03/2011	16/03/2011	526	508	207,8	+/- 23
SFM090	CAMPIONE 3	136 ml	27/02/2011	27/02/2011	22/03/2011	649	635	343,0	+/- 27
SFL606	CAMPIONE 4	136 ml	28/02/2011	28/02/2011	22/03/2011	507	490	379,2	+/- 23
SFB372	CAMPIONE 5	136 ml	01/03/2011	01/03/2011	23/03/2011	479	446	807,4	+/- 14

Note:
Correzione Fondo Gamma = 99 nGyh +/- 10%
RnC: Concentrazione di Radon in Bq/litro

territorio dei Comuni di Montegiorgio, Montappone, Falerone, Servigliano, Monteleone di Fermo, Santa Vittoria in Matenano (bacini idrografici del torrente Ete Morto, fiume Tenna e torrente Ete Vivo), mentre la seconda ricade nel territorio della Provincia di Ascoli Piceno, comprendendo i Comuni di Montedinove, Rotella e Offida (bacini idrografici del fiume Aso, torrente Tesino e fiume Tronto).

5.1. - STOP 1 - MONTEGIORGIO

Il primo itinerario (fig. 4) parte dalla costa adriatica, in corrispondenza dell'uscita dell'autostrada A14 di Porto Sant'Elpidio, quindi si prosegue lungo la strada provinciale n. 28 – Faleriense, in direzione Amandola (per circa 25 km) fino a Piane di Montegiorgio; alla rotatoria si gira a destra e si prosegue per circa 3 km lungo la strada provinciale

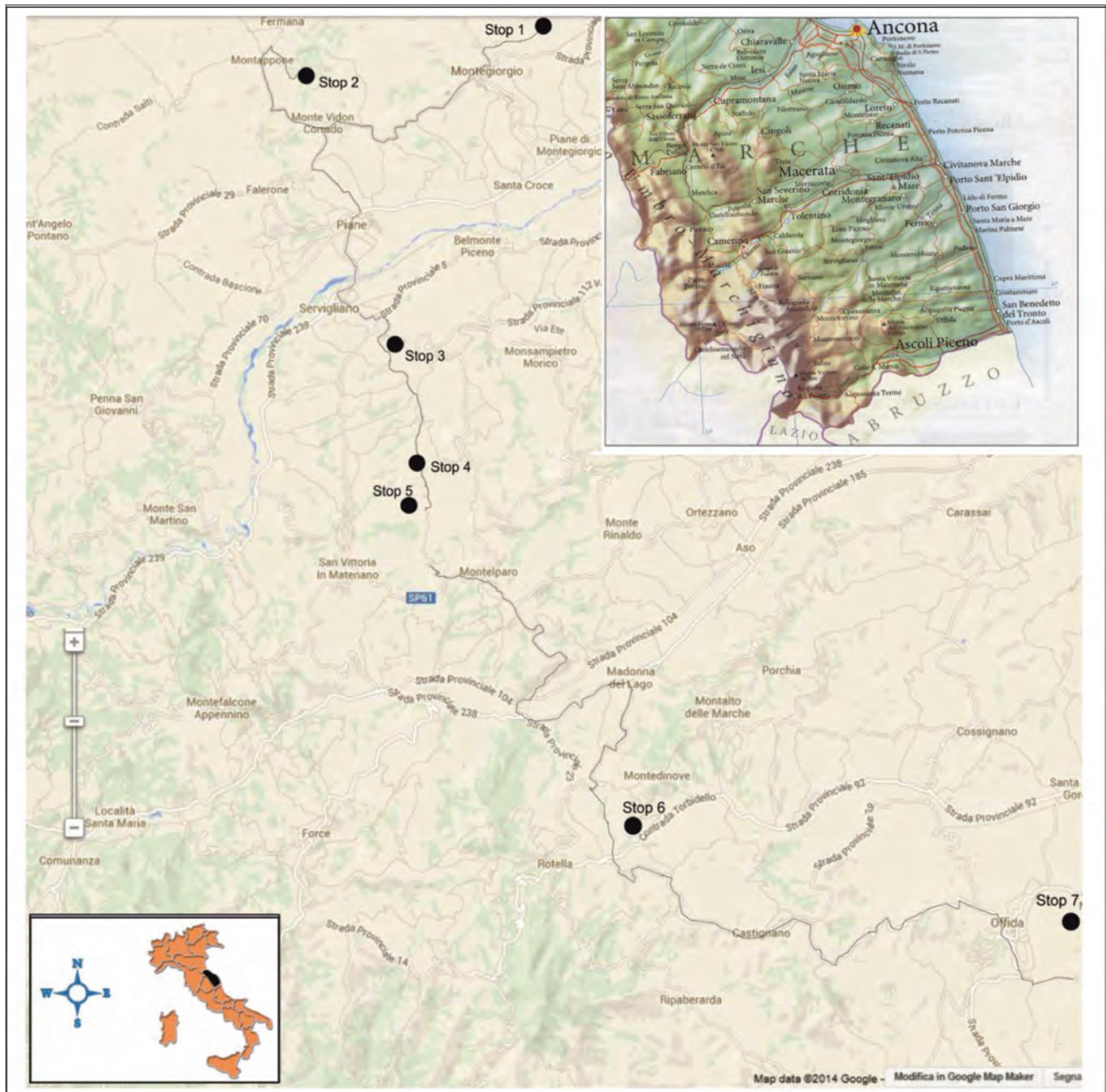


Fig. 4 - Mappa dell'itinerario dei Vulcanelli di fango.
- Map of the "Mud volcanoes" trail.

n. 37 per Montegiorgio. Oltrepassato l'abitato di Montegiorgio si percorre la strada per Francavilla d'Ete e dopo circa 1 km, sulla destra, si imbecca una strada comunale. Arrivati in prossimità di un'azienda agricola (punto di arrivo della strada) è possibile lasciare l'auto per proseguire a piedi per circa 500 metri e, dopo aver attraversato un fosso, si arriva all'area occupata dal vulcano di fango (fig. 5).

Questa emergenza geomorfologica è stata sottoposta a tutela integrale, per una distanza di 50 m nell'intorno, dalla Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 64 del 05/06/2001, ad oggetto: "Co-

mune di Montegiorgio - Legge 17 agosto 1942, n. 1150 e successive modificazioni ed integrazioni - Legge Regionale 5 agosto 1992, n. 34 - Approvazione con stralci, modifiche e prescrizioni del Piano Regolatore Generale in adeguamento al Piano Paesistico Ambientale Regionale - Delibera di Consiglio Comunale n. 41 del 10 settembre 1998." Come detto precedentemente, nelle varie località marchigiane il fenomeno assume nomi diversi a seconda del dialetto del luogo: per questo motivo la denominazione per questo vulcanello di fango è "lu sdrau", essendo ubicato in contrada Sdrao (fig. 6).



Fig. 5 - Localizzazione del vulcano di fango di Montegiorgio (immagine tratta da Googlemaps).
 - Localization of the mud volcano of Montegiorgio (from Googlemaps).



Fig. 6 - Vulcano di fango di Montegiorgio durante la fase di emissione del dicembre 1995.
 - Mud Volcano of Montegiorgio during the emission phase of December 1995.

Tale vulcanello è caratterizzato da una emissione periodica fortemente collegata con le precipitazioni meteoriche; la bocca lutivoma è piccola e di forma circolare dal quale, in condizioni otti-

mali, fuoriesce una lunga ed evidente colata fangosa che si raccorda con il fosso che scorre poco più a nord-est.

5.2. - STOP 2 - MONTAPPONE

Si torna indietro verso l'abitato di Montegiorgio e si imbecca la Strada Provinciale 52; si prosegue per circa 12 km per arrivare, dopo aver oltrepassato il centro abitato di Monte Vidon Corrado, all'abitato di Montappone. Da qui, poco prima della piazza si imbecca a destra Via Saletto per giungere dopo circa 1 km nei pressi di un edificio colonico dove è necessario lasciare l'auto per proseguire a piedi per circa 300 metri (fig. 7).

Si giunge nei pressi di una depressione vicino al fosso dove è ubicato il vulcanello di fango che qui in base al dialetto del luogo viene definito "vullicaru". Anche questo vulcanello è alquanto piccolo, con bocca lutivoma che, anche in fase di emissione, è molto contenuta e con forma molto appiattita. A differenza di quella precedente, que-

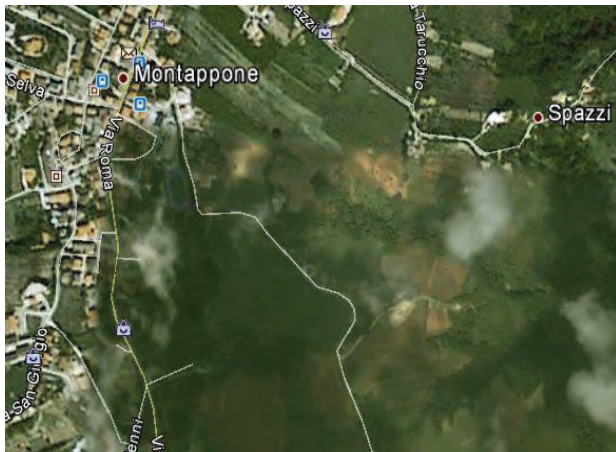


Fig. 7 - Ubicazione del vulcano di fango di Montappone (immagine tratta da Googlemaps).

- Localization of the mud volcano of Montappone (from Googlemaps).

sto vulcanello non presenta una colata fangosa evidente, ma solamente un ristagno fangoso, anch'esso molto contenuto e limitato (fig. 8).

5.3. - STOP 3 - CURETTA (FRAZIONE DI SERVIGLIANO)

Ripresa l'auto, si ritorna di nuovo verso il centro abitato di Montappone e quindi la SP 52 in direzione Monte Vidon Corrado - Falerone; dopo circa 1 km si svolta a destra per Piane di Falerone in direzione di Servigliano. Da Servigliano si prende la strada per Santa Vittoria in Matenano, si percorre la SP 53 per circa 1,5 km e poi si svolta a destra su una strada comunale che ci conduce, dopo circa 1 km, ad un punto panoramico dove è possibile osservare un vulcanello che ha avuto in passato alcune fasi di emissioni prevalentemente gassose e limitatamente fangose (fig. 9).



Fig. 8 - Vulcanello di fango in località Montappone (in fase di emissione nel dicembre del 1995)

- Mud Volcano of Montappone (the emission phase of December 1995).

5.4. - STOP 4 - MONTELEONE DI FERMO

Da Curetta, è necessario tornare indietro e riprendere la SP 53 per proseguire in direzione Monteleone di Fermo. Dopo circa 4 km si svolta a sinistra e, percorsi ancora circa 700 m, si arriva al punto panoramico dove è possibile osservare il primo dei vulcanelli di fango che si sviluppano lungo l'alto bacino del torrente Ete Vivo. Si tratta di una piccolissima bocca lutivoma, ubicata ai bordi delle strada carrareccia che, in occasione di piogge consistenti, viene costantemente invasa dal fango prodotto dall'emissione (fig. 10). Nel giugno 2011 si è verificato un fenomeno gravitativo prodotto dalle sovrappressioni indotte nello spessore del terreno dal precedente periodo piovoso.

Tornando indietro per circa 700 m si imbecca a sinistra la strada che si snoda sul fondovalle dell'alto bacino del torrente Ete Vivo; lungo questo percorso è possibile osservare, sia in destra che in sinistra idrografica del torrente stesso, diverse zone caratterizzate da vulcanelli di fango sia in forma



Fig. 9 - Fase di sviluppo di un vulcanello di fango nei pressi di Curetta, Frazione di Servigliano.

- Phase of development of the mud volcanoes (Curetta, village of Servigliano).



Fig. 10 - SW di Monteleone di Fermo. Fase di emissione nel Gennaio 1990.

- SW of Monteleone di Fermo. Emission phase in January 1990.

singola che areale, con diversi punti in emissione fangosa soprattutto dopo i periodi maggiormente piovosi (fig. 11).



Fig. 11 - Vulcanello di fango di Monteleone di Fermo durante la fase di emissione del Febbraio 1995.

- *Mud Volcano of Montegiorgio during the emission phase of December 1995.*

5.5. - STOP 5 - MONTELPARO

In prossimità della parte terminale del bacino del torrente Ete Vivo, quando la strada inizia a salire verso l'abitato di Montelparo (FM), in sinistra idrografica del torrente Ete Vivo, è possibile osservare un'area caratterizzata da due punti di emissione le cui dimensioni risultano notevolmente condizionate dalle precipitazioni meteoriche e la cui attività, quindi, risulta variabili stagionalmente.

In alcuni casi esistono dei limiti naturali al di là dei quali l'emissione non si estende poiché ubicata all'interno di una depressione che funge da vera e propria caldera; in altri casi le emissioni si aprono fuori dai limiti con colate fangose che confluiscono talora nel reticolo idrografico.

Da qui è possibile continuare il percorso verso l'abitato di Montelparo, si percorre la SP 103 e quindi la SP 104 Valdaso; si supera il ponte sul fiume Aso, si svolta a sinistra e dopo circa 500 metri si arriva ad un'area che permette di intravedere una morfologia appartenente ad un vulcanello di fango la cui attività è molto blanda ed attualmente non più in fase di emissione (fig. 12).

5.6. - STOP 6 - ROTELLA

Da qui si torna indietro, si svolta a sinistra in direzione di Rotella e si prosegue lungo la SP 23 per circa 6 km. Bisogna lasciare l'auto lungo la strada (variante della Strada Provinciale 17) e quindi si procede a piedi in direzione est verso il fosso: qui si possono osservare due vulcanelli di fango ben sviluppati nella loro forma e se si va dopo un pe-

riodo piovoso abbastanza consistente è possibile osservare la fase di emissione. In tutto il territorio del Comune di Rotella sono presenti almeno altri tre fenomeni (che è possibile vedere seguendo la SP 14 che da Rotella conduce a Castel di Croce).

Proseguendo la Strada Provinciale 17 per circa 15 km poi ci si immette sulla Strada Provinciale 43 che attraverso il centro e giunge ad Offida passando per il territorio di Castignano: lungo il percorso si possono osservare scorci di paesaggio unici delle Marche centro-meridionali dominate in questo settore dal versante nord del Monte dell'Ascensione costituito da differenti corpi conglomeratici immergenti verso est e dalle forme calanchive qui particolarmente diffuse. Giunti ad Offida si attraversa il centro abitato, si prende via Matteotti e quindi si svolta verso destra. Dopo circa 150 si imbecca una strada comunale che conduce ad un edificio colonico dove è possibile lasciare l'auto, per giungere, dopo circa 300 metri, al fosso del Lago. Il versante sud in sinistra idrografica risulta acclive e caratterizzato da forme calanchive scolpite sulle argille del Pliocene medio/superiore mentre sul versante in destra idrografica sono visibili ancora le morfologie originatesi in seguito all'ultima eruzione lutivoma particolarmente significativa avvenuta nel 1957.



Fig. 12 - Vulcanelli di fango nei pressi di Santa Vittoria in Matenano.

- *Mud Volcano near Santa Vittoria in Matenano (FM).*

6. - CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI SULL'OPPORTUNITÀ DI PERIMETRAZIONE, GESTIONE E TUTELA DELLE AREE A VULCANELLI DI FANGO

Data la tipologia estremamente variegata dei vulcanelli di fango presenti all'interno del territorio regionale marchigiano, si vuole proporre, di seguito, alcune azioni volte alla loro conservazione e tutela. La Regione Marche, come la quasi totalità delle regioni italiane, ad eccezione di alcune indicazioni contenute nel cosiddetto PPAR (Del.

Amm. N.197 del 03.11.1989 “Piano Paesistico Ambientale Regionale - PPAR. Legge 8 agosto 1985, n.431 e L.R. 8 giugno 1987, n.26”), non è dotata di norme che prevedano in qualche modo azioni di conservazioni e tutela di tali geositi. Tuttavia la Regione Marche ha realizzato un volume, “Le Emergenze geologiche e geomorfologiche della Regione Marche” (PANIZZA & PELLEGRINI, 1991), in cui tali geositi, attraverso schede censimento molto snelle e di facile lettura, sono stati segnalati come un importante elemento caratteristico del paesaggio geologico e geomorfologico marchigiano, e quindi degno di “rispetto”. Oltre alle azioni di caratterizzazione del geosito, della sua importanza a livello di geodiversità (REGIONE MARCHE-ASSESSORATO. URBANISTICA AMB., 1999; FARABOLLINI *et alii*, 2002 a, b; SAMPAOLESI & FARABOLLINI, 2002) e della sua divulgazione, risulta prioritario individuare delle specifiche azioni rivolte: al ripristino delle condizioni naturali dell’affioramento; alla promozione di attività di conservazione del geosito; alla definizione di specifiche normative regionali che mirino alla conservazione e tutela di tali geositi.

La Provincia di Ascoli Piceno con la Delibera di Giunta Provinciale 237 del 05/06/2009 ha stabilito un atto di indirizzo per la tutela dei Calanchi e dei Vulcanelli di fango per dare la possibilità agli enti locali di individuare proposte di fruizione e valorizzazione di ogni geosito, includendo anche la possibilità di individuare percorsi tematici specifici (sentieristica geologico-geomorfologica) per zone particolarmente significative.

L’*iter* procedurale per giungere alla salvaguardia dei geositi in ambito provinciale ha avuto inizio dalla fase di analisi del territorio e della sua risorsa, e ha valutato l’area in base agli aspetti del singolo sito ed alla sua vocazionalità, ha individuato le minacce e ha definito gli obiettivi da perseguire e, infine ha indicato le proposte di fruizione e valorizzazione del geosito, includendo anche la possibilità di individuare percorsi tematici specifici (sentieristica geologico-geomorfologica) per quelle situazioni particolarmente significative, sia dal punto turistico che didattico-scientifico.

Sono state proposte, per ogni singola area caratterizzata dalla presenza del vulcanello di fango, zone a diversa tutela ambientale:

- Area a tutela integrale: da realizzare esclusivamente in un intorno significativo il vulcanello di fango in oggetto in modo tale che possa evolvere naturalmente; in tale area qualsiasi tipologia di attività deve essere impedita.

- Area a tutela orientata: area che racchiude la precedente e dove sono consentite esclusivamente attività inerenti la conservazione, la gestione e la fruizione del geosito.

- Area di protezione: comprendenti le aree a tu-

tela integrale ed orientata ed un contorno significativo più esterno in cui possono essere consentite attività agricole non distruttive; risulta inibita l’aratura ed altre attività distruttive del suolo.

Al fine di arrivare ad un concreto regime vincolistico necessario alla conservazione di queste singolarità, è necessario che gli enti locali comprendano e acquisiscano maggiore consapevolezza dell’importanza dei geositi e della loro fragilità; tecnici ed amministratori che operano nel settore della pianificazione territoriale, ma anche la stessa comunità sociale, dovrebbero comprendere che i geositi potrebbero quindi rappresentare un indotto economico molto importante.

La proposta di perimetrazione, che nello specifico riguarda il vulcanello di fango di Montappone (fig. 13), implica quindi i proprietari dei terreni sui quali ricade il geosito e le sue aree di tutela, debbano tenere incolti degli appezzamenti di terreno più o meno ampi ed eventualmente eseguire delle pratiche agricole aggiuntive rispetto a quelle prima normalmente praticate (ad esempio una diversa regimazione delle acque meteoriche); si potrebbe pertanto introdurre nella normativa di tutela dei contributi diretti ai proprietari dei fondi interessati e volti a risarcire eventuali mancati redditi e/o pra-

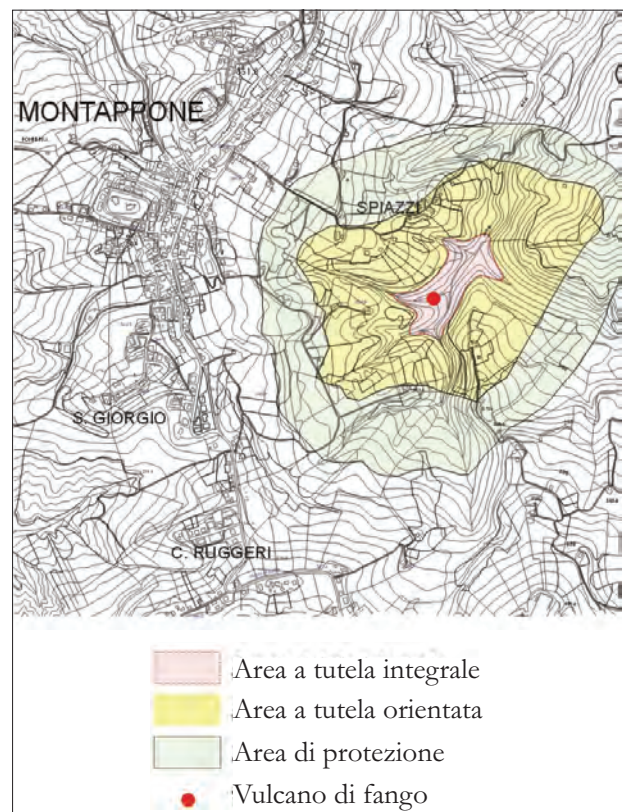


Fig. 13 - Proposta di perimetrazione per i vulcanelli di fango di Montappone (modificata da: FARABOLLINI *et alii*, 2003).
- Proposal of bounding of mud volcanoes in the Montappone area (modified from: FARABOLLINI *et alii*, 2003).

tiche agricole aggiuntive. In tal modo, anche per i vulcanelli di fango dell'area marchigiana, verrebbe individuata una specifica normativa mirata ad azioni di tutela e di conservazione, in modo che tale geosito, che per anni ha assunto il ruolo di “fenomeno naturale prodigioso”, non scompaia per sempre anche dalla memoria umana.

BIBLIOGRAFIA

- ARGNANI A., ARTONI A., ORI G.C. & ROVERI M. (1991) - *L'avanfossa centro-adriatica: stili strutturali e sedimentazione*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. CROP 03, 371-381.
- BIASUTTI R. (1907) - *Le salse dell'Appennino settentrionale*. Memorie Geografiche, **2**, 7-255.
- BIGI S., CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., DIDASKALOU P., DRAMIS F., FARABOLLINI P., GENTILI B., INVERNIZZI C., MICARELLI A., NISIO S., PAMBIANCHI G. & POTETTI M. (1995) - *La fascia periadriatica marchigiano-abruzzese dal Pliocene medio ai tempi attuali: evoluzione tettonico-sedimentaria e geomorfologica*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. 1995/1, 37-49.
- BONASERA F. (1952) - *I vulcanelli di fango del Preappennino marchigiano*. Riv. Geogr. It., **59**, 1, 16-26.
- CENTAMORE E. & DELANA G. (1986) - *La geologia delle Marche*. Studi Geol. Camerti, vol. spec., 210 pp.
- CENTAMORE E., FARABOLLINI P. & ANGELINI S. (2009) - *Guida all'escursione - GIT Offida*. Rendiconti online SGI, **8**, 162-168.
- DAMIANI A.V. (1964) - *Studio della salsa di Offida (Ascoli Piceno - Marche)*. L'Universo, **44**, 3, 473-488.
- ENI (1972) - *Acque dolci sotterranee*. Inventario dei dati raccolti dall'Agip durante la ricerca di idrocarburi in Italia. Ed. ENI, Roma.
- FARABOLLINI P., MATERAZZI M. & SCALELLA G. (2002a) - *Mud volcanoes in central-southern Marche (Italy): proposals for their bounding, enhancing, preservation and protection from extinction*. Abstr. Work “Geomorphological sites: assessment and improvement”, Modena, 19-22 giugno, 2002.
- FARABOLLINI P., MATERAZZI M. & SCALELLA G. (2002b) - *I “Vulcanelli di fango” della Regione Marche: proposte di perimetrazione, valorizzazione, conservazione e tutela di aree a rischio di estinzione*. Atti Conv. Genova, 27-29 giugno, 2002, Geologia dell'Ambiente, **1**, 204-207.
- FARABOLLINI P., MATERAZZI M. & SCALELLA G. (2004) - *Le emissioni fluide associate ai vulcanelli di fango delle Marche periadriatiche*. Geologia dell'Ambiente, **3**, 86-89.
- FARABOLLINI P., MATERAZZI M. & SCALELLA G. (2005) - *Proposal for preservation and protection of the Marche region mud volcanoes (Central Italy)*. Il Quaternario, 18/1, 177-182.
- MARINELLI O. (1904) - *I bollitori di San Paolo di Jesi*. L'Appennino centrale, **1**, 9pp.
- MARTINELLI G. (1999) - *Mud volcanoes of Italy: a review*. Giorn. Geol., ser. 3, **61**, 107-113.
- MARTINELLI G. & JUDD A. (2004) - *Mud volcanoes of Italy*. Geol. J. **39**, 2004, S. 49-61.
- NANNI T. & VIVALDA P. (1998) - *Le acque salate dell'avanfossa marchigiana: origine, chimismo e caratteri strutturali delle zone di emergenza*. Boll. Soc. Geol. It., **118**, 191-215.
- NANNI T. & ZUPPI G.M. (1986) - *Acque salate e circolazione profonda in relazione all'assetto strutturale del fronte adriatico e padano dell'Appennino*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 979-986.
- ORI G.C., SERAFINI G., VISENTIN C., RICCI LUCCHI F., CASNEDI R., COLALONGO M.L. & MOSNA S. (1991) - *The Plio-Pleistocene adriatic foredeep (Marche and Abruzzo, Italy): an integrated approach to surface and subsurface geology*. 3rd E.A.P.G. Conf., Florence, 85 pp.
- PANIZZA M. & PELLEGRINI M. (1999) - *I Beni geologici della Provincia di Modena*. Artioli (Ed.), Modena.
- PPAR, D.A. N. 197 del 3/11/1989. Legge 8 agosto 1985, n. 431 e L.R. 8 giugno 1987, N. 26. Supp al BUR N. 18 del 09/02/1990.
- PTC, D.C.P. n. 209 del 17/12/2002. Supp. N. 13 al BUR n. 36 del 17/04/2003.
- REGIONE MARCHE-ASSESSORATO. URBANISTICA AMB. (1991) - *Le emergenze geologiche e geomorfologiche delle Marche: Piano paesistico ambientale regionale*. SAGRAF Sabatini Grafiche S.p.A., Falconara Marittima.
- RICCHIUTO T., ZUPPI G.M., BORTOLAMI G.C. & OLIVERO G.F. (1985) - *Le acque salate della Pianura padana. Parte I: inquadramento geochimico*. In: FRANCANI & ZUPPI (Eds.), *Studi idrogeologici sulla Pianura Padana*. CLUP, Milano, 9-30.
- SAMPAOLESI S. & FARABOLLINI P. (2002) - *La conservazione e la tutela dei geositi: l'esempio della piramide di terra nel Parco Nazionale dei Monti Sibillini (Marche centro-meridionali)*. Geologia dell'Ambiente, **2**, 28-37.
- SCALELLA G. (1996) - *Geomorfologia e geologia ambientale di un tratto del medio bacino del fiume Tenna: correlazioni con il medio bacino del torrente Ete Vivo*. Tesi di laurea inedita-Università di Camerino.
- SCALELLA G. (2000) - *Analisi geomorfologiche in aree interessate da neotettonica: (Appennino umbro-marchigiano e fascia periadriatica)*. Tesi di Dottorato inedita - Università di Perugia.
- SCALELLA G., FARABOLLINI P., TAMBURRI S., PIGNOLONI I., VECCIA L. & BONIFAZI B. (2009) - *Metodologie gis applicate a proposte di geoturismo nel territorio della Provincia di Ascoli Piceno*. GIT - Geology and information technology - 3rd Meeting 3 - 5 giugno 2008 Offida (AP).
- SCALELLA G., FARABOLLINI P., TRANALI G. & FERRARIN F. (2007) - *Percorsi dei vulcanelli di fango di: Montelparo, Santa Vittoria in Matenano, Monteleone di fermo, Servigliano*. “20 anni di Naturalmente” (Rivista dell'Anis), Montelparo (AP) 28 Aprile - 1 Maggio 2007, Saggi Paesaggi, Festival Piceno del Paesaggio 20 Aprile - 1 Maggio 2007, 24-30.
- SCALELLA G., TAMBURRI S., PIGNOLONI I., FARABOLLINI P., BONIFAZI B., VECCIA L. & LATINI E., in collaborazione con BARRA F., BRUNORI C., CASINI A. & A.P.A.T. (2009) - *Metodologie G.I.S. applicate a proposte di geoturismo nel territorio della Provincia di Ascoli Piceno*. Rendiconti SGI online.
- SCALELLA G., TAMBURRI S., PIGNOLONI I., VECCIA L. & BONIFAZI B. (2009) - *Censimento e tutela del patrimonio geologico nel P.T.C.P. della Provincia di Ascoli Piceno. Dal censimento al repertorio nazionale dei geositi. Esperienze a confronto*. ISPRA - Roma 4 giugno 2009
- SCALELLA G., TAMBURRI S., PIGNOLONI I., VECCIA L. & BONIFAZI B. (2009) - *I geositi della Provincia di Ascoli Piceno: linee guida per la loro salvaguardia*. Il territorio dei calanchi - Ripaberarda di Castignano 17 maggio 2008.