

A) DESCRIZIONE NATURALISTICA, PAESAGGISTICA E GEOLOGICA DEL GEOSITO

A1 COME ARRIVARCI

Da Grosseto:

Si prende la strada statale Aurelia ed all'altezza del bivio per Massa Marittima si svolta a destra introducendosi nella S.R. n. 439 fino a raggiungere l'abitato di Monterotondo Marittimo. Da quest'ultima località si prosegue lungo la S.S. Val di Cornia e dopo circa 5-6 km si raggiunge il Villaggio Boracifero in cui si trova a nord il lago boracifero ed a sud l'emissione di Podere San Federigo.

A2 DESCRIZIONE DEL GEOSITO

A2' Inquadramento geologico

La storia geologica recente della Toscana meridionale e di gran parte del settore centro occidentale dell'Italia centrale, è caratterizzata da un diffuso magmatismo e dai fenomeni naturali a carattere geologico ad esso associati. Uno dei più evidenti fenomeni di questo genere è la presenza di aree di anomalia geotermica. Le situazioni geotermiche ad elevata entalpia della Toscana meridionale sono determinate da anomalie a carattere locale (strutture vulcaniche, stok intrusivi recenti).

Una valutazione indicativa dell'anomalo stato termico del sottosuolo è suggerita dalle numerose sorgenti di acque termominerali diffuse nelle aree circostanti (es. Bagnolo, Bagni di Gavorrano, Calidario). Tuttavia il segno più convincente dell'elevato stato termico del sottosuolo è insito nei geositi della valle del Diavolo (le Biancane di Monterotondo Marittimo) e del Villaggio Boracifero dove le rocce affioranti localmente raggiungono temperature sopra la media stagionale (oltre i 60° nei pressi della valle del Diavolo) e sono avvolte in nubi di vapore alimentate da costanti emissioni gassose (Lago boracifero e emissioni di San Federigo)

Il Lago Boracifero è un bacino lacustre situato nell'area geotermica del versante grossetano delle Colline Metallifere, nella parte nord-occidentale del territorio comunale di Monterotondo Marittimo, presso la vicina frazione alla quale è stata conferita la denominazione proprio dal lago stesso.

Il bacino lacustre occupa un'area ai piedi delle vicine pendici collinari, caratterizzata da un paesaggio quasi del tutto spoglio di vegetazione con caratteristiche lunari per la presenza delle vicine sorgenti geotermiche. Il lago si è originato da un'esplosione freatica, al cui interno ancora oggi sono presenti manifestazioni naturali di vapori geotermici, che arricchiscono le sue acque di acido borico oltre che aumentarne la temperatura.

Più a sud altre manifestazioni gassose sono evidenti presso la località San Federigo

Le emissioni gassose localmente possono essere considerate puntiformi, ma in genere si riconoscono delle aree allungate preferenzialmente in direzione NW-SE. Il vapore geotermico arriva in superficie naturalmente e in alcune zone è facilitato dalla realizzazione di pozzi di perforazione. Di norma il vapore in uscita ha una temperatura che supera i 100°C, ed è costituito per il 95% da vapore acqueo e per il restante 5% da anidride carbonica, acido solfidrico, acido borico, metano, ammoniaca, azoto, idrogeno ed in minor misura elio, argon, radon.

A3 COSA RACCONTA IL GEOSITO

Com'è ben noto, la Toscana meridionale rappresenta una delle più importanti aree geotermiche del mondo. Ciò è dovuto alla concomitante presenza di condizioni molto favorevoli per l'esistenza di serbatoi potenzialmente sfruttabili, quali:

- un elevato flusso di calore, che si traduce in un anomalo stato termico del sottosuolo;
- ammassi rocciosi dotati di buona o elevata permeabilità (serbatoi), ubicati a convenienti profondità e sottostanti ad una o più formazioni impermeabili (coperture);
- un adeguato approvvigionamento idrico proveniente dalla superficie (le acque di origine meteorica rappresentano qui, infatti, almeno la porzione preponderante nell'alimentazione dei serbatoi geotermici).

Il sistema geotermico dell'area di Monterotondo Marittimo produce fluidi geotermici contenuti principalmente nelle formazioni evaporitico-carbonatico-silicee del Mesozoico della Successione Toscana, caratterizzate da una elevata permeabilità secondaria e ricoperte da formazioni impermeabili terziarie. In tali rocce si rileva un'anomalia del gradiente geotermico molto evidente e la risalita delle acque profonde fortemente riscaldate da origine alle emissioni di vapore determina un rischio

Con il termine gradiente geotermico si intende l'aumento di temperatura che si rileva procedendo dalla superficie verso l'interno della crosta terrestre; il relativo valore medio, nella parte più estesa, è di circa $3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Il quantitativo unitario medio del calore interno della Terra, che raggiunge la superficie, è caratterizzato da valori molto bassi ed ampiamente inferiori a quelli della radiazione solare incidente; esso non è, però, uniforme su tutta la superficie terrestre visto il suo sensibile scostamento dalla media lungo alcune fasce geografiche, generalmente interessate da particolare mobilità della crosta, nelle quali anche il gradiente si discosta notevolmente dai valori medi.

Sono queste le cosiddette aree di anomalia geotermica, le quali possono variamente classificarsi in base alle loro manifestazioni regionali o locali, alla loro distribuzione lungo fasce o su aree limitate e circoscritte. Le situazioni geotermiche ad elevata entalpia della Toscana meridionale sono determinate da anomalie a carattere locale (strutture vulcaniche, stock intrusivi recenti).

E' da sottolineare che in geotermia si usa correntemente, al posto di temperatura, il termine entalpia; essa è definita come la quantità di calore assorbita o ceduta da un sistema nel caso di una sua trasformazione isobara, cioè a pressione costante.

Attraverso pozzi di piccole dimensioni, riempiti d'acqua e isolati dalla circolazione idrica, può essere eseguita un'accurata misura del gradiente geotermico e della conducibilità termica delle rocce perforate, così da moltiplicare queste due grandezze ed ottenere il flusso di calore trasmesso dalla terra. Attraverso questa relazione si ottiene alla superficie terrestre un flusso di calore medio pari a circa 60 mW/mq . Nella zona di Larderello e del Monte Amiata esso supera i 300 mW/mq (Monelli, 1981)

Le origini del Lago Boracifero, risalenti al 1282, sono dovute alla condensazione dei vari gas emessi dal sottosuolo a temperature elevatissime: la formazione del lago è stata possibile nella ristretta area situata a quote inferiori rispetto a tutte le altre zone circostanti a seguito dell'attività vulcanica del Vecchienna (complesso di Larderello), che determinò un'eruzione gassosa e freatomagmatica con pietre e sassi piovuti fino a una distanza di circa 3 km ed emissioni di ceneri rosse in atmosfera fino ad una distanza di circa 150 km.

Il lago si caratterizza per la presenza di emissioni gassose dovute alla naturale attività geotermica, mentre le acque, di tipo sulfureo, risultano in alcuni tratti caratterizzate da elevata presenza di fango; il bacino lacustre è parzialmente occultato in alcuni punti dai canneti palustri.



Intorno al Lago ed alle altre aree di emissione dei gas geotermici, come anche quelli di loc. San Federigo successivamente descritti, nacque nel corso del Novecento il “Villaggio Boracifero”. Per sfruttare le caratteristiche geotermiche del Lago Boracifero furono costruiti infrastrutture e strutture per lo più destinate alla captazione, il trasporto del vapore e numerosi stabilimenti che convertono l'energia geotermica in energia elettrica. Ancora oggi sono ben visibili la Centrale del Lago con i pozzi, i vaporodotti e le teleferiche, oltre ai palazzoni del “Villaggio Boracifero” degli operai. Oggi la frazione si è vertiginosamente spopolata.

Sempre nei pressi del Villaggio Boracifero, circa 700-800 a sud del lago boracifero, si trova un altro sito di particolare interesse situato presso la località San Federigo, circa 3.5 km ad ovest dell'abitato di Monterotondo Marittimo, dove sono presenti diffuse manifestazioni geotermiche di superficie quali alcune emissioni di vapore ricche in boro (soffioni boraciferi) ed una pozza termale, in cui acque limpide sono riscaldate fino all'ebollizione dalla fuoriuscita di gas sul fondo di una depressione del diametro di circa 2 m.

Questo sito, che si estende su una superficie di circa 5000 m², è stato interessato nel XIX secolo da un'attività industriale volta alla produzione di acido borico dai fluidi endogeni. Nelle vicinanze, in località Fonte Mortina, nel 1840 è stata eseguita la prima perforazione finalizzata allo sfruttamento dei fluidi geotermici per la produzione di acido borico.



I soffioni boraciferi nel geosito di San Federigo.



La pozza termale.



Poco più a sud del lago Boracifero, in località Piana di Frassine, è da segnalare la presenza di sorgenti, utilizzate come terme in epoca romana, sfruttate poi per la loro ricchezza in boro ed arsenico fino all'epoca medievale. Nella stessa zona sono presenti le vecchie Allumiere di Monte Leo, sfruttate fino all'inizio del 1800.

B) DESCRIZIONE DEL RISCHIO DI DEGRADO

Il rischio di degrado è connaturato nelle caratteristiche naturali del geosito .

C) DESCRIZIONE DEL GRADO DI INTERESSE

D) RIFERIMENTI DOCUMENTALI BIBLIOGRAFICI

E) INDIRIZZI PER LA TUTELA E LA VALORIZZAZIONE

In generale si potranno applicare le norme generali di cui all'art.10, comma 13 “Acqua e suolo”, come integrata dalla scheda n.5, del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Grosseto. Nello specifico si ritiene necessario promuovere iniziative per la conservazione attiva del sito come indicate nel punto M1 della scheda ISPRA e/o nel paragrafo B) “descrizione del rischio di degrado” della scheda word associata.

F) EVENTUALI COMMENTI E ANNOTAZIONI AGGIUNTIVE



La pozza termale.

