

LE SORGENTI CONNESSE AI VULCANELLI DI FANGO NEL TERRITORIO TERAMANO DELLA REGIONE ABRUZZO: VALORIZZAZIONE, CONSERVAZIONE E TUTELA.

* *GEO&GEO Instruments – Corso Cerulli, 59 – 64100 Teramo*

** *Regione Marche, Autorità di Bacino Regionale – 60100 Ancona*

RIASSUNTO

Le prime descrizioni delle sorgenti connesse ai "vulcani di fango" presenti nel territorio abruzzese risalgono alla metà del 1800 (Amary, 1850, Stoppani, 1866; Cacciamali, 1892; Bonasera, 1954). Nell'area abruzzese tali sorgenti sono ubicate nel bacino periadriatico caratterizzato dai terreni plio-pleistocenici costituiti da alternanze conglomeratiche, arenacee e marnose poggianti sui sedimenti messiniani della Formazione della Laga.

Nel settore teramano le sorgenti connesse ai "vulcani di fango", che rappresentano la concausa di generazione della forma stessa, non sono particolarmente diffuse; tra le località ad oggi individuate sono da citare una zona nel Comune di Pineto (TE), due nel Comune di Cellino Attanasio (TE), una nel Comune di Atri (TE) e due nel Comune di Torano Nuovo (TE).

Con il presente lavoro, che rappresenta uno dei pochissimi tentativi di indagine su tale tipologia di sorgenti, sono state studiate in dettaglio le sorgenti di Pineto e Cellino Attanasio; in quanto osservazioni di lungo periodo hanno permesso di evidenziare una caratteristica intermittente del fenomeno, apparentemente connessa con il regime pluviometrico (Biasutti, 1907, Bonasera, 1954; Barnaba, 1994; Scalella, 1996, 2000) responsabile delle variazioni del gradiente idraulico nel sottosuolo. Altresì le acque sorgenti mostrano caratteristiche chimico-fisiche che consentono di escluderne il loro utilizzo per fini termali. La particolarità della morfologia dei luoghi nei quali tali sorgenti si sviluppano, nonché il numero esiguo di tali forme può rappresentare l'input per promuovere tali beni ambientali da comprendere nei beni protetti fruibili nell'ambito della Regione Abruzzo.

PAROLE CHIAVE:

Sorgenti, Vulcani di fango, chimismo acque, conservazione e tutela

ABSTRACT

The first descriptions of the connected sources to the "mud volcanos" present in the Abruzzo Region go up again to halves 1800 (Amary, 1850, Stoppani, 1866; Cacciamali, 1892; Bonasera, 1954). In the area abruzzese such sources are situated in the basin periadriatic characterized by deposits plio-pleistocene constituted by alternations conglomeratic, arenaceous and marls supported on the sediments messinian of the Formation of the Laga. In the sector teramano the connected springs to the mud volcanos, that represent the relationship of generation of the same form, they are not particularly diffused; among the places to today you individualize they are to quote a zone in the Comune of Pineto (TE), two in the Comune of Cellino Attanasio (TE), one in the Comune of Atri (TE) and two in the Comune of Torano Nuovo (TE). With the present job, that represents one of the little attempts of investigation on such typology of sources, has been studied in detail the sources of Pineto and Cellino Attanasio; in how much observations of long period have allowed to underline an intermittent characteristic of the phenomenon, apparently connected with the pluviometric regim (Biasutti, 1907, Bonasera, 1954; Barnaba, 1994; Scalella, 1996, 2000) responsible of the variations of the hydraulic gradient in the subsoil. Rising waters also show characteristics chemical-physics that allow to exclude their use of it for thin thermal. The particularity of the morphology of the places in which such sources develop him, as well as the small number of such forms can represent the input to promote such environmental good to understand in the enjoyable protected good within the Abruzzo Region.

KEY WORDS:

Springs, mud volcanos, water chemistry, preservation safeguard.

INTRODUZIONE

Mentre le emissioni fluide associate ai “vulcani di fango” (“vulcanelli di fango” o “salse”) presenti sul territorio nazionale sono stati oggetto, in passato, di numerosi studi da parte di diversi Autori (Marinelli, 1904; Biasutti, 1907; Bonasera, 1952; Damiani, 1964), le sorgenti connesse a tali morfologie presenti nella Regione Abruzzo costituiscono a tutt’oggi un argomento ancora da esplorare. Infatti, mentre per altre Regioni d’Italia l’argomento è stato trattato sia da un punto di vista prettamente morfologico che di analisi qualitative e quantitative, per i vulcanelli di fango, e le sorgenti ad essi connesse, del territorio abruzzese le conoscenze non vanno oltre la citazione, spesso di origine storica, e la descrizione morfologica.

Premesso che per vulcanelli di fango si intende un apparato morfologico connesso all’emissione intermittente di fanghi in sospensione in un fluido vettore (in genere acqua e subordinatamente piccoli quantitativi di idrocarburi), la modellazione dello stesso appare dipendere fortemente dalle condizioni idrauliche del sottosuolo (agenti endogeni), mentre l’evoluzione risulta condizionata dall’azione degli agenti esogeni e, talora, dall’intervento antropico (lavorazione agricole del terreno). Nel dettaglio, 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, 1996, 2000; Farabollini et alii, 2004), sono state ipotizzate diverse cause le quali fanno riferimento all’attività sismica, alla presenza di gas nel sottosuolo, al regime pluviometrico, nonché alle condizioni morfologiche e geoidrologiche delle zone circostanti i vulcanelli di fango, ecc. (Marinelli, 1904; Biasutti, 1907; Bonasera, 1952; Damiani, 1964; Nanni & Zuppi, 1986; Martinelli, 1999; Scalella, 2000).

A differenza di quanto scoperto in altre regioni, le sorgenti connesse con i vulcanelli di fango presenti nel territorio abruzzese risultano confinati nei sedimenti pliocenici e pleistocenici, mancando del tutto nei terreni più antichi (miocenici), laddove le emergenze idriche presentano caratteristiche tipiche delle comuni sorgenti e talora proprie delle acque idrotermali. Tale particolare distribuzione differenziata sul territorio appare dipendere da tre condizioni concomitanti: la prima di ordine orografico, e condizionata dalla presenza della dorsale appenninica caratterizzata da terreni più antichi modellati con morfologie montuose ed alto-collinari; la seconda legata all’idrodinamica delle acque di falda, laddove la pressione delle stesse è dovuta alla migrazione nel sottosuolo per effetto di un gradiente (Barnaba, 1994; Scalella, 1996; 2000), quest’ultimo dipendente dall’azione combinata dell’energia potenziale dovuta al rilievo e dell’assetto litologico-strutturale del substrato; la terza derivante da una differenziazione strettamente litologica tra i rilievi montuosi, costituiti dai depositi miocenici della Formazione della Laga (facies arenacee, arenaceo-pelitiche e pelitiche), e l’ambiente collinare della fascia periadriatica rappresentata dal ciclo sedimentario pliocenico-pleistocenico.

Le ipotesi sopra indicate risultano anche suffragate da una serie di dati di laboratorio comprendenti analisi chimico-fisiche delle acque sorgive associate ai vulcanelli di fango, delle particelle in sospensione nonché della distribuzione delle emissioni di geogas (isotopo dell’elio ^4He) dal sottosuolo. Considerata l’importanza anche storica dei vulcanelli di fango, come dimostrato dal disegno di *Giacinto Stroppolatini* del 1854 (fig. 2) intitolato “Vulcanello acquoso di Atri” (oggi territorio del Comune di Pineto istituito nel 1929) in merito alle antiche strade consolari abruzzesi, ne deriva, per la particolare ed atipica conformazione rispetto all’ambiente circostante, una impellente necessità di salvaguardia e tutela di tale bene ambientale, di per se molto vulnerabile.



Figura 1.

Distribuzione delle aree esaminate nel territorio teramano della Regione Abruzzo

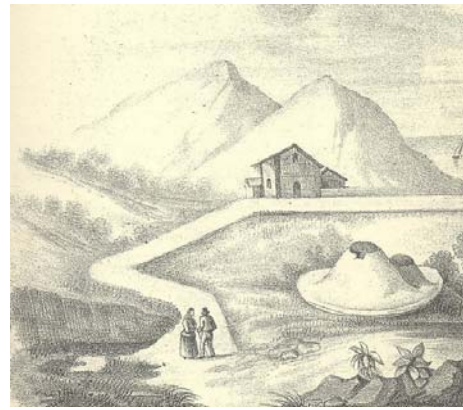


Figura 2.

Disegno di *Giacinto Stroppolati*, 1854 intitolato: "Vulcanello acquoso di Atri"

CENNI DI GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA

Le sorgenti connesse con i vulcani di fango individuate fino ad ora si trovano tutte nei terreni del bacino sedimentario Pliocenico/Pleistocenico.

Lungo l'allineamento Canzano–Cellino–Penne, che costituisce la fascia pedemontana è possibile osservare i terreni più antichi appartenenti al Pliocene inferiore che sono caratterizzati da alternanze di arenarie e marne particolarmente interessati da deformazione tettonica. Più ad oriente troviamo la successione che va dal Pliocene medio all'attuale, essa risulta caratterizzata da orizzonti marnosi, che spesso danno origine a morfologie calanchive, su cui si intercalano orizzonti conglomeratici ed arenacei.

Il Plio-Pleistocene è interessato da pieghe, faglie e sovrascorrimenti, essi danno luogo a due principali strutture anticlinali orientate circa nord-sud; una si trova nei pressi di Cellino mentre la seconda è esterna e si trova ubicata nel sottosuolo della zona costiera (Casnedi, 1983). In queste zone strutturalmente sollevate, le indagini derivanti dall'esplorazione petrolifera hanno evidenziato l'esistenza giaciture *onlap* tra il Pliocene inferiore e il Pliocene medio-superiore. (Casnedi, 1983; Casnedi & Crescenti, 1986). Gli spessori dei depositi, determinati in dettaglio attraverso ricerche petrolifere e idrogeologiche (ENI, 1972), raggiungono mediamente i 2000/2500 metri.

ASPETTI CHIMICO-FISICI E SCHEMA DI FUNZIONAMENTO

Per la definizione di uno schema di funzionamento, secondo il principio orografico-idrogeologico-litologico proposto nel paragrafo precedente, è stato necessario ricorrere ad analisi chimico-fisiche sui prodotti di emissione, corredate da studi a carattere territoriale sulle emissioni di elio dal sottosuolo (Labagnara, 1993), protratte e ripetute per un tempo ragionevolmente lungo. Inoltre, a causa della lavorazione agricola del sito inerente le sorgenti connesse ai vulcanelli di Torano Nuovo, tutti i dati provengono esclusivamente da quelli ubicati presso Pineto e Cellino Attanasio.

Inerentemente all'uso dell'elio come geogas campionato ed analizzato, tale tipologia di prospezione geochimica, basata sulle concentrazioni di alcune specie gassose nel suolo, è stata introdotta nell'ambito degli studi di neotettonica, partendo dalle osservazioni di alcuni Autori circa la presenza di anomalie di fuga in corrispondenza di discontinuità tettoniche sia in aree sismicamente attive (Irpina e Campi Flegrei), sia in aree caratterizzate da quiete sismica ed inoltre in aree con coperture in facies argillose. Essendo l'elio un gas molto

leggero, esso ha la possibilità di muoversi attraverso le rocce sovrastanti più velocemente rispetto ad altre specie gassose più pesanti e viene usato nelle prospezioni geochimiche proprio per questa sua estrema mobilità e per la sua inerzia chimica. Inoltre l'elio è il gas meno solubile in acqua. Pur con le dovute cautele, la prospezione dell'elio nei gas del suolo può essere utilmente impiegata come tracciante di fratture, in quanto tale gas presenta caratteristiche uniche: è chimicamente inerte; fisicamente stabile; non biogenico; altamente mobile ed una origine profonda.

Dalle osservazioni sul campo e dai risultati di laboratorio è emerso quanto segue: la sorgente connessa con il "vulcanello" di Pineto (TE), probabilmente anche la più nota, risulta ubicata lungo la piana alluvionale del Fosso Calvano, in sinistra idrografica, ad una quota di circa 15 m. s.l.m., a pochi metri dalla strada provinciale che da Pineto conduce verso Atri. La zona di emergenza, si configura geometricamente come un apparato sub-conico con un diametro alla base di circa 7 m ed un'altezza di circa 1.5 m che risultano variabili nel tempo in funzione all'alternanza di fasi parossistiche di emissione essenzialmente fluido-gassosa alternati a periodi ad emissione ridotta. Le sue dimensioni risultano peraltro condizionate dall'azione antropica che, drenando la parte fluida del fango, ne impedisce una crescita regolare, con un'azione di drenaggio lineare tendente allo smaltimento dei fanghi verso il fosso Calvano (fig. 3a, b).



Figura 3 (a)
Drenaggio verso il Fosso Calvano
dei fluidi emessi dalla sorgente di Pineto



Figura 3 (b)
Particolare delle manifestazioni gassose nel
punto di emissione

La zona circostante la crescita del vulcanello di fango si è espressa con un blando rigonfiamento del terreno ad ampio raggio, chiaramente visibile rispetto alla circostante piana alluvionale.

Tali forme (rigonfiamento e sovrastante vulcanello) sembrano dimostrare l'esistenza di una spinta idrostatica associata alla risalita di fluidi-gas attraverso sistemi di fratturazione pre-esistenti ma anche di neo-formazione. Le analisi chimico-fisiche eseguite sulle emissioni fluide sono consistite nella misura della temperatura e nella determinazione della salinità, del contenuto d'acqua, del peso di volume naturale e specifico nonché della granulometria secondo la seguente tabella:

Temperatura fango* (valore medio su sei mesi di misura)	12,3°C (inferiore di circa 0,7-1,2°C rispetto a quella dell'aria)
Conducibilità**	9,72 mSiemens (valore molto elevato rispetto alle acque dolci)
Contenuto in Sodio** (Na)	2302 mmg (acque dolci circa 200 mmg)
Contenuto in Cloro** (Cl)	7880 mmg (acque dolci < 100 mmg)
Contenuto d'acqua* (w)	227%
Densità naturale* (γ_n)	1.168 g/cm ³ (peso per ½ litro di fluido = 584 gr)
Peso specifico* (γ_s)	2,719 gr/cm ³
Granulometria*	Limo: 52% - Argilla: 44% - Sabbia: 4% (presenza di bioclasti)
Emissione gassosa*** (⁴ He)	25.000 ppb

* Laboratorio Geotecnico GEA sas – via Cagliari, 3 Villa Raspa di Spoltore (PE)

** Laboratorio Chimico De Massis & Forcucci snc – Strada Fonte di Moro, 41 Città S. Angelo (PE)

*** Labagnara, (1993) – Tesi di laurea – Università di Camerino

Tabella 1. Principali parametri chimico-fisici derivanti dall'analisi delle emissioni della sorgente di Pineto (TE)

In particolare, mentre le misure di salinità e conducibilità indicano chiaramente l'esistenza di acque molto salate, le analisi granulometriche permettono di associare i fanghi in sospensione ai depositi prevalentemente limoso-argillosi della Formazione di Mutignano (Guida Geologica Regionale – Abruzzo, 2003).

L'elevata salinità di tali acque permette di considerare le stesse come "acque fossili", ovvero acque singenetiche già presenti durante la deposizione dei sedimenti, come dimostrato dalle numerose perforazioni effettuate dall'AGIP (ENI, 1972). Nel nostro caso, l'acqua analizzata può essere definita come acqua fossile in quanto risulta simile all'attuale acqua del mare (concentrazione pari a circa il 3,7%) ma mostra alcune variazioni nella composizione e nella concentrazione salina risultando questa molto più elevata (concentrazione pari a circa il 10%). Poiché inoltre la risalita è funzione della differenza di densità (a parità di pressione) tra il fluido e l'ambiente circostante, la salinità misurata deve intendersi come derivante dalla miscelazione delle acque fossili (acque connate) con acque di provenienza meteorica e derivante dalla circolazione idrica profonda (Hitchon & Friedman, 1969; Stuber & Walter, 1991).

Relativamente al tenore in elio (⁴He) nei gas che fuoriescono (Labagnara, 1993), con valori di circa 25.000 ppb, da confrontare con il valore medio della zona pari a 146 ppb, tali dati sembrano confermare l'elio quale indicatore di esistenza di fratture profonde, che nel nostro caso interessano la serie plio-pleistocenica. Tale serie risulta associata ad una struttura costiera sepolta, individuata da vari Autori come la struttura costiera o di Campomare, che è stata identificata dal Monte Conero fino a Montesilvano (Centamore et alii, 1995). Per quanto riguarda le sorgenti connesse ai vulcanelli di fango di Cellino Attanasio (TE), suddivise in due campi di emissione, esse risultano ubicate su di un tratto sub-pianeggiante appartenente ad un terrazzo di erosione in sinistra idrografica del Torrente Piomba, a poche decine di metri dall'alveo ed alla base di un pendio caratterizzato da vistose deformazioni gravitative.

Nel dettaglio i due campi si differenziano essenzialmente per la morfologia: presenza di un unico punto di emissione nel primo caso, che a causa della presenza di fango prende origine una forma conica a geometria quasi circolare e con un debole rigonfiamento dell'area circostante (Fig. 4); diffusi punti di emissione nel secondo caso, consistenti in un'area irregolare caratterizzata da emissioni puntiformi e vasta deformazione del terreno, con

evidenti avvallamenti, rigonfiamenti e fratture a varia orientazione (Fig. 5, 6).



Figura 4. Zona caratterizzata da emissione localizzata (Cellino Attanasio)



Figura 5. Zona caratterizzata da emissione diffusa (Cellino Attanasio)



Figura 6. Zona prossima all'emissione diffusa con fratture sul terreno fino a 5 cm (Cellino Attanasio)

Le dimensioni areali del secondo campo evidenziano anche in tale caso la funzione svolta della spinta idrostatica nella risalita dei fluidi, ma con una maggiore intensità rispetto al caso di Pineto, come dimostrato dal danneggiamento addotto a manufatti limitrofi nonché dalle analisi chimico-fisiche, sintetizzate nella seguente tabella:

Temperatura fango* (valore medio su sei mesi di misura)	12,0°C (pari all'incirca a quella dell'aria)
Conducibilità**	1,50 mSiemens (valore prossimo alle acque dolci)
Contenuto in Sodio** (Na)	413,8 mmg (acque dolci circa 200 mmg)
Contenuto in Cloro** (Cl)	26,58 mmg (acque dolci < 100 mmg)
Peso specifico* (γ_s)	2,725 gr/cm ³
Granulometria*	Limo: 59% - Argilla: 19% - Sabbia: 22% (abbondante presenza di bioclasti)

* Laboratorio Geotecnico GEA sas – via Cagliari, 3 Villa Raspa di Spoltore (PE)

** Laboratorio Chimico De Massis & Forcucci snc – Strada Fonte di Moro, 41 Città S. Angelo (PE)

Tabella 2. Principali parametri chimico-fisici derivanti dall'analisi delle emissioni della sorgente di Cellino Attanasio (TE)

Mancano le misure relative al contenuto di acqua ed alla densità naturale in quanto le emissioni, al momento del prelievo, si presentavano semisolide, dimostrando nel contempo l'elevata pressione idrostatica.

Per quanto concerne le misure di salinità e di conducibilità in questo caso ci troviamo in presenza di acque sostanzialmente dolci, salvo un moderato apporto salino probabilmente legato all'interazione con le argille incassanti determinanti un incremento della concentrazione in sali nel fluido.

L'analisi comparata dei dati, sia geologico-geomorfologici che di laboratorio, consente la costruzione di un modello di funzionamento (fig. 7), comune a tutte le sorgenti connesse ai vulcanelli di fango considerati, basato su alcuni linee essenziali, quali:

- dipendenza delle emissioni dal regime pluviometrico; di fatti, le misure di temperatura e le condizioni di regime consentono di escludere che l'acqua sia di origine sorgentizia, ovvero dipendente da una falda di tipo costante; in altre parole la presenza di una frazione solida fine, trasportata dai fluidi, dimostra l'esistenza in profondità di uno strato di materiali limo-argillosi nel quale i moti di filtrazione, sotto condizioni di elevata pressione idrostatica, consentono l'innescò di fenomeni di asportazione e presa in carico di particelle in sospensione. Se ciò appare vero per il vulcanello di Pineto, laddove risulta essenziale la miscelazione delle acque connate con quelle meteoriche, come dimostrato dagli elevati valori di salinità, le acque dolci emesse dai campi di vulcanelli di fango di Cellino Attanasio appaiono dimostrare inconfutabilmente tale dipendenza;

- dipendenza da una circolazione idrica nel sottosuolo funzione della pressione idrodinamica. La pressione idrodinamica è dovuta al movimento delle acque nel sottosuolo per azione di un gradiente presente tra settori diversi e contigui (circolazione artesianica), laddove quest'ultimo viene ad originarsi in concomitanza anche di una superficie topografica articolata. La presenza di un sistema di fratturazione pre-esistente, associato ad un campo di stress, consente la locale spontanea risalita del fluido o, in condizioni di elevata pressione idrostatica ed intersezione con la superficie topografica, innescò un processo di neoformazione di fratture. Il vulcanello di Pineto appare, in tale contesto e stante anche le informazioni fornite dalle analisi sulle emissioni di elio, una coincidenza con la prima

condizione citata, mentre i campi di vulcanelli di Cellino Attanasio sembrano aderire alla seconda ipotesi. Inoltre, come dimostrato dalle informazioni geomorfologiche, la fratturazione pre-esistente non fornisce evidenze caratteristiche (Pineto), mentre le fratture di neo-formazione si configurano come forme marcatamente più accentuate.

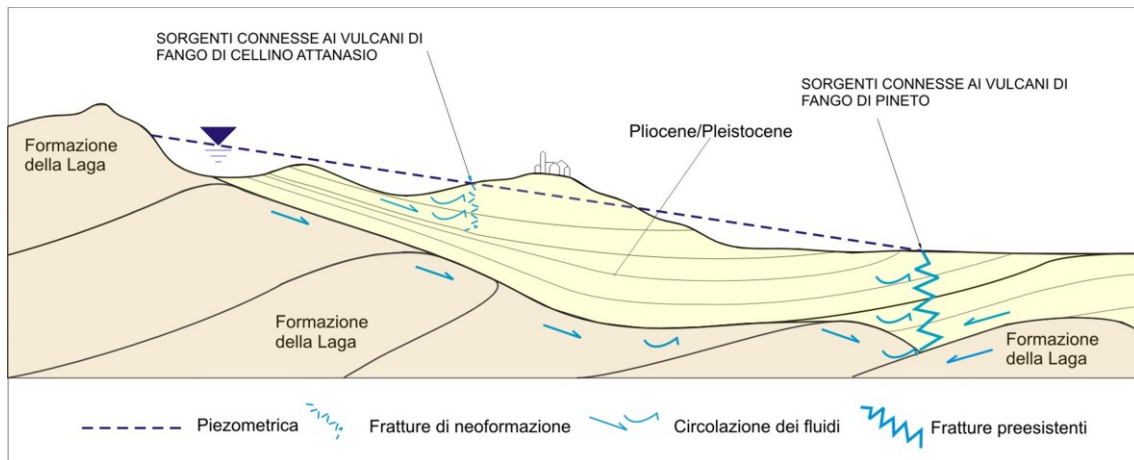


Figura 7. Rappresentazione schematica del fenomeno di emergenza per le aree considerate nel territorio teramano

CONCLUSIONI

Le sorgenti connesse ai vulcani di fango presenti nel territorio teramano della Regione Abruzzo costituiscono un bene ambientale la cui descrizione risale talora alla prima metà del 1800, poco conosciuti anche tra gli addetti ai lavori, ma soprattutto altrettanto poco valorizzati e per niente tutelati.

Una serie di indagini geologico-geomorfologiche, completate da prelievi di campioni dei fluidi e di gas di emissione sottoposti ad analisi chimico-fisiche, nonché da controlli periodici protratti per un tempo ragionevolmente lungo (circa 2 anni), hanno consentito di differenziare il meccanismo tra le varie sorgenti pur rimanendo nell'ambito di un modello schematico di funzionamento proposto.

Tralasciando le sorgenti connesse ai vulcanelli di fango ubicate nel Comune di Torano Nuovo (TE), perché fortemente condizionate dall'attività antropica (lavorazioni agricole), la sorgente connessa al ben noto "Cenerone di Atri", oggi nel Comune di Pineto (TE), presenta caratteristiche proprie delle acque fossili in quanto mostra valori di salinità molto maggiori di quella dell'acqua del mare attuale anche se in alcuni tratti di sottosuolo possono avvenire miscele delle stesse con acque dolci meteoriche di circolazione relativamente poco profonda. La natura granulometrica delle particelle in sospensione e la misurazione di emissione di elio indicano una risalita per fratturazione ed una interazione delle acque con i sedimenti argillosi della Formazione di Mutignano.

Per quanto riguarda invece i campi di sorgenti di Cellino Attanasio (TE), i valori di laboratorio indicano emissione di fanghi con acque quasi dolci, la cui modesta salinità deriva presumibilmente dall'interazione con le argille incassanti. In quest'ultimo caso si assiste inoltre ad una maggiore pressione idrodinamica, in grado di generare fratture di neoformazione responsabili di danneggiamenti su manufatti limitrofi nonché dei dissesti gravitativi presenti sui pendii circostanti.

La genesi, la distribuzione spaziale e l'evoluzione di tali particolari sorgenti derivano sostanzialmente da tre fattori concomitanti: l'orografia, la pressione idrodinamica connessa con l'assetto strutturale e la litologia.

L'analisi combinata di essi consente di definire il motivo del confinamento dei vulcanelli di fango sostanzialmente lungo l'ambiente collinare della fascia periadriatica, ovvero nei terreni plio-pleistocenici, mancando invece del tutto nei terreni più antichi. In quest'ultimo caso si assiste alla presenza di sorgenti artesiane classiche, con caratteristiche termali e chimismo sulfureo o salato.

Bibliografia

- AA.VV. (1998) - Teramo nell'Ottocento. Poligrafico dello Stato
- AA.VV. (1986) - Il Plio-Pleistocene Marchigiano Abruzzese. 73° Congresso della Società Geologica Italiana. Guida all'escursione 7-10 Ottobre 1986.
- AMARY (1854) - *Storia naturale inorganica della provincia Teramano*. Aquila, pp. 72-78 – Tav.3.
- BARNABA P.F. (1994) - *Geologia degli idrocarburi*. Università degli Studi di Milano.
- BIASUTTI R. (1907) - *Le salse dell'Appennino settentrionale*. Memorie Geografiche, 2, 7-255.
- BONASERA F. (1952) - *I vulcanelli di fango del Preappennino marchigiano*. Riv. Geogr. It., LIX, 1, 16-26.
- BONASERA F. (1954) - *I vulcanelli di fango dell'Abruzzo orientale*. Riv. Geogr. It., LIX, 3.
- CACCIAMALI E. (1892) – *Monografia della provincia di Teramo: formazione geologica del territorio*. In: Abbate E. (1903) - *Guida dell'Abruzzo*, Roma
- CASNEDI R. (1983) - *Hydrocarbon-bearing Submarine Fan System of Cellino Formation, Central Italy*. Am. Ass. Petr. Geol. Bull., 67.
- CASNEDI R. (1983) - *Hydrocarbon-bearing Submarine Fan System of Cellino Formation, Central Italy*. Am. Ass. Petr. Geol. Bull., 67.
- DAMIANI A.V. (1964) - *Studio della salsa di Offida (Ascoli Piceno - Marche)*. L'Universo, XLIV, 3, 473-488.
- ENI (1972) - *Acque dolci sotterranee. Inventario dei dati raccolti dall'Agip durante la ricerca di idrocarburi in Italia*. Ed. ENI, Roma.
- ENI (1977) - *Temperature sotterranee. Inventario dei dati raccolti dall'Agip durante la ricerca di idrocarburi in Italia*. Ed. ENI, Roma.
- FARABOLLINI P., MATERAZZI M. & SCALELLA G. (2002) - *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., (2002) - *I "Vulcanelli di fango" della Regione Marche: proposte di perimetrazione, valorizzazione, conservazione e tutela di aree a rischio di estinzione*. "La Geologia Ambientale: strategie per il nuovo millennio", Atti del Convegno - Genova 27-29 Giugno 2002.
- FARABOLLINI P., MATERAZZI M. & SCALELLA G. (2004) - *Proposal for preservation and protection of the marche region mud volcanoes (Central Italy)*. Il quaternario in stampa.
- GUIDE GEOLOGICHE REGIONALI (2003) – ABRUZZO. BE-MA Editrice.
- LABAGNARA R., (1993) - *Analisi delle distribuzioni dell'elio nei gas del sottosuolo e rapporti con l'assetto geologico-strutturale lungo la fascia ad est dell'allineamento Teramo-Petto fino al mare Adriatico*. Tesi di laurea inedita. Università di Camerino.
- 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, vol. 61, 107-113.
- 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, 85pp.
- PINALI R., VINAJ G.S. (1916) – *Le acque minerali e gli stabilimenti termali idropinici ed idroterapici d'Italia*. Vol. I, II.; Ed. Umberto Grioni – Milano.
- 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.
- STOPPANI G. (1866) – *I petroli in Italia*. Il Politecnico, Serie IV, Vol. I Milano,