MACCALUBE: RISORSE NATURALI DA VALORIZZARE
IL NATURALE INCANTO DELLE MACCALUBE

Nel territorio di Cianciana è presente una fenditura che interessa un'area caratterizzata da una causa naturale che da luogo al fenomeno delle *Maccalube*

Facciamo adesso un breve "ritratto" dell'area.

Le Maccalube di Cianciana, che si estendono su una superficie di 40.000 mq, un'area di notevole interesse naturalistico, in territorio di Bissana, vi sono sorgenti fangose dette *<<Abisso Grande o occhio dell'abisso>> e <<Abisso piccolo>> e <<Zolfanella>>.* ***In quest'ultima sorgente nel 1831 si verificò in concomitanza dell'eruzione dell'isola Giulia, situata nel mare di Sciacca, una violentissima eruzione con emissione di fango e acqua salata, accompagnata da boati.***

L'Abisso grande che si trova nel feudo Bissana, nella sommità di una collina in un vasto cratere, ha la forma di un piccolo lago di quasi

m. 30 di lunghezza e metri 12 di larghezza e, all'inizio del secolo, era circondato da una diga per impedire che il bestiame vi andasse a finire dentro ed annegasse. Dalle sue acque fuoriescono piccole bolle di gas distribuite in gruppi che si innalzano con una intensità più o meno grande. La miscela gassosa è costituita per la maggior parte di metano e si accompagna ad un forte odore di zolfo e di benzina.

In passato l'emissione gassosa era molto più intensa, come testimonia nel 1558 lo storico saccense Tommaso Fazello, che descrive il fenomeno come qualcosa di grandioso che si accompagna a getti d'acqua che raggiungono grandi altezze.

Il suolo dell'Abisso Grande e delle terre circostanti, inoltre è costituito da argille rimaneggiate che si rapportano per la maggior parte al Miocene superiore, le quali sono infettate da emissioni gassose.

L'Abisso piccolo dista dal Grande circa 350 m., verso oriente, ed è posto su un'altura arida e melmosa, mentre **la Zolfanella** dista dall'Abisso Grande quasi un chilometro e mezzo verso sud. In quest'ultima maccaluba la formazione dei coni di fango è più numerosa rispetto alle altre due.

Un fenomeno caratteristico come quello dell'Abisso Grande non poteva in passato non alimentare la fantasia popolare.

Vi è la volontà dell'Amministrazione Comunale che ha previsto nel piano regolatore le Maccalube area di particolarità geologica e naturalistica individuata ZONA "F 24" (si allega stralcio).

La caratteristica principale di queste manifestazioni superficiali è rappresentata dalla purezza dell'argilla prodotta e dalla disposizione peculiare di alcuni vulcanetti. La caratteristica principale di tali manifestazioni consiste nella presenza di numerosi orifizi, i quali durante la propria attività emettono un peculiare ronzio. Questi conetti si caratterizzano anche per il diffuso colore giallastro collegato alla componente solfifera.

Le ricerche dei documenti attestanti le vicende storiche collegate alla località, infatti, si sono rilevate difficoltose e spesso prive di apprezzabili risultati.
Un altro importante aspetto è quello relativo allo sfruttamento dei fanghi. A tal proposito vi sono varie testimonianze da parte degli abitanti locali. Alcune persone li sfruttavano infatti per fare pediluvi con l'argilla; altre li usavano per alleviare i dolori agli arti dei animali; talune, invece, utilizzavano l'argilla per fini non terapeutici quali la costruzione di tegole, mattoni,ecc..

STUDIO GEOLOGICO

RIASSUNTO

Salse, maccalube, salinelle sono i termini utilizzati per definire le emissioni idroargillose che caratterizzano i territori ricadenti nei comuni di Cianciana e Ribera. Viene ipotizzato che tali fenomeni rappresentano l'anello di congiunzione fra -- e gli ultimi segni di un'antica attività vulcanica la cui testimoniata dalle vulcanivi (pillow lavas) visibili alla vecchia stazione di cattolica Eraclea e sulla strada Cattolica Cianciana attuale è rappresentata dalle *Maccalube di Cianciana*.
Le emissioni superficiali sono il prodotto dei fenomeni fisici (conduzione e convezione) che interessano le falde acquifere profonde sollecitate termicamente da un'intrusione magmatica in fase di raffreddamento. La risalita delle acque freatiche lungo discontinuità strutturali e stratigrafiche (faglie, fratture, piani di stratificazione) è favorita dal decremento della densità (per riscaldamento e addizionamento di volatili di origine magnetica) e dalla pressione esercitata dallo spessore impermeabile sovrastante. Le caratteristiche fisiche (bassa temperatura) e chimiche (elevata salinità) delle acque suggeriscono l'esistenza di circuiti idrici profondi nonché diluizioni con falde superficiali fredde e a diverso

tenore salino. I sedimenti argillosi erosi durante la risalita dei fluidi, accumulandosi in superficie hanno creato diversi vulcanetti di fango di dimensioni eterogenee che conferiscono al territorio un aspetto molto suggestivo.

attività del Maggio 1956 – durante questa attività si formò un vero e proprio conetto di fango alti 1,50 m circa, sormontato da una cavità craterica imbutiforme nel fondo della quale erano localizzate le sorgenti più attive . Queste presentavano un'attività consistente in efflusso d'acqua fangosa simultanea a gorgoglio di gas, la cui fuoriuscita provocava spruzzi di fango da 10 a 30 cm d'altezza.

La collina delle maccalube
Abisso grande

CARATTARIZZAZIONE DEGLI AMBIENTI

L'area nella quale sono localizzati i vulcanetti di argilla denominati *Maccalube* ricade a Nord del rilievo individuato come Monte Bissana.

La morfologia del sito appaiono ondulato e regolari per la prevalenza degli affioramenti argillosi messiniani . L'intorno del sito è invece caratterizzato da forme notevolmente più aspre dovute alla venuta a giorno di materiali a consistenza litoide quali le calcareniti, le marne e i gessi.

Le diversità litologiche rendono il paesaggio vario e permettono l'instaurarsi di ambienti estremamente differenziati non soltanto dal punto di vista geomorfologico.

La presenza di acqua non costituisce purtroppo una risorsa sfruttabile da parte di piante o animali, che , ad eccezione di poche specie, soffrono il chimismo dei liquidi affioranti. Le emergenze sono infatti caratterizzate dal forte odore di H2S (acido solfidrico), che oltre ad essere estremamente velenoso è anche ripugnante all'olfatto; la massiccia quantità di sali disciolti e la presenza di idrocarburi rendono l'acqua non utilizzabili per alcun caso.

Gli idrocarburi liquidi (olio e nafta) affiorano soltanto in alcuni periodi dell'anno e a causa della scarsità di dati a disposizione non si è ancora in grado di determinare eventuali cicli e quantomeno di legarli ad eventi particolari di carattere meteorologico o più strettamente gelogico-strutturale.

Gli idrocarburi all'affioramento formano una patina superficiale del colore giallo oro con forti riflessi iridescenti che vengono enfatizzati dal gorgogliare dei gas in risalita.

Il fango argilloso depositato a causa delle colate forma attorno ai vulcanelli un ambiente quasi lunare reso ancora più suggestivo dai Mud-Cracks legati all'assiccamento superficiale. L'argilla durante il suo cammino verso l'alto strappa materiali dalle parti del condotto di risalita dandoci posizione informazioni sulle caratteristiche dei

materiali attraversanti. E' possibile dire che i flussi di Uplift hanno attraversato formazioni geologiche dove sono presenti:Salce,Radio lariti, cristalli di calcite,gesso, pirite, ecc..

Analizzando con attenzione i frammenti portati a giorno è possibile definire una buona approssimazione la successione geologica (o parte della successione) attraversata. E' possibile affermare che il bacino di alimentazione del fenomeno si trova sotto o a cantatto con unità carbonatiche e silicee sede di un acquifero confinato.

ASSETTO GEOLOGICO
STRATIGRAFIA – EVOLUZIONE STRUTTURALE

Dal punto di vista strutturale l'area in esame fa parte dell'elemento tettonico esterno della catena Siculo-Magherebide che è delimitata a Nord dalle unità Kabilo-Calabre e a Sud dell'avampaese Ibleo. L'elemento, a sua volta, è suddiviso nei sistemi: Sicano, Carbonatico esterno e di Gela.

Il sistema di Gela (Falda di Gela) è un cuneo tettonico, all'interno della quale si trova l'area studiata, costituito da Argille Varicolari (Cretaceo-Eocene). Flisch-Numidico (Eocene_Oligocene) e da depositi clastico evaporatici di età Mio-Pleistocenica che sovrascorre sui depositi Plio-Quaternari presenti nell'avanfossa antistante.

Il fronte della falda di Gela si estende, con andamento comvesso verso sud, da Sciacca verso Catania, passando per l'offshore meridionale della Sicilia e delimitando il contatto tra la catena deformata e l'evampaese Ibleo.

La vergenza principale è verso S, SW con notevoli variazioni locali. In alcuni settori, a causa di faglie inverse fuori sequenza sono i sistemi Sicano e Saccente a sovrapporsi su quello di Gela.

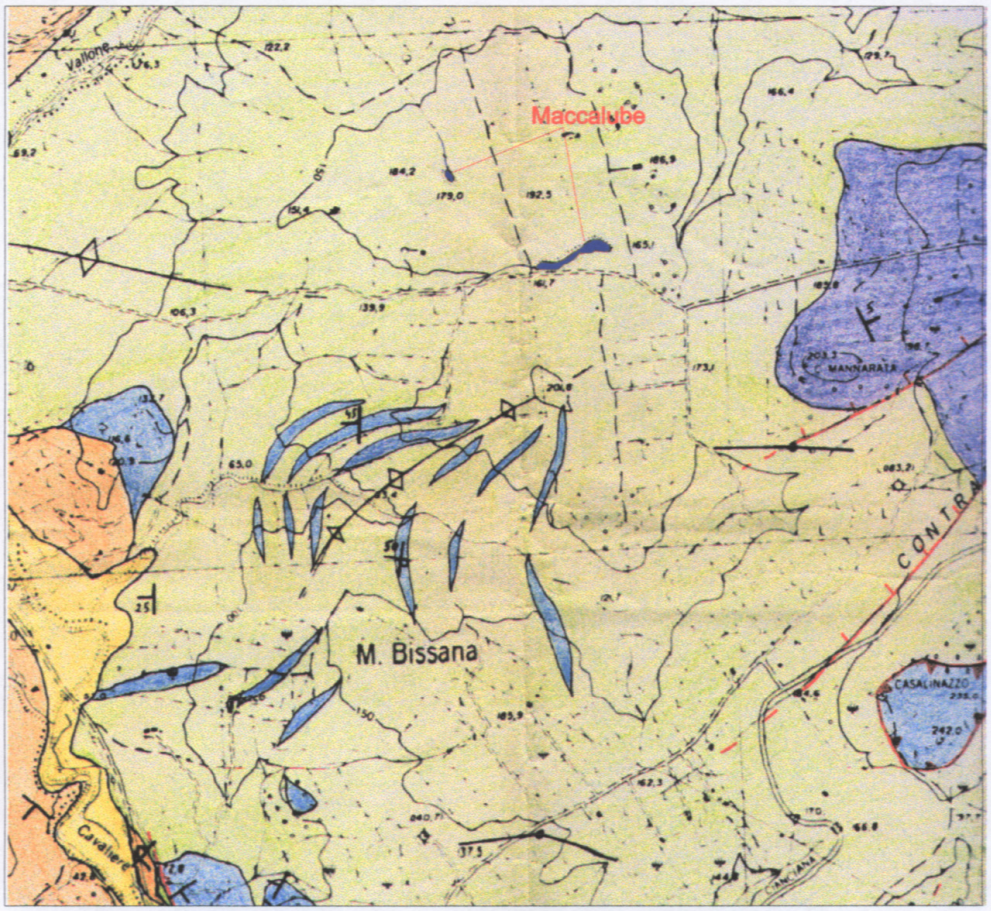
La deformazione è iniziata tra il Messiniano e il Pliocene e dai profili sismici localizzati nell'offshore meridionale siciliano si nota che la deformazione è continuata almeno fino ad 800000 anni fa.

Le emergenze si trovano in corrispondenza di diverse linee tettoniche (foglie) che segnano la sovrapposizione intraformazionale delle unità Terrigeno-Evapiritiche Miocenico – Quaternarie.

L'area in cui ci troviamo può essere definita come un bacino di "Thrust.Top", che si trova cioè al di sopra di una zona a forte deformazione tettonica.

La risalita magmatica può essere stata facilitata dalla presenza delle numerose foglie di carattere sia compassivo che distensivo.

Carta Geologica Monte Bissana



Scala 1:10000

Legenda

- Alluvioni Terrazzate(Attuale)
- Biocalcareniti, argille e calcareniti(Pleistocene)
- Calcari marnosi a Foraminiferi (Pliocene Inf.)
- Gesso selenitico e microcristallino(Messiniano sup.)
- Argille e argille sabbiose con intercalazioni gessose (Messiniano Sup.)
- Faglie

Stratigrafia

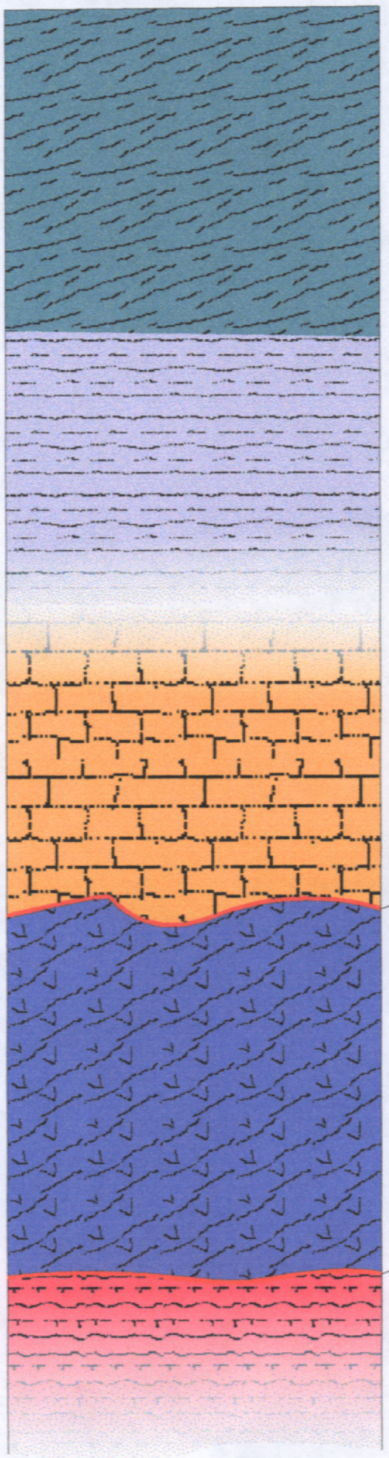
Successione delle rocce affioranti.

Lo studio delle sezioni prima ha consentito di ricostruire la successione stratigrafica dei terreni affioranti.

Dal basso verso l'alto:

- Argille scagliettate (Tortoniano)
- Gessi e argille sabbiose (Messiniano)
- Sabbie poco cementate [arenazzolo] (Messiniano sup.)
- Calcari marmosi e foraminiferi [trubi] (Pliocene inf.)
- Argille azzurro grigiastre [F.m M. Narbone] (Pliocene)
- Calcareniti e argille brune [F. m Agrigento] (Pleistocene)

Schema stratigrafico Area Monte Bissana



Argille scagliettate

In frattura fresca prelevati da circa un metro sotto la superficie, si presentano di colore blu verdastro e a causa della perdita del contenuto in acqua acquistano un colore più chiaro all'affioramento.

I campioni prelevati hanno mostrato uno scarso contenuto in macrofossili riconducibile alla presenza di isolate valve di lamellibranchi e un altrettanto povero contenuto micropaleontologico, comunque sufficiente alla datazione biostratigrafia che ha assegnato età tortoniana all'unità.

La stratificazione non è molto evidente, al contrario sono chiari i segni di deformazione rilevabili per la tipica scagliettatura e per la presenza di pieghe ad alta frequenza e orientamento e orientamento vario.

Lo spessore non è misurabile, per la mancanza del letto dell'unità, ma certamente supera i 50 m.

L'unità affiora principalmente sulla sponta destra del Platani con un'estansione di circa 1 kmq.

Al tetto appare scollata con la succesione soprastante, a causa della diversa risposta offerta agli stress che le hanno interessate e che sono alla base del complesso assetto tettonico di tutta l'area.

Gessi e argille sabbiose

La serie evaporitica messiniana è rappresentata nell'età da due principali facies gessose intercalate a livelli pelitici e sabbiosi che talvolta possono diventare prevalenti e acquisire spessore anche superiore a 50 m.

Gli affioramenti appartengono al secondo ciclo evaporitico e sono associabili ai gessi di Pasquasia.

Il tipo di gesso più comune è il gesso albastrino chiamato anche "marmorigno".

In affioramento appare di colore bianco con livelli grigiastri irregolari, talvolta intensamente piegati.

Si presenta con spessori compresi tra 5 e 50 cm.

Associati al gesso alabastrino si trovano, oltre agli strati pelitici, livelli gessosi costituiti da noduli di forma ellissoidale con diametro di 5 mm circa bianco lattiginosi, immersi in una matrice grigiastra. Questi livelli costituiscono strati di spessore compreso tra 10 e 20 cm e passano lateralmente a sabbie gessose poco cementate di colore giallastro laminate contenenti rari ciottoli di diametro generalmente inferiore ai 4 mm (forbititi gessose).

Affiora nell'area di M.Bissana, Cda Bissana, C.Lamantia e C.Cotugno.

La seconda facies gessosa è costituita da cristalli svelenitici geminati a ferro di lancia con dimensioni variabili da qualche mm a diversi centimetri..

I cristalli sono organizzati in livelli centimetri, separati da sottili lamine politiche che si ricoprono alla loro parte superiore in plaghe dove si può solo rilevare l'orientamento della crescita dei cristalli.

Gli affioramenti principali si hanno nel settore Est dell'area lungo l'allineamento pizzo di Minico-C Fornazzo.

I livelli politico-arenacci, che si alterano alla facies gessosa possono acquisire caratteristiche molto variabili. Nel vallone a Sud M. Bissana affiorano, tra due livelli di gesso, argille blu grigiastre finemente stratificate, che passano bruscamente a marne giallastre [10 cm] alternate a sabbie fini mediamente cementate di colore giallo marroncino [1 m], con piccole mineralizzazioni di zolfo, a loro volta passanti ad uno strato di arenite ben cementata con buon contenuto di calcare [forte reazione all'HCI 10%] [50 cm].

Segue un'alternanza di sabbie, argille e marne in successione variabile e con spessore centimetrino del singolo strato ricoperte da un livello gessoso cui segue un livello metrico di argille blu scuro ben cementate, a volte sabbiose.

A grande scala le argille possono prevalere acquisendo spessori anche superiori ai 50 m.

Dallo studio micropaleontologico effettuato sulle argille sono state individuate associazioni di faune dulcicole.

Lo spessore complessivo dell'unità è nell'ordine del centinaio di metri.

L'unità è datata Messiniano e fa parte del complesso evaporitico superiore, identificato anche come "Gessi di Pasquasia" [Decima & Wezel,1971].

La tettonica ha un ruolo determinante nelle caratteristiche degli affioramenti, che riflettono le complesse deformazioni subite, e che si manifestano numerosissime con pieghe di svariate dimensioni e orientamento e con altrettanto numerose faglie e superfici di scollamento.

Sabbie poco cementate [arenazzolo]

Gli unici affioramenti di questo termine sono localizzati lungo la vecchia ferrovia a nord di M.Sara e gli spessori raggiungono pochi metri.

All'affioramento si presenta come una sabbia quarzitica poco cementata a grana fine e grossolana ben stratificata e dal grigio chiaro e quando è presente, segna il passaggio tra la serie evaporitica messiniana e la serie Plio-Pleistocenica.

Appartiene al Massiniano.

Maccalube
Abisso piccolo
panoramica

Calcari marnosi a foraminiferi [trubi]

In campagna sono facilmente riconoscibili per il colore bianco latte a luoghi tendente al grigio e per i caratteristici gradoni in affioramento dovuti all'erosione differenziata dagli strati che la compongono.
Il biotipo prevalente è costituito da calcari marnosi a foraminiferi planctonici, dove è possibile anche ad occhio nudo notare l'impronta degli esemplari a maggiori dimensioni [Orbuline].
Grazie alla stratificazione così spesso ben evidente è agevole individuare la geometria e da qui la tettonica che ha interessato l'unità.
Possono distinguersi, infatti, due momenti principali:
il primo avvenuto dopo la deposizione della porzione basale, ben evidente, a NE di M. Sara nei pressi della vecchia ferrovia caratterizzato da una forte compressione che ha generato deformazioni sia duttili che rigide, testimoniate da evidentissime faglie inverse accompagnate da pieghe molto strette, rovesciate o anche a scatola con direzione assiale variabile nello spazio;
durante la seconda fase si registra un' attenuazione dei movimenti compressivi e la deposizione dello stesso biotipo in discordanza angolare con gli strati sottostanti.
L'unità affiora con grossi spessori, 300 m circa, sui versanti Est e Nord di M. Sara e al confine Nord della area a Nord di M. Bissana.
Un affioramento particolare si trova lungo il fosso cavaliere dove i trubi, a causa di una faglia inversa accompagnata da pieghe, si trovano geometricamente sotto i gessi del Messiniano.

Argille azzurro grigiastre

Verso l'alto, i trubi passano gradualmente a terreni costituiti da argille marnose grigio cenere e argille grigio azzurre con scarsa stratificazione e presenza di livelli di ossidi ferromanganesiferi.
Possono apparire con leggera chiazzatura cromatica, dovuta alla non perfetta omogeneità nelle caratteristiche dell'argilla.

Più raramente le argille possono acquisire una componente sabbiosa e una colorazione che si sposta verso il giallo-marrone accompagnata dalla presenza di frammenti di gesso, frammenti calcitici di varia origine e di sostanza organica.
All'affioramento l'unità si presenta massiva e intaccata da calanchi, specie nei settori a maggiore componente argillosa [versante orientale di M. Sara], lo spessore è notevole, arrivando a superare i 350 m.
I gusci dei numerosi molluschi presenti [Dentalium], essendo più resistenti all'erosione rispetto alle argille che li inglobano, tendono ad accumularsi ai piedi delle pareti dei calanchi dove l'erosione è più spinta e ad emergere quasi totalmente quando non sono stati ancora liberati del tutto dal terreno che li contiene, ciò permette una veloce e agevole identificazione dell'unità, anche se è difficoltoso assegnare un limite inferiore alla stessa.
L'andamento degli affioramenti è abbastanza regolare, anche se spesso si segue con difficoltà per la presenza di una spessa coltre di terreno agrario.
L'unità affiora su tutti i versanti di M. Sara costituendone la parte centrale con un'estensione prevalente rispetto ai sottostanti trubi e alle soprastanti argille e calcareniti.

Calcareniti e argille brune

All'affioramento le calcareniti si presentano di colore giallo-marrone a volte tendente al rosso, a volte al rosa, molto fratturate e con aspetto spesso vacuolare.
Affiorano sottoforma di banconi di spessore superiore ai trenta metri costituiti da più livelli a dimensioni. Grana, origine e coesione variabili.
Infatti la grana varia da fine, con elementi ben classati di diversa origine, a grossolana con notevoli spazi intergranulari in corrispondenza dei quali è comune trovare cristalli calcitici secondari che tendono a colmare i grossi vacuoli presenti.

Può presentarsi ricchissima di fossili o completamente sterile, sottoforma di livelli notevolmente coerenti o come sabbia sciolta, spesso alternando due gradi di coesione che all'affioramento fanno apparire ancora più evidenti le già chiare stratificazione luoghi l'affioramento appare costituito da conglomerari massivi con ciottoli di dimensioni molto variabili e diversa origine frutto di probabili flussi gravitativi all'interno del bacino di sedimentazione originario.

I grossi banchi calarenitici, specie nelle porzioni inferiori della successione dove il livello di coesione è mediamente più basso, possono avere al proprio interno livelli politici di spessore centimetro che separano gli strati metrico-decimetri che li costituiscono.

La porzione basale, oltre ad essere la meno cementata è anche la più ricca in macrofossili, lungo il versante meridionale sono stati, infatti trovati seguenti generi: Natica, pecten, Aporrhais, Chlamys, Venus, Turitella, Ostrea, Balamus e Ponopea.

I grossi banchi calcarenitici sono intercalati da grossi spessori di argille sabbiose azzurro-brune contenuti macrofossili e una buona fauna a foraminiferi, tale da permettere la datazione.

I rapporti tra argille e calcareniti sono vari, vi può infatti essere una semplice alternanza, eteropia di facies o la presenza di livelli lenticolari di un litotipo all'interno dell'altro.

La differenza di durezza tra argille e calcareniti e la bassa resistenza all'erosione della prima sono responsabili dell'andamento caratteristico dei versanti di M. Sara, dove affiorano entrambi termini con spessore complessivo che può arrivare a rangiungere i 350 m.

Un secondo affioramento si ha in corrispondenza di C. Mannarata dove lo spessore è però notevolmente inferiore 20 m max.

Le calcareniti costituiscono il nucleo dell'siclinale centrata a M. Sara.

L'unità è datata al Pleistocene inferiore.

Alluvioni terrazzate recenti e antiche

L'area attraversata dal fiume Platani con il suo andamento meandriforme, è costituita dalle alluvioni portate dallo stesso corso d'acqua.

Le alluvioni risultano terrazzate dalle più antiche, quote maggiori, alle più recenti, quote inferiori, e hanno un'estensione, trasversalmente al corso principale del fiume che può raggiungere il Km.

Le alluvioni si estendono anche lungo il corso dei principali affluenti del Platani fino alla quota di metri.

Sono state trovate tracce di sedimenti alluvionali anche a quote di m in località.

I terrazzi sono costituiti da ciottoli e grani arrotondati a dimensione e litologia notevolmente variabili e nell'insieme gli elementi presentano vari gradi di cementazione, maggiore nelle alluvioni più antiche.

Le origini del materiale costituente le alluvioni sono varie, prevalgono, però la componente calcarea, gessosa e arenacea con minore percentuale di materiale fine limo-argillo [è stato trovato un blocco di gneiss occhialino].

Le sezioni naturali mostrano il succedersi dei livelli di piena e di magra testimoniati dal diverso spessore e dalla diversa granulometria degli strati presenti.

Lo spessore delle alluvioni non è direttamente misurabile, ma dalle perforazioni fatte per uso irriguo dovrebbe essere di qualche decina di metri.

Evoluzione strutturale

Il rilevamento sul terreno e le sezioni geologiche effettuate hanno permesso di ricostruire l'evoluzione tettonica nell'area a partire dal Messiniano fino al Pleistocene medio inferiore.

Gli eventi tettonici che hanno intressato l'area sono di natura e direzione diversa e si manifestano sul terreno sotto forma di deformazioni duttili e fragili,spesso associate.

Il primo modo è il più comune e insiste su tutti i tipi litologici presenti con intensità e frequenza decrescente dai terreni più antichi a quelli più recenti; il secondo tipo è caratteristico degli affioramenti

gessosi e calcareo marnosi, a piccola scala e di tutti gli affioramenti, a grande scala.

Il primo evento, a carattere compressivo, è datato messiniano sup. ed ha interessato i terreni evaporitico-argillosi dei complessi superiori deformandoli molto intensamente e origimamdo pieghe e geometria molto irregolare, con direzione prevalente degli assi E-W e NE-SW. A questi sono associate un gran numero di piccole faglie, non cartografate , che riflettono l'andamento degli stress e diversi sovrascorrimenti di grossa entità che hanno portato, lungo piani di debolezza, al raddoppio di lembi della successione dei gessi [sez.C Lamantia, e settore Est dell'area rilevata].

Dopo a deposizione della porzione basale dei calcari marnosi "trubi" ha avuto luogo un secondo evento compressivo, anch'esso di notevole entità. Che ha generato faglie inverse pieghe e sovrascorrimenti allo interno degli stessi calcari nelle quali sono state coinvolte anche le evaporati sottostanti che possono trovarsi al di sopra dell'unità più recente.

Tale evento è avvenuto nel pliocene medio-inferiore e la direzione prevalente degli stress risulta essere circa NW-SE.

Un terzo evento compressivo, molto più recente, successivo alla deposizione delle calcareniti del membro Agrigento, con stress prevalente N-S ha piegato tutta la successione presente in quel momento generando un sistema sinclinale-anticlinale a larga scala evidente tra M. Sara e la ferrovia a Nord di esso.

L'Ultimo evento individuato è di carattere distensivo ed è testimoniato da una faglia diretta di rilevatnte rigetto ed estensione laterale, passante parallelamente alla strada provinciale Ciancina Cattolica nel tratto prossimo a C. Mannarata, che ribassa le calcareniti di diversi metri rispetto ai gessi [più antichi]

Maccaube
Cono che emette fanchiglia

GENESI DELLE MANIFESTAZIONI SUPERFICIALI

Le *maccalube*, dizione araba con cui vengono definiti i vulcanetti fangosi, sono il risultato di un complesso fenomeno che avviene a qualche chilometro di profondità dovuto al lento raffreddamento dell'intrusione magnetica che, nel passato alimentò il Pillow in ambiente marino. Come avremo modo di spiegare successivamente, una parte di rilievo è svolta, in questo contesto, dalle acque di falda presenti nelle formazioni permeabili ubicate a breve distanza dalla sorgente di calore.

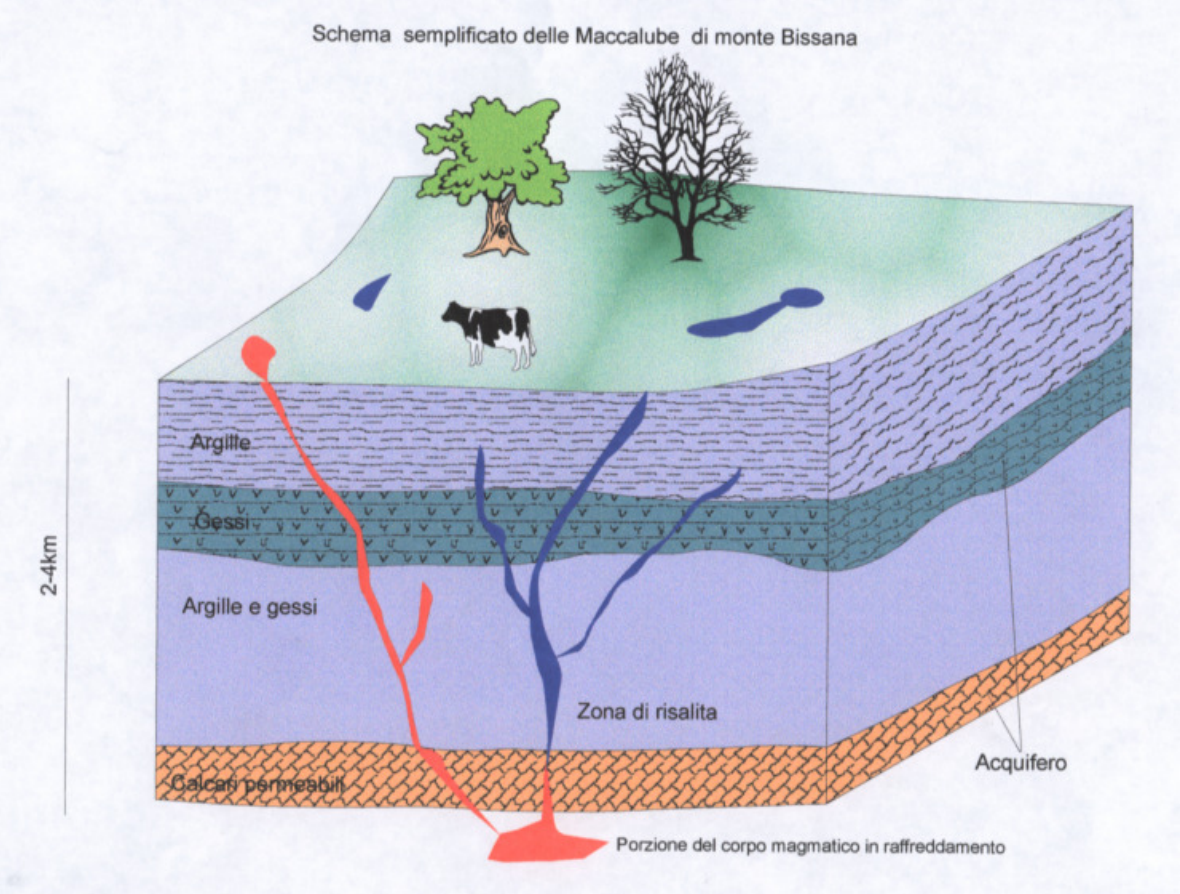
La nostra interpretazione del fenomeno geologico è fondata su due teorie che spiegano la genesi dei campi geotermici:

- la *teoria juvenille* formulata da Lotti all'inizio del secolo -
- la *teoria meteorica* di Facca-Tonani che trovò la sua affermazione completa nel 1961 nel corso di una conferenza sulle nuove sorgenti di energia organizzata a Roma dalle Nazione unite.

Le due trattazioni concordano su un punto : un campo geotermico può manifestarsi soltanto dove si realizzano le condizioni favorevoli per la sua esistenza. Una di queste condizioni è la presenza di una massa di magma a profondità non troppo grande: questo stock

magmatico è infatti la sorgente di calore di un campo geotermico [Facca,1968].

La teoria juvenile o magmatica [jvenile è il termine con cui si definisce l'acqua proveniente direttamente dal magma] considera che le manifestazioni superficiali siano strettamente relazionate ai gas e all'acqua che si liberano dal corpo magmatico in fase di raffreddamento, ascendenti in superfice grazie a grandi fratture [faglie] che giungono fino alla massa intrusa in corso di consolidamento.



La seconda teoria detta metorica [Liotti], ipotizza come sorgente delle manifestazioni superficiali l'acqua atmosferica. In queste condizioni un campo geotermico risulta costituito da:

- una sorgente di calore, cioè un deposito profondo di magma;
- un acquifero, cioè una serie di rocce permeabili;
- una copertura, cioè una serie di rocce impermeabili.

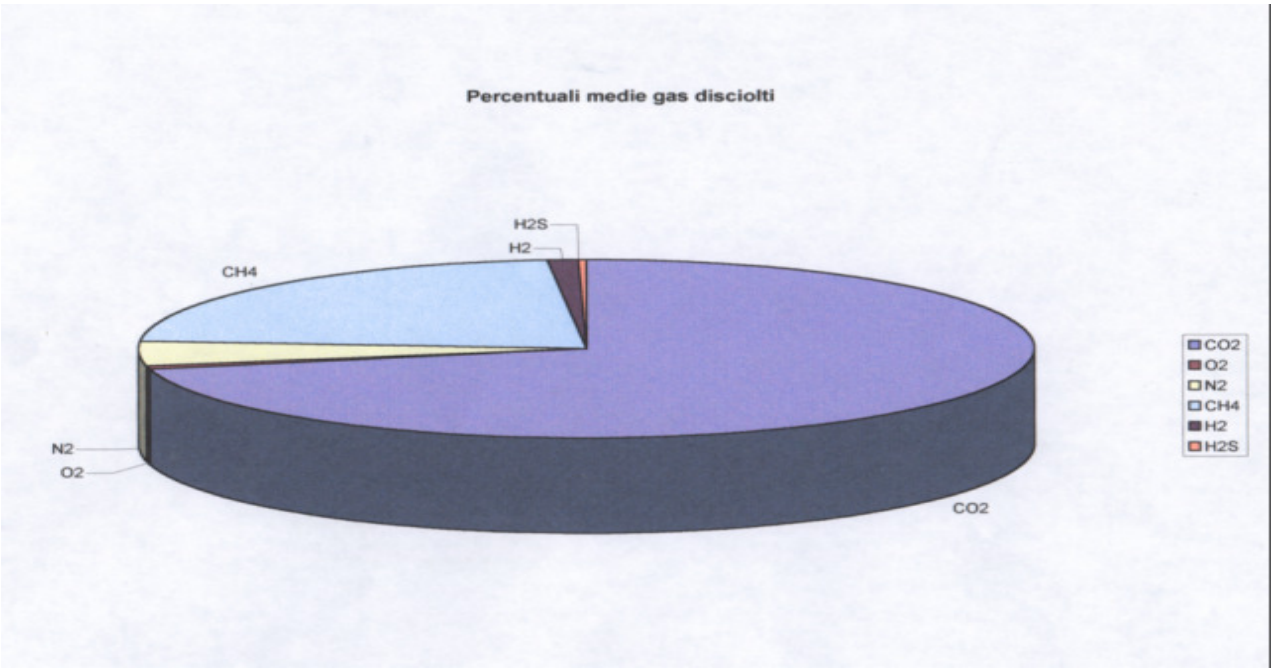
In presenza di questi fattori un'intrusione magmatica in fase di raffreddamento a 4-5 Km di profondità può originare correnti di convezione nell'acqua contenuta nella roccia permeabile sovrastante la quale può risalire in superficie incanalandosi in strutture tettoniche [faglie] che agiscono come performazioni artificiali. Le due teorie sono state ricavate studiando il campo geotermico di Larderello [Toscana] esteso a livello regionale, ma i meccanismi che generano la risalita delle acque possono essere applicati anche laddove le anomalie termiche interessino aree localizzate. Si riteneva che le emissioni di fango, acqua e gas in superficie fossero relazionale ai gas che, liberatesi dal magma in fase di raffreddamento, durante la risalita lungo percorsi preferenziali [faglie,fratture beanti, giunti di stratificazione], trascinavano passivamente in superficie le fasi fluide [acque di falda e idrocarburi] e le fasi solide [argille azzurre] che incontravano in profondità.

Noi proponiamo un a spiegazione alternativa al fenomeno legata alla teoria meteorica e di riflesso al trasferimento del calore per conduzione e convenzione. Bisogna ricordare infatti, che il flusso di calore, tra punti dell'acquifero sogetti a diversa temperatura, può avvenire sia per conduzione che per convezione . Nel primo caso la propagazione si verifica secondo la teoria di Fourier, senza movimento di materia, e con trasmissione di energia tra molecole contigue [dai punti a più alta temperatura verso quelli a più bassa temperatura]. Nel secondo caso il calore viene trasportato dal fluido, poiché tendono a formarsi correnti convettive dirette dalle zone calde [con acque più leggere] a quelle fredde [con acque più pesanti. Sulla base dei suddetti fenomeni fisici, riguardo ai meccanismi che condizionano la risalita delle acque in superficie la nostra spiegazione e la seguente:

la sorgente di calore [corpo magmatico intruso] riscalda per conduzione l'acqua meteorica che si trova nell'acquifero sovrastante [rappresentato dalle facis carbonatiche mesozoico-terziarie. In queste condizioni, se il calore che dalla sorgente raggiunge l'acquifero è elevato e la permeabilità delle rocce è grande l'acqua contenuta

nell'acquifero si muove per convezione. Il sistema convettivo che così si stabilisce tende a rendere la temperatura dell'acqua uniforme in tutto lo spessore dell'acquifero. Anche la roccia dell'acquifero si riscalda e la sua temperatura diventa uguale a quella dell'acqua. L'aumento di temperatura delle acque per effetto del gradiente geotermico porta ad una diminuzione della densità, ad una riduzione della viscosità, ad un aumento della tensione di vapore saturo, cioè dell'evaporazione [Celico,1986]. Questi fattori permettono la risalita delle acque lungo discontinuità strutturali e stratigrafiche [faglie, fratturate beanti, piani di stratificazione] che collegano l'acquifero alla superficie. Da ricordare anche l'azione svolta dai volatili, prevalentemente di origine magmatica, disciolti nelle acque ed in particolare dell'anidride carbonica [CO2] che è il gas più abbondante [93%]; quest'ultimo mescolandosi con le acque ne abbassa notevolmente il peso [legata all'altezza della colonna d'acqua] si ha una progressiva diminuzione della densità dell'emulsione poiché i gas tendono ad espandersi sempre più. L'acqua calda in ascesa verso la superficie viene sostituita in profondità da altra acqua che

	Percentuali gas disciolti					
Composto	CO2	O2	N2	CH4	H2	H2S
15/08/99	72,4	0,12	4,7	21,49	0,99	0,3
02/07/00	70,3	0,11	4,5	23,6	1,23	0,26
15/01/01	71,36	0,9	4,8	21,42	1,2	0,32
valori medi	**71,353**	**0,377**	**4,667**	**22,170**	**1,140**	**0,293**



ricarica l'acquifero, cioè da acqua meteorica infiltratasi nel sottosuolo anche in zone molto distanti dal campo geotermico [nell'aria di alimentazione dell'acquifero, cioè dove esso affiora]. Si viene così a stabilire un circuito chiuso: questa nuova acqua meteorica, movendosi nel sottosuolo, viene riscaldata dalle rocce che attraversa ed entrando nel sistema convettivo sostituisce l'acqua che risale verso la superficie. In queste condizioni non si può escludere l'origine magmatica di una piccola percentuale d'acqua, ma certamente la sorgente essenziale delle manifestazioni superficiali è rappresentata dall'acqua meteorica.

Nel suo percorso verticale l'acqua risale molto lentamente e tende ad arricchirsi di sali diversi in funzione della natura geologica delle rocce attraversate. L'attraversamento della Serie Gessoso-Solfifera [costituita da carbonati, gessi e sali] porta ad una notevole concentrazione delle acque: l'azione dissolutrice del liquido, favorita dai lunghi tempi di contatto acqua-roccia e della elevata solubilità dei sali, genera delle vere e proprie salamoie [il residuo fisso è di circa 83 g/l].

All'azione chimica si associa anche un'azione di tipo meccanico che si esplica con maggiore intensità sui teneri: vengono erose per lo più le argille azzurre pleistoceniche che, trasportate in sospensione fino

in superficie, flocculano [cioè si aggregano formando particelle di dimensioni apprezzabili] depositandosi al suolo in prossimità dei punti di emissione. Durante la risalita le acque calde entrano in contatto anche con le acque delle falde superficiali più fredde ed a differente tenore salino: le diluizioni subite in questa fase portano quindi sia ad una variazione della concentrazione degli ioni disciolti nelle acque sia ad un abbassamento della temperatura. Per tale motivo le maccalube sono state definite "sorgenti fredde" la temperatura dell'acqua emessa [max registra 33C°] è infatti solitamente bassa e si discosta poco dalla temperatura ambiente.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

E' stato ricostruito il processo intracrostale che ha generato le peculiari strutture geologiche riscontrate nelle maccalube e nelle manifestazioni di idrocarburi dell'areali di Cianciana.

La causa primaria delle manifestazioni superficiali è stata relazionata al lento raffreddamento del serbatoio magnetico che, in passato, alimentò i pillow e le colate visibili nell'area. In questo contesto il fuso magnetico ha avuto una duplice funzione:

- riscaldare le acque della falda confinata sovrastante

comportandosi come la fiamma di un un'enorme bollitore;

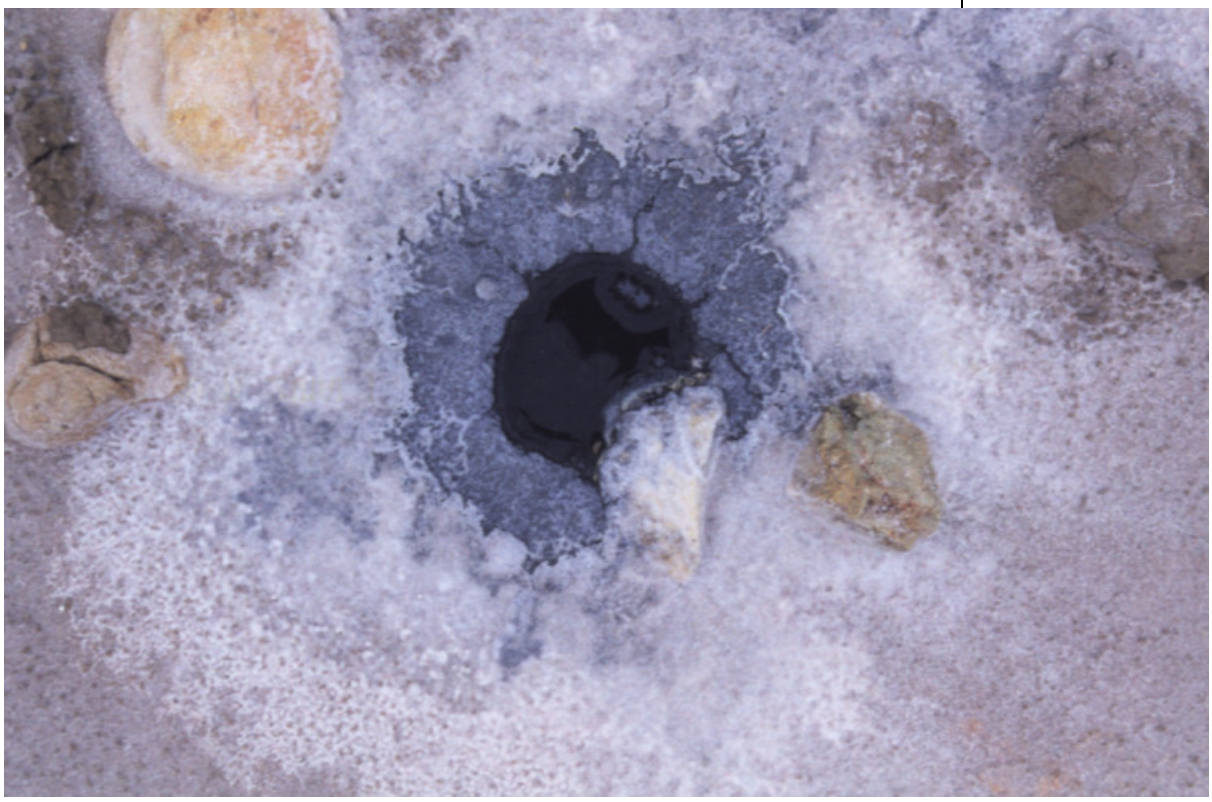
- addizione gas ed acqua juvenile alla stessa falda;

questi componenti magmatici hanno diminuito la densità delle acque freatiche [già peraltro bassa per effetto del riscaldamento], modificandone, nel contempo, le caratteristiche fisico-chimiche.

L'esistenza di una copertura impermeabile [argille dell'Intervallo Oligocene-Pleistocene la superfice: si sono perciò attivati moti convettivi all'interno dell'acquifero con celle calde ascendenti e celle fredde discendenti.

Questo processo può essere riassunto nella seguente maniera: il liquido situato nella zona prossimale all'intrusione magmatica viene riscaldato per conduzione e risale verso l'alto; contemporaneamente quello più freddo e denso presente nella parte sommatale [tetto]

dell'acquifero si sposta per andarlo a sostituire. Quest'ultimo a sua volta si riscalda e sale provocando l'afflusso di altra acqua fredda nella parte inferiore [letto] dell'acquifero. L'acqua calda durante la risalita si raffredda gradualmente e ritorna al fondo chiudendo così il circuito. In questo modo il calore somministrato nella porzione inferiore della falda si distribuisce in tutto lo spessore d'acquifero.



La serie impermeabile di copertura dell'acquifero esercita, in ogni punto della falda, una pressione geostatica superiore a quella atmosferica di una quantità pari al peso della colonna di rocce sovrastanti [con un incremento di pressione di 2,5 bar ogni 10 m di profondità]. L'elevata pressione cui è soggetta l'acqua porta ad un innalzamento della temperatura di ebollizione che ne impedisce il passaggio allo stato di vapore. La presenza di discontinuità strutturali e stratigrafiche [faglie, fratture, giunti] che in vari punti perforano il tetto dell'acquifero confinato permettono la canalizzazione delle acque verso la superficie. La risalita dei fluidi, in base alle considerazioni precedentemente fatte, è quindi dovuta alla combinazione di tre fattori:

- riscaldamento delle acque;
- addizionamento delle aeriformi di origine magmatica;
- pressione idraulica dovuta allo spessore delle rocce di copertura.

Le elevate pressioni esercitate dai fluidi entro le zone di drenaggio preferenziale portano al disfacimento dei terreni attraversati, soprattutto di quelli con scadenti caratteristiche fisico-meccaniche [argille azzurre pleistoceniche] che vengono trasportate in sospensione e sedimentate in superficie. L'equilibrio del bilancio ideologico fra perdite ed apporti d'acqua viene garantito dalle acque piovane che, infiltrandosi nelle zone in cui l'acquifero affiora [zona di alimentazione], ricaricano il sistema.

All'interno del circuito idrico ascendente lo spostamento della fase fluida avviene lentamente: i percorsi molto lunghi associati alla solubilità delle rocce attraversate [soprattutto gessi e sali] portano a soluzioni molto concentrate. I mescolamenti con circuiti superficiali caratterizzati da acque più fredde, sono invece il motivo per cui la temperatura delle polle sorgive è piuttosto bassa. A questo si aggiunge l'interazione delle acque con rocce a temperatura via via minore, incontrate lungo il percorso verticale; l'esigua velocità di spostamento favorisce un completo scambio di calore con l'ambiente circostante con il quale le acque tendono a porsi in equilibrio termico.

La diminuzione della pressione esterna cui sono soggette i fluidi spostandosi verso la superficie è invece il motivo per cui i gas tendono a dilatarsi sempre più, fino a liberarsi in superficie; la separazione della fase aeriforme si manifesta con la presenza di grosse bolle nel liquido che fuoriesce dai punti di emissione.

In conclusione si può ritenere che, nonostante la temperatura e le caratteristiche fisico-chimiche delle acque ne rendano problematico lo sfruttamento ai fini industriali e/o terapeutici, le fenomenologie geologiche che caratterizzano quest'area indicano che essa presenta potenzialità di notevole interesse in campo ambientale e scientifico che la rendono unica nel panorama siciliano delle aree ad alto pregio naturalistico.