

Avv. GIANCARLO VIGLIONE
Lungotevere dei Mellini n. 17 – 00193 Roma
Tel. 0668136595 – 0668136380 - Fax 0668130021
PEC: legale@pec.studiolegaleviglione.it

Al Ministero dell'Ambiente e della
Tutela del Territorio e del Mare
Direzione Generale per le valutazioni
e le autorizzazioni Ambientali
Divisione II Sistemi di Valutazione
Ambientale
Via Cristoforo Colombo n. 44
00147 - Roma

e-mail pec: DGSalvaguardiaAmbientale@pec.minambiente.it

**: ID_VIP: 3084 - Istanza di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi del
D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. relativa al progetto per la realizzazione di un
impianto pilota geotermico denominato "Lucignano" nel comune di
Radicondoli (SI) – proponente società Lucignano Pilot Project s.r.l.;**
Osservazioni

Per la società SA.RO. s.r.l., con sede legale in Radicondoli (SI), Convento
dell'Osservanza SNC, C.F.: 00840670525, in persona del legale rappresentante
pro-tempore Avv. Stefano Mazzi, rappresentata e difesa, giusto mandato a
margine, dall'Avv. Giancarlo Viglione ed elettivamente domiciliata presso il
suo studio in Roma, Lungotevere dei Mellini n. 17

La società SA.RO. s.r.l. ritiene tanto opportuno quanto doveroso "*presentare
proprie osservazioni*" ai sensi del Codice Ambientale.

Questa difesa enucleerà le proprie "osservazioni" dapprima rappresentando
l'interesse radicato in capo alla Fondazione stessa e, successivamente,

MANDATO

Nomino a rappresentarmi e
difendermi nel procedimento
ID_VIP: 3084 nonché in ogni
fase, stato e grado
dell'eventuale giudizio, l'Avv.
GIANCARLO VIGLIONE,
conferendogli ogni più ampia
facoltà di legge, eleggendo
domicilio presso lo studio
dell'Avv. Giancarlo Viglione in
Lungotevere dei Mellini, 17 –
00193 ROMA

Firma

E' autentica

focalizzando la attenzione sia sugli aspetti complessivi della valutazione di compatibilità ambientale del progetto "Lucignano", sia sugli specifici profili geotermici del progetto stesso.

Con riferimento agli aspetti complessivi della valutazione di compatibilità ambientale del progetto "Lucignano", si allegano apposite osservazioni a firma del Dott. Roberto Caracciolo che, tra l'altro, riprendono gli esiti della analisi operata dal Geol. Paolo Bosco, Geosol S.r.l., nonché gli esiti della specifica indagine operata dall'Ing. Carlo Dacquino con particolare riferimento agli aspetti geotermici relativi al progetto *de quo*. Tali aspetti sono riportati nell'allegata relazione a firma di quest'ultimo.

a. CON RIFERIMENTO ALL'INTERESSE A "PRESENTARE PROPRIE OSSERVAZIONI" AI SENSI DEL CODICE AMBIENTALE

Con riferimento all'interesse a "*presentare proprie osservazioni*" radicato in capo alla società SA.RO. s.r.l.:

- la Sa.Ro. Srl è proprietaria dell'ex convento dell'Osservanza, collocato su una pendice della collina sulla quale sorge il centro abitato di Radicondoli e distante circa metri 300 dal centro del paese;
- la struttura conventuale, fondata nel 1494, consta dei seguenti beni immobili:
 - il fabbricato principale, il fabbricato aggregato, il fabbricato per locali tecnici e il resede di pertinenza, censiti al Catasto fabbricati del Comune di Radicondoli nel foglio di mappa 24 – particella 65 sub. 3 – categoria D3, per un volume complessivo di circa 150 mq, e annessi agricoli per una superficie di circa 40 mq, identificati nelle particelle 540, 541 e 542;

- i terreni censiti al Catasto Terreni del Comune di Radicondoli, nel foglio di mappa 24 – particelle 60, 70, 71, 399, 400, 445, 447, 449, 77, 76, 401, 412, 446, 448, 450, 451, per una superficie complessiva di circa 3 ettari;
- il convento, vincolato come bene di interesse storico e artistico, è stato oggetto di consolidamento statico e di un lungo e accurato restauro conservativo ultimato nel 2001;
 - il convento attualmente è sede della scuola Radiconvento Musica della “*Dulcimer Fondation pour la Musique*” che, da oltre 15 anni, svolge progetti musicali per la popolazione. Ad oggi tale scuola conta 60 alunni iscritti (quasi tutta la gioventù di Radicondoli!) e tre orchestre, una per ogni fascia di età. La stessa scuola, inoltre, consegue meritevoli risultati di studio certificati dalla ABRSM, sistema ufficiale delle scuole di musica del Regno Unito e riconosciuto in tutto il mondo;
 - presso lo stesso convento ha sede anche la Fondazione Ethoikos, istituzione deputata alla ricerca, alla divulgazione e alla didattica nel campo eto-ecologico;
 - il convento e le attività che vi si svolgono costituiscono oggi un punto di riferimento per tutta la comunità di Radicondoli. Durante l’anno la chiesa del convento ospita concerti e convegni largamente seguiti ed apprezzati dalla popolazione locale;
 - l’impianto geometrico “Lucignano” insisterebbe in una area non lontana dalla sede del Convento incidendo, pertanto, non solo sugli aspetti ambientali-paesaggistici ma anche e soprattutto sulla acustica delle aree vicine;

– come detto nel Convento viene costantemente svolta una intensa attività musicale che vorrebbe irrimediabilmente lesa dalla attività di cui al progetto “Lucignano”.

b. CON RIFERIMENTO ALLE OSSERVAZIONI INERENTI AGLI ASPETTI COMPLESSIVI DELLA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE DEL PROGETTO “VIA LUCIGNANO”

Con riferimento agli aspetti complessivi della valutazione di compatibilità ambientale relativi al progetto *de quo*, si rimanda integralmente alla relazione a firma del Dott. Roberto Caracciolo, già Direttore generale del Dipartimento Stato dell'ambiente dell'Ispra, nonché componente per oltre dieci anni della Commissione VIA, attualmente Referente del Settore rischi ambientali della Commissione Nazionale Grandi Rischi della Protezione Civile e membro del Consiglio direttivo Accredia.

Tale relazione costituisce l'allegato n. 1 al presente atto.

c. CON RIFERIMENTO ALLE OSSERVAZIONI CIRCA GLI ASPETTI GEOTERMICI SPECIFICI DEL PROGETTO VIA “LUCIGNANO”

Con riferimento agli specifici aspetti geotermici rilevanti per il caso di specie, si rimanda integralmente alla relazione a firma dell'Ing. Carlo Dacquino, esperto in geotermia, geofisica e fisica, già membro del Centro di Ricerche Geotermiche (Unità Nazionale Geotermica) dell'ENEL, coordinatore dei Gruppi di Lavoro ISPRA a supporto della Commissione Tecnica per la VIA presso il MATTM nonché Professore in “Tecnica e Sicurezza Ambientale” presso l'Università “La Sapienza” di Roma.

Tale relazione costituisce l'allegato n. 2 al presente atto.

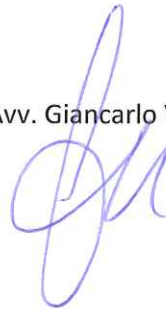
Tutto ciò premesso, la società SA.RO. s.r.l., difesa e rappresentata *ut supra*

CHIEDE

che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, anche previo parere con esito negativo della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS, adotti provvedimento con esito negativo di valutazione dell'impatto ambientale relativamente al progetto “Lucignano” ID_VIP: 3084, riavviato con provvedimento di questa Autorità prot. n. 4406 del 22.02.2016.

Roma, 21.04.2016

Avv. Giancarlo Viglione



OSSERVAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITA' AMBIENTALE DEL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA DENOMINATO "LUCIGNANO"

La società Lucignano Pilot Project S.r.l. (di seguito Lucignano S.r.l.) ha presentato al Ministero dello sviluppo economico domanda per un permesso di ricerca di risorse geotermiche finalizzato alla sperimentazione di un impianto pilota denominato "Lucignano".

Nello specifico, la società intende realizzare, nel comune di Radicondoli (SI), un impianto di produzione di energia elettrica alimentato da liquido geotermico estratto da 3 pozzi di produzione e re-iniettato nel sottosuolo in altri 2 pozzi.

Il progetto comporta anche la realizzazione delle condotte per il convogliamento del fluido geotermico di lunghezza pari a circa 4 km e dell'elettrodotto interrato di connessione alla rete elettrica ENEL per una lunghezza di oltre 9 km.

Nell'ambito dell'istruttoria per la concessione del permesso di ricerca il progetto è stato assoggettato alla procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) con la competenza diretta del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM) che ha attribuito al procedimento l'ID VIP 3084.

Riguardo a tale procedimento, si sottolinea come la valutazione ambientale non debba limitarsi a una mera verifica dell'ottemperanza alle singole norme vigenti in campo ambientale, che devono comunque essere rispettate.

La VIA deve consentire una robusta verifica della compatibilità dell'inserimento di quella specifica opera in quello specifico contesto territoriale.

E questa verifica deve essere articolata in tre distinti quadri di analisi:

- quadro progettuale;
- quadro ambientale;
- quadro socioeconomico.

Già sulla scorta di un'analisi preliminare della documentazione prodotta, è emerso con chiara evidenza, con riferimento a quelle che sono le esigenze appena ricordate di una completa valutazione degli effetti sull'ambiente e sul territorio, che lo studio condotto dal Proponente è del tutto inadeguato.

Dai pochi elementi che è stato possibile utilizzare in prima battuta, se n'è tratta la chiara convinzione che l'inserimento dell'impianto proposto non sia compatibile con il territorio in oggetto, e forse anche con qualsiasi altro contesto territoriale.

Al fine di formulare in maniera più circostanziata questa netta impressione di incompatibilità, è stata condotta un'analisi indipendente, col supporto di qualificati esperti del settore tecnologico in cui ricade il progetto e, più in generale, delle valutazioni in campo ambientale.

Detti esperti, operando sulla base delle conoscenze allo stato dell'arte e utilizzando dati e informazioni relative alle caratteristiche territoriali e ambientali dell'area di insediamento e di influenza dell'opera, sono pervenuti a una valutazione dei principali elementi di criticità e di impatto del progetto.

Come più dettagliatamente documentato nella allegata relazione tecnica sugli aspetti geotermici, l'analisi condotta dagli esperti ha confermato che il progetto presenta numerose carenze tecniche che sono alla base di altrettante forti criticità, che non potrebbero essere superate neanche a seguito di una significativa revisione del progetto o con pesanti prescrizioni.

Premesso che la carente trattazione del quadro progettuale non consente di evidenziare, anche da un punto di vista dimensionale, tutte le possibili ripercussioni ambientali dell'opera proposta, è comunque evidente che nello Studio di Impatto Ambientale (SIA), predisposto dal proponente, sono state trascurate importanti componenti di impatto dell'opera sull'ambiente e sul territorio.

Ad esempio, non sono stati presi in considerazione l'impatto termico dell'impianto e i riflessi di questo e di altre tipologie di impatto sulla fauna, sulla flora e sulla vegetazione, nonché sul patrimonio storico-culturale dell'area.

Dall'esame della documentazione, oltre allo scarso livello di confidenza della società proponente con lo stato dell'arte nel settore tecnologico in cui ricade l'opera proposta, emerge anche una inadeguata, se non nulla, conoscenza del territorio nel quale va ad operare e del contesto socio-economico della comunità che è interessata alla realizzazione dell'opera.

E questa carenza è quanto mai dirimente per una corretta valutazione della compatibilità del progetto.

A rafforzare la tesi circa l'esigenza di un'adeguata valutazione delle ripercussioni dell'inserimento dell'opera in uno specifico contesto territoriale, oltre a quanto previsto dalla normativa vigente in materia di VIA, è intervenuta una sentenza del TAR Marche (sez. I, sent. 26 maggio 2011, n. 363) che stabilisce che le valutazioni ambientali hanno ad oggetto l'analisi dei costi ambientali in riferimento ai benefici socio-economici di un progetto o di un'opera. In quest'ottica i procedimenti di valutazione ambientale devono garantire che le finalità perseguite dal progetto comportino il minor impatto ambientale possibile, essendo le autorità che intervengono in detti procedimenti tenute a individuare tutti gli accorgimenti possibili per attenuare l'impatto ambientale di un'opera.

Sul piano più generale, la sentenza n. 1805 del 9.4.2015, sez. V, C.d.S., così, a tal proposito, afferma: *“la valutazione di impatto ambientale non si sostanzia in una mera verifica di natura*

tecnica circa la astratta compatibilità ambientale dell'opera, ma implica una complessa e approfondita analisi comparativa tesa a valutare il sacrificio ambientale imposto rispetto all'utilità socio economica, tenuto conto anche delle alternative possibili e dei riflessi sulla stessa c.d. opzione zero, di tal che non si è perciò in presenza di un mero atto (tecnico) di gestione ovvero di amministrazione in senso stretto, trattandosi piuttosto di un provvedimento con cui viene esercitata una vera e propria funzione di indirizzo politico amministrativo con particolare riferimento al corretto uso del territorio (in senso ampio) attraverso la cura ed il bilanciamento della molteplicità dei (contrapposti) interessi, pubblici (urbanistici, naturalistici, paesistici, nonché di sviluppo economico sociale) e privati".

Opzione zero che, nel caso specifico dell'opera proposta, tenuto conto degli improbabili e in ogni caso limitatissimi benefici attesi a fronte dei sicuri impatti ambientali e socioeconomici nonché dei rischi di eventi estremi, è l'unica scelta che, a nostro avviso, il valutatore può adottare.

Gli esiti delle analisi condotte in modo indipendente dagli esperti sono riportati in forma sintetica qui di seguito.

Una loro trattazione più dettagliata, in particolare per quelli riferiti ai primi due quadri di analisi della VIA, come anticipato, sono descritti nell'allegata nota tecnica.

Quadro sintetico delle criticità e degli impatti derivanti dal progetto proposto

A. Iter amministrativo e carenza della documentazione

L'esame delle varie fasi dell'iter amministrativo evidenzia come, dopo tre anni dal parere del MISE, il Proponente non fosse ancora pronto a presentare la documentazione tecnico-scientifica a supporto dell'istanza di VIA. Tuttavia, non essendo stata accolta la proposta di differimento dei termini, lo stesso Proponente presenta quegli stessi documenti che non riteneva fossero ancora pronti solo 10 giorni prima.

Sulla base esclusiva di questa presentazione e in via cautelare, senza esaminare la sostanza della questione, il TAR sospende l'esecutività del rigetto. Nonostante l'ampio margine temporale a disposizione (dal 24/07/2015 al 22/02/2016) dalla prima presentazione alla riapertura del procedimento VIA, nessun nuovo documento è stato presentato ad integrazione dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) e relativi allegati.

Da tutto ciò si è avuta fin da subito la sensazione di inadeguatezza della documentazione tecnico-scientifica presentata. Inadeguatezza confermata dall'esame approfondito di tale documentazione.

B. Criticità del progetto

Oltre all'inerzia nel procedimento la proposta del gestore è caratterizzata da assoluta genericità e approssimazione.

La relazione tecnica relativa all'impianto geotermoelettrico è un modulo prestampato, che lo descrive in modo generico senza uno specifico riferimento al particolare fluido geotermico messo in produzione e, quindi, valido per tutti gli impianti pilota che il Proponente conta di gestire, salvo poche modifiche relative all'intestazione dell'impianto, cosa che, però, nel documento in questione ci si è dimenticati di fare citando espressamente una diversa località, alla localizzazione geografica dello stesso, nonché ai parametri relativi al fluido geotermico che si prevede di estrarre (portata, temperatura, salinità, rapporti di fase).

Per non parlare di una inaccettabile contraddizione tra i dati di progetto.

In particolare, per quanto riguarda la portata oraria c'è contraddizione tra i dati riportati nel SIA (LUC-SIA-D-M01_00) e nella Relazione di progetto (*LCG-RP01-V00*) e quelli nel *Doc. LCG-RP01-A02-V00*.

Nei primi due documenti si ipotizza una portata di 60 t/h per ciascuno dei tre pozzi di produzione, per un totale di 180 t/h. Nella relazione specifica sull'impianto si riporta, invece, una portata totale di 138.6 t/h, pari a solo il 77% della portata prima ipotizzata, una variazione del 23% che non può essere considerata trascurabile e che conferma la poca attendibilità della documentazione presentata.

A ciò si aggiunge un rendimento ipotizzato pari al 16.99% (al netto in rete 12.63%), particolarmente alto anche riguardo ad altri impianti proposti dallo stesso Proponente.

I parametri progettuali, sia specifici (fluido geotermico) che generali (parametri d'impianto), sono molto differenti anche da quelli di altri impianti simili, o che tali dovrebbero essere, la qual cosa, aggiunta alla totale mancanza di approfondimenti che affrontino le specificità in questione, porta a ritenere impossibile la fattibilità tecnica dell'impianto stesso, così come è stato descritto nella documentazione presentata.

C. Impatti sull'ambiente e rischi per la popolazione

Dal punto di vista degli impatti sull'ambiente e sulla popolazione, sono stati individuati ulteriori forti elementi di criticità, di cui si riportano alcuni esempi più significativi.

Viene ipotizzato un rendimento (16.99% lordo, 12.63% netto) molto superiore a quello di altri impianti in progetto, anche presentati dallo stesso Proponente, e difficilmente ottenibile nella realtà.

W

Se anche fosse possibile raggiungere tale rendimento, l'83.1% dell'energia del fluido geotermico andrebbe comunque dispersa nell'ambiente circostante, in continuità per circa 8.000 ore/anno, per 30 anni (durata di sfruttamento prevista), senza che gli effetti di tale dispersione di calore siano stati presi in considerazione dal Proponente, che si limita a valutare, tra gli impatti permanenti, solo quelli sul Paesaggio e sul Clima acustico.

L'alterazione delle condizioni microclimatiche, sia con riferimento agli aspetti meteo che a quelli acustici, insieme all'occupazione di suolo e alla inevitabile riduzione delle reti ecologiche, certamente avrà ripercussioni sulla biodiversità dell'area che è molto ricca e per questo oggetto di studio.

Per quanto concerne più direttamente gli effetti negativi sulla popolazione, numerose sono le criticità generate dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera proposta.

In particolare, sebbene l'area sia caratterizzata in superficie dalla presenza di terreni impermeabili, la presenza di lenti e stratificazioni di terreni a più elevata permeabilità dà luogo a circolazioni idriche limitate e sospese che originano sorgenti, per lo più di carattere stagionale. Proprio in vicinanza (5 km ca.) del polo di reiniezione è segnalata la presenza del pozzo idropotabile Fiumarello, con portate di 17 l/s, facente parte dell'Acquedotto del Fiora S.p.A. e utilizzato per alimentare la zona industriale di Fiumarello, oltretutto segnalato dallo stesso Proponente come fonte di alimentazione dei cantieri in progetto. Poiché la stratigrafia osservata nei cento metri di profondità del pozzo Fiumarello è la stessa prevista nei primi 500 m ca. dei pozzi di reiniezione, questo farebbe ipotizzare la presenza di un corpo idrico continuo a bassa profondità che potrebbe essere interessato dalla perforazione.

Nell'ambito della classificazione sismica regionale e suoi aggiornamenti (DGR 431/2006, 878/2008, 421/2014), il Comune di Radicondoli ha mantenuto l'appartenenza alla classe sismica 3, con $a_{max}=0.15$ ag/g, corrispondente a rischio sismico medio-basso. Tuttavia, l'esame del catalogo sismico nazionale permette di ricavare nell'area una serie di 30 sismi strumentali (a partire dal 1985), ma con intensità percepibile ($M > 2.5$), in un range di 10 km dall'area in esame. Si tratta in prevalenza di sismi con ipocentro superficiale (< 10 km) allineati verso S (Travale), in buona coincidenza con le perforazioni dei pozzi del campo geotermico denominato Travale-Radicondoli.

Tenuto conto della limitata profondità epicentrale (< 5 km in 14 eventi su 30, > 10 km solo in 5 eventi su 30) e della localizzazione epicentrale concentrata nell'area di perforazione dei pozzi Radicondoli, si può ipotizzare una correlazione tra eventi (micro)sismici e coltivazioni geotermiche.

A fronte di tali rischi, il Proponente, a parte l'espressione della volontà di realizzare un piano di monitoraggio microsismico, peraltro minimale, non affronta in alcun modo la questione della sismicità potenzialmente innescata dall'attività produttiva.

Per fare una valutazione più realistica di dette criticità e tentare di dare loro risposte ragionevoli, sarebbe stato necessario, tra l'altro, mettere a punto un modello numerico idrogeologico del serbatoio carbonatico, in grado di definire le modalità di ricarica dello stesso, la direzione di deflusso sotterraneo e la compatibilità di utilizzo dei fluidi con il bilancio idrogeologico dei sistemi acquiferi presenti nell'area.

Anche in relazione ai fenomeni di subsidenza, il Proponente non ha svolto adeguate analisi di rischio, nella zona si siano verificati fenomeni di subsidenza con sprofondamenti del terreno fino oltre 1.60 metro su una superficie di qualche chilometro quadrato.

Quanto sopra riportato, come detto, rappresenta solo una sintesi delle problematiche più diffusamente e analiticamente descritte nell'allegata relazione tecnica.

Prima di chiudere questo quadro di analisi si vuol dare un'idea ancor più significativa delle criticità del progetto riassumendo gli esiti dell'applicazioni, al progetto stesso, delle raccomandazioni della Commissione ICHESE (International Commission on Hydrocarbon Exploration and Seismicity in the Emilia Region), che si ricorda è la Commissione incaricata di valutare le possibili relazioni tra attività di esplorazione petrolifera (e geotermia) e aumento dell'attività sismica nelle aree emiliane colpite dal terremoto del maggio 2012.

Ebbene, su 11 raccomandazioni esaminate per il progetto proposto, se ne è valutato il rispetto solo per 3 di esse (per di più, 2 solo parzialmente), mentre 8 risultano disattese, più o meno totalmente.

D. Impatti sul contesto socio-economico e storico-culturale

La presenza e l'esercizio dell'opera sul territorio, per effetto degli impatti sulle diverse matrici ambientali, sopra richiamati, determinano anche significativi riflessi negativi sulle attività socio-economiche e sul patrimonio storico culturale dell'area.

Di seguito si considereranno in maniera specifica gli effetti negativi riconducibili al soggetto titolare delle osservazioni.

La società Sa.Ro. Srl, è proprietaria dell'ex convento dell'Osservanza collocato su una pendice della collina dove sorge l'abitato di Radicondoli, a circa 300m dal centro del paese.

La struttura conventuale, fondata nel 1494, è formata dai seguenti beni immobili:

- il fabbricato principale, il fabbricato aggregato, il fabbricato per locali tecnici e il resede di pertinenza, censiti al Catasto fabbricati del Comune di Radicondoli nel foglio di mappa 24 –

W

particella 65 sub. 3 – categoria D3, per un volume complessivo di circa 1500 mq, e annessi agricoli per una superficie di circa 40 m², identificati nelle particelle 540, 541 e 542;

- i terreni censiti al Catasto Terreni del Comune di Radicondoli, nel foglio di mappa 24 – particelle 60, 70, 71, 399, 400, 445, 447, 449, 77, 76, 401, 412, 446, 448, 450, 451, per una superficie complessiva di circa 3 ettari.

Il convento, vincolato come bene di interesse storico e artistico è stato oggetto di consolidamento statico e di un lungo e accurato restauro conservativo, ultimato nel 2001.

Il convento oggi è la sede della scuola Radiconvento Musica della “Dulcimer Fondation pour la Musique”, che da oltre 15 anni svolge un progetto di musica per tutti, e oggi conta su 60 alunni iscritti (quasi tutta la gioventù di Radicondoli) e tre orchestre di piccoli, medi e grandi con proficui risultati di studio certificati dalla ABRSM, sistema ufficiale delle scuole di musica del Regno Unito, riconosciuto in tutto il mondo.

Il convento e le attività che vi si svolgono sono oggi un punto di riferimento per tutta la comunità di Radicondoli. Durante l’anno la chiesa del convento ospita concerti e convegni.

L’impianto geometrico “Lucignano” insisterebbe in una area non lontana dalla sede del Convento incidendo non solo sugli aspetti ambientali-paesaggistici, e con un possibile incremento di eventi sismici, ma soprattutto e con certezza con modifiche in negativo del clima acustico delle aree vicine.

E infatti, come detto, nel Convento si svolge una intensa attività nel campo musicale che verrebbe irrimediabilmente lesa dalle appena menzionate alterazioni acustiche dell’area.

Dott. Roberto Caracciolo



PERMESSO DI RICERCA E IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO "LUCIGNANO"

Osservazioni sugli aspetti geotermici specifici

A cura dell'Ing. CARLO DACQUINO

<u>1.Premessa.....</u>	<u>2</u>
<u>1.Iter procedurale del progetto tra CIRM del MSE e CTVA del MATTM.....</u>	<u>3</u>
<u>1.Quadro Progettuale: Centrale geotermoelettrica.....</u>	<u>4</u>
<u>a)Generalità.....</u>	<u>4</u>
<u>b)Fluido geotermico: capacità termica, rapporto tra le varie fasi del fluido, potenza termica associata, rendimento dell'impianto.....</u>	<u>5</u>
<u>c)Modello di smaltimento del calore e potenziale inquinamento climatico.....</u>	<u>11</u>
<u>2.Quadro ambientale.....</u>	<u>12</u>
<u>d)Modello geologico del serbatoio geotermico.....</u>	<u>12</u>
<u>e)Idrogeologia: rapporto tra serbatoio geotermico, potenziali aree di ricarica, falde acquifere dell'area.....</u>	<u>13</u>
<u>f)Modello numerico del serbatoio.....</u>	<u>15</u>
<u>g)Sismicità.....</u>	<u>16</u>
<u>h)Classificazione sismica dell'area.....</u>	<u>16</u>
<u>i)(Micro)sismicità innescata.....</u>	<u>27</u>
<u>j)Il rapporto ICHESE : sismicità innescata e prescrizioni/raccomandazioni per gestire il rischio.....</u>	<u>27</u>
<u>k)Terremoti indotti, nei quali uno sforzo esterno, prodotto dalle attività antropiche, è sufficientemente grande da produrre un evento sismico in una regione che non era necessariamente sottoposta a un campo di sforzi tale da poter generare un terremoto in un futuro ragionevolmente prossimo.....</u>	<u>27</u>
<u>l)Terremoti innescati, per i quali una piccola perturbazione generata dall'attività umana è sufficiente a spostare il sistema da uno stato quasi-critico a uno instabile, anticipando i tempi di un terremoto, che sarebbe comunque avvenuto prima o poi.....</u>	<u>28</u>
<u>m)Stima del numero di eventi sismici innescati da un'attività geotermica e della relativa magnitudo.....</u>	<u>29</u>
<u>n)Piano di gestione delle eventuali emergenze microsismiche: sistema semaforo.....</u>	<u>30</u>
<u>3.Piano di monitoraggio.....</u>	<u>31</u>
<u>o)Monitoraggio microsismico.....</u>	<u>31</u>
<u>p)Monitoraggio della subsidenza.....</u>	<u>31</u>
<u>q)Rete di monitoraggio: livellazione geometrica e rilievi InSar.....</u>	<u>32</u>
<u>Fig. 4.2.2.1.....</u>	<u>33</u>
<u>4.Rispetto delle prescrizioni/raccomandazioni della Commissione ICHESE.....</u>	<u>35</u>

1. Premessa

Le presenti osservazioni analizzano il Progetto del Permesso di Ricerca e dell'Impianto pilota "Lucignano" e i conseguenti impatti ambientali, concentrandosi in particolare sugli aspetti specifici di carattere geotermico che caratterizzano tale impianto.

Dopo una breve ma, per quello che lascia intuire, significativa analisi sull'iter procedurale del progetto, sono stati analizzati gli elementi di criticità specifici del Progetto, fortemente connessi all'uso della risorsa geotermica (cap. 1).

Dal punto di vista del Quadro Progettuale (Cap.2) sono stati individuati forti elementi di criticità, in particolare per quanto riguarda:

l'utilizzo di un fluido multifase (acqua, vapore e gas) senza che venga spiegato chiaramente se ci sia un equilibrio tra le fasi o se avvengano dei passaggi di fase (evaporazione dell'acqua, liberazione della CO₂ disciolta) durante la risalita dei fluidi (flash in pozzo);

gli effetti di tali eventuali passaggi di fase sulle tubazioni e i macchinari dell'impianto (precipitazione di sali, incrostazioni, corrosioni);

il rendimento previsto (16.99% lordo, 12.63% netto), molto superiore a quello di altri impianti in progetto, anche presentati dallo stesso Proponente, e difficilmente ottenibile nella realtà;

la forte dispersione di calore; nonostante tale rendimento alto, l'83.1% dell'energia del fluido geotermico andrà dispersa nell'ambiente circostante, in continuità per 8,000 ore/anno ca. per 30 anni (durata di sfruttamento prevista), senza che gli effetti di tale dispersione di calore siano stati presi in considerazione dal Proponente, che si limita a valutare, tra gli impatti permanenti, solo quelli sul Paesaggio e il Clima acustico.

Successivamente sono stati analizzati gli impatti ambientali (Cap. 3) più significativi dal punto di vista geotermico, connessi con:

la definizione del modello geologico del serbatoio;

il rapporto tra serbatoio geotermico e acquiferi profondi;

la sismicità innescata e la subsidenza indotta.

L'analisi si conclude individuando la necessità, non ottemperata dal Proponente, di realizzare un modello numerico del serbatoio (§ 3.3) che simuli i flussi all'interno dello stesso e determini:

- la diminuzione, in valore e dimensione, della pressione in vicinanza del polo di produzione (possibile causa di subsidenza);
- l'aumento, in valore e dimensione, della pressione in vicinanza del polo di reiniezione (possibile causa di microsismicità);
- la durata e il profilo dei transitori (di produzione e reiniezione), sia in fase di inizio che di fine attività;
- la percentuale di circuitazione (collegamento diretto tra poli di produzione e reiniezione) e gli eventuali scambi tra zone interne al serbatoio o, eventualmente, esterne allo stesso, con eventuale interessamento di falde acquifere profonde.

Analizzato il Piano di Monitoraggio (cap. 4) per gli aspetti microsismici e di subsidenza, si evidenziano ulteriori criticità, presenti in particolare per il monitoraggio microsismico e la relazione si conclude (cap. 5) richiamando le raccomandazioni/prescrizioni individuate dalla Commissione ICHESE (International Commission on Hydrocarbon Exploration and Seismicity in the Emilia Region), costituita dopo il terremoto dell'Emilia (Maggio 2012) per valutare le possibili relazioni tra attività di esplorazione per idrocarburi (e geotermia) e aumento dell'attività sismica, e determinandone il rispetto da parte del progetto in oggetto.

Su 11 aspetti esaminati si è valutato il rispetto per 3 di essi (2 parzialmente), mentre 8 raccomandazioni risultano disattese, più o meno totalmente.

1. Iter procedurale del progetto tra CIRM del MSE e CTVA del MATTM

In premessa alla Relazione di Progetto (Doc. LCG-RP01-V00) il Proponente dichiara che al fine del raggiungimento dell'obiettivo di realizzare l'impianto pilota proposto "ha richiesto al Ministero dello sviluppo economico (Dipartimento per l'Energia - Direzione generale per le risorse minerarie ed energetiche - Ufficio nazionale minerario per gli idrocarburi e le georisorse) un permesso di ricerca di risorse geotermiche ... denominato 'LUCIGNANO' ... In data 3/8/2012 il Ministero ha comunicato la conclusione con esito favorevole della procedura di valutazione da parte della Commissione per gli idrocarburi e le risorse minerarie (CIRM), consentendo l'avvio della successiva fase di valutazione ambientale del progetto".

Si tratta di una verità molto parziale e datata, come dimostra la successione di eventi legati all'iter procedurale del permesso di ricerca in oggetto mostrata nella tabella che segue, tratta dal sito dell'UNMIG (http://unmig.mise.gov.it/unmig/istanze/dettaglio_pilota.asp?cod=615&numerofasi=4), in cui sono stati evidenziati in grassetto gli eventi più significativi

Data	Evento
30/09/2011	Pubblicazione nel BUIG BUIG LV-9
13/03/2012	Esame CIRM Rinviata
03/07/2012	Esame CIRM Espresso parere
03/08/2012	Comunicazione parere CIRM, invito a invio documentazione, richiesta emanazione atti a amn.ni interessate
03/09/2012	Trasmissione documentazione da operatore a MATTM e Regione Toscana
18/03/2015	Ulteriori richieste da MISE a società: richiesta dichiarazione potenza impianto in funzione dell'energia immessa nel sistema elettrico (art. 1, comma 3-bis, del D. Lgs. 11 febbraio 2010, n. 22)
25/03/2015	Interlocutoria da società a MISE: chiarimenti
08/04/2015	Ulteriori richieste da MISE a società: sollecito richiesta dichiarazione potenza impianto
14/05/2015	Preavviso rigetto Comunicazione ai sensi e per gli effetti dell'art. 10-bis della legge n. 241/1990: preavviso di rigetto dell'istanza
22/05/2015	Trasmissione da Operatore di controdeduzioni
14/07/2015	Rigetto istanza
27/07/2015	Comunicazione (da Operatore) avvenuta presentazione VIA
05/08/2015	Comunicazione inizio procedimento VIA (da Ministero Ambiente) Comunicazione esito favorevole verifiche tecnico-amministrative procedibilità istanza
06/08/2015	Ulteriori comunicazioni da MATTM revoca della comunicazione di avvio del procedimento di VIA
28/09/2015	Ulteriori comunicazioni da MATTM comunicazione di archiviazione dell'istanza di VIA
07/10/2015	Ulteriori comunicazioni Ricorso avanti il TAR Lazio per l'annullamento, previa sospensione dell'efficacia, del provvedimento di rigetto dell'istanza denominata "LUCIGNANO" e di ogni altro atto presupposto e successivo o altrimenti connesso
27/11/2015	Ulteriori comunicazioni TAR Lazio Sez. III Ter - Ordinanza collegiale 13468/2015 - dichiara l'incompetenza e indica il TAR competente
22/12/2015	Ulteriori comunicazioni Ricorso in riassunzione avanti il TAR Toscana per l'annullamento, previa sospensione dell'efficacia, del provvedimento di rigetto dell'istanza denominata "LUCIGNANO" e di ogni altro atto presupposto e successivo o altrimenti connesso
21/01/2016	Ulteriori comunicazioni TAR Toscana Sez. II - Ordinanza cautelare 49/2016 - accoglimento dell'istanza cautelare e per l'effetto sospensione dell'esecuzione degli atti impugnati
02/02/2016	Ulteriori comunicazioni Comunicazione da MISE ad operatore di sospensione dell'esecuzione del provvedimento di rigetto dell'istanza e di ogni atto presupposto e successivo o altrimenti connesso.

02/02/2016	Ulteriori comunicazioni Comunicazione da MISE dell'ordinanza 301/2016 del TAR Lazio Sez. III Ter (ricorso della società Geoelectric per l'annullamento del provvedimento di rigetto dell'istanza denominata "CUMA", previa sospensione cautelare, e di ogni atto presupposto e successivo o altrimenti connesso) - fissazione udienza di merito
22/02/2016	Ulteriori comunicazioni Comunicazione da MATTM di riavvio procedimento VIA a seguito di sentenza del TAR Toscana
17/03/2016	Riapertura istruttoria Per effetto dell'ordinanza n. 49/2016 del 21 gennaio 2016 del TAR Toscana Sez. II - sospensione dell'esecuzione del provvedimento di rigetto dell'istanza denominata "LUCIGNANO" e di ogni atto presupposto e successivo o altrimenti connesso - il procedimento amministrativo relativo all'istanza denominata "LUCIGNANO" è riattivato.

Dopo l'espressione del parere positivo (03/07/2012), a cui avrebbe dovuto seguire l'apertura della procedura VIA presso il MATTM, sono passati poco meno di tre anni senza ulteriori iniziative da parte del Proponente, finché il 14/05/2015 il MISE preavvisa il Proponente, ai sensi dell'art. 10-bis della Legge 241/1990, della volontà di rigettarne la richiesta, cosa che avviene il 14/07/2015 (BUIG LIX – 7 pag. 26) nonostante le controdeduzioni presentate dal Proponente (22/05/2015).

Nella motivazione del rigetto il MISE dichiara "... non ammissibile l'istanza di differimento dei termini di presentazione della procedura di V.I.A. avanzata nell'ambito delle osservazioni prodotte ai sensi dell'art. 10 bis della Legge 241/90 ed in contrasto con le determinazioni assunte da questa amministrazione a seguito della constatata inerzia di Codesta Società nello sviluppo della procedura di impatto ambientale presso il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare..." .

Da questa dichiarazione risulta evidente come il Proponente, alla data di presentazione delle controdeduzioni al rigetto (22/05/2015), non si ritenesse pronto alla presentazione dell'istanza di VIA c/o il MATTM e questo a tre anni dal primo parere del MISE sul progetto.

Nonostante ciò, il 24/07/2015 (comunicazione del 27/07), 10 giorni dopo l'avvenuto rigetto, il Proponente presenta istanza di VIA c/o il MATTM, ai sensi dell'art. 23 del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., e sulla base di tale presentazione riesce ad ottenere, con ordinanza cautelare del TAR Toscana (n. 00049/2016 del 21/01/2016), la sospensione del procedimento di rigetto del MISE e la riapertura dell'istanza di VIA (22/02/2016), archiviata dal MATTM (04/09/2015) in seguito al rigetto da parte del MISE.

Da questa sequenza di eventi si deduce che:

dopo tre anni dal parere del MISE il Proponente non era ancora pronto a presentare la documentazione tecnico-scientifica a supporto dell'istanza di VIA;

tuttavia, non essendo stata accolta la proposta di differimento dei termini, lo stesso Proponente presenta quegli stessi documenti che non riteneva fossero ancora pronti solo 10 giorni prima;

sulla base esclusiva di questa presentazione e in via cautelare, senza esaminare la sostanza della questione, il TAR sospende l'esecutività del rigetto;

nonostante siano passati sette mesi (dal 24/07/2015 al 22/02/2016) dalla prima presentazione alla riapertura del procedimento VIA, nessun nuovo documento è stato presentato ad integrazione dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) e relativi allegati.

Da tutto ciò è facile ricavare la sensazione di inadeguatezza e inconsistenza della documentazione tecnico-scientifica presentata, inadeguatezza confermata, come risulterà nel seguito di questa nota, dall'esame approfondito di tale documentazione.

Infine, a causa del rigetto e della sospensione dello stesso, ora si verifica la situazione paradossale che sulla stessa area e con lo stesso perimetro sono potenzialmente attivabili due permessi di ricerca, in quanto un'altra società (Graziella GreenPower) ha fatto richiesta in tal senso al MISE ed è in attesa di parere, come mostrato nella fig. 1.1 che segue.



Fig. 1.1

1. Quadro Progettuale: Centrale geotermoelettrica

a) Generalità

La relazione sull'impianto geotermoelettrico (*Doc. LCG-RP01-A02-V00*) è un modulo prestampato, che descrive l'impianto geotermoelettrico in modo generico senza le specificità connesse al fluido geotermico specifico messo in produzione e, quindi, valido per tutti gli impianti pilota che il Proponente conta di gestire, salvo poche modifiche relative all'intestazione dell'impianto, cosa che, però, nel documento in questione ci si è dimenticati di fare (vedi figura 2.1.1 che mostra un'evidente errata dichiarazione risultato presumibilmente di una frettolosa operazione di copia-incolla), alla localizzazione geografica dello stesso, nonché ai parametri relativi al fluido geotermico che si prevede di estrarre (portata, temperatura, salinità, rapporti di fase, ...)



FOREWORD

Questo documento riassume il design, i criteri progettuali e le principali caratteristiche tecniche del ciclo binario proposto per il campo geotermico.

L'impianto sfrutterà una risorsa a medio-alta temperatura ed entalpia situato in Corolla area (Montecatini Val di Cecina), Italia; il sistema è stato progettato per condizioni di green field plant.

Fig. 2.1.1

Per il resto, il documento è, come già detto, del tutto generico riferendosi, ad esempio, per il calcolo delle prestazioni a un fluido geotermico "assimilato ad acqua pura, quindi senza salinità, secondo il modello di simulazione NIST Refprop 9.0".

b) Fluido geotermico: capacità termica, rapporto tra le varie fasi del fluido, potenza termica associata, rendimento dell'impianto

Nella realtà, come lo stesso documento ipotizza, il fluido geotermico estratto sarà trifase:

Gas incondensabili (CO₂) ≈ 10%

Vapore acqueo ≈ 30%

Acqua ≈ 60%

A questo proposito, tenuto conto che alla temperatura prevista del fluido geotermico (180°C) la pressione di vapore dell'acqua è pari a 10 bar ca., molto inferiore alla pressione del fluido (65 bar a) riportata nella relazione di progetto (LCG-RP01-V00, pag. 28), è naturale pensare che la grande quantità di vapore ipotizzata nel fluido geotermico derivi da un fenomeno di *flash in pozzo* a causa della risalita del fluido, con conseguente riduzione della pressione del fluido stesso.

Questo fenomeno sarà preceduto, inoltre, dalla liberazione in pozzo della CO₂ la cui pressione di bolla è pari a 60 bar alle temperature in oggetto.

Tutto ciò cambia il coefficiente di solubilità del fluido, in particolare la liberazione dell'anidride carbonica influisce sui bicarbonati disciolti, con la conseguente precipitazione dei sali in soluzione, la formazione di incrostazioni e l'innesco di processi di corrosione sia in pozzo che nelle tubazioni che trasportano i fluidi stessi.

Il fatto che, secondo il Proponente, il fluido in oggetto sia a bassa salinità (2 g/l) non giustifica la totale assenza di approfondimenti sulla questione delle possibili incrostazioni e, del resto, secondo quanto dichiarato nella relazione di progetto (LCG-RP01-V00, pag. 9), "le composizioni chimiche attese possono essere estrapolate dalle analisi disponibili sui fluidi idrotermali captati in alcuni pozzi geotermici dell'area" e sono, quindi, tutt'altro che una stima solida, rappresentando, comunque, valori molto bassi, nel range delle acque classificabili come minerali seppure ad alto contenuto di sali, rispetto a quelli riscontrabili in acque che hanno a lungo circolato in serbatoi calcarei e sono state sottoposte a temperature particolarmente elevate, come quelle dei fluidi geotermici.

Per quanto riguarda la portata oraria c'è contraddizione¹ tra i dati riportati nel SIA (LUC-SIA-DM01_00) e nella Relazione di progetto (LCG-RP01-V00) e quelli nel Doc. LCG-RP01-A02-V00.

Nei primi due documenti si ipotizza una portata di 60 t/h per ciascuno dei tre pozzi di produzione, per un totale di 180 t/h.

Nella relazione specifica sull'impianto si riporta, invece, una portata totale di 138.6 t/h, pari a solo il 77% della portata prima ipotizzata, una variazione del 23% che non può essere considerata trascurabile e che conferma la poca attendibilità della documentazione presentata.

1 Un'altra significativa contraddizione si riferisce alla quota del polo di reiniezione, posta correttamente a 376 m slm nella Relazione di Progetto (LCG-RP01-V00), mentre nel SIA (LUC-SIA-DM01_00) è posta a 540 m slm, 164 m più in alto.

In entrambi i casi c'è un forte dislivello in salita tra polo di produzione (posto a 276 m slm) e il polo di reiniezione, senza che venga specificato come tale dislivello sarà superato, dato che, ad eccezione di quella interna al circuito ORC dell'impianto, non si parla mai di pompe se non per affermare molto genericamente che per evitare l'essoluzione di CO₂, con conseguente precipitazione di minerali, "si progetteranno adeguatamente i casing dei pozzi di produzione/reiniezione e le pompe di prelievo e reiniezione", il tutto rimandato, comunque, a dopo l'esecuzione dei test in pozzo.

A ciò si aggiunge un rendimento ipotizzato pari al 16.99% (al netto in rete 12.63%), particolarmente alto anche riguardo ad altri impianti proposti dallo stesso Proponente come risulta dalla tabella seguente.

Parametri	Unità	Lucignano (Exergy S.p.a.)	Cortolla (Exergy S.p.a.)	Castel Giorgio (ITW&LKW)
Portata totale	t/h	≈ 138.60	≈ 746	≈ 1050
Portata acqua	t/h	≈ 80.14	≈ 671	≈ 1050
Portata vapore	t/h	≈ 44.60	0	-
Portata Gas (CO ₂)	t/h	≈ 13.86	≈ 75	-
Temperatura fluido	°C	180	140	140
Potenza lorda ai terminali del generatore	kW _e	6730	7100	8600
Potenza ausiliari ORC	kW _e	430	380	900
Potenza consumata dagli ACC	kW _e	300	720	
Potenza degli ausiliari ESD	kW _e	1000	1000	2700
Potenza netta	kW _e	5000	5000	5000
Temperatura minima di reiniezione	°C	80	65	70
Potenza termica totale richiesta	kW _t	39600	59000	86300
Temperatura di ingresso dell'aria	°C	18	16	24
Potenza termica da scaricare	kW _t	32870	51900	77700
Efficienza lorda	%	16.99	12.03	9.97
Efficienza netta	%	12.63	8.47	5.79
Δ di efficienza lorda	%	+41.23%	+70.41%	-
Δ di efficienza netta	%	+ 49.11%	+118.13%	-

In conclusione, al livello dei parametri progettuali, sia specifici (fluido geotermico) che generali (parametri d'impianto), il progetto in esame appare caratterizzato da valori assai differenti anche da quelli di altri impianti simili, o che tali dovrebbero essere, la qual cosa, aggiunta alla totale mancanza di approfondimenti che affrontino le specificità in questione, porta a ritenere molto discutibile la fattibilità tecnica dell'impianto stesso, così come è stato descritto nella documentazione presentata.

Un'ultima osservazione, infine, sull'utilizzo dell'equazione volumetrica per il calcolo del potenziale geotermico (Muffler & Cataldi, 1978)

$$E=(E_R+E_W)*r=\{(1-\phi)*V*C_R*\rho_R*(T-T_0)+\phi*V*C_W*\rho_W*(T-T_0)\}*r$$

dove

$E_R=(1-\phi)*V*C_R*\rho_R*(T-T_0)$ = energia termica rilasciata dalla roccia per un salto di temperatura (T-T₀)

$E_W=\phi*V*C_W*\rho_W*(T-T_0)$ = energia termica rilasciata dall'acqua per un salto di temperatura (T-T₀)

V = SxH= volume del serbatoio

S= superficie del permesso di ricerca

H = spessore medio delle rocce serbatoio

Φ = fratture in %

C_R, ρ_R = calore specifico e densità della roccia

C_W, ρ_W = calore specifico e densità dell'acqua

T, T₀= temperatura del serbatoio e temperatura del fluido di reiniezione

r = fattore di recupero

Utilizzando questa equazione con i valori riportati a pagina 12 della relazione di progetto, il Proponente ricava la fattibilità a lungo termine (30 anni) del serbatoio geotermico, dove sarebbero disponibili fino a 24 MW_e assai più di quelli ottenuti dall'impianto pilota (6.73 MW_e).

Si tratta con tutta evidenza di una affermazione priva di ogni rilevanza scientifica, basata su una vecchia formula che risale agli albori della geotermia, quando ancora non erano disponibili modelli numerici (tipo iTough2) non lineari capaci di ricostruire i flussi, gli scambi di calore e gli equilibri multifase all'interno del serbatoio geotermico, ricavata sulla base di semplificazioni "brutali" del tipo:

il serbatoio è un solido con facce orizzontali (tetto e letto) coincidenti con l'area del permesso di ricerca e uno spessore costante, in questo caso posto pari a 1000² m;

la temperatura del serbatoio è costante per tutto il suo volume;

altrettanto costante è la capacità termica della roccia e quella dell'acqua che riempire le fratture, omogeneamente distribuite su tutto il volume nella percentuale definita dalla porosità;

l'acqua in frattura è a temperatura costante e in equilibrio con quella della roccia;

a fine utilizzo si immagina che tutto l'insieme, roccia e acqua, sia in equilibrio con la temperatura di reiniezione.

A questo punto si stabilisce, in modo del tutto arbitrario, un fattore di recupero³ e si ripartisce la quantità di calore su un arco di tempo di 30 anni e il gioco è fatto!

Abbiamo la potenza termica disponibile, che ha a stessa probabilità di essere esatta di un orologio fermo: due istanti al giorno!

Si vuole qui affermare, in altre parole, che il metodo volumetrico può essere utile per una prima gerarchizzazione dei siti geotermici in funzione di parametri di prima approssimazione come le temperature attese, i volumi disponibili, il grado di fratturazione, ma certo non per certificare la fattibilità a lungo termine di un impianto reale!

c) Modello di smaltimento del calore e potenziale inquinamento climatico

Nonostante l'elevato, e discutibile, rendimento previsto per l'impianto in questione la grande maggioranza del calore estratto con il fluido geotermico (33 MW_t, ca. pari all'83.01%) viene disperso nell'ambiente a seguito della condensazione del fluido organico per mezzo del sistema ACC (Air Coolers Condenser).

Come dichiarato dallo stesso Proponente nella documentazione presentata, il sistema ACC rappresenta la sezione a maggior impatto permanente del progetto, sia per quanto riguarda il Paesaggio, date le dimensioni (59.50 m x 18 m x 13 m), in particolare l'altezza di 13 m, che per il rumore prodotto su tutto l'arco delle 24 ore.

Non viene preso in considerazione, invece, l'inquinamento termico che potrebbe impattare significativamente⁴ sul microclima dell'area, rispetto al quale sarebbe stato necessario:

quantificare, tramite adeguato modello numerico, l'alterazione di temperatura prodotta e la sua distribuzione nello spazio e nel tempo (in corrispondenza alle varie stagioni);

prevedere adeguate misure di mitigazione/compensazione;

2 Si vedrà nei successivi paragrafi come questa assunzione non sia adeguatamente supportata dai dati disponibili.

3 In questo caso è stato posto 5%, ma perché non 1% o 10 %?

4 Si deve considerare che la potenza termica sarà immessa nell'ambiente circostante con continuità (ca. 8000 ore/anno) per tutto il periodo di funzionamento dell'impianto.

verificare la possibilità di recupero e riutilizzo, almeno parziale, di tale calore⁵.

5 Naturalmente, si tratta di calore a bassa entalpia, a temperature che saranno anche funzione del fluido organico utilizzato ma comunque inferiori a 50°C, utilizzabili per riscaldamento serre e/o particolari coltivazioni in prossimità dell'area d'impianto.

A proposito della scelta del fluido organico da utilizzare, si osserva come questa sia stata differita alla fase successiva ai test di produzione prevista.

Poiché tale scelta condiziona fortemente il salto di temperatura possibile e, quindi, il rendimento dell'impianto, l'assenza di un'ipotesi verosimile e praticabile circa il fluido organico che sarà utilizzato rende ancora più debole la stima dei parametri di funzionamento dell'impianto messi in discussione nel precedente paragrafo



2. Quadro ambientale

d) Modello geologico del serbatoio geotermico

Premesso che la documentazione presentata non si basa su alcuno studio recente e originale, previsti solo in una fase successiva, ma sulla raccolta di dati e studi preesistenti, il modello del serbatoio geotermico è definito sulla base dei pozzi perforati nelle vicinanze dell'area del permesso di ricerca (vedi figura 3.1.1) che segue), in particolare i pozzi ENEL: Scapernata e Casalone (interni al permesso di ricerca), Radicondoli 14, 15, 19D, 21 e 22 (situati a sud del permesso di ricerca).

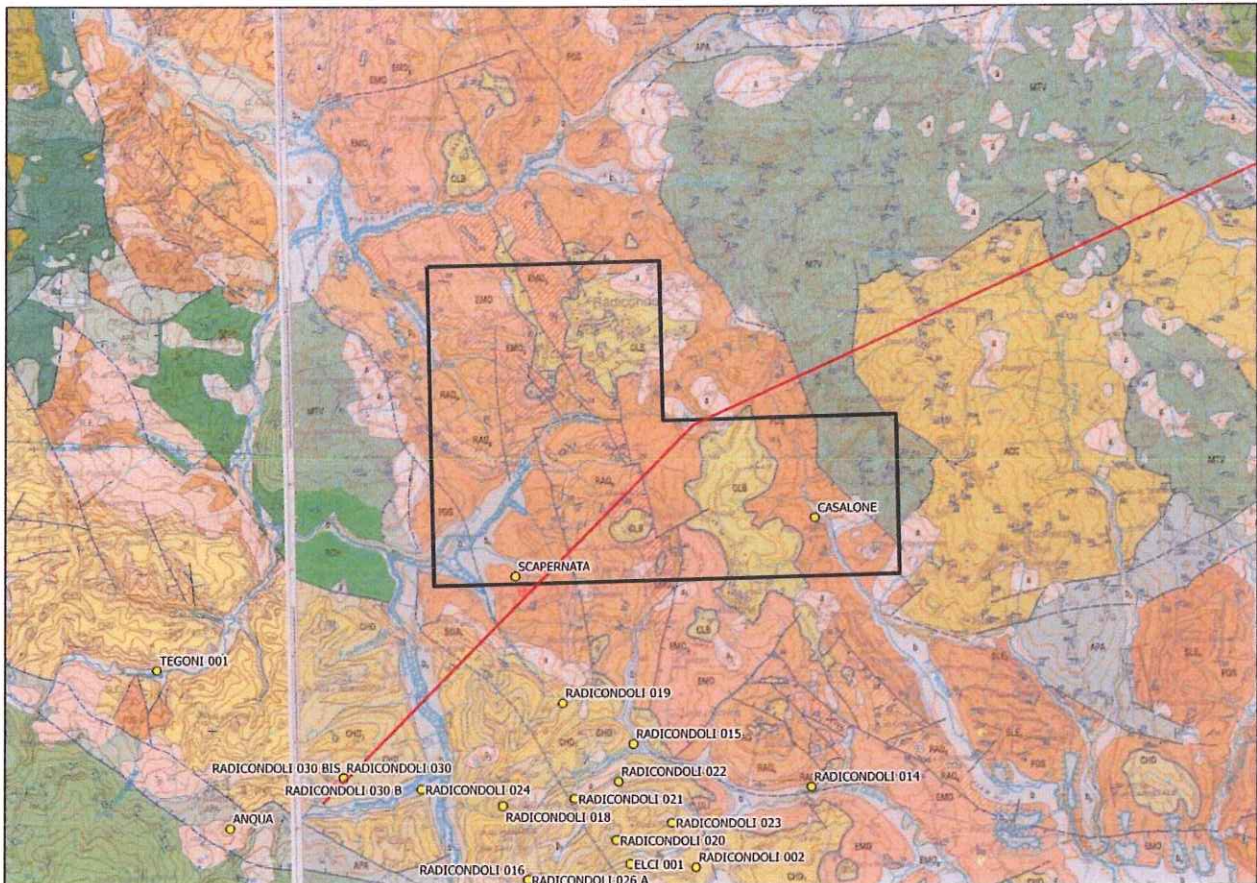


Fig. 3.1.1

Nelle figure 3.1.2 e 3.1.2a sono riportati i profili stratigrafici di detti pozzi e la legenda.

Il Proponente identifica il tetto del serbatoio con il tetto della formazione a calcari dolomitici e brecce anidritiche (Calcare cavernoso).

Successivamente, facendo perno sul fatto che il pozzo Scapernata sia stato progettato con foro aperto dal tetto dei calcari dolomitici e brecce anidritiche (serie toscana) fino a fondo pozzo, comprendendo anche gli strati a filladi, calcari ricristallizzati, metabasiti del basamento metamorfico (formazione di Boccheggiano), il Proponente ne ha dedotto una continuità del serbatoio geotermico che comprenderebbe oltre alle formazioni permeabili della serie toscana anche le formazioni metamorfiche sottostanti, per uno spessore che si prevede possa anche superare i 2000 metri.

Tuttavia, tale conclusione non è supportata da rilievi diretti né, al di là degli schemi di stratificazione mostrati in fig. 3.1.2, sono stati considerati e riportati i profili stratigrafici dei vari pozzi, così come compilati dal geologo di cantiere, con le relative annotazioni su fratture e permeabilità.

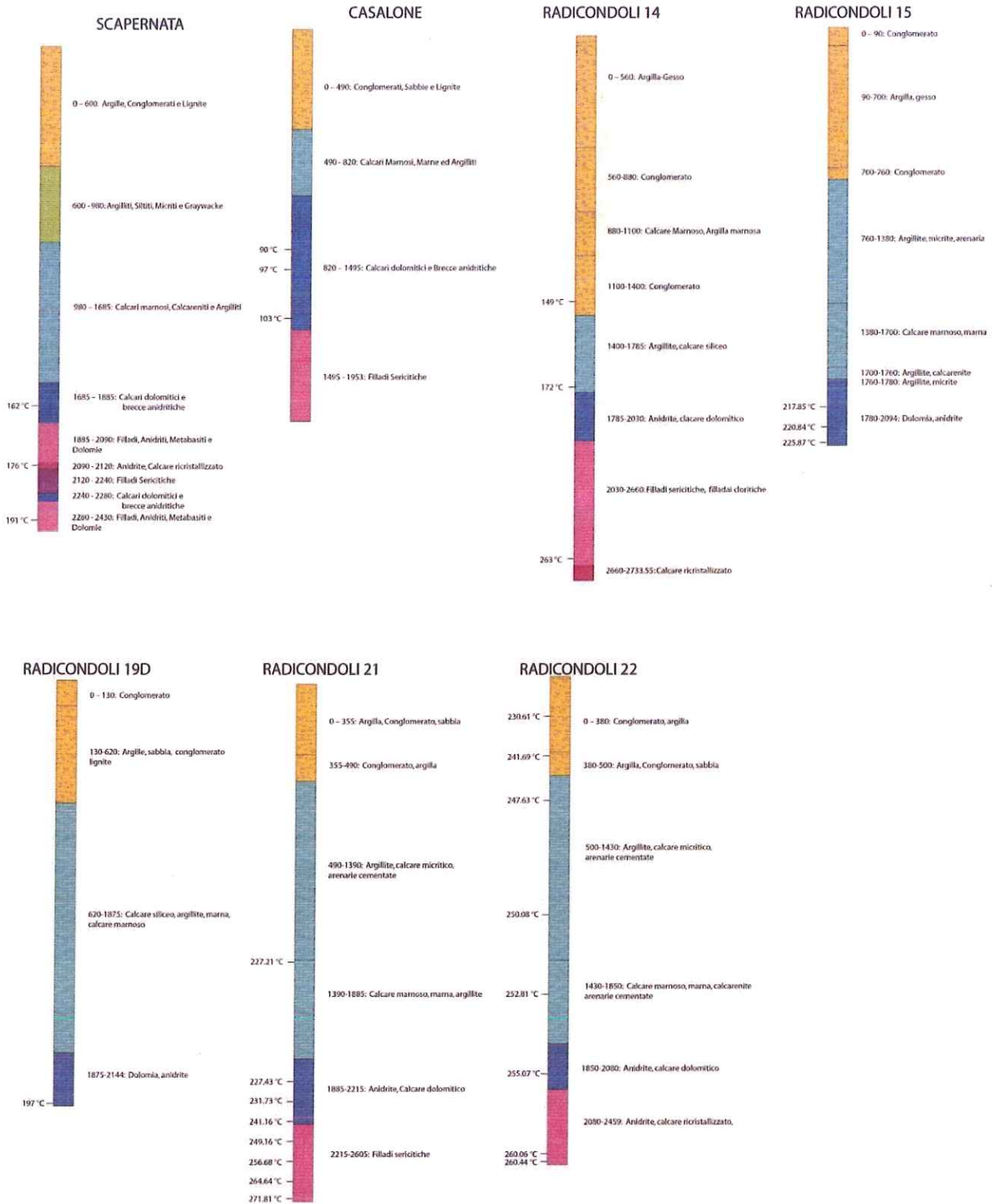


Fig. 3.1.2

Legenda

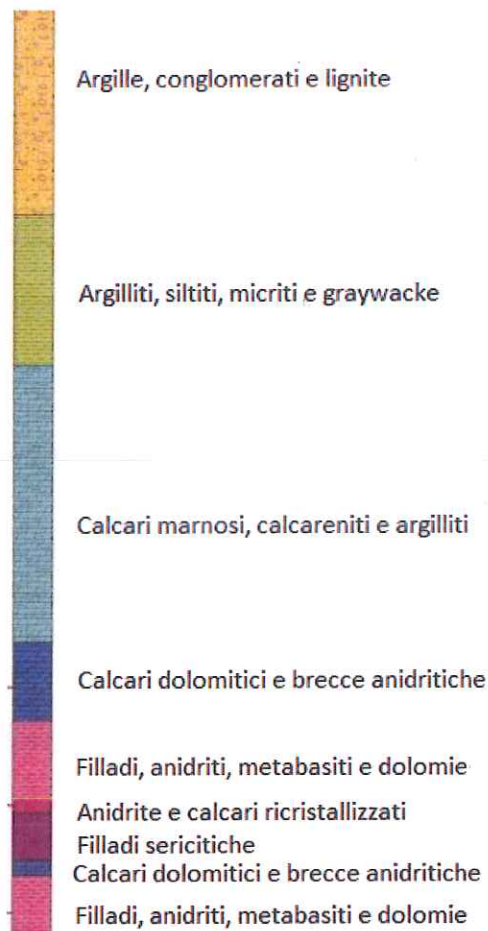


Fig. 3.1.2a

Sulla base delle conoscenze di letteratura e dalle altre prospezioni nell'area, il serbatoio geotermico dovrebbe coincidere, infatti, con le formazioni di calcari dolomitici ed evaporiti della serie toscana, mentre un secondo serbatoio, intercettato nelle aree di Larderello, Travale-Radicondoli e Amiata, potrebbe individuarsi nelle formazioni del basamento metamorfico, ma separato dal precedente da stratificazioni impermeabili di spessore anche superiore ai 1000 metri, come dimostrato dalla differenza di temperatura dei due serbatoi (150°C-200°C nel primo, >300°C nel secondo).

Viceversa, i profili previsti per i pozzi di produzione e reiniezione dimostrano che il Proponente intende bypassare il primo serbatoio, in corrispondenza del quale i pozzi risultano tubati, puntando tutto sul potenziale serbatoio nel basamento metamorfico (fig. 3.1.3).

Tale scelta non è adeguatamente motivata né appare condivisibile alla luce delle conoscenze circa il potenziale serbatoio geotermico toscano, si veda il rapporto (pur datato al 1987) della Regione Toscana sull'inventario delle risorse geotermiche riportato nel sito dell'UNMIG (<http://unmig.mise.gov.it/unmig/geotermia/inventario/rapporto.asp?id=12>), di cui è riportato di seguito un breve estratto, né in relazione ai risultati delle perforazioni dei pozzi più vicini al permesso di ricerca (Scapernata e Radicondoli 19⁶).

⁶ Il pozzo Casalone non è compreso nell'inventario geotermico pubblicato nel sito del MISE.

Nel caso specifico della Toscana, come già accennato nell'inquadratura geologica ed idrogeologica, questo potenziale serbatoio d'interesse regionale, per la sua presenza pressoché continua, è stato assimilato all'insieme delle formazioni prevalentemente carbonatiche (d'età mesozoica) della Serie Toscana e, almeno in parte, alle formazioni metamorfiche del basamento paleozoico.

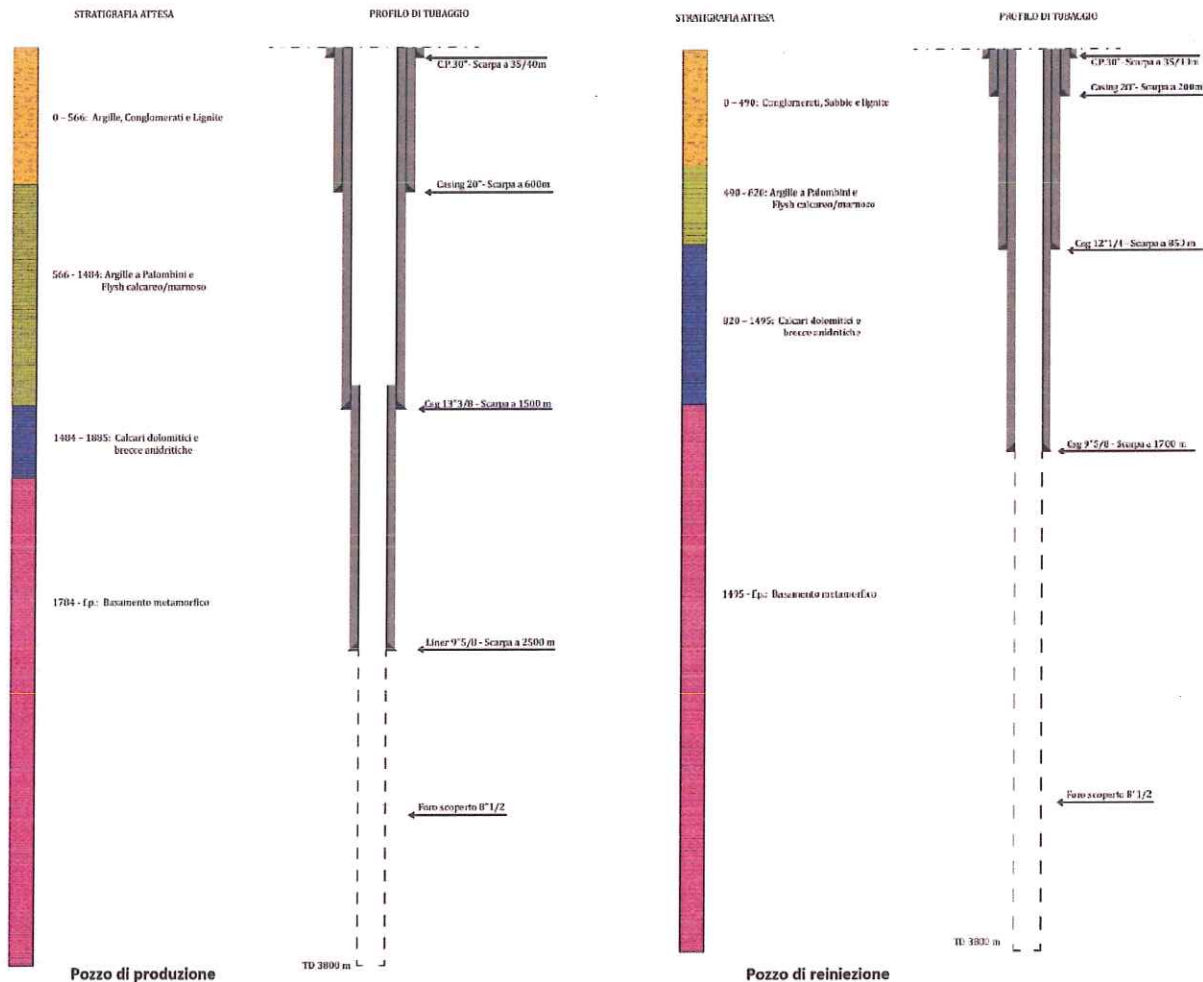


Fig. 3.1.3

Il pozzo Scapernata (fig. 3.1.4), in cui il serbatoio potenziale era stato identificato con la formazione di Boccheggiano (basamento metamorfico del Paleozoico) si è rivelato sterile.

DATI ANAGRAFICI DEL POZZO (ANAGP)

CHIAVE P.T. 39

DATI DI IDENTIFICAZIONE (DID)

TIPO: produzione esplorazione gradiente termico domestico NOME SCARPENATA

LATITUDINE _____ N LONGITUDINE _____ E W riferita a: Greenwich Monte Mario esatte: si no

QUOTA DELLA TAVOLA ROTARY sul l.m. (m) _____ QUOTA PIANO CAMPAGNA o FONDO ACQUE rispetto al l.m. (m) _____

IN: Terra Acque interne Mare REGIONE _____ PROVINCIA SI

COMUNE _____ CAMPO (?) _____

LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA (?) _____

RIFERIMENTO TOPOGRAFICO IGM (RIFT) FOGLIO 1:100.000 _____ TAVOLETTA _____ FOGLIO 1:200.000 4965

DATI DI PERFORAZIONE (PERF)

PROPRIETARIO _____ DATA COMPLETAMENTO ____/____/____ PROFONDITÀ (?) (m) _____ rif. a: p.c. T.R.

DATI ADDIZIONALI PER POZZI DEVIATI (POZDEV)

PROFONDITÀ INIZIO DEVIAZIONE (m) _____ PROFONDITÀ DEL FONDO POZZO SULLA VERTICALE (m) _____ rif. a: p.c. T.R.

FONDO POZZO: LATITUDINE _____ N LONGITUDINE _____ E W

AZIMUTH (in senso orario dal Nord) _____ SCOSTAMENTO DALLA VERTICALE (m) _____

SCOPO (SCOPO)	ESITO MINERARIO (ESITO)	STATO DEL POZZO (STATO)	USO (USO)	Anno rilevamento dati (?) _____
<input checked="" type="checkbox"/> Geotermico <input type="checkbox"/> Acqua fredda <input type="checkbox"/> Idrocarburi <input type="checkbox"/> Minerario	<input type="checkbox"/> Idrocarburi gassosi <input type="checkbox"/> Anidride carbonica <input type="checkbox"/> Acqua fredda <input type="checkbox"/> Fluido geotermico <input type="checkbox"/> Petrolio <input type="checkbox"/> Industrialmente sterile <input checked="" type="checkbox"/> Sterile	<input type="checkbox"/> In produzione <input type="checkbox"/> In prova <input checked="" type="checkbox"/> Chiuso temporaneamente <input type="checkbox"/> Cementato <input type="checkbox"/> Esaurito <input type="checkbox"/> In reiniezione <input type="checkbox"/> Ostruito	<input type="checkbox"/> Energia elettrica <input type="checkbox"/> Riscaldamento edifici <input type="checkbox"/> Balneoterapeutico	<input type="checkbox"/> Potabile <input type="checkbox"/> Agrozootecnico <input type="checkbox"/> Processi industriali
				<input type="checkbox"/> Stoccaggio <input type="checkbox"/> Controllo <input type="checkbox"/> Nessuno

UTILIZZATORE _____

ANNI DI USO: da _____ a _____ MESI ALL'ANNO DI USO _____

PORTATA UTILIZZATA _____ Unità di misura: l/s kg/s
 m³/h kg/h

(*) In senso minerario (es. Larderello, Latera, ecc. ...). (†) Es: Isola d'Ischia, Pianura Padana, ecc. ... (‡) Misurata sul percorso del pozzo. (§) Se non è mai stato indicato l'anno di completamento.

SERBATOIO/ACQUIFERO DEL POZZO (SERB)

CHIAVE P.T. 39

NOME DEL POZZO SCARPENATA

CARATTERISTICHE DEL SERBATOIO (SEDEFI)

SERBATOIO: Potenziale Provato FORMAZIONE DI BOCCHEGGIANO

PROFONDITÀ (?) da (m) 1893 a (m) 2129,80 rif. a: p.c. T.R. NET PAY (m) _____

TIPO: Confinato Semiconfinato Non confinato SFRUTTATO: si no TIPO DI PERMEABILITÀ: Primaria Secondaria mdarcy

CONDUTTIVITÀ IDRAULICA _____ E Unità di misura: m/s cm/s PERMEABILITÀ INTRINSECA _____ E Unità di misura: darcy cm²

COEFFICIENTE DI IMMAGAZZINAMENTO _____ E Unità di misura: m/m m/bar m/MPa m/kg cm⁻² POROSITÀ (%) _____ m³

TRASMISSIVITÀ _____ E Unità di misura: m²/s cm²/s CAPACITÀ PRODUTTIVA _____ E Unità di misura: darcy-m m³

1895,00	2090,00	Filladi cloritiche Metabasiti	F	Formazione di boccheggiano	Paleozoico
2090,00	2120,00	Anidrite Calcare ricristalliz.	F	Formazione di boccheggiano	Paleozoico
2120,00	2240,00	Filladi stricetiche	F	Formazione di boccheggiano	Paleozoico
2240,00	2290,00	Anidrite Dolomia	F	Formazione di boccheggiano	Paleozoico
2290,00	2430,00	Filladi cloritiche Metabasiti	F	Formazione di boccheggiano	Paleozoico

Fig. 3.1.4

Il pozzo Radicondoli 19 (fig. 3.1.5), invece, pur se non è stato messo in produzione ha intercettato il serbatoio per uno spessore di 284 m (tra 1860 e 2144 m di profondità) nelle breccie anidritiche e dolomie della serie toscana triassica, al confine con il letto delle liguridi cretaceo-eoceniche.

DATI ANAGRAFICI DEL POZZO (ANAGP)

CHIAVE P.T. 55

TIPO: produzione esplorazione graffiante termico domestico NOME RADICONDOLI-19

LATITUDINE 43°13'15" N LONGITUDINE 1°24'55" E W riferita a: Greenwich Monte Mario esatte: si no

QUOTA DELLA TAVOLA ROTARY sul Lm. (m) _____ QUOTA PIANO CAMPAGNA o FONDO ACQUE rispetto al Lm. (m) _____

IN: Terra Acque interne Mare REGIONE TOSCANA PROVINCIA SI

COMUNE RADICONDOLI CAMPO (?) _____

LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA (?) _____

RIFERIMENTO TOPOGRAFICO IGM (RIFT) FOGLIO 1:100.000 _____ TAVOLETTA _____ FOGLIO 1:200.000 4965

DATI DI PERFORAZIONE (PERF)

PROPRIETARIO _____ DATA COMPLETAMENTO ____/____/____ PROFONDITÀ (?) (m) _____ rif. a: p.c. T.R.

DATI ADDIZIONALI PER POZZI DEVIATI (POZDEV)

PROFONDITÀ INIZIO DEVIAZIONE (m) 899 PROFONDITÀ DEL FONDO POZZO SULLA VERTICALE (m) _____ rif. a: p.c. T.R.

FONDO POZZO: LATITUDINE _____ N LONGITUDINE _____ E W

AZIMUTH (in senso orario dal Nord) _____ SCOSTAMENTO DALLA VERTICALE (m) _____

SCOPO (SCOPO) **ESITO MINERARIO (ESITO)** **STATO DEL POZZO (STATO)** **USO (USO)** Anno rilevamento dati (?) _____

Geotermico Idrocarburi gassosi In produzione Energia elettrica Potabile Stoccaggio

Acqua fredda Anidride carbonica In prova Riscaldamento edifici Agrozootecnico Controllo

Idrocarburi Acqua fredda Chiuso temporaneamente Balneoterapeutico Processi industriali Nessuno

Minerario Fluido geotermico Cementato Esaurito

Petrolio Industrialmente sterile In reiniezione

Sterile Ostruito

UTILIZZATORE _____ ANNI DI USO: da _____ a _____ MESI ALL'ANNO DI USO _____

PORTATA UTILIZZATA _____ Unità di misura: l/s kg/s

m³/h kg/h

(*) In senso minerario (es. Larderello, Latera, ecc. ...). (?) Es: Isola d'Ischia, Pianura Padana, ecc. ... (f) Misurata sul percorso del pozzo. (g) Se non è mai stato usato indicare l'anno di completamento.

SERBATOIO/ACQUIFERO DEL POZZO (SERB)

NOME DEL POZZO RADICONDOLI-19D CHIAVE P.T. 55

CARATTERISTICHE DEL SERBATOIO (SEDEFI)

SERBATOIO: Potenziale Provato FORMAZIONE LIGURIDI L.S. + BRECCA ANIDRITI E DOLOMIE

PROFONDITÀ (?) da (m) 1860.00 a (m) 2144.00 rif. a: p.c. T.R. NET PAY (m) _____

TIPO: Confinato Semiconfinato Non confinato SFRUTTATO: si no TIPO DI PERMEABILITÀ: Primaria Secondaria mdarcy

CONDUTTIVITÀ IDRAULICA _____ E _____ Unità di misura: m/s cm/s PERMEABILITÀ INTRINSECA _____ E _____ Unità di misura: darcy cm²

COEFFICIENTE DI IMMAGAZZINAMENTO _____ E _____ Unità di misura: m³/m m³/bar m³/MPa m³/kg cm⁻² POROSITÀ (%) _____ Unità di misura: m³

TRASMISSIVITÀ _____ E _____ Unità di misura: m²/s cm²/s CAPACITÀ PRODUTTIVA _____ E _____ Unità di misura: darcy-m m³

PROFILO STATICO (PFSTAT)

DATA	PROFONDITÀ (?) (m)	TEMPERATURA (°C)	DATA	PROFONDITÀ (?) (m)	PRESSIONE ASS. in (MPa)	DATA	LIV. STATICO (?) (m)
26 / 09 / 85	1800.00	183.00	26 / 09 / 85	1800.00	56.70	/ / /	/ / /
/ " /	1900.00	183.00	/ " /	1900.00	57.40	/ / /	/ / /
/ " /	2130.00	197.00	/ " /	2180.00	75.30	/ / /	/ / /

620.00	1875.00	Calcare siliceo Argillite Narna Calcare sarnoso	I	Liguridi sensu lato	Cretaceo Eocene
1875.00	2144.00	Dolomia Anidrite	I	Breccia anidriti e dolomie SCT	Triassico-s

Fig. 3.1.5

Alla luce di quanto sopra riportato, si ritiene che la definizione del modello di serbatoio geotermico proposto, costituito dall'insieme di serie toscana triassica e basamento metamorfico con potenze stimate fino a 2000 metri e oltre, non sia adeguatamente supportata.

e) **Idrogeologia: rapporto tra serbatoio geotermico, potenziali aree di ricarica, falde acquifere dell'area**

L'area di progetto ricade nei bacini di due diverse Autorità regionali di bacino:

AdB del fiume Ombrone, che interessa la parte ad est del layout di progetto, ricomprendendo il polo di reiniezione e le relative condotte;

AdB Toscana Costa, nel cui ambito originario ricadono il sito di centrale e quello di produzione.

Nonostante l'area sia caratterizzata in superficie dalla presenza di terreni impermeabili, la presenza di lenti e stratificazioni di terreni a più elevata permeabilità dà luogo a circolazioni idriche limitate e sospese che originano sorgenti, per lo più di carattere stagionale.

Proprio in vicinanza (5 km ca.) del polo di reiniezione è segnalata la presenza del pozzo idropotabile Fiumarello, con portate di 17 l/s, facente parte dell'Acquedotto del Fiora S.p.A. e utilizzato per alimentare la zona industriale di Fiumarello, oltretutto segnalato dallo stesso Proponente come fonte di alimentazione dei cantieri in progetto.

Poiché la stratigrafia osservata nei cento metri di profondità del pozzo Fiumarello è la stessa prevista nei primi 500 m ca. dei pozzi di reiniezione, questo farebbe ipotizzare la presenza di un corpo idrico continuo a bassa profondità che potrebbe essere interessato dalla perforazione.

Per quanto riguarda, invece, i corpi idrici sotterranei (CIS) di importanza regionale, l'area di progetto si localizza tra l'Acquifero carbonatico delle Colline Metallifere (cod. 99mm040) a SW e l'Acquifero carbonatico di Poggio del Comune, della Montagnola Senese e Piana di Rosia (cod. 99MM030_11AR110) a ENE (fig. 3.2.1), entrambi classificati (fig. 3.2.2) come acquiferi a "Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche" (Classe 2), sebbene l'acquifero delle Colline metallifere si segnali per la presenza di valori di fondo naturalmente alti di Fe e Mn (Classe 2°).

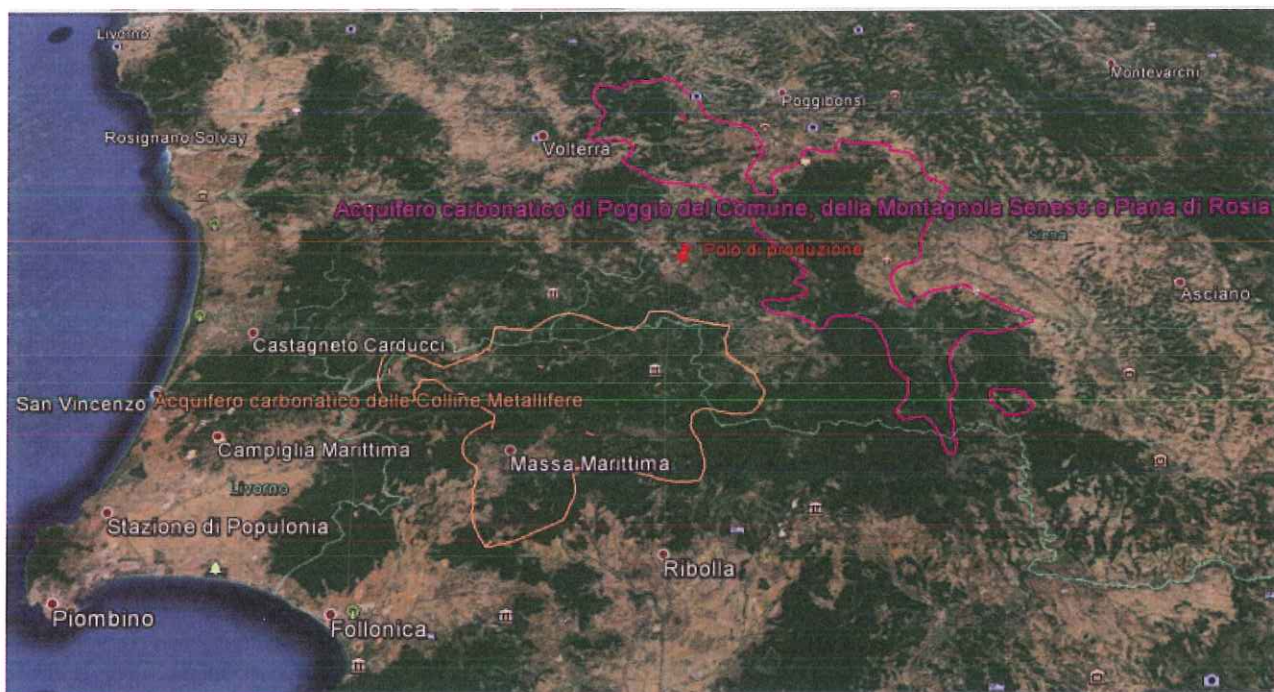


Fig. 3.2.1

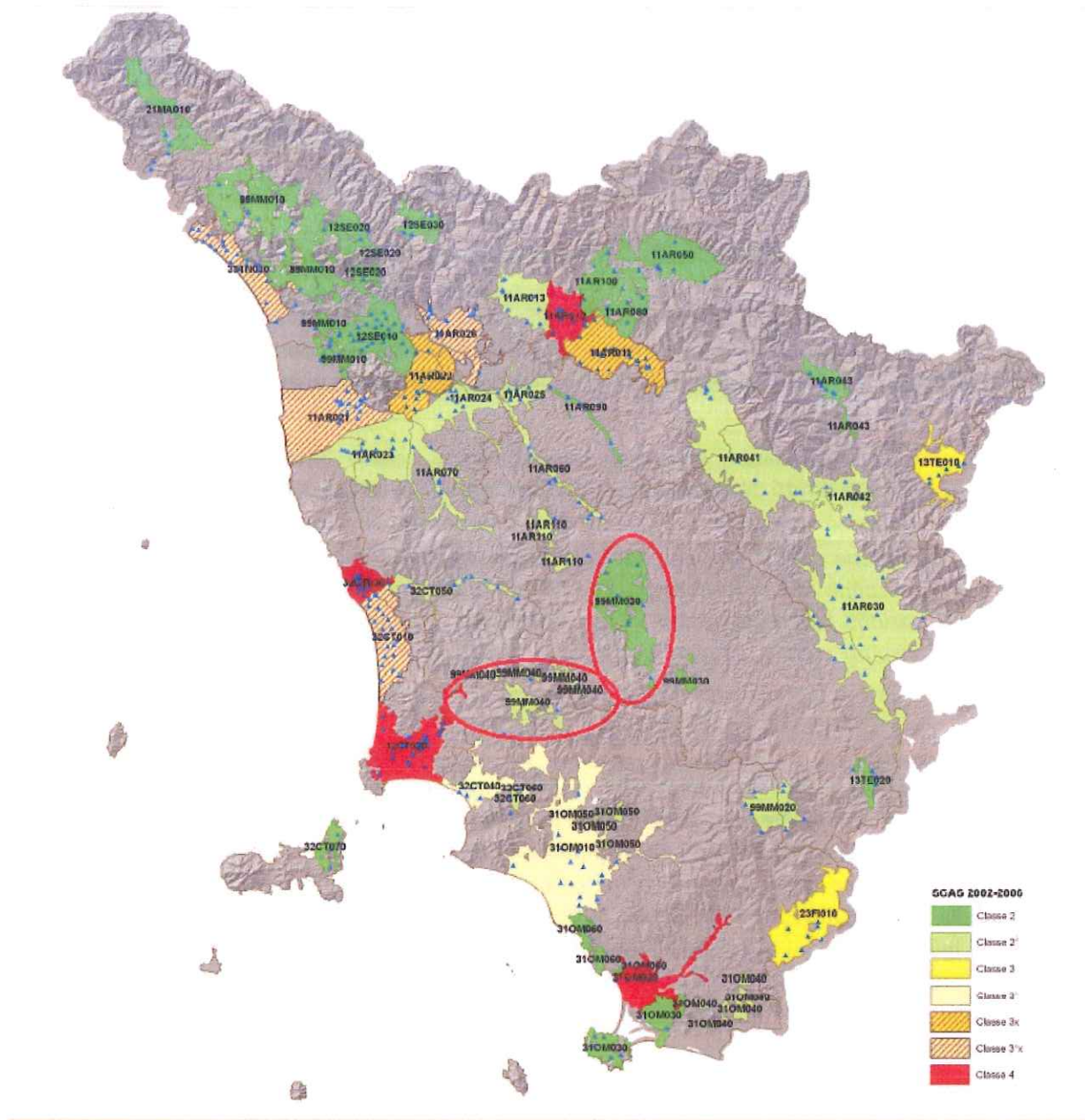


Fig. 3.2.2

Per quanto riguarda le formazioni che ospitano tali acquiferi si osserva⁷:

Acquifero delle Colline Metallifere: nella parte a NE dell'acquifero (più vicina all'area di progetto), delimitata da una faglia ad alto angolo di sviluppo chilometrico, le formazioni carbonatiche che costituiscono la parte principale dell'acquifero sono il *Calcare Cavernoso*, *Calcare a Rhaetavicula contorta* e *Calcare Massiccio*, mentre la copertura impermeabile è rappresentata in gran parte da Unità Liguri o, secondariamente, dai termini superiori della successione della Falda Toscana (Diaspri, Scaglia e Macigno).

Acquifero della Montagnola senese: l'acquifero nel suo complesso risulta costituito da 2 corpi principali separati in corrispondenza della valle del Fiume Elsa, in prossimità della località Collalto. In entrambi i corpi idrici l'acquifero risiede almeno in parte nel *Calcare Cavernoso* della falda toscana, mentre la copertura impermeabile è assicurata dalle unità liguridi.

⁷ Dalle Relazioni di "Caratterizzazione geologica, idrogeologica e idrogeochimica dei Corpi Idrici Sotterranei Significativi della Regione Toscana (CISS) - Consorzio LAMMA, CNR Istituto di Geoscienze e Georisorse.

In entrambi i casi, quindi, si riscontrano le stesse successioni e condizioni di permeabilità previste nell'area in oggetto, schematizzabili come segue:

Unità liguridi: copertura impermeabile;

Termini superiori della falda toscana, dove presenti: copertura impermeabile;

Termini inferiori della falda toscana (Calcere cavernosi: calcare dolomitici e breccie evaporitiche): sede dell'acquifero;

Basamento metamorfico, a permeabilità variabile.

Se ne deduce, data anche la vicinanza di tali acquiferi (5-8 km ca.) all'area di progetto, una potenziale continuità tra il serbatoio geotermico ipotizzato e gli stessi acquiferi, con possibili impatti causati dalla circolazione indotta tra polo di produzione e polo di reiniezione dal progetto in esame.

Il Proponente nell'esaminare i potenziali impatti con la risorsa idrica profonda fa riferimento esclusivamente agli impatti diretti derivanti dall'attraversamento di eventuali corpi idrici sotterranei durante le attività di perforazione.

In particolare, ritiene che *"le tecniche adottate (infissione del tubo-guida, cementazione progressiva del foro, ecc.) consentiranno una protezione più che adeguata (e ampiamente testata) rispetto al rischio di mettere in comunicazione l'eventuale falda idrica superficiale – o comunque qualsiasi falda utilizzata o utilizzabile per il consumo umano, l'agricoltura e i cicli industriali – con il 'circuito' geotermico e/o con i fanghi di perforazione"*.

Se si può condividere l'impostazione secondo cui l'utilizzo adeguato delle tecniche standard di perforazione sia in grado di evitare impatti significativi e permanenti sulle falde idriche eventualmente attraversate, tuttavia si ritiene che, data la contiguità spaziale e stratigrafica precedentemente rilevata delle formazioni del serbatoio geotermico con i CIS regionali dell'area, la mancata considerazione degli eventuali impatti permanenti in fase di produzione su tali corpi idrici, causata da possibili interessamenti di aree esterne a quella di "circuitazione" in senso stretto polo di reiniezione → polo di produzione nella circolazione di fluidi indotta dall'attività dell'impianto pilota, costituisca un limite assai grave e significativo della documentazione presentata.

Si osserva, infine, che il Proponente non ha trattato in alcun modo la questione della "ricarica" del serbatoio geotermico, questione che:

comprende l'individuazione della provenienza dell'acqua che costituisce il fluido geotermico (area di ricarica) e i flussi naturali esistenti all'interno del serbatoio e nei corpi idrici dell'area;

è essenziale come dato input per l'elaborazione dei succitati effetti sui flussi e degli impatti sui CIS in seguito alla messa in produzione dell'impianto pilota.

f) Modello numerico del serbatoio

Per dare risposta alle criticità individuate nei precedenti paragrafi e, anche, a quanto sarà evidenziato successivamente in relazione alla microsismicità indotta, è necessario mettere a punto un modello numerico idrogeologico del serbatoio carbonatico, che definisca le modalità di ricarica dello stesso, la direzione di deflusso sotterraneo e la compatibilità di utilizzo dei fluidi con il bilancio idrogeologico dei sistemi acquiferi presenti nell'area.

Tale modello dovrà essere caratterizzato da:

descrizione geometrica della successione geologica dell'area interessata articolata per strati omogenei dal punto di vista idrogeologico (permeabilità) (vedi fig. 3.3.1, a titolo puramente indicativo);

proprietà idrauliche degli strati (permeabilità e conduttività idraulica nelle direzioni x,y,z)

andamento iniziale della superficie piezometrica del fluido geotermico

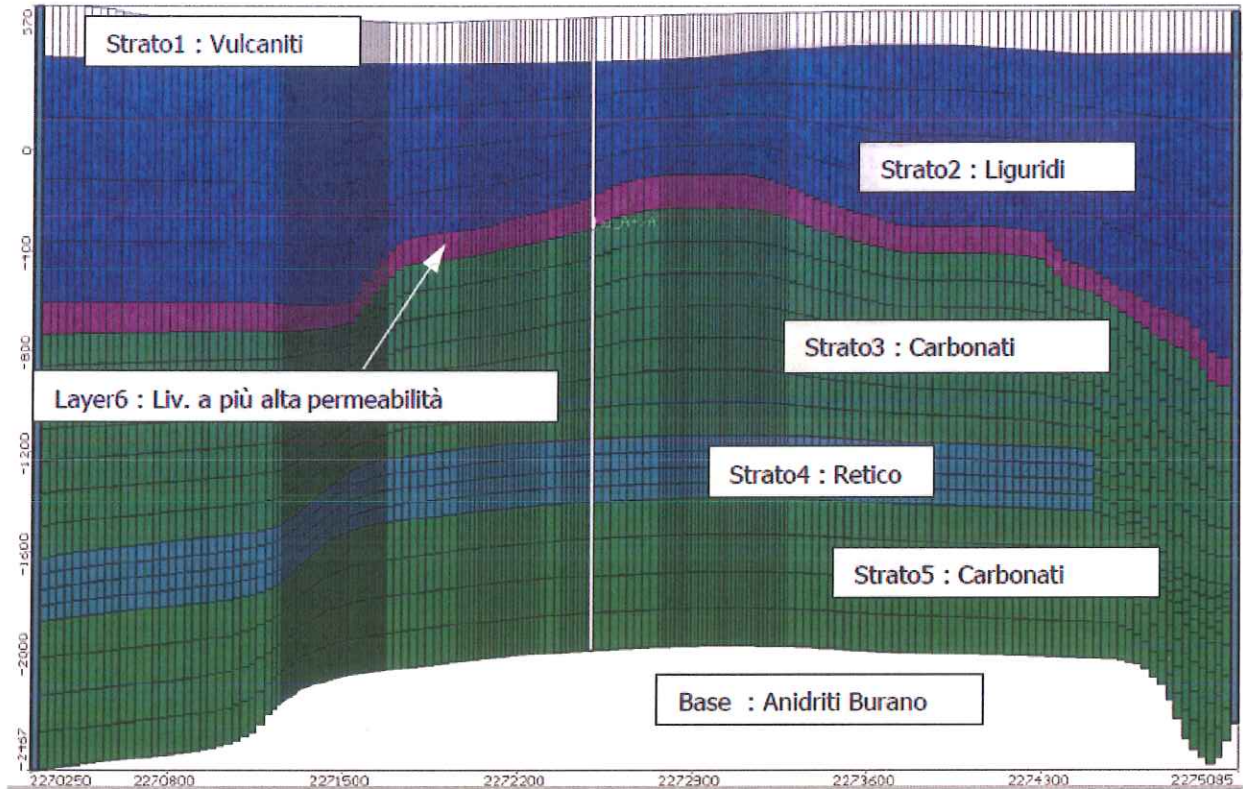


Fig. 3.3.1

Utilizzando un adeguato software di simulazione numerica, estesa all'arco temporale di produzione prevista, con il modello così individuato cui sono applicate le forzanti di sistema, rappresentate dal ciclo produzione/reiniezione con le relative portate, si possono ottenere i valori attesi di:

- delta di pressione (positiva in reiniezione e negativa in produzione) massima;
- ampiezza della zona perturbata di pressione nell'intorno dei poli di produzione e reiniezione;
- andamento delle anomalie di temperatura indotte all'interno del serbatoio geotermico
- tempo di stabilizzazione (transitorio) in inizio di produzione e tempo di ritorno alle condizioni indisturbate a fine produzione;
- flussi di "circuitazione" diretta tra i poli di produzione/reiniezione;
- eventuali flussi di scambio con altre aree (potenziali impatti con i CIS)

Oltre a definire il quadro predittivo del sistema geotermico, esteso a tutto l'arco temporale di produzione prevista, il modello fornisce i valori attesi per quanto riguarda i parametri da misurare nei test di iniettività e di produzione previsti dal Proponente.

Infatti, senza un valore di confronto in base a quale criterio un test può essere considerato ad esito positivo? O, al contrario, dato il risultato di un test, il modello può rimodulare i dati di input (ad esempio la permeabilità) e verificare i nuovi effetti e impatti previsti.

In ogni caso, senza ricorrere a un adeguato strumento di simulazione numerica non è possibile valutare i potenziali effetti dell'attività in progetto sul sistema profondo e, di conseguenza, la documentazione prodotta deve essere considerata fortemente incompleta.

g) Sismicità

h) Classificazione sismica dell'area

Nell'ambito della classificazione sismica regionale e suoi aggiornamenti (DGR 431/2006, 878/2008, 421/2014), il Comune di Radicondoli ha mantenuto l'appartenenza alla classe sismica 3, con $a_{max}=0.15 a_g/g$, corrispondente a rischio sismico medio-basso (fig. 3.4.1.1).

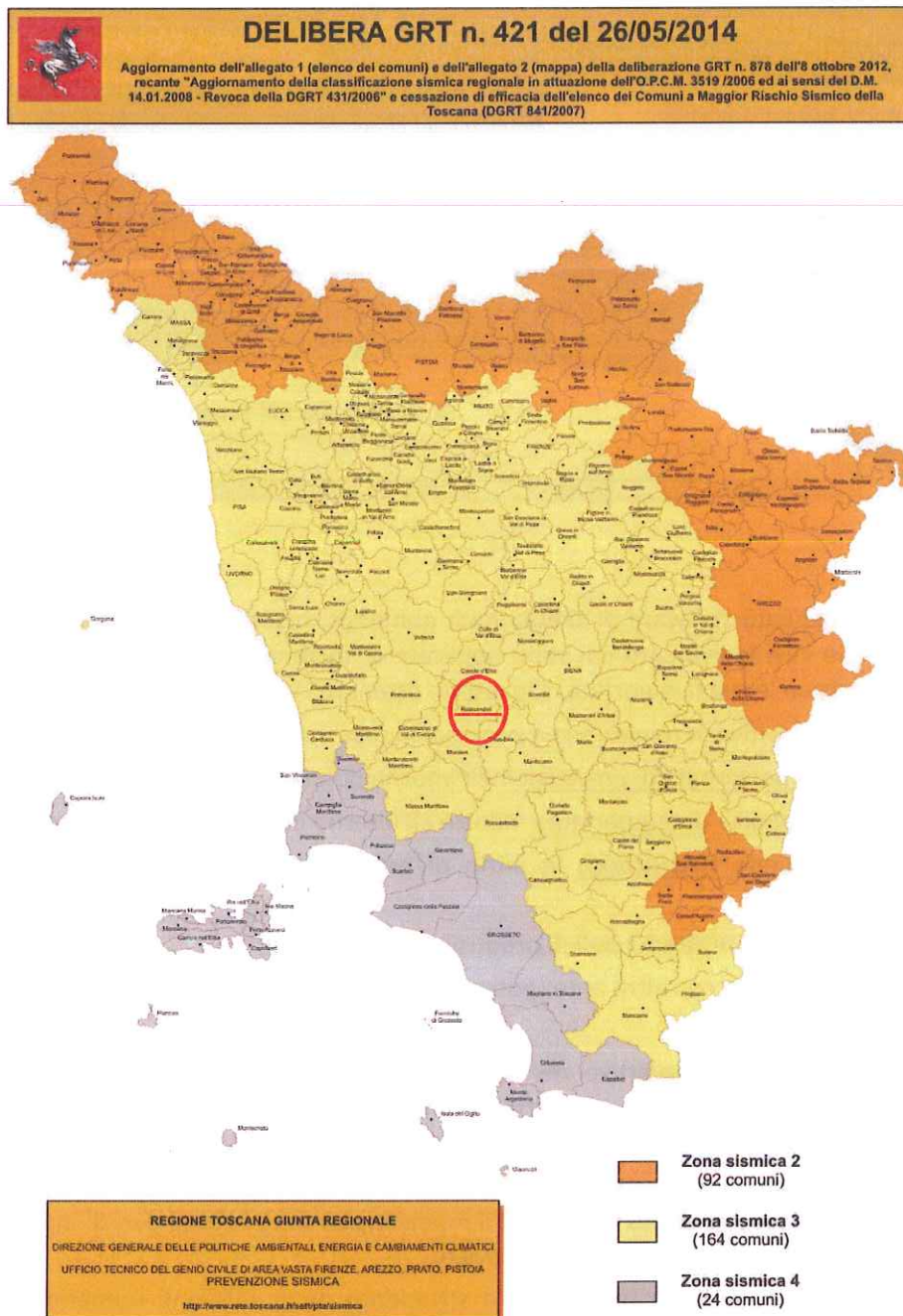


Fig. 4.3.1.1

Tuttavia, l'esame del catalogo sismico nazionale permette di ricavare nell'area una serie di 30 sismi strumentali (a partire dal 1985), ma con intensità percepibile ($M > 2.5$), in un range di 10 km dall'area in esame (fig. 4.3.1.2 e Tab. 4.3.1.1).

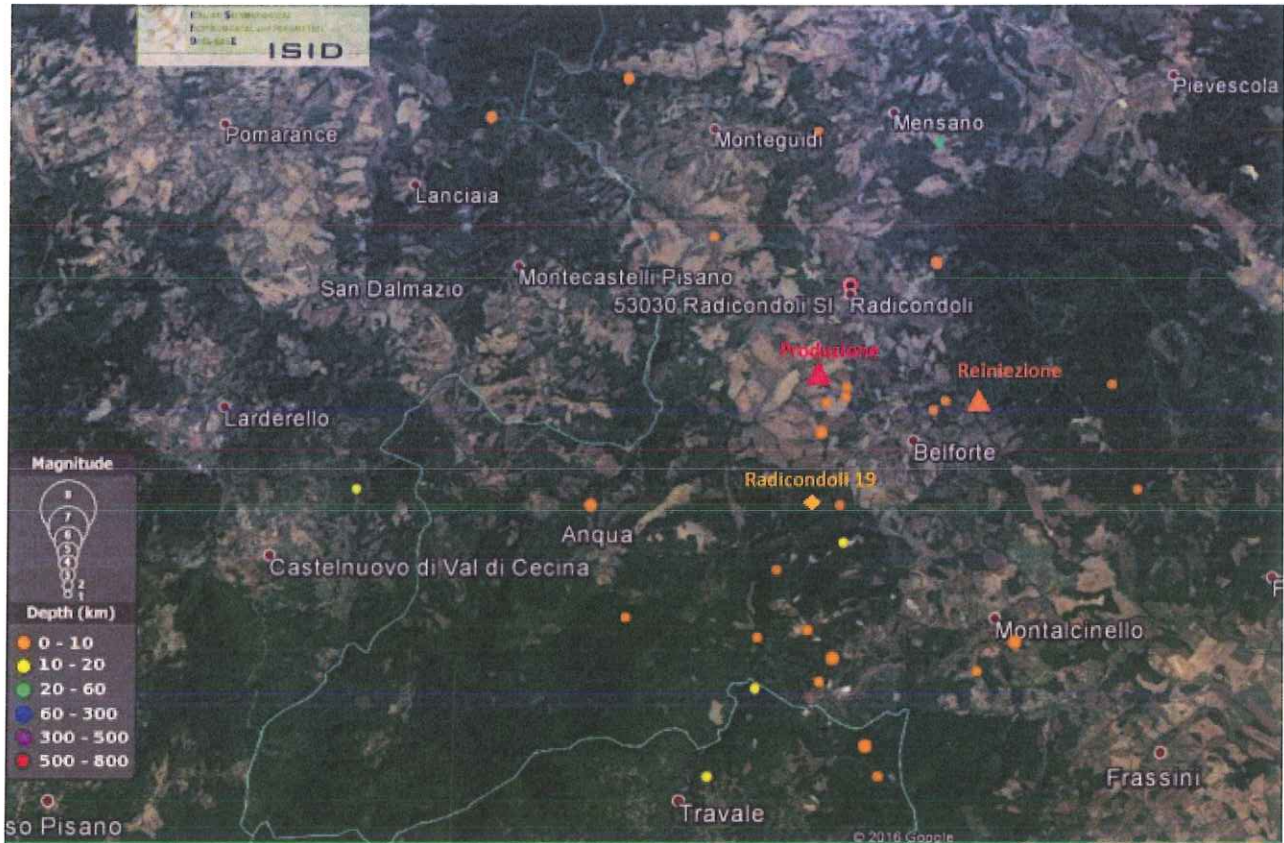


Fig. 4.3.1.2

Tempo Origine (UTC)	Latitudine	Longitudine	Profondità	Magnitudo	Fonte
14/1/16 3.41	43.197	11.035	8.2	2.8--ML	SURVEY
25/5/13 11.29	43.22	10.981	6.1	3.0--ML	BULLETI N
1/6/10 20.02	43.223	10.923	11.7	2.9--ML	BULLETI N
9/11/07 9.27	43.187	11.023	11.1	2.6--ML	BULLETI N
7/4/05 20.01	43.19	11.075	4.2	2.6--Md	BULLETI N
19/1/03 13.42	43.275	11.007	3.8	2.9--Md	BULLETI N
9/11/01 4.20	43.234	11.037	5	3.7--Md	BULLETI N
13/8/01 21.01	43.177	11.049	5	3.0--Md	BULLETI N
4/11/00 12.07	43.196	11.023	6.9	2.6--Md	BULLETI N
28/10/99 14.34	43.172	11.052	6.7	2.8--Md	BULLETI N
3/8/99 13.33	43.243	11.043	3	2.5--Md	BULLETI N
25/5/98 7.25	43.238	11.065	7.2	2.7--Md	BULLETI N
24/5/98 14.40	43.241	11.043	5	2.5--Md	BULLETI N
13/6/97 2.46	43.208	11.027	5	2.8--Md	BULLETI N
9/2/96 20.11	43.188	11.038	5	2.7--Md	BULLETI N
15/10/95 23.10	43.223	11.115	5	2.7--Md	BULLETI N
6/10/95 21.39	43.243	11.11	9.8	2.7--Md	BULLETI N
9/8/95 9.03	43.192	11.041	5	3.5--Md	BULLETI N

12/4/95 23.45	43.172	11.013	18.2	2.5--Md	BULLETI N
12/3/95 8.59	43.298	11.034	5	2.6--Md	BULLETI N
18/3/94 12.42	43.24	11.068	5	2.5--Md	BULLETI N
20/2/94 6.21	43.295	11.067	21.1	2.7--Md	BULLETI N
6/8/93 7.51	43.311	10.981	9.8	3.8--Md	BULLETI N
20/3/93 20.48	43.302	10.944	5	3.5--Md	BULLETI N
30/5/91 0.12	43.195	11.084	9.9	3.4--Md	BULLETI N
1/2/91 22.12	43.22	11.042	10	2.5--Md	BULLETI N
27/11/89 22.45	43.268	11.066	8.7	3.0--Md	BULLETI N
27/11/89 22.42	43.24	11.038	5	2.8--Md	BULLETI N
13/3/89 19.14	43.213	11.043	13.9	2.6--Md	BULLETI N
14/11/85 7.53	43.199	10.992	10	2.6--Md	BULLETI N

Tab. 4.3.1.1

Si tratta in prevalenza di sismi con ipocentro superficiale (< 10 km) allineati verso S (Travale), in buona coincidenza con le perforazioni dei pozzi del campo geotermico denominato Travale-Radicondoli (fig. 4.3.1.2).

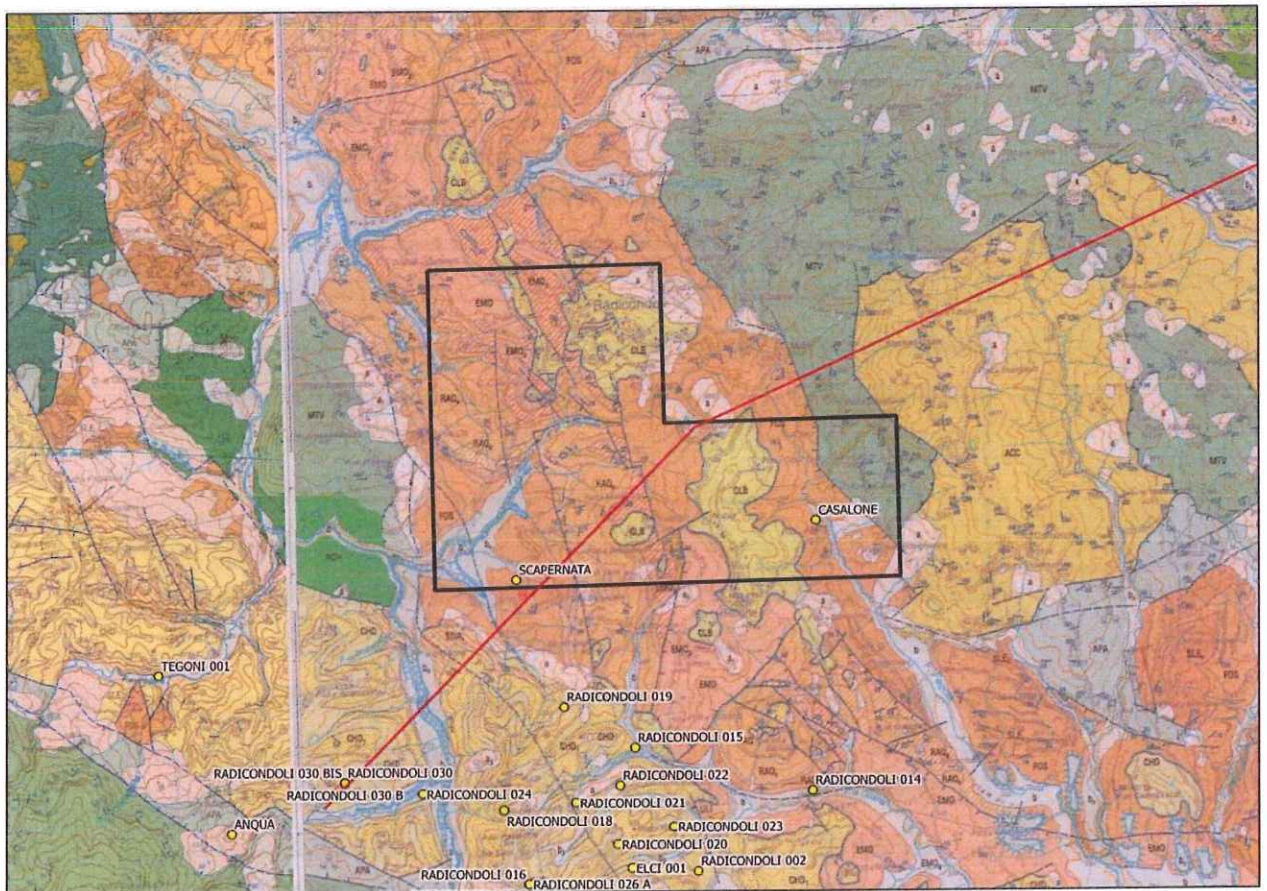


Fig. 4.3.1.2

Profondità epicentrale bassa (< 5 km in 14 eventi su 30, > 10 km solo in 5 eventi su 30) e localizzazione epicentrale, concentrata nell'area di perforazione dei pozzi Radicondoli permettono di ipotizzare una correlazione tra eventi (micro)sismici e coltivazioni geotermiche.

Tuttavia, a parte l'espressione della volontà di realizzare un piano di monitoraggio microsismico, peraltro minimale, il Proponente non affronta altrimenti la questione della sismicità potenzialmente innescata dall'attività produttiva.

i) (Micro)sismicità innescata

Lo scivolamento dinamico di una faglia che innesca la sismicità comincia a una pressione critica del fluido (P_c) che riduce lo stress normale (σ_n) agente su un piano di faglia pre-esistente a un valore effettivo (σ_{eff}), con conseguente diminuzione della resistenza critica allo scivolamento (T_c) secondo le relazioni

in cui μ è il coefficiente di attrito statico sul piano di faglia, a sua volta ridotto dalla presenza del fluido.

A sua volta P_c si ottiene come somma della pressione indisturbata (P_0) e della sovrappressione causata dalla reiniezione (ΔP_c).

Il valore di eventuale innesco ΔP_c dipende dalle condizioni tettoniche del sito e potrà essere determinato solo in seguito a sperimentazione, attraverso il monitoraggio della pressione di reiniezione e della eventuale sismicità indotta. (Cladouhos et al., 2010⁸).

j) *Il rapporto ICHESE : sismicità innescata e prescrizioni/raccomandazioni per gestire il rischio*

La Commissione tecnico-scientifica ICHESE, incaricata di valutare le possibili relazioni tra attività di esplorazione petrolifera e aumento dell'attività sismica nelle aree emiliane colpite dal terremoto del maggio 2012, ha definito, sulla base dell'analisi della letteratura scientifica esistente in materia, la seguente articolazione in categorie dei terremoti:

- Terremoti tettonici, prodotti dai sistemi di sforzo naturali, quando lo sforzo tettonico supera lo sforzo di attrito esistente e la regione è matura" da un punto di vista sismico.
- Terremoti antropogenici, in cui l'attività umana svolge un qualche ruolo nel portare il sistema al punto di rottura, a loro volta articolati in:

k) *Terremoti indotti*, nei quali uno sforzo esterno, prodotto dalle attività antropiche, è sufficientemente grande da produrre un evento sismico in una regione che non era necessariamente sottoposta a un campo di sforzi tale da poter generare un terremoto in un futuro ragionevolmente prossimo.

Cadono in questa categoria i terremoti prodotti da procedimenti di stimolazione termica o idraulica di una roccia, quali la *Fratturazione Idraulica (Fracking)* e gli *Enhanced Geothermal Fields*.

l) *Terremoti innescati*, per i quali una piccola perturbazione generata dall'attività umana è sufficiente a spostare il sistema da uno stato *quasi-critico* a uno *instabile*, anticipando i tempi di un terremoto, che sarebbe comunque avvenuto prima o poi.

In questo caso lo sforzo perturbante *aggiunto* è spesso molto piccolo in confronto allo sforzo tettonico preesistente, che ha già provocato nelle vicinanze del sito di attività antropica la formazione di una faglia caricata di energia sismica.

⁸ Cladouhos T., Petty S., Foulger G., Julian B. and Fehler M. (2010). *Injection Induced Seismicity and Geothermal Energy* GRC Transactions Vol. 34

In alcuni casi queste alterazioni, modificando sia il coefficiente di attrito tra le due facce della faglia che lo sforzo normale, possono provocare l'attivazione della faglia già carica, liberando l'energia accumulata.

È stato rilevato che effetti geo-meccanici dovuti alle variazioni termiche sono stati osservati in altri casi quando la differenza tra le temperature di iniezione ed estrazione è di almeno 80°.

Sempre in tema di sismicità innescata (o indotta) da attività antropiche, la relazione conclusiva della Commissione ICHESE, in base all'analisi dei monitoraggi sismici e microsismici effettuati in concomitanza ad attività di estrazione/reiniezione in campi geotermici e petroliferi, arriva alle seguenti conclusioni:

Estrazioni e/o iniezioni legate allo sfruttamento di campi petroliferi possono produrre, in alcuni casi, una sismicità indotta o innescata.

La maggior parte dei casi documentati in cui una attività sismica è stata associata a operazioni di sfruttamento di idrocarburi è relativa a processi estrattivi da serbatoi molto grandi o a iniezione di acqua in situazioni in cui la pressione del fluido non è bilanciata.

Il numero di casi documentati di sismicità di magnitudo medio-alta associabile a iniezione di acqua nello stesso serbatoio da cui ha avuto luogo l'estrazione di idrocarburi è una piccola percentuale del numero totale.

La sismicità indotta e, ancor più, quella innescata da operazioni di estrazione e iniezione sono fenomeni complessi e variabili da caso a caso, e la correlazione con i parametri di processo è ben lontana dall'essere compresa appieno.

La magnitudo dei terremoti innescati dipende più dalle dimensioni della faglia e dalla resistenza della roccia che dalle caratteristiche della iniezione.

Ricerche recenti sulla diffusione dello sforzo suggeriscono che la faglia attivata potrebbe trovarsi anche a qualche decina di chilometri di distanza e a qualche kilometro più in profondità del punto di iniezione o estrazione, e che l'attivazione possa avvenire anche diversi anni dopo l'inizio dell'attività antropica.

La maggiore profondità focale di alcuni terremoti rispetto all'attività di estrazione associata è stata interpretata come una evidenza diretta del fatto che l'estrazione o l'iniezione di grandi volumi di fluidi può indurre deformazioni e sismicità a scala crostale.

Esistono numerosi casi di sismicità indotta da operazioni di sfruttamento dell'energia geotermica.

La maggior parte di essi è legata allo sviluppo di Enhanced Geothermal Systems, nei quali vengono provocate fratture in rocce ignee impermeabili per produrre delle zone permeabili.

Esistono anche diversi casi di terremoti associati all'utilizzazione tradizionale dell'energia geotermica.

I terremoti prodotti sono di magnitudo medio-bassa e a distanze non più grandi di alcuni chilometri dai pozzi di estrazione o iniezione.

L'esame di tutta la letteratura esistente mostra che la discriminazione tra la sismicità indotta o innescata e quella naturale è un problema difficile, e attualmente non sono disponibili soluzioni affidabili da poter essere utilizzate in pratica.

Al fine di gestire il potenziale rischio sismico connesso alle attività di produzione/reiniezione di campi geotermici o petroliferi, la Commissione ritiene, quindi, utile fornire le raccomandazioni di seguito sintetizzate:

ha carattere prioritario lo sviluppo delle conoscenze attraverso l'acquisizione di dati dettagliati e una ricerca che possa migliorare la conoscenza delle relazioni tra operazioni tecnologiche e sismicità innescata;

sarebbe necessario analizzare in dettaglio sia la sismicità che i parametri di produzione ed è essenziale avere informazioni su più di un caso per poter sviluppare strumenti utili alla gestione del rischio, quale ad esempio i "sistemi a semaforo";

nuove attività di esplorazione per idrocarburi o fluidi geotermici devono essere precedute da studi teorici preliminari e di acquisizione di dati su terreno basati su dettagliati rilievi 3D geofisici e geologici, volti alla determinazione dei principali sistemi di faglie con indizi di attività e delle loro caratteristiche sismogenetiche;

devono essere considerati attentamente periodi di ritorno dei terremoti principali (>5 ML) per avere indicazioni sul grado di "maturità" dei principali sistemi di faglia;

le attività di sfruttamento di idrocarburi e dell'energia geotermica devono essere accompagnate da reti di monitoraggio ad alta tecnologia, capaci di rilevare terremoti almeno fino a magnitudo di 0.5 ML e finalizzate a seguire l'evoluzione nel tempo dei tre aspetti fondamentali: l'attività microsismica, le deformazioni del suolo e la pressione di poro.

Queste reti dovrebbero essere messe in funzione al più presto, già quando si attende la concessione, in modo da raccogliere informazioni sulla sismicità ambientale precedente all'attività per il più lungo tempo possibile;

le deformazioni del suolo devono essere rilevate principalmente con metodi satellitari: tecnologie interferometriche (INSAR) e GPS che permettono di identificare processi di subsidenza con una risoluzione di alcuni millimetri all'anno;

la pressione dei fluidi nei serbatoi e nei pori delle rocce deve essere misurata al fondo dei pozzi e nelle rocce circostanti con frequenza giornaliera, generando un sistema operativo "a semaforo", mediante la definizione di soglie corrispondenti a diversi livelli di allarme;

i dati sismici vanno continuamente analizzati con metodologie statistiche per evidenziare variazioni dagli andamenti tipici della sismicità di fondo (tempi di ritorno, distribuzione della magnitudo, clustering spazio-temporali, comportamenti non casuali);

va implementato un "Programma di Interazione e Comunicazione" con la popolazione e gli amministratori locali, affinché venga acquisita fiducia nella gestione ottimale delle operazioni.

m) *Stima del numero di eventi sismici innescati da un'attività geotermica e della relativa magnitudo*

Nell'articolo "*Probability of a given-magnitude earthquake induced by fluid*"⁹ la probabilità che si possa liberare l'energia da una frattura viene posta pari alla pressione del fluido (p) divisa la pressione critica massima (C_{max}) possibile nell'area.

Considerando una distribuzione omogenea delle fratture, in cui ξ rappresenta il numero di fratture per unità di volume, e una potenza esercitata pari a in cui:

p_0 è la pressione di iniezione

R raggio equivalente di iniezione (raggio della sfera con uguale superficie rispetto all'area del foro in cui viene iniettato il fluido)

D diffusività idraulica del mezzo

il numero di eventi stimati dopo un tempo t di reiniezione è pari a

in cui rappresenta sostanzialmente l'energia media accumulata per unità di frattura e , come per il parametro D , è funzione delle caratteristiche del sito.

Dipendono, invece, dal tipo di attività, i parametri p_0 , R e t (durata della reiniezione); in caso di *circolazione bilanciata* (quello che viene estratto viene reimesso nello stesso serbatoio) sia p_0 che t si riferiscono, sostanzialmente, alla pressione e al tempo corrispondente al raggiungimento dell'equilibrio di circuitazione tra pozzi di produzione e reiniezione.

9 "S. A. Shapiro, C. Dinskie, J. Kummerow, Geophysical Research Letters Vol. 34 L22314 2007

Shapiro et al. affermano, inoltre, che il numero di eventi al di sopra di una certa magnitudo (M) può essere ricavato tenendo conto che la probabilità ($W_{N \geq M}$) obbedisce alla legge statistica di Gutenberg-Richter secondo cui $\log(W_{N \geq M}) = a - bM$, in cui a e b sono parametri sismici locali¹⁰, che possono essere ricavati dal monitoraggio microsismico delle zone in esame (vedi figura 3.4.2.2.1).

Di conseguenza

Su queste basi sarebbe possibile, una volta determinate le caratteristiche idrogeologiche e sismiche del sito (D, a, b e F_t), definire i parametri di produzione-reiniezione (p_o e t) in grado di evitare il verificarsi di eventi al disopra di una soglia di magnitudo definita.

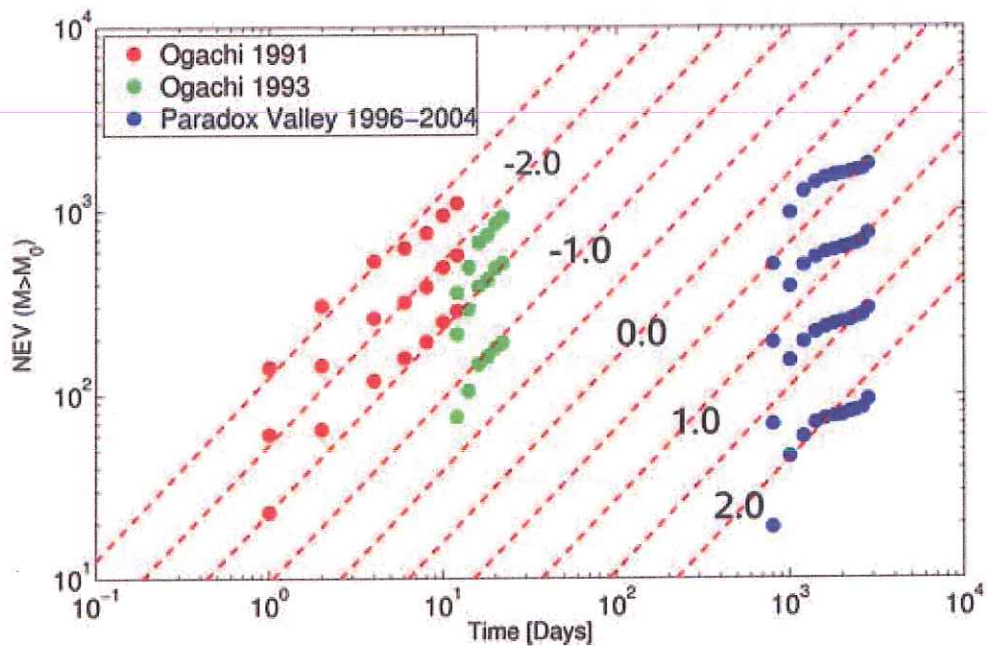


Fig. 4.3.2.2.1

Dalla figura si osserva, inoltre, come, pur riferendosi a tempi diversi e località assai lontane (Ogachi in Giappone, Paradox Valley in Colorado, USA), le risposte ottenute dai monitoraggi *fittano* sulle stesse rette, per cui, essendo i due esperimenti caratterizzati da valori simili per R e p_o , il rapporto D/F_t è simile nei due casi e, di conseguenza, anche a e b .

n) Piano di gestione delle eventuali emergenze microsismiche: sistema semaforo

Solo determinando le caratteristiche idrogeologiche e sismiche, del sito, il che richiede la raccolta e l'analisi approfondita dell'insieme delle informazioni già disponibili e di quelle che verranno fornite da una rete microsismica dedicata durante l'operatività del progetto, potrà, quindi, essere sviluppato uno specifico "sistema semaforo" per la gestione del rischio sismico, come raccomandato nelle Conclusioni della Commissione ICHESE, di cui al paragrafo precedente.

Tale sistema potrà consentire, nel caso in cui la rete di monitoraggio registri un aumento della microsismicità dell'area, per numero e magnitudo degli eventi, una rimodulazione dei parametri di produzione/reiniezione (portata, pressione, raggio equivalente di reiniezione) in modo da riportare il

¹⁰ In realtà a , che rappresenta il numero di eventi a magnitudo 0, dipende anche dal tempo t di reiniezione.

sistema in condizioni di maggiore equilibrio, per poi riprendere la produzione normale una volta ripristinata la microsismicità a livelli di sicurezza



3. Piano di monitoraggio

o) Monitoraggio microsismico

Il piano di monitoraggio sismico previsto dal Proponente comprende una rete di 6 stazioni simiche disposte a cerchio al di fuori del perimetro del permesso di ricerca (fig. 4.1.1), capaci di registrare terremoti a partire da magnitudo locale $0 \leq M_L \leq 1$ e dotate delle seguenti componenti:

Sensori a banda larga a tre componenti (Z, N-S, E-W) con digitalizzatore integrato che registreranno in continuo con una frequenza di campionamento di 200 Hz per ottimizzare la risoluzione temporale per il picking;

Antenna GPS per sincronizzazione temporale collegata alla rete geodetica predisposta per il rilievo delle deformazioni del suolo;

Batterie;

Pannelli fotovoltaici;

Sistema di trasmissione wi-fi.

I dati registrati saranno trasmessi in continuo alla sede operativa del progetto, all'interno della quale sarà predisposta una postazione dotata di computer dove verrà eseguito il processing dei dati e saranno redatti periodici report sull'attività.

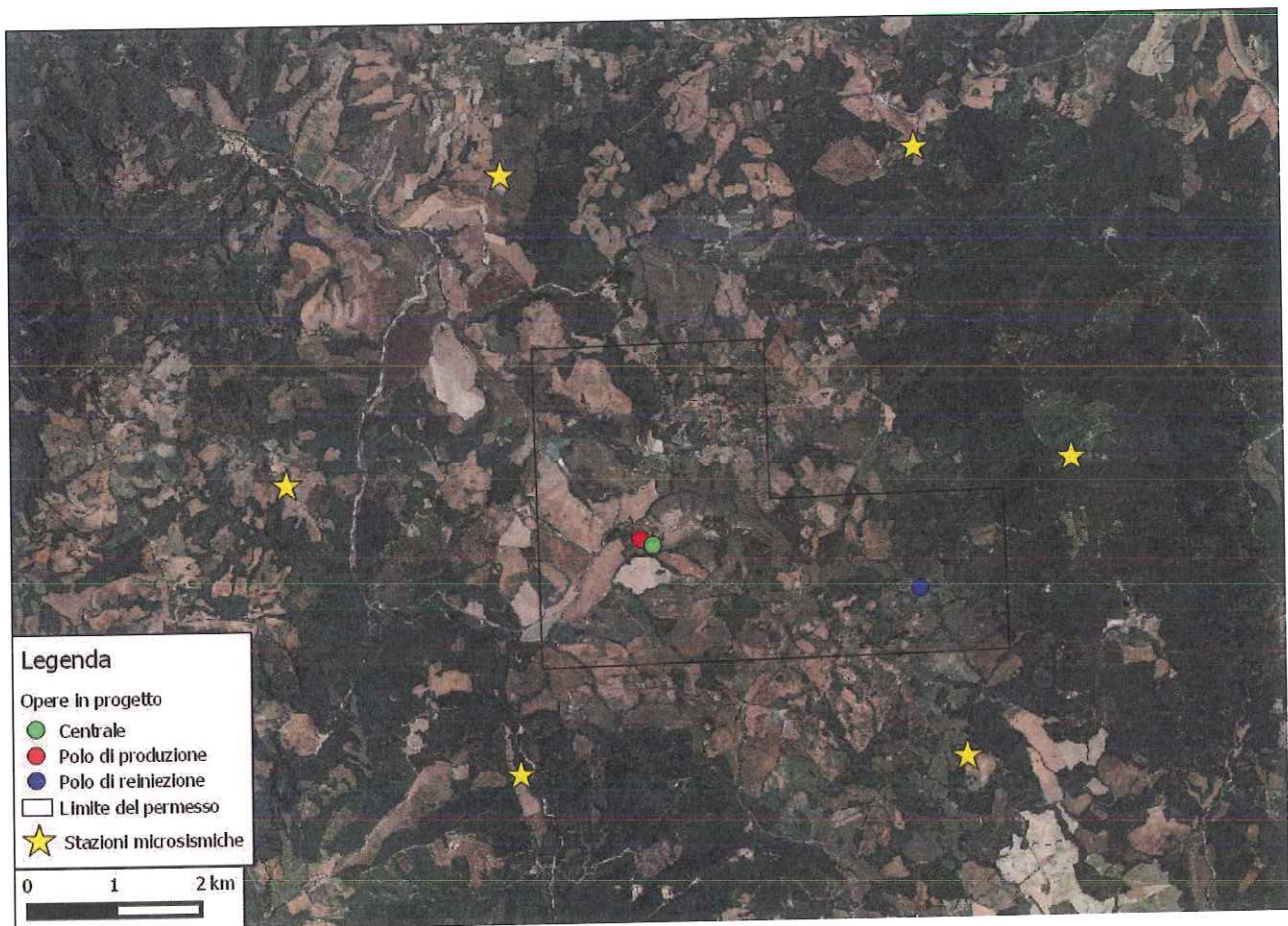


Fig. 4.1.1

Si osserva, peraltro, che il numero e la disposizione delle stazioni previste è tale per cui, a parte le due stazioni più a E, che distano dal polo di reiniezione¹¹ ca. 2km, le altre si trovano dallo stesso polo a distanze molto superiori, fino ad arrivare e superare i 7 km per le due stazioni in vicinanza dell'angolo NW del permesso di ricerca.

Poiché il livello di rilevazione di una stazione sismica è funzione anche della distanza tra la stazione e l'ipocentro dell'evento, un evento sismico di piccola magnitudo può essere registrato, localizzato e analizzato quanto più il suo epicentro è prossimo alla stazione.

Stante ciò, si ritiene che la rete di monitoraggio proposta sia poco efficiente per gli obiettivi che si propone, sia per numero che per distribuzione spaziale delle stazioni.

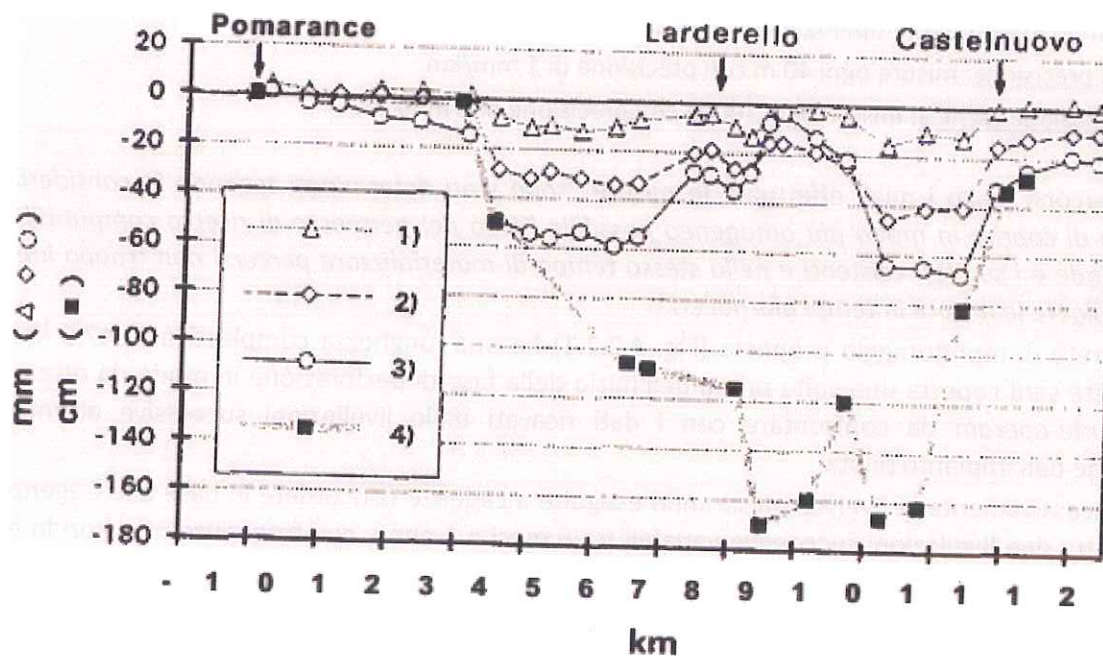
Inoltre, il Proponente non fa cenno alla possibilità di connettersi in rete e interfacciarsi con le stazioni vicine appartenenti alla Rete Sismica Nazionale Centralizzata (RSNC) gestita dall'INGV.

p) Monitoraggio della subsidenza

Alcuni dati storici per l'area di Larderello provenienti da una campagna di rilevamento realizzata nel 1923 a cura dell'Istituto Geografico Militare sono stati confrontati con i primi rilevamenti del sistema di monitoraggio introdotto nel 1985.

La comparazione dei dati raccolti ha evidenziato come nella zona si siano verificati fenomeni di subsidenza con sprofondamenti del terreno fino oltre 1.6 m su una superficie di qualche chilometro (fig. 4.2.1).

Anche altri monitoraggi lungo le direttrici Castelnuovo Val di Cecina-Larderello-Pomarance realizzati tra il 1986 e il 1993 hanno rilevato un abbassamento del terreno di 0-2 cm per l'area di Larderello, con punte massime di 8.5 cm registrate nelle zone di più recente sfruttamento (fig. 4.2.1).



Variazione di quota lungo il profilo Pomarance-Larderello-Castelnuovo V.C..
Periodo: 1) 1989-89; 2) 1991-86; 3) 1993-86; 4) 1986-23 (Dini et al., 1995)

Fig.4.2.1

¹¹ Il polo di reiniezione, in cui si registrano delta di pressione positivi, è quello intorno al quale è più probabile si localizzino gli ipocentri microsismici.

Anche nella zona di Travale-Radicondoli sono stati osservati fenomeni subsidenza, con velocità di 2.5 cm/anno nel decennio 1973-1983 e di 2 cm/anno successivamente, così da raggiungere un abbassamento complessivo di 40 cm ca. nel 1991, massimo al centro del campo e più ridotto ai margini.

Comune ai due campi è la tendenza a diminuire con il tempo della velocità di subsidenza, tendenza particolarmente accentuata in seguito all'introduzione della reiniezione, che ha contribuito a ripristinare una situazione quasi stazionaria.

q) Rete di monitoraggio: livellazione geometrica e rilievi InSar

Il piano di monitoraggio della subsidenza proposto prevede l'articolazione in due modalità:

Livellazione geometrica di precisione

Rilievi satellitari InSar

Livellazione geometrica di precisione

Si prevede di realizzare una rete di capisaldi finalizzati a misure verticali di precisione del terreno, ciascuno dei quali corredato da una scheda tecnica, utilizzando come riferimenti planimetrici a cui vincolare le nuove misure due capisaldi IGM presenti nelle immediate vicinanze del permesso di ricerca (vedi sito IGM <http://www.igmi.org/geodetica/>): Poggio Casalone (n. 120904) e Ponte Cecina (n. 120610).

Le misure di quota verranno effettuate mediante l'impianto di una rete di livellazione geometrica, con acquisizione delle misure tramite un livello ottico accoppiato a due stadie in invar, per una precisione attesa di almeno 0.3 mm/km.

Saranno eseguite due tipologie di misurazioni:

Alta precisione: misure ogni 40 m con precisione di 1 mm/km.

Livellazione tecnica: misure ogni 100 m con precisione di 5 mm/km.

I percorsi lungo i quali effettuare le misure "sono stati determinati tenendo in considerazione l'esigenza di coprire in modo più omogeneo possibile l'area del permesso di ricerca compatibilmente con le strade e i sentieri esistenti e nello stesso tempo di materializzare percorsi non troppo lunghi al fine di svolgere le misure in tempi giornalieri".

La rete di monitoraggio proposta (Fig. 4.2.2.1) ha una lunghezza complessiva di 47.6 km ca. e l'intera rete sarà coperta una volta prima dell'inizio della fase di perforazione in modo da ottenere un *bianco ante-operam* da confrontare con i dati ricavati dalle livellazioni successive all'entrata in produzione dell'impianto pilota

Successivamente le livellazioni saranno eseguite a cadenze concordate in base alle esigenze, con intervalli tra due livellazioni successive variabili tra 6 mesi e 1 anno, con frequenze maggiori in caso di fenomeni di subsidenza sensibili.

Rilievi satellitari InSAR

L'Interferometria mediante Synthetic Aperture Radar (InSAR) permette di creare mappe dell'andamento della superficie utilizzando i dati provenienti da due o più radar ad apertura sintetica (SAR) attraverso le differenze di fase delle onde riflesse verso il satellite, che percorre orbite elio-sincrone lievemente inclinate rispetto ai meridiani, illuminando, da una quota attorno ai 500÷800 km, una striscia di terreno larga fino a 100 km.

L'eliosincronicità del satellite fa sì che una stessa area della superficie terrestre possa essere illuminata sia durante il passaggio del satellite in direzione S-N (geometria ascendente) che in direzione opposta (N-S, geometria discendente).

Inoltre, la stessa orbita nominale viene ripercorsa dopo un intervallo definito (*revisiting time*), consentendo così di acquisire dati relativi alla stessa area al suolo, in tempi differenti, con una risoluzione da 1 a qualche metro.

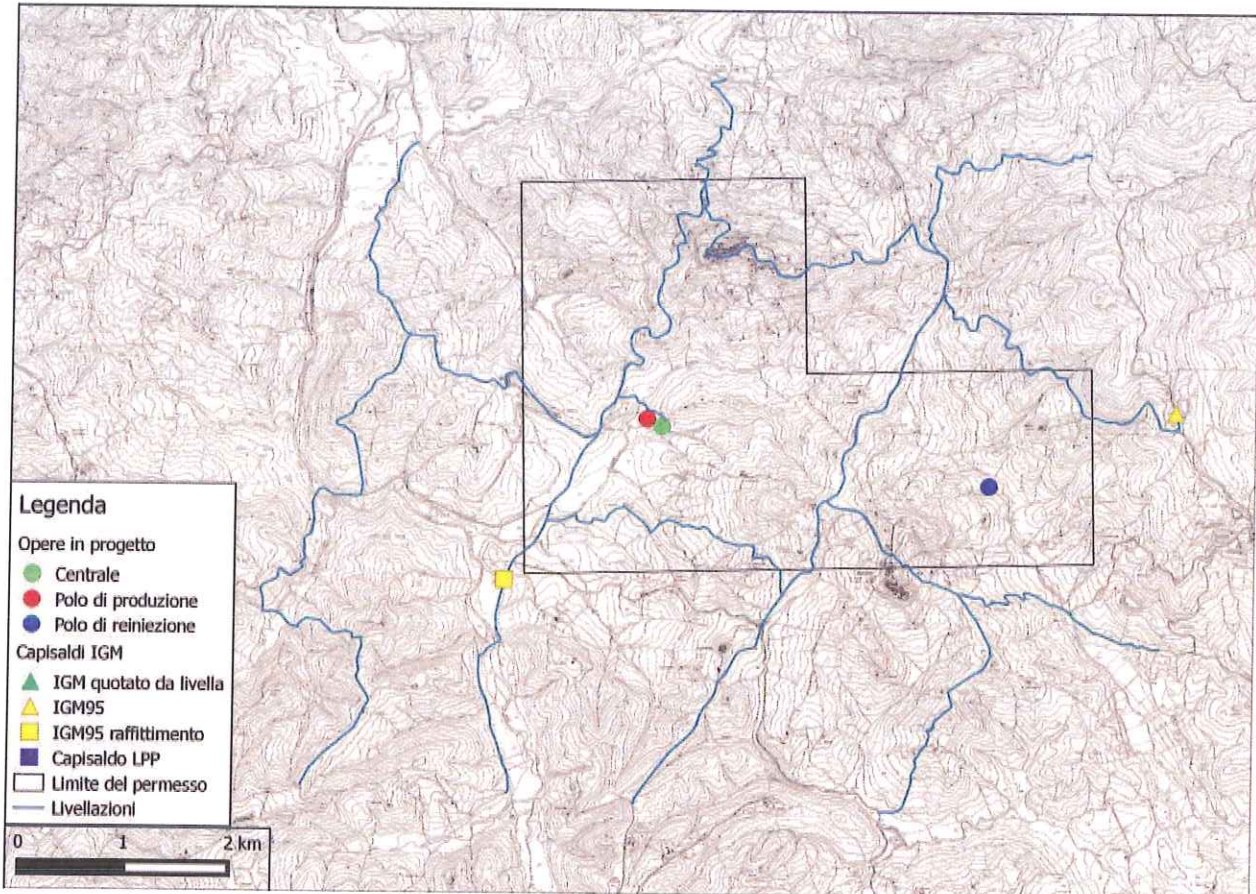


Fig. 4.2.2.1

“Utilizzando la tecnica denominata Interferometria Differenziale SAR (DInSAR), in cui si confrontano due immagini acquisite da posizioni leggermente differenti e in tempi diversi è possibile ottenere immagini tridimensionali della superficie terrestre, misurandone anche la topografia.

Se qualcosa è cambiato, nell’intervallo di tempo tra le due acquisizioni, ossia se si rileva una deformazione del terreno tra i due passaggi successivi del sensore, questa viene visualizzata mediante una serie di strisce colorate, le cosiddette frange di interferenza o interferogramma”.

Usufruento di una serie di immagini acquisite nel corso del tempo si può, quindi, seguire l’evoluzione temporale della deformazione.

Si prevede di acquisire i dati InSAR relativi all’area di progetto con una copertura di circa 64 km² secondo le seguenti fasi:

Monitoraggio ante-operam: acquisizione dei dati prima dell’inizio lavori al fine di avere un bianco di riferimento;

Monitoraggio post-operam: a seguito della messa in esercizio dell’impianto si prevede l’acquisizione dei dati InSAR con cadenza annuale.

La rete di monitoraggio proposta appare ben strutturata nella sua articolazione tra misure a terra (livellazione geometrica) e rilievi satellitari (InSAR).

Tuttavia, a parte la necessità di una maggiore chiarezza sulla precisione delle misure a terra (0.3 mm/km o 1 mm/km), si segnalano alcune criticità:

tra i tracciati della livellazione geometrica ne manca uno che segua la direttrice di congiunzione tra polo di produzione (potenziale massimo di subsidenza) e polo di reiniezione (potenziale minimo di subsidenza);

non è stata definita una modalità di integrazione tra i risultati dei rilievi di terra con quelli satellitari, in modo da poter avere un dato di subsidenza univoco;

si parla di aumento della frequenza temporale dei rilievi (in realtà di solo quelli a terra) in presenza di fenomeni sensibili, ma non viene definito un valore di soglia d'allarme;

manca, come nel caso del monitoraggio sismico, un piano di gestione delle emergenze monitorate, per fare rientrare le stesse nei limiti di accettabilità ("*sistema semaforo*")



4. Rispetto delle prescrizioni/raccomandazioni della Commissione ICHESE

In conclusione, nella tabella che segue sono riassunte le prescrizioni/raccomandazioni della Commissione ICHESE, ciascuna accompagnata da una breve nota che ne definisce il rispetto da parte del progetto in esame. Appare grave la circostanza già segnalata del mancato rispetto di 8 prescrizioni su 11.

Progr.	Raccomandazione	Nota
1	Ha carattere prioritario lo sviluppo delle conoscenze attraverso l'acquisizione di dati dettagliati e una ricerca che possa migliorare la conoscenza delle relazioni tra operazioni tecnologiche e sismicità innescata	L'aspetto (micro)sismico dell'area è affrontato solo in sede di presentazione del piano di monitoraggio e con la raccolta di dati bibliografici. La raccomandazione non è rispettata
2	Sarebbe necessario analizzare in dettaglio sia la sismicità che i parametri di produzione ed è essenziale avere informazioni su più di un caso per poter sviluppare strumenti utili alla gestione del rischio, quale ad esempio i "sistemi a semaforo"	Non è previsto un piano di gestione del rischio microsismico. La raccomandazione non è rispettata.
3	Nuove attività di esplorazione per idrocarburi o fluidi geotermici devono essere precedute da studi teorici preliminari e di acquisizione di dati su terreno basati su dettagliati rilievi 3D geofisici e geologici, volti alla determinazione dei principali sistemi di faglie con indizi di attività e delle loro caratteristiche sismogenetiche	Non è stata eseguita alcuna campagna specifica, rimandata eventualmente alla fase successiva alla riuscita dei test di iniettività e di produzione. La raccomandazione non è rispettata.
4	Devono essere considerati attentamente periodi di ritorno dei terremoti principali (>5 ML) per avere indicazioni sul grado di "maturità" dei principali sistemi di faglia	La raccomandazione non è rispettata.
5	Le attività di sfruttamento di idrocarburi e dell'energia geotermica devono essere accompagnate da reti di monitoraggio ad alta tecnologia, capaci di rilevare terremoti almeno fino a magnitudo di 0.5 ML e finalizzate a seguire l'evoluzione nel tempo dei tre aspetti fondamentali: l'attività microsismica, le deformazioni del suolo e la pressione di poro.	Le reti di monitoraggio microsismico e di subsidenza, con le criticità evidenziate, rispondono in parte alla raccomandazione. Non è previsto, invece, il monitoraggio della pressione di poro.
6	Queste reti dovrebbero essere messe in funzione al più presto, già quando si attende la concessione, in modo da raccogliere informazioni sulla sismicità ambientale precedente all'attività per il più lungo tempo possibile	Non è prevista l'immediata realizzazione della rete di monitoraggio, che entrerà in funzione solo a concessione avvenuta, un anno prima dell'entrata in produzione dell'impianto pilota. La raccomandazione non è rispettata.
7	Le deformazioni del suolo devono essere rilevate principalmente con metodi satellitari: tecnologie interferometriche (INSAR) e GPS che permettono di identificare processi di subsidenza con una risoluzione di alcuni millimetri all'anno	La rete di monitoraggio della subsidenza è ben strutturata, al di là delle criticità individuate. Si ritiene che la raccomandazione sia rispettata.
8	La pressione dei fluidi nei serbatoi e nei pori delle rocce deve essere misurata al fondo dei pozzi e nelle rocce circostanti con frequenza giornaliera, generando un sistema operativo "a semaforo", mediante la definizione di soglie corrispondenti a diversi livelli di allarme	Come già evidenziato, non è stato progettato un piano di gestione delle emergenze sismiche di subsidenza. La raccomandazione non è rispettata.
9	I dati sismici vanno continuamente analizzati con metodologie statistiche per evidenziare variazioni dagli andamenti tipici della sismicità di fondo (tempi di ritorno, distribuzione della magnitudo, clustering spazio-temporali, comportamenti non casuali)	Non è stato previsto nessun sistema di analisi dei dati microsismici, se non quello per l'ottenimento dei dati ipocentrali e di magnitudo. La raccomandazione non è rispettata
10	Va implementato un "Programma di Interazione e Comunicazione" con la popolazione e gli amministratori locali, affinché venga acquisita fiducia nella gestione ottimale delle operazioni.	In sede di presentazione del Piano di Monitoraggio, il Proponente dichiara che uno degli obiettivi di tale Piano è quello di "preparare report per le Autorità e i cittadini". Tenuto conto delle criticità individuate e dell'assenza del "sistema semaforo" nei piani di monitoraggio specifici (Sismicità e Subsidenza), si ritiene che la raccomandazione sia rispettata solo parzialmente.
11	È stato rilevato che effetti geo-meccanici dovuti alle variazioni termiche sono stati osservati in altri casi quando la differenza tra le temperature di iniezione ed estrazione è di almeno 80°.	Nel progetto in esame la differenza di temperatura tra produzione (180°C) e reiniezione (≤80°C) è di almeno di 100°C. Inoltre, la quota di reiniezione (-1350 m slm ca.) è molto superiore a quella di produzione (-2230 m slm ca.), quindi il fluido freddo sarà iniettato in un alto del serbatoio ed essendo più pesante non laminerà, ma attraverserà tutto lo spessore del serbatoio scambiando calore. La raccomandazione non è rispettata.

