

[ID_VIP: 3099] - Istruttoria VIA relativa al progetto

**Impianto Pilota Geotermico denominato Torre Alfina
in comune di Acquapendente (VT)**

Elaborato	Integrazioni richieste dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Direzione Generale per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali <i>Rif. comunicazione prot. DVA- REGISTRO UFFICIALE. U. 0012055.04-05-2016 e DVA-REGISTRO UFFICIALE.U. 000013455.18-05-2016</i>	
Proponente	ITW LKW Geotermia Italia S.p.A. Sede operativa Via di Porta Pinciana n. 4 - 00186 Roma	
Consulenti tecnici:	Ing. Diego Sozzani Via Cairoli, n. 4 28100 Novara Ing. Alberto Bottai Via di Porta Pinciana n. 4 00186 Roma Prof. Franco Barberi Via di Porta Pinciana n. 4 00186 Roma Arch. Stefano Sozzani Via Fungo, n. 93 28060 San Pietro Mosezzo (NO) Ing. Luigi Minicillo Via di Porta Pinciana n. 4 00186 Roma	<i>Con la collaborazione di:</i> geom. Luciano Mincini Castel Giorgio (TR) Dr. Geol. Davide Fusi Acquapendente (VT) Dr. Geol. Sante Camilli Grotte di Castro (VT)
Data	Luglio 2016	<i>Editing: Skylab Energia s.r.l.</i>

INDICE

INTRODUZIONE	6
PARTE PRIMA – RIFERIMENTO RICHIESTA MATTM - PROT. 0001781/CTVA DEL 13/05/2016	7
A) RIGUARDO AL QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	7
A1) <i>Verifica Congruenza</i>	7
B) RIGUARDO AL QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	7
B1) <i>Costruzioni antisismiche</i>	7
B2) <i>Incrostazioni</i>	18
B3) <i>Fanghi di perforazione</i>	21
B4) <i>Tubazioni</i>	25
B5) <i>Elettrodotti</i>	29
C) RIGUARDO AL QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	32
C1) <i>Monitoraggio microsismico</i>	32
Parte C1.1	32
Parte C1.2	42
Parte C1.3	53
Parte C1.4	54
C2) <i>Subsidenza</i>	58
C3) <i>Falde</i>	70
C4) <i>Piano di monitoraggio della falda acquifera</i>	83
C5) <i>Piano di monitoraggio della falda acquifera in fase di perforazione</i>	86
C6) <i>Emissioni in atmosfera</i>	88
C7) <i>Consumo suolo agricolo</i>	92
C8) <i>Illuminazione</i>	96
C9) <i>Salute pubblica</i>	97
C10) <i>VINCA</i>	102
D) <i>VARIE</i>	111
PARTE SECONDA – RIFERIMENTO RICHIESTA MATTM - PROT. 0001564/CTVA DEL 29/04/2016	114
<i>Richiesta n. 1</i>	114
<i>Richiesta n. 2</i>	115
<i>Richiesta n. 3</i>	116
<i>Richiesta n. 4</i>	121
<i>Richiesta n. 5</i>	124
<i>Richiesta n. 6</i>	126
<i>Richiesta n. 7</i>	127
<i>Richiesta n. 8</i>	131
<i>Richiesta n. 9</i>	132
<i>Richiesta n. 10</i>	134
<i>Richiesta n. 11</i>	142
<i>Richiesta n. 12</i>	144
ALLEGATI	145

Indice Figure – Parte Prima

Figura B1.1: Testa pozzo di perforazione e distribuzione geometrica delle masse	14
Figura B2.1: Schema dell'impianto di iniezione in pozzo del gas in fase di gas lifting e della soluzione contenente l'inibitore di incrostazione.....	20
Figura B4.1: Carta geologica dell'area interessata dalle tubazioni	26
Figura B4.2: Stralcio PAI Autorità di Bacino del Fiume Tevere	27
Figura B4.3: Criticità sul tracciato - punti di interesse	28
Figura B5.1: Elettrodotto: pali di sostegno con fondazione affiorante, schematizzazione da Linee Guida Enel.....	30
Figura B5.2: Elettrodotto: pali di sostegno con fondazione interrata, schematizzazione da Linee Guida Enel.....	30
Figura C1.1: Sezione di correlazione geologica tra i pozzi RA 1, Alfina 4, Alfina 14 e Alfina 15	33
Figura C1.2: Stratigrafia del pozzo Alfina 15. Vedi Fig. C1.1 per l'ubicazione	34
Figura C1.3: Carta geologica dell'area del campo geotermico di Torre Alfina (da Regione Umbria, 2013).....	35
Figura C1.4: Sezione geologica attraverso il campo geotermico di Torre Alfina. L'ubicazione della sezione è indicata nella Fig. C1.3 (da Regione Umbria, 2013).....	36
Figura C1.5: Sezione geotermica del campo di Torre Alfina (da Regione Umbria, 2013).....	37
Figura C1.6: Modello geologico tridimensionale per la modellizzazione numerica del sistema geotermico Torre Alfina-Castel Giorgio (da All. C1.2).	38
Figura C1.7: Andamento, simulato numericamente, dei vettori rappresentativi del flusso di fluido nel sottosuolo. Si distinguono chiaramente i movimenti convettivi nel serbatoio carbonatico (da All. C1.2).	38
Figura C1.8: Modello geologico statico del sistema geotermico di Castel Giorgio-Torre Alfina ottenuto da RSE 2015.	40
Figura C1.9: Distribuzione della temperatura nel sottosuolo al termine della simulazione numerica eseguita da RSE (2015).....	41
Figura C1.10: Distribuzione della pressione parziale della CO2 nel sottosuolo dalla simulazione numerica di RSE (2015).	41
Figura C1.11: Distribuzione degli epicentri dei terremoti registrati tra aprile 1983 e giugno 2011. In rosso sono rappresentati gli eventi 1983-2004, in giallo 2005-2011.....	43
Figura C1.12: Epicentri dei terremoti riportati nei cataloghi simici 1981-2002 e 2003-2013 nell'area di 25 km dal pozzo Alfina2.	44
Figura C1.13: Istogramma rappresentante il numero di eventi sismici in funzione della magnitudo dal 1983 al 2013.....	44
Figura C1.14: Epicentri dei terremoti riportati nel catalogo sismico ENEL nell'area di 25 km dal pozzo Alfina2.....	45
Figura C1.15: Istogramma rappresentante il numero di eventi sismici in funzione della magnitudo dal catalogo ENEL.....	45
Figura C1.16: Epicentri dei terremoti riportati nel catalogo sismico CPTI11 dell'INGV nell'area di 25 km dal pozzo Alfina2	46
Figura C1.17: Istogramma rappresentante il numero di terremoti in funzione della magnitudo dal catalogo CPTI11.....	46

Figura C1.18: Spettro di risposta della componente orizzontale dell'accelerazione per il terremoto più intenso ($M=5.7$) nell'area di 25 km dal pozzo Alfina2.....	48
Figura C1.19: Spettro di risposta della componente verticale dell'accelerazione per il terremoto più intenso ($M=5.7$) nell'area di 25 km dal pozzo Alfina2.....	48
Figura C1.20: Ubicazione degli epicentri di 289 terremoti localizzati da ReMoTa nel periodo giugno 2014-dicembre 2015 (cerchi rossi) e epicentri degli eventi registrati nello stesso periodo di tempo dalla rete sismica nazionale dell'INGV (cerchi blu). I triangoli verdi indicano le stazioni di ReMoTa. Le stelle rosse rappresentano probabili scoppi in cava	49
Figura C1.21: Ubicazione degli epicentri, in alto, e sezioni verticali, in basso, degli eventi sismici registrati da ReMoTa negli sciami di dicembre 2014 (rosso), di marzo 2015 (blu) e di novembre 2015 (verde). Sono anche riportati i meccanismi focali di eventi di dicembre 2014 e in arancio quello relativo all'evento più forte della sismicità di fondo.....	50
Figura C1.22: Istogramma della distribuzione della M_d per gli eventi degli sciami sismici del 2014 e 2015 registrati da ReMoTa.....	51
Figura C1.23: Andamento temporale della magnitudo degli eventi riportati in ISIDe dal 30 maggio al 7 giugno 2016, distinti per area epicentrale: Castel Giorgio (verde), Acquapendente (rosso)	52
Figura C1.24: Ubicazione dei pozzi produttori e re iniettori dei progetti geotermici Castel Giorgio (CG) e Torre Alfina (AP). La linea rossa racchiude l'area di rilevazione prevista nelle nuove Linee Guida del MISE (non ancora ufficiale) entro 5km dai fondi pozzo.....	56
Figura C2.1: Limiti del dominio interno e del dominio esteso di rilevazione (da MISE, novembre 2014) per i progetti geotermici Castel Giorgio-Torre Alfina. È indicata l'ubicazione delle stazioni GPS in continuo della rete nazionale dell'INGV (SACS, MGAB, LATE, MCIV).....	60
Figura C2.2: Ubicazione dei pozzi produttori (CG1, CG2, CG3) e dei pozzi reiniettori (CG14) del progetto Castel Giorgio e dei pozzi produttori (AP1, AP2, AP3) e reiniettori (AP4) del progetto Torre Alfina. I cerchietti gialli indicano il fondo dei pozzi devianti. La linea rossa indica l'involuppo dei raggi di 5 km dal fondo dei pozzi e racchiude l'area di rilevazione secondo le nuove linee guida del MISE (bozza maggio 2016).	61
Figura C2.3: Ubicazione delle stazioni GPS per il monitoraggio dei sistemi geotermici di Castel Giorgio (CG) e di Torre Alfina (AP).	64
Figura C2.4: Esempi di monumentazione geodetica per GPS a doppia frequenza, a sinistra su pilastro di cemento armato, a destra su tripode in acciaio ancorato al suolo.	65
Figura C2.5: Velocità medie nel periodo 2003-2010 da immagini ENVISAT ascendenti, disponibili sul Geoportale Nazionale.	67
Figura C3.1: Ubicazione dei pozzi (verticali e devianti) di produzione e reiniezione previsti nei progetti geotermici Castel Giorgio (CG) e Torre Alfina (AP) e delle sorgenti naturali e pozzi d'acqua della zona elencati nelle Tab. C3.1 e C3.2. La linea rossa è posta a 1 km di distanza dalle opere dei due progetti	74
Figura C3.2: Diagramma Na-K per le Acque degli Acquiferi Vulcanici e Sedimentari della Zona di Torre Alfina (da Frondini et al, 2012).	78
Figura C3.3: Diagramma Li-F per le Acque dell'Altipiano dell'Alfina (da Frondini et al., 2012).	79
Figura C3.4: Ubicazione dei pozzi produttori (CG1, CG2, CG3) e dei pozzi reiniettori (CG14) del progetto Castel Giorgio e dei pozzi produttori (AP1, AP2, AP3) e reiniettori (AP4) del progetto Torre Alfina. In prossimità delle piattaforme sopra elencate verranno perforati i pozzetti per il prelievo idrico durante la perforazione profonda e che verranno poi utilizzati per il monitoraggio piezometrico e chimico della falda (4 pozzetti per il progetto Castel Giorgio e 4 per il progetto Torre Alfina)	80
Figura C6.1: Esempio di caratteristiche di permeabilità del filtro a sacco per trasferimento materiali insilabili	90
Figura C6.2: Distribuzione della concentrazione di H_2S in atmosfera nell'area circostante il pozzo	91

Figura C7.1: Postazione con impianto assemblato (luglio 2010, vista da Sud-Est)	94
Figura C7.2: Postazione allo stato nudo, senza RIG (ottobre 2010, vista da Nord-Est).....	95
Figura C7.3: Area della postazione a ripristino ambientale completato (2014, vista da Sud-Sud-Ovest)	95
Figura C10.1: Stralcio Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio (Capelli et al., 2012) con l'ubicazione dell'area d'intervento.....	104
Figura C10.2: Stralcio PTPR - Tavola B - Beni Paesaggistici.....	109

Indice Figure – Parte Seconda

- Figura 3.1: Mappa idrogeologica di Pagano et al. (2000). Con la linea verde è indicato il limite del bacino idrogeologico	117
- Figura 3.2: Andamento delle linee isopiezometriche della zona Castel Giorgio-Lago di Bolsena (da Consorzio di Bonifica della val di Paglia Superiore in Capelli e Mazza, 2007). La linea nera indica il limite del bacino idrogeologico.....	117
- Figura 3.3: Mappa idrogeologica da Capelli et al. (2005). Le linee gialle indicano i limiti dei bacini idrogeologici.....	118
- Figura 3.4: Carta piezometrica schematica dell'acquifero vulcanico dei Monti Vulsini (da Frondini et al., 2012)	118
- Figura 3.5: Ubicazione dei pozzi produttori (CG1, CG2, CG3) e dei pozzi reiniettori (CG14) del progetto Castel Giorgio e dei pozzi produttori (AP1, AP2, AP3) e reiniettori (AP4) del progetto Torre Alfina. In prossimità delle piattaforme sopra elencate verranno perforati i pozzetti per il prelievo idrico durante la perforazione profonda e che verranno poi utilizzati per il monitoraggio piezometrico e chimico della falda (4 pozzetti per il progetto Castel Giorgio e 4 per il progetto Torre Alfina).	120
- Figura 5.1: Elettrodotto: scavi e fondazione per i pali di sostegno - Schematizzazione.....	124
- Figura 9.1: Planimetria con indicazione dei punti di prelievo	132
- Figura 10.1: Rappresentazione schematica delle tubazioni produttive.....	137
- Figura 10.2: Rappresentazione schematica delle tubazioni di reiniezione	138
- Figura 10.3: Cronoprogramma generale delle attività.....	141
- Figura 10.4: Diagramma di GANTT del cronoprogramma delle attività di allestimento postazione AP1 e perforazione pozzi AP1	141
- Figura 11.1: Ubicazione dei siti dove verranno effettuati i movimenti di terra (piattaforme per pozzi produttori AP1, AP2, AP3; pozzi re iniettori AP4; centrale ORC; condotte di trasporto fluido geotermico	143

INTRODUZIONE

Nel presente documento si riportano le risposte alle Integrazioni richieste dal *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare* relativamente al Procedimento di V.I.A. - Progetto "Impianto Pilota Geotermico denominato Torre Alfina in comune di Acquapendente (VT)" - codice procedura [ID_VIP: 3099].

Le integrazioni sono state richieste con comunicazione della *Direzione Generale per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali* - prot. **DVA- REGISTRO UFFICIALE. U. 0012055.04-05-2016**, in riferimento a n. 2 note della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS, nel dettaglio

- prot. 0001562/CTVA del 29/04/2016 (*in seguito annullata e sostituita*)
- **prot. 0001564/CTVA del 29/04/2016**

Con successiva comunicazione della *Direzione Generale per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali* - prot. **DVA- REGISTRO UFFICIALE. U. 000013455.18-05-2016**, la nota della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS prot 0001562/CTVA viene rivista e corretta dalla seguente:

- **prot. 0001781/CTVA del 13/05/2016**

Nel seguito per ogni capitolo viene riportato il testo integrale delle richieste avanzate (per le quali si mantiene la numerazione originale delle note del CTVA) e vengono fornite le relative risposte.

A) Riguardo al quadro di riferimento programmatico

A1) Verifica Congruenza

Venga ulteriormente verificata e confermata la congruenza del progetto con i quadri programmatici generali e locali, anche alla luce della più recente normativa. Venga inoltre valutato l'impianto e svolta una analisi critica sulla base delle indicazioni, peraltro ancora provvisorie e non ancora adottate, delle linee guida per le attività geotermiche, del MiSE.

Risposta alla richiesta A1

Nulla è mutato nella normativa nazionale, mentre per quanto riguarda la Regione Lazio si fa presente che è stata approvata la Legge n.3 del 21 aprile 2016 (pubblicata sul B.U.R.L. n.32 del 21/04/2016) concernente la "Disciplina in materia di piccole utilizzazioni locali di calore geotermico" che riguarda nello specifico la geotermia a bassa entalpia. Il progetto proposto, pertanto, si mantiene tuttora congruente con i quadri programmatici generali e locali.

Per quanto riguarda, invece, le Linee Guida per le attività geotermiche del MiSE, queste, come giustamente ribadito da codesta Commissione, non sono state ancora adottate. Il proponente ha partecipato all'incontro del 25 maggio 2016 per discutere una bozza delle nuove Linee Guida e ritiene che il progetto proposto sia conforme a quanto ivi indicato. Alcuni argomenti delle nuove Linee Guida saranno discussi nelle risposte alle richieste di integrazione di cui alla parte C1, in particolare in relazione al monitoraggio microsismico.

B) Riguardo al quadro di riferimento progettuale

B1) Costruzioni antisismiche

Il comune di Acquapendente è classificato in Zona Sismica 2 (Ordinanza P.C .M. n. 3519 del 02/05/2006), "in cui possono verificarsi forti terremoti", tuttavia il Proponente non fa esplicito riferimento a criteri di costruzione antisismica nella realizzazione del progetto.

Viene richiesto che il Proponente:

- *di definire il "terremoto di progetto", come il massimo terremoto atteso nella zona e di indicare parametri che lo caratterizzano tenendo anche conto delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei luoghi, (il coefficiente di amplificazione topografica (ST) e di amplificazione stratigrafica (SS) dell'area) al fine di applicare il Decreto ministeriale (infrastrutture) del 14 gennaio 2008 'Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni' (G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008);*

riferendosi al terremoto di progetto, integri o approfondisca lo SIA specificando o definendo:

- *i criteri antisismici da adottare per le strutture da realizzare, nel rispetto delle norme tecniche del DM 14/01/2008;*
- *un'analisi di rischio, nell'ipotesi che il "terremoto di progetto" si dovesse verificare nel corso delle operazioni di perforazione;*
- *un'analisi di rischio per le tubazioni verticali dei pozzi di estrazione ed immissione del fluido geotermico, valutando il rischio di rottura, la conseguente*

contaminazione delle falde acquifere superficiali e dell'ambiente superficiale, inclusa la possibilità di indurre emissioni idrotermali

- *un'analisi di rischio per le tubazioni di superficie che trasportano il fluido geotermico dai pozzi d'estrazione all'impianto ORC e da questo ai pozzi di immissione, facendo anche riferimento alle "Guidelines for the seismic design of oil and gas pipeline systems" della normativa americana.*

Risposta alla richiesta B1

Per l'analisi sismica delle strutture da realizzare nell'ambito del progetto il proponente si è avvalso della collaborazione scientifica del Centro di Ricerca P.LIN.I.V.S., facente capo all'Università Federico II di Napoli, di cui è direttore il prof. Giulio Zuccaro, docente di Scienza delle Costruzioni ed esperto di ingegneria sismica.

La relativa relazione scientifica, alla quale integralmente si rimanda, è stata presentata come Allegato H allo SIA e viene riprodotta come Allegato B1.1 alla presente relazione.

In armonia con il DM 14 gennaio 2008 (G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008), sono stati assunti una vita dell'opera pari a 100 anni e un periodo di riferimento di 200 anni.

Definizione del terremoto di progetto e criteri antisismici

In funzione della posizione geografica delle opere da realizzare (impianto ORC, postazioni dei pozzi AP1, AP2, AP3 e AP14) sono stati valutati i parametri che definiscono l'azione sismica per ciascuno degli stati limite considerati (rif. Allegato B1.1 – Tabella 2).

Come risulta dalla sopracitata *Tabella 2*, l'area presenta una caratteristica sismica uniforme alla quale compete un valore dell'accelerazione al suolo pari a 0,088g e 0,213g per i due stati limite considerati che sono lo Stato Limite di Operatività (SLO) e lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV).

Ai fini della definizione dell'**azione sismica di progetto**, è stato valutato l'effetto del tipo di sottosuolo e delle condizioni geografiche sulla risposta sismica locale.

Dai risultati riportati nella *Tabella B1.3* dell'*Allegato B1.1*, si evince che può essere assunta un'unica azione sismica per classe di sottosuolo per le quattro postazioni e per l'impianto ORC.

Nella stessa Tabella 3 sono riportati anche i valori dei coefficienti:

- di amplificazione stratigrafica, **SS**
- funzione della categoria di sottosuolo, **CC**
- amplificazione topografica, **ST**.

Infine sono stati determinati, sempre per ciascuno dei due stati limite considerati SLO e SLV, gli spettri di risposta elastica per le strutture in elevazione, costituite da ORC e torre dell'impianto di perforazione. A tali spettri si farà riferimento per la determinazione delle azioni sismiche e per la verifica strutturale.

Per le strutture in elevazione sono stati presi in esame l'effetto della "snellezza" della struttura e le sue caratteristiche base di composizione, acciaio nel caso in esame sia per l'ORC che per la torre

dell'impianto di perforazione. La snellezza è stata stimata attraverso il suo periodo proprio di vibrazione.

Tale parametro può comportare un aumento o una diminuzione dell'accelerazione di progetto secondo la legge riportata in *Figura B1.1 dell'Allegato B1.1*. Nel caso specifico la snellezza stimata per le due tipologie di struttura esaminate (torre dell'impianto di perforazione e sistema dei ventilatori per l'ORC) comporta un aumento del valore di accelerazione in accordo ai valori riportati in *Tabella B1.4* dello stesso allegato.

Sono infine stati definiti i criteri che saranno adottati per la verifica alle sollecitazioni sismiche e la normativa da impiegare per la verifica dei sistemi di tubazione verticali (pozzi) e orizzontali (acquedotti). In particolare:

- in *Tabella B1.5 dell'Allegato B1.1* sono riportati i valori di accelerazione per le tubazioni interrato orizzontali (acquedotti);

- in *Tabella B1.6 dell'Allegato B1.1* sono riportati i valori di accelerazione per le tubazioni interrato verticali (pozzi).

Per quanto attiene l'impianto di perforazione e i pozzi la verifica si esaurisce nello stesso *Allegato B1* con i commenti ivi riportati.

Come precisato nell' *Allegato B1.1*, la verifica delle **tubazioni di trasporto** è stata eseguita combinando tutte le condizioni di carico (pressione interna, peso proprio e del terreno, deformazioni imposte dal sisma al terreno, effetto delle curve, attrito del terreno, deformazioni termiche, ...).

La norma per il progetto delle tubazioni interrato, *Guidelines for the seismic design of oil and gas pipelines systems*, a sua volta fa riferimento alle norme ASCE 1984 e ASME B31.1 (vedi *Allegato B1.1, par. Criteri di verifica*). La norma ASME B31.1 definisce il valore massimo accettabile per le strutture nelle condizioni di sollecitazione più sfavorevoli in caso di sisma.

Tenuto conto dei valori di carico sulla tubazione, è certo che nella situazione in esame, la sollecitazione effettiva determinata in accordo alla norma suddetta, rispetto alla sollecitazione massima ammissibile calcolata con il criterio di Von Mises, è caratterizzata da un coefficiente di sicurezza ben superiore a quello minimo previsto dalla norma stessa.

Lo stesso vale per i pozzi.

In effetti, la flessibilità della struttura dei pozzi e delle tubazioni (rapporto tra lunghezza e diametro) è talmente alta per cui queste opere "seguono" senza apprezzabili sollecitazioni le deformazioni del terreno.

Anche in occasione di terremoti recenti, che pure hanno provocato danni alle strutture edilizie di superficie, sia le tubazioni che trasportano metano, peraltro diffusissime anche in Italia, sia i pozzi

di estrazione, non hanno registrato danni di entità apprezzabili (vedi riferimento ad indagini effettuate su Internet *in Allegato B1.1*) neanche nei terremoti di magnitudo molto più alta di quelli massimi registrabili in Italia.

Analisi di rischio nell'ipotesi che il terremoto di Progetto si dovesse verificare nel corso delle operazioni di perforazione.

Il quesito sembra far riferimento a due fattispecie di conseguenze che, almeno a livello ipotetico, potrebbero essere associate a un terremoto: quelle relative all'impianto di perforazione e quelle relative al pozzo. Per semplicità di approccio si analizzano separatamente anche se in realtà, sempre a livello generale, potrebbero teoricamente comprendere una certa interdipendenza che tuttavia manca nel caso del progetto specifico, come risulterà evidente dall'analisi che segue.

Verifica dell'impianto alle sollecitazioni sismiche

L'impianto di perforazione è costituito da una struttura in acciaio appoggiata a terra, geometricamente snella e soggetta a varie combinazioni di carico: peso proprio, peso della batteria di perforazione (aste) o dei casing; queste sono azioni statiche anche se talvolta, in conseguenza di certe anomalie, possono dar luogo a carichi impulsivi verticali.

Le sollecitazioni orizzontali cui può essere soggetto l'impianto possono essere causate dal vento oppure dal terremoto.

Si deve premettere che tutte le attività legate alla perforazione, sia per quanto attiene alla costruzione degli impianti che per la realizzazione della perforazione dei pozzi, sono regolate dalla normativa dell'American Petroleum Institute (API). Essa definisce standard di progettazione e fabbricazione degli impianti, delle teste pozzo, delle aste, così come di ogni altro componente da impiegare nella perforazione dei pozzi.

Per gli impianti di perforazione la API definisce criteri di progetto e, tra questi, individua anche le modalità per resistere a forze orizzontali dovute al vento. L'azione del vento in combinazione con altre azioni dovute alle masse movimentate (essenzialmente tubazioni) impiegate in perforazione o immagazzinate in torre, sono stabilite dalla normativa API spec. 4F.

La norma distingue gli impianti on-shore da quelli off-shore.

Per gli impianti di perforazione on-shore la normativa API prevede un vento di progetto con una velocità di 93Knots (172 Km/ora) senza materiale sul set back oppure altre condizioni di vento associate ad altre condizioni di esercizio dell'impianto (montaggio, perforazione,...).

Questo è lo standard di progettazione valido a livello mondiale e adottato anche dai costruttori italiani. Uno di questi ci ha gentilmente fornito i parametri di progettazione che lo stesso adotta in ottemperanza alla API 4F per il tipo d'impianto che abbiamo previsto di impiegare nel progetto Torre Alfina. A tali parametri facciamo riferimento nelle considerazioni a seguire ma le considerazioni svolte hanno validità anche per tutti gli altri impianti in quanto sono progettati secondo la norma API.

Le sollecitazioni sismiche sono specificamente prese in esame solo per gli impianti offshore che sono ovviamente molto esposti per le modalità di connessione della piattaforma galleggiante al fondo marino oppure per casi di impianto on-shore per i quali è previsto l'impiego in aree geografiche caratterizzate da sollecitazioni sismiche di intensità particolarmente alta. Nel contesto mondiale quest'ultima eventualità è assolutamente inusuale tanto che non siamo a conoscenza, anche attraverso indagini specifiche svolte, di danni subiti da impianti di perforazione a seguito di un sisma.

Per gli impianti di perforazione on-shore le sollecitazioni da vento coprono abbondantemente quelle sismiche, almeno per terremoti dell'intensità che può verificarsi nella maggior parte delle aree sismiche italiane, comprese quelle del progetto.

L'impianto di perforazione analizzato è un HH200 (vedi cap. 4.3.5 del Progetto Definitivo associato allo SIA e con esso trasmesso).

In *Allegato B1.1* è riportata un'analisi di confronto tra le sollecitazioni di progetto dovute al vento, in accordo alla API spec. 4F per un impianto di perforazione HH200, e quelle sismiche dovute all'accelerazione orizzontale del suolo. La componente verticale dell'accelerazione del suolo non produce effetti apprezzabili sulla struttura.

Il calcolo è stato eseguito determinando la sollecitazione del vento nella situazione di esercizio costituita da impianto pronto per la perforazione ma non in perforazione. La velocità del vento che in questo caso la API 4F prevede, è pari a 93Knods (173 Km/ora). L'impianto quindi non è sollecitato dal peso della colonna di aste (o dei casing) e si trova nella combinazione di carico ritenuta più sfavorevole dal punto di vista delle forze orizzontali.

Siccome il sistema meccanico costituito da mast e struttura di sostegno del drilling floor è monolitico, in tale situazione è stata ricavata l'accelerazione sismica in grado di esercitare le stesse forze orizzontali del vento previsto dalla norma API 4F. Tale accelerazione è stata infine confrontata con quella del terremoto di progetto.

I dati di calcolo relativi all'azione del vento sul mast sono stati forniti dal costruttore dell'impianto HH200 di cui è previsto l'impiego nella perforazione almeno dei pozzi reiniettivi: *DRILLMEC S.p.A. - Trevi Group, Via 1° Maggio 12 – Casoni di Podenzano, 29027 Piacenza (PC)*.

Il calcolo della spinta del vento viene eseguito considerando che esso spiri in due direzioni ortogonali, x e y, in accordo alla *Figura B1.3*.

La forza risultante associata alle due direzioni principali del vento e fornite da DRILLMEC spa, risulta pari a:

$F_x = 248,1$ KN agente a circa 8,9 m da terra
 $F_y = 287,6$ KN agente a circa 9,95 m da terra.

Il peso complessivo dell'impianto è di circa 1000 KN pertanto le azioni dovute al vento possono essere assimilate all'azione di un terremoto avente un'accelerazione del suolo pari a 0,25.g in direzione x e un'accelerazione di circa 0,29.g in direzione y.

Dall'analisi riportata in *Allegato B1.1* emerge che lo stato limite di operatività dell'impianto di perforazione è assicurato con un margine molto ampio nei riguardi dell'elemento strutturale più sollecitato dell'impianto. In particolare, il rapporto tra accelerazione equivalente di progetto (0,29.g) e quella sismica (0,13.g) è circa 2,2.

Se si tiene conto che le norme AISC (American Institute of Steel Construction) e API 4F per la verifica dei componenti strutturali dell'impianto di perforazione, prevedono per l'elemento strutturale più sollecitato un coefficiente minimo di sicurezza pari a 1,5 rispetto al valore dello snervamento minimo dell'acciaio impiegato, il coefficiente di sicurezza rispetto al sisma SLO è stimabile in 3,3.

Inoltre, se si identifica in via cautelativa lo stato SLV con la condizione di raggiungimento della sollecitazione massima nell'elemento strutturale più sollecitato, la sollecitazione prodotta dall'accelerazione equivalente di progetto, il coefficiente di sicurezza nei riguardi di tale stato vale **almeno 1,5**.

Quindi l'impianto è in grado di resistere ampiamente alle sollecitazioni sismiche in linea con il dato statistico che, a livello mondiale, non risultano notizie di danni subiti da impianti di perforazione in conseguenza di terremoti (*Allegato B1.1*).

Effetti sui pozzi per interruzione brusca della perforazione

Nel seguito si prende in esame lo stato dei pozzi per comprendere se possa esistere, indipendentemente dalle condizioni dell'impianto di perforazione, uno stato "pericoloso" dei pozzi del campo geotermico di Torre Alfina durante la perforazione qualora si manifestasse un sisma con intensità pari a quella di progetto o comunque, in generale, avvenisse un'interruzione brusca dell'attività impiantistica.

Occorre considerare che l'impianto di perforazione è dotato di un sistema di sicurezza che comprende vari Blow Out Preventer (BOP) in grado di operare la chiusura del pozzo in tutte le situazioni di perforazione. Il sistema di azionamento dei BOP è del tutto indipendente dai motori e componenti di quelle parti dell'impianto che potrebbero essere interessati da danneggiamento in caso di terremoto, cioè mast, sottostruttura, lifting system ecc. ovvero gli elementi e componenti posti in elevazione. I componenti posti a piano terra (pompe, generatori, vasche fango, ecc) hanno una distribuzione di massa che li rende pressoché non vulnerabili al terremoto. Tra questi ultimi vi è anche la centralina di comando dei BOP e i BOP stessi. La centralina di azionamento dei BOP ha un sistema di energizzazione indipendente da quello del RIG in modo che anche in caso di guasto dell'impianto elettrico normalmente impiegato per mantenere in pressione il complesso di bombole contenenti azoto che permettono la chiusura dei singoli BOP, il sistema di chiusura sia comunque in grado di operare. Esso è infatti progettato per operare con altissima affidabilità anche in caso di ritrovamento improvviso di sacche di fluido ad alta pressione, cosa frequente nella ricerca di idrocarburi. Inoltre la centralina di comando BOP è ubicata in zona lontana dal

pozzo, sicuramente fuori dall'eventuale caduta di masse minori presenti sul piano di lavoro dell'impianto. Quindi in caso di sisma la chiusura può sempre essere operata in sicurezza in ogni situazione di perforazione.

Dal punto di vista temporale la chiusura del pozzo per la relativa messa in sicurezza richiede solo il tempo di interrompere la rotazione delle aste e attivare la chiusura del BOP anulare, operazioni che possono di fatto essere considerate realizzabili simultaneamente. Il tempo richiesto per la chiusura completa del BOP è inferiore a 30 secondi.

Verifica alle sollecitazioni sismiche della testa pozzo e del sistema dei BOP

Dal momento che il sistema dei BOP è indipendente anche meccanicamente dal mast, sottostruttura, filler dell'impianto di sollevamento, si è proceduto anche a verificare l'ammissibilità delle sollecitazioni esercitate dal sistema dei BOP sulla propria struttura di sostegno costituita dal casing su cui la testa pozzo è assemblata mediante una flangia.

A tale scopo è stata presa a riferimento la testa pozzo di perforazione di Fig. B1.1 seguente. Lo schema è quello già indicato nella Fig. 4.3a del Progetto Definitivo ma è stato *integrato* per completezza con una valvola a saracinesca che, in alcune fasi, potrebbe essere presente.

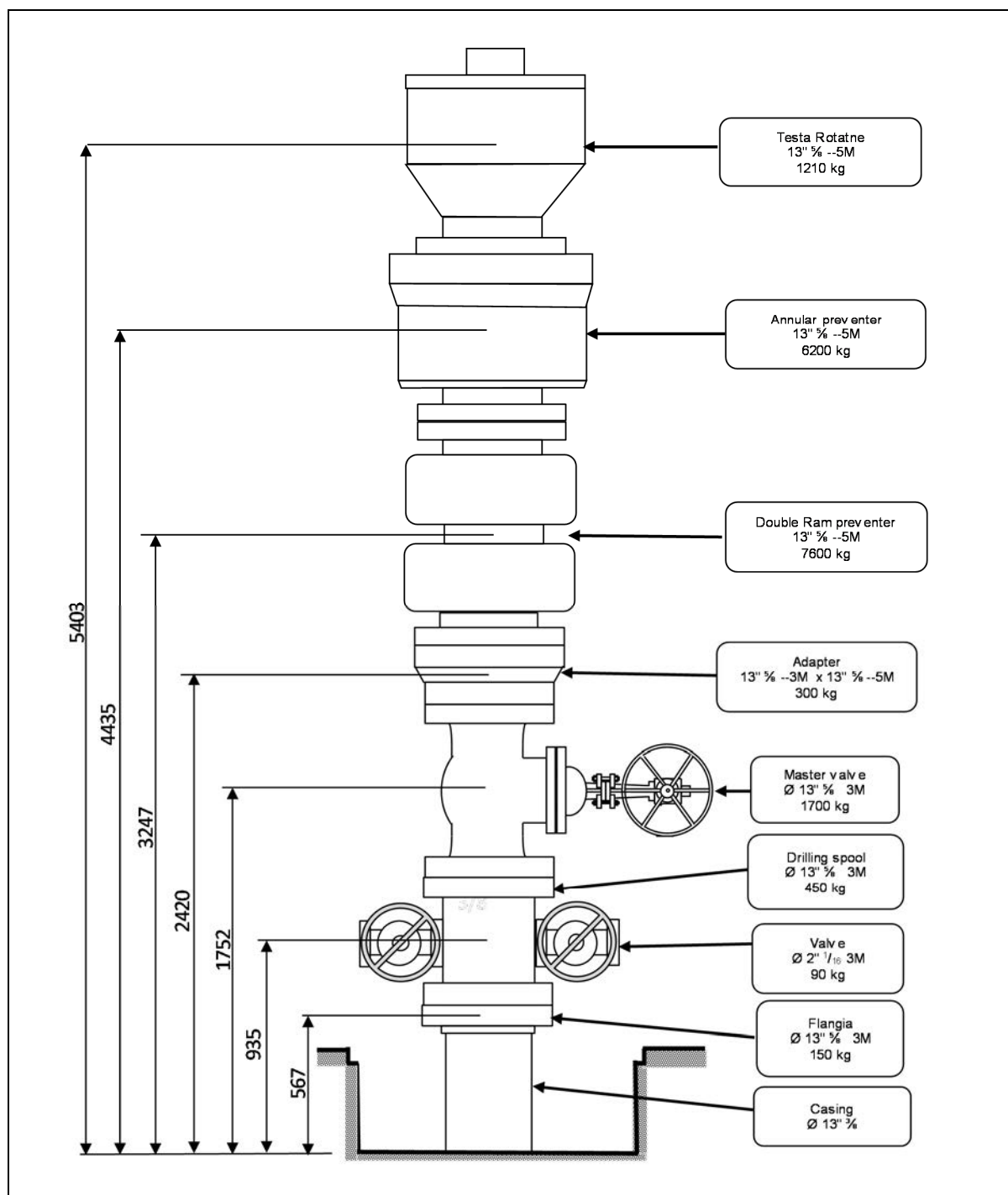


Figura B1.1: Testa pozzo di perforazione e distribuzione geometrica delle masse

Il sistema strutturale di testa pozzo ha una permanenza in campo breve, certamente molto inferiore alla vita nominale stabilita al par. 2.4.1, nota 1, del DM 14 gennaio 2008. Per la verifica sismica si possono applicare i criteri previsti per le costruzioni in acciaio come è stato fatto per il mast oppure si può applicare alla struttura dei BOP l'accelerazione del suolo prevista per il terremoto di progetto, sempre considerando il sistema dei BOP come un sistema monolitico di masse disposte come in Fig. B1.1. La massa complessiva è pari a 17500kg (*) con baricentro situato a circa 3,61m dal fondo cantina.

Il primo criterio si basa sulla determinazione del periodo proprio di oscillazione della massa della testa pozzo e, sulla base di questo, dell'accelerazione sismica, attraverso il grafico di Fig. B1.2. Il periodo del primo modo di oscillazione viene determinato considerando in via cautelativa la massa dell'intera testa pozzo concentrata sul casing che è l'elemento elastico che la supporta. Tale stima del primo periodo è cautelativa perché fornisce un valore inferiore a quello effettivo in quanto non mette in conto l'effetto dovuto al momento d'inerzia di massa rispetto al punto di oscillazione della struttura di testa pozzo. L'accelerazione orizzontale ricavata dal grafico di Fig. B1.2, con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), risulta di conseguenza avere un valore di circa 0,3g che per la forma del grafico e per il modo di calcolo del periodo di oscillazione, è un valore superiore a quello reale.

L'accelerazione del suolo, con riferimento allo Stato SLV, risulta invece 0,213g.

In via cautelativa è stata quindi verificata la struttura di sostegno della testa pozzo con riferimento alle sollecitazioni indotte dall'accelerazione 0,3g. Essa dà luogo a una sollecitazione massima sul casing di sostegno di $19,1\text{kg/mm}^2$, pari a 1,95Mpa dovuta al momento flettente dell'azione sismica orizzontale sulla sezione circolare del casing. La sollecitazione di "taglio" sulla stessa è invece trascurabile a tutti gli effetti.

Dal momento che l'acciaio previsto per il casing è un API N80 (in accordo alla norma dell'American Petroleum Institute), quindi caratterizzato da un valore minimo di snervamento di 80Ksi, pari a 56kg/mm^2 , la struttura di sostegno della testa pozzo risulta verificata con un grado di sicurezza superiore a 3,4.

Implementazione delle verifica sismica della centrale con recepimento delle norme della Regione Lazio

Ad integrazione dell'analisi sismica riportata in Allegato B1.1 (Allegato H al SIA), in fase di progettazione esecutiva sarà eseguita una rilevazione geognostica ai sensi del D.M. 14.01.2008 e successiva Circolare Min. n. 617/09, nonché della normativa sismica della regione Lazio, D.G.R. Lazio n. 387/09 e ss.mm.ii. e D.G.R. Lazio 835/09, che ha definito Acquapendente zona sismica di 2^a categoria – sottozona "B" e pertanto ha imposto l'osservanza dell'art. 93 del D.P.R. 380/01.

Il piano di indagini verrà predisposto sulla base della classe di Rischio Geologico introdotta dal Regolamento Regionale 07.02.2012 n. 2 di cui alla D.G.R. Lazio n. 10/2012.

Conformemente a quanto introdotto con la D.G.R. Lazio n. 489 del 17.10.2012, verrà eseguita un'analisi della Risposta Sismica Locale (RSL) per il sito in esame, sulla base della tipologia degli interventi in progetto e della relativa Classe d'uso che, nella fattispecie, è già stata assunta come corrispondente alla 4.

L'azione di progetto sarà determinata considerando la categoria di sottosuolo ricavata dall'elaborazione dei dati ottenuti dalle indagini geognostiche eseguite ai sensi di O.P.C.M. n.3274/2003 e ss. mm. ii., D.M. 14.01.2008 (NTC2008) e ss. mm. ii., D.G.R. Lazio n. 387/2009 e ss.

mm. ii., D.G.R. Lazio n. 545/2010 e ss.mm. ii. e D.G.R. Lazio n. 489/2012, con i risultati dell'analisi della Risposta Sismica Locale (RSL) per il sito in esame.

Rischi connessi ai pozzi e alle tubazioni di trasporto in esercizio

Pozzi: verifica strutturale alle sollecitazioni sismiche

In *Allegato B1.1* è riportato il criterio di progetto e i limiti delle sollecitazioni previsti dalle normative applicabili al caso delle tubazioni di trasporto del fluido geotermico e analogamente per i pozzi.

Allo scopo di mettere in evidenza il grado di cautela che permea il progetto si premettono le seguenti considerazioni.

Dal punto di vista morfologico-strutturale nell'intera area riguardante le opere del progetto non vi è presenza di discontinuità quali scarpate, zone in frana, faglie capaci. Se il percorso degli acquedotti o gli stessi pozzi interessassero scarpate, zone in frana, faglie capaci queste potrebbero costituire elementi di criticità che potrebbero dar luogo a sollecitazioni sulla struttura delle opere non facilmente identificabili anche ai fini della verifica strutturale.

Così non è. L'intera zona è caratterizzata da depositi vulcanici ad andamento molto regolare. La sola zona di faglia accertata è quella delle Solfanare dove sono presenti emissioni naturali di gas poco a sud del paese di Torre Alfina e che dista comunque circa 1km dalla struttura più vicina del progetto (postazione AP1).

In questo ambito le prospezioni di flusso di CO₂ dal suolo eseguite dall'INGV per conto del proponente (vedi *Allegati I e L dello SIA*) hanno escluso la presenza di altre faglie che mettano in comunicazione il serbatoio geotermico con la superficie.

Sono quindi da escludere sollecitazioni dovute a fenomeni di cedimento del terreno comunque causati e che potrebbero subire un'amplificazione per cause sismiche.

Inoltre, le caratteristiche geologiche delle formazioni superficiali e la collocazione profonda delle falde acquifere comunque classificabili permettono di escludere categoricamente la possibilità che si verifichino i cosiddetti fenomeni di "liquefazione del terreno" causati da terremoti.

Le sollecitazioni di natura sismica sono quindi riconducibili alla sola differenza di massa e di elasticità dei materiali (terreni e tubazioni in acciaio) che possono comunque essere efficacemente valutate con tecniche ordinarie di calcolo strutturale mediante simulazione agli elementi finiti.

Ciò premesso, nel seguito sono descritti i criteri e le norme di verifica delle strutture lineari costituite dalle tubazioni interrate di trasporto del fluido geotermico.

Non esiste una norma specifica di calcolo per le tubazioni dei pozzi, se non per quanto attiene le sollecitazioni sui casing da pressione interna e esterna e da variazioni di temperatura del fluido

nelle varie fasi di lavoro: montaggio, cementazione, esercizio. Tutto ciò in accordo, come al solito, alla normativa API che prevede nelle varie condizioni di carico la verifica con il criterio delle sollecitazioni ammissibili ad esempio secondo Von Mises o un criterio equivalente. Per cui saranno estesi ai pozzi gli stessi criteri di verifica alle sollecitazioni sismiche usati per le tubazioni orizzontali in accordo a (vedi Allegato B1.1):

- Guidelines for the Seismic Design of Oil and Gas Pipeline Systems prepared by the American Society of Civil Engineers
- Code for Pressure Piping, Section on Power Piping prepared by the American Society of Mechanical Engineers.

Per le tubazioni dei pozzi, già calcolate nel rispetto della metodologia API, saranno adottati gli stessi criteri di calcolo delle sollecitazioni sismiche e di verifica strutturale previsti per le tubazioni orizzontali. Per i casing, di fatto, questa costituisce una doppia verifica strutturale.

Tenuto conto del valore relativamente basso della pressione interna che sollecita le tubazioni orizzontali e quelle dei pozzi, anche le sollecitazioni sismiche in combinazione con le rimanenti sollecitazioni risulteranno verificate con un grado di sicurezza ben più alto di quello limite previsto dalla normativa in applicazione dell'equazione (8) di Allegato B1.1.

B2) Incrostazioni

Venga approfondito, se presente, il problema delle incrostazioni facendo riferimento anche alla presenza eventuale di altri minerali oltre la silice, compresa la fase di reiniezione.

Risposta alla richiesta B2

La possibile formazione di incrostazioni riguarda due tipologie di sali:

- i sali di calcio;
- la silice amorfa.

Possibili incrostazioni da sali di calcio

L'esigenza di impedire la formazione di incrostazioni di carbonato di calcio ha origine dal fatto che l'acqua del serbatoio geotermico di Torre Alfina contiene 5000ppm di sali tra i quali il bicarbonato di calcio in quantità che può raggiungere circa 240mg/litro (si veda in proposito lo SIA, cap. 3.1.3.1). Nell'acqua è inoltre presente gas disciolto, prevalentemente CO₂. Se si manifesta una riduzione di pressione del fluido tale da dar luogo a liberazione di CO₂, il pH dell'acqua si innalza rispetto al valore iniziale dando luogo alla precipitazione di carbonato di calcio. La cinetica di questa reazione è stata descritta nel capitolo 3.1.3.1 dello SIA al quale si rimanda per maggiori dettagli.

Nello stesso capitolo viene descritta anche la tecnologia impiegata per impedire che i sali di calcio, una volta formati, diano luogo a adesione alle pareti delle tubazioni, cioè alle cosiddette incrostazioni. Le metodologie per prevenirle sono almeno due. Una prevede di mantenere il fluido in pressione lungo tutto il suo percorso così da impedire la formazione di bolle di CO₂. Questa tecnica è stata prevista nel progetto geotermico pilota Castel Giorgio e si basa sull'estrazione di acqua geotermica mediante pompe sommerse sostenute da un tubing attraverso il quale si prevede di convogliare l'acqua estratta dal serbatoio dai pozzi produttivi negli acquedotti e, attraverso questi, alla centrale ORC poi fino ai pozzi reiniettivi. Queste pompe mantengono, lungo l'intero percorso, l'acqua ad un livello di pressione tale da impedire la formazione di bolle di gas.

Nel caso di Torre Alfina, invece delle pompe, l'estrazione del fluido è stata prevista mediante semplice autoproduzione dei pozzi, con innesco provocato con opportune tecniche di gas lifting. Il fluido estratto dai pozzi produttivi in questo caso non è acqua come a Castel Giorgio ma una miscela bifase costituita da acqua, vapore e gas (CO₂). In queste condizioni ha luogo la reazione descritta nel capitolo 3.1.3.1 dello SIA e accennata sopra e pertanto si pone l'esigenza di impedire la formazione di incrostazioni di carbonato di calcio nelle pareti dei condotti, ovvero i casing dei pozzi produttivi, gli acquedotti, gli scambiatori di calore in centrale e nei pozzi reiniettivi.

La tecnica adottata prevede l'iniezione di un inibitore di incrostazione nei pozzi di produzione con modalità tali per cui venga impedita la formazione di depositi solidi (scaling) lungo tutto il percorso del fluido. L'iniezione dell'inibitore avviene nei pozzi produttivi al di sotto della zona dove inizia il flash. Si ripete che l'inibitore non impedisce la formazione del sale di calcio (di bassissima solubilità), però impedisce che il precipitato salino aderisca alle tubazioni e quindi dia luogo alla progressiva occlusione delle stesse.

Nello SIA l'argomento è stato trattato nei cap. 3.3.5 e 3.3.5.1. Alcuni schemi di rappresentazione dei piccoli impianti di iniezione dell'inibitore sono riportati nelle figure 3.3.5b e 3.4.2b dello SIA.

Sia il dispositivo di innesco dei pozzi con gas lift mediante azoto, sia il dispositivo di pompaggio dell'inibitore prevedono l'iniezione in pozzo; dal punto di vista tecnico sarà utilizzato lo stesso dispositivo di iniezione costituito da un tubing di piccolo diametro, circa 12-14mm, attraverso il quale sarà iniettato l'azoto per provocare il gas lift. Immediatamente dopo l'innesco del pozzo, lo stesso tubing sarà impiegato per l'iniezione dell'inibitore. Nella Fig. B2.1 seguente è riportato lo schema di pompaggio del gas e dell'inibitore mediante un tubing che attraversa la testa pozzo e scende fino in profondità.

In fase di progettazione esecutiva potrà essere decisa una piccola variante di natura strettamente operativa, in relazione alla disponibilità sul mercato di materiali e servizi. Potrà cioè essere utilizzato un tubing per l'iniezione del gas per l'innesco della produzione diverso da quello per l'iniezione dell'inibitore. Concettualmente non cambia nulla rispetto a quanto detto sopra; l'unica differenza sarebbe il diametro dei tubing utilizzati: quello per il gas sarebbe circa 1", quello per l'inibitore di soli 5-6 mm. Ovviamente anche i dispositivi di tenuta a testa pozzo avrebbero nei due casi caratteristiche geometriche diverse per adeguarsi alla diversa geometria dei tubi.

Possibili incrostazioni da silice

Il problema della silice assume un ruolo minore rispetto alla calcite, perché le condizioni di lavoro del fluido geotermico consentono di evitare il deposito di questo sale.

Infatti, dall'analisi riportata nel cap. 3.1.3.2 dello SIA, risulta che la temperatura di lavoro del fluido geotermico, dalla produzione alla reiniezione, rimarrà sempre al di sopra della temperatura di precipitazione della silice.

Da questo punto di vista il sistema può quindi considerarsi semplicemente "auto protetto".

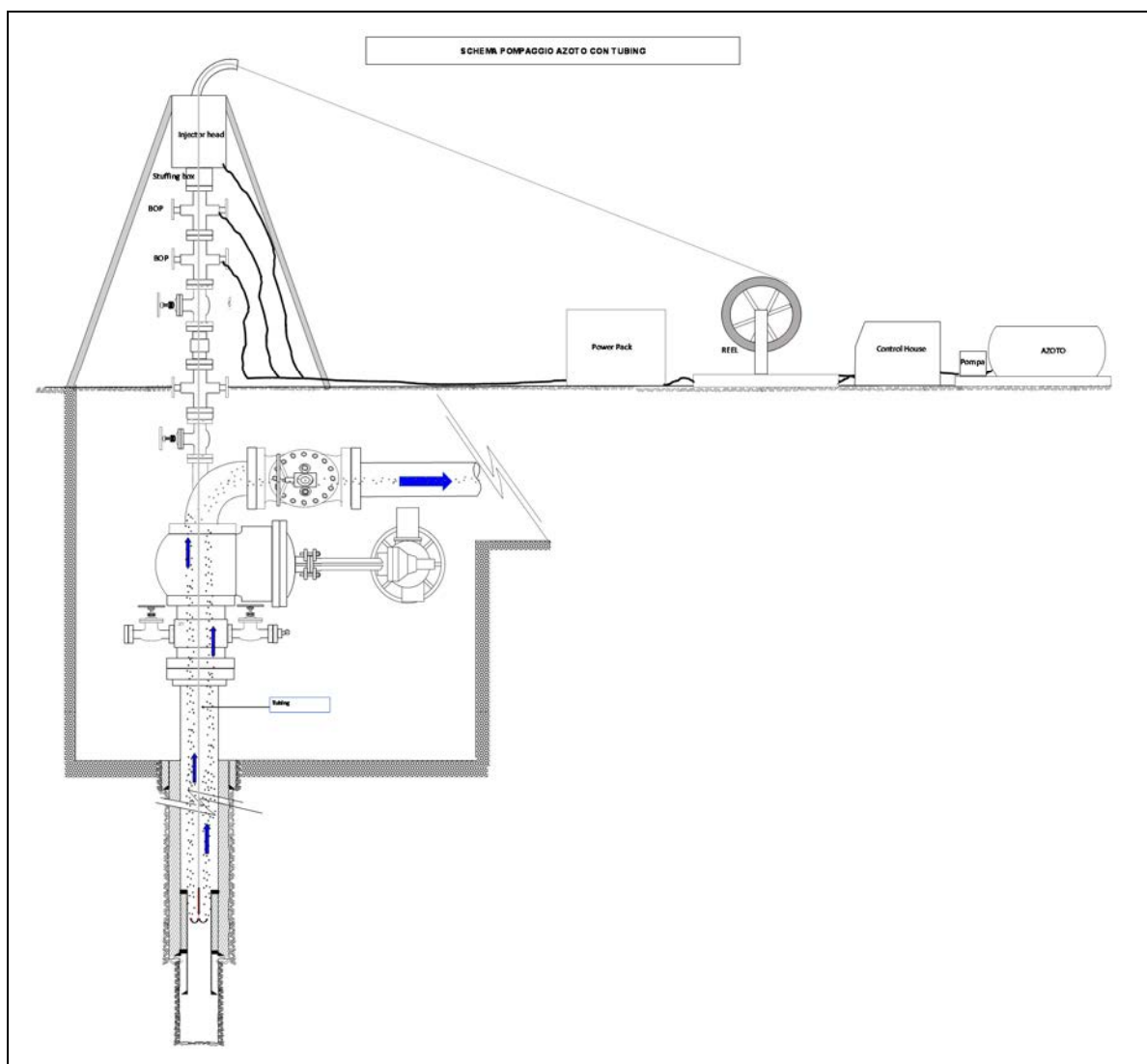


Figura B2.1: Schema dell'impianto di iniezione in pozzo del gas in fase di gas lifting e della soluzione contenente l'inibitore di incrostazione

B3) Fanghi di perforazione

Vengano ulteriormente dettagliate le caratteristiche dei fanghi, con particolare riferimento agli additivi che saranno utilizzati, considerando l'insieme di attività nelle quali vengono utilizzati e la loro destinazione finale dopo l'utilizzo.

Risposta alla richiesta B3

Nello SIA, cap. 3.3.3, vengono descritte le principali funzioni del fango di perforazione la cui composizione varia considerevolmente con la profondità del foro (come descritto nel cap. 3.3.3.6).

Il fango tende ad interagire con le rocce della formazione attraversata, pertanto la sua composizione deve variare in funzione delle caratteristiche geologiche delle rocce stesse. Allo stesso modo può interagire con i fluidi in esse contenuti, pertanto si pone l'esigenza di proteggere le falde attraversate.

Con i pozzi del progetto Torre Alfina si prevede di attraversare le formazioni vulcaniche superficiali (i primi 80-100 metri) che ospitano una falda acquifera che verrà isolata totalmente con il primo casing di diametro 24"1/2 completamente cementato. Fino alla completa installazione di questo casing la falda potrebbe interagire con il fango e pertanto il foro verrà perforato con un fango assolutamente privo di prodotti tossici.

La composizione prevista per questo fango è dettagliatamente descritta nel cap. 3.3.3.6 dello SIA; si prevede di impiegare esclusivamente prodotti talmente atossici da risultare idonei anche per usi alimentari: bentonite, carbossi-metil-cellulosa, bicarbonato di sodio. Le relative schede di sicurezza sono riportate in Allegato O dello SIA.

Come descritto nel Progetto Definitivo e nello SIA, è stato previsto di impiegare lo stesso fango *anche* per la perforazione del foro successivo fino alla posa e cementazione del casing 18"5/8.

Solo dopo che sia stato installato e cementato anche il secondo casing, di diametro 18"5/8 (si tenga conto che le caratteristiche delle rocce attraversate vengono costantemente accertate attraverso l'analisi dei detriti), potrebbe risultare necessario impiegare anche additivi non compatibili con la falda acquifera, utili per stabilizzare il fango.

La necessità di additivare il fango diversamente dalla prima fase di perforazione potrebbe nascere dal fatto che a queste profondità la temperatura delle rocce potrebbe aver raggiunto valori tali da alterare le caratteristiche reologiche del fango (viscosità e gelificazione, oltre alla percentuale di acqua allo stato libero) che diventerebbe pertanto meno idoneo per il trasporto dei detriti di perforazione prodotti dallo scalpello e per la stabilizzazione delle pareti del foro.

Le rocce attraversate al di sotto della profondità di circa 100m sono costituite da flysch ad elevato contenuto argilloso e quindi molto impermeabile come dettagliatamente descritto nell'Allegato 1 al Progetto Definitivo (Relazione Geologica e Modello Geotermico) e come è comprovato dalle numerose perforazioni realizzate dall'ENEL negli anni '70 e '80. Pertanto, una volta isolate le vulcaniti che ospitano l'acquifero superficiale (peraltro spesso caratterizzato da elevata concentrazione di ioni che lo rendono non idoneo all'impiego idropotabile) con due casing concentrici entrambi cementati, il rischio di interferenza tra le acque di falda e il fango presente nel pozzo, diventa praticamente nullo. Lo stesso vale ovviamente quando nel pozzo circolerà fluido geotermico.

Nella tabella B3.1 è descritta la composizione dei fanghi che si prevede di impiegare da piano campagna fino a 350m e da 350m fino a 600m dove mediamente è previsto il contatto con il serbatoio carbonatico.

E' comunque probabile che lo stesso fango dei primi 350 metri sia impiegabile per la perforazione dell'intero tratto di rocce flyshoidi, pertanto la diversa additivazione prevista per il tratto 350-600m è da considerare come una possibilità di riserva.

FASE: da 0 m a 350 m			
Nome Commerciale Prodotto	Tipo Prodotto	Azione	Concentrazione
Bentonite	Argilla	Viscosizzante principale	60 ÷ 70 kg/m ³
Soda Ash	Bicarbonato di sodio	Alcalinizzante	1 ÷ 2 kg/m ³
CMC HV S	Carbossimetilcellulosa	Viscosizzante secondario	1 ÷ 2 kg/m ³

FASE: da 350 m a 600 m			
Nome Commerciale Prodotto (esempio)	Tipo Prodotto	Azione	Concentrazione
Bentonite	Argilla	Viscosizzante principale	20 ÷ 30 kg/m ³
Soda caustica	Soda caustica	Alcalinizzante	1 ÷ 2 kg/m ³
Avalig NE	Umalite	Disperdente e riduttore filtrato	1 ÷ 2 kg/m ³
Avasil	Base siliconica	Antischiuma	0,5 l/m ³

TABELLA B3.1: Composizione dei fanghi nelle due fasi di perforazione 0-350m e 350-600m

Per quanto riguarda il rischio di contaminazione del terreno interessato dalla postazione di sonda, si ricorda che la preparazione e circolazione del fango avviene in un sistema chiuso di tubazioni e vasche che ne impediscono ogni possibile contatto con il suolo. Inoltre l'intera superficie della postazione interessata da queste strutture e dalla perdita potenziale di fluidi inquinanti è realizzata in modo da evitare qualsiasi contatto di questi prodotti con il terreno. Per un esame di dettaglio della protezione del terreno si rimanda alla descrizione del progetto delle postazioni di sonda, cap. 4.3.5.6 del Progetto Definitivo.

Si sottolinea inoltre che il progetto di protezione del terreno su cui è edificata la postazione di sonda, non costituisce un prototipo ma risponde ad uno standard oramai sperimentato da molti anni soprattutto in geotermia, e pertanto da considerarsi estremamente affidabile.

Le schede di sicurezza dei prodotti indicati nella precedente Tabella B3.1 sono riportate in Allegato O allo SIA e riguardano:

- Bentonite;
- CMC;
- Lignosulfonato;
- Carbonato di sodio;
- Soda caustica.

A integrazione dei dati di Allegato O sopra citato, in Allegato B3.1, sono riportate anche le schede di sicurezza dei seguenti prodotti:

- Bicarbonato di sodio per il controllo del pH, che potrebbe essere impiegato in alternativa al carbonato di sodio;
- Umalite (AVALIG NE);
- AVASIL.

E' da sottolineare che tutti questi prodotti per la preparazione del fango, inclusi gli additivi per la perforazione delle formazioni più calde, sono quelli di ultima generazione e sono privi di cromo esavalente, un elemento che notoriamente avrebbe impatti sull'ambiente. Questa scelta, oltre a diminuire drasticamente le conseguenze in caso di perdita accidentale di fango, semplifica molto anche le modalità di smaltimento dei residui.

Destinazione finale dei residui di perforazione contenenti detriti, bentonite e additivi per fango

Con riferimento al D.Lgs. 152/2008 e s.m.i., e all'aggiornamento dei codici CER approvato dalla Commissione Europea in data 18 Dicembre 2014 (Regolamento U.E. n. 1357) i residui costituiti da detrito di perforazione e fango, sono definiti ***"Rifiuti derivanti da prospezione, nonché dal trattamento fisico o chimico dei minerali"*** e a questo "gruppo" viene attribuito il codice **01**.

Il sottogruppo codice **05** comprende ***"fanghi di perforazione ed altri rifiuti di perforazione"*** che, a sua volta, è suddiviso in altri sotto codici che sono:

- 01 05 04 relativo a "fanghi e rifiuti di perforazione di pozzi per acque dolci"
- 01 05 05 relativo "fanghi di perforazione e rifiuti contenenti petrolio"
- 01 05 06 relativo a "fanghi di perforazione ed altri rifiuti di perforazione contenenti sostanze pericolose"
- 01 05 07 relativo a "fanghi di perforazione ed altri rifiuti di perforazione contenenti barite diversi da quelli di cui alle voci 01.05.05 e 01.05.06".

I fanghi che si prevede di utilizzare corrispondono al codice:

- 01 05 04 relativo a "fanghi e rifiuti di perforazione di pozzi per acque dolci", nel caso della perforazione dei pozzetti per prelievo idrico;

oppure al codice:

- 01 05 07 relativo a "fanghi di perforazione ed altri rifiuti di perforazione contenenti barite diversi da quelli di cui alle voci 01.05.05 e 01.05.06" nel caso della perforazione dei pozzi geotermici.

Infatti l'uso dei fanghi ad olio è previsto solo in certi pozzi per la ricerca di idrocarburi mentre i fanghi per uso in geotermia sono strettamente quelli descritti in precedenza e in prevalenza, se non nella totalità, sono costituiti da prodotti assolutamente atossici.

Esplicitando più in dettaglio la procedura di gestione dei residui del fango (indicata nello SIA, cap. 3.3.3.10), prevede, come prima azione, il campionamento e l'analisi chimica dei residui (detriti e fango) per caratterizzare il prodotto identificandone il codice CER in accordo al D.Lgs. 152/2008 e s.m.i.

Una volta che il campione del rifiuto è stato caratterizzato potrà iniziare il prelievo e ritiro da parte di un intermediario (vedi art. 188 del D.Lgs. 152 citato) che lo tratterà nel rispetto degli artt. 177 e 179 dello stesso D.Lgs. Il trattamento potrà essere di inertizzazione con destinazione al riutilizzo o, in funzione delle sue caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche, conferito in una discarica autorizzata.

Il rifiuto disponibile allo stato “palabile” sarà prelevato mediante escavatore e trasportato con autocarri muniti di cassoni stagni.

Il rifiuto non palabile sarà prelevato mediante autobotte munita di auto spurgo e trasportato come liquido o sostanza ad esso assimilabile fisicamente.

Per completezza si ricorda che tutti i mezzi impiegati nei trasporti dei rifiuti sono autorizzati e rispondono ciascuno ad una precisa omologazione.

Inoltre, è ovviamente previsto che l'intero ciclo sia svolto nel rispetto del D.Lgs. 152 citato e pertanto la tracciabilità di ogni carico trasportato dal cantiere di produzione del rifiuto al centro di trattamento sarà assicurata con la compilazione degli appositi formulari previsti dal D.Lgs. citato recanti timbro e firma di ciascuno degli attori coinvolti: produttore, trasportatore, centro di trattamento.

Una volta che il rifiuto sia stato consegnato dal produttore (cantiere) al trasportatore la responsabilità della sua gestione passa interamente in capo a quest'ultimo e, successivamente, in modo analogo, passa al gestore del centro di trattamento destinatario del rifiuto.

La documentazione che garantisce la tracciabilità del ciclo resterà a disposizione delle autorità per cinque anni. Essa consiste in Registri di carico e scarico del rifiuto, e nella modulistica standard con la quale si certifica lo scambio dei prodotti tra produttore – trasportatore – destinatario/intermediario ricevente.

Da un punto di vista amministrativo, la figura del produttore potrà essere identificata con il titolare (l'Operatore Minerario titolare del Permesso di Ricerca) oppure con il contrattista di perforazione, cioè con la figura organizzativa che “materialmente” produce il rifiuto. La scelta dipenderà da scelte contrattuali ma nulla cambia ai fini realizzazione del rispetto della procedura di cui sopra.

Si sottolinea infine che la certificazione della rispondenza al codice CER 01 05 07 con la quale viene caratterizzato il rifiuto, potrà essere ripetuta per garantire la costanza delle caratteristiche.

Di solito, nel caso di costanza delle caratteristiche del fango impiegato, come nel caso in esame, la caratterizzazione può essere ripetuta in presenza di una modifica della formazione geologica perforata ritenuta “significativa” agli effetti del suo potenziale effetto contaminante, come nel caso, ad esempio, nella perforazione per ricerca di idrocarburi.

Con le formazioni geologiche presenti nel campo di Torre Alfina questo problema non esiste; tuttavia si prevede di eseguire almeno un'altra caratterizzazione chimica del prodotto.

B4) Tubazioni

In relazione al sistema di tubature di conduzione del fluido dai pozzi di prelievo all'impianto e da questo ai pozzi di reiniezione, complessivamente circa 4.000 metri, si richiede una descrizione di maggiore dettaglio, con riferimenti effettivi alla reale ubicazione delle infrastrutture, approfondendo in particolare le stratigrafie interessate, le modalità di scavo e di reinterro e le interferenze con le falde; inoltre chiede di esplicitare:

- *modalità di scortico del terreno superficiale, di deposito e conservazione dello stesso, e di reinterro volto al ripristino della stratificazione originaria e alla conservazione del carattere pedologico dell'area;*
- *gli accorgimenti che si intendono adottare per mantenere un livello di permeabilità, orizzontale e verticale, equivalente a quello preesistente, evitando le canalizzazioni parallele all'asse delle tubazioni e/o effetti barriera in direzione ortogonale;*
- *le modalità di scavo, di posa e di protezione del tubo in corrispondenza di eventuali interferenze con corpi idrici superficiali e di infrastrutture;*
- *le interferenze delle tubazioni, se presenti, con aree vincolate da specifiche destinazioni d'uso e con aree a rischio idrogeologico (PAI) indicando le modalità di messa in opera in presenza di queste interferenze.*

Risposta alla richiesta B4

Il tracciato complessivo si svilupperà su poco meno di 3000 metri e comporterà movimenti terra per circa 8000 mc.

Lo scortico del terreno consisterà nell'asportazione di uno strato superficiale del terreno vegetale (max. 0.40 metri), eseguito con mezzi meccanici; si avrà l'accortezza di preservare le zolle, in modo da mantenerne, per quanto possibile, l'integrità tessiturale e di conseguenza le caratteristiche pedologiche.

L'operazione viene eseguita per rimuovere la bassa vegetazione spontanea e per preparare il terreno a successivi scavi per realizzare il piano di posa delle tubazioni, di larghezza pari all'ingombro delle condotte, sul quale saranno appoggiate le condotte.

Lo scavo interesserà uno spessore di terreno variabile in conseguenza della competenza dei litotipi intercettati; il materiale risultante dagli scavi verrà disposto in situ in cumuli secondo l'angolo di riposo caratteristico.

Il piano di posa sarà impostato in sequenze litologiche con caratteristiche geotecniche tali da determinare cedimenti compatibili con le tolleranze dimensionali del sistema condotte.

Allo scopo di evitare di spingersi troppo in profondità si interverrà con un adeguamento del piano di posa laddove verrà ritenuto necessario.

Il dimensionamento delle opere avverrà sulla base di una caratterizzazione geotecnica dei terreni attraversati dal tracciato, ottenuta dall'analisi dei risultati di indagini in situ, eseguite a corredo del piano di coltivazione e successivo progetto di ampliamento riguardanti la cava "Le Greppe" ed indagini profonde che hanno interessato l'area, e consultabili dall'archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (L. 464/1984, sgi.isprambiente.it).

Nella Fig. B4.1 di seguito riportata è rappresentata una carta geologica dell'area interessata dalle tubazioni, in cui per ogni unità litologica affiorante è fornita una parametrizzazione litotecnica, desunta dai dati delle indagini in situ analizzate.

Sono state inoltre realizzate delle sezioni litotecniche lungo il tracciato delle tubazioni di produzione e reiniezione, lungo le quali si possono individuare le variazioni di litologia e caratteristiche geomeccaniche risultanti dall'analisi delle indagini geotecniche in situ eseguite fino ad oggi nell'area e che in fase esecutiva di progetto saranno integrate ai sensi delle normative sismiche nazionali e regionali vigenti.

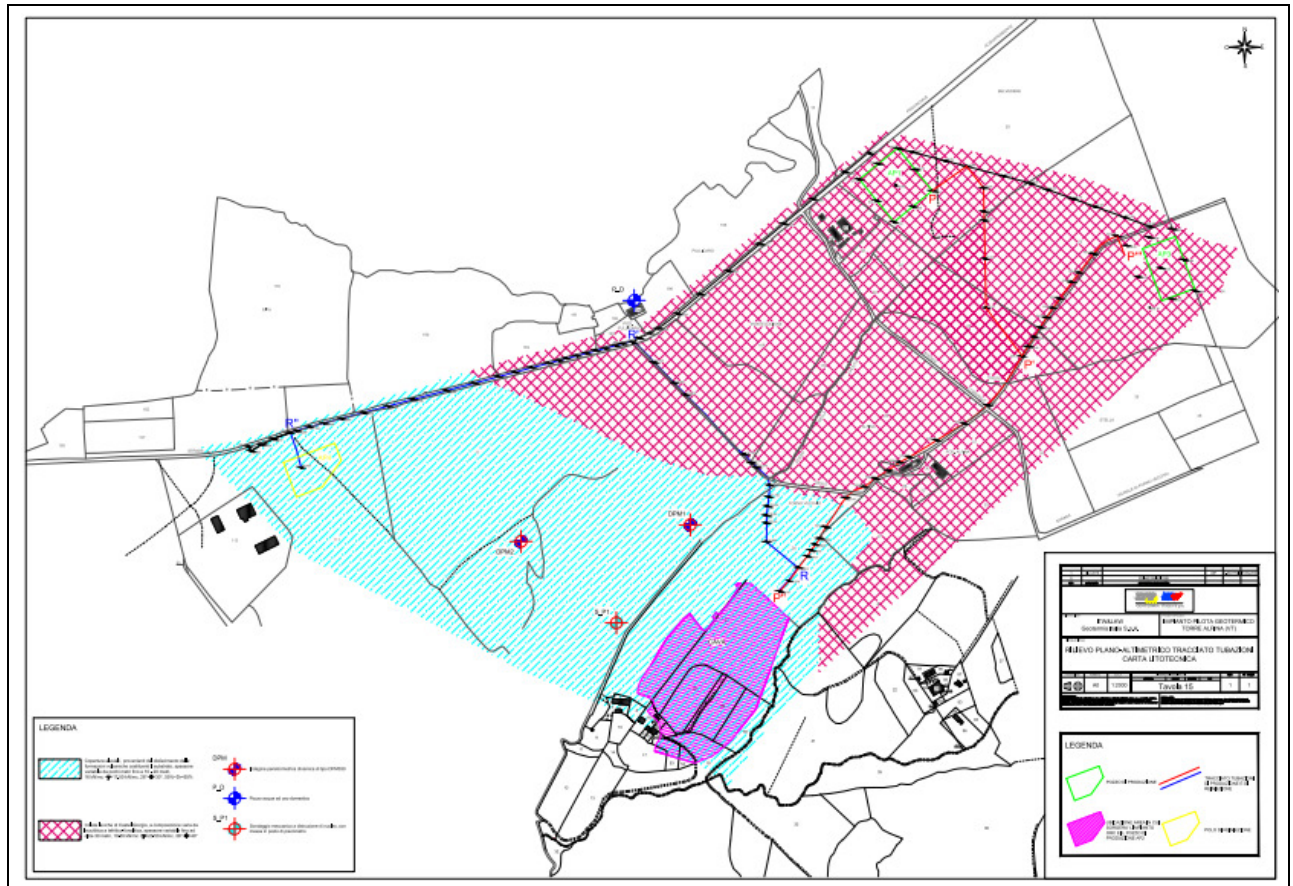


Figura B4.1: Carta geologica dell'area interessata dalle tubazioni

Dal punto di vista geomorfologico non si segnala la presenza di particolari criticità, come si evince dall'esame della Carta Inventario Movimenti Franosi della Regione Lazio e della Carta Inventario dei Fenomeni Franosi e Situazioni di Rischio da Frana del Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino del Tevere, dalla quale risulta una sostanziale stabilizzazione delle forme nell'area interessata dal tracciato delle tubazioni, senza evidenza di fenomenologie degenerative in atto (la seguente Figura B4.2).

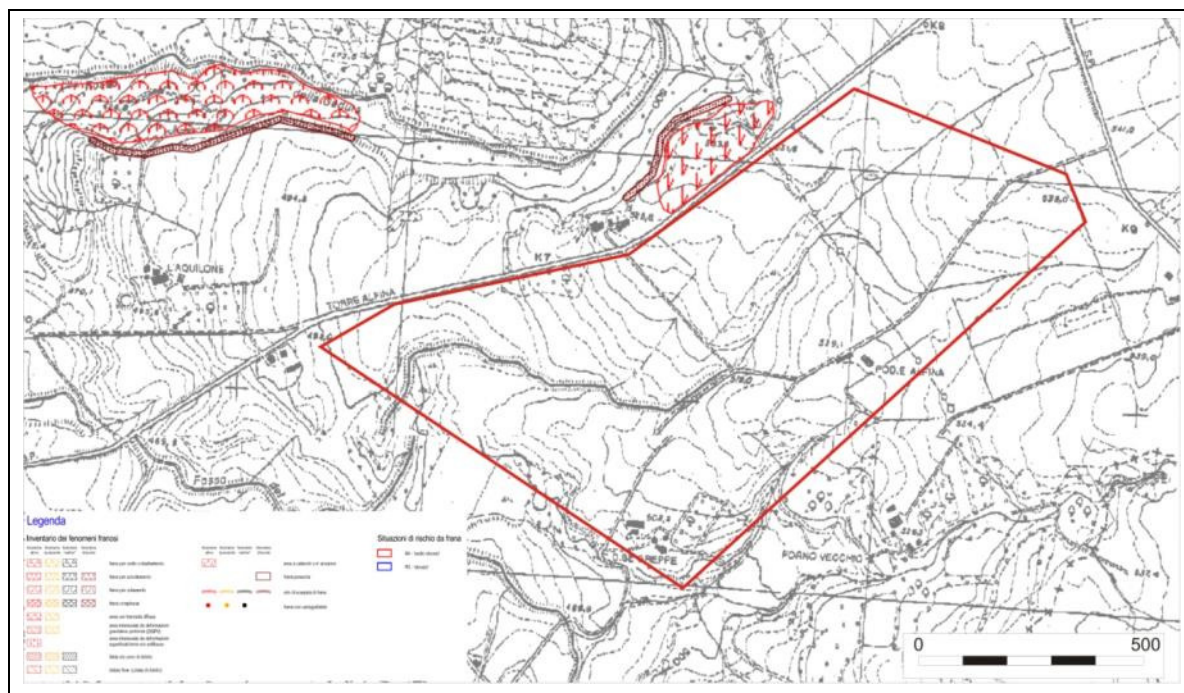


Figura B4.2: Stralcio PAI Autorità di Bacino del Fiume Tevere

Ulteriori considerazioni sono necessarie su alcuni punti del tracciato, quali l'attraversamento di:

- aste secondarie del Fosso di Subissone e compluvi;
- strade vicinali e comunali;

che potrebbero presentare delle criticità riferibili al rischio erosione o a sollecitazioni dovute al passaggio di mezzi pesanti (Fig. B4.3 seguente).

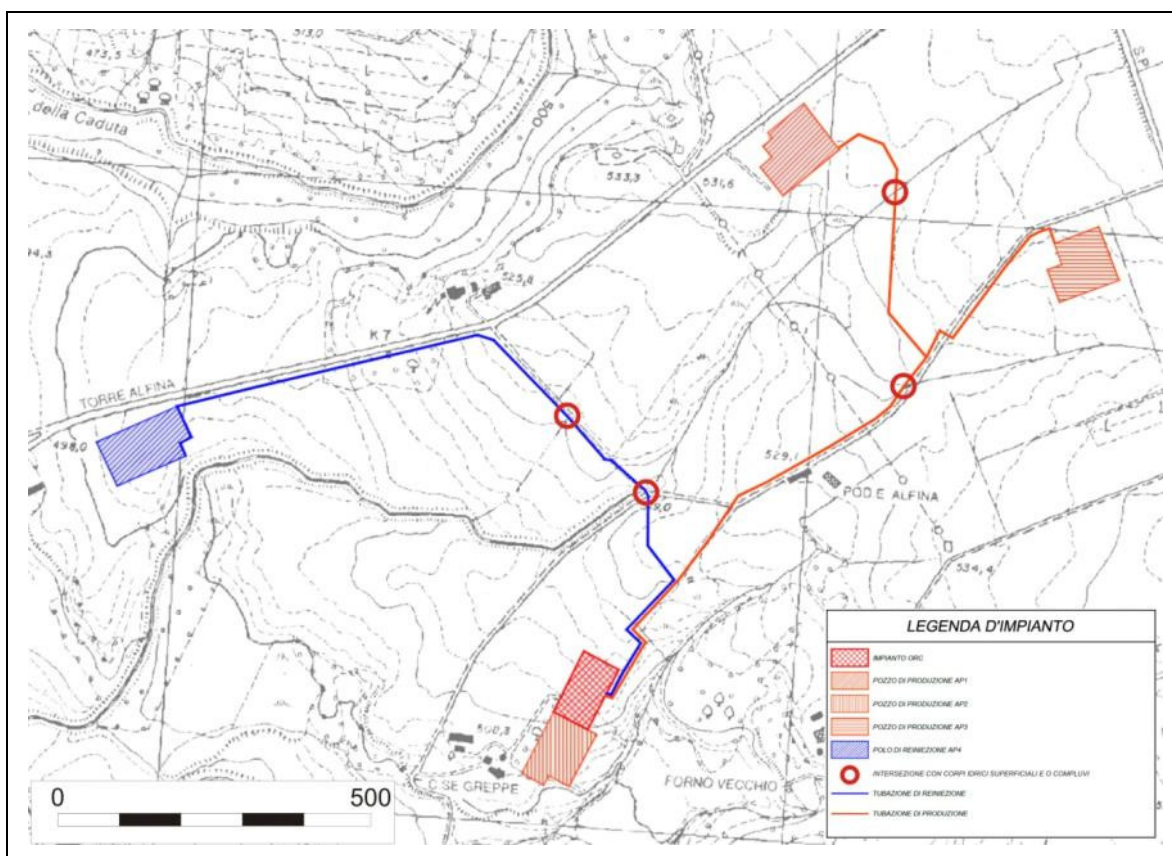


Figura B4.3: Criticità sul tracciato - punti di interesse

Le condotte di produzione provenienti dai pozzi AP1 e AP3 intersecano due incisioni che presentano solo periodicamente presenza di acqua, per ricarica meteorica, e presentano sezione larga 2 metri circa e letto di magra posto a profondità variabili tra 1.20 – 1.60 metri dal piano campagna; in questi punti i fossi incidono i depositi ascrivibili alle Colate laviche di Castel Giorgio, quindi litotipi a consistenza litoide (Fig. B4.1).

Si ricorda che in tutte le aree adibite ad uso agricolo la profondità di posa delle tubazioni sarà, rispetto all'estradosso, di almeno 1,60 m in modo da escludere interferenze con l'attività di aratura e coltivazione del terreno.

In tutti i punti strategici, sia di attraversamenti di strade, sia di fossi e campi, saranno apposti cartelli monitori per indicare la presenza e la profondità delle tubazioni.

Il piano di posa del sistema costituito da condotte verrà impostato all'interno o a cavallo della sequenza lavica a consistenza litoide e bonificato con stabilizzante; il rinfiacco e la copertura del sistema in questi punti critici verrà effettuato mediante sabbia e altro materiale litoide. Nella Fig. 3.4.2.2b dell'Allegato E allo SIA (PUT) sono rappresentate varie sezioni con indicazione del riempimento con inerti a pezzatura variabile con la profondità.

Le condotte di reiniezione provenienti dall'impianto ORC intersecano un'incisione e un compluvio significativo, valgono le stesse considerazioni precedentemente esposte, con il piano di posa del sistema condotte-opere di compensazione che sarà impostato sempre all'interno della sequenza lavica a consistenza litoide, superando l'eventuale strato superficiale di alterazione o eluviale.

In corrispondenza dell'intersezione con strade vicinali o comunali le tubazioni saranno inserite in condotta al di sotto della sede stradale, mediante la realizzazione di opere in calcestruzzo progettate per resistere al passaggio di eventuali mezzi pesanti.

B5) Elettrodotto

Considerando che il collegamento tra la cabina elettrica e la rete di Enel Distribuzione avverrà attraverso un elettrodotto aereo a 20 kV della lunghezza di circa 6 km fino alla Cabina Primaria di Acquapendente, si chiede d'integrare lo SIA con:

- la descrizione delle tipologie di fondazione per i sostegni dell'elettrodotto in progetto (indicando come tali tipologie tengono conto della classificazione sismica del territorio attraversato);*
- la descrizione delle soluzioni adottate per le eventuali interferenze, con particolare riguardo alla realizzazione delle fondazioni dei sostegni in prossimità degli attraversamenti di corpi idrici superficiali, onde evitare inquinamenti o interferenze con la falda, e/o causare l'insorgere di problematiche di tipo idraulico nelle dinamiche di possibili esondazioni.*

Risposta alla richiesta B5

In accordo con quanto argomentato nello specifico Allegato P dello SIA "Studio di impatto ambientale opere connesse", il tracciato dell'elettrodotto si svilupperà interamente "in aereo".

La linea ha origine presso la cabina di consegna ubicata all'interno dell'area di Impianto ORC, nella zona della cava Le Greppe e si sviluppa in direzione ovest-est, nelle vicinanze della S.P. n.50 interessando prevalentemente aree agricole fino alla Cabina Primaria di Acquapendente.

Per la realizzazione della nuova linea aerea, avente lunghezza di circa 6,5 km, è stata prevista l'infissione di n. 75 pali in lamiera d'acciaio, di tipo poligonale in tronchi innestabili, di altezza generalmente pari a 14 m.

I pali saranno infissi su idonei blocchi monolitici di fondazione, realizzati in calcestruzzo e completamente interrati, dimensionati e posati in conformità ai tipici definiti dalle Linee Guida Enel Distribuzione - Linee in cavo aereo MT - edizione 2004 di cui si riporta un stralcio nelle Figg. B5.1 e B5.2 :

SCAVI E FONDAZIONI AFFIORANTI A BLOCCO MONOLITICO PER SOSTEGNI IN LAMIERA SALDATA A SEZIONE POLIGONALE IN TRONCHI INNESTABILI

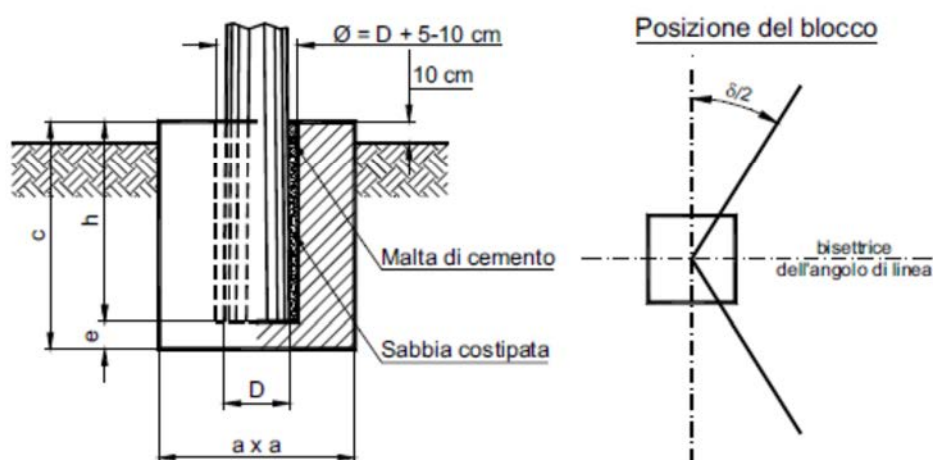


Figura B5.1: Elettrodotto: pali di sostegno con fondazione affiorante, schematizzazione da Linee Guida Enel

SCAVI E FONDAZIONI INTERRATE PER SOSTEGNI IN LAMIERA SALDATA A SEZIONE POLIGONALE IN TRONCHI INNESTABILI

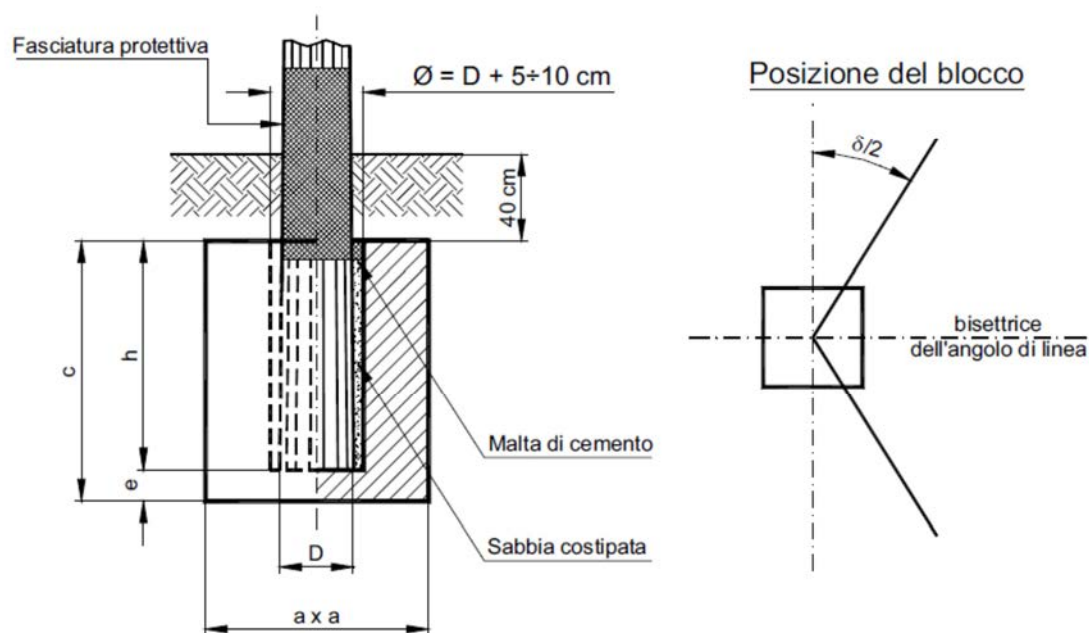


Figura B5.2: Elettrodotto: pali di sostegno con fondazione interrata, schematizzazione da Linee Guida Enel

L'ubicazione delle opere di fondazione non interesserà aree perimetrate a rischio frana dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere e dalla Regione Lazio.

Il dimensionamento del blocco di fondazione è vincolato alla scelta specifica di ogni singolo sostegno prescelto in fase esecutiva: la scelta del tipo di sostegno dipende dal confronto fra le relative prestazioni ("tiri utili") e le azioni esterne esercitate sulla struttura dalla linea nelle varie ipotesi previste dalla norma CEI 11-4 "Esecuzione delle linee elettriche esterne".

Secondo le norme italiane i "carichi" agenti su una struttura (dei quali deve essere valutata l'azione combinata) si possono dividere in tre categorie:

- carichi permanenti: presenti per la maggior parte della vita della struttura e con un'intensità che si mantiene pressoché costante nel tempo.
- carichi variabili: comprendono sia i sovraccarichi comuni, sia le azioni del vento, di neve/ghiaccio e le sollecitazioni sismiche.
- carichi eccezionali: considerati solo quando prescritti, per particolari zone e strutture, e sono uragani, urti, esplosioni, etc.

Pertanto, il blocco di fondazione dei pali è progettato tenendo conto delle sollecitazioni sismiche attese (vedi risposta alla richiesta di integrazione B1).

Il posizionamento dei sostegni sarà effettuato sulla base di calcoli di verifica dei franchi e delle distanze di rispetto dalle opere interferenti.

Nel caso in cui l'infissione dei sostegni dovesse interessare l'attraversamento di un corpo idrico superficiale, la posizione delle fondazioni sarà definita in modo da risultare sempre esterna all'alveo interessato e ad eventuali aree golenali, valutando anche le dinamiche di eventuali esondazioni che hanno storicamente interessato il corpo idrico stesso, al fine di scongiurare problematiche di tipo idraulico.

Gli scavi verranno eseguiti con escavatori meccanici con benna mordente senza l'utilizzo di sistemi inquinanti quali additivi chimici o altri.

Le operazioni di scavo di posa/realizzazione del manufatto di fondazione verranno condotte in modo tale da mantenere inalterate le condizioni pedologiche delle aree interessate: successivamente all'infissione del palo, lo strato superficiale del terreno sarà ripristinato attorno al sostegno, riducendo al minimo l'interferenza con la matrice suolo.

C) Riguardo al quadro di riferimento ambientale

C1) Monitoraggio microsismico

Considerato che sotto questa voce sono state avanzate numerose e complesse richieste di integrazione, per semplicità e per facilitare la lettura, le richieste e le relative risposte sono state suddivise in varie parti indicate con C1.1, C1.2, C1.3 e C1.4.

Come di consueto, in seguito viene riprodotto dapprima il testo della richiesta e, a seguire, è fornita la risposta.

Parte C1.1

Considerato:

- che nella documentazione fornita viene specificato che l'area geotermica Torre Alfina – Castel Giorgio è stata oggetto in passato di un intenso programma di prospezioni, con la realizzazione di 9 pozzi geotermici, e che di conseguenza la sintesi delle conoscenze geologiche si basa sugli studi degli anni '80;
- che altre informazioni geologiche riguardano solamente le formazioni affioranti nell'area interessata dall'impianto;
- che studi geologici più recenti come "Il nuovo studio geologico strutturale" del Dipartimento di Scienze Geologiche di Roma tre (2011) non siano allegati allo SIA e i relativi dati sono riportati in modo estremamente sintetico, senza cartografia;
- che inoltre la documentazione progettuale ed il SIA sono carenti riguardo alle analisi ed elaborati geomorfologici, tranne per l'affermazione che l'area in oggetto non ricadono in aree PAI o AVI (Aree Vulnerate Italiane).

Si richiede che :

- vengano approfonditi o eseguiti studi, rilievi di superficie ed indagini geofisiche integrative al fine di produrre un modello geologico - strutturale tridimensionale Adeguato alla fase di progettazione definitiva. Tale modello dovrà essere implementato sulla base dei dati chimico - fisici acquisiti e con la definizione delle situazioni di fratturazione e fagliazione dei complessi litologici, specificando anche le condizioni di anisotropia riguardo alle dinamiche dei fluidi.
Dovranno anche essere analizzati gli sforzi deformativi riguardo all'alimentazione del serbatoio e in relazione al campo termico e di profondità, nonché evidenziando eventuali cambiamenti reologici 'rigido - plastici, sviluppando la descrizione della distribuzione della sismicità in funzione delle strutture tettoniche presenti.
- venga ridefinito il modello geologico - geotermico sulla base dei dati ricavati dal modello geologico e strutturale, in particolare utilizzando metodi sismici ad alta risoluzione, per renderlo conforme alla reale situazione strutturale locale e rappresentativo delle condizioni di anisotropia nella circolazione dei fluidi.
- venga utilizzato un software appropriati alla simulazione della circolazione dei fluidi in un mezzo anisotropo ed alla valutazione delle variazioni di pressione indotte dall'emungimento e dalla reiniezione dei fluidi medesimi, dimensionate sulle portate di progetto.

Risposta alla richiesta C1.1

Nella richiesta viene fatto preliminarmente rilevare come la sintesi delle conoscenze geologiche sull'area del progetto si basi su studi degli anni '80 e si chiede un aggiornamento del modello geologico-strutturale e del modello geologico-geotermico. Viene anche lamentato che il nuovo studio geologico-strutturale del 2011, eseguito dall'Università di Roma Tre su incarico del proponente, non sia stato allegato allo SIA. In effetti questa relazione scientifica non era stata allegata solo perché i suoi risultati sono stati oggetto di una pubblicazione scientifica citata nello SIA (Vignaroli et al., 2013) che ad ogni buon conto è qui riprodotta nell'Allegato C1.1.

Quanto alla conoscenza della struttura geologica, anche profonda, della zona si ricorda che questa è molto avanzata, non solo per gli studi geologici, idrogeologici e geofisici condotti negli anni passati ma soprattutto grazie ai risultati di ben 10 pozzi profondi. Tutti questi dati sono stati sintetizzati nella "Relazione Geologica e Modello Geotermico" allegata al Progetto Definitivo trasmesso con lo SIA. A titolo di esempio si riporta nella Fig. C1.1 una sezione di correlazione geologica tra i pozzi RA 1, Alfina 4, Alfina 14 e Alfina 15 e nella Fig. C1.2 è riprodotta la stratigrafia del pozzo Alfina 15, profondo ben 4826m.

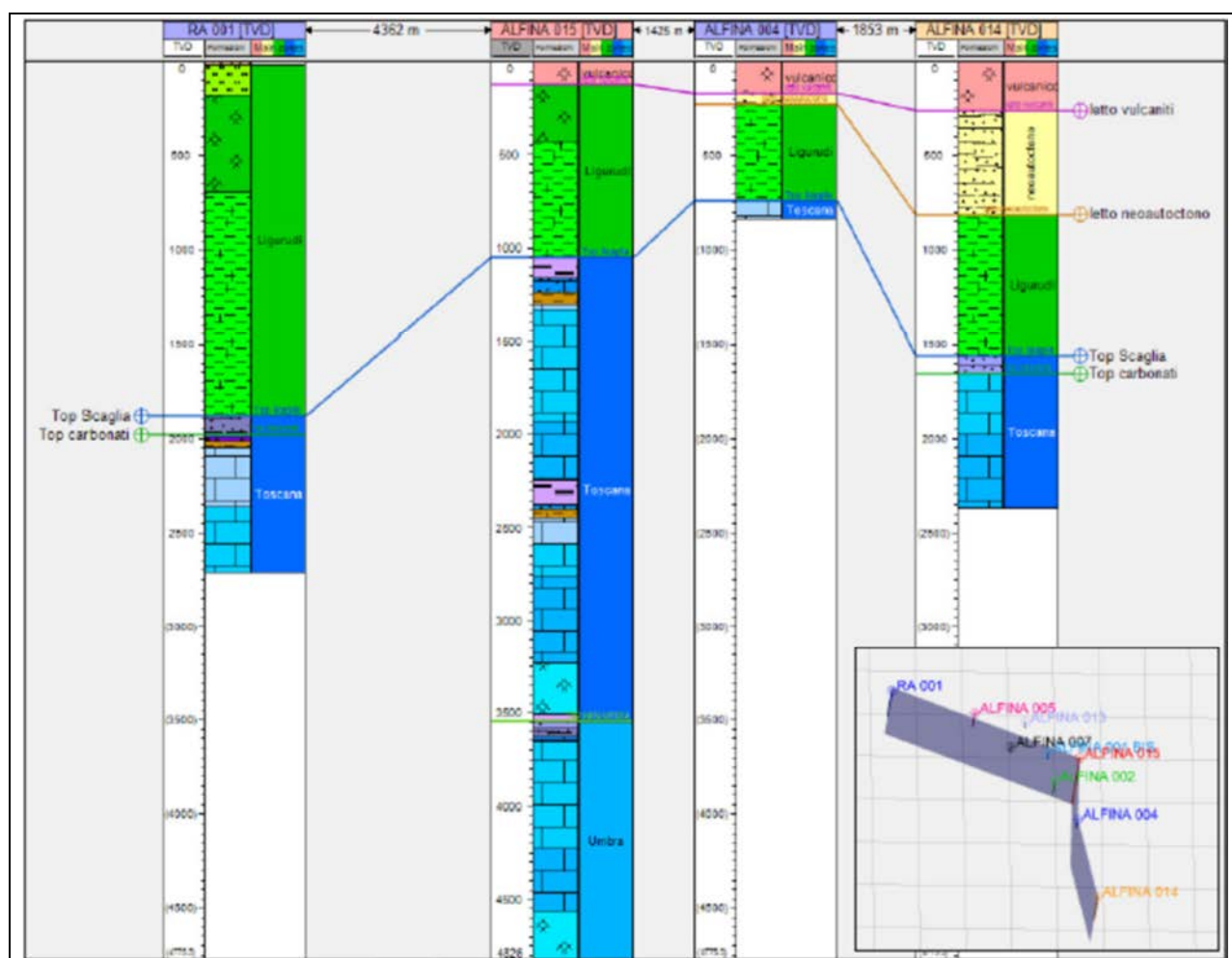


Figura C1.1: Sezione di correlazione geologica tra i pozzi RA 1, Alfina 4, Alfina 14 e Alfina 15

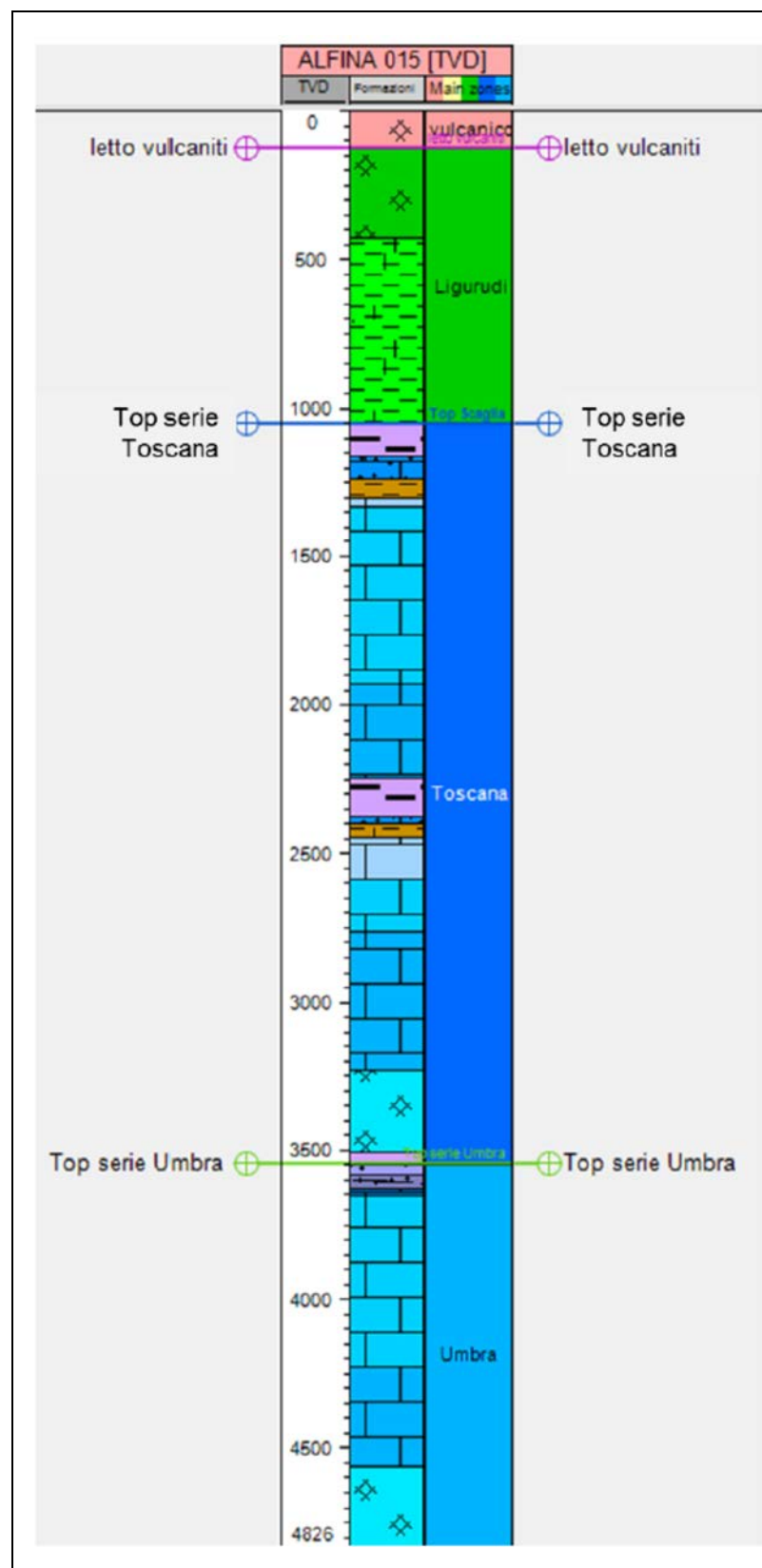


Figura C1.2: Stratigrafia del pozzo Alfina 15. Vedi Fig. C1.1 per l'ubicazione

Tutti questi dati sono serviti alla Regione Umbria e agli studiosi dei Dipartimenti di Scienze della Terra delle Università di Perugia e di Pisa per elaborare nel 2013 la carta geologica e le sezioni geologica e geotermica ripostate nelle Figg. C1.3, C1.4 e C1.5, dove le sezioni sono estese fino a 6 Km di profondità. Si tratta di elaborazioni scientifiche molto recenti, interessanti anche per la notevole profondità di indagine, ma che tuttavia non modificano sostanzialmente il modello geologico-geotermico presentato nello SIA e nei documenti allegati.

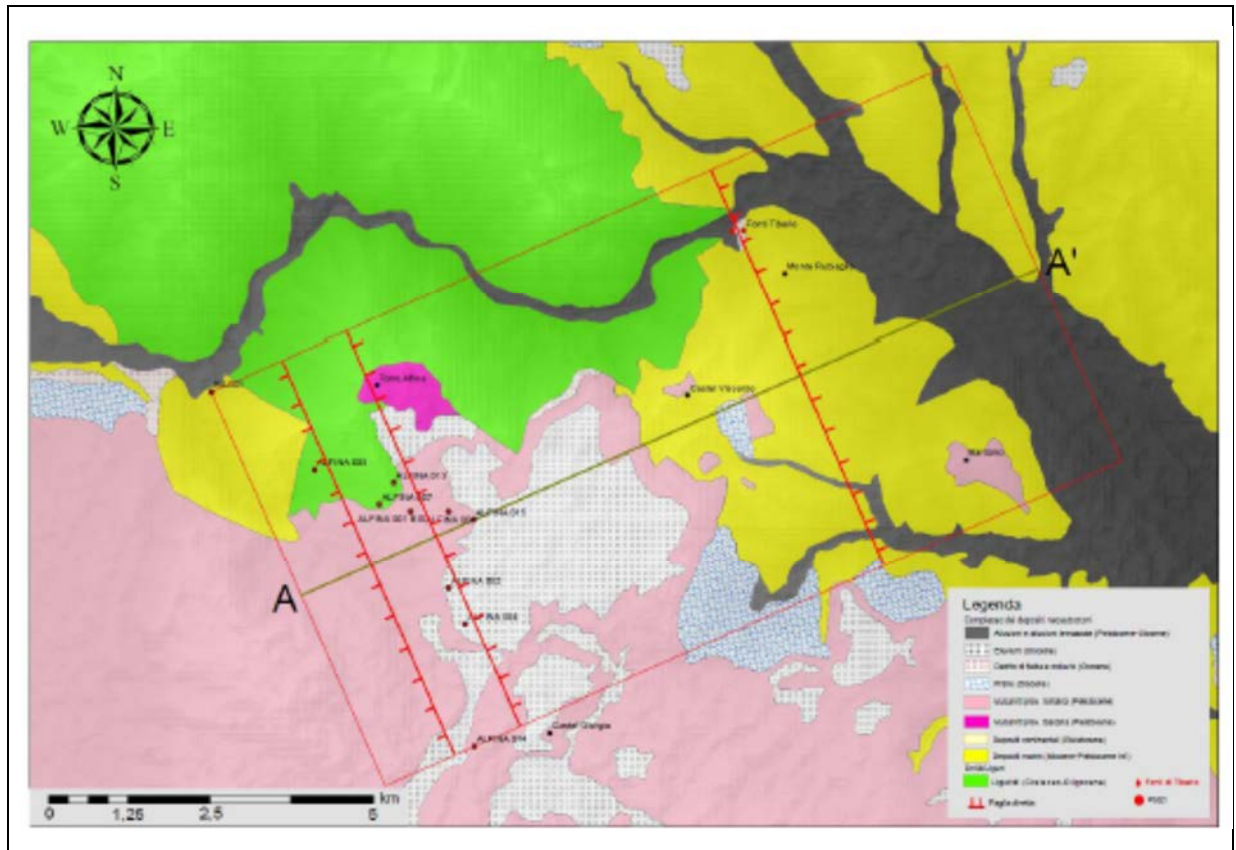


Figura C1.3: Carta geologica dell'area del campo geotermico di Torre Alfina (da Regione Umbria, 2013)

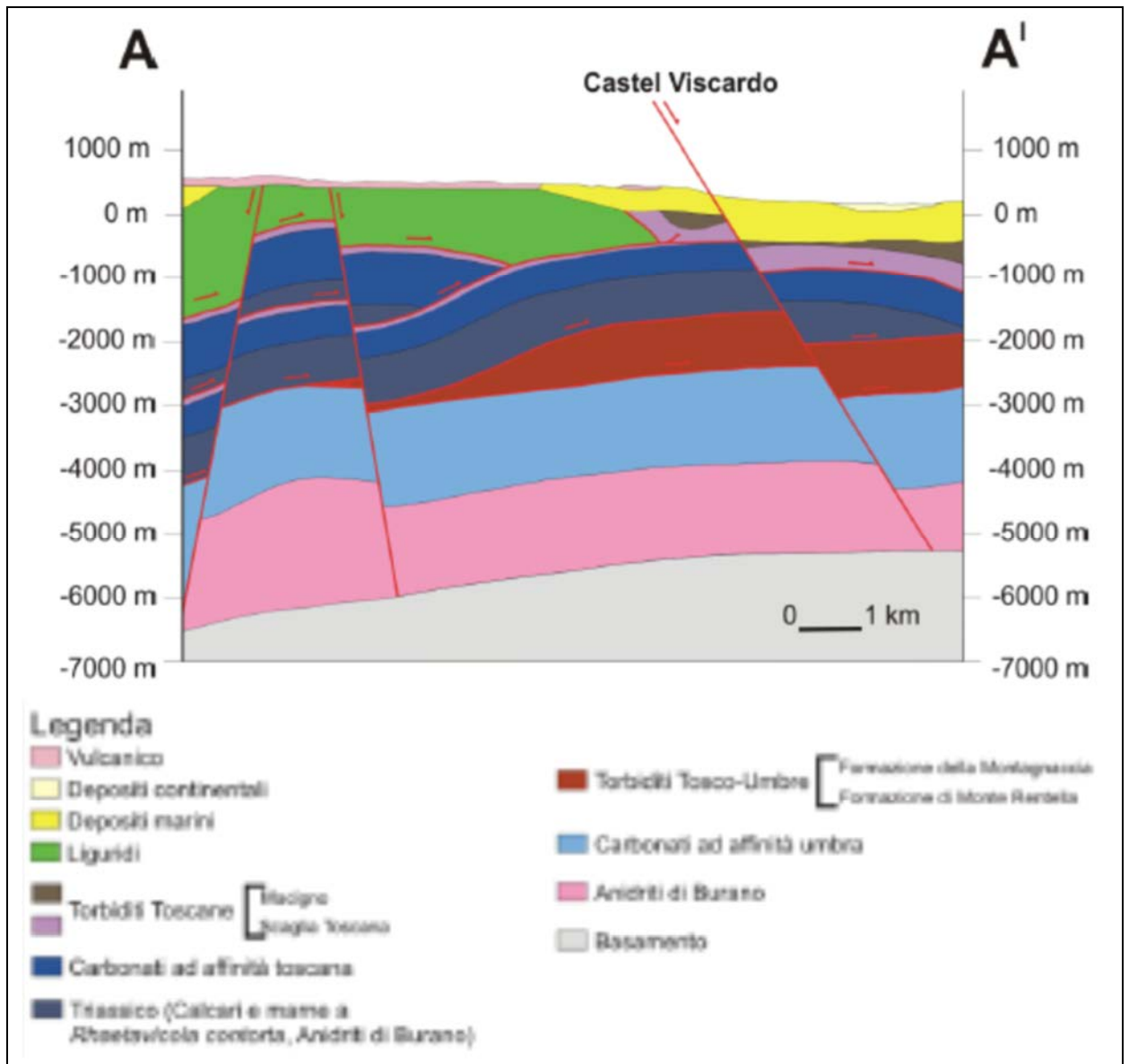


Figura C1.4: Sezione geologica attraverso il campo geotermico di Torre Alfina. L'ubicazione della sezione è indicata nella Fig. C1.3 (da Regione Umbria, 2013).

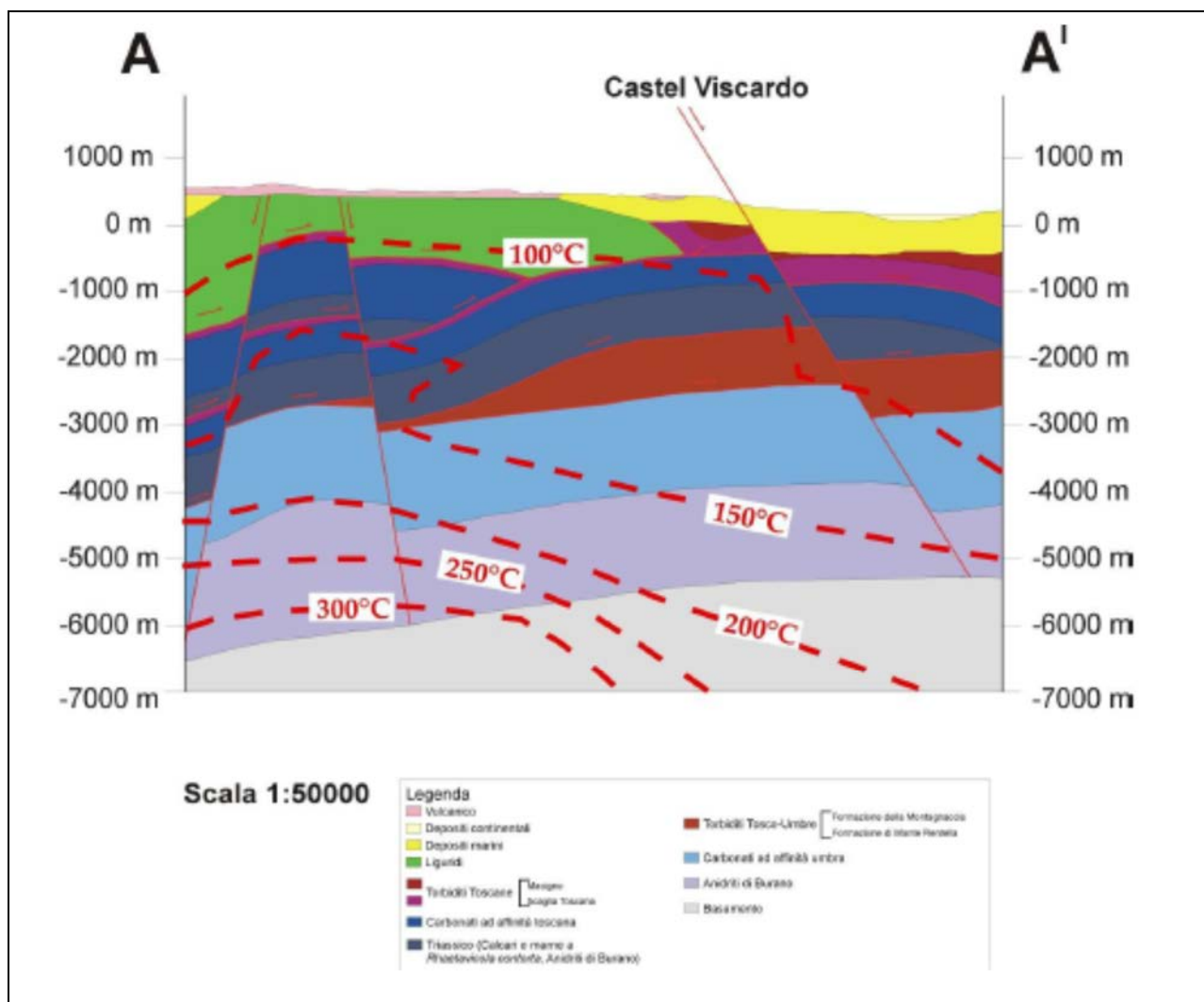


Figura C1.5: Sezione geotermica del campo di Torre Alfina (da Regione Umbria, 2013).

Per quanto riguarda la simulazione della circolazione dei fluidi nel serbatoio geotermico di Castel Giorgio-Torre Alfina e la stima degli effetti indotti dalla sua coltivazione (produzione e reiniezione dei fluidi come prevista nel progetto) questi temi sono stati affrontati nella relazione “Modellizzazione numerica del sistema geotermico di Torre Alfina-Castel Giorgio” redatta nel 2014 per conto del proponente da Terra Energy, spin-off dell’Università di Pisa (già trasmessa come Allegato 3 al Progetto Definitivo e che ad ogni buon conto è riprodotta nell’Allegato C1.2). Questa relazione descrive il modello geologico tridimensionale utilizzato per la simulazione, che è riprodotto nella Fig. C1.6, dove sono indicati anche i valori di permeabilità delle principali formazioni geologiche profonde assegnati sulla base dei risultati dei pozzi profondi, comprese le prove di produzione.

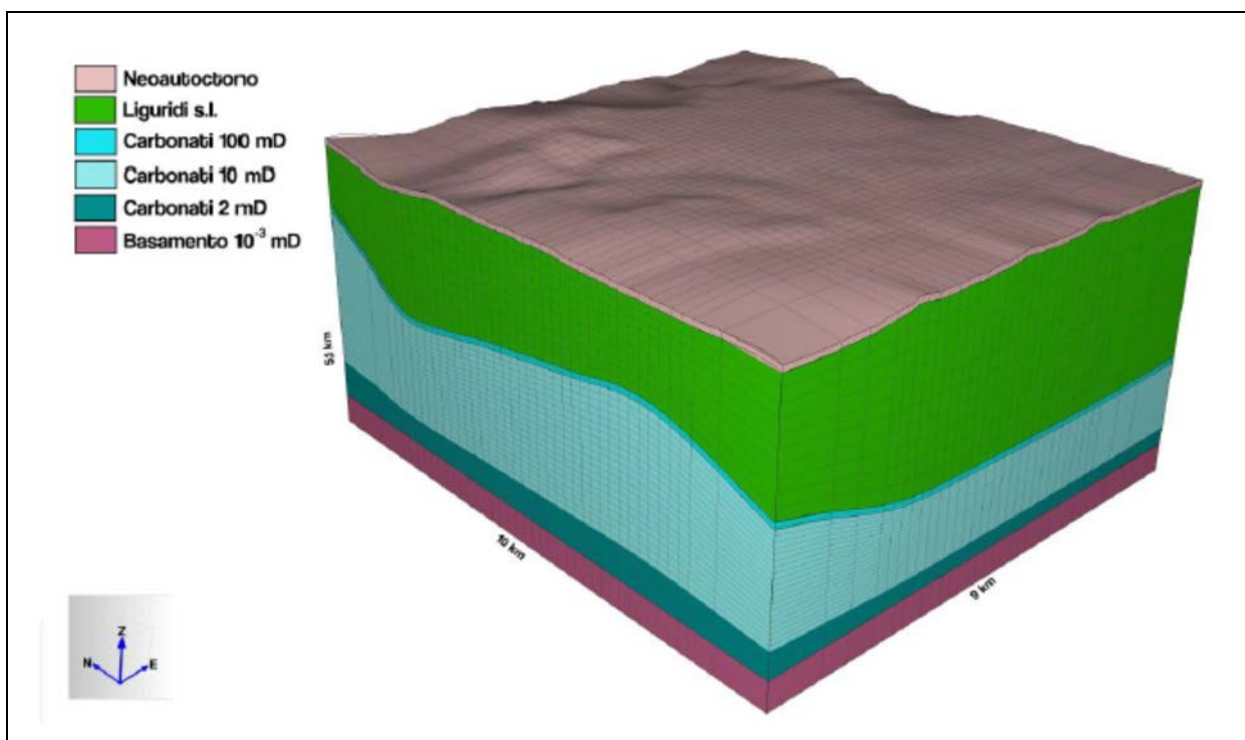


Figura C1.6: *Modello geologico tridimensionale per la modellizzazione numerica del sistema geotermico Torre Alfina-Castel Giorgio (da All. C1.2).*

Come primo obiettivo il modello ha ricostruito lo stato naturale stazionario indisturbato del sistema, in modo da ottenere una distribuzione della temperatura del fluido geotermico in profondità sostanzialmente identica ($\pm 5^\circ\text{C}$) a quella effettivamente misurata nei pozzi profondi. I risultati mostrano chiaramente la presenza di circolazione convettiva del fluido all'interno delle formazioni carbonatiche del serbatoio (Fig. C1.7).

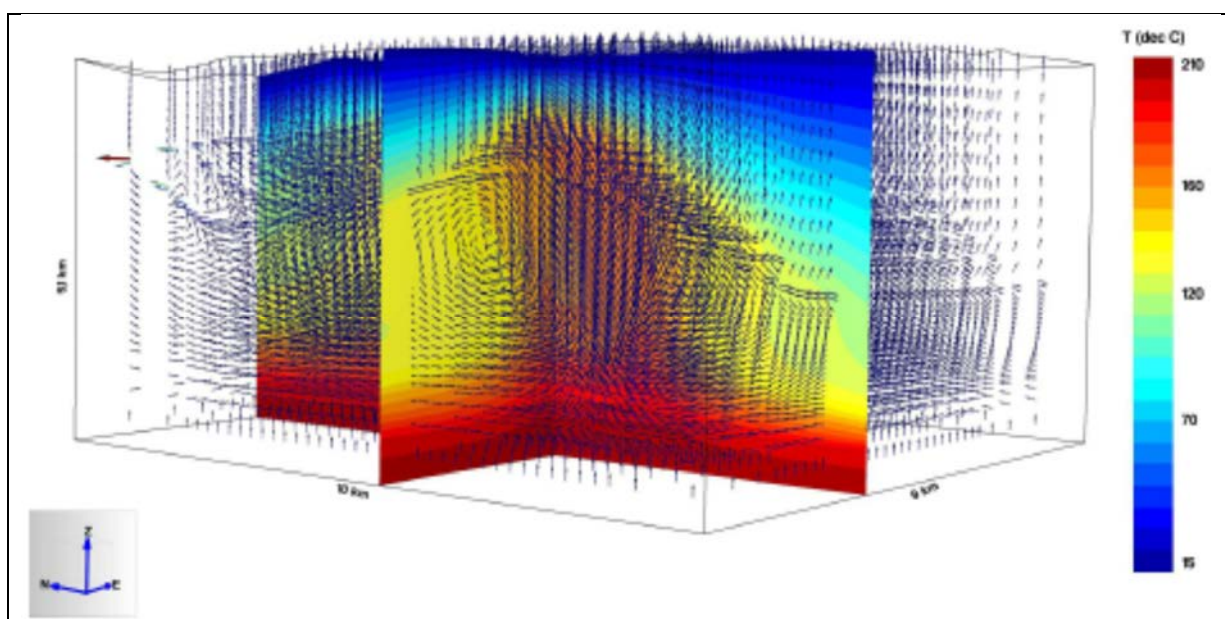


Figura C1.7: *Andamento, simulato numericamente, dei vettori rappresentativi del flusso di fluido nel sottosuolo. Si distinguono chiaramente i movimenti convettivi nel serbatoio carbonatico (da All. C1.2).*

Partendo da questo stato stazionario, sono stati poi introdotti nel modello i pozzi di produzione e di reiniezione previsti nel progetto Torre Alfina e nel progetto Castel Giorgio, simulando quindi la coltivazione contemporanea delle due porzioni di campo interessate. Ovviamente sono state considerate le configurazioni (pozzi verticali e deviati), le ubicazioni, le profondità e le portate dei pozzi come previste nei due progetti ed è stata considerata una temperatura di reiniezione del fluido pari a 70°C. Come da progetto è stata considerata una portata di 850 ton/h per Torre Alfina e di 1050 ton/h per Castel Giorgio, per un totale di 1900 ton/h.

I risultati (vedi la relazione di Terra Energy, allegato C1.2) escludono ogni interferenza significativa tra pozzi produttori e reiniettori: in alcuni casi la temperatura dei pozzi produttivi cresce debolmente per richiamo dei fluidi più profondi e più caldi e le diminuzioni massime di temperatura si limitano a circa 5°C per il pozzo AP2 e a circa 2°C per il pozzo CG2 dopo 30 anni di coltivazione del campo.

Anche le variazioni di pressione sono molto contenute: diminuzione tra 7,5 e 11bar nei pozzi produttori e aumento fra 4 e 7 bar nei pozzi reiniettori, sempre nell'arco di 30 anni.

In definitiva, viene dimostrato che lo scenario previsto nei due progetti è compatibile con una coltivazione sostenibile della risorsa geotermica e che le variazioni di pressione prodotte dalla coltivazione assumono valori di pochi bar che permettono di escludere significativi fenomeni associati di subsidenza o di sismicità indotta.

La modellizzazione geologica e la simulazione numerica del sistema geotermico di Torre Alfina-Castel Giorgio è stata eseguita anche da RSE SpA, nell'ambito di un accordo di programma con il Ministero dello Sviluppo Economico (RSE Modelli geologici e simulazione numerica di sistemi geotermici, relazione per il MISE, 2015), seguendo la metodologia di studio messa a punto in RSE e utilizzando gli strumenti disponibili e sviluppati per questa tipologia di attività, ovvero il software PetrelTM della Schlumberger per realizzare i modelli geologici statici 3D e la suite modellistica GeoSIAM - Sistema Integrato di Analisi GeoModellistica per le simulazioni numeriche. Tutte le informazioni esistenti, consistenti prevalentemente di dati di pozzo, mappe e sezioni geologiche, e mappe delle curve di livello, sono state analizzate e organizzate per essere utilizzate come dato di input per le simulazioni numeriche. I dati disponibili e gli strumenti di analisi utilizzati hanno consentito di realizzare, per il sito di Castel Giorgio – Torre Alfina, un accurato modello geologico statico 3D. L'area oggetto della modellazione geologica 3D, è pari a 22.5*21.6 km². (Fig. C1.8).

A partire dal modello geologico 3D è stata realizzata la simulazione numerica finalizzata alla ricostruzione dello stato naturale indisturbato del sistema e all'analisi predittiva del processo di sfruttamento industriale del campo. Per la definizione dello stato naturale indisturbato del sistema geotermico di Castel Giorgio – Torre Alfina è stata adottata una procedura suddivisa in due passi operativi che consistono nell'inizializzazione con gradiente di pressione e di temperatura pari a quello medio terrestre e nella successiva fase di riscaldamento realizzata imponendo il flusso di calore alla base del serbatoio geotermico.

Rispetto alla simulazione di Terra Energy, quella di RSE include anche la presenza del gas in soluzione all'acqua geotermica e che è presente anche in forma libera nella cappa posta alla sommità dell'alto strutturale sulla verticale del pozzo Alfina 13.

Una volta determinato lo stato naturale imperturbato del campo indagato, si è verificato che la distribuzione di pressione e di temperatura fossero in linea con i dati sperimentali disponibili. Pertanto, le temperature simulate sono state confrontate con i dati termometrici ricavati dai pozzi

geotermici perforati nell'area di Castel Giorgio – Torre Alfina, trovando un ottimo riscontro. Infatti, la differenza di temperatura tra i dati ricavati dai pozzi Alfina 002, Alfina 015 e RA1 e quelli simulati per i medesimi pozzi è dell'ordine dei 10-15°C mentre la ricostruzione della distribuzione di temperatura con la profondità è ancora più significativa.

A partire dallo stato naturale ottenuto, è stato simulato dapprima lo scenario di produzione previsto per il progetto Castel Giorgio. I risultati di queste simulazioni hanno dimostrato la sostenibilità del campo geotermico indagato per lo sviluppo di un impianto pilota con potenza nominale di 5MWe e re-iniezione totale del fluido geotermico nelle stesse formazioni di provenienza. Il serbatoio, infatti, è in grado di sostenere l'ipotesi di produzione di 50 anni per una portata prevista nel progetto di 1050 ton/h.

Le simulazioni hanno anche evidenziato che nei pozzi produttori e re-iniettori la variazione di pressione rispetto al valore iniziale è modesta ($\leq 3.3\%$) pertanto, la sicurezza del serbatoio viene considerata "garantita".

Analoghi risultati si ottengono stressando il serbatoio ovvero raddoppiando le portate a 2100 ton/h e mantenendo la stessa configurazione dei pozzi (questo valore è superiore alla somma delle portate previste nei due progetti Castel Giorgio e Torre Alfina che ammonta a 1900 ton/h).

Dal punto di vista termico è stata messa in evidenza la presenza di una circolazione convettiva molto efficiente nel serbatoio geotermico. Inoltre, sono stati realizzati dei test per studiare l'interazione tra pozzi produttivi e re-iniettivi ed è stato osservato che non ci sono effetti di interferenza tra questi, infatti, i pozzi produttori e re-iniettori sono abbastanza distanti da garantire che il fluido freddo reiniettato si riscaldi prima di raggiungere i pozzi di produzione.

Il modello geologico statico 3D, la distribuzione della temperatura e della pressione parziale della CO₂ nel sottosuolo, ottenuti da RSE (2015) sono riportati nelle Figg. C1.8, C1.9, C1.10.

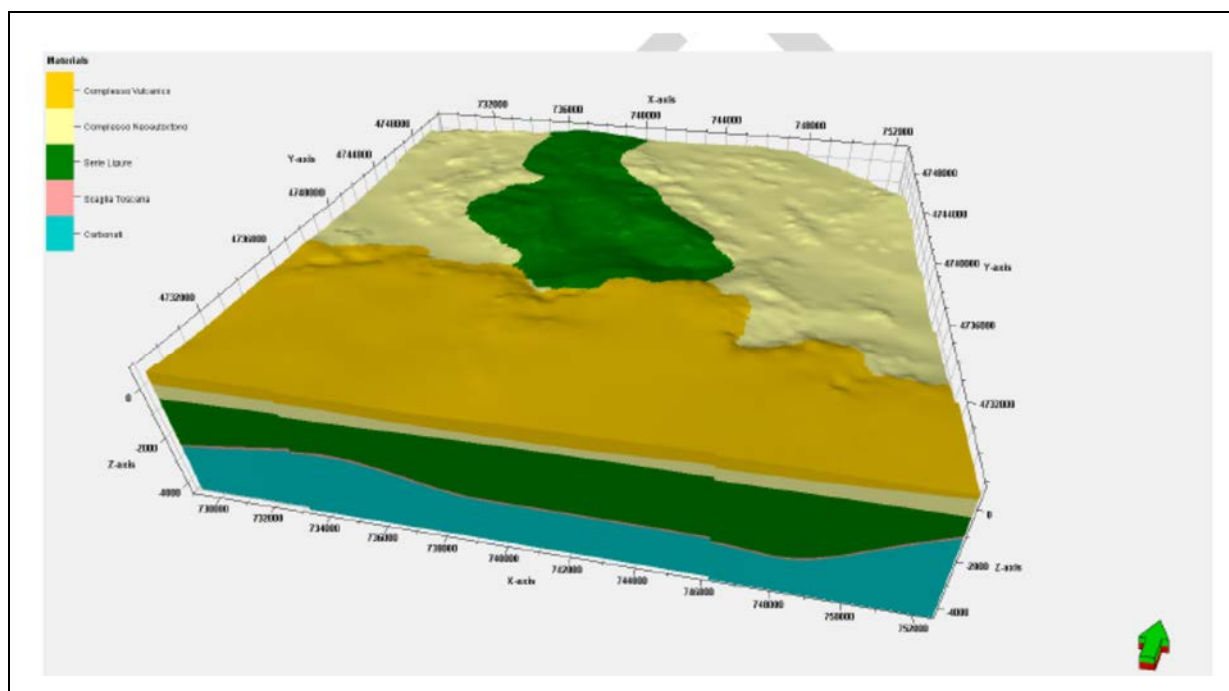


Figura C1.8: *Modello geologico statico del sistema geotermico di Castel Giorgio-Torre Alfina ottenuto da RSE 2015.*

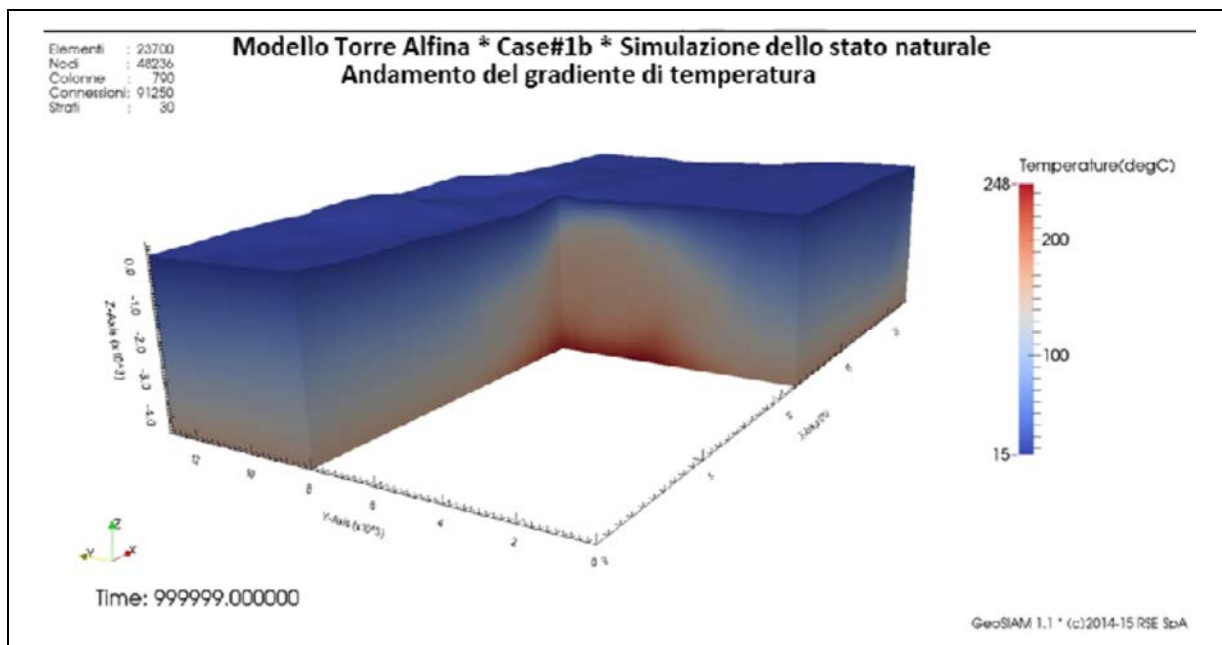


Figura C1.9: Distribuzione della temperatura nel sottosuolo al termine della simulazione numerica eseguita da RSE (2015).

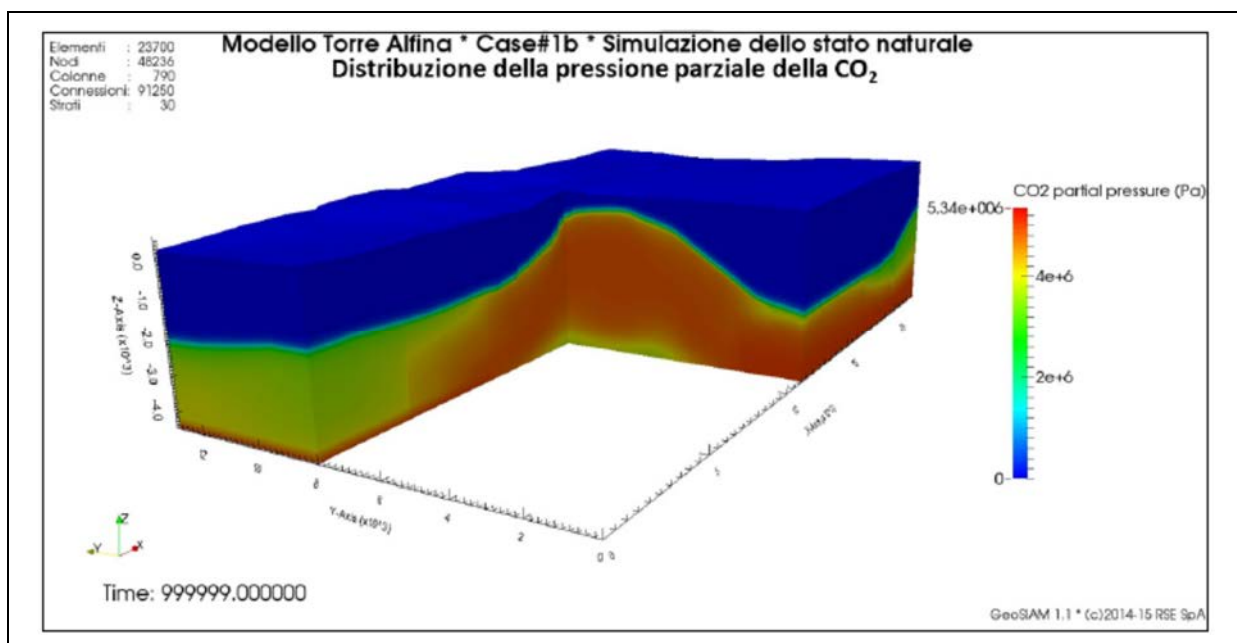


Figura C1.10: Distribuzione della pressione parziale della CO₂ nel sottosuolo dalla simulazione numerica di RSE (2015).

In definitiva possiamo dire che la simulazione numerica di RSE (2015), pur eseguita con un diverso e più sofisticato codice di calcolo, porta sostanzialmente alle stesse conclusioni di Terra Energy (2014) confermando che il serbatoio geotermico di Castel Giorgio-Torre Alfina è in grado di sostenere la produzione di fluido necessaria per alimentare le due centrali ORC da 5MWe ciascuna (portata 1900 ton/h), che la reiniezione totale del fluido estratto nel serbatoio di provenienza, è

compatibile con la gestione del campo e, infine, che le variazioni di pressione causate dall'estrazione e dalla reiniezione sono così modeste da far ritenere fenomeni ambientali indotti.

Le simulazioni realizzate in questa fase, per quanto significative essendo basate sui dati pubblicati da Enel, verranno aggiornate con le informazioni che saranno man mano raccolte durante la perforazione dei pozzi previsti permettendo di adattare il progetto di perforazione in base ai nuovi e accurati rilievi geofisici, geochimici e geologici.

Parte C1.2

Considerato che nella documentazione fornita, il Proponente fornisce una sintesi storica della sismicità dell'area, evidenziando gli eventi più rilevanti. Per la sismicità strumentale recente sono stati analizzati i dati della rete di monitoraggio dell'ENEL, installata negli anni '70, coprendo quindi un intervallo temporale alquanto ridotto.

Per tale motivo si ritiene necessario :

- *che vengano forniti i risultati di uno studio di dettaglio degli elementi tettonici presenti nell'area del serbatoio geotermico; tale studio dovrà essere effettuato con rilievi ed analisi geologico – strutturali e morfotettonici e studi neotettonici volti alla definizione delle loro geometrie, delle cinematiche e della loro attività sismica quaternaria, relazionando detti elementi strutturali con gli eventi noti dai cataloghi sismici e con quelli recenti registrati. Sulla base delle evidenze di detto studio, dovrà essere eseguita una analisi deterministica di pericolosità, individuando significativi scenari evento, finalizzata alla stima del massimo potenziale sismico associabile alle strutture tettoniche attive presenti nell' area, valutando anche i possibili effetti di deformazione e rottura in superficie, tenuto conto delle ridotte profondità ipocentrali registrate;*

Risposta alla richiesta C1.2

Si fa preliminarmente osservare che la sismicità storica e recente (per quest'ultima si intende quella registrata strumentalmente) dell'area geotermica di Torre Alfina è stata oggetto di uno studio specifico realizzato dall'INGV per conto del proponente e che figura come allegato 4 del Progetto Definitivo trasmesso con lo SIA. In questo studio è stata analizzata la sismicità storica e strumentale riportata nei cataloghi INGV, compresi ovviamente gli eventi registrati nella rete sismica nazionale; i dati considerati sono quindi ben più numerosi di quelli registrati dalla rete sismica locale dell'ENEL che ha operato nella zona per un periodo di tempo limitato.

In ogni caso, poiché la relazione di RSE (2015) prima citata contiene anche una sezione dedicata alla caratterizzazione sismologica della zona di Castel Giorgio-Torre Alfina, che comprende anche lo spettro di risposta e i valori massimi di accelerazione, per la componente sia orizzontale che verticale, del terremoto con maggiore intensità, si riassumono di seguito i risultati di questa nuova analisi. I dati si riferiscono agli eventi sismici accaduti in un raggio di 25 km dal pozzo Alfina2.

Per l'area di Castel Giorgio - Torre Alfina, in Fig. C1.11, è riportata la mappa degli epicentri dei terremoti registrati tra il 1983 e il 2011, tratta dalla banca dati dell'INGV. In questo intervallo temporale sono state registrate 38 scosse con $M > 2.0$ e una sola scossa con $M > 3.0$ precisamente pari a 3.2. Molte delle scosse sono allineate in direzione NO-SE e delineano una struttura

sismogenetica tra Castel Giorgio e San Lorenzo Nuovo. Analoga struttura sembra passare a sud di Castel Viscardo.

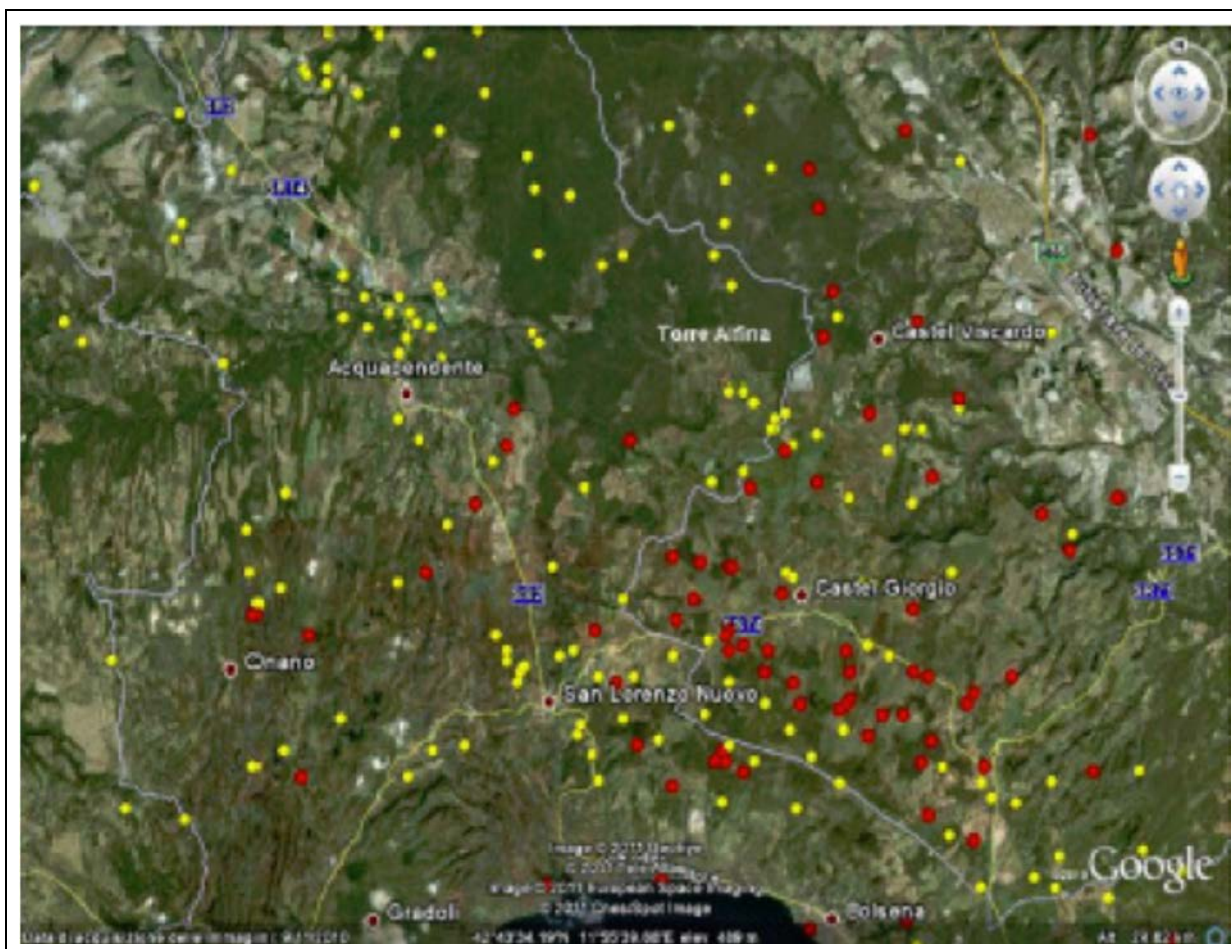


Figura C1.11: Distribuzione degli epicentri dei terremoti registrati tra aprile 1983 e giugno 2011. In rosso sono rappresentati gli eventi 1983-2004, in giallo 2005-2011.

Gli eventi riportati nei cataloghi sismici 1981-2002 e 2003-2013 dell'INGV, considerando un'area di 25 km dal pozzo Alfina2, sono mostrati in Fig. C1.12.

Per questa estrazione, la massima magnitudo riscontrata è pari a 3.9 e la magnitudo col numero massimo di eventi è pari a 1.2 (Fig. C1.13).

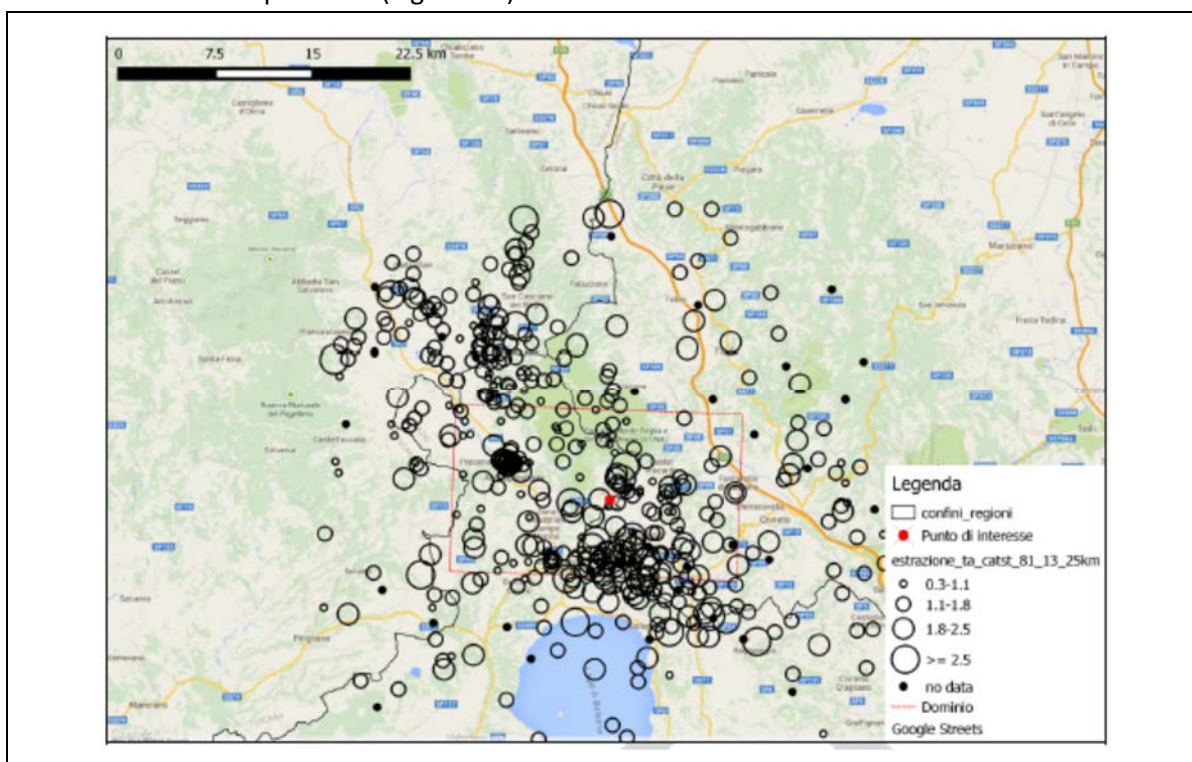


Figura C1.12: Epicentri dei terremoti riportati nei cataloghi sismici 1981-2002 e 2003-2013 nell'area di 25 km dal pozzo Alfina2.

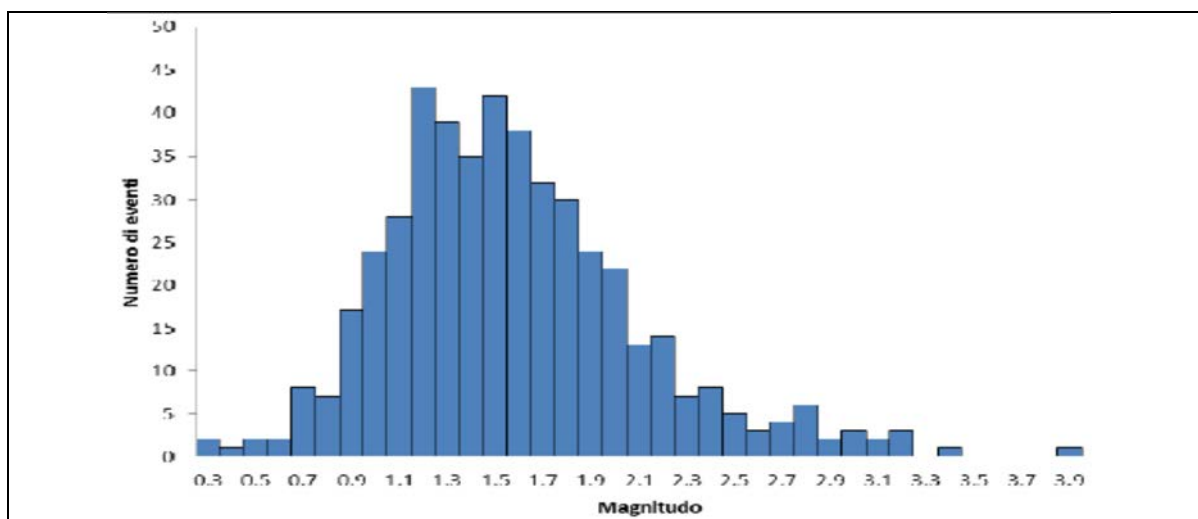


Figura C1.13: Istogramma rappresentante il numero di eventi sismici in funzione della magnitudo dal 1983 al 2013.

In Fig. C1.14 sono mostrati gli eventi sismici riportati nel catalogo ENEL. Poiché sono presenti valori negativi di magnitudo che variano da -0.9 a -0.1 è utile ricordare che Richter realizzò la sua definizione di magnitudo con strumenti in uso negli anni 30 e tarò la sua scala con un terremoto di

magnitudo 3 che dava un'ampiezza di 1 mm per un particolare tipo di sismografo (Wood Anderson) ad una distanza di 100 km. Attualmente è possibile registrare anche terremoti estremamente piccoli da cui viene fuori una magnitudo negativa come peraltro previsto. La magnitudo, infatti, è semplicemente un numero che mette in relazione differenti ampiezze del segnale, pertanto è una scala relativa.

Per questa estrazione, come mostrato in Fig. C.1.15, la massima magnitudo è risultata pari a 3.9 mentre la magnitudo col numero massimo di eventi è pari a 0.

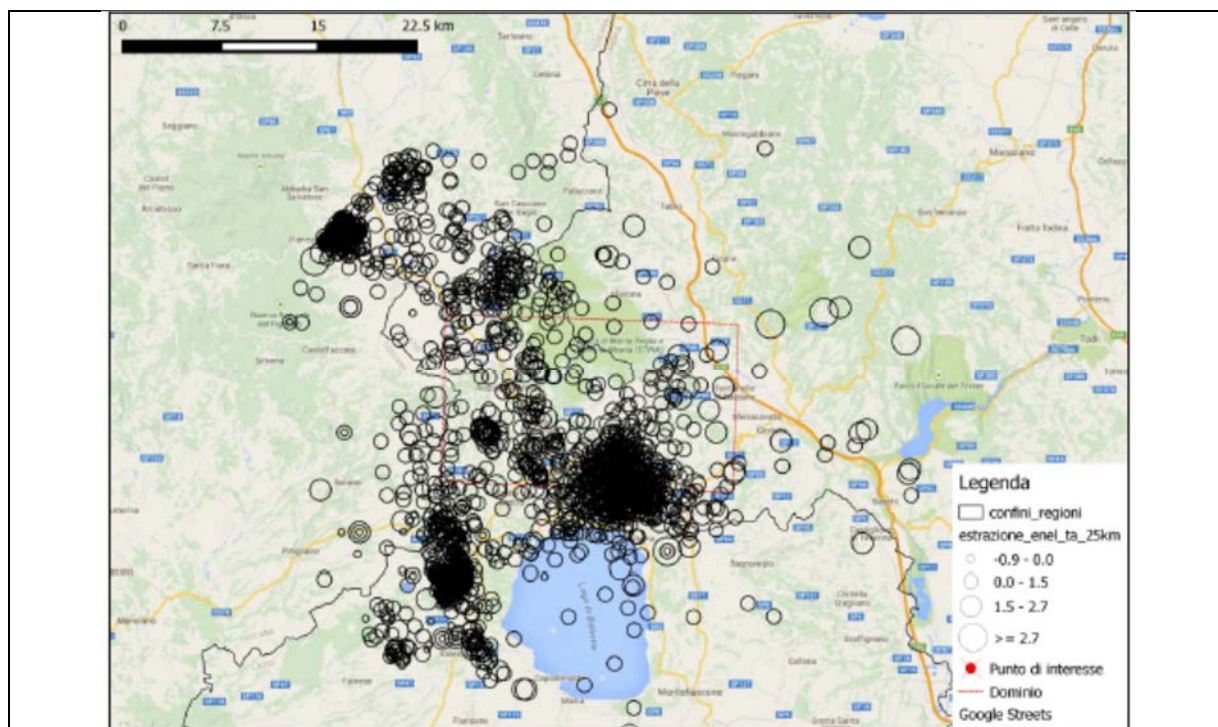


Figura C1.14: Epicentri dei terremoti riportati nel catalogo sismico ENEL nell'area di 25 km dal pozzo Alfina2.

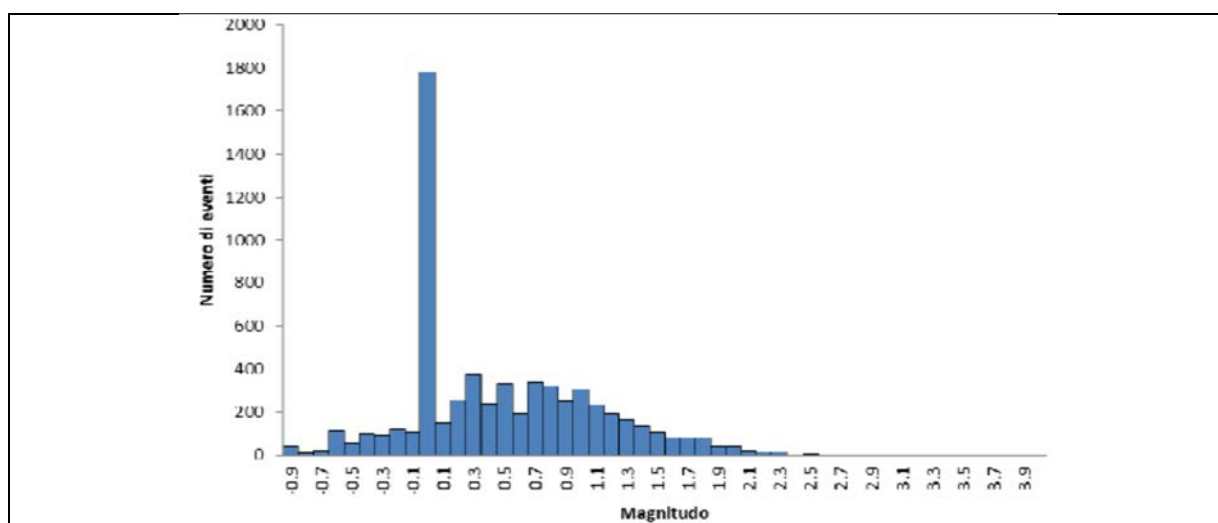


Figura C1.15: Istogramma rappresentante il numero di eventi sismici in funzione della magnitudo dal catalogo ENEL.

Per l'area di Castel Giorgio – Torre Alfina, in Fig. C1.16 sono rappresentati gli eventi sismici registrati nel catalogo CPTI11, Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (dal 1000 al 2006)

dell'INGV, sempre considerando un'area di 25 km dal pozzo Alfina2. Il massimo valore di magnitudo riscontrato, come mostrato in Tabella C1 è pari a 5.7 mentre il valore di magnitudo che si è manifestato in più eventi è pari a 4.3 (Fig. C1.17).

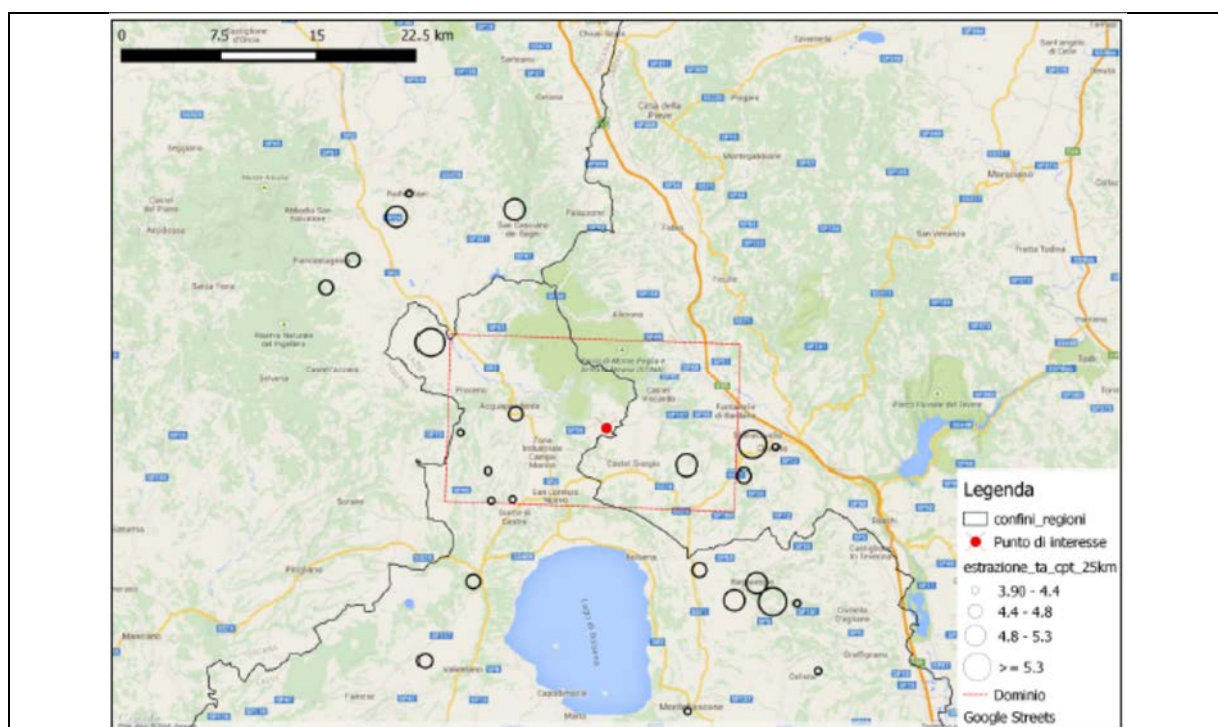


Figura C1.16: Epicentri dei terremoti riportati nel catalogo sismico CPT111 dell'INGV nell'area di 25 km dal pozzo Alfina2

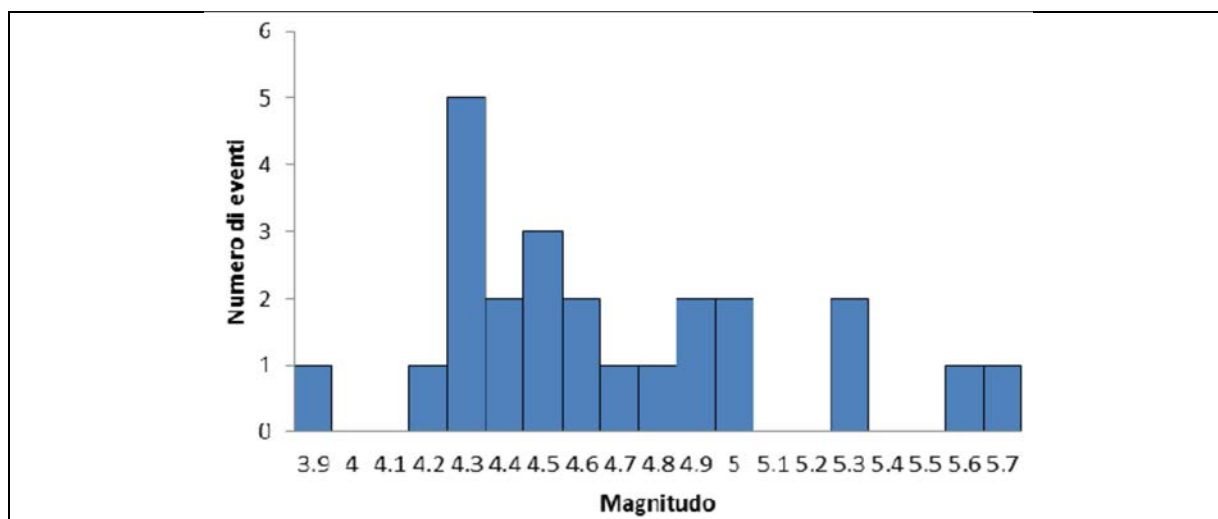


Figura C1.17: Istogramma rappresentante il numero di terremoti in funzione della magnitudo dal catalogo CPT111

Data	Magnitudo	Intensità	Distanza orizzontale (km)	Distanza reale (km)	Intensità risentita
15/06/1936	3.9	5.12	9.723	9.723	3.45
13/05/1931	4.2	5.54	24.773	24.773	3
30/05/1958	4.3	5.75	23.631	23.631	3.26
14/06/1759	4.3	5.78	19.886	19.886	3.47
12/12/1929	4.3	5.78	10.471	10.471	4.06
19/01/1901	4.3	5.78	13.136	13.136	3.86
14/10/1917	4.3	5.85	22.608	22.608	3.41
09/04/1924	4.4	5.87	11.289	11.289	4.08
27/03/1922	4.4	5.92	9.05	9.05	4.31
21/07/1889	4.5	6.14	22.675	22.675	3.7
21/06/1903	4.5	6.14	12.984	12.984	4.23
01/11/1755	4.5	6.14	7.101	7.101	4.71
01/04/2000	4.6	6.24	24.129	24.129	3.73
02/03/1971	4.6	6.28	11.192	11.192	4.5
13/01/1882	4.7	6.5	15.61	15.61	4.43
19/06/1940	4.8	6.59	23.43	23.43	4.11
19/07/1738	4.9	6.86	16.56	16.56	4.73
06/12/1957	4.9	6.86	6.788	6.788	5.46
21/01/1743	5.0	7	16.452	16.452	4.87
05/10/1777	5.0	7.05	22.972	22.972	4.59
16/10/1940	5.3	7.42	18.372	18.372	5.19
10/09/1919	5.3	7.53	15.143	15.143	5.48
22/05/1276	5.6	7.95	11.32	11.32	6.16
11/06/1695	5.7	8.13	18.455	18.455	5.89

Tab. C1. Terremoti riportati nel catalogo sismico CPTI11 nell'area di 25 km dal pozzo Alfina2

Per il terremoto più intenso (magnitudo 5.7) è stato calcolato lo spettro di risposta che è rappresentato in Fig. C1.18 e in Fig. C1.19 rispettivamente per la componente orizzontale e verticale. Infine, in Tabella C2 sono riportati i valori massimi di accelerazione e accelerazione + deviazione standard sia per la componente orizzontale che per quella verticale come da normativa sismica vigente.

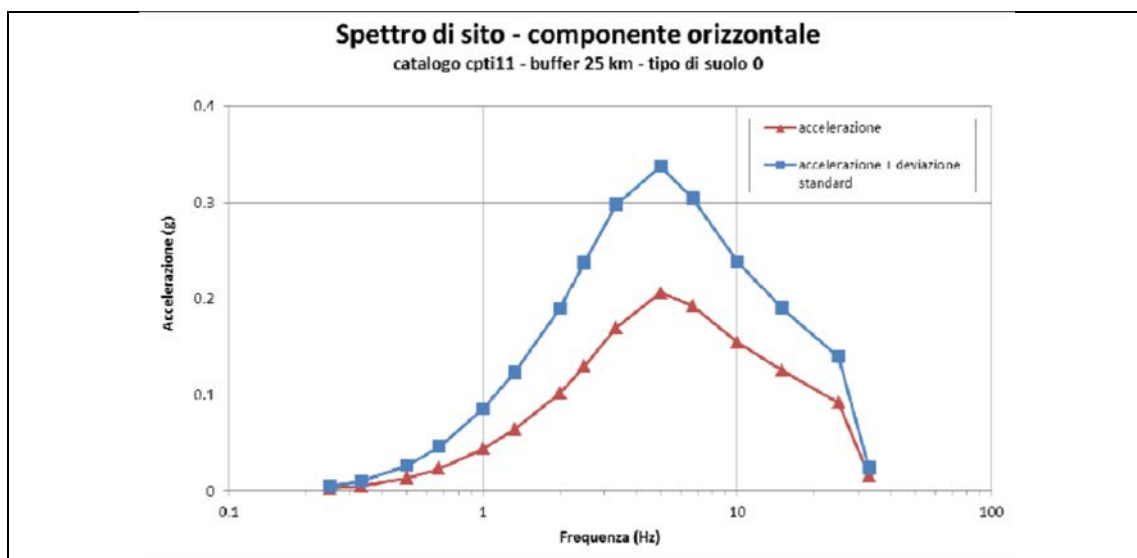


Figura C1.18: *Spettro di risposta della componente orizzontale dell'accelerazione per il terremoto più intenso ($M=5.7$) nell'area di 25 km dal pozzo Alfina2*

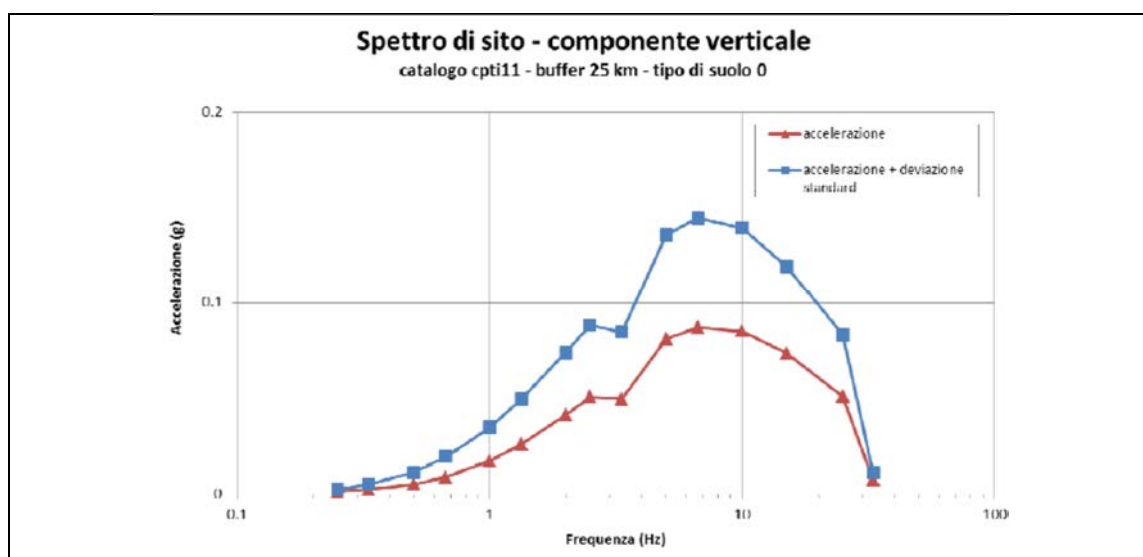


Figura C1.19: *Spettro di risposta della componente verticale dell'accelerazione per il terremoto più intenso ($M=5.7$) nell'area di 25 km dal pozzo Alfina2*

Catalogo CPTI11- buffer 25 km		
Componente orizzontale		
Frequenza (Hz)	Accelerazione (m/s^2)	Accelerazione + DS (m/s^2)
5.00	0.206	0.338
Componente verticale		
6.67	0.087	0.144

Tab. C2. *Valori massimi di accelerazione riferiti al massimo terremoto registrato nell'area di 25 km dal pozzo Alfina2*

Attività registrata dalla rete sismica locale ReMoTa

Come anticipato nello SIA, nell'area geotermica di Castel Giorgio-Torre Alfina, l'INGV ha realizzato e gestisce, per conto del proponente, una rete sismica locale denominata ReMoTa.

Nell'allegato C1.3 è riportato il rapporto dell'INGV (febbraio 2016) che descrive la configurazione della rete e i risultati del primo anno di attività. Viene in particolare analizzato il rapporto segnale/disturbo; emerge la maggiore capacità di detezione dei piccoli eventi locali rispetto alla rete nazionale dell'INGV: nel periodo giugno 2014-dicembre 2015 ReMoTa ha localizzato 289 eventi in un raggio di 25 km da Castel Giorgio, mentre nello stesso periodo e nella stessa zona la rete sismica nazionale dell'INGV ha localizzato solo 46 eventi (Fig.C1.20).

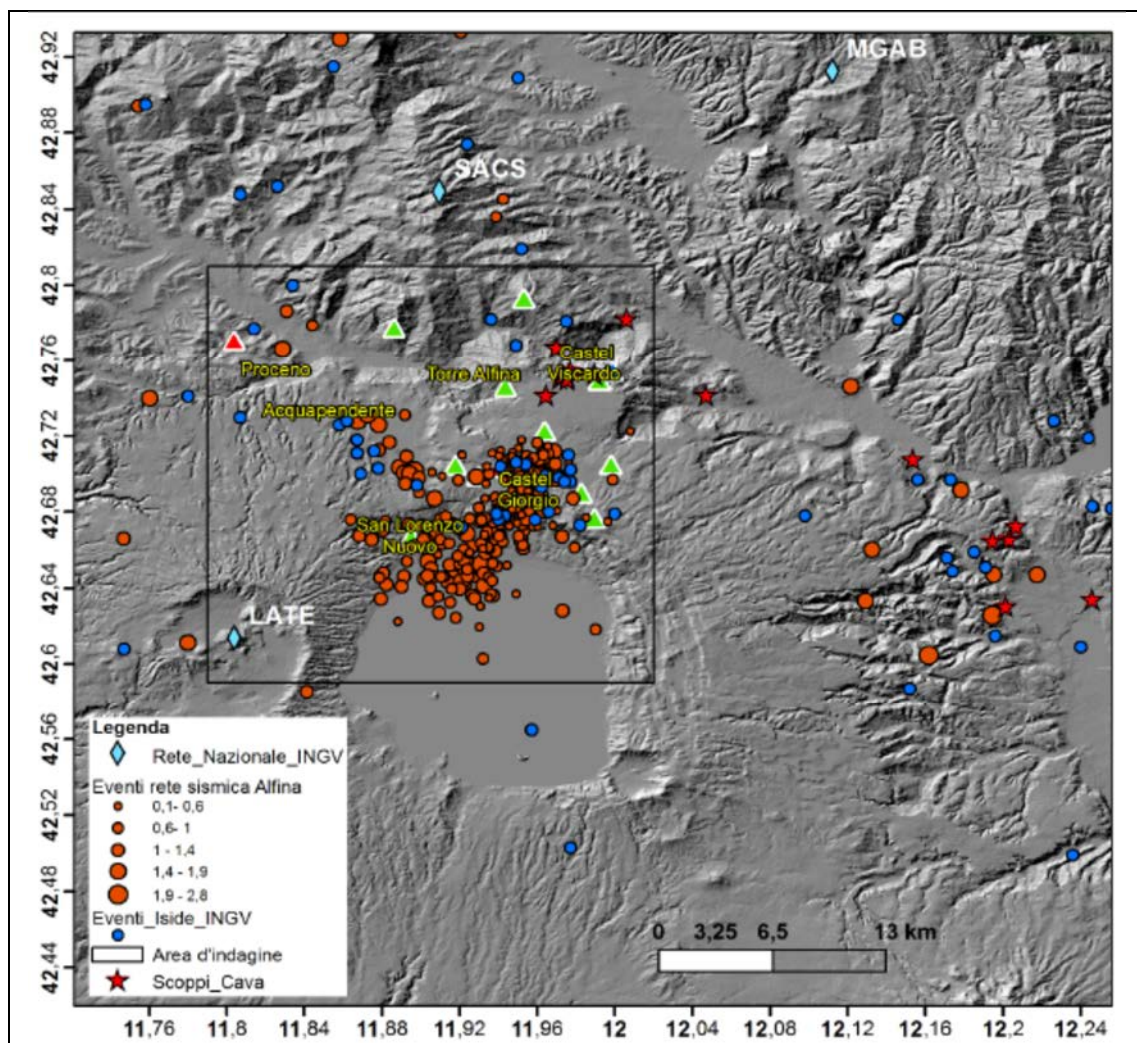


Figura C1.20: Ubicazione degli epicentri di 289 terremoti localizzati da ReMoTa nel periodo giugno 2014-dicembre 2015 (cerchi rossi) e epicentri degli eventi registrati nello stesso periodo di tempo dalla rete sismica nazionale dell'INGV (cerchi blu). I triangoli verdi indicano le stazioni di ReMoTa. Le stelle rosse rappresentano probabili scoppi in cava

Nella Fig. C1.21 sono riportate una mappa con la posizione degli epicentri e due sezioni con gli ipocentri degli eventi di tre sciami sismici registrati da ReMoTa rispettivamente nel dicembre 2014, nel marzo 2015 e nel novembre 2015. Come può vedersi questi sciami sismici interessano tre zone distinte.

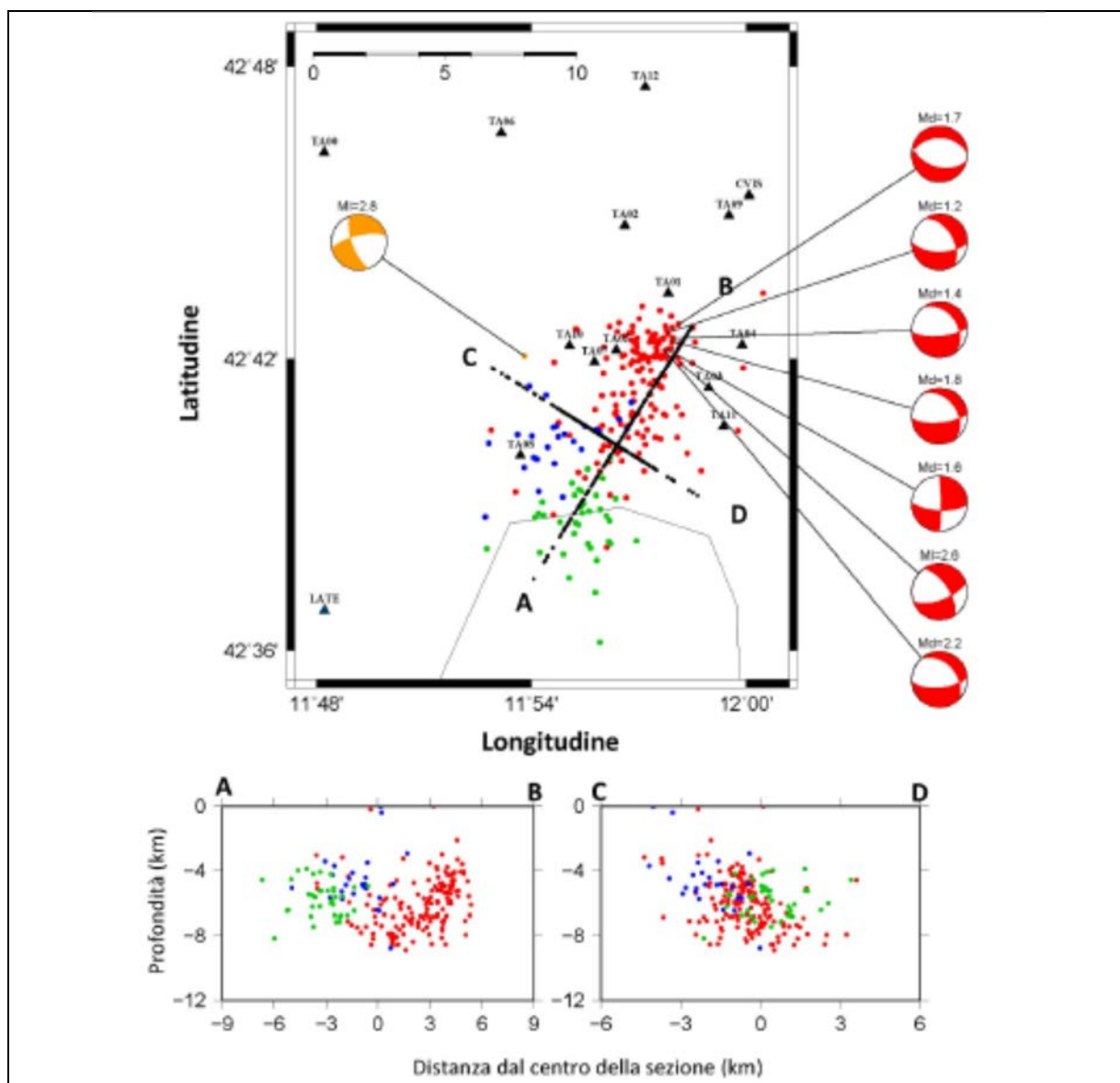


Figura C1.21: Ubicazione degli epicentri, in alto, e sezioni verticali, in basso, degli eventi sismici registrati da ReMoTa negli sciami di dicembre 2014 (rosso), di marzo 2015 (blu) e di novembre 2015 (verde). Sono anche riportati i meccanismi focali di eventi di dicembre 2014 e in arancio quello relativo all'evento più forte della sismicità di fondo.

Nella stessa figura sono riportati anche i meccanismi focali per 8 eventi: un terremoto di $M=2.8$ appartenente all'attività di fondo (arancio in figura) e 7 eventi dello sciame del dicembre del 2014 con M compresa tra 1.2 e 1.6. Le soluzioni focali risultano di tipo distensivo con una piccola componente strike.

Nella Fig. C1.22 è riportato l'istogramma della distribuzione della magnitudo per i 289 eventi sismici localizzati da ReMoTa con almeno 4 stazioni e 8 fasi.

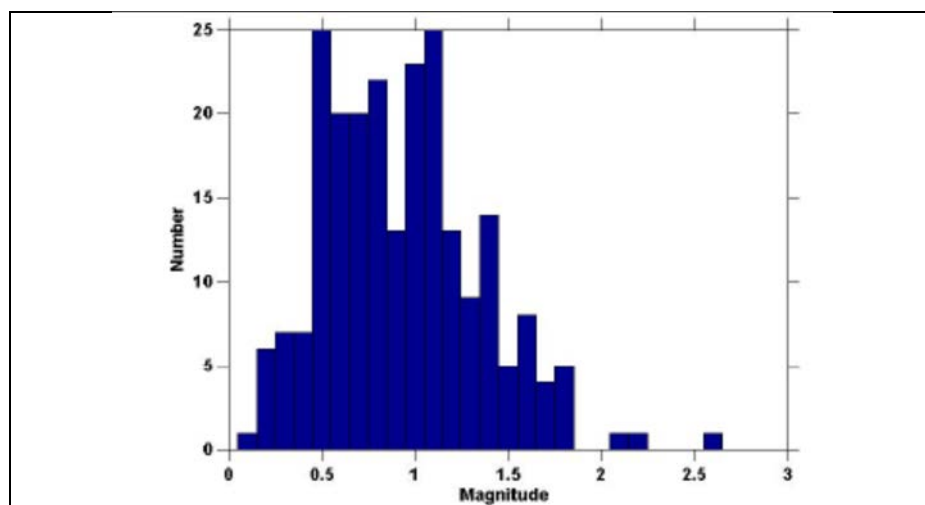


Figura C1.22: Istogramma della distribuzione della Md per gli eventi degli sciami sismici del 2014 e 2015 registrati da ReMoTa

Il rapporto INGV del febbraio 2016 (allegato C1.3) descrive anche il sistema di trasmissione dati in tempo reale e le modalità di “data storage e data processing” che verranno realizzati dopo che il proponente avrà ottenuto dal MISE il titolo minerario per i progetti geotermici di Castel Giorgio e di Torre Alfina.

Infine, in allegato C1.4 viene trasmesso il rapporto INGV del 20 giugno 2016 relativo agli eventi sismici registrati alla fine di maggio-inizio di giugno 2016 nella zona di Castel Giorgio e Acquapendente. Il rapporto descrive in particolare la determinazione epicentrale e ipocentrale delle due scosse principali: terremoto di $M_l=4.1$ avvenuto il 30 maggio 2016 nei pressi di Castel Giorgio e terremoto di $M_l=3.4$ avvenuto 31 maggio 2016 nelle vicinanze di Acquapendente. La profondità delle due scosse è stata stimata, dai dati registrati da ReMoTa, rispettivamente a 6,68 km e a 6,27 km.

L'andamento temporale delle magnitudo per un periodo di 8 giorni dalle ore 00:00 UTC del 30 maggio 2016 è mostrato nella Fig. C1.23 dove gli eventi sono distinti per le due aree epicentrali di Castel Giorgio e di Acquapendente

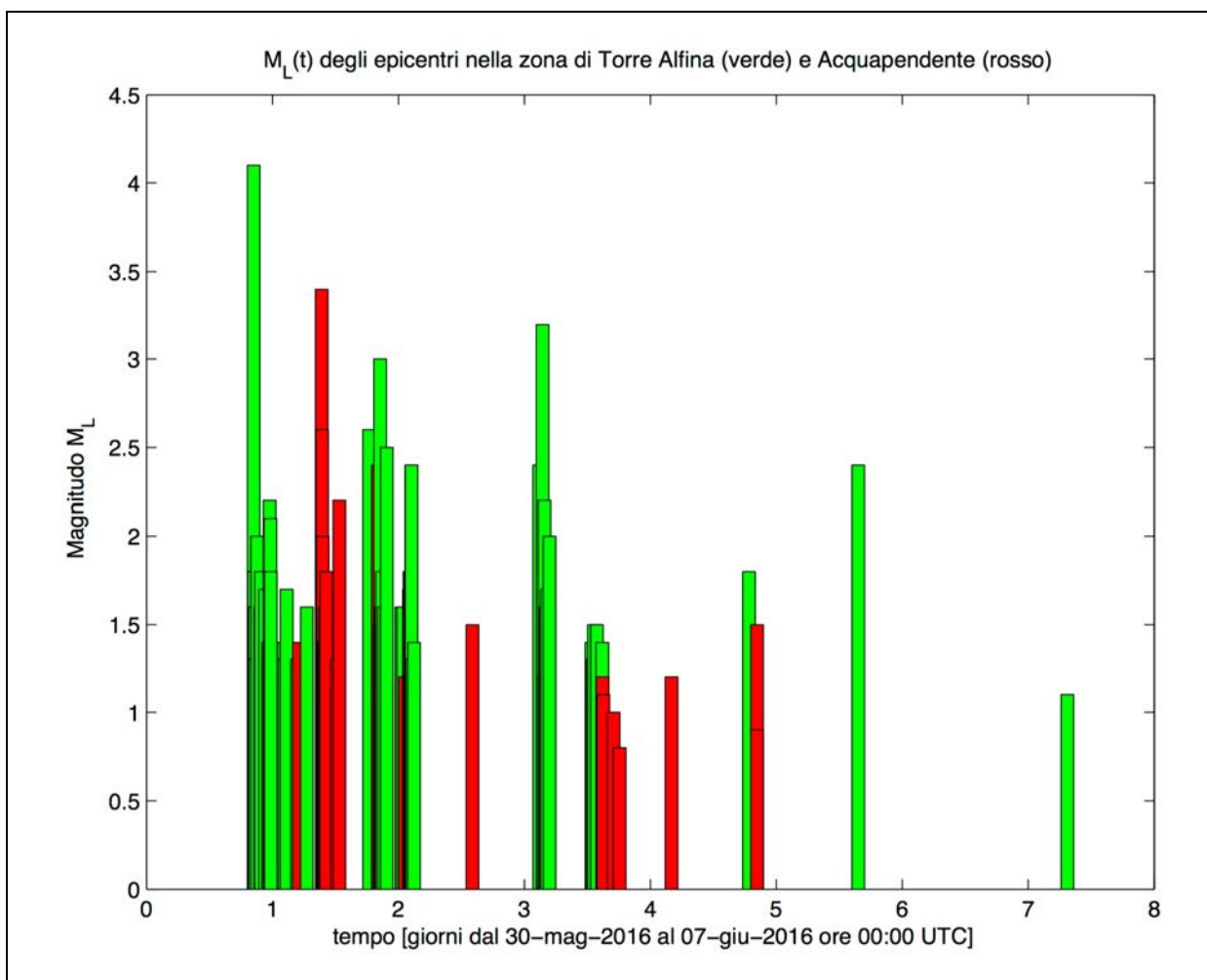


Figura C1.23: Andamento temporale della magnitudo degli eventi riportati in ISIDe dal 30 maggio al 7 giugno 2016, distinti per area epicentrale: Castel Giorgio (verde), Acquapendente (rosso)

La distribuzione degli epicentri degli eventi occorsi nel periodo 30 maggio-10 giugno 2016 mostra due cluster distinti con direzione appenninica (NO-SE) nelle vicinanze dei due eventi più forti (Castel Giorgio e Acquapendente). In particolare gli eventi registrati nella zona di Castel Giorgio sembrano ricadere sulla stessa struttura attivata durante lo sciame sismico di dicembre 2014 prima descritto.

I due rapporti INGV riportati negli allegati C1.3 e C1.4 dimostrano che la rete microsismica locale, installata per conto del proponente, sta operando in modo efficiente e fornisce informazioni sismologiche importanti sulla sismicità e microsismicità locale, ovviamente più ricche e precise di quelle che possono essere rilevate dalla rete sismica nazionale.

Parte C1.3

Considerato che riguardo alla sismicità indotta (e/o innescata) vengono fornite informazioni sugli effetti indotti dall'esercizio dei campi geotermici toscani e più in generale riguardo alla reiniezione di fluidi anche a livello mondiale. Inoltre si riferisce che per i campi geotermici di Torre Alfina, Latera e Cesano (rilevi sulle prove ENEL del 1977 – 1980) non c'è un quadro univoco di relazione tra sismicità misurata dalla rete e le attività di estrazione/immissione dei fluidi. Inoltre, in generale viene evidenziato che in 25 anni di attività in molti impianti geotermici non è stata avvertita sismicità di rilievo. I dati forniti sono sempre comunque di letteratura. Da sottolineare comunque che definire di basso livello energetico la sismicità indotta è valido per contesti sismotettonici non attivi, mentre in settori crostali dove il campo di stress regionale può essere vicino a delle condizioni critiche, le modifiche indotte da attività antropiche possono innescare della sismicità ben più energetica.

Per tale motivo si ritiene necessario che:

- sulla base dei risultati dello studio di elementi tettonici attivi e della pericolosità sismica potenziale, venga eseguita una modellazione delle perturbazioni derivanti dall'interazione delle attività di estrazione e iniezione di fluidi degli impianti di Torre Alfina e di Castel Giorgio, al fine di stimare scenari di sismicità indotta e/o innescata riguardanti il contesto territoriale interessato;
- venga chiarito se le strutture dell'impianto geotermico, sia di perforazione che quelle di superficie, siano state progettate con tolleranza tali da mantenere la funzionalità e da prevenire eventuali rotture a causa di eventuali tensioni prevedibilmente derivabili da deformazioni o rotture superficiali del terreno per movimenti differenziali indotti lungo piani di fagliazione.

Risposta alla richiesta C1.3

Nella precedente risposta alla richiesta C1.1 abbiamo riferito sulle condizioni fisiche del serbatoio geotermico di Castel Giorgio-Torre Alfina come risultanti dalla modellizzazione numerica eseguita nel 2014, per conto del proponente, da Terra Energy dell'Università di Pisa (vedi Allegato C1.2).

Questa modellizzazione è stata eseguita considerando la coltivazione contemporanea dei due settori di serbatoio interessati dai due progetti e le stesse portate di estrazione e di reiniezione (a 70°C) del fluido geotermico indicate nei progetti (rispettivamente 1050 ton/h per Castel Giorgio e 850 t/h per Torre Alfina, per un totale di 1900 t/h). Ovviamente anche il numero dei pozzi (5 produttori, 4 reiniettori per ciascun progetto), le loro configurazioni (verticali e deviati), ubicazioni e portate sono gli stessi indicati nei due progetti.

Quello che qui più interessa ai fini della richiesta di integrazione C1.3, sono le variazioni di pressione del fluido nel serbatoio conseguenti alla sua coltivazione. Nell'intorno dei pozzi produttori sono da attendersi diminuzioni di pressione che potrebbero potenzialmente indurre fenomeni di subsidenza, mentre nell'intorno dei pozzi reiniettori sono da attendersi aumenti di pressione che potrebbero potenzialmente causare sismicità indotta.

Ovviamente, è l'entità di queste variazioni di pressione che determina e controlla gli eventuali fenomeni associati. A questo riguardo è quindi importante sottolineare che le variazioni di pressione ottenute dalla modellizzazione numerica sopra citata sono molto contenute: diminuzioni tra 7,5 e 11 bar nei pozzi produttori e aumenti fra 4 e 7 bar nei pozzi reiniettori, nell'arco di 30 anni di vita utile dei progetti. Sono valori così bassi che permettono di escludere l'insorgenza di significativi fenomeni indotti di subsidenza e di sismicità.

Anche la modellizzazione numerica realizzata nel 2015 da RSE per conto del MISE (vedi la precedente risposta C1.1) con diversi e più sofisticati modelli e codici di calcolo, ha evidenziato che nei pozzi produttori e reiniettori la variazione di pressione del fluido causata dalla coltivazione del campo è modesta rispetto al valore iniziale ($\leq 3.3\%$).

Infine, per quanto riguarda i criteri di progettazione delle strutture dell'impianto geotermico, sia di perforazione che di superficie (centrale, tubazioni) si rimanda integralmente a quanto riferito nella risposta fornita alla precedente richiesta di integrazione B1) Costruzioni antisismiche.

Parte C1.4

Considerato infine che per il controllo della microsismicità è stato incaricato l'INGV per il monitoraggio sismico, anche con la realizzazione di una rete microsismica locale. In riferimento alle Linee Guida del MISE è stata definita l'estensione dei domini di osservazione (5 Km dominio interno, 10 Km dominio esteso). Inoltre il Proponente evidenzia che l'ubicazione delle stazioni sismiche già installate corrisponde ad una buona copertura del dominio interno, e che provvederà alla messa in opera di altre 5 – 6 stazioni dotate di velocimetro ed accelerometro. Valutato tuttavia che l'estensione dei domini dovranno comprendere il volume del serbatoio geotermico e che quindi la fascia di rilevazione dovrà essere ampliata, si ritiene necessario che:

- *venga rimodulata e verificata la congruenza delle scelte del programma di monitoraggio sismico sulla base della indispensabile ridefinizione del Dominio interno e del Dominio esteso, comprendendo l'intero volume del serbatoio geotermico, ampliando quello interno di una fascia di 5 Km rispetto al margine del serbatoio medesimo e di una fascia di almeno ulteriori 5 Km rispetto al margine del Dominio interno;*
- *venga chiarito se il sistema ed il programma di monitoraggio microsismico previsti risultino integrati e congruenti con le scelte in fase più avanzata di definizione dell'impianto di Castel Giorgio;*
- *venga esplicitata la sensibilità della rete di monitoraggio microsismico in termini di magnitudo locale rispetto alla quale rilevare la massima accelerazione del suolo ed entro quale estensione, e venga inoltre definito il cronoprogramma delle attività di monitoraggio rispetto alle fasi di realizzazione dell'opera, congiuntamente anche al progetto di Castel Giorgio.*

Risposta alla richiesta C1.4

Per quanto riguarda la rete microsismica locale ReMoTa, installata e gestita dall'INGV per conto del proponente, si fa presente che la rete comprende attualmente 10 stazioni sismiche, 5 fornite dal proponente e 5 messe a disposizione dall'INGV (vedi Relazione INGV, allegato C1.3).

Ovviamente nella prossima fase progettuale, quando saranno stati ottenuti dal MISE i titoli minerari per il progetto Castel Giorgio e per il progetto Torre Alfina, le stazioni INGV saranno sostituite da nuove stazioni acquistate dal proponente e la rete sarà completata con alcuni accelerometri come indicato nello SIA e documenti allegati e in conformità con le indicazioni del MISE.

In ogni caso la configurazione finale della rete sismica ReMoTa sarà molto simile a quella attuale indicata nella precedente Fig. C1.20.

Relativamente all'estensione dei domini di osservazione stabiliti dalle Linee Guida del MISE e uniformandoci alla richiesta di integrazione A1 del MATTM (che recita: "Venga inoltre valutato

l'impianto e svolta una analisi critica sulla base delle indicazioni per altro ancora provvisorie e non ancora adottate, delle linee guida per le attività geotermiche, del MISE") si fa presente che in data 25 maggio 2016 si è tenuta presso il MISE una riunione nella quale sono state presentate e discusse le nuove Linee Guida per la geotermia. In questa nuova bozza non si fa più menzione di "dominio interno" e di "dominio esteso" di rilevazione, ma si stabilisce che l'area di rilevazione è compresa entro un raggio di 5 km dai pozzi. In questo modo il MISE ha risolto una difficoltà oggettivamente rilevante, contenuta nelle precedenti Linee Guida, relativa alla definizione dei limiti del serbatoio geotermico.

Nella Fig. C1.24 è riportata l'ubicazione dei pozzi, verticali e deviati previsti nel progetto Castel Giorgio (sigla CG) e nel progetto Torre Alfina (sigla AP) e l'involuppo dei cerchi con raggio uguale a 5 km, disegnati a partire dal fondo pozzo dei pozzi più esterni. Questo involucro rappresenta l'area di rilevazione prevista nelle nuove Linee Guida del MISE (non ancora ufficialmente approvate) e risulta già adeguatamente coperta dalla attuale distribuzione delle stazioni sismiche di ReMoTa.

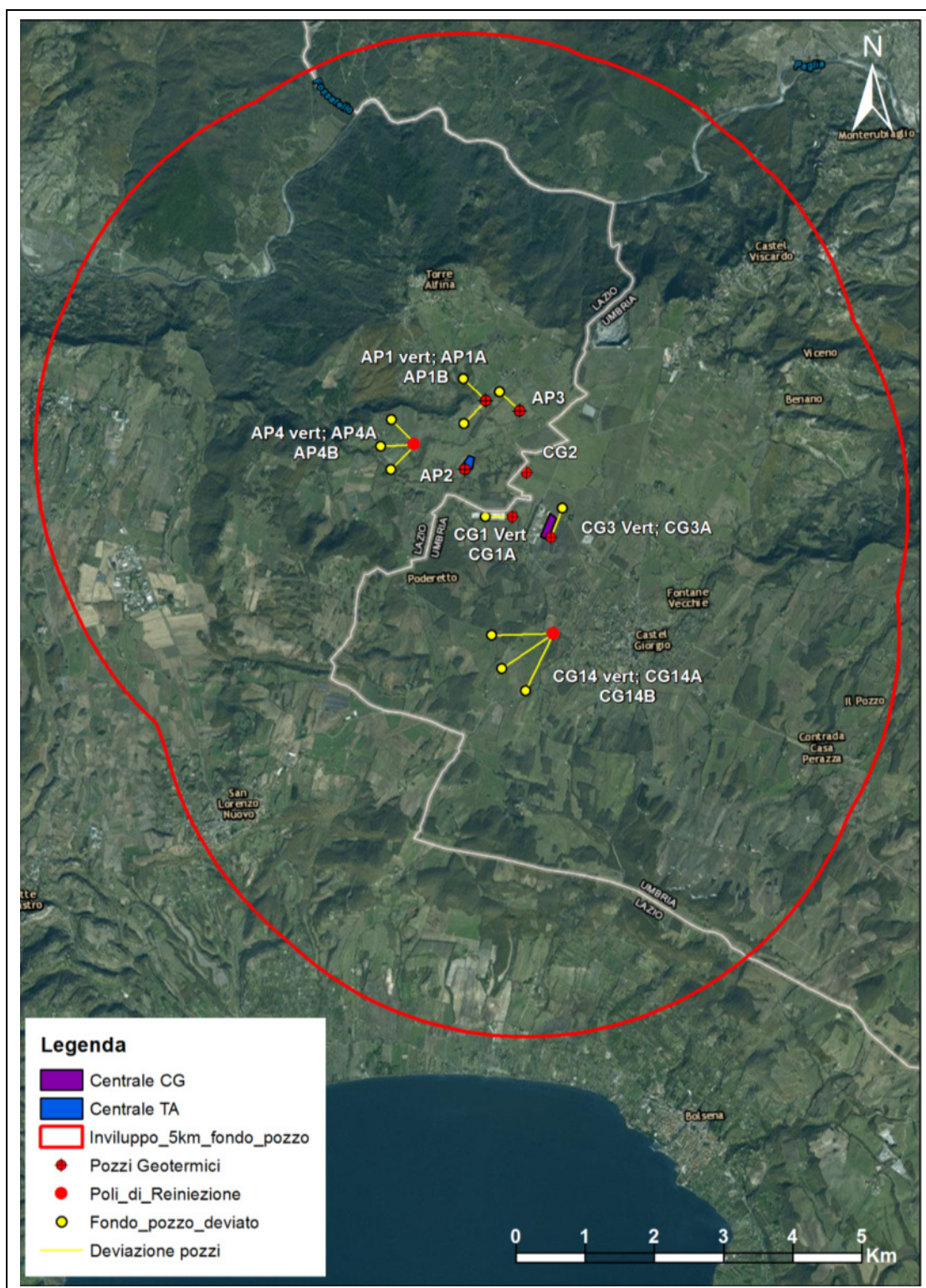


Figura C1.24: Ubicazione dei pozzi produttori e re iniettori dei progetti geotermici Castel Giorgio (CG) e Torre Alfina (AP). La linea rossa racchiude l'area di rilevazione prevista nelle nuove Linee Guida del MISE (non ancora ufficiale) entro 5km dai fondi pozzo

Risulta inoltre evidente, dal rapporto INGV che descrive la rete microsismica locale ReMoTa e i risultati dei primi 18 mesi di monitoraggio (allegato C1.3) e dai risultati del monitoraggio relativi allo sciame sismico di fine maggio-inizio giugno 2016 (allegato C1.4), che la rete microsismica

ReMoTa svolge già in modo adeguato il monitoraggio sismico della zona di interesse per i progetti geotermici pilota di Castel Giorgio e di Torre Alfina, sia in termini di magnitudo di completezza, sia in termini di numero di eventi localizzati e definizione della loro ubicazione epi-ipocentrale e dei parametri focali.

Quanto alla sensibilità della rete basti ricordare che nel periodo dal 29 giugno 2014 al 26 novembre 2015, in un raggio di 25 km da Castel Giorgio, ReMoTa ha registrato 431 eventi sismici, 289 dei quali da almeno 4 stazioni e per i quali è stata fornita una precisa localizzazione (rapporto INGV in allegato C1.3); nella stessa area e nello stesso periodo di tempo, la rete nazionale dell'INGV (ISIDe) riporta solo 46 eventi.

Questi risultati dimostrano la totale adeguatezza della rete realizzata e operante già da due anni, a svolgere il monitoraggio sismico delle aree di entrambi i progetti geotermici. Quanto al cronoprogramma per il completamento delle attività di monitoraggio sismico, si precisa che entro 6 mesi dall'ottenimento dei titoli minerari, la rete verrà completata con nuove stazioni velocimetriche e accelerometriche, il cui numero e ubicazione sono già stati preliminarmente indicati nello SIA e documenti allegati, e che comunque verranno uniformati alle indicazioni delle nuove Linee Guida del MISE; nello stesso periodo di tempo verrà realizzata la teletrasmissione all'INGV dei dati registrati dalle stazioni della rete e verranno attivati i sistemi di "data storage e data processing" descritti nell'allegato C1.3.

C2) Subsidenza

Considerato che nel SIA sono riportati dati relativi alla subsidenza di altri siti nazionali ed esteri, di grandi dimensioni, e che il Proponente afferma che le caratteristiche geologiche e litologiche del complesso che costituisce il campo geotermico di Torre Alfina e Castel Giorgio sono diverse, tanto che il pozzo Alfina 13 è stato utilizzato a lungo per l'estrazione di CO₂ senza che si sia osservato alcun fenomeno di subsidenza. Inoltre nel progetto di Torre Alfina (e Castel Giorgio) è prevista la totale reiniezione del fluido estratto, così che come conseguenza si avrebbero valori modesti e limitati tanto da far ritenere trascurabile ogni effetto di cedimento di terreno.

Preso atto che viene previsto un monitoraggio di eventuali movimenti del terreno con tecniche satellitari (GPS e In_Sar), in armonia con le linee guida del MiSE., si ritiene necessario che:

- venga formulato uno scenario delle deformazioni del suolo conseguenti allo sfruttamento congiunto degli impianti termici di Torre Alfina e Castel Giorgio, esplicitando i tassi di subsidenza attesi e le aree eventualmente interessate; le considerazioni dovranno essere fatte sulla base di un modello geologico – geotermico che simuli la circolazione dei fluidi, tenendo conto delle variazioni di pressione indotte dalle portate di progetto, in un mezzo anisotropo congruente con la reale situazione locale di fogliazione e fratturazione;
- rispetto alla documentazione fornita, venga rimodulato il piano di monitoraggio delle deformazioni al suolo in relazione alla ridefinizione del Dominio interno e del Dominio esteso, dovendosi comprendere l'intero volume del serbatoio geotermico, ampliando il Dominio interno di una fascia di 5 Km rispetto al margine del giacimento ed allargando il Dominio esterno di una ulteriore fascia di 5 Km rispetto al margine del Dominio interno;
- venga valutata la fattibilità e l'efficacia al fine del risultato della co-locazione di una stazione GPS con la stazione a banda larga della rete di monitoraggio sismico; inoltre si valuti la necessità di installare dei clinometri biassiali in corrispondenza delle stazioni GPS;
- venga valutata l'integrazione dei dati GPS e In-sar con misure di livellazione geometrica e l'acquisizione dei dati di almeno altre 5 stazioni GPS in continuo e operanti da almeno due anni, poste ad una distanza inferiore a 2- 3 Km dal Dominio interno.

Relativamente alla elaborazione di immagini radar satellitari, ed al fine di poter valutare e quantificare le deformazioni del suolo indotte non solo nelle limitate aree urbanizzate, si richiede :

- che venga valutata la possibilità di affiancare all'utilizzo della tecnica PSInSAR efficace per le aree urbanizzate, altre tecniche indicate per aree agricole e scarsamente antropizzate, come ad esempio la tecnica SqueeSAR.

Infine, riguardo al **Controllo geodetico**:

- sulla base di quanto sopra indicato, venga predisposto un piano per il rilievo della deformazione del suolo che dovrà essere ottenuto dalle misure radar/Interferometriche da satellite (tipo InSAR) e, se necessario, l'analisi dovrà utilizzare i dati rilevati su un numero adeguato di **"scatters" permanenti**;
- vengano fornite, secondo un programma ed una tempistica che dovranno essere stabiliti, sia le mappe di deformazione verticale che quelle di deformazione orizzontale (superficiale); le deformazioni rilevate dovranno essere modellate tramite un modello geologico-stratigrafico- strutturale, al fine di valutare se vi siano isteresi nella deformazione, identificare eventuali faglie criticamente stressate e determinare i volumi di roccia il possibile accumulo di stress.

Risposta alla richiesta C2

Nelle precedenti risposte alle richieste C1.1 e C1.3 abbiamo riferito sulla modellizzazione numerica, eseguita per conto del proponente e riportata nell'Allegato C1.2, del sistema geotermico di Torre Alfina-Castel Giorgio.

Tale modellizzazione si basa su un preciso modello geologico-geotermico ricostruito in base ai risultati di 10 pozzi profondi e di indagini geologiche, geofisiche e geochemiche. Come abbiamo mostrato, il primo passo della modellizzazione è stata la ricostruzione dello stato stazionario indisturbato del sistema, che è stata eseguita in modo da ottenere la temperatura del serbatoio con un'approssimazione di soli 5 °C rispetto a quella effettivamente misurata nei pozzi.

Come richiesto in C2, è stato poi simulato il comportamento fisico del serbatoio in risposta all'attività mineraria prevista nei due progetti, utilizzando le portate totali di estrazione e reiniezione del fluido ivi previste (1.050 ton/h per Castel Giorgio e 850 ton/h per Torre Alfina, totale 1.900 ton/h), il numero totale di pozzi previsti (5 produttori e 4 reiniettori per ciascun progetto) con le ubicazioni, profondità e assetto (verticale o deviato) indicati nei due progetti.

Nell'arco di 30 anni di vita utile dei progetti, le diminuzioni di pressione attese in prossimità dei pozzi produttori sono molto contenute, tra 7,5 e 11 bar. Come abbiamo mostrato nella rassegna (presentata come allegato F dello SIA) sui fenomeni di subsidenza osservati nei campi geotermici in esercizio, toscani e mondiali, le diminuzioni di pressione nel serbatoio geotermico ivi riportate sono sensibilmente superiori, da 2 a 3 volte, rispetto a quelle attese nel serbatoio di Torre Alfina-Castel Giorgio, dove è prevista la reiniezione totale del fluido estratto mentre nella maggior parte dei casi citati la reiniezione è stata tardiva e continua ad essere parziale, non totale.

Piano di monitoraggio delle deformazioni del suolo

L'area oggetto del monitoraggio delle deformazioni del suolo verrà stabilita in conformità con le indicazioni del MISE. Essa potrà corrispondere ai domini interno ed esteso di rilevazione (Fig. C2.1), aventi una distanza rispettivamente di 5 e 10 km dal serbatoio geotermico, come indicato nelle linee guide MISE del novembre 2014, oppure potrà corrispondere all'area indicata nella Fig. C2.2 corrispondente all'involuppo dei cerchi con raggio di 5 km disegnati a partire dal fondo pozzo dei pozzi più esterni, come dalla bozza 2016 più recente delle nuove linee guida del MISE. Lo scopo del monitoraggio è quello di individuare eventuali movimenti del suolo con valori possibili di alcuni mm/anno sulle tre componenti Nord, Est e Verticale.

Considerati i ratei di deformazione superficiale attesi valutati nell'Allegato F dello SIA, sulla base di confronti con campi geotermici con caratteristiche molto più favorevoli a subsidenze, si ritiene che siano sufficienti accurately di misura di 5 mm/anno, per individuare eventuali effetti antropici dovuti allo sfruttamento, accurately che tuttavia saranno superate dai sistemi di monitoraggio previsti.

Il monitoraggio verrà effettuato attraverso metodologie geodetiche GPS e di telerilevamento SAR satellitare (InSAR) come di seguito specificato.

Monitoraggio GPS

Le misure GPS di tipo geodetico, eseguite con strumenti a doppia frequenza con acquisizione in continuo e monumenti con standard internazionali (tipo UNAVCO) garantiscono accurately dell'ordine di 0.5 mm/anno sulle componenti planari dello spostamento e di 1 mm/anno sulla componente verticale. Con le attuali tecniche di analisi dati si può determinare la posizione della

stazione GPS con accuratezze dell'ordine di alcuni millimetri nelle tre direzioni spaziali utilizzando 24 ore di osservazioni GPS continue e con accuratezze via via meno precise per determinazioni più frequenti (es. ogni 12, 6, 2 ore). Tali accuratezze permettono il monitoraggio continuo dei transienti e delle deformazioni lente del suolo, anche in tempo reale.

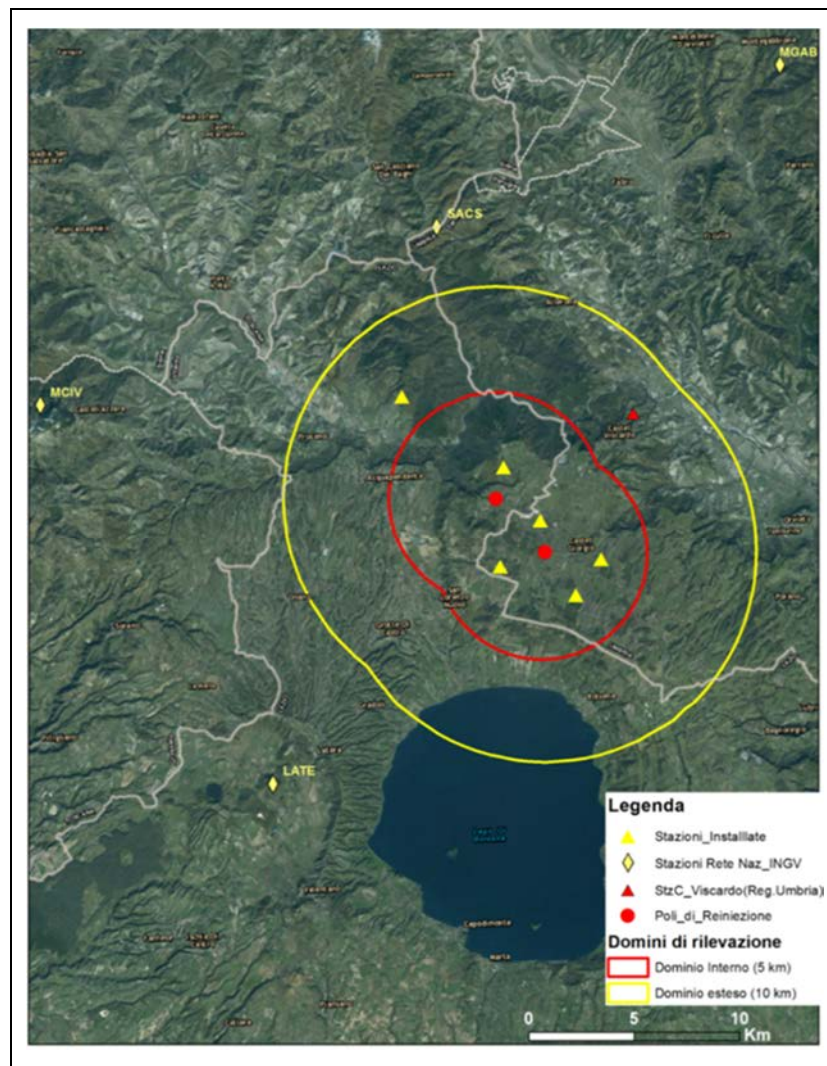


Figura C2.1: *Limiti del dominio interno e del dominio esteso di rilevazione (da MISE, novembre 2014) per i progetti geotermici Castel Giorgio-Torre Alfina. È indicata l'ubicazione delle stazioni GPS in continuo della rete nazionale dell'INGV (SACS, MGAB, LATE, MCIV).*

Per espandere la rete di misura verranno utilizzati strumenti a singola frequenza di ultima generazione che permettono il monitoraggio delle deformazioni a scala locale (<10km) con accuratezze comparabili (≤ 1 cm) ai ricevitori geodetici doppia frequenza. Il sistema di monitoraggio prevede una serie di ricevitori GPS e antenne a singola frequenza, ancorati al suolo ed un sistema di trasmissione dati. I dati GPS acquisiti presso ciascuna stazione vengono raccolti via radio-modem presso uno o più nodi locali che provvedono a ri-trasmettere tutti i dati acquisiti dalla rete ad un centro di elaborazione.

Il sistema di monitoraggio, una volta integrato, permette di monitorare in tempo reale tutte le stazioni GPS da una singola postazione di controllo, e di seguire l'evoluzione temporale della posizione di stazione da una generica applicazione client (browser o app).

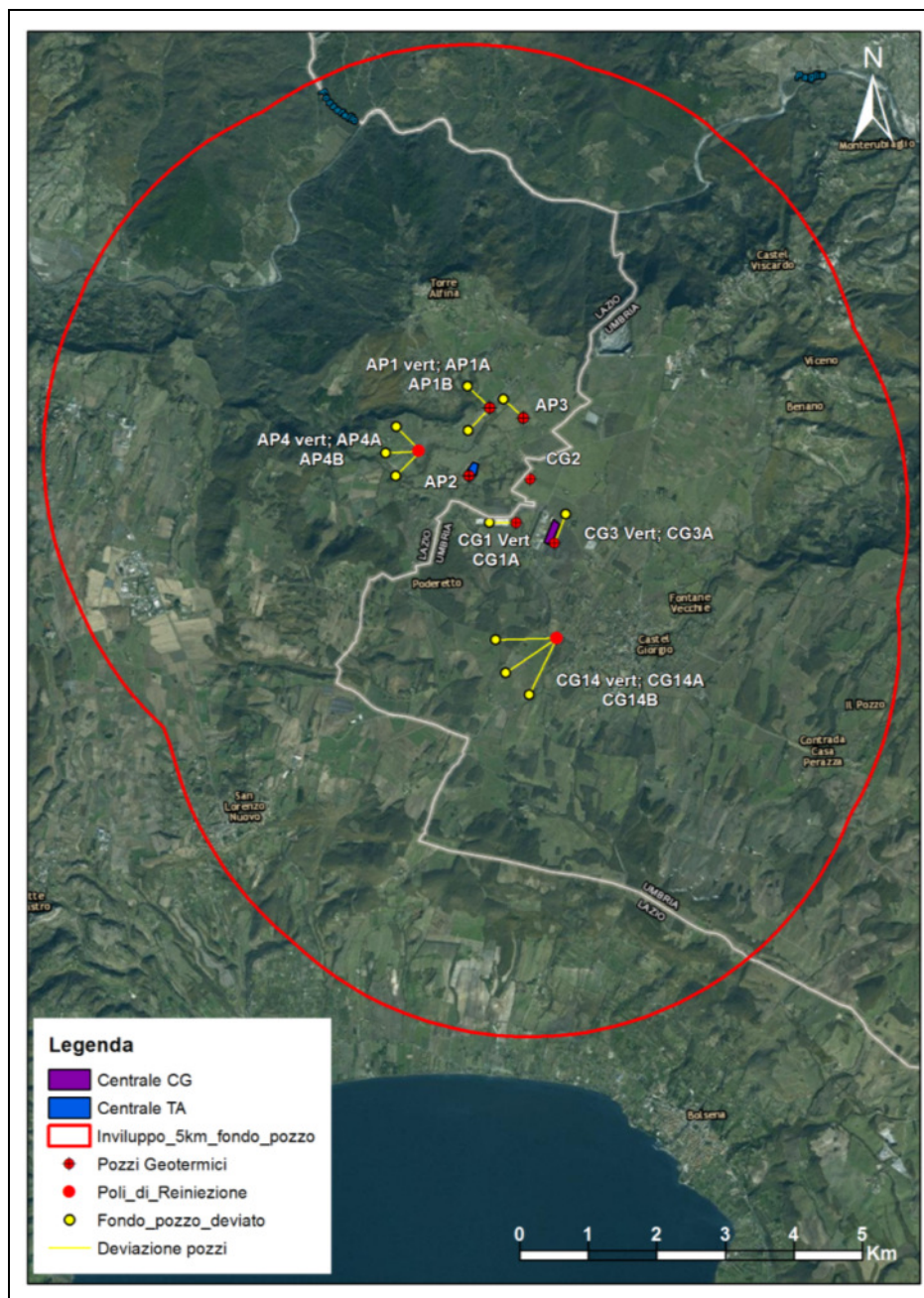


Figura C2.2: Ubicazione dei pozzi produttori (CG1, CG2, CG3) e dei pozzi reiniettori (CG14) del progetto Castel Giorgio e dei pozzi produttori (AP1, AP2, AP3) e reiniettori (AP4) del progetto Torre Alfina. I cerchietti gialli indicano il fondo dei pozzi devianti. La linea rossa indica l'inviluppo dei raggi di 5 km dal fondo dei pozzi e racchiude l'area di rilevazione secondo le nuove linee guida del MISE (bozza maggio 2016).

Monitoraggio con metodi InSAR

Considerate le caratteristiche superficiali dell'area (copertura vegetale elevata, coltivazioni diffuse) il monitoraggio InSAR richiede la disponibilità di dataset costituiti da almeno 20 immagini satellitari SAR, acquisite con la stessa geometria e con separazione temporale non maggiore di 1 mese.

L'elaborazione sarà eseguita con tecniche di analisi degli scatteratori puntuali (Persistent Scatterers) o estesi (SBAS), in grado di fornire misure di spostamento degli scatteratori con

accuratezze di 1-2 mm/anno (nelle condizioni migliori). In entrambi i casi le misure sono riferite alla linea di vista (Line of Sight-LOS) che congiunge il satellite con la superficie e possono essere ottenute solo se gli scatteratori superficiali mantengono una relativa stabilità di fase nel tempo (alta coerenza interferometrica).

La tecnica SBAS (Small Baseline Subset) parte dalla generazione di una serie di interferogrammi differenziali ottenuti su coppie di immagini SAR estratte dal dataset a disposizione. Le coppie sono scelte secondo criteri che minimizzano la differenza tra le successive posizioni del satellite per le due immagini (spatial baseline) e che selezionano un intervallo temporale tra le date di acquisizione in grado di evitare perdita di coerenza.

Dalla serie di interferogrammi così ottenuti, tramite un'inversione matematica che utilizza l'algoritmo Single Value Decomposition (SVD), è possibile ottenere una mappa della velocità media di spostamento del suolo e le relative serie storiche, ovvero gli spostamenti del suolo nel tempo calcolati per ogni singolo pixel coerente della mappa. Nell'inversione vengono anche stimati e rimossi eventuali errori orbitali, residui topografici ed atmosferici.

La tecnica dei Permanent o Persistent Scatterers (PS), è basata sull'osservazione che un piccolo sottoinsieme di bersagli radar, costituito da scatteratori persistenti, è poco sensibile ad effetti di decorrelazione temporale e mantiene invariata nel tempo l'informazione di fase contenuta nell'impulso radar. I PS sono tipicamente parti di edifici, strutture metalliche, rocce esposte, o più in generale tutti quegli elementi presenti sul suolo le cui caratteristiche elettromagnetiche non variano nel tempo. Al contrario, non sono PS tutti quegli elementi che variano nel tempo, come la vegetazione, i campi arati, ecc. L'elaborazione parte da uno studio statistico delle immagini, che porta ad una prima selezione di PS, per i quali viene calcolata la storia di fase interferometrica stimando nello stesso tempo gli effetti dovuti alle variazioni delle proprietà atmosferiche tra le varie immagini e la quota topografica nel punto.

Dalla storia di fase si ricava lo spostamento del PS nel tempo e quindi la serie temporale di deformazione e la velocità media nel periodo considerato.

I vantaggi delle tecniche InSAR risiedono nella loro relativa economicità e nella capacità di investigare vaste aree di territorio (se coerenti).

I limiti della tecnica InSAR risiedono nella incapacità di ottenere misure su superfici che non sono stabili nel tempo, nella necessità di un numero minimo di osservazioni (immagini) per poter calcolare la serie temporale, nella misura di un valore scalare in LOS e non vettoriale come per il GPS. Per ovviare parzialmente a questo ultimo limite si generano mappe di deformazione utilizzando dati da orbite ascendenti e discendenti, in cui la superficie viene osservata da punti di vista opposti. Questo permette di calcolare con buona approssimazione le componenti verticale ed Est del movimento del suolo, ma non la componente Nord.

Per ovviare ai limiti sopra menzionati si preferisce sempre integrare le tecniche InSAR con misure GPS in continuo.

E' da notare che l'area in esame non si presenta molto favorevole al monitoraggio InSAR a causa della presenza di vegetazione e di campi coltivati, ovvero superfici tipicamente poco stabili nel tempo. Si prevede quindi che sarà possibile ottenere una buona misura di deformazione solo su scatteratori puntuali stabili come manufatti e abitazioni, che nell'area sono distribuiti in maniera molto disomogenea (vedi Fig.C2.4). Per questi motivi, si utilizzeranno anche degli scatteratori artificiali (elementi metallici stabili nel tempo) per misurare con precisione punti di riferimento.

Installazione della rete di monitoraggio GPS in continuo

Stanti le difficoltà di copertura con Persistent Scatterers menzionate in precedenza, la rete di misura GPS assume particolare importanza. Si prevede quindi di installare delle stazioni GPS in continuo monofrequenza in almeno 5 siti posti sulla verticale delle aree di reiniezione e nelle vicinanze dei pozzi di estrazione (Fig. C2.3). Non si ritiene utile posizionare le stazioni GPS in corrispondenza delle bocche pozzo perché molti dei pozzi sono obliqui e le aree di influenza della possibile deformazione sono quelle sovrastanti il fondo pozzo. Una di queste stazioni verrà installata nello stesso sito della stazione sismica a larga banda, come suggerito nella richiesta di integrazione C2.

Sarà installata anche una stazione GPS a doppia frequenza nell'area ad Est del campo geotermico, in prossimità del pozzo di monitoraggio ARPA Umbria ORV 11 (Fig. C2.3). Si tratta di un'area prettamente agricola e si ritiene possibile che in questa zona possano verificarsi fenomeni di subsidenza dovuti ad emungimento di falde, che vanno adeguatamente monitorati nella fase ante operam.

In posizione solidale a tale stazione verrà installato uno scatteratore artificiale (corner reflector), che consentirà di stimare la velocità InSAR della stazione GPS, permettendo quindi di riferire le misure InSAR allo stesso sistema di riferimento delle misure GPS.

Nell'analisi dei dati della rete verranno anche utilizzati i dati delle stazioni GPS in continuo della rete nazionale dell'INGV prossime all'impianto, ovvero le stazioni SACS, MGAB, LATE, MCIV (Fig.C2.1). Si tratta di stazioni a doppia frequenza ad alta precisione.

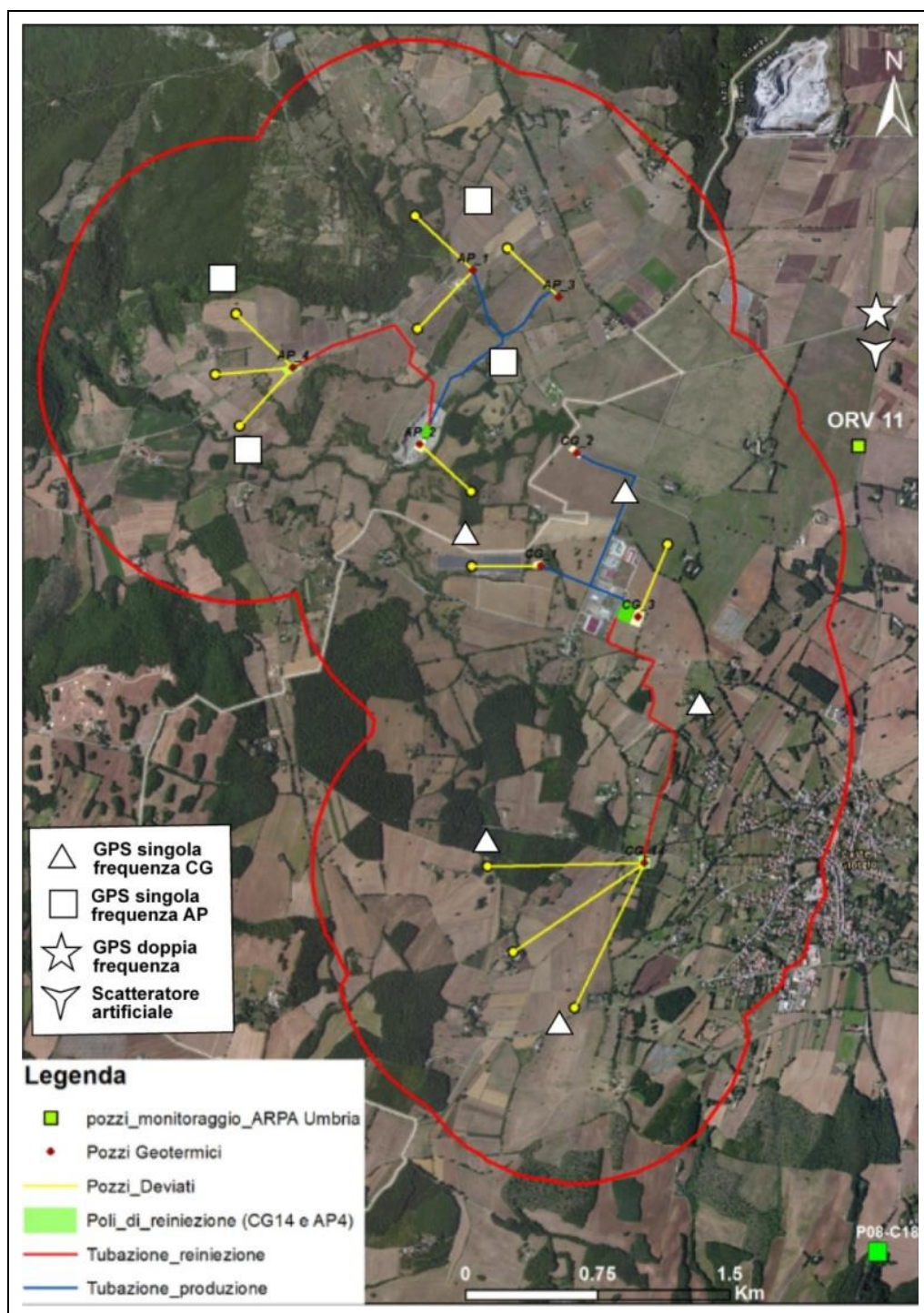


Figura C2.3: Ubicazione delle stazioni GPS per il monitoraggio dei sistemi geotermici di Castel Giorgio (CG) e di Torre Alfina (AP).

Tutti i monumenti della rete verranno realizzati seguendo gli standard INGV della rete RING, che seguono standard internazionali per le reti geodetiche (pilastrino o tripode, Fig. C2.4).



Figura C2.4: *Esempi di monumentazione geodetica per GPS a doppia frequenza, a sinistra su pilastrino di cemento armato, a destra su tripode in acciaio ancorato al suolo.*

Considerata la necessità di eseguire misure per la determinazione del "bianco", in fase ante operam per un periodo di almeno un anno, e considerato che l'inizio delle attività di perforazione nel campo di Castel Giorgio potrebbe impedire di determinare la situazione ante operam del campo attiguo di Torre Alfina, si ritiene necessario installare in quest'ultima area altre 4 stazioni monofrequenza fin dall'inizio delle operazioni di monitoraggio.

La Figura C2.3 mostra la distribuzione dei punti di misura della rete GPS proposta.

Analisi dei dati GPS

Le osservazioni GPS saranno rese disponibili in formato RINEX con campionamento a 30 secondi (<https://igsceb.jpl.nasa.gov/igsceb/data/format/rinex300.pdf>) e come dati elaborati, ovvero posizione e velocità dei siti. Saranno fornite le serie temporali calcolate su base giornaliera per le componenti Est, Nord e Verticale e i relativi ratei.

Come detto in precedenza, la rete di monitoraggio GPS si compone di una stazione di riferimento posta al limite Est del dominio interno di rilevazione (Fig. C2.3) e di 5+4 stazioni di monitoraggio distribuite in corrispondenza dei pozzi di estrazione e reiniezione. Le posizioni delle stazioni di monitoraggio saranno misurate rispetto alla stazione di riferimento, la quale sarà utilizzata per definire il sistema di riferimento locale e, insieme alle stazioni della rete RING-INGV, per caratterizzare le deformazioni regionali (p.es. originate da variazioni della falda acquifera). In tale configurazione le stazioni monitoranti saranno molto sensibili alle variazioni di posizione (spostamenti rispetto all'origine) piuttosto che al valore assoluto delle posizioni (ad esempio movimenti areali a grande scala come i movimenti tettonici).

I dati grezzi acquisiti da ciascun ricevitore, saranno salvati su supporto di archiviazione locale (nello stesso ricevitore) e trasmessi in tempo reale ad un sistema centralizzato di elaborazione dati. Il sistema centrale fornirà le posizioni di tutte le stazioni GPS relative alla stazione di

riferimento, con cadenza configurabile da 2 a 24 ore. Il sistema centrale permetterà la piena configurazione della rete monitorante ed il controllo dei parametri di funzionamento di ciascuna stazione. La visualizzazione delle stime delle posizioni ed il controllo delle funzionalità del sistema sarà possibile anche tramite un software client di facile utilizzo (app o browser), per ciascuna stazione saranno visualizzabili le componenti topocentriche (Est, Nord, Verticale) in funzione del tempo.

In caso di eventuale, per quanto improbabile, superamento di soglie di allerta, il sistema avviserà automaticamente un operatore (configurabile) tramite segnale acustico, email e sms. I parametri di attenzione saranno determinati a partire dalle serie storiche delle stazioni, in particolare i transienti e le variazioni di pendenza (derivata locale) nelle coordinate 3-D di ciascuna stazione concorreranno alla definizione degli algoritmi di controllo dell'allerta. Si prevedono due soglie critiche del sistema: una soglia di attenzione, utilizzata per l'attivazione di procedure di pre-allarme e di verifica dell'anomalia, e una soglia di allarme che individua un'anomalia persistente in una qualche stazione. Per la definizione dei livelli di soglia sarà necessario uno studio dedicato che tenga conto delle caratteristiche generali delle serie storiche (rumore, stagionalità e movimenti indotti da attività antropiche), nonché del segnale previsto (modellato) causato dalle attività dei campi.

Il monitoraggio satellitare InSAR

L'area soggetta al monitoraggio InSAR corrisponde al dominio esteso indicato in Fig. C2.1.

Saranno utilizzati i dati SAR in banda C acquisiti dalle missioni ERS ed ENVISAT e dalla missione Sentinel-1 dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA). I primi consentiranno di avere una copertura temporale dal 1992 al 2010 (con una assenza di dati tra il 2001 ed il 2003), mentre a partire dal 2015 la copertura avverrà esclusivamente con i dati in banda C dei satelliti Sentinel-1 (A e B).

Verranno presi in considerazione sia i dati in orbita ascendente (ASC) che discendente (DESC), di conseguenza si avranno a disposizione 6 mappe differenti:

- 2 mappe ERS (ASC & DESC), copertura temporale circa 1992-2001
- 2 mappe ENVISAT (ASC & DESC), copertura temporale circa 2003-2010
- 2 mappe Sentinel-1 (ASC & DESC), copertura temporale dal 2015 in poi.

Per quanto riguarda i satelliti ERS ed ENVISAT, saranno utilizzate direttamente le velocità medie (ascendenti e discendenti) disponibili nel database del Piano Nazionale di Telerilevamento, sul Geoportale Nazionale (Fig. C2.5).

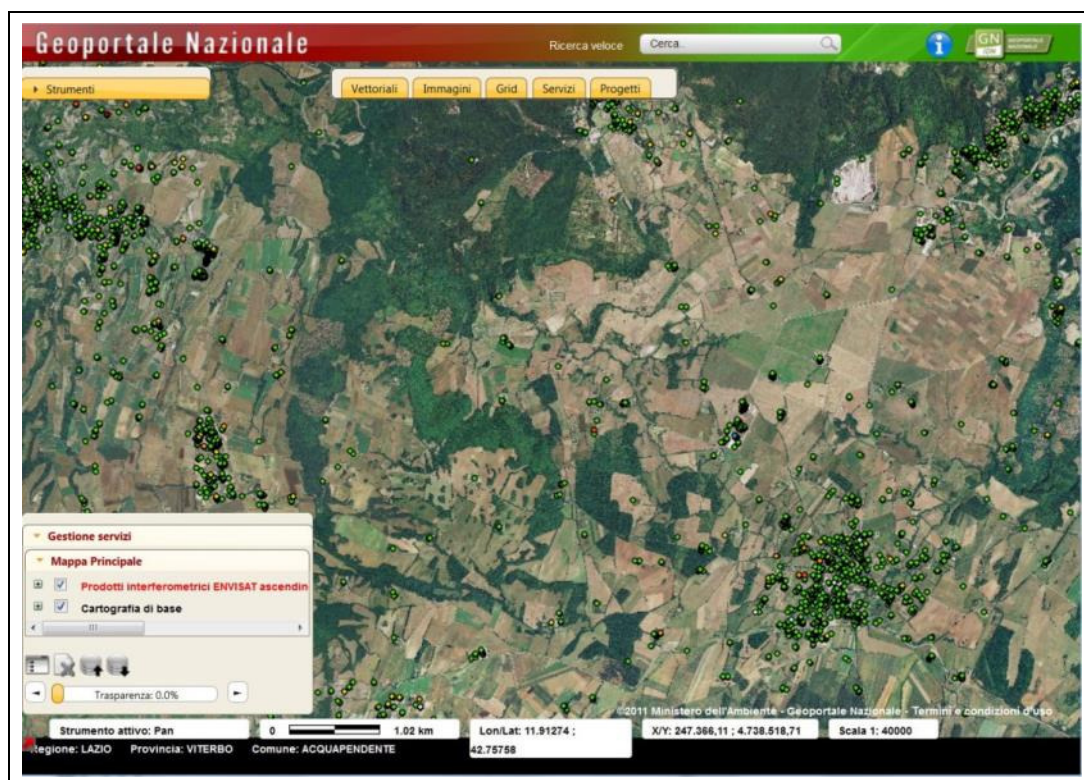


Figura C2.5: *Velocità medie nel periodo 2003-2010 da immagini ENVISAT ascendenti, disponibili sul Geoportale Nazionale.*

Per quanto riguarda i dati Sentinel-1, la frequenza di acquisizione attuale è di una immagine ogni 12 giorni e i dati sono direttamente scaricabili da sito web poco dopo l'acquisizione. Saranno utilizzate immagini nella modalità Interferometric Wide swath (IW) che coprono per ogni orbita una larghezza di territorio di oltre 200 km. Sarà possibile produrre una prima elaborazione di questi dati con uno dei due metodi descritti in precedenza, quando saranno disponibili almeno 20 immagini con la stessa geometria di acquisizione. Questo nell'area in esame è possibile da Agosto 2015.

Per gli scopi del presente monitoraggio sarà elaborata una mappa dei ratei di deformazione sui punti coerenti che copra un periodo temporale di almeno 6 mesi (se possibile un anno) precedente all'inizio delle perforazioni. Successivamente all'inizio delle perforazioni la mappa sarà aggiornata con nuove immagini ogni 6 mesi. Trascorso un periodo di un anno dall'inizio della fase di sfruttamento, se non saranno visibili effetti di deformazione dovuti alle attività geotermiche, si procederà all'aggiornamento della mappa InSAR ogni 12 mesi.

Tutte le mappe InSAR saranno riferite alla stazione GPS di riferimento a doppia frequenza, che sarà co-locata con uno scatteratore artificiale visibile nelle immagini Sentinel-1 (Fig. C2.3).

Le mappe verranno fornite nel formato Shapefile, con i valori di velocità dei punti coerenti espressi in mm/anno. Lo shapefile conterrà anche le serie temporali dello spostamento del suolo. Velocità e spostamenti saranno forniti nella linea di vista del satellite (LOS ascendente o discendente). A seguito di adeguata mediatura spaziale, sarà possibile calcolare su alcuni punti anche le componenti Est e Verticale dello spostamento e della velocità del suolo. Per fare ciò è necessario che lo stesso punto a terra sia coerente (ovvero restituisca valori significativi) in entrambi i dataset di immagini.

Si fornisce di seguito un esempio della tabella di attributi dello Shapefile delle serie temporali di spostamento del suolo.

ID	Lat	Lon	East	North	Mean Vel.	Coh.	Date 1	Date 2	Date 3	...
xxxx	41.575	15.125	702580.	5000125.	1.5	0.10	0.0	9.2	11.2	12.3

Analisi dei dati di deformazione

Dopo la misura del "bianco" per un periodo di 6 mesi/un anno, si procederà ad una analisi delle sorgenti di deformazione naturali e antropiche esistenti in fase ante operam, ad es. riconducibili a sfruttamento della falda acquifera per scopi civili o agricoli.

Nel corso del primo anno della fase di sfruttamento il confronto tra dati InSAR e GPS avverrà ogni 6 mesi, ad ogni nuova elaborazione delle mappe InSAR.

Se non saranno riscontrati movimenti del suolo riconducibili alle attività dei campi geotermici, l'aggiornamento delle mappe InSAR sarà fatto ogni 12 mesi e con esso anche il confronto con i risultati del monitoraggio GPS.

Prodotti che verranno elaborati da INGV

GPS - per ciascuna stazione di monitoraggio:

- Serie temporali di spostamento in formato RINEX
- Grafici delle serie temporali
- Mappa dei vettori di spostamento e delle velocità medie per le stazioni della rete locale e per le stazioni limitrofe della rete regionale RING-INGV.

InSAR - per ciascun dataset di immagini elaborato:

- Rapporto sull'elaborazione contenente le informazioni tecniche sul processing (problemi riscontrati, valori dei parametri utilizzati, ecc.) e sui prodotti derivati.
- Shapefile contenente delle serie temporali di spostamento del suolo misurate sui punti coerenti.
- Mappa raster in formato Geotiff delle velocità medie annue (in LOS e per le componenti Est e Verticale) nel sistema di riferimento desiderato.

Rete di livellazione di precisione

Una misura precisa delle quote altimetriche e di eventuali subsidenze di un'area si ottiene mediante la materializzazione di una rete di capisaldi di riferimento nell'area di interesse e la misura delle linee di livellazione geometrica con livello di precisione.

In particolare il confronto di due campagne di misura in fase con i livelli di falda (in tempo di magra e di piena) e la loro correlazione con misure geochimiche permetterà di caratterizzare meglio le deformazioni localizzate nel bacino di Castel Giorgio-Torre Alfina.

Data la loro maggiore precisione, le misure di livellazione potranno essere utilizzate per validare le componenti verticali delle misure GPS e InSAR.

La rete di livellazione sarà installata nell'area con la materializzazione di capisaldi di riferimento altimetrico distribuiti su una lunghezza di circa 20 km ed interdistanza pari a circa 250-300 metri.

Il caposaldo di riferimento potrebbe essere scelto sulla linea di livellazione IGMI più prossima all'area da investigare avente una quota ortometrica nota oppure materializzato in zona stabile al di fuori dell'area da investigare.

La rete di livellazione sarà articolata in circuiti concatenati per ottenere una compensazione ottimale delle misure eseguite in modo tale da diminuirne la varianza. Saranno effettuate due campagne di misura per anno, della durata di circa 7 giorni ognuna, mediante livellazione geometrica di precisione. Le tratte saranno misurate in andata e ritorno e l'errore di chiusura dovrà essere sempre compreso in $\pm \sqrt{d}$ mm, dove d rappresenta la distanza media tra due caposaldi espressa in km.

Le misure saranno eseguite utilizzando un autolivello ottico Leica mod. Na2 corredato da micrometri a lamina piano parallela (o similari) e mire con graduazione su nastro invar.

La realizzazione di questa rete di livellazione risponde ad una specifica richiesta di integrazione C2).

C3) Falde

Considerato che nel piano di monitoraggio della falda acquifera nel SIA viene evidenziato che, analogamente al progetto di Castel Giorgio, per Torre Alfina saranno ricompresi i 4 pozzi per l'approvvigionamento idrico, perforati nei pressi delle piattaforme dei pozzi profondi AP1, AP2, AP3 e AP4. Tuttavia pare opportuno estendere la rete di monitoraggio ad altri punti che comprendano anche le emergenze lineari della falda e le sorgenti.

Per tale motivo il Proponente :

- dovrà chiarire se le reti di monitoraggio delle acque di falda degli impianti di Torre Alfina e Castel Giorgio saranno integrate, fornendo comunque un progetto che preveda, nel caso di realizzazione dei due impianti, l'inclusione in una rete unica degli otto pozzi previsti e di tutte le sorgenti e le emergenze lineari che, sulla base della geometria degli acquiferi e delle dinamiche dei flussi di circolazione derivanti dal modello idrogeologico, possano essere potenzialmente interferite;
- dovrà essere prodotto un censimento, supportato da adeguata cartografia, esteso ad una area opportuna, e comunque non inferiore ad una distanza in superficie di un chilometro attorno alle installazioni dell'impianto (pozzi di produzione e reiniezione, impianto ORC, tubazioni interrato), che contenga tutti gli eventuali punti di captazione acquedottistica nell'area, compresi i pozzi pubblici e privati ad uso civile, industriale e agricolo, le eventuali sorgenti, indicando per ciascuno di essi:
 - le caratteristiche fisico-chimiche dell'acqua,
 - le coordinate (X,Y) e la quota assoluta e/o dal pc,
 - la profondità della piezometrica,
 - la portata media e massima annuale,
 - il carattere stagionale o permanente,
 - la distanza minima dall'impianto, dalla rete di tubazioni o dalle postazioni di produzione e reiniezione.

Risposta alla richiesta C3

Assetto geomorfologico e idrografico dell'area dei progetti geotermici di Castel Giorgio e di Torre Alfina

L'area di interesse dei progetti geotermici di Castel Giorgio e di Torre Alfina si colloca sul margine occidentale dell'esteso plateau vulcanico dell'apparato Vulsino, il quale risulta complessivamente ricompreso tra la valle del Fiume Paglia, a Nord e Nord-Est ed il Lago di Bolsena, a Sud.

Il territorio dell'area pertinente il plateau, ricompresa tra Torre Alfina e Castel Giorgio, risulta costituito da un vasto altopiano dalla geometria pressoché tabulare posto a quote medie variabili tra circa 490 e 540 m. slm.

Il limite orientale e settentrionale del plateau è marcato dalla presenza di una estesa e netta scarpata che rappresenta il bordo dell'affioramento delle vulcaniti e che lo separa dalla vallata del Fiume Paglia, dove affiorano i depositi terrigeni plio-pleistocenici ed anche i depositi in facies di flysch.

Il reticolo idrografico del territorio in esame è costituito da aste idriche a carattere sia stagionale che semi-perenne, alimentate spesso da sorgenti puntiformi, con pattern poco articolati, generalmente di tipo sub-parallelo, che generano forme del paesaggio piuttosto variabili in relazione al grado di resistenza all'erosione offerta dai depositi affioranti; in effetti, in corrispondenza dell'affioramento di unità di consistenza lapidea come le lave, si possono generare vallecole molto profonde e acclivi (es. Fosso della Caduta e Fosso del Subissone), con pareti anche

prossime alla verticale ed altezze di molti metri, al contrario dove le litologie sono meno coerenti (es. tufi, coltri eluviali, etc..) si hanno invece morfologie più blande e meno aspre.

I rilevamenti di superficie, anche in conseguenza della morfologia blanda del sito e delle caratteristiche di resistenza dei depositi affioranti, non hanno evidenziato la presenza di movimenti franosi attivi o quiescenti che coinvolgono la zona. L'analisi della Carta inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana del P.A.I., a scala 1:10.000, edita dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, conferma le condizioni di stabilità d'insieme della zona in esame.

Idrogeologia dell'area

La circolazione idrica nell'ambito della successione vulcanica, in generale, è piuttosto complessa, per l'esistenza di una notevole variabilità litologica sia in senso verticale che orizzontale; a tale variabilità corrisponde anche una certa diversità delle caratteristiche idrogeologiche delle unità che la compongono; possono essere infatti presenti, talora, livelli impermeabili costituiti da lave compatte, tufi argillificati o depositi lacustri che, su base locale, possono costituire il letto di una circolazione sospesa o ridurre lo spessore del saturo, ma nell'insieme, tuttavia, le vulcaniti possono essere considerate come un mezzo permeabile per porosità, le piroclastici, e per fessurazione, le lave.

La circolazione idrica nelle lave avviene, principalmente, all'interno delle fessure (micro e macro) dell'ammasso roccioso e, secondariamente, delle fratture. Le fessure determinano il generarsi di un complesso eterogeneo ed anisotropo, strettamente legato all'entità della diffusione del reticolo fessurativo. La fessurazione è generalmente collegata a cause sin-genetiche (raffreddamento del magma), mentre la fratturazione viene ad essere attribuita a cause post-genetiche (tettonizzazione). La porosità tessiturale delle lave della zona, sulla base delle osservazioni dirette e delle analisi di laboratorio, risulta molto bassa ($n=1.82-1.83\%$), il tutto ad indicare un contributo quasi trascurabile di questa caratteristica nella veicolazione idrica sotterranea in termini di permeabilità. Pertanto l'acquifero lavico presenta una permeabilità da alta ad elevata connessa principalmente con la fessurazione dell'ammasso roccioso.

Nell'ambito dell'area di interesse e nel territorio limitrofo, possono essere individuati alcuni complessi idrogeologici così differenziati:

- **Complesso detritico-eluviale:** trattasi di materiali di natura molto diversificata, sia detritica per frana e/o detrito di falda da disfacimento delle vulcaniti piroclastiche in situ; lo spessore è variabile, generalmente inferiore ai 10 m; la taglia granulometrica varia da fine a grossolana nei corpi detritici s.s. (argille, limi, sabbie, ghiaie, ciottolame, blocchi litici, etc.), a prevalentemente fine nei prodotti di alterazione delle piroclastiti (argille, limi); la permeabilità per porosità è variabile, generalmente bassa. Data la limitata estensione spaziale di questo complesso, si possono avere le condizioni per l'instaurarsi di circolazioni idriche essenzialmente di tipo sospeso ipodermico, a regime stagionale.
- **Complesso alluvionale:** si tratta di prodotti di sedimentazione fluviale attuali/recenti e/o antichi (terrazzati) depositi nell'ambito delle vallecule dei corsi d'acqua che costituiscono il reticolo idrografico della zona (F.so della Caduta).
- **Complesso vulcanico:** trattasi di depositi dell'Apparato Vulcanico Vulsino, costituiti sia da espandimenti lavici e da prodotti scoriacei ad essi associati, di aspetto "basaltico", con geometrie da debolmente canalizzate a tabulari, con permeabilità generalmente alta per fessurazione, sia da

tufi ed ignimbriti costituiti da alternanze di prodotti piroclastici di ricaduta e di flusso, che presentano una permeabilità per porosità da media a medio-alta; i depositi piroclastici e lavici possono essere sede di una circuitazione a carattere sospeso per la presenza di estese intercalazioni di materiali a più bassa permeabilità o di maggiore compattezza, ma la circolazione idrica è prevalentemente di tipo basale.

- Complesso argillo-sabbioso-calcareo: trattasi di depositi di natura flyschoidi, di elevata potenza formazionale, che svolgono la funzione di acquiclude. Questo complesso rappresenta il substrato che sorregge la successione vulcanica ed è costituito da sedimenti argillosi, argilloscistosi, da argille con calcari e da argille e/o argille sabbiose; presentando valori di permeabilità da molto bassi a nulli, costituisce il limite inferiore (aquiclude) dell'acquifero vulcanico; sulla sua paleomorfologia, movimentata da vicissitudini vulcano-tettoniche e sedimentarie, si impostano le principali direzioni di flusso della falda idrica di base delle vulcaniti.

Al fine di definire il quadro idrogeologico dell'area di interesse è stata eseguita una campagna di rilevamento consistita nel censimento delle sorgenti naturali presenti sul territorio e nell'analisi di dati piezometrici. Nell'area di cava esistente in località "Le Greppe" (dove il progetto Torre Alfina prevede la realizzazione dell'impianto ORC e del pozzo produttore AP2) è stato strumentato, con apposito piezometro a tubo aperto, il foro di un sondaggio (denominato P2), utilizzato anche per il controllo chimico della falda. Nell'ambito del piezometro è emerso che l'acquifero vulcanico è sede di una falda idrica, il cui livello statico viene a posizionarsi ad una profondità di circa 78 m dal p.c. con portata effettiva stimata intorno ad 1 litro/sec.

La presenza del substrato sedimentario impermeabile (formazione flyschoidi) a profondità relativamente basse, riscontrate sia nel sondaggio P2 che in altri piezometri eseguiti nell'area, suggerisce un fenomeno di rastremazione dell'acquifero in direzione Nord (in accordo con l'aumento dello spessore delle vulcaniti in direzione del Lago di Bolsena) di fatto limitando e confinando in senso orizzontale la falda acquifera basale.

In questo complesso idrogeologico i gradienti idraulici possano variare significativamente in relazione all'andamento della topografia; in effetti, la presenza della netta e sub-verticale scarpata rupestre che contraddistingue il ciglio superiore della vallecchia del Fosso della Caduta, circa 1 Km a Nord dell'area di cava "Le Greppe", determinerebbe un effetto di drenaggio preferenziale, rispetto alla direzione del Fosso del Subissone (verso Ovest), in grado di provocare una brusca inflessione del profilo piezometrico tale da far ritenere che in approssimazione al ciglio della scarpata le acque di falda si portino più in profondità, ben oltre la quota di stazionamento della falda misurata nel piezometro installato nei pressi della cava in località "Le Greppe". I rilievi eseguiti ai piedi della suddetta scarpata rupestre non hanno, in effetti, evidenziato la presenza di venute idriche o scaturigini lungo le pareti e/o ristagni idrici superficiali, portando a ritenere plausibile l'ipotesi che la falda possa effettivamente portarsi in profondità, per arretramento del fronte piezometrico.

La scarsa valenza idrogeologica dell'area di cava in loc. "Le Greppe", a vasta scala, è anche supportata dall'analisi delle cartografie di Piano del P.T.P.G. della Provincia di Viterbo, nella quale si evidenzia che l'area di interesse non viene ad essere ricompresa all'interno di perimetri di tutela e/o salvaguardia approvati dalla Regione Lazio, Autorità dei Bacini Regionali, nel Piano Stralcio relativo all'Uso Compatibile della Risorsa Idrica degli Acquiferi Vulcanici (PUC) 2004.

All'interno dei prodotti vulcanici sono stati riconosciuti tre acquiferi (Capelli e Mazza, 2007): l'acquifero basale di importanza regionale e gli acquiferi intermedio e sommitale, presenti

nell'area di interesse. Questi ultimi si manifestano ai margini dell'altopiano con numerose sorgenti, mentre l'acquifero basale emerge a oriente, generando il gruppo sorgivo di Sugano – Tione, e ad ovest, alimentando quello di San Lorenzo – Grotte di Castro.

L'area è stata individuata dagli enti competenti in materia di risorsa idrica come strategica per l'approvvigionamento idropotabile. Infatti, sono presenti numerosi punti di captazione delle sorgenti e delle acque sotterranee, sia nel territorio della Regione Lazio, sia in quello dell'Umbria. I principali pozzi di acqua potabile esistenti emungono la falda basale e probabilmente in parte anche gli acquiferi più superficiali.

Nelle Tabelle C3.1 e C3.2 sono elencate le sorgenti e i pozzi presenti nell'area, la cui ubicazione, insieme con quella dei pozzi produttori e reiniettori previsti nei progetti Castel Giorgio e Torre Alfina, è riportata in Fig. C3.1, dove è disegnata anche la linea distante 1 km dalle opere dei due progetti.

Come già detto, in prossimità dell'area di cava Le Greppe (dove verrà collocata la centrale ORC e il pozzo AP2 del progetto Torre Alfina) sono stati realizzati 3 piezometri (anno 2009) con lo specifico scopo di controllo e monitoraggio della falda acquifera. I piezometri, denominati P1, P2 e P3, sono adibiti al controllo quantitativo e qualitativo della falda.

Il piezometro P1 è attualmente in esercizio per il prelievo e le analisi chimico-fisiche con cadenza annuale ad opera di ARPA Lazio; si riportano nell'allegato C3.1 i verbali di prelievo e le analisi degli anni, 2012, 2013, 2014 e 2015.

Il piezometro P2 è stato strumentato sempre da ARPA Lazio (tramite Prometeo s.r.l.) per la lettura in continuo (con trasmissione dei dati tramite sistema GSM) del livello idrostatico della falda; il rapporto tecnico dell'ARPA Lazio è riportato nell'Allegato C3.1.

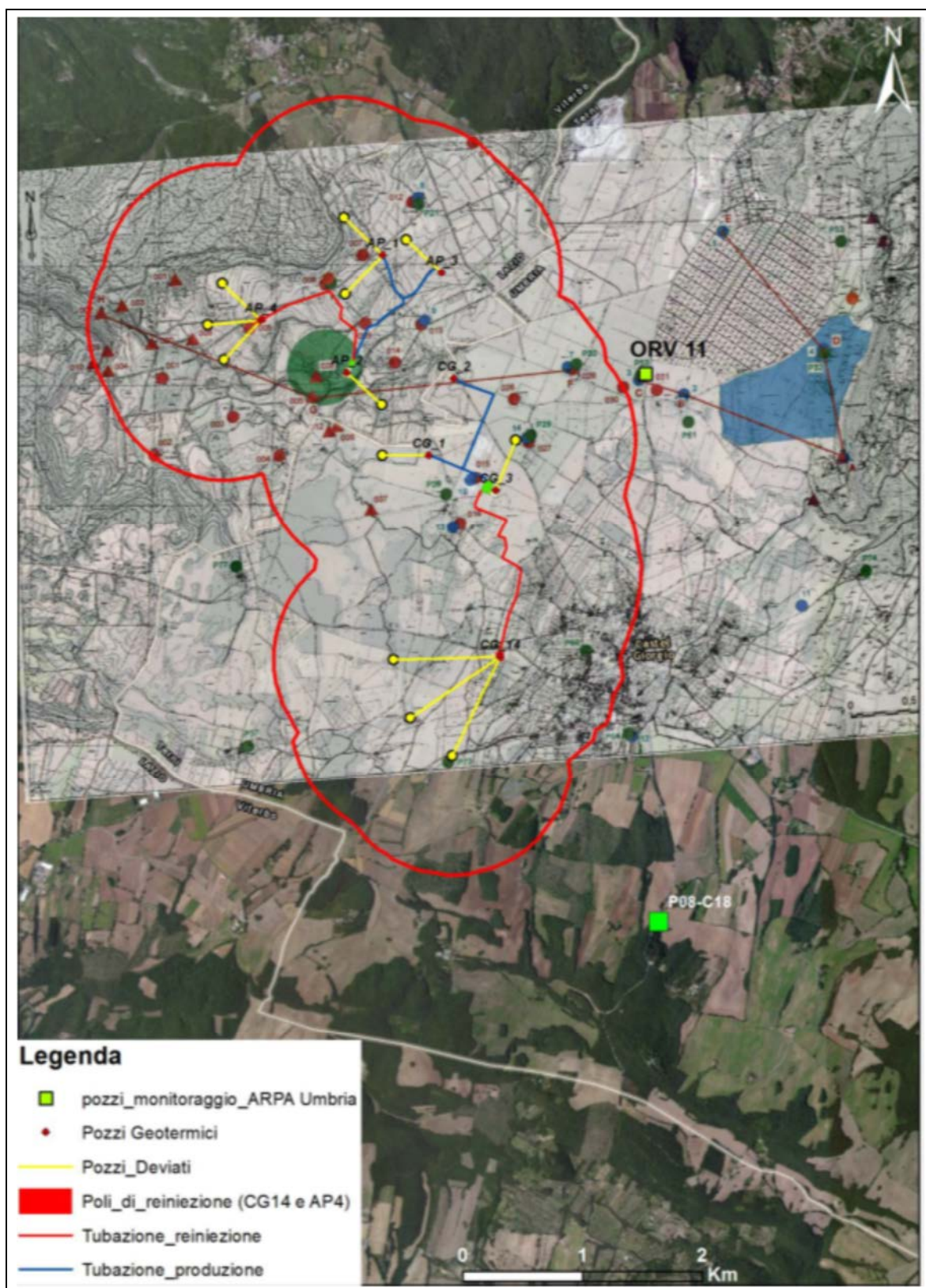


Figura C3.1: Ubicazione dei pozzi (verticali e deviati) di produzione e reiniezione previsti nei progetti geotermici Castel Giorgio (CG) e Torre Alfina (AP) e delle sorgenti naturali e pozzi d'acqua della zona elencati nelle Tabb. C3.1 e C3.2. La linea rossa è posta a 1 km di distanza dalle opere dei due progetti

Codice originario	Denominazione	Quota (m s.l.m.)	Portata (l/s)	Captata
001	Acquilone 2	425		no
002	Bagnolo 2	425	12	no
003	Acquilonaccio 2	429	12	no
004	Bagnolo	450	2	no
005	Le Lance	487	0,05	no
006	Casenove	500	0,01	no
007	Torraccia	503	0,02	no
008	Acquilone 1	475		no
009	Bagnolo 3	444		no
010	Bagnolo 4	445		no
012	Fontanelle (Case Nuove)	499	0,2	no
020	Acuilonaccio 1	450	3	no
032	Le Greppe	500	0,02	no
1	Trischi	493 500	2,7	no
15	Sugano	400 360	150 > 100	si si
16	Tione	375	30	si
	Podere S. Antonio	510		no
	Brinziolo 1	515		no
	Brinziolo 2	520		no
	F.so Camicelle 1	500		no
	F.so Camicelle 2	505		no
	S. Quirico (Sugano)	390	< 20	si
	Pod. Sassogna II 1	355	< 20	si
	Pod. Sassogna II 2	340	< 20	si
	Pod. Sassogna II 3	330	< 20	si
	Pod. Palombara	400		no
	Pod. Gualtieri	400		no
	Pod. dell'Acqua	370	< 20	si
	Pod S. Marco 1	340	< 20	si
	Pod. S. Marco 2	335	< 20	si
	Pod Morre	460		no
6	Le Vene	330	131,5	si
12	Le Fontane	390	5	si
924	Conce	290	1	si
925	Treggere	325	6,5	si

Tab. C3.1 Elenco e caratteristiche delle sorgenti presenti nell'area.

Codice originario	Denominazione	Tipologia	Quota (m s.l.m.)	Portata (l/s)
001	Pod. Palombaro	pozzo	480	10
002	Pacignano	pozzo	500	
003	Tesoro II	pozzo	477	
004	Pod. Capannaccia	pozzo irriguo	509	15
005		pozzo irriguo	485	15
007	C. Pulicaro 1	pozzo	520	
008	C. Pulicaro 2	pozzo	525	
009	C. pulicaro 3	pozzo	525	
011	Pod. Montecreto	sondaggio	535	
012 8 P21	Pod. Belvedere	pozzo	542	5/10
013 9	Pod. Alfina	pozzo	532	
014	Forno Vecchio	pozzo irriguo	530	
015 10	Pod. Torraccia	pozzo	547	5/6
016 13	C. Cedro	pozzo	525	
026	Pod. Fischio	sondaggio	544	
027 14 P29	Pod. Tevertino	pozzo	545	95
028 7 P30	Case Rosse	pozzo	554	5/6
	com. Castel Viscardo			6
030	Case Rosse 2		550	
031	C. Citerio	pozzo irriguo	557	
2	C. Citerio	pozzo	557	
3 P53	Pozzo comunale Castel Viscardo	pozzo	552	15 10
4	C. Sfarina	pozzo	552	9
P32 5	Aeroporto	pozzo	553	
11	Pod. Molare	pozzo	531	
12 P54 314	Castel Giorgio (campo sportivo)	pozzo	537	9 12
P28	Pod. Tevertino	pozzo	547	5
P33	Brinziolo	pozzo	556	
P35	SS. Maremmana (ARPA)	pozzo	543	2/3
P36	Lagaccione	pozzo		5
P37	Tenuta Castel Verde	pozzo	373	30
P41	S. Donato (ARPA)	pozzo	503	0,7
P61	Citerio	pozzo	557	
P65	OV6	pozzo	553	13
	OV4a	pozzo	580	
	OV1	pozzo	480	
	Pullicara	pozzo	525	
	Palazzino	pozzo	560	0,5
A4	Forno Vecchino	p. geotermico	530	
A14	Struzzaglia	p. geotermico	535	
108	Case Rosse	p. geotermico	550	
P006	Ponte S. Biagio	pozzo	434	
P012	Facianello	pozzo	456	
P014	Monte Landro	pozzo	560	
256	I Cappuccini	pozzo	584	
304	C. Monte Petrocco	pozzo	410	
	S. Biagio	pozzo irriguo	432	
	Falconiera	pozzo	435	
	Cupellara	pozzo	389	
	Piantata	pozzo	428	
	Termine	pozzo	450	
	Torre Alfina	pozzo	532	1

Tab. C3.2 - Elenco e caratteristiche dei pozzi presenti nell'area

Geochimica delle acque sotterranee

Una descrizione della geochimica delle acque sotterranee della zona è contenuta nel lavoro di Frondini et al. (2012), che è stato riportato nello SIA e dal quale, ad ogni buon conto, sono tratte le seguenti considerazioni.

Le acque che circolano nel sistema vulcanico hanno un chimismo che varia da bicarbonato alcalino a bicarbonato-alcalino terroso. La salinità è bassa, generalmente inferiore a 300 mg/L. La conducibilità elettrica specifica mostra variazioni entro un intervallo limitato, con pochi campioni a conducibilità superiore ai 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Il pH presenta valori vicino al punto di neutralità o debolmente alcalini (7-7.5). La pressione parziale di anidride carbonica ($p\text{CO}_2$) varia tra 10⁻³ e 10^{-1.5} bar, ed è tipica di acque meteoriche che durante l'infiltrazione disciolgono la CO_2 presente nel suolo.

La composizione delle acque che circolano nelle vulcaniti è legata alle reazioni di alterazione delle rocce vulcaniche, che a partire da un idrotipo bicarbonato calcico, rappresentativo delle acque meteoriche, portano a un idrotipo bicarbonato alcalino, rappresentativo delle acque che hanno significativamente reagito con le rocce del complesso vulcanico. Le reazioni di alterazione dei minerali e del vetro vulcanico producono nuove fasi solide e portano in soluzione cationi (K, Na, ma anche Mg, Fe e Ca) e acido ortosilicico (H_4SiO_4). La sequenza di reazioni di alterazione prosegue fino a che la soluzione non raggiunge la saturazione in quarzo o in un'altra specie della silice (per motivi cinetici, spesso è la silice amorfa a governare il sistema) e in idrossidi di ferro e alluminio. I calcoli termodinamici indicano che tra le nuove fasi solide prodotte le più importanti sono: caolinite e/o halloysite, alcuni minerali del gruppo delle smectiti (K-beidellite), alcuni tipi di zeoliti e vari idrossidi di Fe e Al (goethite, gibbsite). Gli idrossidi di Fe e Al, precipitano inizialmente come particelle colloidali di dimensioni nanometriche e solo successivamente cristallizzano come fasi cristalline vere e proprie. Durante la flocculazione gli idrossidi possono adsorbire molti metalli sottraendoli alla soluzione.

Il diagramma Na vs K (Fig. C3.2) mostra come il progressivo incremento in metalli alcalini (Na, K) avvenga con un rapporto Na/K quasi costante e molto vicino al rapporto ponderale medio delle rocce vulcaniche della zona. Solo i campioni con i contenuti totali di metalli alcalini più elevati mostrano un rapporto Na/K leggermente più alto. Tale incremento è probabilmente legato all'interazione con i sedimenti Plio-Pleistocenici presenti alla base delle vulcaniti e/o alla rimozione differenziale di K e Na dalla soluzione durante la precipitazione dei minerali di alterazione.

Dallo stesso diagramma non si individuano significativi processi di miscela delle acque circolanti nelle vulcaniti con i fluidi profondi che caratterizzano i sistemi termali-geotermici di Fonti di Tiberio - Torre Alfina (nelle zone più meridionali dei Monti Vulsini, ad esempio nella zona di Latera-Canino, sono invece evidenti i processi di mixing tra acque superficiali e fluidi profondi). Nella parte settentrionale dei Monti Vulsini, l'acquifero vulcanico è quindi completamente isolato rispetto alla circolazione profonda grazie alla presenza dei sedimenti argillosi del Plio-Pleistocene e delle Liguridi che a scala regionale agiscono da acquiclude.

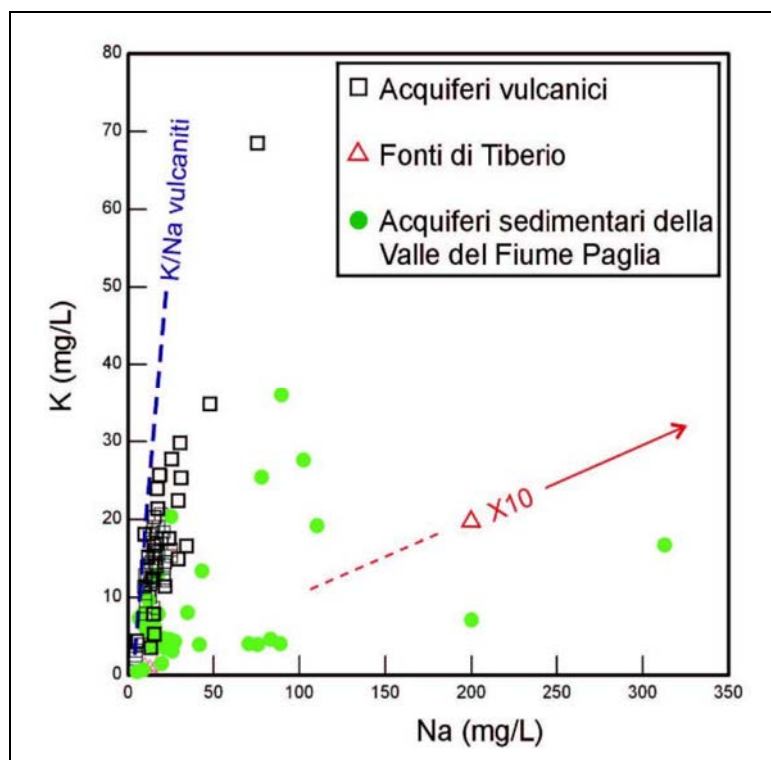


Figura C3.2: *Diagramma Na-K per le Acque degli Acquiferi Vulcanici e Sedimentari della Zona di Torre Alfina (da Frondini et al, 2012).*

Nel sistema vulcanico si distinguono una falda di base, che rappresenta il maggior corpo idrico della regione, e alcune piccole falde sospese. Il chimismo dei due tipi di acquiferi è molto simile, le principali differenze sono: un contenuto in silice più elevato e concentrazioni più elevate di Na, Li, F e As nella falda di base. Gli elementi che variano in modo più significativo tra i due tipi di falda sono il litio, che aumenta quasi di un ordine di grandezza passando dalle falde sospese alla falda di base, e il fluoro che aumenta di un fattore 4-5 (Fig. C3.3).

Le differenze osservate sono causate sia dai tempi di interazione più lunghi delle acque che circolano nella falda di base sia dalla presenza dei sedimenti Plio-Pleistocenici alla base dell'acquifero.

Il principale corpo idrico dell'area di studio è la falda di base ospitata dalle vulcaniti Vulsine.

L'acquifero è completamente isolato rispetto alla circolazione profonda grazie alla presenza dei sedimenti argillosi del Plio-Pleistocene e delle Liguridi che a scala regionale agiscono da aquicludi. Le acque circolanti nel sistema vulcanico sono di buona qualità, grazie alla bassa salinità e a un contenuto medio in nitrati inferiore a 30 mg/L. Solo l'8% dei campioni analizzati supera la concentrazione massima ammissibile di 50 mg/L. I maggiori problemi sono legati a fenomeni naturali e non dipendono da contaminazione antropica.

Molti campioni della falda di base sono infatti caratterizzati da valori di As superiori a 10 µg/l, fatto comune a gran parte degli acquiferi vulcanici dell'Italia centrale. Tali valori, considerati ammissibili fino al dicembre 2010 grazie a una deroga al D.Lgs 31/2001 sui tenori limite di As nelle acque sotterranee, concessa dal Ministero della Salute, non sono più ammissibili per un uso idropotabile della risorsa. Infatti, scaduta la deroga nel 2010, la concentrazione massima ammissibile di As è passata da 50 µg/l a 10 µg/l e molti campioni, precedentemente in regola con il vecchio valore di parametro (DPR236/1988), risultano ora non conformi con la nuova concentrazione limite definita dal D.Lgs 31/2001.

Un secondo problema riguarda le falde sospese che in occasione di periodi molto piovosi vedono aumentare le concentrazioni di Al molto al di sopra della concentrazione massima ammissibile di 200 $\mu\text{g/l}$ (D.Lgs. 31/2001). Non si tratta di alluminio disciolto come ione Al^{+3} ma di idrossidi di alluminio in particelle colloidali di dimensioni nanometriche, che vengono mobilizzate dai livelli superficiali alterati ad opera delle acque meteoriche. Dato che le falde sospese alimentano per drenanza la falda di base, nei periodi di massima contaminazione, anche le sorgenti della falda di base possono superare le concentrazioni massime ammissibili. Il processo di miscela tra acque della falda di base e acque delle falde sospese, varia in funzione della permeabilità locale. Tale processo a scala locale è molto importante per la qualità delle acque, infatti una contaminazione delle falde sospese può portare a un deterioramento della qualità anche nella falda di base, come è avvenuto in occasione della contaminazione da alluminio del 2010.

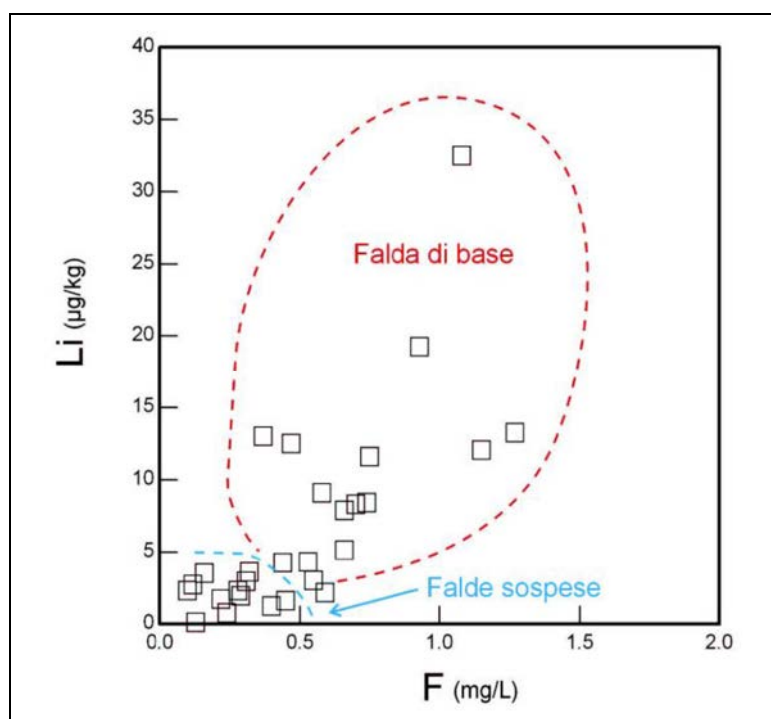


Figura C3.3: Diagramma Li-F per le Acque dell'Altipiano dell'Alfina (da Frondini et al., 2012).

Piano di monitoraggio della falda acquifera

L'attività di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei condotta dall'ARPA-Umbria comprende anche alcuni punti di monitoraggio dell'acquifero vulcanico nella zona di Castel Giorgio-Castel Viscardo. In particolare questi consistono di 3 pozzetti (ORV3-ORV11-ORV13) per il controllo chimico periodico e di un pozzetto (ORV40) per il controllo continuo del livello della falda mediante piezometro. Come in precedenza riferito anche nella cava Le Greppe è stato installato un piezometro in un pozzetto che viene utilizzato anche per controlli chimici periodici da ARPA-Lazio.

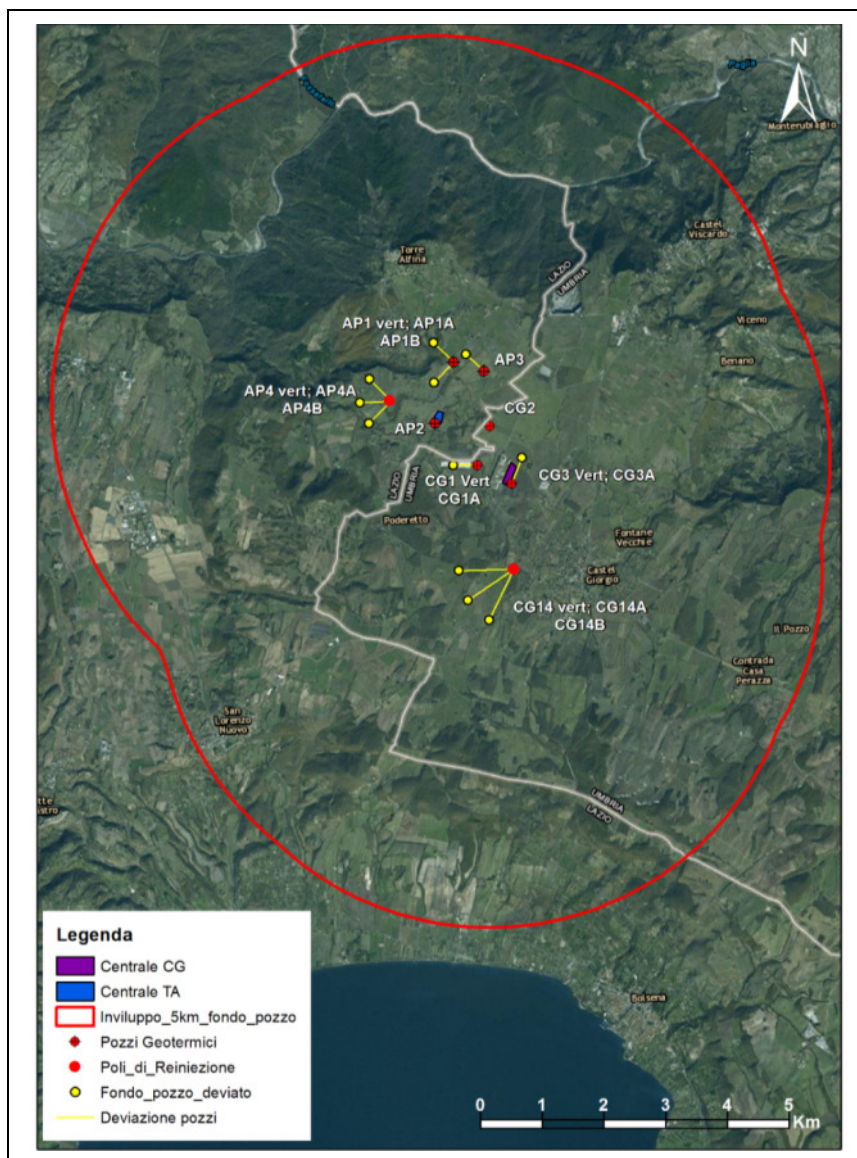


Figura C3.4: Ubicazione dei pozzi produttori (CG1, CG2, CG3) e dei pozzi reiniettori (CG14) del progetto Castel Giorgio e dei pozzi produttori (AP1, AP2, AP3) e reiniettori (AP4) del progetto Torre Alfina. In prossimità delle piattaforme sopra elencate verranno perforati i pozzetti per il prelievo idrico durante la perforazione profonda e che verranno poi utilizzati per il monitoraggio piezometrico e chimico della falda (4 pozzetti per il progetto Castel Giorgio e 4 per il progetto Torre Alfina)

Come già indicato nello SIA del Progetto Castel Giorgio (vedi risposte alle richieste di integrazioni), nella rete di monitoraggio del proponente saranno inclusi tutti i 4 pozzetti per l'approvvigionamento idrico che verranno perforati nei pressi dei pozzi profondi (CG1, CG2, CG3,

CG14, vedi Fig.C3.4 per ubicazione). Analogamente nella rete di monitoraggio di Torre Alfina saranno ricompresi tutti i 4 pozzetti per l'approvvigionamento idrico che verranno perforati nei pressi delle piattaforme dei pozzi profondi (AP1, AP2, AP3, AP4, ubicazione in Fig.C3.4).

Articolazione del monitoraggio e durata delle diverse fasi

In ognuno dei pozzetti il monitoraggio avrà inizio non appena sarà stata realizzato il pozzetto relativo, quindi prima dell'inizio della perforazione dei pozzi profondi dalla vicina piattaforma. Si possono prevedere, per ogni sito, un campionamento prima dell'inizio delle perforazioni profonde previo spurgo del pozzetto, un secondo alla fine delle perforazioni profonde e infine, a regime, un campionamento ogni sei mesi sempre nello stesso periodo temporale per assicurarsi una similitudine di condizioni di falda. In caso di riscontro di anomalie chimico-fisiche, il campionamento verrà infittito seguendo le indicazioni che verranno fornite dalle ARPA di Umbria e Lazio.

Modalità di campionamento e parametri chimico-fisici monitorati

I campioni d'acqua verranno raccolti calando in pozzo il raccoglitore con cavo e arganetto oppure pompando direttamente acqua dal pozzetto in presenza di pompa sommersa installata nello stesso.

Poiché il monitoraggio ha l'obiettivo di verificare eventuali fenomeni di inquinamento tra l'acquifero superficiale e quello geotermico profondo si prevede il monitoraggio di "traccianti" del sistema profondo. Questi sono costituiti da boro, cloruri e solfati.

Nel primo campionamento verranno analizzati anche gli isotopi deuterio (δD) e ossigeno ($\delta^{18}O$) dell'acqua.

Nei pozzetti indicati verrà quindi eseguito il monitoraggio delle seguenti sostanze:

- Boro totale;
- Cloruri;
- Solfati.

All'atto del campionamento saranno inoltre misurati:

- pH;
- temperatura;
- conducibilità.

Le analisi relative al primo campionamento rappresenteranno i valori di fondo di riferimento per il successivo monitoraggio.

Modalità di acquisizione dei dati e di pubblicazione dei risultati

La campionatura e le analisi chimico-fisiche all'atto del campionamento e successive di laboratorio saranno effettuate da INGV, Ente pubblico di ricerca, in base ad una Convenzione con il proponente. I risultati saranno immediatamente trasmessi all'ARPA di competenza (Umbria per il progetto Castel Giorgio, Lazio per il progetto Torre Alfina), con la quale l'INGV concorderà preventivamente le modalità di campionamento e di analisi. I dati analitici acquisiti saranno

conservati in una banca dati dedicata che sarà resa accessibile ad ogni Ente Pubblico che ne abbia titolo.

Individuazione, per ogni parametro monitorato, delle soglie di attenzione e di allarme

Le soglie di attenzione e di guardia verranno stabilite in armonia con le disposizioni normative specifiche (D.Lgs. 31/2001 e 152/2006) e d'intesa con l'ARPA Umbria e l'ARPA Lazio.

A titolo indicativo, si ricorda che secondo le disposizioni normative citate (Allegato I, parte B e parte C del D.Lgs. 31/2001), il valore "soglia di guardia" per i parametri di monitoraggio indicati è il seguente:

- Boro 1,0 mg/l
- Cloruri 250 mg/l
- Solfato 250 mg/l

Il valore "soglia di attenzione" è pari all'80% del valore "soglia di guardia" per ogni parametro; tuttavia, in conformità con la richiesta di integrazione C3, esso verrà posto al 70% del valore "soglia di guardia".

Dall'esame delle analisi chimiche del fluido geotermico di Castel Giorgio-Torre Alfina risulta che esso ha valori elevati di boro e cloruri, ma relativamente bassi di solfati.

L'eventuale superamento delle soglie di attenzione verrà pertanto valutato in relazione alle concentrazioni di boro e cloruri nelle acque dei pozzetti monitorati.

Piano di intervento

Come ampiamente descritto nello SIA, la possibilità di inquinamento della falda è esclusa alla radice. Tuttavia, qualora si verificasse il superamento della soglia di attenzione per uno dei traccianti principali monitorati (boro e cloruri) verrà adottata la seguente procedura:

- il gestore del piano di monitoraggio (Gestore) darà comunicazione all'autorità di controllo del superamento della soglia di attenzione;
- il Gestore e l'autorità di controllo stabiliranno i tempi e le ulteriori indagini da eseguire per comprendere le ragioni dell'anomalia e la sua origine (non necessariamente legate all'esercizio degli impianti);
- in seguito alla diagnosi verranno concordate le azioni da intraprendere e l'eventuale piano di intervento.

Riferimenti bibliografici

Capelli G, Mazza R, Gazzetti C, (Eds)(2005). *Strumenti e strategie per la tutela e l'uso compatibile della risorsa idrica nel Lazio – Gli acquiferi vulcanici. Quaderno n°78 – Tecniche di protezione ambientale-Sezione: protezione delle acque sotterranee*. Pitagora Editrice.

Capelli G., Mazza R. (2007). *Studio Idrogeologico per la predisposizione alla variante del PRG.S del Comune di Orvieto (TR)*. Sito web: www.comune.orvieto.tr.it.

Fronchini F., Francesconi F., Fratini S., Checcucci R. (2012). *"Geochimica delle acque sotterranee nel settore settentrionale dei Monti Vulsini". Giornate Itineranti SoGel. La valutazione del rischio geochimico: nuovi strumenti per una gestione sostenibile del territorio*. Perugia 5-6 luglio 2012.

Pagano G., Menghini A., Floris S. (2000). Bilancio idrogeologico del bacino Vulsino. *Geologia Tecnica e Ambientale*, n°3.

C4) Piano di monitoraggio della falda acquifera

Il Piano di monitoraggio della falda acquifera proposto prevede il monitoraggio nei pozzetti prima dell'inizio della perforazione dei pozzi profondi; negli elaborati vengono inoltre specificate le tipologie di campionamento chimico fisico. Riguardo alle soglie di attenzione, infine, viene proposta quella pari al 1'80 % del valore "soglia di guardia".

Pur essendo nelle linee generali condivisibile il progetto di monitoraggio, si ritiene necessario richiedere modifiche ed aggiunte al piano secondo il seguente elenco:

Contenuti del piano

- scansione temporale del monitoraggio nelle fasi: ante operam, in corso d'opera e post operam; durata delle diverse fasi di monitoraggio e frequenza e la modalità dei campionamenti – cadenza delle misure;
- i parametri fisico-chimici da monitorare (tabella 2 Allegato5 Parte IV D.Lgs. 152/2006); le modalità di acquisizione dei dati e di pubblicizzazione dei risultati;
- l'individuazione, per ogni parametro monitorato, delle soglie di attenzione e di allarme che dovranno essere superiori al 70 % rispetto all'80 % proposto;
- la definizione delle misure precauzionali ed il piano d'intervento nel caso di superamento delle soglie precedentemente indicate, in attesa dell'accertamento di eventuali relazioni di causa/effetto con l'attività sia in fase di cantiere che in fase di produzione.

Risposta alla richiesta C4

Come già indicato nello SIA del Progetto Castel Giorgio, nella rete di monitoraggio del proponente saranno inclusi tutti i 4 pozzetti per l'approvvigionamento idrico che verranno perforati nei pressi dei pozzi profondi (CG1, CG2, CG3, CG14). Analogamente nella rete di monitoraggio di Torre Alfina saranno ricompresi tutti i 4 pozzetti per l'approvvigionamento idrico che verranno perforati nei pressi delle piattaforme dei pozzi profondi (AP1, AP2, AP3, AP4). L'ubicazione delle piattaforme indicate dove verranno perforati i pozzetti per il monitoraggio della falda è indicata nella precedente Fig. C3.1. A questi si aggiungono anche i piezometri esistenti P1, P2 e P3 della cava Le Greppe descritti nell'allegato C3.1.

Articolazione del monitoraggio e durata delle diverse fasi

In ognuno degli otto pozzetti indicati nella Fig. C3.1, il monitoraggio avrà inizio non appena sarà stata realizzato il pozzetto relativo, quindi prima dell'inizio della perforazione dei pozzi profondi dalla vicina piattaforma. Si possono prevedere, per ogni sito, un campionamento prima dell'inizio delle perforazioni profonde previo spurgo del pozzetto, un secondo alla fine delle perforazioni profonde e infine, a regime, un campionamento ogni sei mesi sempre nello stesso periodo temporale per assicurarsi una similitudine di condizioni di falda. In caso di riscontro di anomalie chimico-fisiche, il campionamento verrà infittito seguendo le indicazioni che verranno fornite dalle ARPA di Umbria e Lazio.

Modalità di campionamento e parametri chimico-fisici monitorati

I campioni d'acqua verranno raccolti calando in pozzo il raccoglitore con cavo e argano oppure pompando direttamente acqua dal pozzetto in presenza di pompa sommersa installata nello stesso.

Poiché il monitoraggio ha l'obiettivo di verificare eventuali fenomeni di inquinamento dell'acquifero superficiale da parte di quello geotermico profondo, si prevede il monitoraggio di "traccianti" del sistema profondo. Questi sono costituiti principalmente da boro, cloruri e solfati. Nel primo campionamento verranno analizzati anche gli isotopi deuterio (δD) e ossigeno ($\delta^{18}O$) dell'acqua.

Nei pozzetti indicati verrà quindi eseguito il monitoraggio delle seguenti sostanze:

- Boro totale;
- Cloruri;
- Solfati.

Unitamente ai traccianti suddetti sarà cura del Proponente concordare con ARPA Lazio (per il progetto Torre Alfina) e con ARPA Umbria (per il progetto Castel Giorgio) il set di analiti da verificare nei pozzetti e piezometri presenti nell'area.

Attualmente sul piezometro P1 viene analizzato da ARPA Lazio questo set di analiti:

Cloruri, Ferro, Solfati, Fluoruri, Cadmio, Cromo totale, Piombo, Nichel, Alluminio, Arsenico, Vanadio.

All'atto del campionamento saranno inoltre misurati: pH, temperatura, conducibilità.

Le analisi relative al primo campionamento rappresenteranno i valori di fondo di riferimento per il successivo monitoraggio.

Modalità di acquisizione dei dati e di pubblicazione dei risultati

La campionatura e le analisi chimico-fisiche all'atto del campionamento e successive di laboratorio saranno effettuate da INGV, Ente pubblico di ricerca, in base ad una Convenzione con il proponente. I risultati saranno immediatamente trasmessi all'ARPA di competenza (Umbria per il progetto Castel Giorgio, Lazio per il progetto Torre Alfina), con la quale l'INGV concorderà preventivamente le modalità di campionamento e di analisi. I dati analitici acquisiti saranno conservati in una banca dati dedicata che sarà resa accessibile ad ogni Ente Pubblico che ne abbia titolo.

Individuazione, per ogni parametro monitorato, delle soglie di attenzione e di allarme

Le soglie di attenzione e di guardia verranno stabilite in armonia con le disposizioni normative specifiche (D.Lgs 31/2001 e 152/2006) e d'intesa con l'ARPA Umbria e l'ARPA Lazio.

A titolo indicativo, si ricorda che secondo le disposizioni normative citate (Allegato I, parte B e parte C del D.Lgs 31/2001), il valore "soglia di guardia" per i parametri di monitoraggio indicati è il seguente:

- | | |
|-----------|----------|
| - Boro | 1,0 mg/l |
| - Cloruri | 250 mg/l |
| - Solfato | 250 mg/l |

Come richiesto nella integrazione C3 del MATTM, il valore "soglia di attenzione" che di norma è pari all'80% del valore "soglia di guardia" per ogni parametro, verrà abbassato al 70%. Dall'esame delle analisi chimiche del fluido geotermico di Castel Giorgio-Torre Alfina risulta che esso ha valori elevati di boro e cloruri, ma relativamente bassi di solfati.

L'eventuale superamento delle soglie di attenzione verrà pertanto valutato soprattutto in relazione alle concentrazioni di boro e cloruri nelle acque dei pozzetti monitorati.

Piano di intervento

Come ampiamente descritto nello SIA, la possibilità di inquinamento della falda è esclusa alla radice. Tuttavia, qualora si verificasse il superamento della soglia di attenzione per uno dei traccianti principali monitorati (boro e cloruri) verrà adottata la seguente procedura:

il gestore del piano di monitoraggio (Gestore) darà comunicazione all'autorità di controllo del superamento della soglia di attenzione;

il Gestore e l'autorità di controllo stabiliranno i tempi e le ulteriori indagini da eseguire per comprendere le ragioni dell'anomalia e la sua origine (non necessariamente legate all'esercizio degli impianti); in seguito alla diagnosi verranno concordate le azioni da intraprendere e l'eventuale piano di intervento.

C5) Piano di monitoraggio della falda acquifera in fase di perforazione

Considerato che la contaminazione della falda acquifera, potrebbe avvenire in tre modi:

- migrazione dei fluidi di perforazione nell'acquifero durante la perforazione stessa, prima della tubazione in cemento dei pozzi;
- migrazione nell'acquifero del fluido geotermico compresso dalla pompa sommersa, in seguito a rotture delle tubazioni;
- risalita del fluido geotermico dalla zona di reiniezione alla falda acquifera, attraverso fratture sub-verticali nella roccia di copertura,

dovrà essere specificato con maggiore dettaglio:

- la composizione delle miscele di fanghi usati alle varie profondità, indicando le caratteristiche fisico-chimiche, di biodegradabilità ed ecotossicità di ogni componente della miscela;
- gli accorgimenti adottati per evitare l'eventuale inquinamento della falda, prima dell'installazione e cementazione del casing,
- gli interventi previsti in caso si verificassero contaminazioni della/e falde.

Risposta alla richiesta C5

Al cap. 4.3.7 del Progetto Definitivo Torre Alfina allegato allo SIA viene descritto il programma di impiego del fango di perforazione.

Il programma viene ripreso anche nello SIA, nel cap. 3.3.3 dove vengono descritte le principali funzioni del fango di perforazione la cui composizione varia considerevolmente con la profondità del foro in perforazione come descritto nel cap. 3.3.3.6.

Il fango tende ad interagire con le rocce della formazione attraversata pertanto la sua composizione deve variare in funzione delle caratteristiche geologiche delle rocce stesse. Allo stesso modo può interagire con i fluidi in esse contenuti, pertanto si pone l'esigenza di proteggere le falde in esse eventualmente ospitate.

Con i pozzi del progetto Torre Alfina si prevede di attraversare le formazioni vulcaniche superficiali che interessano i primi 80-100 metri e ospitano una falda acquifera che si prevede di isolare totalmente con il primo casing di diametro 24"1/2 completamente cementato. Fino alla completa installazione di questo casing la falda potrebbe interagire con il fango e pertanto si prevede di perforare il foro con un fango assolutamente privo di prodotti tossici.

La composizione prevista per questo fango è dettagliatamente descritta nel cap. 3.3.3.6 dello SIA e si prevede di impiegare esclusivamente prodotti talmente atossici da risultare idonei anche per usi alimentari: bentonite, carbossi-metil-cellulosa, bicarbonato di sodio. Le relative schede di sicurezza sono riportate in Allegato O dello SIA.

Una volta isolate le formazioni con il casing 24"1/2 e, se necessario, anche con il secondo casing di diametro 18"5/8 (si tenga conto che le caratteristiche delle rocce attraversate sono costantemente accertabili attraverso l'analisi dei detriti), potranno essere impiegati anche altri additivi non compatibili con la falda acquifera che però risulta completamente isolata dai due casing suddetti.

La necessità di additivare il fango diversamente dalla prima fase di perforazione nasce principalmente dal fatto che a queste profondità la temperatura delle rocce ha raggiunto valori tali da alterare le caratteristiche reologiche del fango (viscosità e gelificazione, oltre alla percentuale di acqua allo stato libero) che diventerebbe pertanto meno idoneo per il trasporto dei detriti di perforazione prodotti dallo scalpello. Le rocce attraversate al di sotto della profondità di circa 100m sono costituite da flysch ad elevato contenuto argilloso e quindi molto

impermeabile come dettagliatamente descritto nell'Allegato 1 (Relazione Geologica e Modello Geotermico) al Progetto Definitivo e come è comprovato dalle numerose perforazioni realizzate dall'ENEL negli anni '70 e '80. Pertanto, una volta isolate le vulcaniti che ospitano l'acquifero superficiale (peraltro spesso caratterizzato da elevata concentrazione di ioni che lo rendono assolutamente non idoneo all'impiego idropotabile) con casing cementato, il rischio di interferenza tra le acque di falda e il fango diventa praticamente nullo. Da questa profondità, in particolare dopo la cementazione del casing 18"5/8, per il condizionamento del fango possono quindi essere impiegati additivi non compatibili con l'acquifero. Infatti il fango viene preparato e fatto circolare in un sistema di tubazioni e vasche impedendone ogni possibile contatto con il suolo (si veda in proposito la descrizione del progetto delle postazioni di sonda e, in particolare, la descrizione del sistema di protezione del terreno, cap. 4.3.5.6 del Progetto Definitivo).

In sintesi dunque, la protezione delle falde avviene con:

- impiego di materiali atossici nelle fasi caratterizzate da possibile contatto tra fanghi e acqua di falda (prima dell'installazione dei casing cementati);
- presenza di barriere passive efficaci (solette isolanti) contro ogni possibile contatto dei fanghi di perforazione con il suolo e indirettamente con la falda;
- presenza di barriere passive efficaci (casing) contro ogni possibile contatto diretto dei fanghi di perforazione con la falda nelle fasi in cui è necessario l'impiego di prodotti potenzialmente inquinanti.

Per maggiori dettagli sulla composizione dei fanghi di perforazione, inclusi quelli per alta temperatura, si rimanda alla precedente risposta alla richiesta di integrazione B3).

Ipotesi di contaminazione delle falde

Il progetto di perforazione prevede di impiegare acqua di falda per la preparazione dei fluidi di perforazione, fanghi e malte. Il prelievo di acqua è previsto avvenga attraverso un pozzetto adibito allo scopo e ubicato in ciascuna singola postazione di sonda. E' previsto anche che lo stesso pozzetto sia utilizzato per il campionamento e controllo dell'acqua di falda durante l'esercizio dell'impianto. Il monitoraggio è previsto inizi subito dopo la perforazione di ciascun pozzetto, ovviamente dopo la fase di spurgo e caratterizzazione produttiva. Il primo campionamento avrà lo scopo di caratterizzare la situazione di partenza. Durante la fase di perforazione dei pozzi geotermici il prelievo di acqua è quotidiano, anche se a portata variabile nel tempo, da zero al massimo previsto. Nel caso di scarsa disponibilità idrica, l'acqua del pozzetto potrà essere integrata con quella degli altri ubicati nelle postazioni vicine.

Sussistono comunque le condizioni per effettuare campionamenti frequenti anche durante la perforazione. Nel caso, peraltro estremamente improbabile, in cui si verificano risultati anomali che lascino presupporre una possibile interferenza tra fango per la perforazione del pozzo geotermico e falda, verranno presi gli opportuni provvedimenti per comprendere se il fenomeno possa aver origine dall'attività antropica o no. Infatti si ricorda che molti pozzi che interessano la vulcaniti hanno evidenziato presenza di forte contaminazione dello stesso acquifero. Si veda ad esempio i casi delle "falde sospese" descritte negli Allegati 1 e 2 al Progetto Definitivo di Castel Giorgio.

E' evidente che la contaminazione delle falde con fango potrà avvenire solo durante la perforazione delle vulcaniti che le contengono. Questo sia nel caso di pozzi profondi, sia in quello dei pozzi per l'approvvigionamento idrico, i cosiddetti pozzetti di prelievo nel nostro caso. Questo però non costituirebbe inquinamento giacché i prodotti in uso, come sottolineato sopra, sono del tutto atossici e di impiego alimentare. Inoltre l'analisi delle condizioni di perforazione permetterebbero comunque di stimare il volume di roccia interessato dall'eventuale presenza di fango che sarebbe comunque estremamente limitato e compreso tra le vulcaniti del pozzo geotermico e quelle attraversate dal pozzetto di prelievo idrico.

Premesso che l'impiego di additivi alimentari potrà proseguire fino all'installazione del secondo casing, una variazione di composizione nell'acqua di falda che si verificasse nella fase di impiego di prodotti non di uso alimentare potrà essere attribuita a contaminazione da fango solo dopo aver accertato la natura delle sostanze estranee rilevate, la loro concentrazione e il trend della loro presenza nel tempo.

Nel caso in cui si rilevi presenza di concentrazione anomala delle sostanze traccianti caratteristiche del serbatoio geotermico (si veda lo SIA, Allegato N – Monitoraggio della falda, cap. 5) si darà corso ai successivi approfondimenti analitici per verificare se effettivamente si tratta di un possibile inquinamento che, per le caratteristiche costruttive dei pozzi, è estremamente improbabile, oppure di un fatto esterno all'attività. In questo caso il volume di vulcaniti da considerare interessate dalla possibile interferenza sarebbe quello compreso tra il pozzo in perforazione e il pozzetto di prelievo.

In tal caso la soluzione prevista per ripristinare la situazione originaria sarebbe semplicemente quella di aspirare l'acqua dal pozzetto fino a ripristino della situazione compatibile con lo stato originario. Stimando in 50m lo spessore presunto delle vulcaniti interessate, in 50m la distanza media tra pozzo geotermico e pozzetto, ipotizzando in via cautelativa in 20m la "larghezza" interessata dal flusso tra i pozzi e una porosità del 20% della formazione vulcanica, il volume complessivo non supererebbe 10.000mc, ovvero una quantità di acqua modesta che rientra nelle normali tolleranze delle stime e riutilizzabile nel prosieguo dello sviluppo del progetto.

C6) Emissioni in atmosfera

Si chiede di approfondire la valutazione delle emissioni in atmosfera nella fase di cantiere specificando i macchinari utilizzati e la potenza, la tipologia delle emissioni e gli eventuali sistemi di contenimento.

Risposta alla richiesta C6

Emissione di polveri

L'argomento delle emissioni in atmosfera è stato trattato nel capitolo 4.3 dello SIA e, in dettaglio analitico, nell'Allegato C allo SIA.

Per la determinazione delle quantità di polveri emesse si è fatto riferimento alla metodologia prevista dalle "Linee guida per la determinazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" di cui alla Deliberazione della Giunta Provinciale di Firenze n. 213 del 3.11.2009 redatta in collaborazione con l'ARPAT.

L'analisi di dettaglio (*Allegato C* dello SIA) prende in esame le emissioni di polveri durante la realizzazione delle opere civili considerando tutte le possibili cause di emissione di polvere (abrasione delle superfici dovuta al vento, transito dei mezzi, movimentazione di terra e materiali, ecc.) durante tutte le fasi di cantiere per la realizzazione di postazioni di sonda, centrale, tubazioni per trasporto del fluido. Per ciascun cantiere la determinazione delle quantità di polvere è stata effettuata ipotizzando, in via cautelativa, la contemporaneità di tutte le attività previste nell'area di lavoro.

La determinazione dei valori di emissione è riportata al cap. 4 dell'*Allegato C* citato.

La concentrazione delle polveri attesa nel sito sensibile più vicino al cantiere in esame, è riportata al cap. 5 dell'*Allegato C* dello SIA con riferimento alle emissioni di PM10. Nelle tabelle 5.1a (postazioni di sonda AP1 e AP4), 5.2a (postazioni di sonda AP2 e AP3) e 5.3a (ORC) di detto allegato sono riportati i valori attesi con riferimento alle polveri PM10; questi valori sono largamente inferiori alle soglie ammissibili dalle norme.

Emissioni dei motori diesel durante la perforazione dei pozzi

Esse riguardano le *emissioni* dei motori diesel, da traffico dei mezzi impiegati per la gestione del cantiere, dalla prova di produzione dei pozzi. La materia è stata trattata nel cap. 4.3.1.2 dello SIA.

Nella presente nota si integra la trattazione fatta nello SIA con alcune precisazioni circa le modalità di contenimento delle emissioni di polveri di cemento e bentonite.

I *motori diesel* sono gestiti secondo le norme definite dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i., punto 3 della Parte III dell'*Allegato I* alla Parte Quinta, pertanto le emissioni sono entro i limiti previsti dallo stesso D.Lgs. 152/06. Tenuto conto della temporaneità dell'attività di perforazione, tali emissioni hanno effetto insignificante.

Il *traffico indotto*, sia nella fase di costruzione della postazione, sia nella fase di perforazione, è stimabile in non più di 18 mezzi giornalieri e non è pertanto in grado di alterare la qualità dell'aria. L'impatto è assimilabile a quello di piccoli cantieri stradali o di operazioni agricole e si ritiene pertanto non significativo.

Contenimento di polveri nella manipolazione di cemento, bentonite e altri prodotti polverulenti

I prodotti necessari alla preparazione dei fanghi e delle malte sono trasportati in sacchi o contenitori (se allo stato liquido) di dimensioni movimentabili a mano o mediante muletto e, se in quantità notevole (bentonite e cemento), sono conservati in silos.

Lo stoccaggio e la manipolazione di questi materiali avviene in aree protette da solette in calcestruzzo armato e impermeabili in modo da convogliare eventuali dispersioni nella vasca dei reflui, in accordo alle misure previste nel progetto e descritte sopra. L'utilizzazione degli additivi avviene manualmente vista la modesta quantità dei prodotti impiegati e i rischi di dispersione sono insignificanti.

Maggiore attenzione viene posta alla movimentazione di bentonite e cemento, per la maggiore quantità di materiale utilizzato; per questa ragione il loro stoccaggio in cantiere avviene in silos.

La loro movimentazione, durante il trasferimento dei materiali dalle autocisterne di trasporto ai silos di stoccaggio in cantiere, avviene per via pneumatica e in questa fase vengono adottate opportune precauzioni al fine di limitare l'emissione di polveri essendo il trasferimento la fase più delicata per la possibilità di trascinamento del materiale polverulento da parte dell'aria nella fase

finale di riempimento di ciascun silo fisso di cantiere. La tecnica normalmente usata consiste nell'inserire sulla linea di scarico dell'aria un filtro a sacco realizzato in fibra microporosa che permette all'aria di passare ma trattiene le particelle solide trascinate.

In Figura C6.1 sono riportate le caratteristiche tecniche di un filtro a sacco realizzato in poliestere con indicazione anche della permeabilità della tela.

Invece, il prelievo dai silos durante l'impiego della bentonite e del cemento avviene con estrattore a gravità; le quantità di materiale movimentato sono molto più modeste di quelle che caratterizzano il travaso nei silos e l'emissione di polveri è controllabile e insignificante quantitativamente.

Questa tecnica di prevenzione della formazione di polveri è stata messa a punto dopo numerose prove ed è stata poi lungamente sperimentata risultando efficace, poco costosa e facile da impiegare.

Si sottolinea altresì che i suddetti materiali insilati sono costituiti da bentonite e cemento. La prima è un'argilla trattata termicamente, quindi un materiale assolutamente non pericoloso tanto da essere usato anche nell'industria alimentare. Eventuali micro dispersioni di polveri non possono avere alcun effetto sull'ambiente. Lo stesso vale per il cemento che verrebbe rapidamente fissato dalla semplice umidità dell'aria come avviene nell'edilizia abitativa.

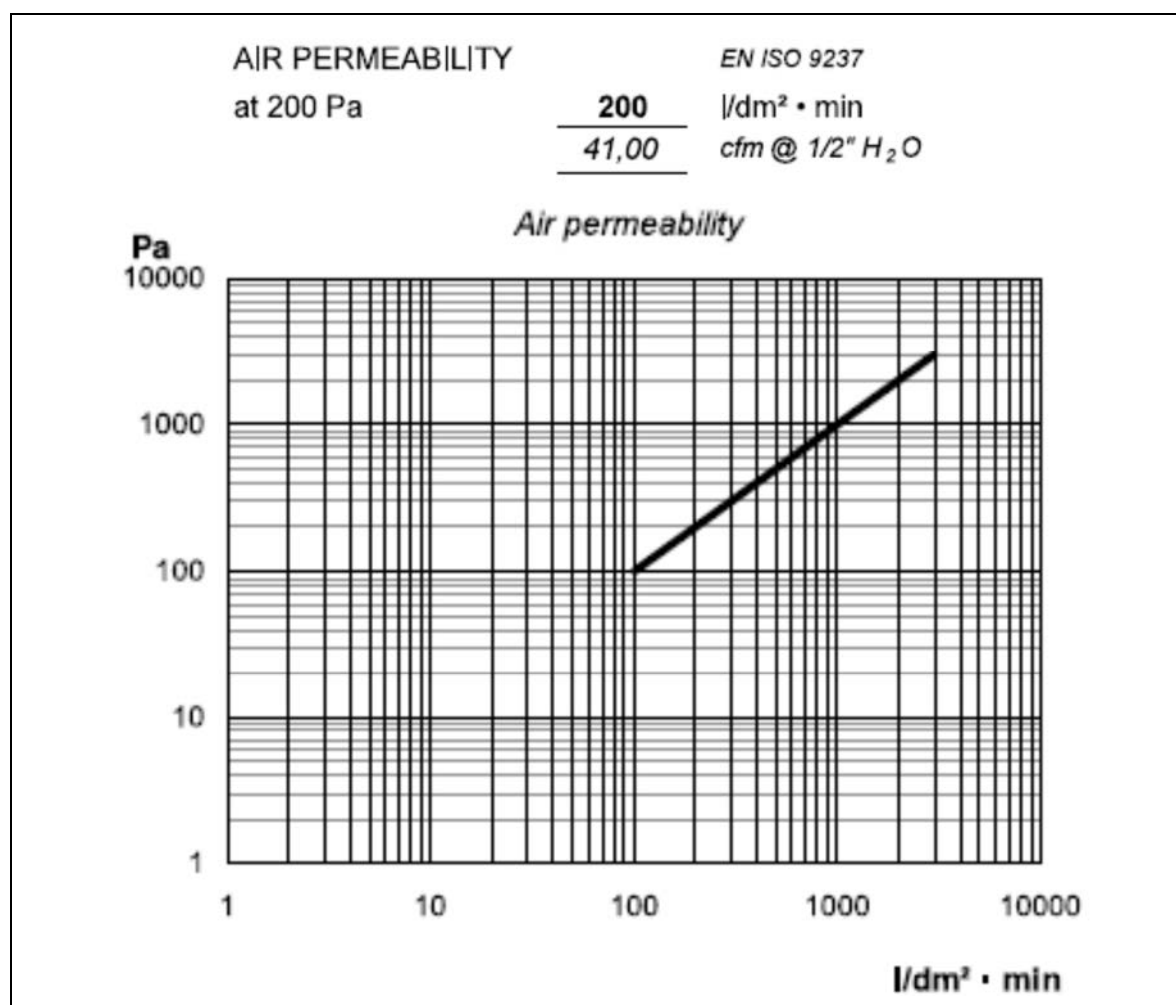


Figura C6.1: Esempio di caratteristiche di permeabilità del filtro a sacco per trasferimento materiali insilabili

Emissioni gassose durante le prove di produzione dei pozzi produttivi

Le prove di produzione dei pozzi hanno durata brevissima, stimata intorno a 6 ore. La composizione del fluido erogato (liquido e gas) dei vecchi pozzi dell'ENEL è mostrata nelle tabelle 3.1.3.1a e 3.1.3.1b dello SIA e, quindi, è possibile ipotizzare un fluido geotermico composto al 91% in peso da liquido a circa 100 °C, 7,2% da vapore acqueo e per il restante 1,8 % da gas incondensabile costituito per il 99% da anidride carbonica e circa 0,5% da Acido Solfidrico (H_2S) e il restante da altri gas.

Le quantità di fluido emesse sono stimate a 1kg/h di H_2S , 2,8t/h di CO_2 e 11,7t/h di vapore d'acqua.

Per valutare l'impatto ambientale è stato preso a riferimento l'idrogeno solforato la cui presenza in concentrazione superiore a circa $35\mu g/m^3$ inizia ad essere olfattivamente percepibile. Di questa emissione è stata simulata la distribuzione del "pennacchio" nell'area circostante il singolo pozzo in produzione.

Nel grafico di Fig. 4.3.1.3a dello SIA che per comodità di lettura si riporta di seguito come Figura C6.2. Risulta evidente che il caratteristico odore dell' H_2S non è percepibile nemmeno in prossimità del cantiere.

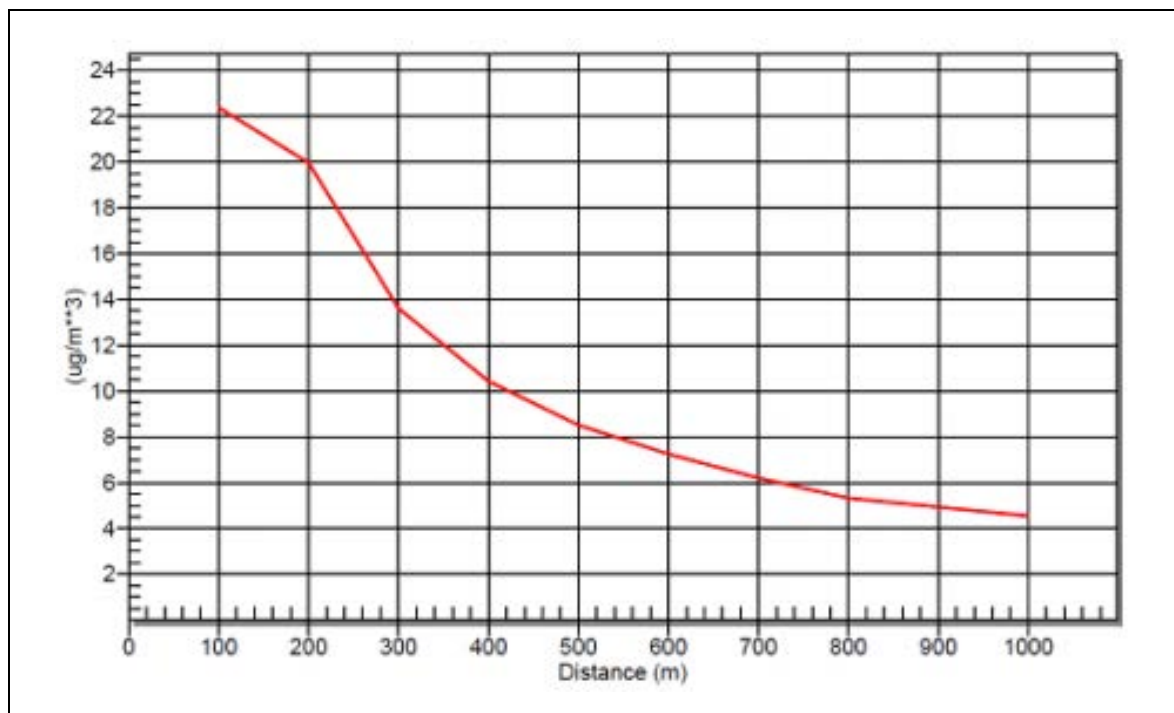


Figura C6.2: Distribuzione della concentrazione di H_2S in atmosfera nell'area circostante il pozzo

Considerazioni del tutto analoghe valgono anche per le emissioni in fase di cantiere di costruzione della centrale ORC, la cui stima è riportata al cap. 4.3.1.4 dello SIA.

C7) Consumo suolo agricolo

Venga approfondito l'impatto riguardante il consumo del suolo agricolo nelle diverse fasi, compresa quella dopo la dismissione, analizzando tale problematica nel contesto del territorio interessato.

Risposta alla richiesta C7

Il progetto geotermico Torre Alfina prevede la costruzione di quattro postazioni di sonda e della centrale ORC per le quali si stimano i seguenti valori delle aree occupate (vedi SIA, Allegato 3, cap. 5):

- postazione AP1, m ²	8503
- postazione AP2, m ²	7939
- postazione AP3, m ²	8190
- postazione AP4, m ²	9206
- impianto ORC, m ²	7150

Non si prendono in esame le tubazioni di trasferimento del fluido dai pozzi produttivi alla centrale e da questa ai pozzi reiniettivi perché tutte le tubazioni sono interrate ad eccezione di alcuni punti di controllo di limitatissimo ingombro areale.

A questo si deve aggiungere che, ai fini di limitare gli ingombri, il progetto prevede di realizzare più pozzi da alcune postazioni. La postazione AP1 prevede 3 pozzi, di cui 2 devianti; AP4 addirittura quattro pozzi. Inoltre la centrale e la postazione AP2, una adiacente all'altra, sono ubicate all'interno della cava Le Greppe, il cui fondo è costituito da rocce basaltiche quindi di ben difficile altro riutilizzo, soprattutto agricolo. Pertanto, l'area occupata complessivamente dall'impianto, ammonta a circa 4 ettari ma, se si trascura l'area di cava (ORC più AP2) per il motivo suddetto, l'area effettivamente occupata tra quella potenzialmente utilizzabile a fini agricoli si riduce a 2,59 ettari.

A titolo esemplificativo in Tabella 4.3.3.4a dello SIA è riportato un confronto tra l'energia elettrica prodotta dal presente impianto e l'energia elettrica che si produrrebbe da un impianto fotovoltaico caratterizzato da una medesima occupazione di suolo e posizione geografica. L'occupazione di suolo per l'impianto geotermico di Torre Alfina risulta di circa 1.000 m²/GWh a fronte di un'occupazione di circa 17.000 m²/GWh di un impianto fotovoltaico nella stessa zona.

Dismissione dell'impianto

La vita utile del progetto è considerata 25 anni. Tuttavia si tratta di un progetto pilota volto alla sperimentazione dell'impiego energetico di "questo" fluido geotermico. Sia nel caso di dismissione anticipata dell'impianto, che a fine vita, per legge tutte le opere saranno dismesse. Il programma dei lavori di dismissione prevede la totale rimessa in pristino dell'area occupata dall'impianto quindi con rimozione totale delle opere, di tutte le opere (pozzi, centrale, acquedotti).

Anche la stima degli investimenti, facente parte delle istanze di autorizzazione inviate sia al MISE che al MATTM, per le rispettive competenze, include la spesa presunta della dismissione.

La linea elettrica, se richiesto dall'Enel, potrebbe invece avere altri utilizzi, altrimenti anche per essa si prevede lo smantellamento. Eccezione potrebbe essere fatta per alcune strutture (esempio

taluni piazzali o parti di essi) se il loro utilizzo fosse richiesto dagli enti pubblici locali o da privati ma comunque esso sarebbe soggetto a precise autorizzazioni da parte dell'Autorità Mineraria di concerto con il Comune richiedente o interessato.

A meno di questa eccezione, le modalità con cui verrebbe realizzata la dismissione è descritta al capitolo 3.4.14 dello SIA al quale si rimanda per i dettagli.

Dal punto di vista tecnico la dismissione comporta la totale rimessa in pristino di tutte le opere cosicché, alla fine delle operazioni, nulla resta, né visibile né esistente (ad eccezione dei pozzi dalla profondità di circa 2m), di ciascuna di esse e il territorio precedentemente interessato dalle costruzioni torna alla destinazione originaria fatte salve le eventuali eccezioni di cui sopra.

Le documentazioni fotografiche di seguito riportate mostrano un esempio di realizzazione del ripristino ambientale di una postazione di sonda: nella Figura C7.1 è visibile la postazione con l'impianto di perforazione in fase di esercizio; nella Figura C7.2 è visibile la postazione dopo la rimozione dell'impianto e la testa pozzo in evidenza; la Fig. C7.3 mostra, pur da un'angolazione diversa, la stessa postazione a ripristino ambientale completamente realizzato e con il terreno nuovamente utilizzabile per gli usi agricoli originari.



Figura C7.1: Postazione con impianto assemblato (luglio 2010, vista da Sud-Est)

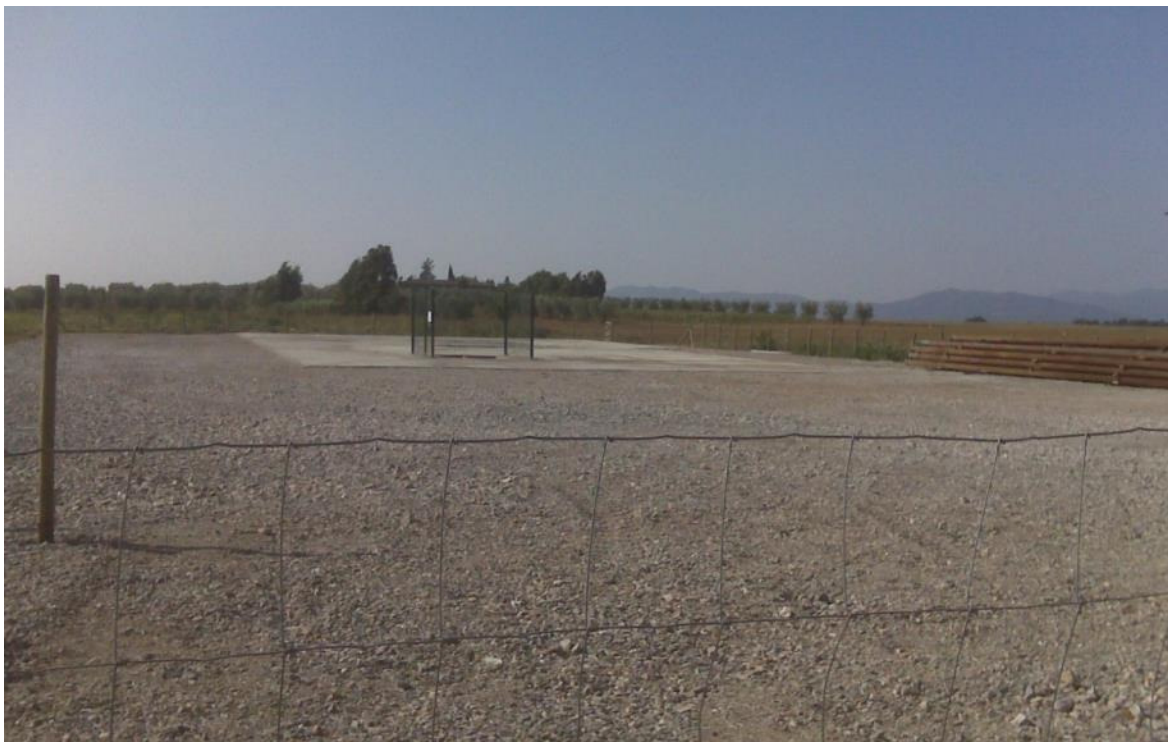


Figura C7.2: Postazione allo stato nudo, senza RIG (ottobre 2010, vista da Nord-Est)



Figura C7.3: Area della postazione a ripristino ambientale completato (2014, vista da Sud-Sud-Ovest)

C8) Illuminazione

Si chiede di fornire una descrizione di maggior dettaglio riguardante la tipologia di illuminazione e della modalità di schermatura e mitigazione dell'inquinamento luminoso, sia per la fase di cantiere che durante l'esercizio.

Risposta alla richiesta C8

Il tema interessa aspetti distinti:

- l'illuminazione del cantiere durante le attività costruttive
- l'illuminazione delle opere durante l'esercizio.

L'illuminazione del cantiere interessa la fase di perforazione. La fase di realizzazione delle opere civili non richiede sostanzialmente illuminazione se non in certi brevi periodi durante le ore di scarsa luce solare.

Le attività di cantiere sono peraltro, come già ribadito più volte, complessivamente di breve durata, compresa quella di perforazione durante la quale sono prevalenti le esigenze antinfortunistiche; pertanto le condizioni di illuminazione devono rispondere a esigenze minime dettate dalle prescrizioni di legge oltre che dalle esigenze tecniche. Si citano a questo riguardo il D.Lgs. 624/96, il D.P.R. 128/1959, il D.P.R. 303/1956.

La descrizione dell'impianto di illuminazione adottato in fase di costruzione delle postazioni di sonda è riportato al cap. 3.3.3.3 del Progetto Definitivo trasmesso insieme allo SIA.

Una volta perforati i pozzi e smontato l'impianto di perforazione, l'illuminazione della postazione si ridurrà a un singolo palo ubicato in prossimità dell'ingresso alla postazione e ad uno predisposto per illuminare la zona interessata dalla testa pozzo (protetta da una gabbia metallica) e dal piccolo impianto di dosaggio dell'inibitore.

I pali avranno un'altezza di soli 3 m, idonea per produrre un fascio di luce conico verso terra, le lampade saranno di tipo LED.

Durante la fase di perforazione, l'illuminazione prevista è quella propria degli impianti di perforazione. L'elemento a maggiore visibilità sarà la torre sia perché è anch'essa luogo di lavoro, sia perché deve essere visibile costituendo potenziale ostacolo per il volo a bassa quota. Anche il resto dei componenti dell'impianto hanno un proprio impianto di illuminazione assemblato su singoli pali alti per illuminare le zone dei motori, delle vasche di preparazione del fango, del piazzale di manovra dei mezzi di trasporto, degli alloggi per il personale ecc. in accordo alle prescrizioni antinfortunistiche del D.P.R. 128/59.

Le lampade saranno di tipo a LED e per minimizzare la dispersione del flusso luminoso l'ottica sarà ad emissione fonometrica "cut off" conforme alle norme UNI 13201.

Durante la fase di esercizio dei pozzi, l'impianto di illuminazione sarà mantenuto spento, l'accensione delle lampade sarà attivata dal personale eventualmente presente sul posto per interventi manutentivi o di controllo.

C9) Salute pubblica

Si chiede di fornire degli approfondimenti volti ad escludere l'immissione di sostanze nocive o dannose in atmosfera o nella falda acquifera superficiale.

Risposta alla richiesta C9

Il tema è stato analizzato nello SIA, cap. 3.4.13, dove è riportata un'analisi dei possibili malfunzionamenti che potrebbero, teoricamente, comportare un rilascio di fluido. Limitandoci ai soli aspetti impiantistici, il problema riguarda le tubazioni di trasporto del fluido (acquedotti) e il sistema dei casing dei pozzi.

Le possibili cause che potrebbero portare ad un rilascio di fluido geotermico nel suolo o sottosuolo sono:

- perdita di contenimento delle tubazioni/pozzi per corrosione;
- danneggiamento tubazioni in esterno per urti;
- perdita attraverso il casing dei pozzi;
- perdita per difetto di isolamento della formazione di copertura a seguito perforazione.

Tubazioni interrato

Il progetto delle tubazioni interrato utilizzate come acquedotti, prevede la protezione nei riguardi di tutte le forme di indebolimento strutturale delle tubazioni rispetto al loro assetto progettuale e di montaggio.

Ipotetica perdita per fenomeni corrosivi

Il fluido geotermico in pressione presenta caratteristiche debolmente corrosive per l'acciaio al carbonio, in quanto ha pH acido, oltre ad avere discreta presenza di cloruri. Da dati sperimentali su numerosi campi geotermici aventi fluidi di composizione simile a quella del campo geotermico di Torre Alfina, si è potuta valutare in circa 0,2 mm/anno la corrosione massima sull'acciaio al carbonio costituente le tubazioni.

Al fine di evitare danneggiamenti delle tubazioni per corrosione, si è pertanto previsto un sovrappessore di corrosione calcolato per un periodo di funzionamento di 30 anni, cioè di 6 mm. Inoltre la coibentazione e i giunti dielettrici rendono le tubazioni completamente isolate da correnti vaganti che potrebbero indurre fenomeni corrosivi dall'esterno.

Al fine di verificare l'andamento della corrosione e prevenire sul nascere eventuali perdite sono stati previsti i seguenti controlli:

- controlli non distruttivi spessimetrici con tecnologia a ultrasuoni su tutta la circonferenza delle tubazioni tra i pozzi e l'inizio del percorso interrato e in alcuni altri dislocati lungo il percorso di ciascuna tubazione tra i pozzi e la centrale e tra questa e i pozzi di reiniezione da eseguire ogni 6 mesi;
- controllo con "pig" intelligenti su tutto il sistema di tubazioni ad ogni fermata programmata (all'incirca ogni 2 anni).

Mentre il sistema di controllo delle perdite descritto permette di rilevare e localizzare istantaneamente eventuali perdite anche minime di acqua dalle tubazioni, il controllo periodico dello spessore ne assicura l'integrità strutturale nel tempo.

La stessa metodologia di controllo verrà applicata anche per la verifica nel tempo del casing di produzione dei pozzi, ovvero del casing su cui è montata la testa pozzo, verificandone lo stato nella parte terminale in prossimità della testa pozzo.

Ipotetica perdita dalla tubazioni per urti

Le parti delle tubazioni fuori terra sono ubicate solamente all'interno delle aree pozzi e della centrale ORC che sono recintate e accessibili solamente a personale addestrato. Inoltre i tratti di tubazione esposti saranno adeguatamente protetti da urti di macchinari o altro.

Nelle aree agricole le tubazioni sono posate in modo tale che tra l'estradosso della tubazione e il piano campagna ci sia una distanza di 1,5 m: ciò garantisce che non ci siano urti con attrezzi agricoli che potrebbero generare danneggiamenti alla tubazione. Per gli accorgimenti adottati, appena descritti, si ritiene che il rischio per l'ambiente associato alla perdita di contenimento delle tubazioni per urto sia ridotto ad un livello assolutamente non significativo.

Inoltre, anche le tubazioni fuori terra sono dotate di sistema di rilevazione perdite descritto in precedenza, collegato ad un sistema di allarme in sala controllo, capace di individuare con uno scarto di pochi metri il punto della perdita.

Si sottolinea che la tecnica di progetto, costruzione e monitoraggio adottata è talmente cautelativa che permette di ridurre la probabilità di perdita di fluido al di sotto di ogni ragionevole previsione.

Comunque, anche nell'ipotesi remota di una perdita di fluido dalle tubazioni di trasporto, il sistema di rilevazione e allarme permette di rilevarla quando essa è a livello di semplice umidità. Pertanto, nel caso estremamente improbabile che si verificasse una perdita di acqua, essa sarebbe limitata al massimo a pochi metri cubi, sarebbe circoscritta al terreno circostante la perdita e non avrebbe modo di raggiungere la falda idropotabile. La semplice rimozione del poco terreno contaminato risolverebbe il problema.

Ipotetica perdita attraverso il casing dei pozzi

Il completamento dei pozzi è stato progettato affinché la formazione contenente gas, ove con essa si entri in contatto, sia esclusa mediante un liner parzialmente cementato (si vedano le Figure 3.3.1 b, c, d dello SIA). Scopo del liner è quello di fare in modo che il comportamento del pozzo in condizioni statiche sia analogo a quello di un pozzo che attinge da un acquifero.

Analisi dello stato del pozzo in condizioni statiche

In tali condizioni, essendo il pozzo connesso con il serbatoio geotermico al di sotto della tavola d'acqua, nel pozzo si stabilisce un livello di acqua a circa 170m dal piano campagna, che fa equilibrio alla pressione del serbatoio.

In tale situazione il pozzo si comporta come i vecchi pozzi perforati dall'Enel Alfina 2, Alfina 4 e Alfina 14.

Il comportamento fisico di questi pozzi è stato dettagliatamente analizzato e descritto sia nelle risposte fornite al MATTM, sia nello SIA del progetto Torre Alfina, cap. 3.4.13.1 dove si analizzano i possibili malfunzionamenti dell'impianto e le relative conseguenze.

Sono escluse, in ogni caso, emissioni di sostanze nocive in atmosfera e nella falda superficiale.

Analisi dei pozzi in fase di produzione

Questa è una situazione ben diversa dalla precedente perché in pozzo è presente un fluido costituito da una miscela di acqua vapore e gas. L'analisi dell'impatto ambientale deve prendere in esame la *possibilità di rilascio* di questo fluido. Innanzi tutto teniamo conto che la pressione del fluido, solo 5bar, è molto bassa in rapporto alla resistenza dei casing.

Infatti il valore della pressione in grado di produrre lo stato di snervamento dell'acciaio dei casing 13"3/8 è di almeno 180bar. Non solo, il casing di produzione 13"3/8 è inserito all'interno del casing 18"5/8, questo a sua volta all'interno del casing 24"1/2 realizzando un sistema a "cannocchiale" con reciproca funzione di "cerchiatura" come tale capace di assicurare la più alta efficacia ed efficienza nei riguardi della resistenza strutturale e della capacità di tenuta, oltre che dell'affidabilità nel tempo (SIA cap. 3.4.13.1 voce "Perdita attraverso i casing dei pozzi"). Dal punto di vista meccanico, infatti, il primo casing sarebbe da solo sufficiente a contenere, con margine, la pressione di esercizio dei pozzi.

Anche dal punto di vista delle sollecitazioni termiche, la temperatura di esercizio dei casing, intorno a 130°C, è veramente troppo bassa per generare una qualche preoccupazione di perdita di fluido per rottura delle tubazioni che operano, nel loro complesso, con un grado di sicurezza veramente alto in valore assoluto e ben al di sopra dei valori che caratterizzano ogni altro impianto industriale.

Analisi dei pozzi in fase di reiniezione

Il progetto prevede che la reiniezione avvenga non solo senza pressione a testa pozzo ma anche con bassissima sovrappressione sulle fratture. Si prevede infatti che la sovrappressione massima alle fratture (quella che costituisce la "pressione motrice" che permette al fluido di penetrare in formazione sia dell'ordine di 4 - 7 bar. Anche le simulazioni eseguite mettendo in conto le caratteristiche della roccia del serbatoio così come era stata riscontrata ai tempi delle ricerche ENEL, peraltro conforme alle caratteristiche generali per le formazioni carbonatiche fratturate, confermano che la sovrappressione attesa sulle fratture si manterrà sui suddetti valori.

Si ricorda che le particolari modalità tecniche di completamento con casing previste per i pozzi del progetto Torre Alfina (si veda cap. 4 del Progetto Definitivo) li rende indipendenti dalle condizioni altrimenti imposte della presenza della cappa di gas. In assenza di tale tipo di completamento la pressione di testa pozzo sarebbe di circa 40bar come dimostrano le esperienze dell'Enel, per ultima quella del pozzo a gas Alfina 13. Invece, con tale completamento, anche i pozzi reiniettivi che attraverseranno la cappa, avranno una pressione di testa pozzo che sarà determinata solo dal rapporto tra portata di fluido reiniettato e iniettività del pozzo. Di conseguenza, anche la maggior pressione necessaria al miscelamento del gas con l'acqua di reiniezione, che sarà comunque di circa 12bar, sarà circoscritta alle zone interessate dai tre casing cementati e

pertanto il grado di sicurezza del sistema strutturale e di tenuta resterebbe elevatissimo e incomparabilmente più alto rispetto a qualsiasi altro impianto industriale.

E' anche chiaro che, qualora si manifestasse una perdita della capacità di isolamento dei casing rispetto alla sacca di gas, si verificherebbe una maggiore pressione che sarebbe avvertita istantaneamente dal sistema di monitoraggio interno al pozzo interessato che immediatamente sarebbe posto fuori esercizio per procedere alla ricognizione del fenomeno e alla messa in sicurezza dell'opera.

Ipotetica perdita per difetto di isolamento della formazione di copertura a seguito della perforazione

La formazione litologica che esercita funzione di copertura impermeabile al di sopra del serbatoio geotermico è costituita dalle rocce argillose del flysch o neogeniche site al di sotto delle falde idriche superficiali ospitate nelle rocce vulcaniche.

Se non esistesse questa copertura, tutte queste falde sarebbero “naturalmente” contaminate dal fluido geotermico perché in connessione idraulica con esso e a conclusione dei fenomeni geologici di consolidamento delle rocce e di diffusione dei fluidi, sarebbero esse stesse in pressione, cosa che invece non è (si veda la descrizione della geochimica dell'acquifero nelle vulcaniti riportata nel Paragrafo 4.2.2.2 dello SIA).

Il monitoraggio delle emissioni naturali di gas CO₂ dal terreno, eseguito da INGV in maniera molto capillare, riportato in Allegato L allo SIA conferma la eccellente capacità di isolamento della copertura. La Figura 3 dello stesso allegato mette in evidenza come le zone ad emissione anomala di CO₂ (peraltro molto debole) siano pochissime, assolutamente delimitate oltre che distanti da tutti i pozzi esistenti e quindi anche dalle zone interessate dalla perforazioni dei nuovi pozzi geotermici.

Una nuova campagna di misure eseguita da INGV nel Maggio 2013, riportato nell'Allegato L dello SIA, ha rilevato valori di flusso di CO₂ dal suolo ancora più bassi, di sicura origine non endogena. Quindi, in prossimità dei futuri pozzi non sono presenti zone permeabili che possano far pensare ad un collegamento, ancorché tenue, tra il serbatoio geotermico e la falda acquifera oggetto della presente analisi.

Anzi, tenuto conto delle caratteristiche geologiche della formazione di copertura, le modalità tecniche di cementazione dei casing previste per i nuovi pozzi *produrranno* condizioni di isolamento della formazione nell'intorno dei pozzi ancora più sicure dello stato naturale.

Infatti, la parte che conferisce maggiore impermeabilità alla copertura, è situata nella parte più profonda e immediatamente a ridosso del serbatoio, cioè dove massima sarà la capacità di penetrazione (quindi di impermeabilizzazione) della colonna di malta cementizia pompata in pozzo per la cementazione dei casing.

Per queste ragioni, anche qualora esistessero, per ipotesi irrealistica come osservato sopra, percorsi verticali o zone laterali in prossimità dei pozzi con minore grado di impermeabilità, le

modalità di cementazione previste permetterebbero di produrre nell'intorno del foro, grazie alla elevata densità della malta e alle sue caratteristiche reologiche, una situazione di impermeabilità sicuramente migliorativa di quella esistente allo stato naturale.

Di ciò si trova conferma anche nel fatto che nell'intorno dei pozzi dell'ENEL tuttora presenti e attivi al momento del monitoraggio INGV non è stata rilevata alcuna manifestazione anomala di gas. Questo vale non solo per i pozzi Alfina2, Alfina 4 e Alfina 14 ma anche per il pozzo Alfina 13 (utilizzato da ENEL per la produzione di anidride carbonica) che, da questo punto di vista, rappresenta un'evidenza ancor più significativa. Infatti, il pozzo Alfina 13, chiuso minerariamente solo nel 2016, si trova a poche centinaia di metri dall'unica manifestazione emissiva naturale, sita poco a Sud del paese di Torre Alfina. Questo pozzo, che attingeva direttamente dalla cappa di gas, era l'unico tra i pozzi ancora attivi al momento del rilievo INGV ed era caratterizzato da una pressione di testa pozzo di circa 40 bar. Per questa ragione era stato utilizzato da ENEL per l'estrazione della CO₂ fino a pochi anni fa.

Il pozzo ha un'età di circa 40 anni ed è quindi stato costruito con tecnologie che, per quanto efficaci, oggi possono essere considerate tecnicamente obsolete. Nonostante ciò, a tutt'oggi, nella zona circostante il pozzo non sono osservabili nemmeno strumentalmente emissioni anomale di gas. Nella zona circostante e intorno alla cantina del pozzo stesso l'emissione è a livello proprio del terreno vegetato (Figura 31 dell'Allegato 1 "Relazione Geologica" del Progetto Definitivo e Figura 3 dell'Allegato L dello SIA - "Campagna di misura del flusso di CO₂ dal suolo su aree target").

Ciò costituisce un'altra conferma sperimentale che il rischio di un basso isolamento del serbatoio è, in concreto e nelle zone selezionate per il progetto, praticamente inesistente.

Per ulteriore maggior sicurezza è stato inoltre previsto un controllo periodico del flusso di gas dai suoli, sia in vicinanza dei pozzi che lungo i percorsi degli acquedotti così come riportato nel documento che descrive il sistema di controllo demandato alla competenza dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) riportato meglio negli Allegati I e L dello SIA.

In definitiva possiamo concludere che l'intero progetto è stato articolato per **prevenire** ogni forma di potenziale contatto dei fluidi geotermici con quelli della falda e comunque le procedure di controllo messe in atto per la rilevazione delle potenziali interferenze sono tali per cui queste verrebbero rilevate ad uno stadio influente agli effetti della contaminazione della falda.

C10) VINCA

Considerato il rimodellamento delle aree di interesse e le diverse considerazioni sulle soglie di attenzione riguardanti i potenziali inquinamenti delle falde, di cui alle precedenti richieste di integrazione, il Proponente approfondisca le considerazioni riguardanti le aree di seguito riportate e considerate nello screening di Incidenza Ambientale presentato.

Vengano ovviamente riesaminati e descritti anche gli effetti indiretti, legati principalmente alle interferenze con la falda acquifera durante le attività di cantiere e di esercizio. Venga infine esaminata qualsiasi possibilità di interferenza con tutte le opere di progetto e le eventuali compensazioni o mitigazioni previste.

SIC/ZPS	Bosco del Sasseto	IT6010002	2km	Nord
SIC	Medio corso del Fiume Paglia	IT6010001	4km	Nord ovest
SIC	Monte Rufeno	IT6010004	4,7 km	Nord Ovest
ZPS	Monte Rufeno	IT6010003	4,7 km	Nord ovest
SIC	Selva di Meana	IT5220002	4,7	Nord nord-est
SIC	Valle del Fossatello	IT6010006	5,2 km	Nord nord-ovest
SIC	Fosso dell'Acqua Chiara	IT6010005	8,8 km	Nord nord-ovest
SIC	Lago di Bolsena	IT6010007	9 km	sud
ZPS	Lago di Bolsena, Isole Bisentina e Martana	IT6010055	9 km	sud
Riserva Naturale Regionale	Monte Rufeno	EUAP0273	1 km	Nord Ovest
Area Naturale Protetta	Monumento Naturale Bosco del Sasseto	EUAP0904	1,9 km	Nord
Area Naturale Protetta	Sistema territoriale di interesse naturalistico - ambientale Monte Peglia Selva di Meana	EUAP1173	4 km	Nord nord-est

Lo studio delle potenziali interferenze delle attività di progetto con le aree SIC/ZPS sono state riportate nel documento All. D - SINCA allo SIA.

Come riportato nell'All. D – SINCA, gli interventi in progetto distano 2 km dall'area SIC/ZPS più prossima e, pertanto, le potenziali incidenze indotte dalla realizzazione e dall'esercizio dell'impianto pilota geotermico sono esclusivamente di tipo indiretto (variazioni di qualità dell'aria, rumore, interferenza con l'ambiente idrico superficiale e sotterraneo) essendo ovviamente da escludere ogni interazione diretta.

Risposta alla richiesta C10

Alcuni effetti indiretti sono da considerarsi di fatto nulli in quanto:

- il progetto non ha emissioni in atmosfera in fase di esercizio, quale requisito di legge per la definizione di impianto pilota ex D.Lgs. 22/2010 e s.m.i. e pertanto non può avere nessun impatto sull'area protetta, come del resto su nessun'altra;
- le emissioni di polvere in fase di cantiere sono simili a quelle di un cantiere edile e si esauriscono entro pochi metri (si veda quanto esposto nella risposta alla richiesta di integrazione C6);

- il rumore emesso dall’Impianto Pilota, sia in fase di cantiere che di esercizio, come risulta dalle valutazioni di impatto acustico, raggiunge valori inferiori a 35 dB(A) entro 500 m dagli impianti e quindi è ben inferiore al limite notturno di emissione stabilito dalla vigente normativa per le aree particolarmente protette, non provocando pertanto alcun impatto apprezzabile sulle aree naturali protette;
- il progetto non prevede alcuna emissione nel reticolo idrico superficiale e pertanto non può avere alcuna influenza, anche indiretta, con le aree protette considerate.

L’unico effetto indiretto da considerare è quindi quello legato ad un ipotetico inquinamento della falda acquifera durante le attività in progetto, tale da poter potenzialmente indurre variazioni degli equilibri idrogeologici delle aree protette.

Le aree protette prese in esame sono quelle ubicate in zone limitrofe al sito in cui verranno realizzati gli interventi in progetto. Sono potenzialmente interessate da quest’ultimo effetto indiretto, in particolare quelle aree la cui biodiversità e particolarità di habitat è legata agli ambienti umidi strettamente connessi con le condizioni di equilibrio idrogeologico dell’area, rappresentate dalla SIC IT6010007 “Lago di Bolsena”, dalla ZPS IT6010055 “Lago di Bolsena, Isole Bisentina e Martana” e dalla SIC IT6010001 “Medio corso del Fiume Paglia”.

SIC e ZPS

Di seguito si riportano le aree SIC/ZPS, precedentemente descritte, sulle quali verranno quindi valutate le potenziali incidenze degli effetti indiretti nel presente Screening di Incidenza Ambientale.

1	SIC/ZPS	Bosco del Sasseto	IT6010002	2 km	Nord
2	SIC	Medio corso del Fiume Paglia	IT6010001	4 km	Nord-Ovest
3	SIC	Monte Rufeno	IT6010004	4.7 km	Nord-Ovest
4	ZPS	Monte Rufeno	IT6010003	4.7 km	Nord-Ovest
5	SIC	Selva di Meana	IT5220002	4.7 km	Nord / Nord-Est
6	SIC	Valle di Fossatello	IT6010006	5.2 km	Nord / Nord-Ovest
7	SIC	Fosso dell’Acqua Chiara	IT6010005	8.8 km	Nord / Nord-Ovest
8	SIC	Lago di Bolsena	IT6010007	9 km	Sud
9	ZPS	Lago di Bolsena, Isole Bisentina e Martana	IT6010055	9 km	Sud

In riferimento alla cartografia inserita nell’Allegato N allo SIA riguardante la falda e il suo monitoraggio, emerge che l’assetto idrogeologico locale mostra un andamento delle isopieze con direzione del deflusso sotterraneo verso Sud-Ovest, Ovest, Nord-Ovest.

Di seguito si riporta l’analisi riguardante le singole aree di interesse.

1	SIC/ZPS	Bosco del Sasseto	IT6010002	2 km	Nord
---	---------	-------------------	-----------	------	------

La SIC/ZPS “Bosco del Sasseto” è ubicata 2 km a Nord dell’area d’intervento ed inoltre è impostata su litologie che rientrano nel complesso idrogeologico dei Flysch marnoso-argillosi, caratterizzato da potenzialità acquifera notoriamente bassissima (cfr. Figura C10.1) (Capelli et al., 2012). Di conseguenza sulla SIC/ZPS Bosco del Sasseto non risultano potenziali incidenze correlabili con effetti indiretti legati all’ipotetica contaminazione della falda durante le fasi di progetto.

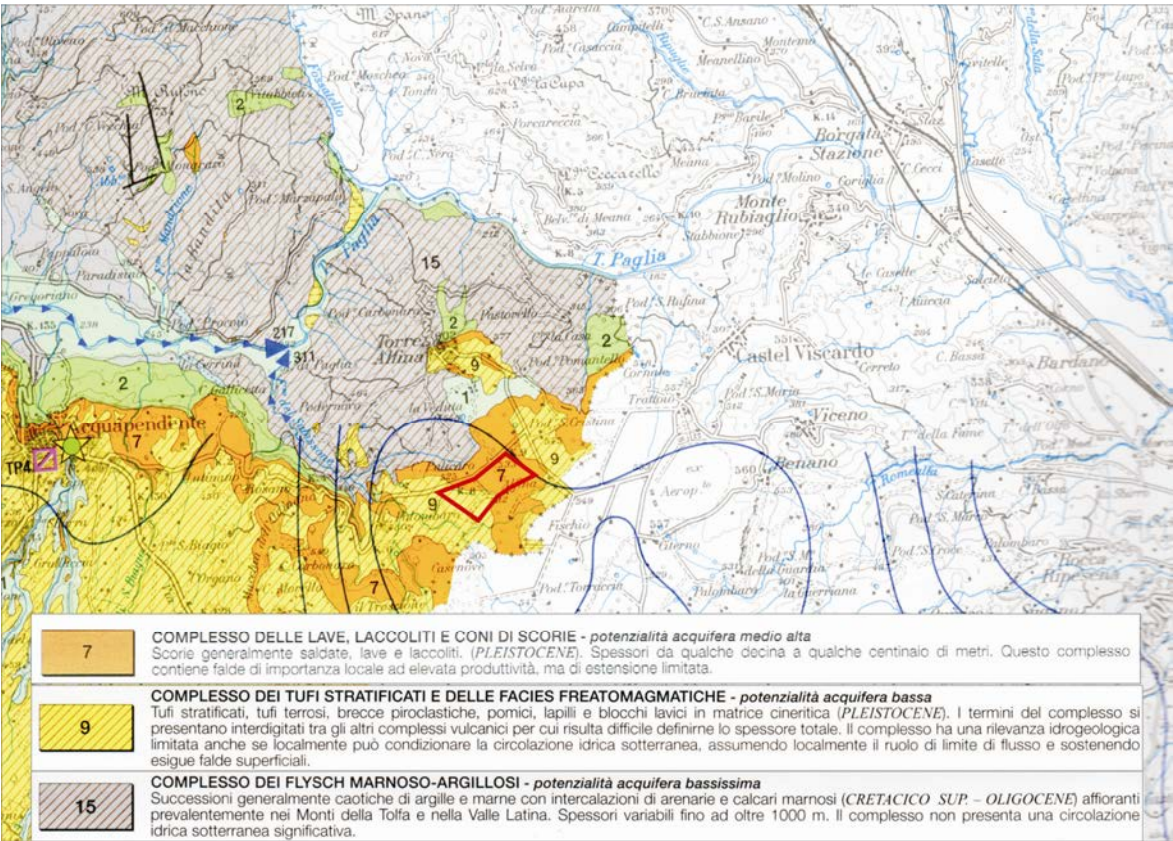


Figura C10.1: Stralcio Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio (Capelli et al., 2012) con l’ubicazione dell’area d’intervento

2	SIC	Medio corso del Fiume Paglia	IT6010001	4 km	Nord-Ovest
---	-----	------------------------------	-----------	------	------------

Il SIC “Medio corso del Fiume Paglia” è ubicato 4 km a Nord-ovest dell’area d’intervento e la vulnerabilità localmente riguarda tutti gli affluenti in destra idraulica del Fiume Paglia e rispettive aste secondarie.

In particolare si può notare come gli effetti indiretti, legati a possibili contaminazioni della falda idrica, possono riguardare il fosso di Subissone, il cui tratto iniziale è impostato in prossimità dell’area di intervento ed è interessato dalla presenza di sorgenti lineari, emergenti in corrispondenza del limite inferiore della sequenza lavica e aventi quota piezometrica riferibile ad acque di miscela della falda di base e di quelle sospese (cfr. Tavola 4_2, All. Q, Relazione Idrogeologica).

Il tracciato medio e finale del fosso di Subissone è impostato su litologie che rientrano nel complesso idrogeologico dei Flysch marnoso-argillosi, caratterizzato da potenzialità acquifera bassissima (Capelli et al., 2012).

3	SIC	Monte Rufeno	IT6010004	4.7 km	Nord-Ovest
---	-----	--------------	-----------	--------	------------

Il SIC “Monte Rufeno” è ubicato 4.7 km a Nord-Ovest dell’area d’intervento; lo stesso è impostato su litologie che rientrano nel complesso idrogeologico dei Flysch marnoso-argillosi, caratterizzato da potenzialità acquifera bassissima (Capelli et al., 2012).

Le litologie inserite in tale complesso idrogeologico svolgono la funzione di acquiclude, comportandosi come “barriera impermeabile” che limita arealmente il deflusso idrico sotterraneo.

Di conseguenza sul SIC Monte Rufeno risultano praticamente nulle le potenziali incidenze correlabili con effetti indiretti legati all’ipotetica contaminazione della falda durante le fasi di progetto.

4	ZPS	Monte Rufeno	IT6010003	4.7 km	Nord-Ovest
---	-----	--------------	-----------	--------	------------

La ZPS “Monte Rufeno” è ubicata 4.7 km a Nord-Ovest dell’area d’intervento; la stessa è impostata su litologie che rientrano nel complesso idrogeologico dei Flysch marnoso-argillosi, caratterizzato da potenzialità acquifera bassissima (Capelli et al., 2012).

Le litologie inserite in tale complesso idrogeologico svolgono la funzione di acquiclude, comportandosi come “barriera impermeabile” che limita arealmente il deflusso idrico sotterraneo.

Di conseguenza sulla ZPS Monte Rufeno risultano praticamente nulle le potenziali incidenze correlabili con effetti indiretti legati all’ipotetica contaminazione della falda durante le fasi di progetto.

5	SIC	Selva di Meana	IT5220002	4.7 km	Nord / Nord-Est
---	-----	----------------	-----------	--------	-----------------

Il SIC “Selva di Meana” è ubicato 4.7 km a Nord, Nord-Est dell’area d’intervento; lo stesso è impostato su litologie che rientrano nel complesso idrogeologico dei Flysch marnoso-argillosi, caratterizzato da potenzialità acquifera bassissima (Capelli et al., 2012).

Di conseguenza sulla SIC/ZPS Bosco del Sasseto non risultano potenziali incidenze correlabili con effetti indiretti legati all’ipotetica contaminazione della falda durante le fasi di progetto.

6	SIC	Valle di Fossatello	IT6010006	5.2 km	Nord / Nord-Ovest
---	-----	---------------------	-----------	--------	-------------------

Il SIC “Valle di Fossatello” è ubicato 5.2 km a Nord, Nord-Ovest dell’area d’intervento; lo stesso è impostato su litologie che rientrano nel complesso idrogeologico dei Flysch marnoso-argillosi, caratterizzato da potenzialità acquifera bassissima (Capelli et al., 2012).

Le litologie inserite in tale complesso idrogeologico svolgono la funzione di acquiclude, comportandosi come “barriera impermeabile” che limita arealmente il deflusso idrico sotterraneo.

Di conseguenza sul SIC Valle di Fossatello risultano praticamente nulle le potenziali incidenze correlabili con effetti indiretti legati all’ipotetica contaminazione della falda durante le fasi di progetto.

7	SIC	Fosso dell’Acqua Chiara	IT6010005	8.8 km	Nord / Nord-Ovest
---	-----	-------------------------	-----------	--------	-------------------

Il SIC “Fosso dell’Acqua Chiara” è ubicato 8.8 km a Nord, Nord-Ovest dell’area d’intervento; lo stesso è impostato su litologie che rientrano nel complesso idrogeologico dei Flysch marnoso-argillosi, caratterizzato da potenzialità acquifera bassissima (Capelli et al., 2012).

Le litologie inserite in tale complesso idrogeologico svolgono la funzione di acquiclude, comportandosi come “barriera impermeabile” che limita arealmente il deflusso idrico sotterraneo.

Di conseguenza sul SIC Fosso dell’Acqua Chiara risultano praticamente nulle le potenziali incidenze correlabili con effetti indiretti legati all’ipotetica contaminazione della falda durante le fasi di progetto.

8	SIC	Lago di Bolsena	IT6010007	9 km	Sud
---	-----	-----------------	-----------	------	-----

Il SIC “Lago di Bolsena” è ubicato 9 km a Sud dell’area d’intervento; la vulnerabilità dello stesso riguarda le potenziali incidenze correlabili con effetti indiretti legati all’eventuale contaminazione della falda durante le fasi di progetto.

9	ZPS	Lago di Bolsena, Isole Bisentina e Martana	IT6010055	9 km	Sud
---	-----	--	-----------	------	-----

La ZPS “Lago di Bolsena, Isole Bisentina e Martana” è ubicata 9 km a Sud dell’area d’intervento; la vulnerabilità della stessa riguarda le potenziali incidenze correlabili con effetti indiretti legati all’eventuale contaminazione della falda durante le fasi di progetto.

L’ipotetica interferenza tra le attività in progetto e la zona SIC/ZPS del lago di Bolsena sono state analizzate in dettaglio anche in un precedente documento trasmesso al MATTM nel maggio 2014 contenente la risposta alle richieste di integrazioni relativa al Progetto Castel Giorgio, cap. 2.8. In esso, al quale si rimanda per i dettagli, si conclude che “l’esatta delimitazione del limite idrogeologico nel settore nord-occidentale dell’acquifero (l’area di interesse del progetto) è resa quanto mai difficoltosa dal modestissimo gradiente idraulico della falda, per cui non è sempre agevole seguirne le culminazioni piezometriche, nonché dalla presenza di falde sospese più superficiali talora difficilmente distinguibili dalla basale. In questo senso è necessario considerare un certo margine di approssimazione nella delimitazione del bacino, per cui è lecito attendersi scostamenti anche nell’ordine di 1 km rispetto a quanto evidenziato. Va anche tenuto conto del fatto che, per via del modesto gradiente piezometrico, lo spartiacque idrogeologico è soggetto a migrazioni di carattere stagionale, o indotte da intense estrazioni attraverso pozzi, per cui la delimitazione del bacino così come rappresentata, deve essere intesa come condizione media”. Si veda anche la risposta alla precedente richiesta di integrazione C3, dove è riportata la modellizzazione della falda di base ospitata nelle vulcaniti, con l’andamento delle curve isopiezometriche ricostruito da tutti gli autori che si sono occupati della questione.

In ogni caso, tenuto conto della collocazione delle opere e tralasciando il limite idrogeologico di Frondini et al. (2012), solo il tratto terminale della tubazione di reiniezione e i pozzi di reiniezione (sito CG14) del progetto Castel Giorgio si collocano nell’area dove il drenaggio sotterraneo dell’acquifero delle vulcaniti è diretto verso il Lago di Bolsena. I pozzi di produzione del progetto Castel Giorgio (CG1, CG2 e CG3) e a maggior ragione tutti quelli del progetto Torre Alfina, sia produttori che reiniettori, sono invece ubicati nella zona dove il drenaggio è in direzione opposta. Questi ultimi non possono pertanto avere alcuna influenza sul bacino idrogeologico del Lago di Bolsena, né da soli, né in concomitanza delle attività legate all’altro progetto .

Di conseguenza sul SIC Lago di Bolsena, e sulla ZPS Isole Bisentina e Martana non risultano possibili incidenze correlabili con effetti indiretti legati all’ipotetica contaminazione della falda durante le fasi di progetto.

Riserve Naturali e Aree Naturali Protette

Di seguito si riportano le Riserve Naturali e Aree Naturali Protette, precedentemente descritte, sulle quali sono valutate le incidenze degli effetti indiretti nel presente Screening di Incidenza Ambientale.

10	Riserva Naturale Regionale	Monte Rufeno	EUAP0273	0 km	Nord-Ovest
11	Area Naturale Protetta	Monumento Naturale Bosco del Sasseto	EUAP0904	1.9 km	Nord
12	Area Naturale Protetta	Sistema territoriale di interesse naturalistico-ambientale Monte Peglia Selva di Meana	EUAP1173	4 km	Nord / Nord-Est

L’Impianto Pilota Torre Alfina ricade all’interno di un’area dichiarata di notevole interesse pubblico ai sensi dell’art.136 del D.Lgs.42/2004 e ss.mm.ii.; nello specifico, le opere in progetto interessano l’area denominata “Altopiano dell’Alfina: Ampliamento del vincolo Monte Rufeno e Valle del Paglia”, istituita con D.M. 12/05/2011 (cfr. Figura C10.2: di seguito riportata).

A livello di possibili incidenze correlabili ad effetti indiretti, legati a possibili contaminazioni della falda idrica, risulta che le ipotetiche influenze possono riguardare gli affluenti del Fiume Paglia, in particolare il fosso Subissone, il cui tratto iniziale è impostato in prossimità dell’area di intervento ed è interessato dalla presenza di sorgenti lineari, emergenti in corrispondenza del limite inferiore della sequenza lavica, e aventi quota piezometrica riferibile ad acque di miscela della falda di base e di quelle sospese (Tavola 4_2 dell’All. Q, allo SIA).

Il tracciato medio e finale del fosso Subissone è impostato su litologie che rientrano nel complesso idrogeologico dei Flysch marnoso-argillosi, caratterizzato da potenzialità acquifera bassissima (Capelli et al., 2012).

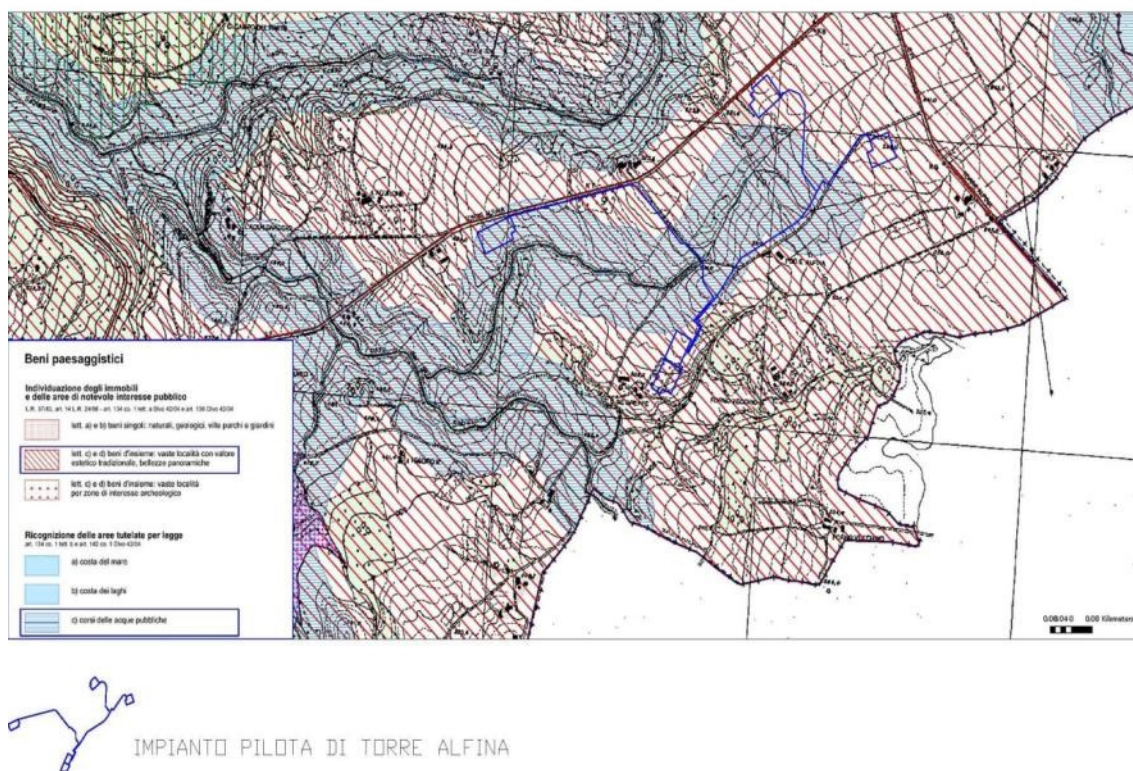


Figura C10.2: Stralcio PTPR - Tavola B - Beni Paesaggistici.

11	Area Naturale Protetta	Monumento Naturale Bosco del Sasseto	EUAP0904	1.9 km	Nord
12	Area Naturale Protetta	Sistema territoriale di interesse naturalistico-ambientale Monte Peglia Selva di Meana	EUAP1173	4 km	Nord / Nord-Est

Nessuna area naturale protetta (L. 394/91, L.R. Umbria 13/01/2000 n.4, D.P.G.R. Lazio 11/05/2006 n.167) è direttamente interessata dall’Impianto Pilota Geotermico di Torre Alfina. Dallo studio dell’assetto idrogeologico e geolitologico locale si può affermare che sulle aree naturali protette Monumento Naturale Bosco del Sasseto e Sistema territoriale di interesse naturalistico-ambientale Monte Peglia-Selva di Meana non risultano potenziali incidenze correlabili con effetti indiretti legati all’eventuale contaminazione della falda durante le fasi di progetto.

Misure di mitigazione del rischio di interferenza delle attività con la falda

La protezione delle falde costituisce un criterio guida che permea tutte le fasi del progetto.

- a) Il progetto della postazione di sonda è articolato affinché il terreno interessato dalla postazione sia protetto da ogni possibile perdita di fluido in tutte le fasi di esercizio dell'opera. I criteri costruttivi previsti sono stati largamente sperimentati e si sono sempre dimostrati efficaci in tutte le situazioni ambientali e di lavoro incontrate. Si rimanda al cap. 4.3.5.6 del Progetto Definitivo e al cap. 3.3.3.3 dello SIA per i dettagli costruttivi e di protezione del terreno durante la permanenza dell'impianto di perforazione. Il tema è stato ripreso anche nella presente nota in risposta alla precedente richiesta "B3) Fanghi".
- b) La protezione delle falde in fase di perforazione è un tema che è stato dettagliatamente trattato nella presente nota, in risposta ad una precisa richiesta di integrazione, per cui si rimanda ancora alla risposta B3 Fanghi per i dettagli. Ci si limita a ricordare che la scelta dei fanghi è tale da garantire una forma di protezione assoluta considerato che in ogni situazione a rischio potenziale, anche minimo, è previsto l'impiego di additivi assolutamente atossici tanto da essere impiegati anche nell'industria alimentare.
- c) La scelta della tecnologia di perforazione è stata finalizzata ad avere la massima affidabilità. Il tema è stato trattato con dovizia di particolari al cap. 4.3.7.2 del Progetto Definitivo, al quale si rimanda per i dettagli. Anche l'organizzazione del lavoro prevista, in termini di scelta del personale, della sua professionalità ed esperienza, delle caratteristiche dell'impianto di perforazione, delle dotazioni di sicurezza, è indirizzata a garantire la massima efficacia ed efficienza possibili, alla stregua delle perforazioni profonde per idrocarburi e geotermiche.
- d) La scelta e i criteri di monitoraggio e controllo delle tubazioni di trasporto dei fluidi sono argomenti trattati nel cap. 5.2.2.2 e nel cap. 5.2.2.6 del Progetto Definitivo ai quali si rimanda per i dettagli progettuali di protezione. Il criterio di protezione risponde all'esigenza di rilevare eventuali perdite di tenuta delle tubazioni di trasporto quando le perdite sono allo stato di "micro perdite" ovvero allo stato di umidità. Il sistema di rilevazione previsto è anche tale da indicare in tempo reale l'ubicazione della perdita in modo da ridurre al minimo i tempi di intervento per il ripristino della situazione normale prevenendo contaminazioni non microscopiche. La tecnica di progetto e costruzione delle tubazioni è comunque articolata per prevenire ogni forma di indebolimento delle tubazioni che, in potenza, potrebbero portare a perdite ancorché classificabili come "micro perdite".

D) Varie

Si chiede infine:

- di fornire le controdeduzioni di tutte le osservazioni ad oggi pervenute;
- di dettagliare con cura le voci che concorrono alla formazione dei costi previsti per la realizzazione dell'opera, uniformandosi ai seguenti criteri:

Dichiarazione valore dell'opera:

Il Proponente fornisca una Dichiarazione sostitutiva di atto notorio del Progettista dell'opera e del legale rappresentante della Società proponente che attesti esplicitamente:

- il valore complessivo dell'opera, comprensivo di I.V.A., dettagliato secondo il "costo dei Lavori", comprensivo degli oneri e le "spese generali" anch'esse articolate secondo le singole voci di costo (spese tecniche di progettazione, redazione dello SIA, Direzione lavori, Coordinamento sicurezza in progettazione ed esecuzione, attività di consulenza e/o supporto, spese per pubblicità, rilievi, accertamenti, collaudi e quant'altro costo ad esclusione delle spese per espropriazioni che non concorrono a determinare quelle "maggiori esigenze connesse allo svolgimento della procedura di Impatto Ambientale);
- la stima economica dettagliata di tutti gli interventi previsti per la realizzazione dell'opera, incluse le opere di mitigazione e quelle comunque previste nello studio di Impatto Ambientale;
- che gli importi dichiarati ai precedenti punti a) e b) sono quelli desunti dalle lavorazioni elencate e dichiarate nel computo metrico estimativo dell'opera allegato alla documentazione presentata posta ad esame della Commissione tecnica di Valutazione di Impatto Ambientale;
- che il sopra citato computo metrico estimativo sia redatto in modo completo ed esaustivo secondo il livello di progettazione dichiarato (preliminare, definitivo o esecutivo).

Risposta alla richiesta D

Risposta a tutte le osservazioni pervenute

La risposta alle osservazioni pervenute entro i primi sessanta giorni dalla pubblicazione dell'istanza di VIA del progetto geotermico pilota Torre Alfina era già stata trasmessa al MATTM in data 19 novembre 2015, prot. N. 39. U. 15. Ulteriori tre osservazioni sono successivamente pervenute al MATTM e pubblicate sul sito dello stesso. La risposta a tutte le osservazioni è riportata nell'Allegato D1.

Analisi dei costi delle opere

La dichiarazione sostitutiva di atto notorio del progettista dell'opera e del legale rappresentante della società è riportata in Allegato D2.

I costi sono stati stimati in aderenza ai valori di mercato come di seguito indicato per le voci di maggior rilievo.

Gli impianti di perforazione previsti sono del tipo CORSAIR 300, per i pozzi produttivi delle postazioni AP1 e AP2; del tipo HH200, per il pozzo AP3 e per i pozzi reiniettivi della postazione AP4.

Il costo giornaliero di noleggio dei RIG è stato considerato (limitatamente alla sola cosiddetta in gergo, "Tariffa A") di 18000 euro per l'impianto HH200 (pozzi reiniettivi e pozzo produttivo AP3) e circa 10800 per il CORSAIR 300 (pozzi produttivi AP1-1A-1B e AP2 di profondità verticale 1200m).

Il costo delle postazioni di sonda è stato determinato sulla base dei prezzi di mercato tenuto conto della superficie necessaria per ciascuna postazione, delle dimensioni della soletta in calcestruzzo armato predisposta per supportare l'impianto e i suoi componenti di corredo, delle opere necessarie nei due casi.

Il costo dei pozzi è stato valutato sulla base della loro profondità e con riferimento al valore medio attuale di mercato pari a 1200€/metro. Tale valore è caratteristico dei pozzi geotermici aventi caratteristiche tecniche del tutto comparabili con i pozzi produttivi del progetto Castel Giorgio e non comprende casi di pozzi con finalità di ricerca o esplorazione che, interessando aree inesplorate, comportano necessariamente costi più alti per attività scientifiche e di rilevazione dati.

Il valore medio di 1200€/metro, oltre che conforme all'esperienza diretta del team del proponente, trova conferma anche nel "GEOELEC Report" del 2013 opportunamente aggiornato all'anno di riferimento con una maggiorazione del 20% per tener conto soprattutto del maggior costo dei materiali. Inoltre sono stati messi in conto i maggiori tempi dovuti alle prove di produzione, i costi delle installazioni per le prove stesse, le operazioni speciali di installazione dei casing e delle operazioni di parziale cementazione dei liner e dei casing, delle operazioni di installazione dei tubing di iniezione dell'inibitore,

Le voci di costo suddette contengono anche un'aliquota per imprevisti mediamente del 10%.

I costi delle tubazioni, centrale ORC e linee elettriche sono stati determinati sulla base di valori di mercato per le tre tipologie di opere. Sulla base di negoziazioni preliminari essi possono essere riassunti nei seguenti:

- ORC, comprensiva di opere civili, impianto elettrico di centrale, impianto di regolazione, compressore del gas: 11.620K€ (in questo caso la potenza della macchina è limitata alla produzione di soli 40Gwh/anno) valutata su base di offerta.
- Tubazioni di collegamento tra pozzi produttivi, centrale ORC e pozzi reiniettivi (per uno sviluppo totale di circa 3 Km), 2.900K€ valutata su base di offerta
- Linee elettriche (elettrdotto principale e linee interne di collegamento tra ORC e pozzi), 436K€ valutato su base nota dei costi di mercato

Nel costo dei lavori della tabella di Allegato D2 sono esplicitati anche gli oneri:

- per il decommissioning (stimato in 1445k€) che include la chiusura mineraria dei pozzi e la rimozione di tutte le opere e la rimessa in pristino dell'area, stimato sulla base dei lavori minerari e civili da eseguire;
- per la sicurezza, complessivamente stimato oltre 1080k€, stimato su base statistica per le tipologie di lavori previsti;

- per le opere di mitigazione, oltre 110k€, stimato sulla base dei costi di mercato delle opere previste.

Altre voci di costo sono state stimate sulla base di indicatori medi come segue:

- Costi di Sviluppo (SIA, Progettazione Definitiva, Consulenze, ecc.), 500K€
- Direzione Lavori e coordinamento della sicurezza, 470K€

I monitoraggi (aria, acqua, rumore, microsismica), 270K€ sono stati stimati sulla base di valori noti per le attività già avviate.

Le cifre suddette sono state utilizzate per la compilazione della dichiarazione dei costi riportata in Allegato D2, gravandole dell'aliquota IVA nella misura del 22%, al quale si rimanda anche per le voci di costo minori.

Si osserva che buona parte dei materiali di perforazione e della centrale ORC saranno di importazione, per essi l'aliquota IVA sarà nulla o inferiore a quella vigente in Italia pertanto il relativo contributo risulta sovrastimato.

PARTE SECONDA – Riferimento Richiesta MATTM - prot. 0001564/CTVA del 29/04/2016

Richiesta n. 1

Integrare la documentazione trasmessa con la dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà di cui all'art. 5 comma 2 del D.M. 161/2012, attestante la sussistenza dei requisiti di cui all'art. 4, comma I, dello stesso Decreto.

Risposta alla richiesta n. 1

Il materiale da scavo, definito nell'Allegato E allo SIA "Piano Utilizzo materiale da scavo" (PUT) presentato agli Enti nell'Istruttoria di VIA può essere qualificato come sottoprodotto ai sensi della vigente normativa.

A tal riguardo si allega specifica dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà di cui all'art. 5 comma 2 del D.M. 161/2012, attestante la sussistenza dei requisiti di cui all'art. 4, comma I, dello stesso Decreto, di seguito richiamato:

"D.M. 161/2012 - Art.4

- c.1. In applicazione dell'articolo 184-bis , comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni, è un sottoprodotto di cui all'articolo 183 , comma 1, lettera qq), del medesimo decreto legislativo, il materiale da scavo che risponde ai seguenti requisiti:*
- a) il materiale da scavo è generato durante la realizzazione di un'opera, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;*
 - b) il materiale da scavo è utilizzato, in conformità al Piano di Utilizzo:*
 - 1) nel corso dell'esecuzione della stessa opera, nel quale è stato generato, o di un'opera diversa, per la realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, ripascimenti, interventi a mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;*
 - 2) in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava;*
 - c) il materiale da scavo è idoneo ad essere utilizzato direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale secondo i criteri di cui all'Allegato 3;*
 - d) il materiale da scavo, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla precedente lettera b), soddisfa i requisiti di qualità ambientale di cui all'Allegato 4.*
- (...)"*

Richiesta n. 2

Descrivere le modalità di esecuzione di eventuali trattamenti di "normale pratica industriale" e le indicazioni di progetto circa le procedure da eseguirsi per tali lavorazioni. In caso di ricorso a procedure di stabilizzazione delle terre a calce e/o pozzolana concordare preventivamente con l'ARPA competente le relative procedure.

Risposta alla richiesta n.2

Per il materiale scavato, richiamato nel Piano di Utilizzo (All. E_PUT dello SIA), non si prevede alcun tipo di trattamento. Esso sarà gestito in conformità a quanto emerso dagli esiti delle analisi di caratterizzazione di cui all'Allegato M dello SIA. I terreni campionati nelle aree interessate dalla realizzazione del progetto risultano conformi ai limiti di cui al D.Lgs.152/06 Allegato 5 Titolo V, Parte IV Tabella 1 Colonna A, e quindi verranno, ove possibile, riutilizzati per rinterri e sistemazioni.

Il materiale eccedente oltre quello proveniente dallo scavo di strade, sarà conferito come rifiuto ad un centro autorizzato (destinato quindi a smaltimento/recupero), seguendo le procedure per la gestione dei rifiuti richiamate nel D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

Richiesta n. 3

Approfondire le conoscenze idrogeologiche dell'area in esame descrivendo il contesto idrogeologico della zona (presenza o meno di acquiferi e loro tipologia, anche mediante indagini pregresse, livelli piezometri degli acquiferi principali, direzione di flusso, ubicazione dei pozzi e piezometri) sulla base di indagini e rilievi da effettuare in campo.

Risposta alla richiesta n.3

L'acquifero vulcanico dell'Altipiano dell'Alfina

L'area dell'Altipiano dell'Alfina, dove sono localizzate le opere dei progetti geotermici pilota Castel Giorgio e Torre Alfina, appartiene geologicamente all'apparato vulcanico dei Vulsini, il più settentrionale dei complessi alcalino-potassici dell'Italia centrale.

L'assetto geologico è dominato dall'alternanza di litoformazioni laviche e piroclastiche, con frequenti intercalazioni di livelli cineritici, paleosuoli e depositi lacustri prevalentemente diatomitici. Tali sequenze poggiano in trasgressione su depositi sedimentari prevalentemente argillosi e di flysch. La morfologia del substrato prevulcanico si deprime verso la Valle del Tevere e il bacino del Lago di Bolsena.

All'interno dei prodotti vulcanici sono stati riconosciuti tre acquiferi (Capelli e Mazza, 2007): l'acquifero basale di importanza regionale e gli acquiferi intermedio e sommitale in corrispondenza dell'area in studio. Questi ultimi si manifestano ai margini dell'altopiano con numerose sorgenti, mentre l'acquifero basale emerge a oriente, generando il gruppo sorgivo di Sugano – Tione, e ad ovest, alimentando quello di San Lorenzo-Grotte di Castro.

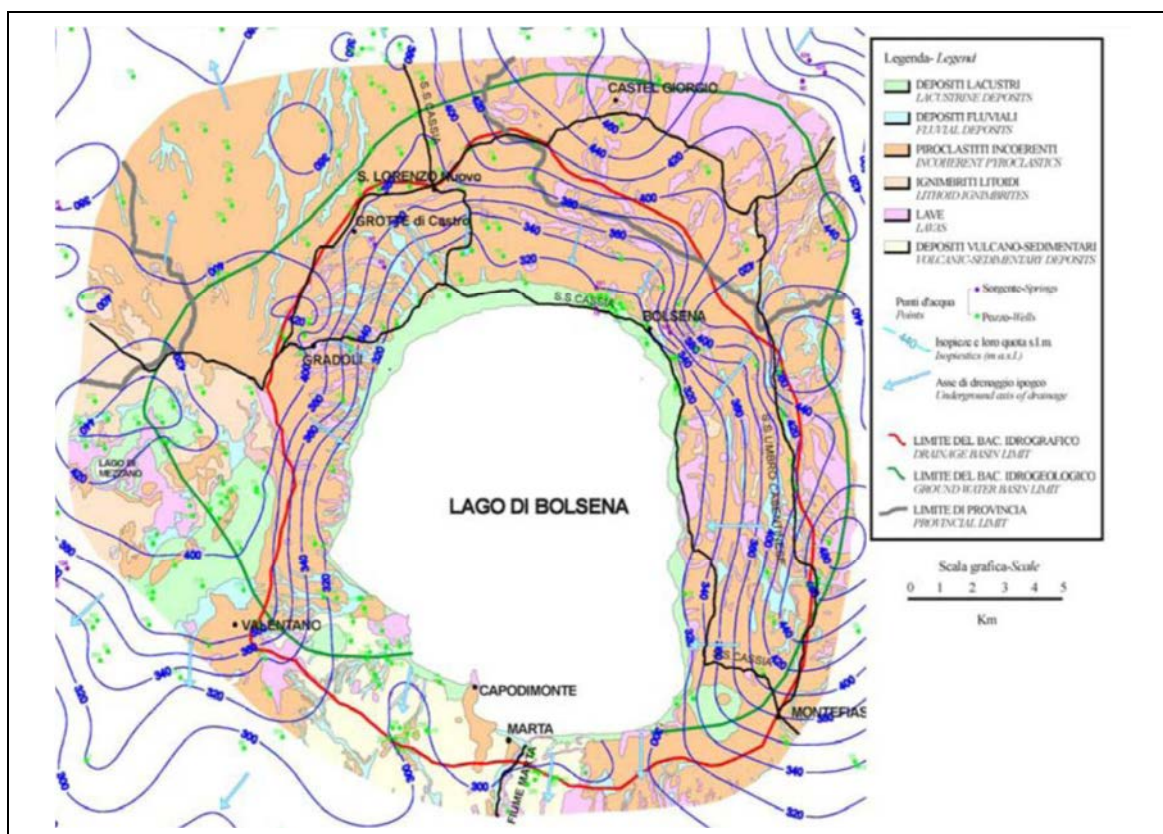
L'area è stata individuata dagli enti competenti in materia di risorsa idrica come strategica per l'approvvigionamento idropotabile. Infatti, sono presenti numerosi punti di captazione delle sorgenti e delle acque sotterranee, sia nel territorio della Regione Lazio, sia in quello dell'Umbria. I principali pozzi di acqua potabile esistenti emungono la falda basale e probabilmente in parte anche gli acquiferi più superficiali.

Modellizzazione della falda

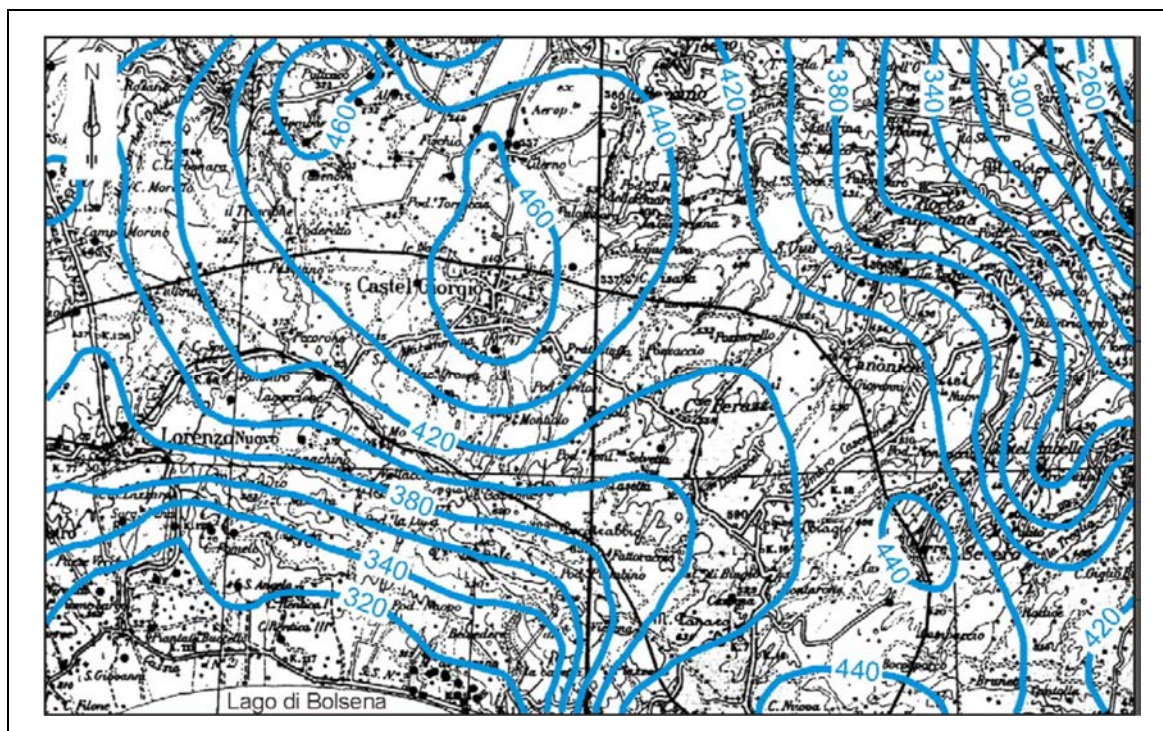
L'andamento delle curve isopiezometriche relative alla falda di base dell'acquifero ospitato nelle vulcaniti dei Vulsini nella zona dell'Altipiano dell'Alfina è riportato nelle Figg. da 3.1 a 3.4, tratte rispettivamente da Pagano et al. (2000), Capelli et al. (2005), Capelli e Mazza (2007), Frondini et al. (2012).

In ciascuna delle figure è riportato il limite dello spartiacque sotterraneo o limite di bacino idrogeologico; come può vedersi, proprio nella zona di interesse dei presenti progetti (area di Castel Giorgio), questo limite differisce nelle varie carte idrogeologiche.

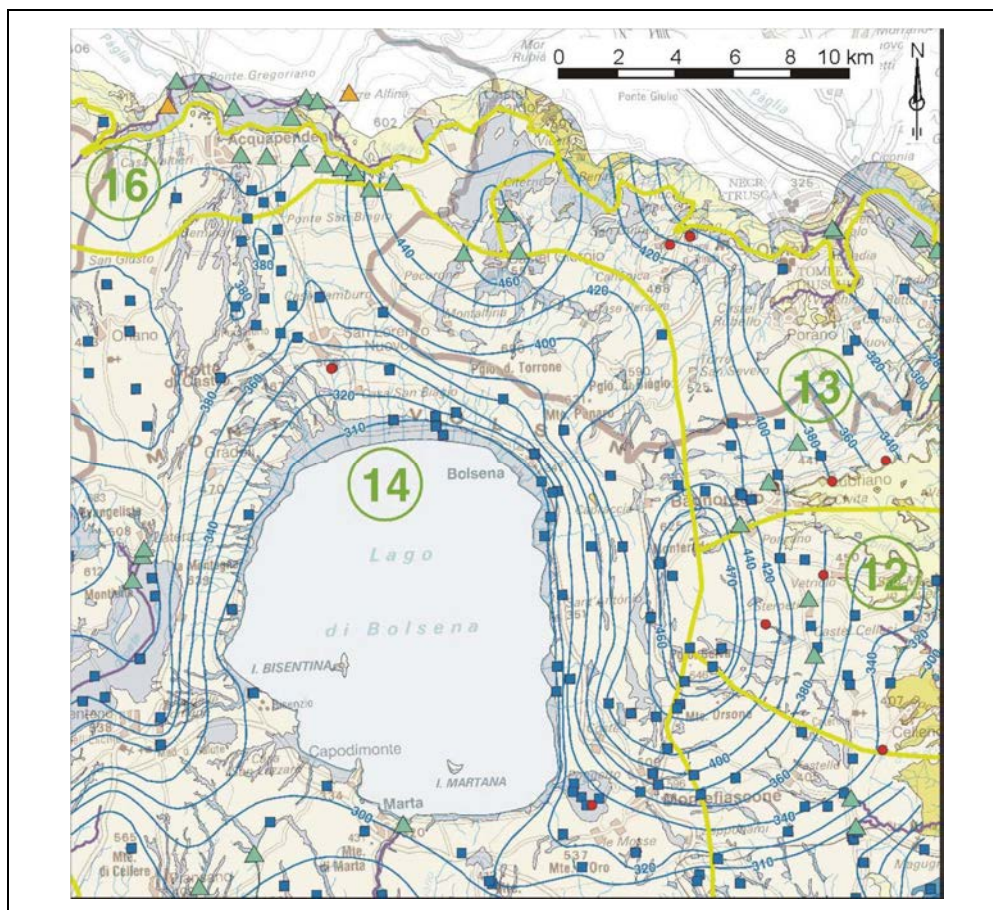
Vi è un sostanziale accordo tra Pagano et al. (2000), Capelli et al. (2005) e Capelli e Mazza (2007), a parte differenze minori, che il limite idrogeologico passi proprio in prossimità di Castel Giorgio, con andamento circa ovest-est, mentre Frondini et al. (2012) lo collocano a sud di Castel Giorgio (Fig. 3.4).



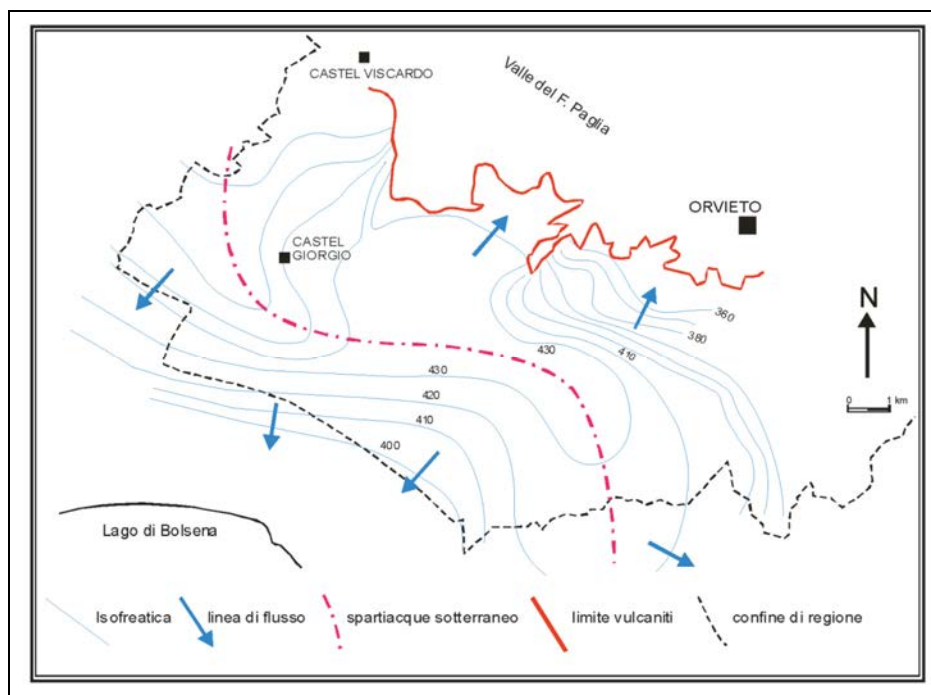
- Figura 3.1: Mappa idrogeologica di Pagano et al. (2000). Con la linea verde è indicato il limite del bacino idrogeologico



- Figura 3.2: Andamento delle linee isopiezometriche della zona Castel Giorgio-Lago di Bolsena (da Consorzio di Bonifica della val di Paglia Superiore in Capelli e Mazza, 2007). La linea nera indica il limite del bacino idrogeologico



- Figura 3.3: **Mappa idrogeologica da Capelli et al. (2005). Le linee gialle indicano i limiti dei bacini idrogeologici**



- Figura 3.4: **Carta piezometrica schematica dell'acquifero vulcanico dei Monti Vulsini (da Frondini et al., 2012)**

Come ben spiegato da Pagano et al. (2000) “l’esatta delimitazione del limite idrogeologico nel settore nord-occidentale dell’acquifero (l’area di interesse dei progetti) è resa quanto mai difficoltosa dal modestissimo gradiente idraulico della falda, per cui non è sempre agevole seguirne le culminazioni piezometriche, nonché dalla presenza di falde sospese più superficiali talora difficilmente distinguibili dalla basale. In questo senso è necessario considerare un certo margine di approssimazione nella delimitazione del bacino, per cui è lecito attendersi discostamenti anche nell’ordine di 1 km rispetto a quanto evidenziato. Va anche tenuto conto del fatto che, per via del modesto gradiente piezometrico, lo spartiacque idrogeologico è soggetto a migrazioni di carattere stagionale, o indotte da intense estrazioni attraverso pozzi, per cui la delimitazione del bacino così come rappresentata, deve essere intesa come condizione media”.

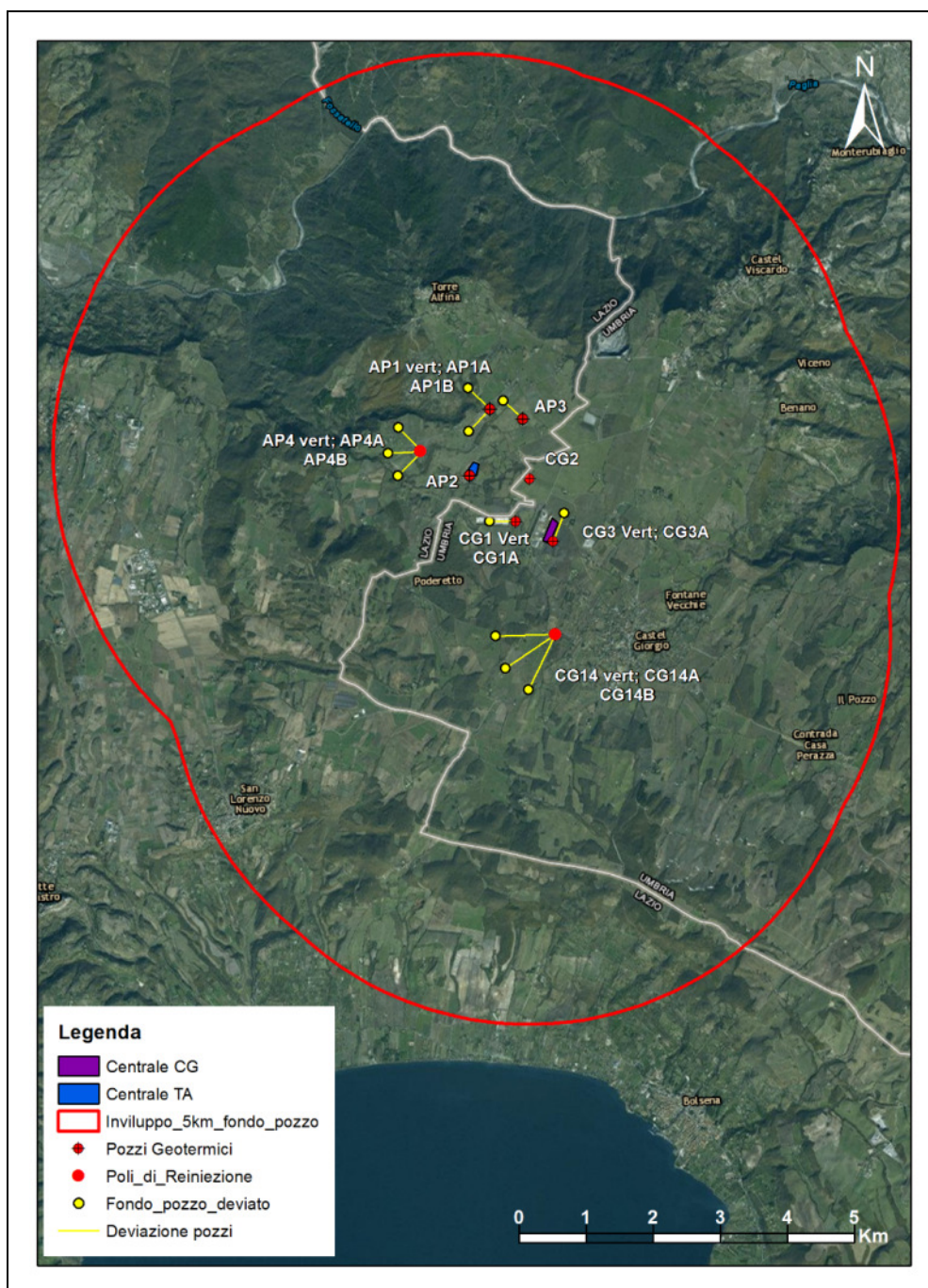
Piano di monitoraggio della falda acquifera

L’attività di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei condotta dall’ARPA-Umbria comprende anche alcuni punti di monitoraggio dell’acquifero vulcanico nella zona di Castel Giorgio – Castel Viscardo. In particolare questi consistono di 3 pozzetti (ORV3-ORV11-ORV13) per il controllo chimico periodico e di un pozzetto (ORV40) per il controllo continuo del livello della falda mediante piezometro. Come riferito nella risposta alla richiesta d’integrazione C3, anche nella cava Le Greppe è già installato un piezometro in un pozzetto che viene utilizzato anche per controlli chimici periodici da ARPA-Lazio. In questa cava il progetto Torre Alfina prevede la realizzazione della centrale ORC e del pozzo produttore AP2.

Come già indicato nello SIA, nella rete di monitoraggio del progetto Castel Giorgio saranno inclusi tutti i 4 pozzetti per l’approvvigionamento idrico che verranno perforati nei pressi dei pozzi profondi (CG1, CG2, CG3, CG14, vedi Fig. C3.5 per ubicazione). Analogamente nella rete di monitoraggio del progetto Torre Alfina saranno ricompresi tutti i 4 pozzetti per l’approvvigionamento idrico che verranno perforati nei pressi delle piattaforme dei pozzi profondi (AP1, AP2, AP3, AP4, ubicazione in Fig. 3.5).

Riferimenti bibliografici

- Capelli G, Mazza R, Gazzetti C, (Eds) (2005). Strumenti e strategie per la tutela e l’uso compatibile della risorsa idrica nel Lazio – Gli acquiferi vulcanici. Quaderno n°78 – Tecniche di protezione ambientale-Sezione: protezione delle acque sotterranee. Pitagora Editrice.
- Capelli G., Mazza R. (2007). Studio Idrogeologico per la predisposizione alla variante del PRG.S del Comune di Orvieto (TR). Sito web: www.comune.orvieto.tr.it.
- Fronchini F., Francesconi F., Fratini S., Checcucci R. (2012). “Geochimica delle acque sotterranee nel settore settentrionale dei Monti Vulsini”. Giornate Itineranti SoGel. La valutazione del rischio geochimico: nuovi strumenti per una gestione sostenibile del territorio. Perugia 5-6 luglio 2012.
- Pagano G., Menghini A., Floris S. (2000). Bilancio idrogeologico del bacino Vulsino. Geologia Tecnica e Ambientale, n. 3.



- **Figura 3.5:** Ubicazione dei pozzi produttori (CG1, CG2, CG3) e dei pozzi reiniettori (CG14) del progetto Castel Giorgio e dei pozzi produttori (AP1, AP2, AP3) e reiniettori (AP4) del progetto Torre Alfina. In prossimità delle piattaforme sopra elencate verranno perforati i pozzetti per il prelievo idrico durante la perforazione profonda e che verranno poi utilizzati per il monitoraggio piezometrico e chimico della falda (4 pozzetti per il progetto Castel Giorgio e 4 per il progetto Torre Alfina).

Richiesta n. 4

Poiché dalla documentazione prodotta è verosimile ipotizzare che l'acquifero è caratterizzato da un'elevata vulnerabilità per l'elevato coefficiente di infiltrazione dei terreni superficiali e l'elevata permeabilità idraulica d'insieme dei depositi vulcanici è necessario definire in questa fase le modalità di controllo, nelle aree di lavorazione dei livelli piezometrici e qualità delle acque di falda nonché del relativo campionamento, identificando planimetricamente i punti di campionamento in cui sono installati i piezometri ed in cui si prevede di installare gli ulteriori ed i set analitici a cui dovranno essere sottoposti i campioni d'acqua.

Risposta alla richiesta n.4

Nello SIA e documenti allegati sono state accuratamente descritte tutte le misure cautelari che verranno adottate per impedire contaminazione della falda acquifera, sia nelle operazioni superficiali (es. sversamento di carburante, gestione acque di pioggia, vasca per i fanghi) sia nella perforazione di pozzi profondi (uso di fanghi atossici non contaminanti, protezione della falda con doppio o triplo casing metallico cementato).

In risposta alla richiesta d'integrazione C3) Falde abbiamo riferito della presenza di un pozzetto (denominato P2) per il monitoraggio piezometrico e chimico della falda nella cava "Le Greppe" dove verranno realizzati la centrale ORC e il pozzo produttivo AP2 del progetto geotermico Torre Alfina.

In aggiunta, il monitoraggio piezometrico e chimico della falda verrà eseguito in 8 pozzetti dedicati, che verranno perforati ex novo in prossimità delle piattaforme per la perforazione dei pozzi profondi, sia produttore che reiniettori: 4 per il progetto Castel Giorgio (piattaforme CG1, CG2, CG3, CG14) e 4 per il progetto Torre Alfina (piattaforme AP1, AP2, AP3, AP4). L'ubicazione delle piattaforme indicate con i pozzetti di monitoraggio è riportata nella Fig. 3.5 della precedente risposta. Questi pozzetti forniranno inizialmente l'acqua necessaria per la perforazione dei pozzi profondi dalla vicina piattaforma; il primo campionamento e relativa analisi chimica, eseguiti prima della perforazione profonda, servirà a definire il livello "0" di riferimento per il monitoraggio. Successivamente, in ciascuno di essi verrà installato un piezometro e si procederà al monitoraggio chimico della falda come di seguito descritto (tratto da Allegato N allo SIA).

Articolazione del monitoraggio e durata delle diverse fasi

In ognuno dei pozzetti il monitoraggio avrà inizio non appena sarà stata realizzato il pozzetto relativo, quindi prima dell'inizio della perforazione dei pozzi profondi dalla vicina piattaforma. Si possono prevedere, per ogni sito, un campionamento prima dell'inizio delle perforazioni profonde previo spurgo del pozzetto, un secondo alla fine delle perforazioni profonde e infine, a regime, un campionamento ogni sei mesi sempre nello stesso periodo temporale per assicurarsi una similitudine di condizioni di falda. In caso di riscontro di anomalie chimico-fisiche, il campionamento verrà infittito seguendo le indicazioni che verranno fornite dalle ARPA di Umbria e Lazio.

Modalità di campionamento e parametri chimico-fisici monitorati

I campioni d'acqua verranno raccolti calando in pozzo il raccoglitore con cavo e arganetto oppure pompando direttamente acqua dal pozzetto in presenza di pompa sommersa installata nello stesso.

Poiché il monitoraggio ha l'obiettivo di verificare eventuali fenomeni di inquinamento tra l'acquifero superficiale e quello geotermico profondo si prevede il monitoraggio di "traccianti" del sistema profondo. Questi sono costituiti da boro, cloruri e solfati.

Nel primo campionamento verranno analizzati anche gli isotopi deuterio (δD) e ossigeno ($\delta^{18}O$) dell'acqua.

Nei pozzetti indicati verrà quindi eseguito il monitoraggio delle seguenti sostanze:

- Boro totale;
- Cloruri;
- Solfati.

All'atto del campionamento saranno inoltre misurati:

- pH;
- temperatura;
- conducibilità.

Le analisi relative al primo campionamento rappresenteranno i valori di fondo di riferimento per il successivo monitoraggio.

Modalità di acquisizione dei dati e di pubblicazione dei risultati

La campionatura e le analisi chimico-fisiche all'atto del campionamento e successive di laboratorio saranno effettuate da INGV, Ente pubblico di ricerca, in base ad una Convenzione con il proponente. I risultati saranno immediatamente trasmessi all'ARPA di competenza (Umbria per il progetto Castel Giorgio, Lazio per il progetto Torre Alfina), con la quale l'INGV concorderà preventivamente le modalità di campionamento e di analisi. I dati analitici acquisiti saranno conservati in una banca dati dedicata che sarà resa accessibile ad ogni Ente Pubblico che ne abbia titolo.

Individuazione, per ogni parametro monitorato, delle soglie di attenzione e di allarme

Le soglie di attenzione e di guardia verranno stabilite in armonia con le disposizioni normative specifiche (D.Lgs 31/2001 e 152/2006) e d'intesa con l'ARPA Umbria e l'ARPA Lazio.

A titolo indicativo, si ricorda che secondo le disposizioni normative citate (Allegato I, parte B e parte C del D.Lgs 31/2001), il valore "soglia di guardia" per i parametri di monitoraggio indicati è il seguente:

- Boro 1,0 mg/l
- Cloruri 250 mg/l
- Solfato 250 mg/l

Il valore "soglia di attenzione" è pari all'80% del valore "soglia di guardia" per ogni parametro; tuttavia, come suggerito nella richiesta di integrazione C3 del MATTM, la soglia di attenzione sarà posta al 70% della soglia di guardia.

Dall'esame delle analisi chimiche del fluido geotermico di Castel Giorgio-Torre Alfina risulta che esso ha valori elevati di boro e cloruri, ma relativamente bassi di solfati. L'eventuale superamento delle soglie di attenzione verrà pertanto valutato principalmente in relazione alle concentrazioni di boro e cloruri nelle acque dei pozzetti monitorati.

Piano di intervento

Come ampiamente descritto nello SIA, la possibilità di inquinamento della falda è esclusa alla radice. Tuttavia, qualora si verificasse il superamento della soglia di attenzione per uno dei traccianti principali monitorati (boro e cloruri) verrà adottata la seguente procedura:

- il gestore del piano di monitoraggio (Gestore) darà comunicazione all'autorità di controllo del superamento della soglia di attenzione;
- il Gestore e l'autorità di controllo stabiliranno i tempi e le ulteriori indagini da eseguire per comprendere le ragioni dell'anomalia e la sua origine (non necessariamente legate all'esercizio degli impianti);
- in seguito alla diagnosi verranno concordate le azioni da intraprendere e l'eventuale piano di intervento.

Richiesta n. 5

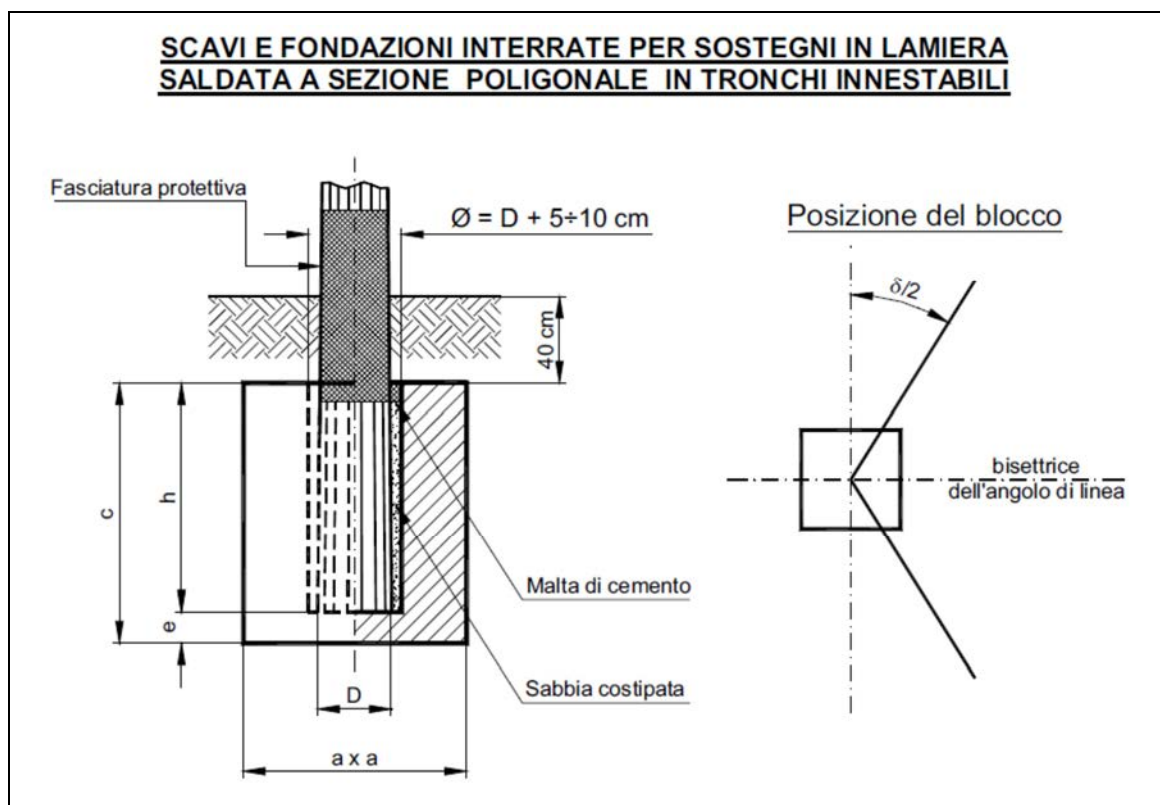
Quantificare il materiale proveniente dagli scavi previsti per l'elettrodotto (6,5 Km di tracciato) specificando il regime normativo con cui sarà gestito. Qualora tali materiali vengano gestiti come sottoprodotti dovranno essere inseriti nel PUT che dovrà prevedere anche per essi quanto previsto dal D.M. 161/12.

Risposta alla richiesta n.5

Il tracciato dell'elettrodotto (interamente "in aereo") ha origine dalla cabina di consegna ubicata all'interno dell'area di Impianto ORC, nella cava Le Greppe del comune di Acquapendente e si sviluppa in direzione ovest-est, nelle vicinanze della S.P. n.50, interessando prevalentemente aree agricole fino alla cabina primaria di Acquapendente.

Per la realizzazione della nuova linea aerea, avente lunghezza di circa 6,5 km, è stata prevista l'infissione di n. 75 pali in lamiera d'acciaio, di tipo poligonale in tronchi innestabili, di altezza generalmente pari a 14 m.

I pali saranno infissi su idonei blocchi monolitici di fondazione, realizzati in calcestruzzo e completamente interrati, dimensionati e posati in conformità ai tipici definiti dalle Linee Guida Enel Distribuzione - Linee in cavo aereo MT - edizione 2004 di cui si riporta un stralcio nella Fig. 5.1:



- Figura 5.1: Elettrodotto: scavi e fondazione per i pali di sostegno - Schematizzazione

Gli scavi verranno eseguiti con escavatori meccanici con benna mordente senza l'utilizzo di sistemi inquinanti quali additivi chimici o altri.

Le operazioni di scavo di posa/realizzazione del manufatto di fondazione verranno condotte in modo tale da mantenere inalterate le condizioni pedologiche delle aree interessate: successivamente all'infissione del palo, lo strato superficiale del terreno sarà ripristinato attorno al sostegno, riducendo al minimo l'interferenza con la matrice suolo.

Sempre con riferimento alle citate Linee Guida Enel Distribuzione, per ogni sostegno sono stati stimati i volumi del suolo naturale da rimuovere ed i volumi di terra necessaria per le posa delle fondazioni. I volumi di terreno eccedente sono stati calcolati secondo quanto di seguito riportato:

<i>Tipologia sostegno</i>	<i>Numero</i>	<i>Volume totale di scavo [mc]</i>	<i>Volume totale rinterro [mc]</i>	<i>Eccedenza [mc]</i>
14/E/17	15	30,00	6,00	24,00
14/G/24	30	141,75	27,00	114,75
14/H/24	30	277,83	52,92	224,91
	TOTALI	449,58	85,92	363,66

Il materiale eccedente sarà conferito come rifiuto presso impianto autorizzato (destinato quindi a smaltimento/recupero), seguendo le procedure per la gestione dei rifiuti richiamate nel D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

Il quantitativo risulta escluso dalle valutazioni compiute nel Piano di Utilizzo (All. E PUT dello SIA), in considerazione della specifica classificazione come "rifiuto", non rientrante quindi nella disciplina dell'art. 184bis del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (def. dei sottoprodotti) e nel campo di applicazione del D.M. 161/12 ad essi correlato.

Richiesta n. 6

Nel P.U.T. viene specificato (paragrafo 2.2. - Modalità di esecuzione degli scavi) che "gli scavi verranno eseguiti con escavatori meccanici con benna mordente senza l'utilizzo di sistemi inquinanti quali additivi chimici o altri". E' necessario che il PUT venga integrato descrivendo le modalità di esecuzione delle perforazioni, l'eventuale utilizzo di additivi o sostanze inquinanti durante l'esecuzione di tali perforazioni etc...

Risposta alla richiesta n.6

La perforazione è realizzata mediante uno scalpello supportato da una batteria di elementi tubolari (aste). Il sistema delle aste è messo in rotazione dall'impianto, attraverso la cosiddetta tavola rotary o attraverso un dispositivo equivalente, comunemente costituito da quel componente che in gergo è chiamato "top drive" che, oltre a sostenere la batteria di aste, svolge anche la stessa funzione della tavola rotary.

I detriti di roccia prodotti dallo scalpello vengono sollevati fino a giorno, per mezzo di circolazione di fango la cui composizione (richiamata anche nella risposta al successivo punto 7.), prevede di impiegare esclusivamente prodotti atossici: bentonite, carbossi-metil-cellulosa, bicarbonato di sodio.

Le relative schede di sicurezza sono state riportate nell'Allegato O dello SIA.

Nella fase iniziale della perforazione verrà utilizzato il fango nella sua composizione più semplice, ovvero preparato con acqua e bentonite. Man mano che la perforazione procede si pone la necessità di isolare le formazioni attraversate, per dare stabilità alle pareti del foro costruito fino a quel momento. A tale scopo nel foro viene collocata una tubazione (casing) il cui schema è rappresentato nei profili tecnici riportati ai paragrafi 3.3.1 e 3.3.2 dello SIA.

Un efficace collegamento tra formazione geologica e tubazione è realizzato mediante riempimento dell'intercapedine con malta di cemento, di caratteristiche meccaniche atte a garantire un legame sicuro tra formazioni e tubo. In gergo tale operazione prende il nome di "cementazione completa del casing"; l'attributo "completa" sta ad indicare che l'intera colonna di casing è riempita di malta cementizia.

La tubazione in acciaio così cementata realizza un isolamento veramente efficace tra le formazioni interessate dal tubaggio realizzando un collegamento diretto e completamente isolato tra il foro sottostante e la superficie.

Una volta cementata la prima tubazione, sulla stessa viene installata una testa pozzo (un esempio della quale è mostrato in Figura 3.3.3a. nello SIA), per garantire la sicurezza durante la perforazione; sulla "testa" è installato un dispositivo chiamato Blow Out Preventer (in gergo BOP, indicato in Figura 3.3.3a. nello SIA), con una o più valvole laterali che collegano il pozzo all'impianto di pompaggio del fango.

Il BOP è un dispositivo di sicurezza, la cui utilizzazione è prevista quando sussista il rischio di incontrare formazioni contenenti gas o altro fluido di strato ad alta pressione o comunque in condizioni fisiche tali per cui il fluido, a seconda delle condizioni idrauliche del pozzo, possa migrare dalla formazione geologica attraversata dallo scalpello verso l'interno del pozzo stesso, dando luogo al rischio di eruzioni. Il BOP permette di chiudere rapidamente il pozzo, in qualsiasi condizione di lavoro, ed impedire l'eruzione del fluido quando questa manifesta i caratteristici segnali premonitori. Un sintomo premonitore caratteristico è la maggiore portata di fluido in uscita dal pozzo rispetto a quella pompata attraverso le aste.

Per ulteriori indicazioni si veda la risposta al successivo punto 7.

Richiesta n. 7

E' necessario che il P.U.T. chiarisca e definisca le caratteristiche dei fanghi di perforazione con particolare riferimento ai prodotti che saranno utilizzati durante le fasi di perforazione e definisca la destinazione finale dei fanghi di perforazione in quanto non si evince se i volumi di terre eccedenti che si intendono smaltire in discarica comprendano anche tali materiali. In particolare dovranno essere specificate:

- *la composizione delle miscele di fanghi utilizzati alle varie profondità indicando le caratteristiche fisico-chimiche, di biodegradabilità ed eco-tossicità di ogni componente della miscela;*
- *gli accorgimenti adottati per evitare l'eventuale inquinamento della falda;*
- *gli interventi previsti in caso si dovessero verificare contaminazioni delle falde.*

Risposta alla richiesta n.7

Nello SIA, nel cap. 3.3.3, vengono descritte le principali funzioni del fango di perforazione la cui composizione varia considerevolmente con la profondità del foro in perforazione come descritto in modo particolare nel cap. 3.3.3.6 sempre dello SIA.

Il fango tende ad interagire con le rocce della formazione attraversata pertanto la sua composizione deve variare in funzione delle caratteristiche geologiche delle rocce stesse. Allo stesso modo può interagire con i fluidi in esse contenuti, pertanto si pone l'esigenza di proteggere le falde in esse eventualmente ospitate.

Con i pozzi del progetto Torre Alfina si prevede di attraversare nei primi 80-100 metri le formazioni vulcaniche superficiali che ospitano una falda acquifera che si prevede di isolare totalmente con il primo casing di diametro 24"1/2 completamente cementato. Fino alla completa installazione di questo casing la falda potrebbe interagire con il fango e pertanto si prevede di perforare il foro con un fango assolutamente privo di prodotti tossici.

La composizione prevista per questo fango è dettagliatamente descritta nel cap. 3.3.3.6 dello SIA dove si precisa che si prevede di impiegare esclusivamente prodotti totalmente atossici da risultare idonei anche per usi alimentari: bentonite, carbossi-metil-cellulosa, bicarbonato di sodio. Le relative schede di sicurezza sono riportate in Allegato O dello SIA.

Come descritto nel Progetto Definitivo e nello SIA, è stato previsto di impiegare lo stesso fango anche nella perforazione successiva fino alla posa e cementazione del casing 18"5/8.

Solo dopo che sia stato installato e cementato anche questo secondo casing, di diametro 18"5/8 (si tenga conto che le caratteristiche delle rocce attraversate sono costantemente accertabili attraverso l'analisi dei detriti), potrebbe risultare necessario impiegare anche additivi non compatibili con la falda acquifera, utili per stabilizzare il fango.

La necessità di additivare il fango diversamente dalla prima fase di perforazione potrebbe nascere dal fatto che a queste profondità la temperatura delle rocce ha raggiunto valori tali da alterare le caratteristiche reologiche del fango (viscosità e gelificazione, oltre alla percentuale di acqua allo stato libero) che diventerebbe pertanto meno idoneo per il trasporto dei detriti di perforazione prodotti dallo scalpello e per la stabilizzazione delle pareti del foro.

Le rocce attraversate al di sotto della profondità di circa 100m sono costituite da materiale di flysch ad elevato contenuto argilloso e quindi molto impermeabile come dettagliatamente descritto nell'Allegato 1 (Relazione Geologica e Modello Geotermico) al Progetto Definitivo trasmesso con lo SIA e come è comprovato dalle numerose perforazioni realizzate dall'ENEL negli anni '70 e '80. Pertanto, una volta isolate le vulcaniti che ospitano l'acquifero superficiale

(peraltro spesso caratterizzato da elevata concentrazione di ioni che lo rendono assolutamente non idoneo all'impiego idropotabile) con due casing concentrici entrambi cementati, il rischio di interferenza tra le acque di falda e il fango presente nel pozzo, diventa praticamente nullo.

Nella tabella 7.1 seguente è descritta la composizione dei fanghi che si prevede di impiegare da piano campagna fino a 350 m e da 350 m fino a 600 m dove mediamente è previsto il contatto con il serbatoio carbonatico.

E' comunque probabile che lo stesso fango dei primi 350 metri sia impiegabile per la perforazione dell'intero tratto di rocce flyschoidi: pertanto la diversa additivazione prevista per il tratto 350-600m è da considerare come una possibilità di riserva.

FASE: da 0 m a 350 m			
Nome Commerciale Prodotto	Tipo Prodotto	Azione	Concentrazione
Bentonite	Argilla	Viscosizzante principale	60 ÷ 70 kg/m ³
Soda Ash	Bicarbonato di sodio	Alcalinizzante	1 ÷ 2 kg/m ³
CMC HV S	Carbossimetilcellulosa	Viscosizzante secondario	1 ÷ 2 kg/m ³

FASE: da 350 m a 600 m			
Nome Commerciale Prodotto (esempio)	Tipo Prodotto	Azione	Concentrazione
Bentonite	Argilla	Viscosizzante principale	20 ÷ 30 kg/m ³
Soda caustica	Soda caustica	Alcalinizzante	1 ÷ 2 kg/m ³
Avalig NE	Umalite	Disperdente e riduttore filtrato	1 ÷ 2 kg/m ³
Avasil	Base siliconica	Antischiuma	0,5 l/m ³

TABELLA 7.1: Composizione dei fanghi nelle due fasi di perforazione 0-350m e 350-600m

Per quanto riguarda il rischio di contaminazione del terreno interessato dalla postazione di sonda, si ricorda che la preparazione e circolazione del fango avviene in un sistema chiuso di tubazioni e vasche che ne impediscono ogni possibile contatto con il suolo. Inoltre l'intera superficie della postazione interessata da queste strutture e dalla perdita potenziale di fluidi inquinanti è realizzata in modo da evitare qualsiasi contatto di questi prodotti con il terreno. Per un esame di dettaglio della protezione del terreno si rimanda alla descrizione del progetto delle postazioni di sonda, cap. 4.3.5.6 del Progetto Definitivo.

Si sottolinea inoltre che il progetto di protezione del terreno su cui è edificata la postazione di sonda, non costituisce un prototipo ma risponde ad uno standard oramai sperimentato da molti anni soprattutto in geotermia, e pertanto da considerarsi estremamente affidabile.

Le schede di sicurezza dei prodotti indicati in Tabella 7.1 sono riportate in Allegato O allo SIA e riguardano:

- Bentonite
- CMC
- Lignosulfonato
- Carbonato di sodio
- Soda caustica

Ad integrazione dei dati di Allegato O sopra citato, in Allegato B3.1 alla presente nota, si riportano le schede di sicurezza dei seguenti prodotti:

- Bicarbonato di sodio (per il controllo del pH, che potrebbe essere impiegato in alternativa al carbonato di sodio);
- Umanite (AVALIG NE);
- AVASIL.

E' da sottolineare che tutti questi prodotti per la preparazione del fango, inclusi gli additivi per la perforazione delle formazioni più calde, sono quelli di ultima generazione privi di cromo esavalente, un elemento che notoriamente avrebbe impatti sull'ambiente. Questa scelta oltre a diminuire drasticamente le conseguenze in caso di perdita accidentale di fango, semplifica molto anche le modalità di smaltimento dei residui.

Destinazione finale dei residui di perforazione contenenti detriti, bentonite e additivi per fango

Con riferimento al D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., e all'aggiornamento dei codici CER approvato dalla Commissione Europea in data 18 Dicembre 2014 (Regolamento U.E. n. 1357) i residui costituiti da detrito di perforazione e fango, sono definiti "Rifiuti derivanti da prospezione, nonché dal trattamento fisico o chimico dei minerali" e a questo "gruppo" viene attribuito il codice 01.

Il sottogruppo codice 05 comprende "fanghi di perforazione ed altri rifiuti di perforazione" che, a sua volta, è suddiviso in altri sotto codici che sono:

- 01 05 04 relativo a "fanghi e rifiuti di perforazione di pozzi per acque dolci"
- 01 05 05 relativo "fanghi di perforazione e rifiuti contenenti petrolio"
- 01 05 06 relativo a "fanghi di perforazione ed altri rifiuti di perforazione contenenti sostanze pericolose"
- 01 05 07 relativo a "fanghi di perforazione ed altri rifiuti di perforazione contenenti barite diversi da quelli di cui alle voci 01.05.05 e 01.05.06".

I fanghi che si prevede di utilizzare corrispondono al codice:

- 01 05 04 relativo a "fanghi e rifiuti di perforazione di pozzi per acque dolci", nel caso della perforazione dei pozzetti per prelievo idrico;

oppure al codice:

- 01 05 07 relativo a "fanghi di perforazione ed altri rifiuti di perforazione contenenti barite diversi da quelli di cui alle voci 01.05.05 e 01.05.06" nel caso della perforazione dei pozzi geotermici.

Infatti l'uso dei fanghi ad olio è previsto solo in certi pozzi per la ricerca di idrocarburi mentre la composizione dei fanghi per uso in geotermia sono strettamente quelli descritti in precedenza e in prevalenza, se non nella totalità, costituiti da prodotti assolutamente atossici.

Esplicitando più in dettaglio la procedura di gestione dei residui del fango indicata nello SIA, cap. 3.3.3.10, prevede, come prima azione, il campionamento e l'analisi della composizione chimica dei residui (detriti e fango) per caratterizzare il prodotto identificandone il codice CER in accordo al D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Una volta che il campione è stato caratterizzato, il rifiuto potrà essere conferito, nelle more delle procedure previste dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i., ad idoneo impianto autorizzato allo smaltimento dei rifiuti (discarica).

Il rifiuto disponibile allo stato "palabile" sarà prelevato mediante escavatore e trasportato con autocarri muniti di cassoni stagni, mentre il rifiuto non palabile sarà prelevato mediante autobotte munita di auto spurgo e trasportato come liquido o materia ad esso assimilabile fisicamente.

Per completezza si ricorda che tutti i mezzi impiegati nei trasporti dei rifiuti saranno autorizzati ed iscritti presso l'Albo Nazionale Gestori Rifiuti.

Da un punto di vista amministrativo, la figura del produttore del rifiuto potrà essere identificato con il titolare (l'Operatore Minerario titolare del Permesso di Ricerca) oppure con il contrattista di perforazione, cioè con la figura organizzativa che "materialmente" produce il rifiuto. La scelta dipenderà da scelte contrattuali ma nulla cambia ai fini della attivazione della procedura di cui sopra.

Si sottolinea infine che la certificazione della rispondenza al codice CER 01 05 07 con la quale viene caratterizzato il rifiuto, potrà essere ripetuta per garantire la costanza delle caratteristiche.

Di solito, nel caso di costanza delle caratteristiche del fango impiegato, come nel caso in esame, la caratterizzazione può essere ripetuta in presenza di una modifica della formazione geologica perforata ritenuta "significativa" agli effetti del suo potenziale effetto contaminante, come nel caso, ad esempio, della perforazione per la ricerca di idrocarburi. Con le formazioni geologiche presenti nel campo di Torre Alfina questo problema non esiste, tuttavia si prevede di eseguire almeno un'altra caratterizzazione chimica del prodotto.

Richiesta n. 8

In merito agli aspetti legati ad eventuali impatti sulla salute pubblica dovranno essere forniti approfondimenti, anche di tipo scientifico, volti ad escludere che vi possano essere impatti significativi sull'ambiente e la salute umana sia durante le fasi di produzione delle Terre e Rocce da Scavo che nella fase di deposito temporaneo e definitivo.

Risposta alla richiesta n.8

In conformità a quanto emerso dagli esiti delle analisi di caratterizzazione di cui all'Allegato M dello SIA, i terreni campionati nelle aree interessate dalla realizzazione degli scavi risultano conformi ai limiti di cui al D.Lgs.152/06 Allegato 5 Titolo V, Parte IV Tabella 1 Colonna A (ossia i limiti per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale). Tale materiale non presenta durante gli scavi e la movimentazione, alcun problema qualitativo né per l'ambiente né per la salute umana.

Comunque la possibilità che si sviluppino polveri durante gli scavi e la movimentazione delle terre richiede di limitare il più possibile la loro diffusione bagnando, ove necessario, le superfici di scavo ed i percorsi dei mezzi meccanici. Nel caso non sia possibile contenere completamente la polverosità durante i lavori di scavo, verrà limitata l'esposizione dei lavoratori riducendo le ore di attività delle mansioni a rischio con rotazione del personale.

Nel caso, assolutamente poco probabile, di presenza di una quantità di polvere che superi i limiti tollerati, i lavoratori saranno comunque forniti di appositi DPI e sottoposti a specifica sorveglianza sanitaria (i limiti fissati dalle norme americane ACGIH sono: 10 mg/m³ per le polveri inalabili; 3 mg/m³ per le polveri respirabili. "Fonte INAIL").

Per quanto riguarda le perforazioni ed i rifiuti che scaturiranno da esse, si rimanda alla risposta di cui al precedente punto 7.

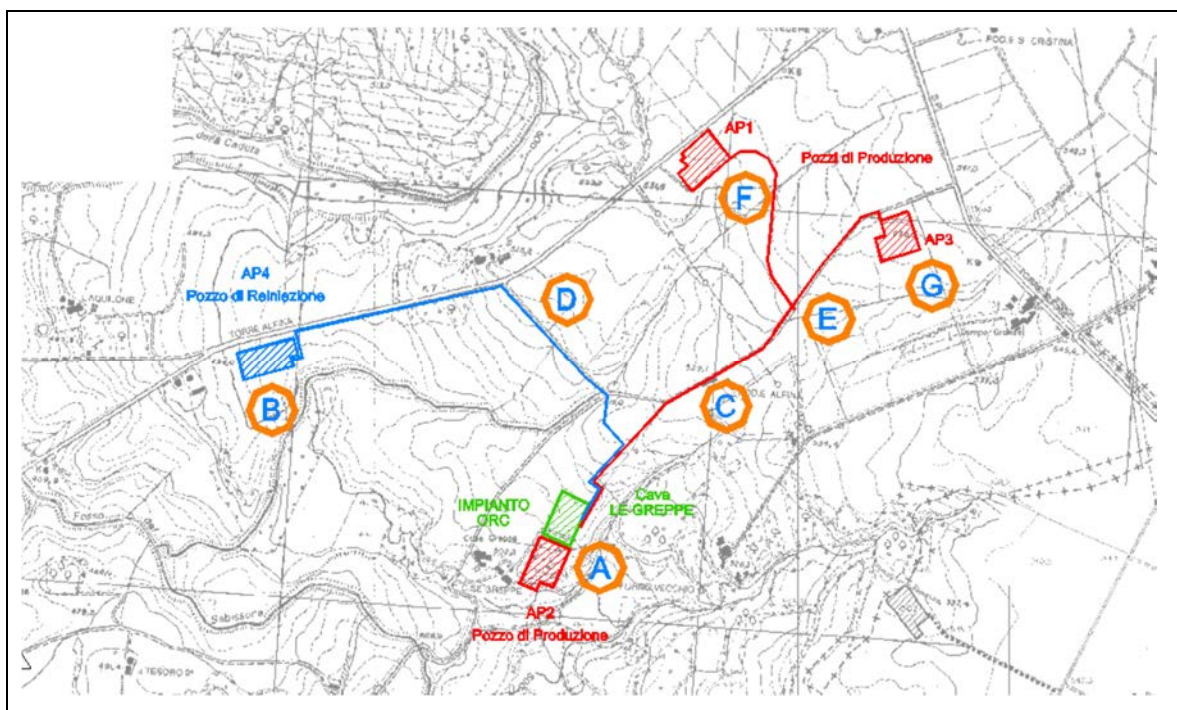
Richiesta n. 9

Fornire l'ubicazione delle caratterizzazioni già eseguite per verificare la relativa conformità a quanto previsto dall'Allegato 2 alla Parte Quarta, Titolo V, D.Lgs. 152/06 e dell'Allegato 4 al D.M. 161/2012. Nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, sarà necessario effettuare anche un campione delle acque sotterranee, con metodica dinamica (Allegato 2, D.M. 161/12).

Risposta alla richiesta n.9

Come segnalato nell'allegato M allo SIA, sono stati campionati n. 7 punti di sondaggio del suolo e sottosuolo, realizzando n. 7 trincee con profondità di circa 2 metri dal piano campagna.

I punti di campionamento sono stati scelti, in conformità con le indicazioni fornite dal D.Lgs.161/2012, non essendoci significative variazioni litologiche, ogni 500 m lineari di tracciato; le posizioni dei punti di prelievo sono evidenziate nella planimetria che segue (Fig. 9.1) con i riferimenti da A a G.



- Figura 9.1: Planimetria con indicazione dei punti di prelievo

Essendo lo scavo di realizzazione delle suddette condotte inferiore a 2 metri di profondità dal piano campagna, da ciascun punto individuato sono stati prelevati due campioni rappresentativi della porzione da 0 a 1 metro dal p.c. e del secondo metro di profondità (da -1 a -2 metri dal piano campagna).

Presso ciascun punto di prelievo, il campionamento del suolo è stato effettuato privilegiando le zone di deposizione delle componenti con pezzatura non grossolana, prelevando diversi subcampioni, successivamente riuniti, omogeneizzati, soggetti a riduzione volumetrica per eliminazione dello scheletro superiore a 2 cm e raccolti all'interno di contenitori idonei alla determinazione dei parametri indagati (barattoli in vetro con tappo a vite).

Il suolo prelevato fa parte di un orizzonte non saturo, pertanto privo di falda superficiale. Il materiale scavato non presenta diversificazione nella composizione e nella tessitura.

Con riferimento allo schema planimetrico (su carta CTR) sopra riportato (Fig. 9.1), i campioni sono stati prelevati nei seguenti punti:

Nome	Punto di prelievo	Profondità	Coordinate geografiche (UTM WGS84)
A1	Impianto ORC Cava Le Greppe	0,00; -1,00 m p.c.	741 700 E 4 735 250 N
A2		-1,00; -2,00 m p.c.	
B1	Piazzola AP4 Pozzi di reiniezione	0,00; -1,00 m p.c.	740 800 E 4 735 540 N
B2		-1,00; -2,00 m p.c.	
C1	Tratto ORC-AP3	0,00; -1,00 m p.c.	742 150 E 4 735 700 N
C2		-1,00; -2,00 m p.c.	
D1	Tratto ORC-AP4	0,00; -1,00 m p.c.	741 570 E 4 735 700 N
D2		-1,00; -2,00 m p.c.	
E1	Tratto ORC-AP3	0,00; -1,00 m p.c.	742 300 E 4 735 920 N
E2		-1,00; -2,00 m p.c.	
F1	Piazzola AP1 Pozzo di produzione	0,00; -1,00 m p.c.	741 900 E 4 736 120 N
F2		-1,00; -2,00 m p.c.	
G1	Piazzola AP3 Pozzo di produzione	0,00; -1,00 m p.c.	742 490 E 4 736 030 N
G2		-1,00; -2,00 m p.c.	

Gli scavi di sondaggio sono stati eseguiti a mano e/o con mezzi meccanici.

I campioni sono stati prelevati con le modalità previste dal Manuale 43/2006 APAT. In particolare la matrice, costituita unicamente da terre scevre da materia biologica, materiale plastico, metallico e vetroso, è stata ricavata mediante campionamento composito nello strato di suolo interessato.

Richiesta n. 10

Integrare il P.U.T. con il cronoprogramma dettagliato dei lavori con distinguibili le varie fasi di scavo, di trasporto e di messa in opera delle quantità descritte.

Risposta alla richiesta n.10

Ad integrazione di quanto già riportato nel P.U.T. trasmesso (All. E allo SIA), si rappresentano nel dettaglio le varie fasi di lavorazioni ed utilizzo delle terre.

I cantieri che caratterizzano il progetto geotermico in questione riguardano in particolare la realizzazione di:

- n.3 postazioni per pozzi di produzione denominate AP1, AP2 e AP3;
- n.1 postazione per pozzi di reiniezione denominata AP4;
- l'impianto ORC (Centrale);
- tubazioni di connessione dell'impianto con i pozzi di estrazione e reiniezione del fluido geotermico.

Postazioni di produzione e reiniezione

Sono previsti n.5 pozzi di produzione di cui n.3 nella postazione AP1, n.1 nella postazione AP2 e n.1 nella postazione AP3.

Sono previsti n.4 pozzi di reiniezione nella postazione AP4.

In particolare nella postazione AP1 verrà perforato un pozzo verticale (AP1) e due pozzi deviati (AP1-A e AP1-B), nella postazione AP2 un pozzo deviato, nella postazione AP3 un pozzo deviato, nella postazione AP4 n.4 pozzi e precisamente un pozzo verticale (AP4) e tre pozzi deviati (AP4-A, AP4-B e AP4-C).

Le superfici delle postazioni sono:

- Postazione produttiva AP1: 8503 m²;
- Postazione produttiva AP2: 7939 m²;
- Postazione produttiva AP3: 8190 m²;
- Postazione reiniezione AP4: 9206 m².

La postazione richiede la predisposizione di una superficie pianeggiante atta ad ospitare l'impianto di perforazione, le vasche per la preparazione del fango, le pompe del fango, oltre attrezzature ausiliarie dell'impianto di perforazione, nonché le strutture necessarie per la raccolta e stoccaggio temporaneo e la mobilizzazione dei fanghi reflui. Nelle postazioni dovranno essere ospitate anche alcune baracche, tipo container adibite a servizi, officine ed Uffici per le maestranze addette all'impianto. Non sono previste opere in elevazione.

Le attività predominanti nella costruzione delle postazioni sono costituite essenzialmente da movimenti di terra per la regolarizzazione delle superfici e lavori di scavo per la realizzazione della cosiddetta "Cantina" operazione propedeutica all'installazione dell'impianto di perforazione dei pozzi.

Il terreno scavato verrà riutilizzato in loco, per re-interri e le sistemazioni interne dell'area di cantiere.

Le opere in calcestruzzo saranno limitate alla cantina (o avampozzo), alla soletta su cui poggerà l'impianto e alle vasche di stoccaggio acqua e fango per la perforazione.

E' previsto l'impegno sul cantiere di 4 – 5 mezzi d'opera (ruspe, escavatori, pale meccaniche, autobetoniera, dumpers).

Le fasi di lavorazione previste per la realizzazione di una postazione sono:

- Scavo per sbancamento necessario per il livellamento dell'area; le terre movimentate verranno momentaneamente depositate ai margini dell'area di cantiere;
- Livellamento e compattazione dell'area in lavorazione;
- Scavo a sezione parallelepipedica obbligata per la realizzazione della "Cantina". Tale scavo avrà dimensioni di 3 (profondità) x 2,5 (larghezza) x 12 (lunghezza) m per postazioni ad un solo pozzo (AP2 e AP3) e 3 x 2,5 x 20 m per le postazioni a più pozzi (AP1 e AP4);
- Riutilizzo del materiale risultante dagli sbancamenti e dagli scavi a sezione obbligata ridistribuendolo sulla superficie della postazione per operazioni di livellamento, reinterri e sistemazioni interne;
- Compattazione del terreno sull'intera area della postazione mediante rullatura, per un tempo sufficiente ad ottenere la massima compressibilità dello stesso;
- Rivestimento in calcestruzzo dell'avampozzo;
- Realizzazione di una soletta in calcestruzzo armato (spessore 15 cm) nella parte circostante la cantina, destinata a sopportare il carico dell'impianto;
- Consolidamento con uno strato di ghiaia (20-30 cm) della restante parte della piazzola in modo da renderla idonea a sopportare il transito dei mezzi d'opera.

Il bilancio scavi/riporti relativi alle operazione sopradescritte è il seguente:

Postazione AP1

- | | |
|--|----------------------|
| - Sbancamenti e scavi a sezione obbligata | 2700 m ³ |
| - Riutilizzo per rilevati piazzale, reinterri e sistemazioni interne | 2500 m ³ |
| - Terreno residuo | + 200 m ³ |

Postazione AP2

- | | |
|--|----------------------|
| - Sbancamenti e scavi a sezione obbligata | 8166 m ³ |
| - Riutilizzo per rilevati piazzale, reinterri e sistemazioni interne | 8565 m ³ |
| - Terreno mancante | - 399 m ³ |

Postazione AP3

- | | |
|--|----------------------|
| - Sbancamenti e scavi a sezione obbligata | 2400 m ³ |
| - Riutilizzo per rilevati piazzale, reinterri e sistemazioni interne | 2300 m ³ |
| - Terreno residuo | + 100 m ³ |

Postazione AP4

- | | |
|--|----------------------|
| - Sbancamenti e scavi a sezione obbligata | 6400 m ³ |
| - Riutilizzo per rilevati piazzale, reinterri e sistemazioni interne | 6200 m ³ |
| - Terreno residuo | + 200 m ³ |

Quantità totali

- | | |
|---|-----------------------|
| - Totale sbancamenti e scavi a sezione obbligata | 19.666 m ³ |
| - Totale riutilizzo per rilevati piazzale, reinterri e sistemazioni interne | 19.565 m ³ |

Sulla base di quanto sopra risulta che per la realizzazione delle postazioni AP1, AP3 e AP4 residuano circa 500 m³ di terre che verranno conferiti presso appositi centri specializzati (smaltimento e/o recupero).

Per la postazione AP2 localizzata in prossimità dell'impianto ORC, necessitano per i reinterri circa 400 m³; 358 m³ verranno presi dall'eccedenza dei lavori di livellamento del confinante impianto ORC ed i restanti 41 m³ verranno reperiti da cave di prestito.

Si riportano di seguito i tempi di realizzazione delle singole fasi di lavorazione per la realizzazione delle postazioni sopradescritte:

- L'allestimento di una postazione è di circa 40 giorni (scavi, sbancamenti a sezione obbligata, riutilizzo delle terre scavate per rilevati piazzale, reinterri e sistemazioni interne);
- Opere in calcestruzzo armato (cantina, soletta circostante la cantina) e stesa strato di ghiaia sulla restante parte del piazzale circa 10 giorni;
- Montaggio impianto 10 giorni;
- Perforazione pozzi AP1, AP1-A, AP1-B e AP2 circa 30 giorni, mentre per i pozzi AP3 e AP4, AP4-A, AP4-B e AP4-C, occorrono circa 40 giorni.

La quantità attesa di residui di detriti e fango prodotta per singolo pozzo è stimabile in 630 t. Essa verrà smaltita come rifiuto presso centri di trattamento autorizzati in accordo alle leggi vigenti.

Impianto ORC

La superficie interessata dall'impianto ORC sarà di circa 7150 m².

Le principali fasi per la costruzione dell'impianto in progetto sono le seguenti:

- Scavo dei primi 30 cm di terreno vegetale dell'area di impianto (scavo di scotico); il terreno scavato sarà conferito come rifiuto (smaltimento/recupero) in apposito centro specializzato;
- Scavo di sbancamento necessario per il livellamento dell'area secondo il piano di progetto;
- Scavi a sezione obbligata per la realizzazione delle fondazioni delle strutture e delle apparecchiature d'impianto;
- Reinterri per livellamento dell'area effettuati con il terreno proveniente dagli scavi di sbancamento;
- Realizzazione delle fondazioni (condensatore, turbina, scambiatori di calore, separatore gas liquido, cabina quadri comando, cabina consegna energia elettrica);
- Reinterri per il riempimento degli scavi di fondazioni effettuato con terreno proveniente da scavi a sezione obbligata;
- Realizzazione strutture;
- Installazione e montaggio impianto (posa in opera tubazioni, montaggio parti meccaniche ed elettrostrumentali).

I movimenti terra saranno ridotti al minimo ed il terreno scavato, momentaneamente stoccato ai margini dell'area in esame, sarà impiegato per la risistemazione dell'area di sito mentre l'eccedenza sarà smaltita a termine di legge.

I tempi di realizzazione delle varie fasi sono:

- Preparazione dell'area (scavo di scotico, scavi di sbancamento, scavi a sezione obbligata, reinterri per livellamento dell'area, reinterri per riempimento degli scavi di fondazione) circa 40 giorni;
- Realizzazione fondazioni e strutture circa 80 giorni;
- Posa in opera tubazioni, installazione e montaggio delle parti meccaniche ed elettro-strumentali circa 12 mesi.

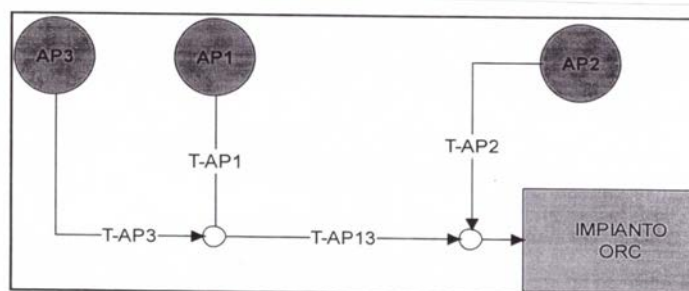
Le volumetrie indicative degli scavi e dei riporti sono le seguenti:

- Materiale da scavo di scotico	2.789 m ³
- Materiale da scavo di sbancamento	3.162 m ³
- Scavi a sezione obbligata	1.820 m ³
- Reinterri per livellamento area	2.804 m ³
- Reinterri per riempimento scavi di fondazioni	1.292 m ³
- Terreno residuo	1.085 m ³

Circa 358 m³ di terreno residuo verrà utilizzato nella confinante postazione AP2 per il livellamento della postazione, mentre la restante parte di circa 727 m³, insieme al materiale di scotico, sarà conferita come rifiuto (a smaltimento/recupero) in apposito centro specializzato.

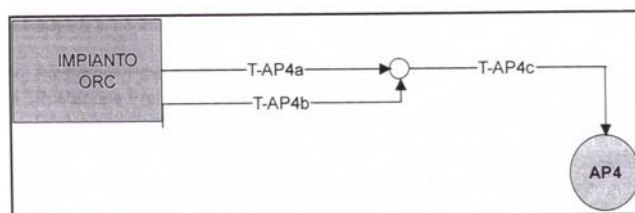
Tubazioni di connessione dell'impianto con i pozzi di estrazione e reiniezione

- Le tubazioni di collegamento tra impianto e postazioni saranno realizzate per tratti successivi, utilizzando un cantiere mobile che via via si muove lungo la viabilità esistente. L'ingombro della fascia di cantiere è pari a circa 5 m a cavallo del tracciato delle tubazioni.
- Verranno effettuati degli scavi a sezione obbligata con macchina operatrice; le dimensioni degli scavi variano in funzione del tratto interessato.
- Il terreno scavato sarà depositato a meno di un metro dal ciglio dello scavo per la posa in opera delle condotte, ed utilizzato nel più breve tempo possibile per i reinterri.



- **Figura 10.1: Rappresentazione schematica delle tubazioni produttive**

Lunghezza	dimensioni scavo (base x altezza)
T-AP1 = 482 m	1.110 x 2.310 mm
T-AP2 = 140 m	900 x 2.100 mm
T-AP3 = 435 m	920 x 2.120 mm
T-AP13 = 800 m	1.200 x 2.400 mm



- Figura 10.2: Rappresentazione schematica delle tubazioni di reiniezione

Lunghezza	dimensioni scavo (base x altezza)
T-AP4a = 700 m	1.370 x 1.620 mm
T-AP4b = 700 m	1.370 x 2.120 mm
T-AP4c = 630 m	1.030 x 2.230 mm

La sequenza delle operazioni di posa in opera delle tubazioni è la seguente:

- asportazione dello strato superficiale di 30 cm, costituente il terreno vegetale e formazione di un primo cumulo;
- scavo della trincea fino alla profondità di progetto e accantonamento del materiale di risulta in un cumulo distinto dal precedente;
- posa di uno strato di 10 cm di sabbia al fondo dello scavo;
- posa della tubazione;
- ricopertura della condotta con sabbia fino a 10 cm sopra l'estradosso delle tubazioni;
- riempimento con il terreno di risulta estratto nella realizzazione dello scavo;
- ricopertura fino al piano campagna degli ultimi 30 cm della trincea impiegando i corrispondenti 30 cm derivanti dallo scotico del terreno vegetale precedentemente accantonato.

Il terreno proveniente dagli scavi in corrispondenza degli attraversamenti stradali sarà interamente conferito ad impianti di smaltimento/recupero.

La sabbia utilizzata per la posa in opera della condotta verrà acquistata da cave della zona al bisogno, non sono previsti centri di stoccaggio.

Il Bilancio scavi/reinterri relativo alle operazioni predette è il seguente:

T-AP1	
- Materiale da scavo	1.236 m ³
- Reinterro	749 m ³
- Terreno residuo	512 m ³
T-AP2	
- Materiale da scavo	265 m ³
- Reinterro	176 m ³
- Terreno residuo	80 m ³
T-AP3	
- Materiale da scavo	848 m ³
- Reinterro	560 m ³
- Terreno residuo	266 m ³
T-AP13	
- Materiale da scavo	2.304 m ³
- Reinterro	1.344 m ³
- Terreno residuo	1.048 m ³
T-AP4a/T-AP4b	
- Materiale da scavo	1.815 m ³
- Reinterro	1.198 m ³
- Terreno residuo	645 m ³
T-AP4as/T-AP4bs (tratto su strada sterrata)	
- Materiale da scavo	166 m ³
- Materiale arido da cava	54 m ³
- Terreno residuo a smaltimento	166 m ³
T-AP4c	
- Materiale da scavo	1.447 m ³
- Reinterro	908 m ³
- Terreno residuo	543 m ³
Quantità Totali	
- Materiale scavato	8.081 m ³
- Materiale derivante da scavi in zona agricola	7.915 m ³
- Materiale riutilizzato per reinterri	4.935 m ³
- Materiale derivante da scavi su sede stradale	166 m ³
- Materiale non utilizzato per reinterri e conferito come rifiuto	3.094 m ³

Cronoprogramma

La durata del P.U.T. corrisponde a quello di realizzazione del progetto dell'impianto ed è di circa 24 mesi.

Il Cronoprogramma è stato trasmesso in allegato al Progetto Definitivo (Fig. 3.4.12.5a) e viene qui riprodotto nella Fig. 10.1.

Si riportano di seguito le probabili date di realizzazione delle opere sopraindicate e, a titolo di esempio, il cronoprogramma della fase di allestimento della Postazione AP1 e perforazione del pozzo AP1 (Fig. 10.2) che rappresenta un dettaglio del cronoprogramma generale con riferimento alla data di inizio attività convenzionalmente indicata nel 15 giugno dell'anno "1" (vedi Fig. 5.5.5a del Progetto Definitivo).

PRIMO ANNO

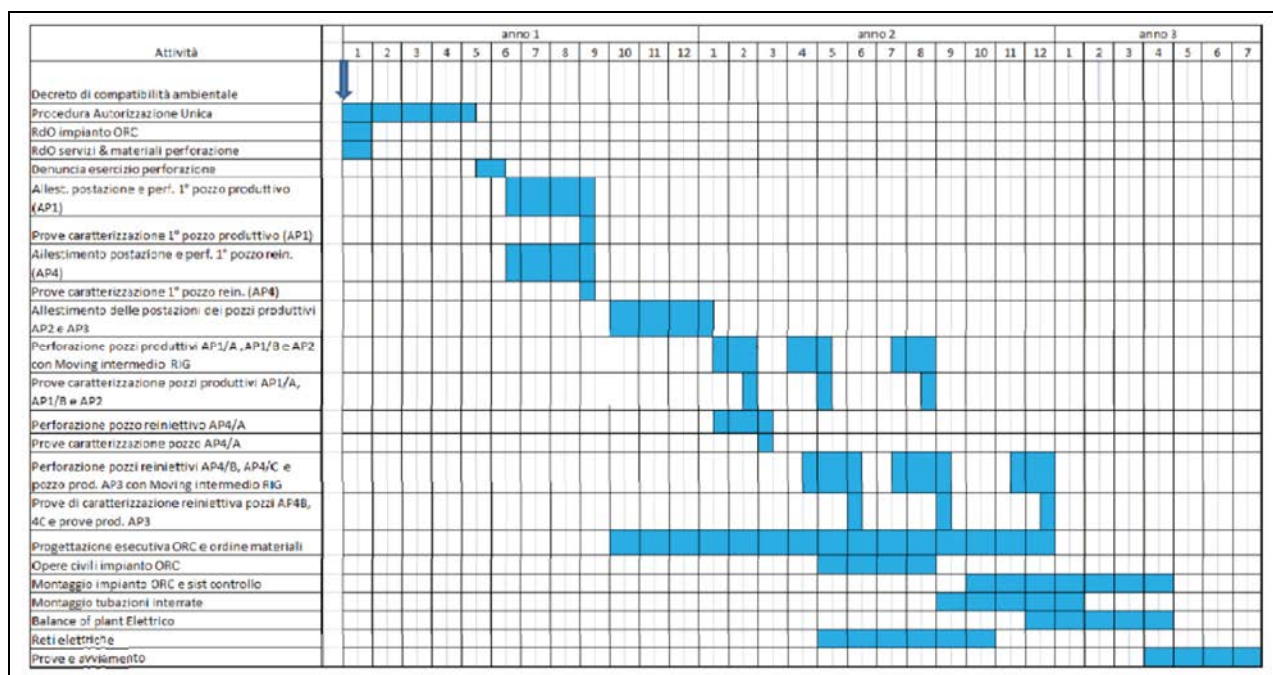
- | | |
|--|--------------------------|
| - Allestimento postazione AP1 | 15 giugno – 25 luglio |
| - Montaggio impianto e perforazione 1° pozzo produttivo (AP1) | 25 luglio – 15 settembre |
| - Allestimento postazione AP4 | 15 giugno – 25 luglio |
| - Montaggio impianto e perforazione 1° pozzo reiniezione (AP4) | 25 luglio – 15 settembre |
| - Allestimento delle postazioni AP2 e AP3 | 1 ottobre – 15 gennaio |

SECONDO ANNO

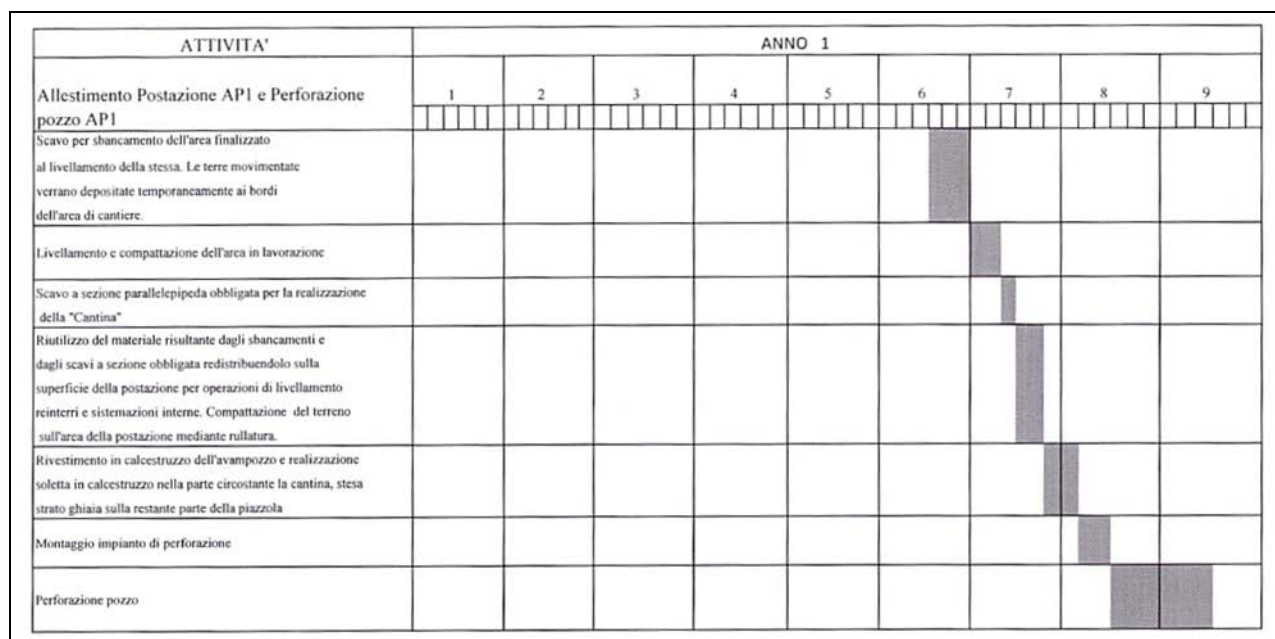
- | | |
|---|---------------------------|
| - Montaggio impianto e perforazione pozzo AP1-A | 15 gennaio - 28 febbraio |
| - Montaggio impianto e perforazione pozzo AP1-B | 1 aprile - 15 maggio |
| - Montaggio impianto e perforazione pozzo AP2 | 15 luglio - 31 agosto |
| - Montaggio impianto e perforazione pozzo reiniettivo AP4-A | 15 gennaio - 15 marzo |
| - Montaggio impianto e perforazione pozzo AP4-B | 15 maggio - 15 giugno |
| - Montaggio impianto e perforazione pozzo AP4-C | 15 luglio - 15 settembre |
| - Montaggio impianto e perforazione pozzo AP3 | 15 novembre - 31 dicembre |
| - Preparazione area impianto ORC e realizzazione opere civili | 1 maggio - 31 agosto |

TERZO ANNO

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| - Montaggio impianto ORC e controlli | 1 ottobre (2°anno) - 30 aprile |
| - Montaggio tubazioni interrato | 1 sett. (2° anno) - 31 gennaio |



- Figura 10.3: Cronoprogramma generale delle attività



- Figura 10.4: Diagramma di GANTT del cronoprogramma delle attività di allestimento postazione AP1 e perforazione pozzi AP1

Richiesta n. 11

Integrare il P.U.T. con un'analisi di dettaglio sull'operatività dei siti temporanei e relativa ubicazione, definendo ed ubicando nel cronoprogramma lavori le tempistiche di deposito e movimentazione dei materiali

Risposta alla richiesta n.11

Quota parte del materiale scavato nelle postazioni dei pozzi di produzione e di reiniezione e quello scavato presso il sito d'installazione dell'impianto ORC verrà utilizzato contestualmente ai lavori di scavo, ridistribuendolo sulla superficie in lavorazione, per il livellamento della stessa, la restante parte verrà depositata ai margini degli scavi per essere riutilizzata nei lavori di reinterro e sistemazioni interne.

Il sito di produzione delle terre coincide con quello di utilizzo. Non vi sono "siti di deposito intermedio" così come definito dall'art. 1, punto o) del Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del Territorio e del Mare n. 161 del 10 agosto 2012.

Il materiale in esubero verrà conferito presso appositi centri di smaltimento e/o recupero.

Il tempo massimo di movimentazione e stoccaggio delle terre nei siti predetti è di circa 40 giorni.

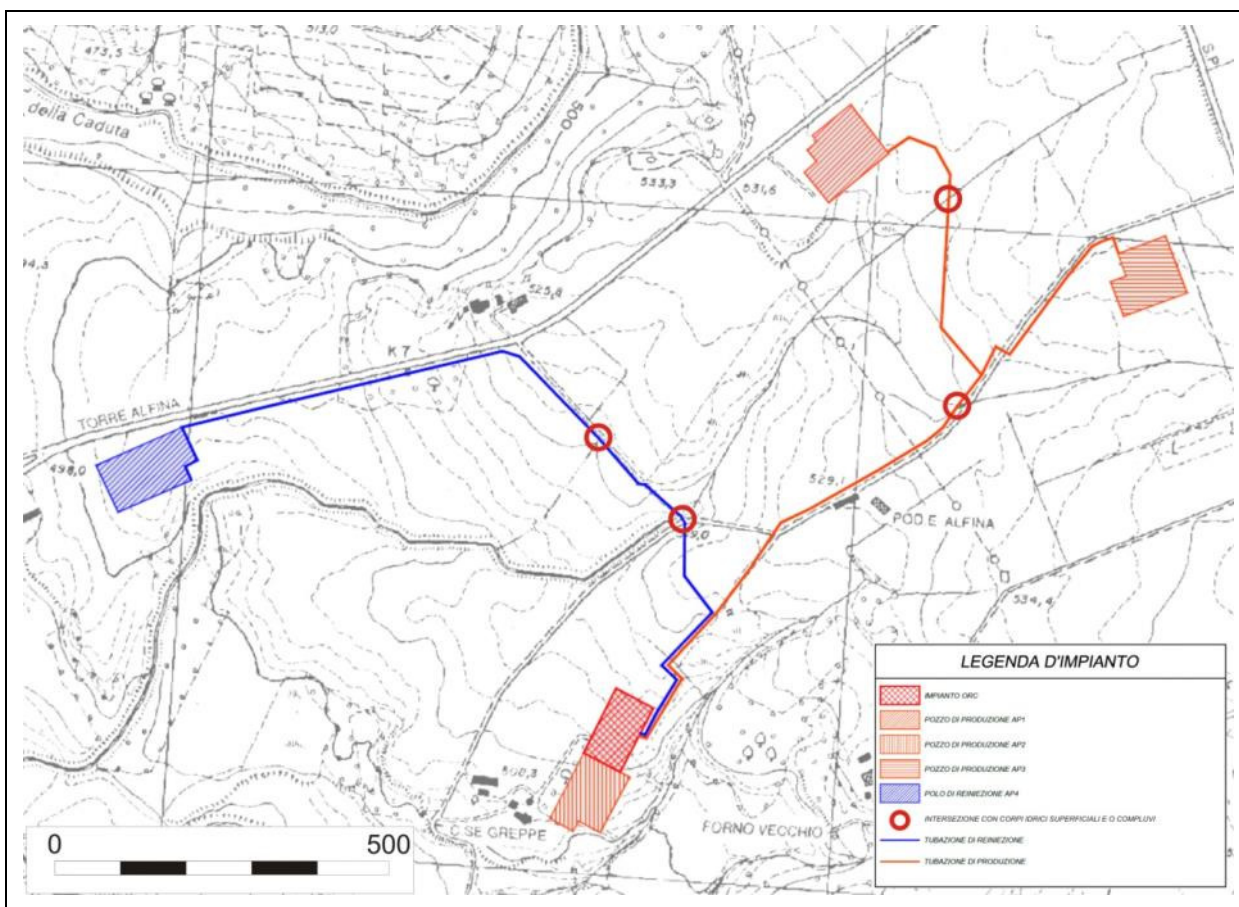
Per quanto concerne, invece, i lavori di scavo per l'installazione delle tubazioni di connessione dell'impianto con i pozzi di estrazione e reiniezione del fluido geotermico, questi verranno realizzati per fasi successive.

Il terreno scavato sarà depositato in prossimità del ciglio dello scavo ed utilizzato nel più breve tempo possibile per i reinterri, dopo posizionamento delle condotte.

L'ubicazione dei siti dove saranno svolti i lavori di movimento terra previsti nel progetto (piattaforma dei 1, AP2, AP3, AP4; centrale ORC; condotte di trasporto fluido geotermico) è indicata nella Fig. 11.1. I siti temporanei saranno ubicati in corrispondenza di quelli indicati; come già precisato, negli scavi per la collocazione delle tubazioni interrato i siti temporanei si sposteranno nel tempo al procedere progressivo dello scavo.

Il tempo previsto per lo scavo a sezione obbligata, posizionamento delle condotte e reinterri è di circa 150 giorni, che corrisponde all'incirca a 23 metri di scavo/giorno e precisamente:

- n. 23 giorni per scavo e reinterro T-AP1
- n. 6 giorni per scavo e reinterro T-AP2
- n. 17 giorni per scavo e reinterro T-AP3
- n. 41 giorni per scavo e reinterro T-AP1-AP3
- n. 36 giorni per scavo e reinterro T-AP4a/T-AP4b
- n. 27 giorni per scavo e reinterro T-AP4c.



- **Figura 11.1:** Ubicazione dei siti dove verranno effettuati i movimenti di terra (piattaforme per pozzi produttori AP1, AP2, AP3; pozzi re iniettori AP4; centrale ORC; condotte di trasporto fluido geotermico

Richiesta n. 12

Per gli eventuali depositi temporanei occorre chiarire se le aree individuate sono sufficienti a ricevere tutti i materiali da abbancare.

Risposta alla richiesta n.12

Come già precedentemente rappresentato il materiale scavato verrà immediatamente riutilizzato per livellamenti, reinterri e modellazione/sistemazione del sito in lavorazione in modo da renderlo idoneo e funzionale all'installazione delle opere previste sullo stesso.

Il materiale non utilizzato, quantificabile in poche centinaia di m³ per cantiere, verrà depositato ai margini dei cantieri in questione, su aree appositamente individuate e sufficienti a ricevere tutto il materiale eccedente, per il tempo strettamente occorrente per lo smaltimento dello stesso presso i centri di smaltimento/recupero.

Come riportato nel P.U.T. la terra da scavo eccedente per ogni area di intervento è:

- Postazione produzione/reiniezione	500 m ³
- Impianto ORC	3.516 m ³
- Tubazioni	3.094 m ³

Tale materiale verrà allontanato a mezzo autocarri da 20 m³ di carico per cui il tempo di smaltimento, condizionato dal numero di autocarri utilizzati e dalla distanza intercorrente tra il centro di produzione e quello di smaltimento, sarà di pochi giorni.

In particolare per le "postazioni" il materiale eccedente verrà allontanato in un tempo di 1 -2 giorni, antecedentemente all'installazione dei relativi impianti di perforazione. Per l' impianto ORC, il materiale da scavo di scotico (2789 m³) verrà smaltito non appena scavato, 358 m³ di materiale di sbancamento verranno conferiti ed utilizzati nella confinante postazione A-P2, mentre la restante parte (727 m³) dopo pochi giorni di deposito sull'area in questione verrà smaltita a discarica prima della costruzione dell'impianto stesso. Per quanto concerne le tubazioni di connessione dell'impianto alle postazioni la terra da scavo eccedente verrà smaltita non appena realizzato un tratto di condotta e prima dell'avvio dei lavori del successivo tratto.

ALLEGATI

Allegati alla parte prima – Riferimento Richiesta MATTM prot. 0001781/CTVA del 13/05/2016

Punto B1	B1.1	Analisi sismica - (già Allegato H allo SIA)
Punto B3	B3.1	Additivi fango - schede di sicurezza
Punto C1	C1.1	Vignaroli et al., Structural compartmentalisation of Torre Alfina field
	C1.2	Modellazione numerica del sistema geotermico di Torre Alfina Castel Giorgio
	C1.3	Rapporto INGV - febbraio 2016
	C1.4	Relaz. INGV su evento sismico del 30.05.2016
Punto C3	C3.1	Dati idrogeologici in zona Cava Le Greppe
Punto D	D.1	Controdeduzioni alle osservazioni pervenute dopo la pubblicazione dell'istanza di VIA
	D.2	Dichiarazione del valore delle opere

Allegati alla parte seconda – Riferimento Richiesta MATTM prot. 0001564/CTVA del 29/04/2016

Richiesta 1	R.1	Dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà di cui all'art. 5 comma 2 del D.M. 161/2012, attestante la sussistenza dei requisiti di cui all'art. 4, comma I, dello stesso Decreto.
-------------	-----	---