

**IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO
CASTEL GIORGIO (TR)**

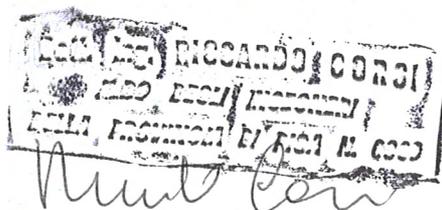
Studio di Impatto Ambientale

Preparato per:
ITW&LKW Geotermia Italia S.p.A.

Settembre 2013

Codice Progetto:
P13_ITW_049

Revisione: 0



ITW & LKW
Geotermia Italia S.p.A.
Il Presidente
Dot. Giorgio GARRONE

STEAM
Sistemi Energetici Ambientali
Lungarno Mediceo, 40
I - 56127 Pisa
Telefono +39 050 9711664
Fax +39 050 3136505
Email : info@steam-group.net



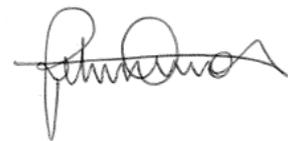
ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SPA

**IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO
CASTEL GIORGIO (TR)**

Studio di Impatto Ambientale



Riccardo Corsi
Project Director



Omar Marco Retini
Project Manager

Progetto	Rev	Preparato da	Rivisto da	Approvato da	Data
P13_ITW_049	0	RB, LG,CB, CM	OR, AB, RC	RC	27/09/2013

Contributi e Collaborazioni

Responsabile dello Studio di Impatto Ambientale

Ing. Riccardo Corsi

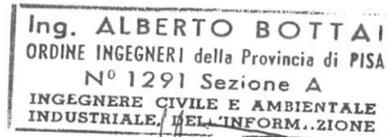


Caratterizzazione Geologica e Chimica

Prof. Franco Barberi

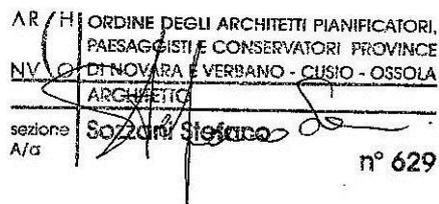
Perforazione Pozzi Geotermici

Ing. Alberto Bottai



Caratterizzazione della Componente Rumore

Arch Stefano Sozzani



STEAM

Sistemi Energetici Ambientali

Lungarno Mediceo, 40

I - 56127 Pisa

Telefono +39 050 9711664

Fax +39 050 3136505

Email : info@steam-group.net



STEAM

INDICE

1	INTRODUZIONE	1
1.1	<i>UBICAZIONE DEL PERMESSO DI RICERCA “CASTEL GIORGIO – TORRE ALFINA” E TITOLI MINERARI PREGRESSI</i>	2
1.2	<i>MOTIVAZIONI E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO</i>	3
1.3	<i>ITER AUTORIZZATIVO</i>	4
1.4	<i>STRUTTURA DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</i>	6
2	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	8
2.1	<i>PIANIFICAZIONE ENERGETICA</i>	8
2.1.1	<i>Strumenti Nazionali ed Internazionali di Pianificazione Energetica</i>	8
2.1.2	<i>Piano Energetico Regionale della Regione Umbria</i>	9
2.2	<i>PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PAESAGGISTICA</i>	10
2.2.1	<i>Piano Urbanistico Territoriale (PUT)</i>	10
2.2.2	<i>Piano Paesaggistico Regionale Regione Umbria (PPR)</i>	16
2.2.3	<i>Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Terni (PTCP)</i>	19
2.3	<i>PIANIFICAZIONE LOCALE</i>	20
2.3.1	<i>Programma di Fabbricazione del Comune di Castel Giorgio</i>	20
2.3.2	<i>Piano Regolatore Generale Intercomunale dei Comuni di Allerona-Castel Giorgio-Castel Viscardo (PRGI)</i>	20
2.4	<i>PIANIFICAZIONE SETTORIALE</i>	21
2.4.1	<i>Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere (PAI)</i>	21
2.4.2	<i>Aree Appartenenti alla Rete Natura 2000 e Aree Naturali Protette</i>	22
2.5	<i>CONCLUSIONI</i>	23
2.6	<i>OPERE COMPLEMENTARI</i>	26
2.6.1	<i>Piano Urbanistico Territoriale (PUT)</i>	26
2.6.2	<i>Piano Paesaggistico Regionale Regione Umbria (PPR)</i>	27
2.6.3	<i>Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Terni (PTCP)</i>	28
2.6.4	<i>Piano Regolatore Generale Intercomunale dei Comuni di Allerona-Castel Giorgio-Castel Viscardo (PRGI)</i>	28
2.6.5	<i>Piano Regolatore Generale del Comune di Orvieto (PRG)</i>	28
2.6.6	<i>Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere (PAI)</i>	29
2.6.7	<i>Aree Appartenenti alla Rete Natura 2000 e Aree Naturali Protette</i>	29
2.7	<i>CONCLUSIONI</i>	30
3	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	32
3.1	<i>IL CAMPO GEOTERMICO DI TORRE ALFINA</i>	32
3.1.1	<i>Inquadramento Geologico</i>	32
3.1.2	<i>Caratteristiche Produttive del Campo Geotermico</i>	32
3.1.3	<i>Caratteristiche Chimiche del Fluido e Capacità Incrostanti</i>	35
3.1.4	<i>Scelta del Numero e dell’Ubicazione dei Pozzi</i>	40
3.2	<i>ANALISI DELLE ALTERNATIVE E UBICAZIONE DELL’IMPIANTO E DEI POZZI PRODUTTIVI</i>	41

3.2.1	<i>Alternativa Zero</i>	41
3.2.2	<i>Criteri di Scelta</i>	41
3.2.3	<i>Scelta Finale</i>	42
3.3	<i>PROGETTO DEI POZZI</i>	43
3.3.1	<i>Pozzi Produttivi</i>	43
3.3.2	<i>Pozzi Reiniettivi</i>	47
3.3.3	<i>Descrizione delle Operazioni di Perforazione</i>	51
3.3.4	<i>Ripristino Ambientale - Chiusura Mineraria dei Pozzi</i>	78
3.3.5	<i>Completamento dei Pozzi Produttivi</i>	79
3.3.6	<i>Completamento Pozzi Reiniettivi e Sezione Recupero Energia</i>	79
3.4	<i>LA CENTRALE DI PRODUZIONE</i>	80
3.4.1	<i>Criteri Generali di Progettazione</i>	80
3.4.2	<i>Descrizione del Progetto</i>	81
3.4.3	<i>Bilancio Energetico</i>	94
3.4.4	<i>Collegamento Elettrico dell'Impianto Pilota Geotermico: Elettrodotto di Collegamento alla Rete di Enel Distribuzione</i>	95
3.4.5	<i>Uso di Risorse</i>	107
3.4.6	<i>Emissioni in Atmosfera</i>	109
3.4.7	<i>Effluenti Liquidi</i>	109
3.4.8	<i>Rumore</i>	109
3.4.9	<i>Rifiuti</i>	111
3.4.10	<i>Traffico</i>	111
3.4.11	<i>Benefici Ambientali</i>	112
3.4.12	<i>Fase di Costruzione</i>	112
3.4.13	<i>Analisi dei Malfunzionamenti e dei Rischi</i>	117
3.4.14	<i>Dismissione</i>	123
3.5	<i>OPERE DI MITIGAZIONE</i>	125
4	<i>QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE</i>	127
4.1	<i>DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO E DEI FATTORI E COMPONENTI AMBIENTALI INTERESSATI DAL PROGETTO</i>	127
4.2	<i>STATO ATTUALE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI</i>	128
4.2.1	<i>Atmosfera e Qualità dell'Aria</i>	128
4.2.2	<i>Ambiente Idrico</i>	130
4.2.3	<i>Suolo e Sottosuolo</i>	138
4.2.4	<i>Rumore</i>	144
4.2.5	<i>Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi</i>	148
4.2.6	<i>Paesaggio</i>	150
4.2.7	<i>Salute Pubblica</i>	157
4.3	<i>STIMA DEGLI IMPATTI</i>	159
4.3.1	<i>Atmosfera e Qualità dell'Aria</i>	159
4.3.2	<i>Ambiente Idrico</i>	167
4.3.3	<i>Suolo e Sottosuolo, Subsidenza e sismicità</i>	173
4.3.4	<i>Rumore</i>	177
4.3.5	<i>Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi</i>	181
4.3.6	<i>Paesaggio</i>	184
4.3.7	<i>Salute Pubblica</i>	192
4.3.8	<i>Traffico</i>	193
4.3.9	<i>Radiazioni Ionizzanti e non Ionizzanti</i>	194
4.3.10	<i>Socio-Economico</i>	196
4.4	<i>STIMA DEGLI IMPATTI DELL'ELETTRODOTTO DI COLLEGAMENTO</i>	197

4.4.1	<i>Atmosfera e Qualità dell’Aria</i>	197
4.4.2	<i>Ambiente Idrico</i>	197
4.4.3	<i>Suolo e Sottosuolo</i>	197
4.4.4	<i>Rumore</i>	198
4.4.5	<i>Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi</i>	198
4.4.6	<i>Paesaggio</i>	202
4.4.7	<i>Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti</i>	203
5	MONITORAGGIO	204
5.1	<i>RETE DI SISMOGRAFI</i>	204
5.2	<i>MONITORAGGIO FLUSSO DI GAS DAL SUOLO</i>	204
5.3	<i>MONITORAGGIO SPESSORE E INTEGRITÀ TUBAZIONI</i>	204
5.4	<i>MONITORAGGIO ACUSTICO</i>	205
5.5	<i>MONITORAGGIO DELLE ACQUE DI FALDA</i>	206
5.5.1	<i>Monitoraggio di ARPA Umbria</i>	206
5.5.2	<i>Monitoraggio di INGV</i>	208
	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	210

ALLEGATI

Allegato A - Valutazione Previsionale di Impatto Acustico

Allegato B - Analisi Paesaggistica per l’Elettrodotto di Collegamento alla Rete MT

Allegato C - Analisi delle Alternative di Tracciato per l’Elettrodotto di Collegamento alla Rete MT

Allegato D - Subsidenza

Allegato E - Sismicità Indotta

Allegato F - Programma di Monitoraggio Geochimico e Sismico

Allegato G - Campagna di Misura del Flusso di CO₂ su Aree Target in prossimità dei Pozzi A2, A4 e A14

Allegato H - Caratterizzazione del Suolo

1

INTRODUZIONE

Il presente *Studio di Impatto Ambientale* riguarda il progetto dell'Impianto Pilota denominato Castel Giorgio, così come definito dall'art.9 del D.Lgs. n.28 del 03/03/2011, che la società ITW&LKW Geotermia Italia S.p.A. (nel seguito ITW&LKW) intende realizzare nel territorio comunale di Castel Giorgio, in Provincia di Terni.

La localizzazione del progetto è mostrata in *Figura 1a*. In *Figura 1b* si riporta anche la perimetrazione del Permesso di Ricerca di risorse geotermiche finalizzato alla sperimentazione di Impianti Pilota "Castel Giorgio – Torre Alfina", che comprende i Comuni di Castel Giorgio, Castel Viscardo e Orvieto, in Provincia di Terni, e Acquapendente, in Provincia di Viterbo

Il progetto in esame consiste nella realizzazione di un impianto geotermico pilota, con centrale di produzione elettrica a ciclo organico, capace di generare energia elettrica e calore, con assenza di emissioni in atmosfera, sfruttando come fonte di energia primaria fluidi geotermici altamente incrostanti. I fluidi geotermici, una volta utilizzati nell'impianto pilota, verranno reiniettati nelle formazioni di provenienza.

L'impianto di Castel Giorgio fa parte di una richiesta di Permesso di Ricerca per due impianti pilota denominato "Castel Giorgio – Torre Alfina" che la società ITW&LKW ha presentato in data 19 Luglio 2011 ai sensi del D.Lgs. n.28 del 03/03/2011.

Il programma lavori associato alla richiesta di Permesso è stato esaminato dalla Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie (CIRM) del Ministero per lo Sviluppo Economico che ha espresso parere favorevole in data 13/03/12.

Successivamente, in data 20 novembre 2012, è stata presentata istanza per l'avvio della procedura di VIA presso il competente ufficio della Regione Umbria; il 26-02-2013, in seguito alla Conferenza di VIA del 05 febbraio 2013, sono state richieste delle integrazioni, che sono state presentate in data 27-05-2013. Quindi, a seguito dell'emanazione del Decreto del Fare (D.L. 21/06/2013, n.69), convertito con la Legge 9 agosto 2013 n. 98, che stabilisce che gli impianti pilota geotermici sono di competenza statale, il 28-08-2013 è stata comunicata (e recepita) la rinuncia alla procedura di VIA.

ITW&LKW, con il presente Progetto, in parte modificato rispetto a quello presentato presso in Regione Umbria ripresenta l'istanza di VIA al Ministero dell'Ambiente.

Preventivamente alla procedura avviata la Regione Umbria aveva richiesto il rispetto di alcune condizioni comunicate al Ministero dello Sviluppo Economico



(MISE) ad alla società proponente con lettera Prot. 52451 “Classifica XIII 13 del 2 Aprile 2012”.

Il programma lavori associato alla presente richiesta tiene conto delle richieste e sollecitazioni pervenute dalla Regione Umbria, in particolare per quanto attiene la sicurezza mineraria e verso l’ambiente. Il programma di completamento dei pozzi è stato infatti rivisto e reso ancora più sicuro del precedente.

Per quanto riguarda invece la possibilità di utilizzare i vecchi pozzi ENEL, la società Proponente ha ulteriormente ribadito la propria disponibilità a riutilizzarli con Comunicazione del 25 Luglio 2012, anche facendosi carico della gestione delle stesse opere.

1.1 **UBICAZIONE DEL PERMESSO DI RICERCA “CASTEL GIORGIO – TORRE ALFINA” E TITOLI MINERARI PREGRESSI**

Le opere in progetto si collocano nell’area del Campo Geotermico di Torre Alfina, scoperto da Enel negli ’70.

In particolare il permesso di ricerca “Castel Giorgio – Torre Alfina”, per la parte ricadente nel territorio della Regione Umbria, interessa l’area già relativa alla Concessione mineraria per la coltivazione di fluidi geotermici denominata “Torre Alfina”.

In *Figura 1.1a* si riportano l’ubicazione ed i limiti della Concessione Torre Alfina che si estende nel territorio dei Comuni di Acquapendente (VT), San Lorenzo Nuovo (VT), Castel Giorgio (TR) e Castel Viscardo (TR); in figura è riportata, inoltre, l’ubicazione dei primi nove pozzi geotermici perforati da Enel. Un altro pozzo molto profondo (Alfina 15, 4.826 m) è stato perforato nel 1987-1988 (*Buonasorte et al., 1991*).

La Concessione mineraria di cui sopra aveva scadenza nel 2013, ma con Determinazione del Direttore del Dipartimento di competenza n.3243 del 29 dicembre 2007, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lazio, n.3 – Parte prima, del 21/01/2008, l’area della concessione è stata ridotta da 58,63 km² a 9,84 km², ricadenti interamente nel territorio della Regione Lazio, e la Concessione mineraria per fluidi geotermici è stata trasformata in Concessione mineraria per anidride carbonica ed accordata per 10 anni alla Società Enel Produzione S.p.A.

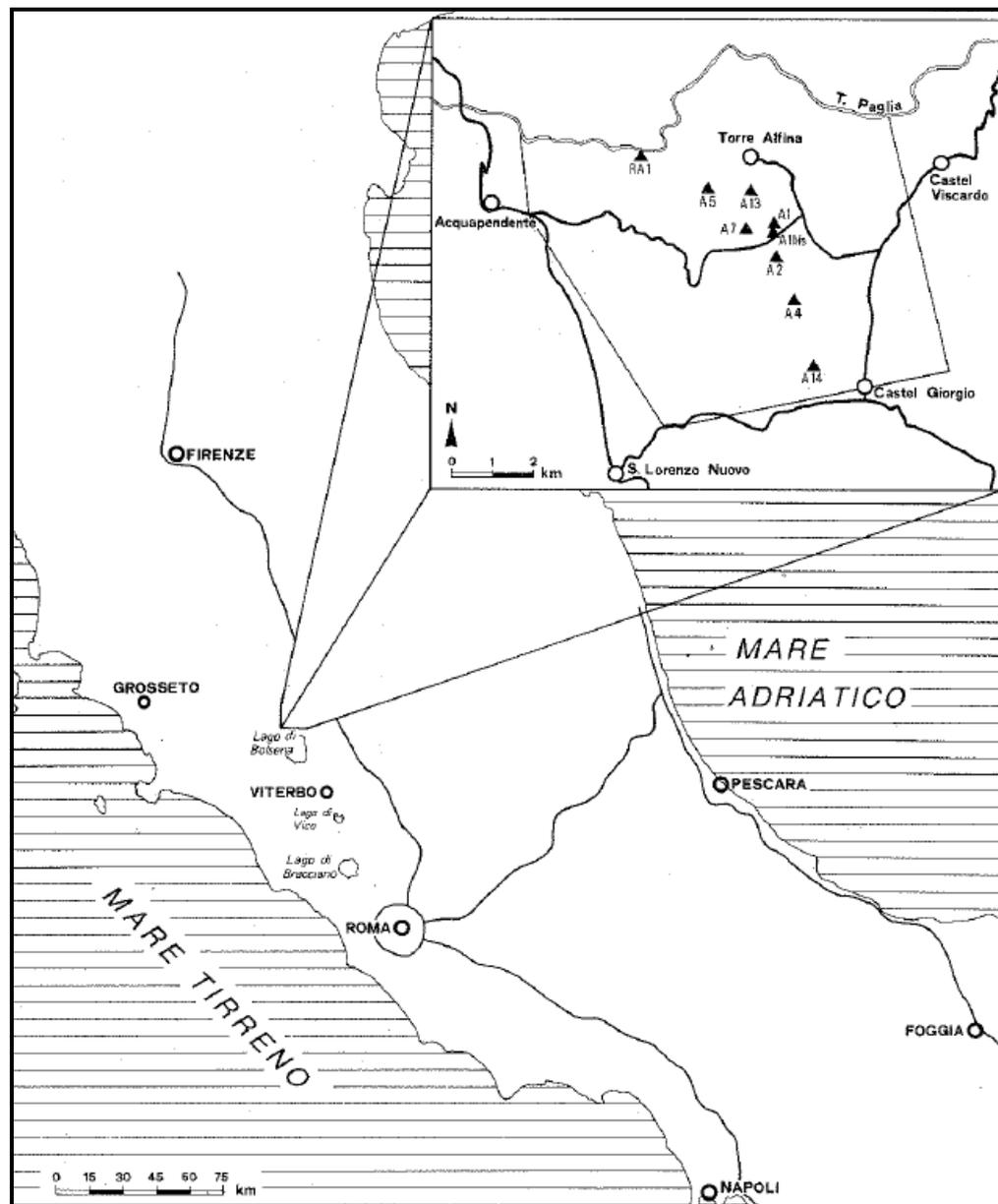
Nella Determinazione sopracitata è stato altresì precisato (art.3) l’obbligo per la Società Enel Produzione S.p.A.:

- a farsi carico, a proprie cure e spese, della manutenzione e del controllo dei pozzi denominati Alfina 4 e Alfina 14 e delle relative pertinenze minerarie site nel Comune di Castel Giorgio (TR) fino a che la Regione Umbria non individui un nuovo soggetto concessionario per lo sfruttamento della risorsa geotermica e comunque non oltre la naturale scadenza dell’attuale Concessione (anno 2013);



- a farsi carico, a proprie cure e spese e su richiesta della Regione Umbria, della chiusura mineraria dei suddetti pozzi, nel caso in cui, entro il predetto termine, non siano stati individuati nuovi soggetti interessati allo sfruttamento delle risorse geotermiche;
- a non opporsi all'eventuale sfruttamento delle risorse geotermiche reperite o da reperire nel territorio della Regione Umbria già ricadente nella Concessione denominata "Torre Alfina".

Figura 1.1a *Ubicazione dell'Area Geotermica di Torre Alfina*



1.2 *MOTIVAZIONI E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO*

Fino ad oggi l'impiego dei fluidi aventi le caratteristiche simili a quelli del campo geotermico di Torre Alfina ha avuto in Italia limitate applicazioni senza che queste rispondessero ai vincoli rigorosi posti dal D.Lgs. 03/03/2011 n. 28, ovvero

assenza di emissioni e con reiniezione del fluido nelle formazioni di provenienza. Un altro problema emerso nei tentativi di impiego era stata la difficile gestione del chimismo del fluido e come impedire la formazione delle incrostazioni per effetto dell'elevato contenuto salino.

Il progetto proposto prevede invece di operare una gestione del fluido per produrre energia elettrica impedendo, durante l'intero processo di trasformazione, la formazione di incrostazioni (scaling) e l'emissione di gas nell'atmosfera, assicurando le condizioni termodinamiche atte a permettere la reiniezione dell'intero flusso nel serbatoio carbonatico di provenienza. Queste caratteristiche delineano il contenuto decisamente sperimentale del progetto.

La sua realizzazione permetterà di verificare quanto le attese progettuali si discostano dall'effettiva realtà di produzione e le problematiche che sarà ancora necessario affrontare per pervenire ad una effettiva ottimizzazione del progetto e ad una sua eventuale estensione su scala più vasta con impianti di maggior potenza, che utilizzino calore endogeno da fluidi aventi le caratteristiche simili a quelle del campo di Torre Alfina – Castel Giorgio.

La produzione di energia elettrica si prevede entro i limiti di 5 MW, come stabilito dal D.Lgs 03/03/2011 n. 28 e smi.

Il progetto prevede inoltre di sperimentare la possibilità di mettere a disposizione calore per usi civili o industriali per utenze nel Comune di Castel Giorgio. Il calore per utenze civili e industriali che il progetto prevede di mettere a disposizione sarà ottenuto modulando il flusso di acqua geotermica in accordo alla domanda di energia termica oppure utilizzando il calore residuo dell'acqua geotermica prima della sua reiniezione.

Il progetto in esame si propone quindi di dimostrare la fattibilità della produzione di energia elettrica da fonte geotermica, che, come descritto successivamente, rappresenta una delle fonti rinnovabili a minor occupazione di suolo per unità di energia prodotta.

Si specifica che il progetto prevede la perforazione di nuovi pozzi nelle vicinanze dei vecchi perforati da Enel, pertanto gli esiti delle perforazioni potrebbero essere leggermente diversi da quelli ipotizzati. Le ipotesi utilizzate per i dimensionamenti devono tuttavia considerarsi "conservative", nel senso che rappresentano la condizione ambientale più impattante.

1.3

ITER AUTORIZZATIVO

Il progetto in oggetto (Richiesta di Permesso di Ricerca per Impianto Pilota) rappresenta una fattispecie progettuale nuova ed il suo percorso autorizzativo risulta relativamente anomalo nell'ambito delle energie rinnovabili, reso ancora più complesso a seguito dell'inserimento dell'energia geotermica tra le risorse strategiche ed alle recenti disposizioni introdotte dal Decreto del Fare (D.L. 21/06/2013, n.69 Disp. Urgenti per il rilancio dell'economia (GU n.144 del



21/06/2013-Suppl.Ordinario n.50) che stabilisce espressamente che “*gli impianti geotermici pilota sono di competenza statale*”.

Ricordiamo nel seguito gli articoli di legge che più interessano il progetto.

Decreto Legislativo 11 febbraio 2010, n. 22 e s.m.i.

Articolo 1 comma 3bis

Al fine di promuovere la ricerca e lo sviluppo di nuove centrali geotermoelettriche a ridotto impatto ambientale di cui all'articolo 9 del Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, sono altresì di interesse nazionale i fluidi geotermici a media ed alta entalpia finalizzati alla sperimentazione, su tutto il territorio nazionale, di impianti pilota con reiniezione del fluido geotermico nelle stesse formazioni di provenienza, e comunque con emissioni nulle, con potenza nominale installata non superiore a 5 MW [...].

Gli impianti geotermici pilota sono di competenza statale (modifica introdotta da dal recente Decreto del Fare (D.L. 21/06/2013, n.69 Disp.urgent per il rilancio dell'economia (GU n.144 del 21/06/2013-Suppl.Ordinario n.50).

Articolo 3 comma 2bis

Nel caso di sperimentazione di impianti pilota di cui all'articolo 1, comma 3-bis, l'autorità competente è il Ministero dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, che acquisiscono l'intesa con la Regione interessata; all'atto del rilascio del permesso di ricerca, l'autorità competente stabilisce le condizioni e le modalità con le quali è fatto obbligo al concessionario di procedere alla coltivazione dei fluidi geotermici in caso di esito della ricerca conforme a quanto indicato nella richiesta di permesso di ricerca [...]

Articolo 15 - Dichiarazione di Pubblica Utilità

1. Le opere necessarie per la ricerca e la coltivazione, nonché per il trasporto e la conversione delle risorse geotermiche in terraferma, con esclusione delle aree di demanio marittimo, sono dichiarate di pubblica utilità, nonché urgenti ed indifferibili e, laddove necessario, è apposto il vincolo preordinato all'esproprio a tutti gli effetti del decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 2001, n.327 e successive modificazioni, con l'approvazione dei relativi programmi di lavoro da parte dell'autorità competente.

2. I programmi di lavoro approvati sono depositati presso i Comuni dove deve aver luogo la espropriazione, ai sensi decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 2001, n.327, successive modificazioni.

3. Non sono soggette a concessioni ne' ad autorizzazioni del sindaco le opere temporanee per attività di ricerca nel sottosuolo, eseguite in aree esterne al centro edificato (omissis).

Legge 7 Agosto 2012

La Legge 7 agosto 2012, n. 134 “Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 22 giugno 2012, n. 83, recante “Misure urgenti per la crescita del Paese” (Gazzetta Ufficiale n. 187 del 11/08/2012), all’art.38ter inserisce gli

impianti per l'estrazione di energia geotermica di cui al Decreto Legislativo 11/02/2010, n. 22 tra *gli impianti strategici*.

Infatti la sopra citata legge recita: “*all’articolo 57, comma 1, del Decreto Legge 9 febbraio 2012, n.5, convertito, con modificazioni, dalla Legge 4 aprile 2012, n.35, dopo la lettera f) è aggiunta la seguente: «f-bis) gli impianti per l’estrazione di energia geotermica di cui al Decreto Legislativo 11 febbraio 2010, n. 22»”.*

In sostanza le opere necessarie per la ricerca e la coltivazione geotermica non solo sono dichiarate di *pubblica utilità* (cfr art.15 della Legge 10/2010 sopra riportato) nonché *urgenti e indifferibili e non sottoposte a concessioni o autorizzazioni del Sindaco*, ma sono anche *strategiche* e quindi soggette a procedure *accelerate* guidate dai Ministeri competenti, in accordo a quanto previsto dall’articolo 57 della sopra citata Legge 04/04/2012 n.135 (commi da 2 a 4).

Le peculiarità più evidenti riguardano pertanto la competenza nel rilascio dell’Autorizzazione Unica che è del Ministero dello Sviluppo Economico d’intesa con la Regione competente; Ministero che, attraverso il suo organo tecnico Comitato Idrocarburi e Ricerca Mineraria (CIRM), si è già espresso sulla validità tecnica della proposta, riservandosi ulteriori approfondimenti nel corso dell’istruttoria successiva per il rilascio dell’autorizzazione di sua competenza.

Dal punto di vista sostanziale il progetto in oggetto si presenta inoltre come l’unione di due attività, ciascuna potenzialmente soggetta a procedimenti autorizzativi successivi: il primo legato alla *perforazione di pozzi di sviluppo* e la seconda legata alla realizzazione di una *centrale per la produzione di energia elettrica* di piccola potenza e relative opere connesse.

È di tutta evidenza che, in principio, dovranno essere attesi gli esiti delle perforazioni per confermare in modo definitivo il progetto presentato.

Lo *Studio di Impatto Ambientale* presentato si riferisce pertanto ad una soluzione progettuale definitiva ma non presenta i dettagli progettuali nelle forme che sono generalmente richieste nell’ambito delle procedure di Autorizzazione Unica di impianti ad energia rinnovabile (eolico o fotovoltaico spesso non soggetti a procedura di VIA), cui il presente progetto, per quanto detto sopra, si avvicina solo in parte.

1.4

STRUTTURA DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Il presente *Studio di Impatto Ambientale* è sviluppato in conformità alle Linee Guida per gli Studi di Impatto Ambientale contenute nel DPCM 27 dicembre 1988, così come commentate dalle norme UNI 10742 e UNI 10745 (Impatto Ambientale: finalità e requisiti di uno Studio d’Impatto Ambientale e Studi di Impatto Ambientale: Terminologia). Inoltre i suoi contenuti sono conformi all’Allegato VII alla Parte Seconda del D.Lgs 152/2006 e s.m.i. “Contenuti dello Studio di Impatto Ambientale”.



Oltre alla presente *Introduzione*, lo *Studio di Impatto Ambientale* comprende:

- *Quadro di Riferimento Programmatico*, dove sono analizzati gli strumenti di pianificazione territoriale, paesaggistica e di settore vigenti nel territorio interessato dall'intervento e verificato il grado di coerenza del progetto proposto con le disposizioni e le linee strategiche degli strumenti considerati;
- *Quadro di Riferimento Progettuale*, che descrive gli interventi in progetto, le prestazioni ambientali del progetto e le interferenze potenziali del progetto nell'ambiente sia nella fase di costruzione che di esercizio, con riferimento anche alle opere connesse;
- *Quadro di Riferimento Ambientale*, dove, a valle dell'individuazione dell'area di studio, per ognuna delle componenti ambientali interessate dalla realizzazione del progetto è riportata la descrizione dello stato qualitativo attuale e l'analisi degli impatti attesi per effetto delle azioni di progetto. Quando necessario, sono descritte le metodologie d'indagine e di valutazione degli impatti sulle componenti ambientali;
- *Monitoraggio*, in cui sono descritte le misure previste per il monitoraggio.

Lo *Studio* è inoltre accompagnato da una *Sintesi Non Tecnica*, come previsto dallo stesso Allegato VII sopra citato (punto 7).

In allegato al presente *Studio* sono inoltre presentati i seguenti elaborati di approfondimento:

- *Allegato A - Valutazione di Impatto Acustico*;
- *Allegato B - Analisi Paesaggistica per l'Elettrodotto in Media Tensione di Collegamento alla rete Enel Distribuzione*: poiché la linea elettrica per la connessione dell'impianto ORC alla rete di Enel Distribuzione interferisce parzialmente con aree sottoposte alla disciplina di cui alla Parte III del D. Lgs. 42/2004 e s.m.i., è stata predisposta questa analisi secondo i contenuti di cui al DPCM 12/12/2005;
- *Allegato C - Analisi delle Alternative di Tracciato per l'Elettrodotto in Media Tensione di Collegamento alla rete Enel Distribuzione*;
- *Allegato D - Subsidenza*;
- *Allegato E - Sismicità Indotta*;
- *Allegato F - Programma di Monitoraggio Geochimico e Sismico*;
- *Allegato G - Campagna di Misura del Flusso di CO₂ su Aree Target in prossimità dei Pozzi A2, A4 e A14*;
- *Allegato H - Caratterizzazione del suolo*.

2

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

Il presente *Capitolo* riporta l'analisi dei piani e dei programmi vigenti nel territorio comunale di Castel Giorgio (TR), interessato dalla realizzazione dell'Impianto Pilota geotermico, con l'obiettivo di analizzare il grado di coerenza delle nuove opere proposte con le disposizioni e le linee strategiche degli strumenti considerati.

Per le opere di connessione alla rete Enel Distribuzione (elettoconduttore aereo a 20 kV), che riguardano i territori comunali di Castel Giorgio ed Orvieto, è stata condotta un'analisi dedicata al *Paragrafo 2.6*.

2.1

PIANIFICAZIONE ENERGETICA

2.1.1

Strumenti Nazionali ed Internazionali di Pianificazione Energetica

La Commissione Europea, con Comunicazione del 10 gennaio 2007, ha pubblicato la "Tabella di Marcia per le Energie Rinnovabili", nella quale è esposta la strategia da adottare, a lungo termine, nell'Unione Europea (UE), in materia di energie rinnovabili, avente il duplice obiettivo di accrescere la sicurezza degli approvvigionamenti energetici e di ridurre le emissioni di gas a effetto serra.

In particolare la Commissione propone di raggiungere, entro il 2020, una produzione di energia da fonti rinnovabili pari al 20% dell'energia consumata nell'UE e delinea un nuovo quadro legislativo per rafforzare la promozione e l'utilizzo proprio delle energie rinnovabili.

È stato, inoltre, recentemente adottato il Programma Quadro per l'Innovazione e la Competitività (PIC 2007-2013), che favorisce azioni a vantaggio della competitività e della capacità d'innovazione nel sistema energetico, sostenendo in particolare l'utilizzo delle ecotecnologie e delle fonti di energia rinnovabili.

Il PIC sarà composto da tre sottoprogrammi specifici, tra cui il Programma "Energia Intelligente – Europa", che contribuirà ad accelerare la realizzazione degli obiettivi nel settore dell'energia sostenibile, promuovendo il miglioramento dell'efficacia energetica, l'adozione di fonti di energia nuova e rinnovabile e la riduzione del consumo energetico finale. Tale programma garantisce la continuità del precedente "Energia intelligente – Europa" (2003-2006), non più in vigore dal dicembre 2006.

In ambito nazionale, il principale documento di politica energetica nazionale, in cui si definiscono obiettivi e priorità della pianificazione energetica, è costituito dal Piano Energetico Nazionale. L'ultimo aggiornamento, approvato dal Consiglio dei Ministri nell'agosto del 1988, si riferisce ad un quadro istituzionale e di mercato



che nel frattempo ha subito notevoli mutamenti, anche per effetto della crescente importanza ed influenza di una comune politica energetica a livello europeo, e quindi, pur rimanendo valido nell'individuazione degli obiettivi prioritari, risulta un documento ormai datato.

Con Decreto Interministeriale del Ministro dello Sviluppo Economico delle Infrastrutture e dei Trasporti e del Ministro dell'Ambiente dell'8 marzo 2013 è stato approvato il documento di "Strategia Energetica Nazionale".

La Strategia Energetica Nazionale si incentra su quattro obiettivi principali:

- 1. ridurre significativamente il gap di costo dell'energia per i consumatori e le imprese, allineando i prezzi e costi dell'energia a quelli europei al 2020, e assicurando che la transizione energetica di più lungo periodo (2030-2050) non comprometta la competitività industriale italiane ed europea;
- 2. raggiungere e superare gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione definiti dal Pacchetto europeo Clima-Energia 2020 (cosiddetto "20-20-20");
- 3. migliorare la sicurezza di approvvigionamento, soprattutto nel settore gas, e ridurre la dipendenza dall'estero;
- 4. favorire la crescita economica sostenibile attraverso lo sviluppo del settore energetico.

Tra le azioni da intraprendere per il raggiungimento degli obiettivi sopra citati, la strategia prevede lo sviluppo sostenibile delle energie rinnovabili in maniera tale da ottenere una riduzione di emissioni e di progredire verso l'indipendenza energetica.

2.1.1.1 Rapporti con il Progetto

Il progetto proposto, che prevede la realizzazione di un impianto a ciclo organico capace di generare energia elettrica a partire da fluidi geotermici, risulta pienamente coerente con gli obiettivi e le strategie dell'attuale politica energetica nazionale.

Si evidenzia inoltre che con la Legge 7 agosto 2012, n. 134 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 22 giugno 2012, n. 83, recante misure urgenti per la crescita del Paese" (art.38ter), gli impianti per l'estrazione di energia geotermica di cui al Decreto Legislativo 11 febbraio 2010, n. 22 sono riconosciuti come "*infrastrutture energetiche strategiche*" (art.57, comma 1, lettera f-bis) del decreto-legge 9 febbraio 2012, n. 5, convertito, con modificazioni, dalla legge 4 aprile 2012, n. 35).

2.1.2 Piano Energetico Regionale della Regione Umbria

Il Piano Energetico Regionale (PER), approvato con DCR n.402 del 21/07/2004, rappresenta lo strumento di indirizzo e programmazione degli interventi in campo energetico per il territorio della Regione Umbria.

Il PER costituisce uno schema di sintesi finalizzato in particolar modo a:

 STEAM	PROGETTO	TITOLO	REV.	Pagina
	P13_ITW_049	ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA S.P.A.: IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO CASTEL GIORGIO (TR) STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	0	9

- rappresentare gli elementi conoscitivi fondamentali per la definizione di un quadro di riferimento regionale del settore;
- individuare gli obiettivi strategici e le linee di indirizzo da perseguire;
- definire le politiche coerenti con gli obiettivi indicati, individuando gli interventi praticabili su entrambi i versanti della domanda e dell'offerta; in particolare, per quanto riguarda la domanda, operare sul contenimento dei consumi e sulla promozione dell'uso razionale dell'energia, per quanto riguarda l'offerta, operare promuovendo soprattutto la diffusione dell'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile (eolico, idroelettrico, solare termico e fotovoltaico, biomasse e cogenerazione).

Il Piano individua dunque, tra i propri obiettivi, l'aumento della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, tra cui quella generata dallo sfruttamento dei fluidi geotermici.

In aggiunta il PER prevede lo sfruttamento della risorsa geotermica presente nel Comune di Castel Giorgio (TR) per la produzione congiunta di energia elettrica, calore ed anidride carbonica.

È possibile quindi concludere che il progetto in esame risulta allineato agli obiettivi fissati dal Piano Energetico Regionale.

2.2 PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PAESAGGISTICA

2.2.1 Piano Urbanistico Territoriale (PUT)

Il Piano Urbanistico Territoriale (PUT), approvato con Legge Regionale n. 27 del 24/03/2000, rappresenta lo strumento tecnico con il quale la Regione Umbria persegue finalità di ordine generale concernenti la società, l'ambiente, il territorio e l'economia regionali in sé, con particolare riguardo alle risorse ambientali, culturali ed umane e nei confronti della società nazionale ed internazionale.

Il Piano definisce quindi il quadro conoscitivo del territorio regionale a sostegno delle attività e delle ricerche necessarie per la formazione degli strumenti di pianificazione territoriale, urbanistica e di settore degli enti locali e rimanda a questi ultimi l'individuazione dettagliata degli ambiti individuati.

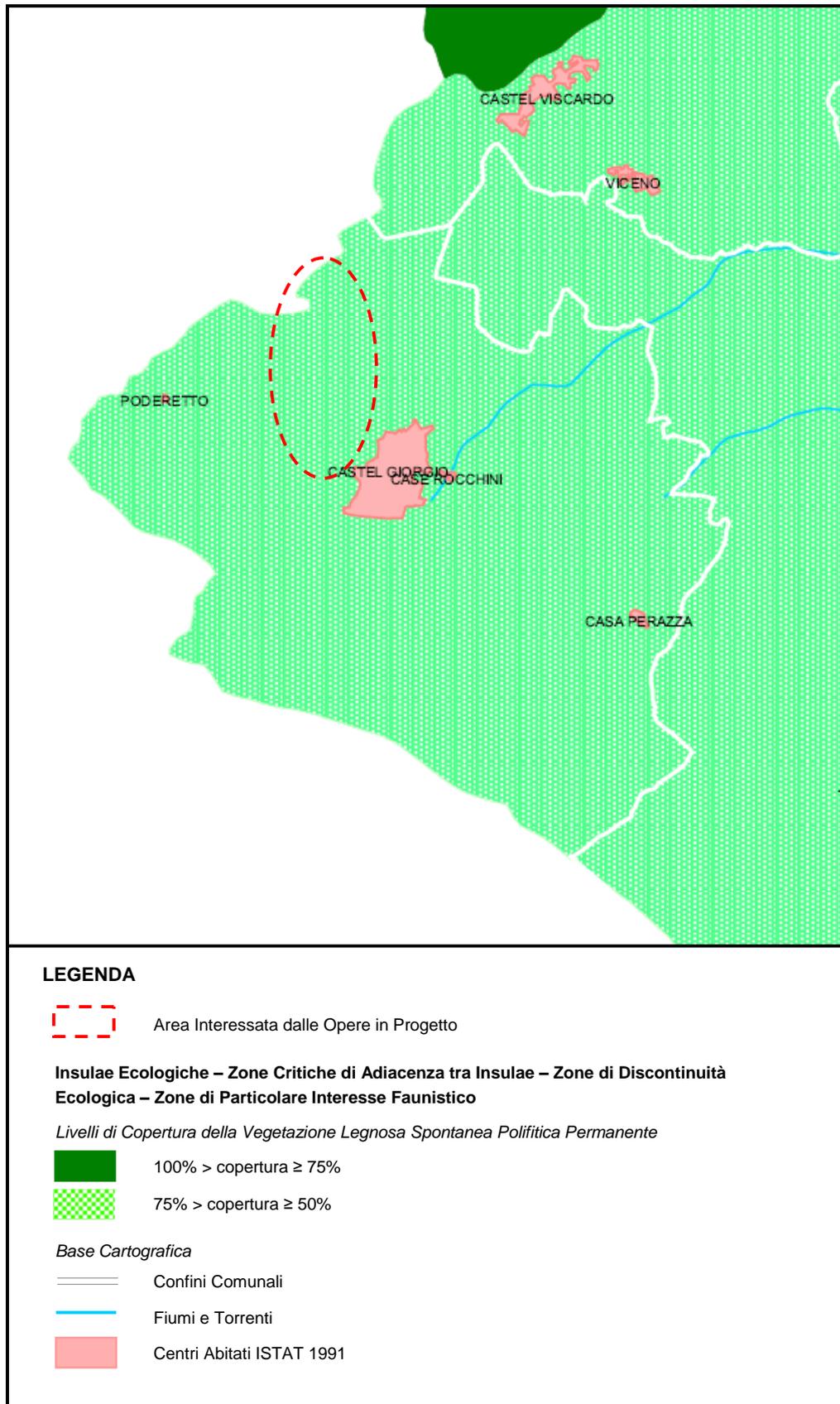
2.2.1.1 Rapporti con il Progetto

Per valutare i rapporti tra il progetto in studio ed il PUT sono stati analizzati gli elaborati cartografici allegati al Piano stesso.

In particolare in *Figura 2.2.1.1a* è riportato un estratto della Tavola n.6 "Insulae Ecologiche – Zone Critiche di adiacenza tra Insulae – Zone di Discontinuità Ecologica – Zone di Particolare Interesse Faunistico", in cui è rappresentato il sistema di protezione faunistico-ambientale e paesaggistico del territorio regionale umbro: come visibile in figura, l'Impianto Pilota risulta esterno alle aree critiche e sottoposte a tutela perimetrate nella carta in esame.

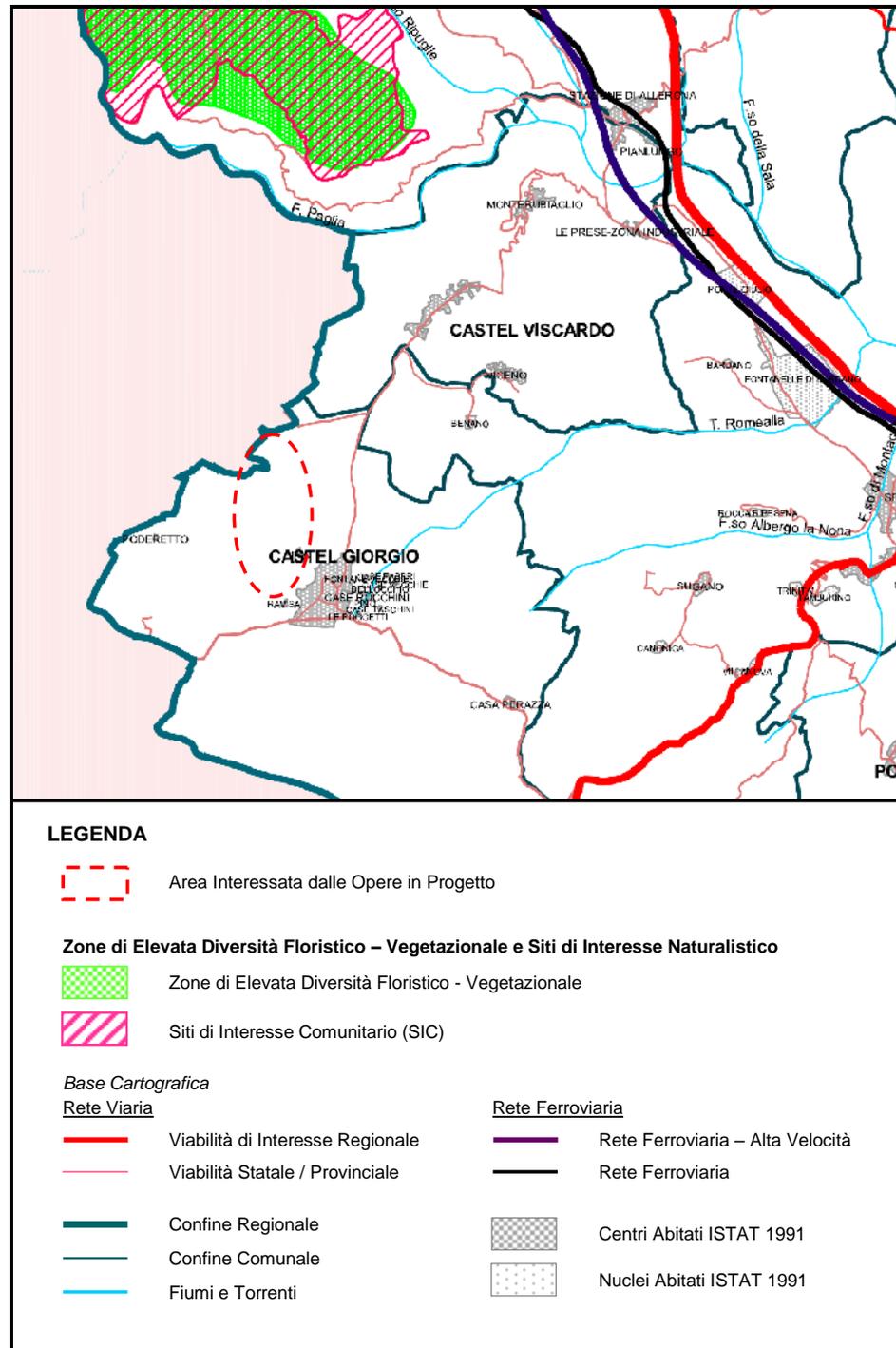


Figura 2.2.1.1a Tavola n.6 PUT "Insulae Ecologiche – Zone Critiche di Adiacenza tra Insulae – Zone di Discontinuità Ecologica – Zone di Particolare Interesse Faunistico"



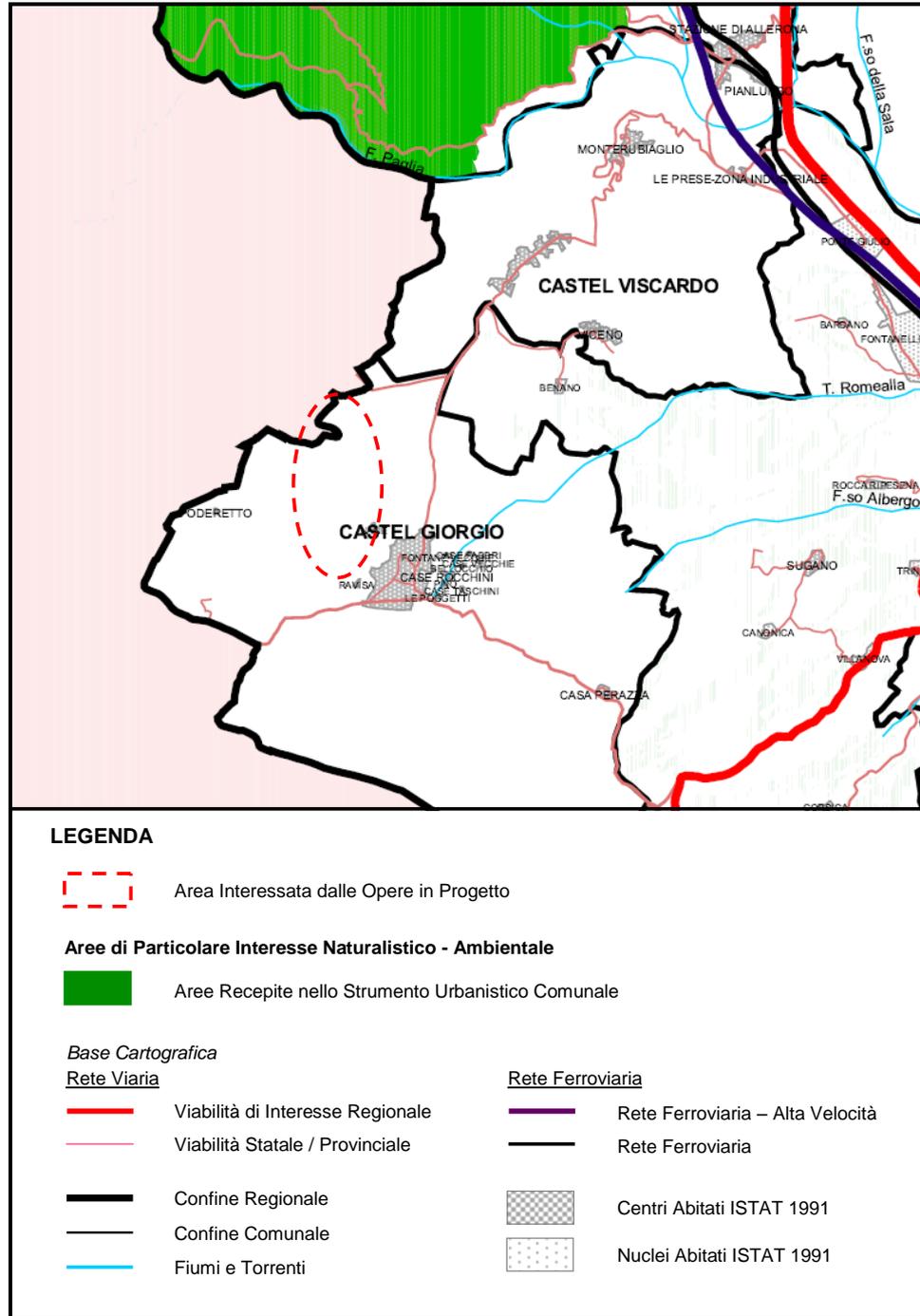
L'analisi della Tavola n.8 "Zone di Elevata Diversità Floristico-Vegetazionale e Siti di Interesse Naturalistico" (si veda *Figura 2.2.1.1b*) mostra che l'Impianto Pilota non interferisce con alcuna area naturalistica tutelata.

Figura 2.2.1.1b Tavola n.8 PUT "Zone di Elevata Diversità Floristico-Vegetazionale e Siti di Interesse Naturalistico"



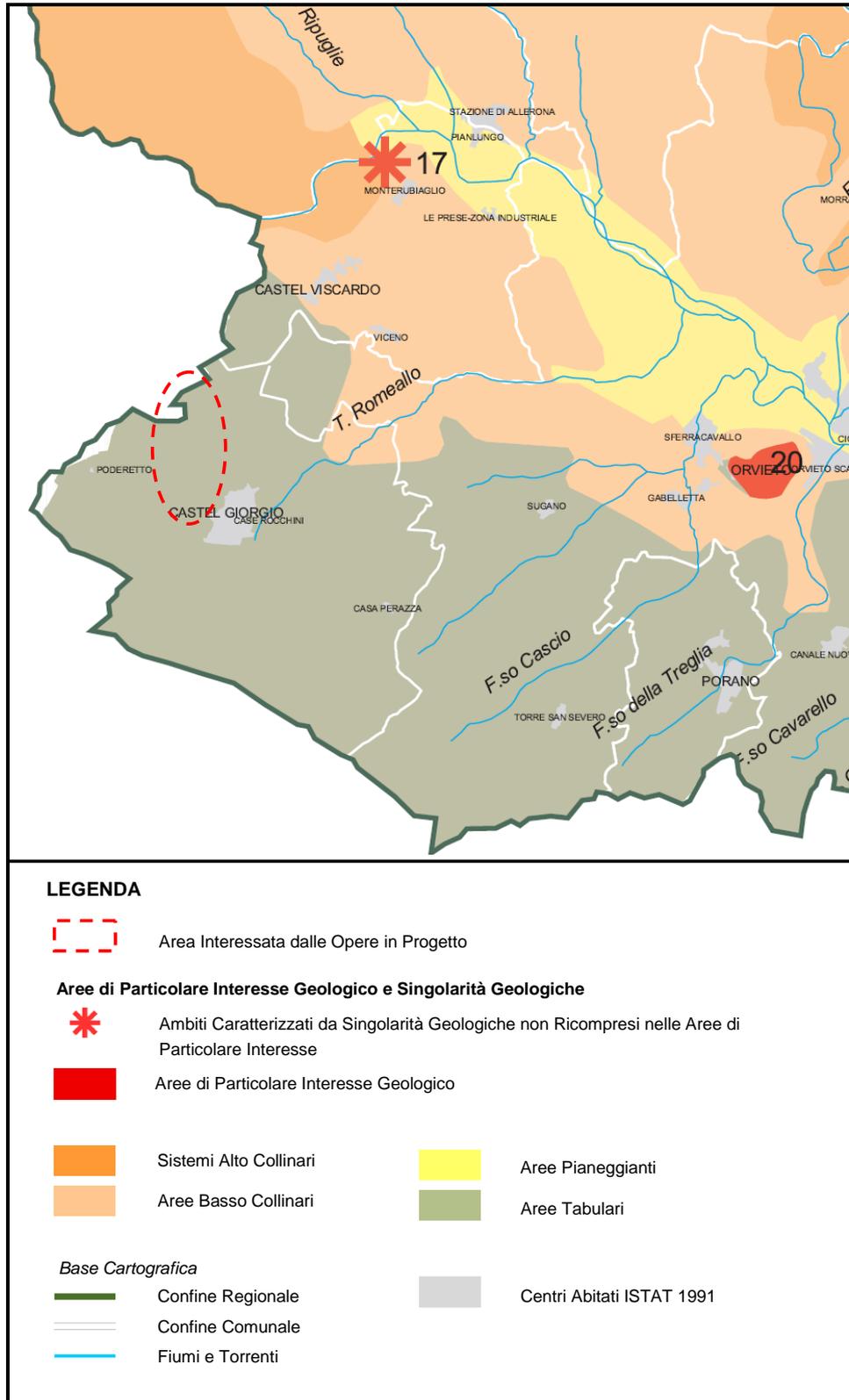
L'Impianto Pilota risulta inoltre esterno alle aree di particolare interesse naturalistico ambientale individuate nella Tavola n.9, di cui si riporta un estratto in *Figura 2.2.1.1c*.

Figura 2.2.1.1c Tavola n.9 PUT "Aree di Particolare Interesse Naturalistico-Ambientale"



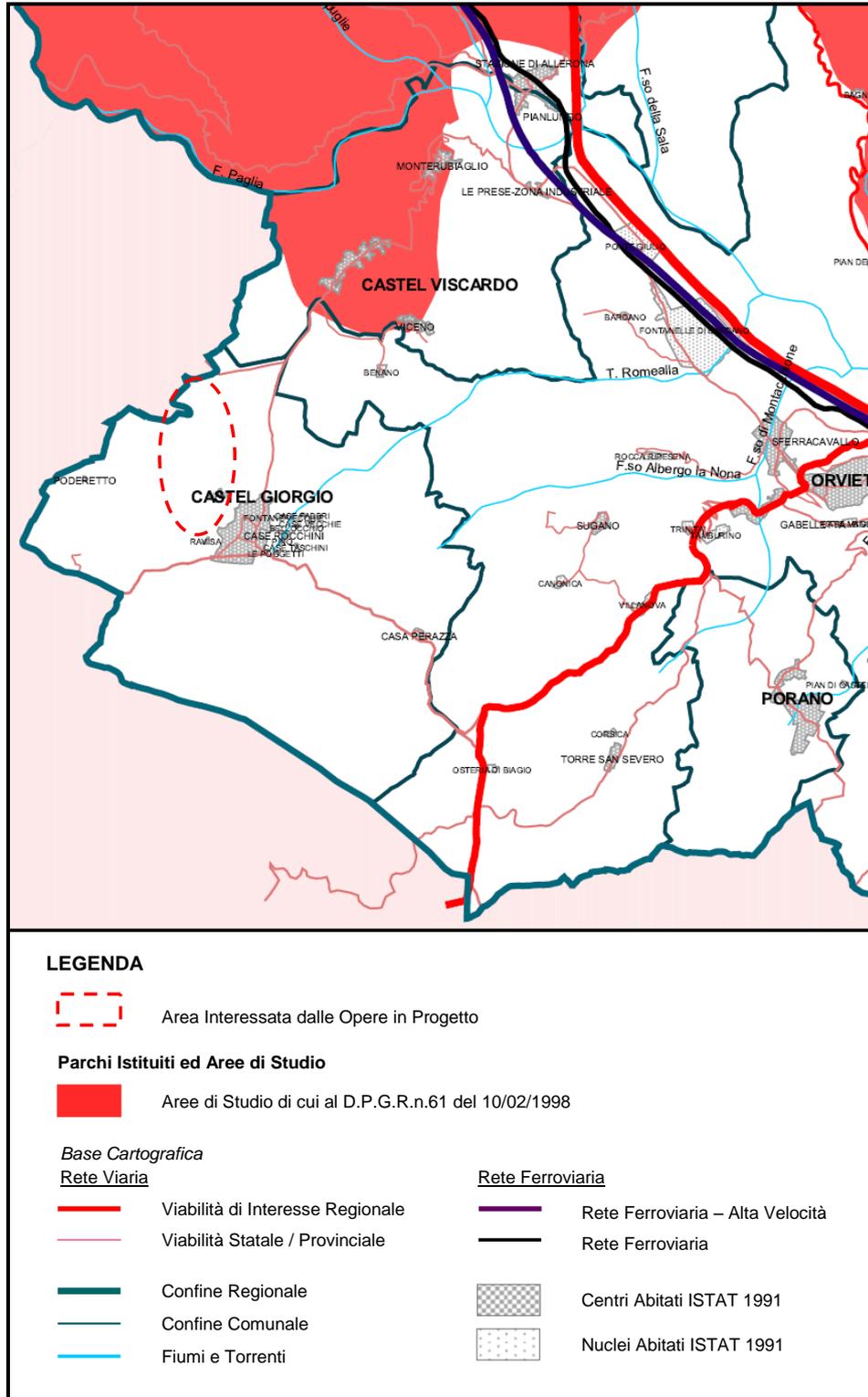
La Tavola n.11 "Aree di Particolare Interesse Geologico e Singolarità Geologiche", di cui si riporta un estratto in *Figura 2.2.1.1d*, evidenzia che i territori individuati per la realizzazione dell’Impianto Pilota non interessano aree soggette a tutela.

Figura 2.2.1.1d Tavola n.11 PUT Aree di Particolare Interesse Geologico e Singolarità Geologiche



La Tavola n.13 “Parchi Istituiti ed Aree di Studio” (si veda Figura 2.2.1.1e) mostra che l’Impianto Pilota è esterno alle aree individuate nella carta in esame.

Figura 2.2.1.1e Tavola n.13 PUT Parchi Istituiti ed Aree di Studio



Sono state infine considerate:

- le Tavole n.23 “Centri Storici, Architettura Religiosa e Militare”, n.24 “Ville, Giardini, Parchi ed Edificato Civile di Particolare Rilievo Architettonico e Paesistico”, n.25 “Siti Archeologici ed Elementi del Paesaggio Antico”, n.26 “Viabilità Storica, Abbazie e Principali Siti Benedettini”, n.28 “Zone di Tutela

dei Monasteri Benedettini e dell'Antica Via Flaminia": non si rilevano interferenze tra l'Impianto Pilota ed i beni puntuali e lineari individuati nelle tavole in esame e pertanto non è stata predisposta apposita cartografia;

- la Tavola n.27 "Ambiti di Tutela Paesistica ai sensi della Legge 29/06/1939 n.1497 e Legge 08/08/1985 n.431, Zone Archeologiche e Parchi": le opere in progetto risultano esterne alle aree soggette a tutela paesaggistica ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.; per quanto riguarda le tubazioni si sottolinea che saranno realizzate lungo la viabilità esistente e dunque senza interferire in alcun modo con le aree boscate presenti. Non è stata dunque predisposta alcuna cartografia.

Dall'analisi della cartografia tematica del Piano Urbanistico Territoriale Regionale non emergono criticità e/o elementi ostativi alla realizzazione dell'Impianto Pilota Geotermico.

2.2.2 ***Piano Paesaggistico Regionale Regione Umbria (PPR)***

Il Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.) è lo strumento unico di pianificazione paesaggistica del territorio regionale che, nel rispetto della Convenzione europea del Paesaggio e del Codice per i Beni culturali e il Paesaggio di cui al D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i., mira a governare le trasformazioni del territorio al fine di mantenere i caratteri identitari peculiari del paesaggio umbro perseguendo obiettivi di qualità paesaggistica.

Il P.P.R. persegue i seguenti obiettivi:

- identifica il paesaggio a valenza regionale, attribuendo gli specifici valori di insieme in relazione alla tipologia e rilevanza delle qualità identitarie riconosciute, nonché le aree tutelate per legge e quelle individuate con i procedimenti previsti dal D.Lgs. 42/2004 e successive modifiche, alle quali assicurare un'efficace azione di tutela;
- prevede i rischi associati agli scenari di mutamento del territorio;
- definisce le specifiche strategie, prescrizioni e previsioni ordinate alla tutela dei valori riconosciuti e alla riqualificazione dei paesaggi deteriorati.

Nel 2010 è stato sottoscritto il Protocollo d'Intesa tra Regione Umbria, Ministero per i Beni e le Attività Culturali ed il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare per l'elaborazione e la definizione congiunta del Piano, esteso all'intero territorio regionale ai sensi ed agli effetti dell'art. 143, comma 2, del succitato D.Lgs. n. 42/2004.

Con D.G.R. n. 55 del 24/01/2011 è stato costituito il Comitato Tecnico Paritetico al quale affidare la definizione dei contenuti del Piano ed il coordinamento delle azioni necessarie alla sua redazione. Nel corso dei lavori, il Comitato Tecnico Paritetico ha stabilito che il Piano fosse articolato in due distinti Volumi:

- Volume 1 "*Per una maggiore consapevolezza del valore del paesaggio. Conoscenze e convergenze cognitive*" ricomprendente il Quadro Conoscitivo ed il Quadro Strategico del Paesaggio regionale;

- Volume 2 "Per un miglior governo del paesaggio: tutele, prescrizioni e regole" ricomprendente il Quadro di Assetto del Paesaggio regionale con il Quadro delle Tutele e le Disposizioni di Attuazione.

La Giunta Regionale, con DGR n. 43 del 23 gennaio 2012, successivamente integrata con DGR n. 540 del 16 maggio 2012 ha preadottato, ai sensi dell'art. 18 della Legge Regionale 26 giugno 2009, n.13, la Relazione Illustrativa del Piano Paesaggistico Regionale con il relativo Volume 1. I lavori del Comitato proseguono per l'elaborazione dei contenuti del Volume 2.

2.2.2.1 Rapporti con il Progetto

Per valutare l'allineamento del progetto in esame al Piano Paesaggistico della Regione Umbria sono stati analizzati gli elaborati costituenti il Volume 1, ovvero quelli relativi al Quadro Conoscitivo.

In particolare sono state esaminate le tavole relative all'Atlante dei Paesaggi, in cui sono rappresentati i vincoli paesaggistici ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i. del territorio umbro.

Dall'analisi della Tavola QC5.1 "Carta delle Aree di Notevole Interesse Pubblico", di cui in *Figura 2.2.2.1a* si riporta un estratto, emerge che l'Impianto Pilota si colloca esternamente all'area vincolata ai sensi dell'art. 136 lettere c) e d) del D. Lgs. 42/2004 e s.m.i. che insiste sul territorio di Castel Giorgio in località Borgo Pecorone, istituita con D.M. del 05/08/1999.

In *Figura 2.2.2.1b* si riporta uno stralcio della Tavola QC5.2 "Carta delle Aree Tutelate per Legge": l'Impianto Pilota non interferisce con alcuna area tutelata ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.. L'area boschiva tutelata ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettera g) del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i. più vicina alle opere in progetto è localizzata ad ovest rispetto al polo di reiniezione, esternamente ad esso. Per dettagli si rimanda comunque all'analisi dei piani sottordinati, corredati da cartografie a scale minori.

Figura 2.2.2.1b Tavola QC8 “Carta delle Aree Tutelate per Legge”



Le opere in progetto interessano dunque aree libere da vincoli paesaggistici ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.

Come già esposto, considerata, la scala di rappresentazione della cartografia allegata al Piano, che riguarda l'intero territorio regionale, si rimanda comunque agli strumenti di pianificazione provinciale e comunale per la localizzazione dettagliata di eventuali vincoli paesaggistico-ambientali che gravano nell'area di intervento.

2.2.3

Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Terni (PTCP)

Il PTC della Provincia di Terni è stato adottato dal Consiglio Regionale, con atto n.64 del 15/04/1999 e successivamente approvato dal Consiglio Provinciale con atto n. 150 del 14 settembre 2000. Il Piano è entrato in vigore dal 23 ottobre 2000. In seguito è stato modificato con Delibera di Consiglio Provinciale n. 133 del 02 Agosto 2004. Attualmente è in fase di revisione.

Il PTCP è un piano generale in quanto indica l'assetto del territorio provinciale e di coordinamento della pianificazione di settore e individua le trasformazioni necessarie per lo sviluppo socio-economico provinciale. Il PTCP inoltre costituisce strumento di indirizzo e di coordinamento per la pianificazione urbanistica comunale: rappresenta infatti il riferimento per la verifica di compatibilità ambientale della pianificazione comunale.

Il PTCP è anche un piano di tutela nei settori della protezione della natura, della tutela dell'ambiente, delle acque e della difesa del suolo e della tutela delle bellezze naturali; in tal senso assume anche la valenza di piano paesaggistico.

2.2.3.1

Rapporti con il Progetto

Per valutare l'allineamento del progetto ai contenuti ed alle disposizioni del PTC sono stati esaminati gli elaborati cartografici allegati al Piano (Carte di Analisi, Tavole di Piano e Carte delle Aree a rischio e ad elevata vulnerabilità).

In particolare l'analisi della Tavola 5 "Emergenze di Interesse Storico e Archeologico" evidenzia che l'Impianto Pilota non interessa alcun elemento classificato come emergenza di interesse storico e archeologico (tali elementi risultano localizzati principalmente nell'abitato di Castel Giorgio).

In *Figura 2.2.3.1a* si riporta un estratto della Tavola 6 "Carta dei Vincoli e delle Emergenze di Livello Territoriale", che riporta, a scala provinciale, le aree naturali protette e le zone soggette a tutela paesaggistica e ambientale, già individuate dal Piano Urbanistico Territoriale della Regione Umbria. Come visibile dalla figura i pozzi di produzione CG1 e CG2, il polo di reiniezione e parte delle tubazioni interessano un'area soggetta a vincolo idrogeologico. Il vincolo idrogeologico, normato dal RD n.3267 del 30/12/1923 e dal RD n.1126 del 16/05/1926, si pone l'obiettivo di preservare l'ambiente fisico esistente; tale vincolo non è preclusivo della possibilità di trasformazione o di nuova utilizzazione del territorio, ma mira alla tutela degli interessi pubblici ed alla prevenzione del danno pubblico: date le caratteristiche delle opere in progetto si ritiene che esse non gravino significativamente sul grado di rischio idrogeologico presente nell'area. Verrà comunque predisposta la documentazione necessaria ad ottenere il parere di nulla osta idrogeologico.

Le opere in progetto non interessano altre aree soggette a vincolo paesaggistico-ambientale.

Nella Tavola I "Progetto di Struttura" (*Figura 2.2.3.1b*) sono riassunti in un unico elaborato i tematismi del Sistema Insediativo, del Sistema delle Attività



Produttive, del Sistema del Territorio Aperto, del Sistema Infrastrutturale e del Sistema dei Vincoli. I pozzi CG1, CG2 e CG14 ricadono nel Sistema del Territorio Aperto, in particolare in un'area classificata a seminativo semplice, mentre l'Impianto ORC ed il pozzo CG3 ricadono nel Sistema delle Attività Produttive, in particolare nell' "Agglomerato Produttivo di interesse locale". Per quanto riguarda le tubazioni si precisa che saranno realizzate in parte seguendo la viabilità esistente ed in parte interessando il Sistema del Territorio Aperto, in particolare in aree classificate a seminativo semplice. Come già rilevato dall'analisi della Tavola 6 "Carta dei Vincoli e delle Emergenze di Livello Territoriale" del PTC, parte delle opere in progetto interessano aree sottoposte a vincolo idrogeologico.

L'analisi degli altri elaborati grafici allegati al Piano non evidenzia la presenza di ulteriori vincoli e/o prescrizioni per il progetto in esame. È possibile quindi concludere che non si evidenziano difformità tra le opere previste ed indirizzi e previsioni del PTCP di Terni.

Si evidenzia infine che per la progettazione dell'Impianto Pilota si è fatto riferimento alle indicazioni di cui all'Allegato Tecnico di Indirizzo del PTCP di Terni, Punto 1. Interventi Eco-Compatibili negli Agglomerati Produttivi (si veda quanto riportato nel *Paragrafo 3.5*).

2.3 PIANIFICAZIONE LOCALE

2.3.1 Programma di Fabbricazione del Comune di Castel Giorgio

Il Comune di Castel Giorgio è dotato di un Programma di Fabbricazione: tale strumento urbanistico stabilisce le destinazioni d'uso dei suoli limitatamente al centro abitato.

L'area interessata dal progetto risulta localizzata al di fuori del perimetro del centro abitato di Castel Giorgio e dunque non ricade all'interno dell'area di pertinenza del Programma di Fabbricazione. Il territorio non direttamente disciplinato dal Programma di Fabbricazione è generalmente classificato come agricolo.

Attualmente il Comune di Castel Giorgio sta procedendo alla definizione del Piano Regolatore Generale Intercomunale, in particolare con DCC n.3 del 26/01/2012 è stata approvata in via definitiva la Parte Strutturale del PRG. per dettagli si vedano i paragrafi seguenti.

2.3.2 Piano Regolatore Generale Intercomunale dei Comuni di Allerona-Castel Giorgio-Castel Viscardo (PRGI)

Il Piano Regolatore Intercomunale è stato adottato con D.C.C n.16 del 06/04/09. La Parte Strutturale è stata approvata in via definitiva con DCC n.3 del 26/01/2012.

Il Piano disciplina la trasformazione, la valorizzazione e la tutela del territorio dei Comuni di Allerona, Castel Giorgio e Castel Viscardo e qualsiasi sua



trasformazione in ottemperanza a quanto disposto dalla L.R. 31/97 e dalla L.R. 11/2005.

2.3.2.1 Rapporti con il Progetto

Dall'analisi della Tavola Cr.2_PR6 "Instabilità e Criticità" Quadrante V allegata alla Parte Strutturale del PRG recentemente approvata, di cui si riporta un estratto in *Figura 2.3.2.1a*, emerge che:

- i pozzi di produzione CG1 e CG2 si collocano in Zona Agricola E, in particolare nel Sub Sistema S2 "Territorio Agricolo ad elevato potenziale produttivo del Podere Torraccia";
- il polo di reiniezione si colloca in Zona Agricola E, in particolare nel Sub Sistema S3 "Territorio Agricolo ad Elevato Potenziale Produttivo del Tavolato Vulcanico di Castel Giorgio";
- l'Impianto ORC ed il pozzo CG3 si collocano all'interno della perimetrazione identificata dal PRG come D1+D3_G (P2+P4_G) ovvero destinata ad "Attività Produttive" in generale ed "Attività Produttive legate alle risorse del sottosuolo, attività estrattive, insediamenti produttivi legati alla risorsa geotermica" - Sub Sistema P2-P4 Geotermia ed Attività Estrattive.

Per quanto riguarda l'Impianto ORC e il Pozzo CG3 si evidenzia che, sebbene gli usi attuali dell'area siano agricoli, la destinazione d'uso ai sensi del PRG vigente è produttiva e quindi il progetto risulta compatibile.

Le tubazioni si sviluppano in parte lungo la viabilità esistente ed in parte in aree agricole.

Infine, come già emerso dall'analisi del PTC di Terni, parte delle opere in progetto interessano un'area soggetta a vincolo idrogeologico. Il vincolo idrogeologico, normato dal RD n.3267 del 30/12/1923 e dal RD n.1126 del 16/05/1926, si pone l'obiettivo di preservare l'ambiente fisico esistente; tale vincolo non è preclusivo della possibilità di trasformazione o di nuova utilizzazione del territorio, ma mira alla tutela degli interessi pubblici ed alla prevenzione del danno pubblico: date le caratteristiche delle opere in progetto si ritiene che esse non gravino sul grado di rischio idrogeologico presente nell'area. Verrà comunque predisposta la documentazione necessaria ad ottenere il parere di nulla osta idrogeologico.

2.4 PIANIFICAZIONE SETTORIALE

2.4.1 Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere (PAI)

L'area interessata dalla realizzazione del progetto appartiene all'ambito territoriale pianificato dall'Autorità di Bacino Nazionale del Fiume Tevere: con DPCM del 10 novembre del 2006 è stato approvato il Piano Stralcio dell'Assetto Idrogeologico, adottato dal Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino del Fiume Tevere con Deliberazione n. 114 del 5 aprile 2006.



Il PAI si articola in “assetto geomorfologico” ed in “assetto idraulico”:

- l’assetto geomorfologico tratta le fenomenologie che si sviluppano prevalentemente nei territori collinari e montani;
- l’assetto idraulico riguarda principalmente le aree dove si sviluppano i principali processi di esondazione dei corsi d’acqua.

Il Piano inoltre definisce, in funzione delle aree inondabili con diverso periodo di ritorno, le fasce fluviali rispetto alle quali sono state impostate le attività di programmazione contenute nel Piano stesso.

2.4.1.1 Rapporti con il Progetto

Sono stati consultati gli elaborati cartografici del PAI resi disponibili dall’Autorità di Bacino del Tevere nel SIA - Sistema Informativo Ambiente (come tematismi denominati “aree instabili” e “assetto idrogeologico”): le perimetrazioni delle aree classificate a rischio sono rappresentate in *Figura 2.4.1.1a*.

Come visibile nella suddetta figura l’Impianto Pilota non interessa alcuna area soggetta a rischio idraulico ne’ geomorfologico e nessuna fascia fluviale.

È possibile dunque concludere che non si ravvisano criticità legate alla realizzazione del progetto.

2.4.2 Aree Appartenenti alla Rete Natura 2000 e Aree Naturali Protette

La Rete Natura 2000 costituisce la più importante strategia d’intervento dell’Unione Europea per la salvaguardia degli habitat e delle specie di flora e fauna. Tale Rete è formata da un insieme di aree, che si distinguono come Siti d’Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS), individuate dagli Stati membri in base alla presenza di habitat e specie vegetali e animali d’interesse europeo.

I siti della Rete Natura 2000 sono regolamentati dalla Direttiva Europea 79/409/CEE (e successive modifiche), concernente la conservazione degli uccelli selvatici, e dalla Direttiva Europea 92/43/CEE (e successive modifiche), relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali della flora e della fauna selvatiche. La direttiva 92/43/CEE (direttiva “Habitat”) è stata recepita dallo stato italiano con il D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357, “Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche”.

Per la conservazione delle numerose specie di uccelli soggetti a tutela, in accordo con la Direttiva “Uccelli” n. 409/79, sono state inoltre individuate alcune aree che identificano i luoghi strategicamente importanti per lo sviluppo e la tutela delle popolazioni di uccelli che vi risiedono stanzialmente o stagionalmente, denominate aree IBA (Important Birds Areas).

Con la Legge n. 394/91 “Legge quadro sulle aree protette” le aree naturali protette sono classificate come Parchi Nazionali, Parchi Naturali Regionali e Interregionali, Riserve Naturali.

2.4.2.1 Rapporti con il Progetto

Dall’analisi della cartografia disponibile sul Portale Cartografico Nazionale all’indirizzo www.pcn.minambiente.it riportata in *Figura 2.4.2.1a*, emerge che le opere in progetto non interferiscono con alcuna area naturale protetta ne’ con alcun sito appartenente a Rete Natura 2000.

Nella *Tabella 2.4.2.1a* si riporta inoltre l’elenco delle aree protette più vicine all’area interessata dal Progetto e le rispettive distanze.

L’area naturale protetta più prossima all’area di intervento è la Riserva Naturale denominata “Monte Rufeno”, localizzata a circa 2 km in direzione nord rispetto al pozzo CG2.

Tabella 2.4.2.1a Distanze fra Aree Naturali Protette ed Area di Intervento

Area Protetta	Denominazione	Codice Identificativo	Distanza dall’Area di Intervento	Direzione
SIC/ZPS	Bosco del Sasseto	IT6010002	3,2 km	Nord
SIC/ZPS	Monti Vulsini	IT6010008	8 km	Sud Est
SIC	Medio corso del Fiume Paglia	IT6010001	4 km	Nord Est
SIC	Lago di Bolsena	IT6010007	6,3 km	Sud
ZPS	Lago di Bolsena	IT6010055	6,3 km	Sud
Riserva Naturale Regionale	Monte Rufeno	EUAP0273	2 km	Nord
IBA	Lago di Bolsena	IBA099	6,3 km	Sud

2.5 CONCLUSIONI

La *Tabella 2.5a* riassume sinteticamente i rapporti tra il progetto dell’Impianto Pilota Geotermico e gli strumenti di programmazione e pianificazione analizzati.

Tabella 2.5a *Compatibilità del Progetto dell’Impianto Pilota con gli Strumenti di Piano/Programma*

Piano/Programma	Prescrizioni/Indicazioni	Livello di compatibilità
Piano Energetico Regionale (PER)	Il PER costituisce uno schema di sintesi finalizzato ad individuare gli obiettivi strategici e le linee di indirizzo da perseguire oltre che a definire le politiche coerenti con gli obiettivi indicati, individuando gli interventi praticabili su entrambi i versanti della domanda e dell’offerta.	Il PER prevede lo sfruttamento della risorsa geotermica presente nel Comune di Castel Giorgio (TR) per la produzione congiunta di energia elettrica, calore ed anidride carbonica. Il progetto in esame risulta dunque allineato agli indirizzi individuati dal Piano Energetico Regionale.
Piano Urbanistico Regionale (PUT)	Il PUT definisce il quadro conoscitivo del territorio regionale per la formazione degli strumenti di pianificazione territoriale, urbanistica e di settore degli enti locali e rimanda a questi ultimi l’individuazione dettagliata degli ambiti individuati.	Il progetto risulta compatibile con indirizzi e prescrizioni del Piano in esame. L’Impianto Pilota in progetto non interessa alcuna area sottoposta a tutela ambientale.
Piano Paesaggistico Regionale (PPR)	Il PPR identifica il paesaggio a valenza regionale, attribuendo gli specifici valori di insieme in relazione alla tipologia e rilevanza delle qualità identitarie riconosciute, nonché le aree tutelate per legge e quelle individuate con i procedimenti previsti dal D.Lgs. 42/2004 e s.m.i., alle quali assicurare un’efficace azione di tutela.	L’Impianto Pilota interessa aree libere da vincoli paesaggistici ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.
Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Terni (PTCP)	Il PTCP costituisce strumento di indirizzo e di coordinamento per la pianificazione urbanistica comunale; è inoltre un piano di tutela nei settori della protezione della natura, della tutela dell’ambiente, delle acque e della difesa del suolo e della tutela delle bellezze naturali; in tal senso assume anche la valenza di piano paesaggistico.	Il progetto risulta compatibile con indirizzi e prescrizioni del Piano in esame. L’Impianto Pilota risulta esterno alle zone sottoposte a vincoli paesaggistici ed ambientali.
Programma di Fabbricazione del Comune di Castel Giorgio – Piano Strutturale Intercomunale di Allerona, Castel Viscardo e Castel Giorgio	Il Programma di Fabbricazione stabilisce le destinazioni d’uso dei suoli limitatamente al centro abitato. Il Piano Strutturale recepisce alla scala territoriale di propria competenza i vincoli sovraordinati ed identifica le principali destinazioni d’uso del territorio.	L’analisi della cartografia allegata alla Parte Strutturale del PRG recentemente approvata rivela che: <ul style="list-style-type: none"> • i pozzi di produzione CG1 e CG2 si collocano in Zona Agricola E, in particolare nel Sub Sistema S2 “Territorio Agricolo ad elevato potenziale produttivo del Podere Torraccia”; • il polo di reiniezione si colloca in Zona Agricola E, in particolare nel Sub Sistema S3 “Territorio Agricolo ad Elevato Potenziale Produttivo del Tavolato Vulcanico di Castel Giorgio”; • l’Impianto ORC ed il pozzo CG3 si collocano all’interno della perimetrazione identificata dal PRG come D1+D3_G (P2+P4_G) ovvero destinata ad “Attività Produttive” in generale ed “Attività Produttive legate alle risorse del sottosuolo, attività estrattive, insediamenti produttivi legati alla risorsa geotermica” - Sub Sistema P2-P4 Geotermia ed Attività

Piano/Programma	Prescrizioni/Indicazioni	Livello di compatibilità
		Estrattive; <ul style="list-style-type: none"> le tubazioni si sviluppano in parte lungo la viabilità esistente ed in parte in aree agricole.
Piano di assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere (PAI)	Il PAI si pone come obiettivo la ricerca di un assetto che, salvaguardando le attese di sviluppo economico, minimizzi il danno connesso ai rischi idrogeologici e costituisca un quadro di conoscenze e di regole atte a dare sicurezza alle popolazioni, agli insediamenti, alle infrastrutture ed in generale agli investimenti nei territori che insistono sul bacino del Fiume Tevere.	L'Impianto Pilota non interessa alcuna area soggetta a rischio idraulico ne' geomorfologico e nessuna fascia fluviale.
Aree Rete Natura 2000 e Aree Naturali Protette	Verificare la presenza di aree designate quali SIC, ZPS, SIR, IBA ed Aree Naturali Protette.	L'area naturale protetta più prossima all'area di intervento è la Riserva Naturale denominata "Monte Rufeno", localizzata a circa 2 km in direzione nord rispetto al pozzo CG2.

2.6

OPERE COMPLEMENTARI

Per la connessione dell’Impianto Pilota alla Rete di Enel Distribuzione è prevista la realizzazione di un elettrodotto aereo a 20 kV, della lunghezza di circa 10,7 km fino alla Cabina Secondaria n.54836 Nuova Itelco, localizzata nel Comune di Orvieto, in Provincia di Terni. Tale elettrodotto costituisce opera complementare del progetto “Impianto Pilota Geotermico di Castel Giorgio”.

Nel seguito sono identificati i principali rapporti tra la linea MT in progetto e gli strumenti di piano e programma già analizzati nei paragrafi precedenti per l’Impianto Pilota geotermico, applicabili alla tipologia di opera in esame. A scala comunale, oltre agli strumenti di pianificazione locale vigenti nel Comune di Castel Giorgio, sono stati considerati anche quelli del Comune di Orvieto, interessato dal tracciato per circa 7,8 km.

Il tracciato della linea elettrica in progetto è rappresentata in *Figura 2.6a*.

Si anticipa che la linea elettrica in progetto sarà soggetta ad autorizzazione paesaggistica, dato l’interessamento di alcune aree sottoposte a vincolo paesaggistico ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.. (aree boscate e fascia tutela Torrente Romealla) Tale autorizzazione sarà richiesta quando verrà presentata istanza per l’autorizzazione alla costruzione ed esercizio dell’Impianto Pilota al Ministero dello Sviluppo Economico.

2.6.1 Piano Urbanistico Territoriale (PUT)

2.6.1.1 Rapporti con il Progetto

Dall’analisi degli elaborati cartografici del PUT si evince che:

- Tavola n.6 “Insulae Ecologiche – Zone Critiche di adiacenza tra Insulae – Zone di Discontinuità Ecologica – Zone di Particolare Interesse Faunistico”, in cui è rappresentato il sistema di protezione faunistico-ambientale e paesaggistico del territorio regionale umbro: la linea MT risulta esterna alle aree critiche e sottoposte a tutela. Il tratto terminale dell’elettrodotto, per circa 1,5 km, ricade nella “Zona di Particolare Interesse Faunistico - SP Sistema del Peglia” per la quale le Norme Tecniche del PUT non prevedono prescrizioni ostative alla realizzazione di linee elettriche;
- Tavola n.8 “Zone di Elevata Diversità Floristico-Vegetazionale e Siti di Interesse Naturalistico”: la linea elettrica non interferisce con alcuna area tutelata;
- Tavola n.9 “Aree di Particolare Interesse Naturalistico-Ambientale”: la linea elettrica non interferisce con alcuna area naturalistica tutelata;
- Tavola n.11 “Aree di Particolare Interesse Geologico e Singolarità Geologiche”: i territori coinvolti dal tracciato risultano esterni alle aree soggette a tutela;
- Tavola n.13 “Parchi Istituiti ed Aree di Studio”: la linea elettrica risulta esterna alle aree individuate nella carta in esame.

- Tavole n.23 “Centri Storici, Architettura Religiosa e Militare”, n.24 “Ville, Giardini, Parchi ed Edificato Civile di Particolare Rilievo Architettonico e Paesistico”, n.25 “Siti Archeologici ed Elementi del Paesaggio Antico”, n.26 “Viabilità Storica, Abbazie e Principali Siti Benedettini”, n.28 “Zone di Tutela dei Monasteri Benedettini e dell’Antica Via Flaminia”: non si rilevano interferenze tra la linea elettrica in progetto ed i beni puntuali e lineari individuati nelle tavole in esame;
- Tavola n.27 “Ambiti di Tutela Paesistica ai sensi della Legge 29/06/1939 n.1497 e Legge 08/08/1985 n.431, Zone Archeologiche e Parchi”: la linea in progetto interessa alcune aree boscate sottoposte a tutela ai sensi del D.Lgs.42/04 e s.m.i. art.142 comma 1, lett.g). Per dettagli riguardo a tale interferenza si rimanda all’analisi dei piani subordinati che presentano cartografie dei vincoli a scale minori.

2.6.2 *Piano Paesaggistico Regionale Regione Umbria (PPR)*

2.6.2.1 **Rapporti con il Progetto**

Dall’analisi della Tavola QC5.1 “Carta delle Aree di Notevole Interesse Pubblico” emerge che la linea elettrica non interessa alcuna area di notevole interesse pubblico.

La Tavola QC5.2 “Carta delle Aree Tutelate per Legge” evidenzia che la linea elettrica interessa parzialmente alcune zone sottoposte a tutela paesaggistica, quali aree boscate e fasce di rispetto dei corsi d’acqua, ai sensi dell’art.142 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.. Data la scala di rappresentazione della carta in esame per dettagli si rimanda ai piani comunali di cui ai *Paragrafi 2.6.4 e 2.6.5*.

Con riferimento alle strutture identitarie identificate dal Piano Paesaggistico Regionale si fa inoltre presente che il tracciato interessa marginalmente la struttura 6.SC.1 “Orvieto, la Rupe Tufacea e la Città Sotterranea, il Tavolato Vulcanico di Porano”. È stata pertanto consultata la Scheda di descrizione della struttura identitaria 6.SC.1 allegata al Piano Paesaggistico Regionale, in cui sono identificate e caratterizzate le risorse fisico-naturalistiche, storico-culturali e sociali-simboliche proprie di tale ambito. L’analisi di tale Scheda evidenzia tuttavia che gli elementi identitari dell’ambito in oggetto, nel tratto in cui il tracciato vi interferisce, sono sostituiti da altri del tutto estranei ai caratteri originari, quali l’Autostrada A1, la linea ferroviaria dell’Alta Velocità, aree produttive consolidate - quali Fontanelle Bardano - ed altre linee elettriche anche ad Alta Tensione. In dettaglio, la Scheda riporta per questa zona: *“il paesaggio si caratterizza, in particolare per il contesto a nord-est della rupe, per l’attraversamento infrastrutturale dell’Autostrada, che cammina parallelamente al corso del Fiume Paglia, e per le espansioni urbane avvenute a valle di Orvieto e che hanno generato gli abitati di Sferracavallo, Gabelletta e Orvieto Scalo”*.

In conclusione si può ritenere che la linea in progetto, in considerazione delle proprie caratteristiche tecniche e del contesto in cui si inserisce, non introduca alcuna criticità alla struttura identitaria esaminata.

2.6.3 ***Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Terni (PTCP)***

2.6.3.1 **Rapporti con il Progetto**

L'analisi della cartografia allegata al PTCP mostra che:

- Tavola 5 “Emergenze di Interesse Storico e Archeologico”: la linea elettrica non interferisce con alcun elemento classificato come emergenza di interesse storico e archeologico;
- Tavola 6 “Carta dei Vincoli e delle Emergenze di Livello Territoriale”: la linea elettrica si sviluppa per buona parte in aree sottoposte a vincolo idrogeologico. Verrà quindi predisposta la documentazione necessaria ad ottenere il parere di nulla osta idrogeologico;
- Tavola I “Progetto di Struttura”: la linea in progetto interessa, tra i sostegni S56 e S63, la fascia di rispetto di 150 m apposta al Torrente Romealla, tutelato ai sensi del D.Lgs.42/04 e s.m.i. art.142, comma 1, lett.c). Per dettagli riguardo a tale interferenza si rimanda all'analisi dei piani sottordinati che presentano cartografie dei vincoli a scale minori.

2.6.4 ***Piano Regolatore Generale Intercomunale dei Comuni di Allerona-Castel Giorgio-Castel Viscardo (PRGI)***

2.6.4.1 **Rapporti con il Progetto**

Dall'analisi della Tavola Cr.2_PR6 “Instabilità e Criticità” Quadrante V allegata alla Parte Strutturale del PRG emerge che la linea MT, dopo il tratto iniziale che si stacca dalla cabina di consegna localizzata in area destinata ad attività produttive, si sviluppa principalmente in Zona Agricola E, in particolare nei Sub Sistemi S2 “Territorio Agricolo ad elevato potenziale produttivo del Podere Torraccia” e S1b “Territorio con agricoltura marginale del Tavolato vulcanico del Poderetto e colline del Torrente Romealla”. Inoltre alcuni tratti della linea interessano aree appartenenti al Sub Sistema Sb “Formazioni vegetali a carattere boschivo” (queste ultime perimetrazioni corrispondono ai boschi). Si veda *Figura 2.6.4.1a*.

2.6.5 ***Piano Regolatore Generale del Comune di Orvieto (PRG)***

Il Comune di Orvieto è dotato di Variante Generale alla Parte Strutturale del Piano Regolatore Generale, approvata con Delibera di Consiglio Comunale n. 169 del 01 dicembre 2008.

2.6.5.1 **Rapporti con il Progetto**

Sono state consultate le seguenti tavole di Piano:

- Tavola 24 “Ambito Territoriale Rurale” e Tavola 25 “Ambito Territoriale Urbano”: la linea in progetto interessa principalmente Zone Agricole E, nel dettaglio aree E3a “Aree agricole del tavolato vulcanico con caratteri rurali

storicizzati”, E2a “Aree agricole di conservazione dei caratteri paesistici storicizzati”, E2c “Aree agricole con insediamento residenziale diffuso”, E1b “Aree agricole di fondovalle con corsi d’acqua e boschi di ripa”. Un breve tratto della linea in arrivo alla Cabina Nuova Itelco interessa una zona per attività produttive D (si veda *Figura 2.6.5.1a*);

- Tavola 5.1 “Perimetrazione delle aree boscate”: il tracciato della linea in progetto interessa per alcuni tratti aree boscate (si veda *Figura 2.6.5.1b*).

2.6.6 *Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere (PAI)*

2.6.6.1 **Rapporti con il Progetto**

In *Figura 2.6.6.1a* sono rappresentati il tracciato dell’elettrodotto e le aree a rischio geomorfologico e idraulico sul reticolo principale e secondario identificate dal Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere.

Come visibile, la linea elettrica in progetto non interessa alcuna zona a rischio geomorfologico ne’ a rischio idraulico sul reticolo principale ne’ su quello secondario: si vedano in dettaglio le finestre n.2 e n.3 della *Figura 2.6.6.1a* dove sono rappresentate rispettivamente le fasce fluviali apposte al Fiume Paglia, localizzate in direzione nord est oltre l’Autostrada A1, e quelle apposte al Fosso Albergo la Nona.

La soluzione di connessione proposta consente dunque di evitare completamente l’interessamento delle fasce fluviali in corrispondenza del Fosso Albergo La Nona.

Si precisa inoltre che, in aggiunta al fatto che non vi sia alcuna interferenza dell’elettrodotto nella versione ridotta con le fasce fluviali identificate dal PAI, le Norme di Piano riportano quanto segue:

- per la Fascia A, l’art.28 punto 3 specifica le tipologie di opere per le quali è previsto il parere di cui al R.D. n.523/1904 rilasciato dall’Autorità competente in materia idraulica: le linee MT non rientrano tra le categorie elencate;
- per la Fascia C l’art.30 punto 3 stabilisce che “l’*autorità idraulica competente esprime parere di cui al R.D. n. 523/1904 nei casi di nuove realizzazioni di infrastrutture lineari quali ferrovie, autostrade e strade extraurbane*”, dunque anche in questo caso non sono contemplate le linee elettriche come quella in studio.

Il parere di cui al R.D. n.523/1904 risulta quindi *comunque* non necessario per la tipologia di opera in questione.

2.6.7 *Aree Appartenenti alla Rete Natura 2000 e Aree Naturali Protette*

L’elettrodotto in progetto non interferisce con alcuna area naturale protetta ne’ con alcun sito appartenente a Rete Natura 2000.

Nella *Tabella 2.6.7a* si riporta inoltre l'elenco delle aree protette più vicine all'area interessata dalla realizzazione dell'elettrodotto e le rispettive distanze.

Tabella 2.6.7a Distanze fra Aree Naturali Protette ed Elettrodotto in Progetto

Area Protetta	Denominazione	Codice Identificativo	Distanza dall'Elettrodotto	Direzione
SIC/ZPS	Bosco del Sasseto	IT6010002	4,3 km	Nord Ovest
SIC/ZPS	Monti Vulsini	IT6010008	9,2 km	Sud
SIC	Medio corso del Fiume Paglia	IT6010001	4,6 km	Nord
SIC	Bosco dell'Elmo (Monte Peglia)	IT5220003	6,2 km	Nord Est
SIC	Lago di Bolsena	IT6010007	7,6 km	Sud
ZPS	Lago di Bolsena	IT6010055	7,6 km	Sud
Riserva Naturale Regionale	Monte Rufeno	EUAP0273	3 km	Nord
IBA	Lago di Bolsena	IBA099	7,6 km	Sud Ovest
IBA	Valle del Tevere	IBA220	9,7 km	Sud Est

2.7 CONCLUSIONI

La *Tabella 2.7a* riassume sinteticamente i rapporti tra il progetto della linea MT dall'Impianto Pilota Geotermico alla Cabina Secondaria Nuova Itelco e gli strumenti di programmazione e pianificazione analizzati.

Tabella 2.7a Compatibilità del Progetto della Linea MT con gli Strumenti di Piano/Programma

Piano/Programma	Prescrizioni/Indicazioni	Livello di compatibilità
Piano Urbanistico Regionale (PUT)	Il PUT definisce il quadro conoscitivo del territorio regionale per la formazione degli strumenti di pianificazione territoriale, urbanistica e di settore degli enti locali e rimanda a questi ultimi l'individuazione dettagliata degli ambiti individuati.	La Linea in progetto interessa alcune aree boscate sottoposte a tutela ai sensi del D.Lgs.42/04 e s.m.i. art.142 comma 1, lett.g).
Piano Paesaggistico Regionale (PPR)	Il PPR identifica il paesaggio a valenza regionale, attribuendo gli specifici valori di insieme in relazione alla tipologia e rilevanza delle qualità identitarie riconosciute, nonché le aree tutelate per legge e quelle individuate con i procedimenti previsti dal D.Lgs. 42/2004 e s.m.i., alle quali assicurare un'efficace azione di tutela.	La linea elettrica interessa parzialmente alcune zone sottoposte a tutela paesaggistica, quali aree boscate e fasce di rispetto dei corsi d'acqua, ai sensi dell'art.142 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i..
Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Terni (PTCP)	Il PTCP costituisce strumento di indirizzo e di coordinamento per la pianificazione urbanistica comunale; è inoltre un piano di tutela nei settori della protezione della natura, della tutela dell'ambiente, delle acque e della difesa del suolo e della tutela delle bellezze naturali; in tal senso assume anche la valenza di piano paesaggistico.	La linea elettrica si sviluppa per buona parte in aree sottoposte a vincolo idrogeologico. Verrà quindi predisposta la documentazione necessaria ad ottenere il parere di nulla osta idrogeologico. La linea in progetto interessa, tra i sostegni S56 e S63, la fascia di rispetto di 150 m apposta al Torrente Romealla, tutelato ai sensi del D.Lgs.42/04 e s.m.i. art.142, comma 1, lett.c).

Piano/Programma	Prescrizioni/Indicazioni	Livello di compatibilità
Piano Strutturale Intercomunale di Allerona, Castel Viscardo e Castel Giorgio	Il Piano Strutturale recepisce alla scala territoriale di propria competenza i vincoli sovraordinati ed identifica le principali destinazioni d'uso del territorio.	La linea MT, dopo il tratto iniziale che si stacca dalla cabina di consegna localizzata in area destinata ad attività produttive, si sviluppa principalmente in Zona Agricola E. Inoltre alcuni tratti della linea interessano aree appartenenti al Sub Sistema Sb "Formazioni vegetali a carattere boschivo".
Piano Regolatore Generale del Comune di Orvieto	Il PRG definisce la zonizzazione del territorio comunale ed individua le aree sottoposte a tutela presenti.	La linea in progetto interessa principalmente Zone Agricole E. Il tracciato interessa per alcuni tratti aree boscate.
Piano di assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere (PAI)	Il PAI si pone come obiettivo la ricerca di un assetto che, salvaguardando le attese di sviluppo economico, minimizzi il danno connesso ai rischi idrogeologici e costituisca un quadro di conoscenze e di regole atte a dare sicurezza alle popolazioni, agli insediamenti, alle infrastrutture ed in generale agli investimenti nei territori che insistono sul bacino del Fiume Tevere.	La linea elettrica in progetto non interessa alcuna zona a rischio geomorfologico ne' a rischio idraulico sul reticolo principale ne' su quello secondario.
Aree Rete Natura 2000 e Aree Naturali Protette	Verificare la presenza di aree designate quali SIC, ZPS, SIR, IBA ed Aree Naturali Protette.	L'elettrodotto in progetto non interferisce con alcuna area naturale protetta ne' con alcun sito appartenente a Rete Natura 2000.

3 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

3.1 IL CAMPO GEOTERMICO DI TORRE ALFINA

3.1.1 Inquadramento Geologico

Le opere in progetto si collocano nell'area del Campo Geotermico di Torre Alfina.

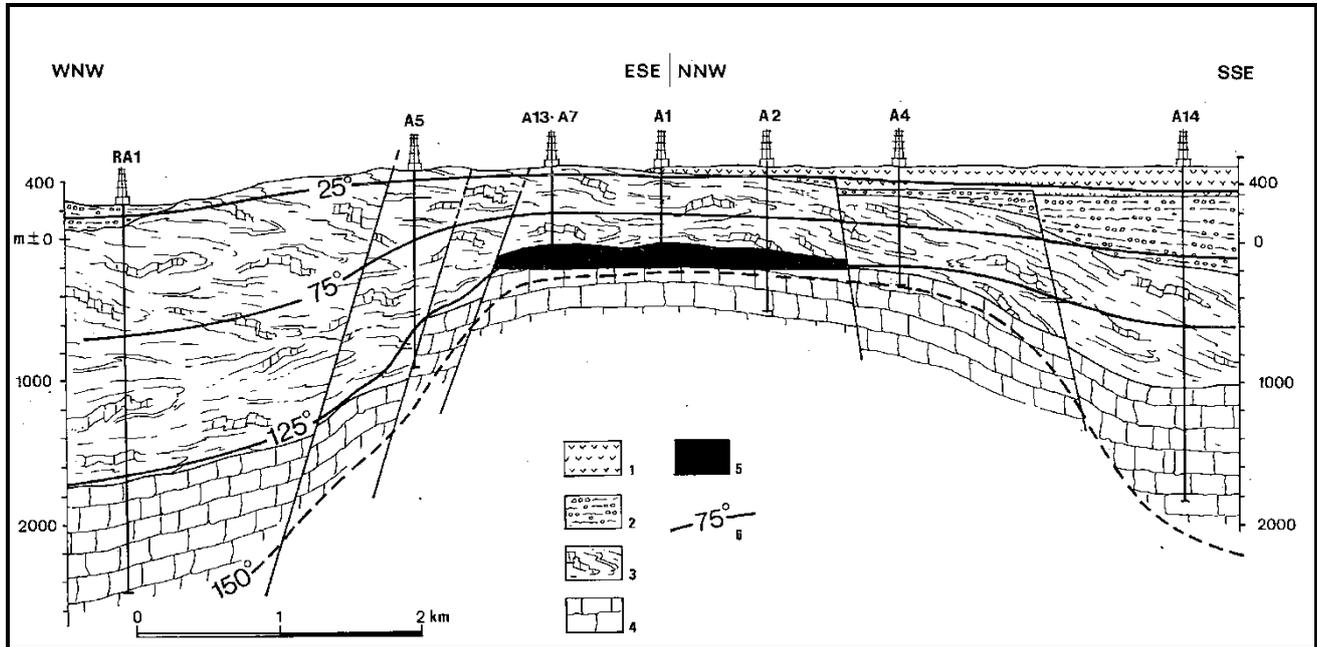
Il campo geotermico di Torre Alfina è ubicato al confine fra le Province di Terni e Viterbo ed è stato scoperto dall'ENEL nel 1973; l'area è stata oggetto di numerosi studi e interpretazioni, riportati in *Allegato 3 al Progetto Definitivo*, cui si rimanda per un completo inquadramento geologico, geochimico, geofisico, sismico e idrogeologico della zona.

3.1.2 Caratteristiche Produttive del Campo Geotermico

Ad oggi sono stati perforati n. 10 pozzi di cui 5 (A4, A7, A13, A14, RA1) con ottime caratteristiche di permeabilità, 2 sterili (A2, A5) ed altri tre inizialmente permeabili ma inutilizzabili (A1, A1 BIS, A15). La localizzazione dei pozzi del campo geotermico di Torre Alfina è riportata in *Figura 1.1a*.

La profondità dei pozzi varia da 600 m al massimo di 4.826 m del pozzo Alfina 15, perforato con obiettivi di studio; ma nella maggior parte dei pozzi risulta tuttavia compresa tra 600 e 800 m, come visibile dalla seguente *Figura 3.1.2a* che non riporta tuttavia il pozzo A15.

Figura 3.1.2a *Sezione Geologica Schematica su una Traccia in Corrispondenza dei Pozzi Indicati. 1) Complesso vulcanico 2) Complesso dei depositi marini pliocenici 3) Complesso in facies ligure ed australpina interna 4) Complesso in facies toscana 5) Estensione della Cappa di gas 6) Isotherme in °C . Da Buonasorte et al 1988*



Il serbatoio geotermico è ospitato nel complesso carbonatico sottostante la copertura flyschoida ed è costituito da una cappa di gas dello spessore di circa 100 m alla sommità della struttura (circa 600 m dal piano campagna) al di sotto della quale si trova la fase liquida (acqua saturata di CO₂) per uno spessore imprecisato ma comunque superiore al km.

I pozzi che interessano la sommità della struttura producono quindi gas (A1, A1 bis, A13), mentre quelli ai bordi producono acqua (A4, A14, RA1) con qualche per cento di CO₂ disciolta. In particolare, per quanto riguarda i pozzi situati nell'area oggetto del presente progetto, il pozzo Alfina 4 attinge alla zona ad acqua ed ha una buona capacità produttiva (circa 250 t/h); il pozzo A14 è del tutto simile al pozzo A4 e se ne distingue per una maggiore produttività.

Al di fuori dell'area di interesse del progetto si incontrano anche altri pozzi perforati da Enel negli anni '70-'80 e qui non indicati.

Il pozzo A7, avendo incontrato permeabilità in corrispondenza dell'interfaccia gas-acqua, aveva prodotto gas e acqua in proporzioni variabili in dipendenza della posizione dell'interfaccia al momento dell'erogazione e della portata.

Il pozzo profondo A15, fu perforato a fine anni '80 a fini stratigrafici. Il pozzo ha raggiunto la profondità di 4815m incontrando il serbatoio geotermico a 1050m circa, quindi ad una profondità nettamente superiore a quella rilevata con negli altri pozzi perforati nella zona adiacente la cappa di gas che, non è stata pertanto intercettata dall'A15.

Esso ha dimostrato l'esistenza di un unico serbatoio carbonatico fino almeno a fondo pozzo.

Inoltre fu perforato il pozzo RA1, il più lontano dall'area di interesse da cui dista oltre 6 Km. Esso raggiunge l'acquifero a maggiore profondità, circa 1930 m, a conferma della forma "a fungo" del serbatoio, come riportato nei documenti pubblicati da Enel.

Il pozzo ha mostrato una limitatissima capacità produttiva spontanea.

Proprio a causa della sua limitatissima capacità produttiva, il pozzo era stato oggetto di tentativi di fratturazione per aumentarne artificialmente la capacità iniettiva. L'operazione consistette in un pompaggio prolungato di acqua dalla testa pozzo a portate variabili e ad alta pressione per creare fratture nella formazione profonda del serbatoio, provocare la loro diffusione nella speranza di intercettare zone permeabili del serbatoio.

Di fatto si tentò di realizzare un'operazione che oggi è conosciuta come Enhanced Geothermal System (EGS), tendente a realizzare, per fratturazione artificiale delle rocce, un serbatoio geotermico artificiale laddove esso non esisteva o quanto meno a creare un collegamento artificiale tra il pozzo e un serbatoio.

L'operazione fu interrotta perché dette luogo a fenomeni di sismicità indotta che, per quanto di modesta intensità, oltre ad essere rilevati dalle stazioni sismiche dell'Enel furono avvertiti in superficie dalla popolazione.

Le temperature del giacimento sono abbastanza uniformi e variano fra 125 e 150°C (*Buonasorte et al. 1988, Barelli et al., 1978*).

3.1.2.1 Caratteristiche Produttive dei Pozzi

Su tutti i pozzi perforati, sono state eseguite prove di fisica del serbatoio durante e/o alla fine della perforazione per conoscere il fluido prodotto e le caratteristiche della formazione.

Oltre a queste prove eseguite con l'impianto di perforazione ancora sul posto, sono state eseguite prove di lungo termine ai pozzi A1 bis e A7.

Le prove eseguite hanno fornito informazioni sufficienti alla comprensione dei fenomeni più importanti che possono avvenire nel serbatoio geotermico di Torre Alfina nel corso dello sfruttamento ed hanno consentito di determinare le caratteristiche produttive di ogni singolo pozzo riassunte nella *Tabella 3.1.2.1a*.

Tabella 3.1.2.1a Caratteristiche Produttive dei Pozzi di Torre Alfina

Pozzo	Temperatura Fondo pozzo C	Portata CO ₂ ** t/h	Portata liquida t/h
A1	130		non utilizzabile
A1 BIS			non utilizzabile
A2	130	Sterile	
A4	140	5	250
A5	140	Sterile	
A7	130	6	300
A13 *	130	6	300
A14	140	5	250
RA1	140	3	150
A15			

* Il pozzo A13 ha erogato solo CO₂ nell'ambito della concessione mineraria Enel di cui al *Paragrafo 1.1*. I dati indicati in tabella per la portata di liquido si riferiscono a previsioni effettuate nell'ipotesi di completo esaurimento nella cappa di CO₂ sovrastante l'acquifero.

** E' stata stimata (*Barelli et al., 1978*) una ricarica di CO₂ naturale pari a circa 7 t/h. Producendo da tutto il campo meno di 7 t/h i pozzi A7-A13 non evolveranno mai ad acqua.

3.1.2.2 Potenzialità della Risorsa Geotermica

Come mostrato precedentemente:

- il campo geotermico è contenuto nelle rocce carbonatiche permeabili per fratturazione ed è confinato superiormente da una copertura impermeabile (costituita da terreni in facies di Flysch);
- in corrispondenza della culminazione delle rocce carbonatiche è presente una cappa di gas (CO₂) avente una pressione di circa 45 bar ed uno spessore dell'ordine di 100 m. L'acqua contenuta nel campo geotermico ha una salinità di circa 5000 ppm ed in essa è disciolta anidride carbonica nella misura del 2% circa. Tale quantitativo è dell'ordine di almeno 1x10⁶ tonnellate (*Barelli et al 1978*);
- al di sotto della cappa di gas risiede un acquifero con una temperatura sostanzialmente uniforme il cui valore medio risulta 140°C.

I calcoli eseguiti per la stima del potenziale del serbatoio indicano che l'estrazione di potenze termiche pari a quelle del progetto in oggetto sono assolutamente compatibili con le potenzialità del serbatoio.

3.1.3 Caratteristiche Chimiche del Fluido e Capacità Incrostanti

Nel corso delle erogazioni dei pozzi di Torre Alfina, si sono potuti raccogliere numerosi campioni e ricostruire la composizione tipica del fluido in condizioni di serbatoio.

Le analisi chimiche medie dei pozzi così come riportate in *Buonasorte et al (1988)* sono riassunte nella seguente *Tabella 3.1.3.1a*. La composizione media del gas raccolto durante le prove di produzione è invece riportato nella *Tabella 3.1.3.1b*.

I dati idrogeochimici sono stati raccolti nel corso di numerose e prolungate prove di produzione che avevano permesso ad Enel di formulare anche ipotesi di sfruttamento e che hanno condotto all'ottenimento di una concessione mineraria per lo sfruttamento della risorsa geotermica per la produzione di gas.

Alcuni aspetti dovranno essere definitivamente accertati in corso di realizzazione dei pozzi mentre altri dovranno trovare conferma della loro validità. Tuttavia i margini di incertezza sono da considerarsi molto ridotti e non in grado di inficiare il valore e l'affidabilità al progetto presentato. Questa scelta è perfettamente in linea anche con la "Direttiva per la prima attuazione" del D.Lgs. 22/2010 emanata dal Ministero dello Sviluppo Economico in data 01/07/2011.

Restano da accertare la rispondenza tra produttività attesa dei pozzi e quella reale ma, come in tutte le attività minerarie, le risposte potranno venire solo dalle nuove perforazioni.

Inoltre, un piccolo margine di incertezza resta sul contenuto effettivo di gas disciolto nell'acqua del serbatoio, mentre per la temperatura del fluido e per la composizione chimica delle acque le conferme ricevute in passato lasciano pochi dubbi sui loro valori effettivi.

Le poche incertezze legate alle caratteristiche esatte del fluido geotermico potrebbero essere eliminate prelevando campioni dai pozzi Alfina 4 e Alfina 14 tuttora aperti. Essi infatti si trovano nello stato attuale da decenni e il fluido presente nel fondo pozzo è sicuramente rappresentativo dello stato naturale del serbatoio geotermico. L'analisi di campioni di fluido prelevati dal fondo pozzo o in prossimità di esso fornirebbe risultati importanti ai fini della caratterizzazione chimico-fisica del serbatoio. L'esistenza dei pozzi nelle condizioni in cui si trovano tuttora costituisce un'opportunità unica, quasi un laboratorio a disposizione sia dell'operatore che ha presentato il progetto, sia dell'Autorità pubblica chiamata per legge a esercitare la vigilanza e la custodia della risorsa geotermica.

Per questo motivo ITW&LKW Geotermia Italia SpA ha chiesto al Ministero e alla Regione di poter eseguire il campionamento del fluido nei due pozzi facendosi carico di tutti gli oneri, incluse la gestione dei pozzi e la loro eventuale chiusura mineraria.

In assenza di questa disponibilità, saranno i risultati di campo a seguito delle nuove perforazioni, a fornire le informazioni per un affinamento e una calibrazione del progetto senza nulla togliere alla validità di questo.

3.1.3.1 Incrostazioni da Carbonato di Calcio

Ci preme qui sottolineare che, nel corso della produzione, tutti i pozzi avevano evidenziato grossi problemi di incrostazione da carbonato di calcio.

Per i diversi metodi di trattamento delle incrostazioni si rimanda a *R. Corsi 1986, 1987*.



Tabella 3.1.3.1a Analisi Chimiche del Fluido Prodotto dai Pozzi di Torre Alfina (da Buonasorte et Alii 1988)

N° camp.	DATA camp.	T °C	PH	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Petot mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	B tot mg/l	SiO ₂ tot. mg/l	H ₂ S tot. mg/l	TDS mg/l	Σcat Σ an
PP1 A1 bis	9/9/74	102	7.20	2020	144	158	20.0	n.d.	20.7	2480	1280	439	22.7	439	as.te	6690	1.017
PP2 2) A1 bis	29/11/74	116	7.70	1970	171	137	20.0	n.d.	38.7	2110	1800	374	32.2	101	as.te	5560	1.014
PP3 3) A1 bis	29/11/74	117	7.70	1940	171	131	14.0	n.d.	43.4	2100	1670	426	38.5	128	as.te	5980	1,017
PP4 A4	1/9/74	119	8.70	1800	2000	10	11.0	n.d.	25.0	2630	59	405	28.7	176	tracce	5340	0.917
PP5 A4	3/9/74	119	8.60	2030	225	8	12.0	n.d.	9.5	2950	87	427	30.5	204	as.te	6040	0.930
PP6 4) A4	3/9/74	119	8.40	2000	205	22	12.0	n.d.	19.0	2660	550	419	28.4	190	as.te	5940	1.017
PP7 A7	4/2/74	90	7.30	2160	117	147	14.0	0.87	21.4	2460	n.d.	543	21.7	96	as.te	n.d.	1.323
PP8 5) A7	11/2/76	90.9	7.35	2300	144	139	19.0	0.52	18.6	2640	2110	70	22.7	103	as.te	6450	1.025
PP9 5) A7	16/2/76	90	7.30	2330	153	134	16.0	0.42	12.0	2660	2090	79	23.4	106	as.te	6350	0.893
PP10 A7	5/7/75	80	6.90	2250	165	148	20.0	1.40	19.2	2700	1440	511	25.0	117	as.te	6530	1.020
PP11 A7	7.7.75	81	7.40	2250	149	71	24.0	0.20	19.0	2610	1320	505	24.8	117	as.te	6290	1,019
PP12 RA1	12/10/76	80.3	7.00	1840	175	240	40.0	n.d.	27.0	2160	1750	554	8.9	106	as.te	5910	0,998
PP13 RA1	19/10/74	80	7.20	2070	168	151	44.2	n.d.	28.5	2320	1760	522	22.5	129	as.te	6180	1.018
PP14 RA1	21.10/76	67	6.20	1830	168	265	96.0	n.d.	32.0	2160	1930	561	25.5	111	as.te	6080	1.023
PP15 6) RA1 7)	21/10/76	130	6.80	1940	168	225	29.0	38	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	96	n.d.	n.d.	

1) Sotto il codice del campione viene indicata la sigla del pozzo da cui esso è stato raccolto; 2) Campionamento con Kuster a 620 m dal p.c.; 3) Idem a 627 m dal p.c.; 4) Alla portata massima di circa 300 t/h; 5) Le composizioni sono ricostruite includendo nel liquido il vapore prodotto durante l'erogazione; 6) Campionamento con Kuster a 2000 m dal p.c.; 7) Determinati solo i cationi per mancanza di un adeguato volume di campione.

Tale fenomeno si origina dal fatto che la soluzione nel serbatoio è praticamente satura in ioni Ca⁺⁺ e HCO₃⁻ e in ioni CO₃⁻ essendo in equilibrio con un gas (anidride carbonica al 98%).

Quando inizia la produzione di fluido in assenza di pompaggio, la pressione diminuisce passando da valori dell'ordine dei 45 bar presenti nel serbatoio a valori di circa 5-6 bar dell'erogazione spontanea.

Tabella 3.1.3.1b Analisi Chimiche dei Gas Prodotti dai Pozzi di Torre Alfina (da Buonasorte et Alii 1988)

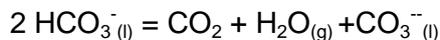
 TABELLA F
 COMPOSIZIONE DEI GAS EROGATI DAI POZZI GEOTERMICI E PARAMETRI D'EROGAZIONE

CAMPIONE	DATA	COMPOSIZIONE GAS NATURALE (% Volume)						GAS/VAP Nl/Kg	PORTATA t/h	PRESSIONE B.P. Atm	TEMP. B.P. °C
		CO ₂	N ₂	O ₂	H ₂	CH ₄	H ₂ S				
G1 - A1	11/6/73	98.5	1.31	tracce	assente	0.145	tracce	ca.100%gas	200 1)	9.0	n.d.
G2 - A1 2)	5/7/73	98.6 ± 0.1	1.24 ± 0.04	tracce	assente	0.180±0.020	assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
G3 - A1 3)	2/7/73	98.3	1.53	tracce	tracce	0.207	assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
G4 - A1	18/4/74	98.1	1.65	assente	assente	0.193	assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
G5 - A1bis 4)	20-22/5/74	98.6	1.24	tracce	tracce	0.180	tracce	100% gas	187 ± 20%	5.5	n.d.
G6 - A1bis	25/6/74	98.6	1.24	assente	assente	0.149	tracce	n.d.	304	4.5	102
G7 - A1bis	26/6/74	98.7	1.16	assente	assente	0.145	tracce	10120	272	26.2	103.5
G8 - A1bis	28/6/74	98.8	1.17	assente	assente	0.161	tracce	ca.100%gas	163	38.5	112.4
G9 - A1bis	2/7/74	98.8	1.09	assente	assente	0.139	tracce	100%gas	165	37.0	112.2
G10 - A7	1/7/75	98.8	0.961	tracce	tracce	0.161	0.088	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
G11 - A7	7/7/75	98.9	0.885	tracce	tracce	0.129	0.052	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
G12 - A7	6/2/76	98.8	0.921	assente	tracce	0.150	0.091	8000 5)	155/141 6)	32.1	106.8
G13 - A7	12/2/76	98.9	0.912	assente	tracce	0.143	0.085	4960 5)	108/154 6)	29.6	107.7
G14 - A7	18/2/76	98.9	0.887	assente	tracce	0.144	0.058	2570 5)	51/140 6)	25.6	106.0

1) Stimato; non è stato possibile eseguire misure; 2) Emanazioni gassose sul piazzale del sondaggio. Valore medio e deviazione standard di vari campioni; 3) Gas di un pozzetto spia sul piazzale del sondaggio; 4) Media dei campioni raccolti tra le date indicate; 5) Rapporto calcolato includendo il trascinato nel vapore; 6) Portate di gas e di liquido rispettivamente.

n.d.: non disponibile — B.P.: bocca-pozzo.

Tale abbassamento di pressione provoca lo spostamento sulla destra del seguente equilibrio:



e quindi l'aumento di concentrazione degli ioni CO_3^{2-} che fa diminuire la solubilità della calcite provocandone la deposizione.

Una discussione più dettagliata degli equilibri chimici è riportata negli articoli citati.

Per la risoluzione del problema Enel aveva proposto un impianto per l'iniezione di inibitore in pozzo descritto in Corsi R, Culivicchi G, Sabatelli F., 1985.

Tale sistema, oltre ai costi relativi al consumo di inibitore, era di difficile realizzazione e comunque manteneva intatta la problematica relativa alla dispersione dei gas incondensabili in atmosfera.

Nel presente progetto si prevede l'utilizzazione di una pompa immersa, che mantenga in tutto il circuito di sfruttamento del calore una pressione sempre maggiore della pressione alla quale l'anidride carbonica disciolta nella soluzione geotermica libera. In questo modo sarà possibile impedire in ogni punto del circuito la liberazione del gas e quindi la deposizione di incrostazioni.

3.1.3.2

Incrostazioni da silice amorfa

Uno dei principali problemi connessi allo sfruttamento dell'energia geotermica è dato dalla possibilità di formazione di incrostazioni derivanti dalla precipitazione di silice amorfa a seguito della diminuzione di temperatura connessa allo sfruttamento (R. Corsi 1985,1987). I problemi di incrostazione da silice sono soprattutto presenti in campi ad alta temperatura i cui fluidi contengono quantità rilevanti di silice, generalmente saturi alla temperatura di serbatoio.

Poiché la cinetica di deposizione della silice amorfa è lenta, in quasi tutti i campi geotermici ad alta temperatura è tollerabile una leggera sovrasaturazione in quanto la lentezza della deposizione non permette la formazione di incrostazioni rilevanti.

Nel caso particolare del campo geotermico di Torre Alfina le basse temperature del serbatoio (circa 140°) permettono la dissoluzione di quantità di silice piuttosto modesta : dalla *Tabella 3.1.3.2a* si può notare come le concentrazioni di silice siano sempre inferiori a 200 mg/l se si eccettua il dato del pozzo A1bis probabilmente affetto da errore.

Tale valore di 200 mg/l deve essere confrontato con la concentrazione di saturazione ricavata dalle pubblicazioni di *Gunnarson and Arnorsson, 2000* e *Fournier and Rowe, 1973*.

Come si può notare a 70°C la concentrazione di saturazione è superiore a 200 mg/l con entrambe le correlazioni. Se ne deduce che anche a temperature dell'ordine di 60°C non si verificheranno incrostazioni relative. Poiché la temperatura di reiniezione prevista è di 70°C sono esclusi problemi di incrostazione da silice.

Tabella .3.1.3.2a Concentrazioni di Equilibrio di Silice Amorfa in Soluzioni Acquose (Gunnarson and Arnorsson 2001 and Fournier and Rowe 1973)

Temperatura °C	Solubilità secondo Gunnarson and Arnorsson 2000 mg/l	Solubilità secondo Fournier & Rowe 1977 mg/l
40	122,8	152,9
50	146,1	180,7
60	172,0	211,3
70	200,4	244,8
80	231,5	281,3
90	265,1	320,8
100	301,2	363,3
110	339,5	408,7
120	380,0	457,0
130	422,6	508,3
140	466,9	562,4
150	512,7	619,3
160	559,9	678,9
170	608,1	741,1
180	657,0	806,0
190	706,4	873,3

3.1.4

Scelta del Numero e dell'Ubicazione dei Pozzi

In conclusione, considerando le produttività dei pozzi mostrate nel *Paragrafo 3.1.2.1*, le caratteristiche delle pompe immerse necessarie a mantenere la pressione nel circuito geotermico al di sopra del punto di bolla della anidride carbonica, si ritiene che, per il progetto Castel Giorgio, siano necessari cinque pozzi produttivi e quattro pozzi reiniettivi, per produrre circa 5 MW elettrici e far fronte alle eventuali richieste di calore del compressorio industriale di Castel Giorgio.

Per lo sviluppo del progetto si è ritenuto opportuno selezionare aree per la perforazione dei pozzi produttivi nei dintorni del pozzo Alfina 4 e dei pozzi reiniettivi aree nei dintorni del vecchio pozzo Alfina 14 (si veda *Figura 3.1.2a* dove è anche visibile, in forma schematica, la cappa di gas che caratterizza il serbatoio geotermico).

Il pozzo produttivo A4 è infatti ubicato in una posizione abbastanza baricentrica del campo; pertanto viene naturale ubicare il polo produttivo nell'intorno del pozzo A4 ed ubicare il polo reiniettivo in una posizione più defilata, intorno al pozzo Alfina 14, in modo da limitare al massimo l'interferenza tra le due attività.

Tra l'altro, collocare il polo reiniettivo in posizione Sud del baricentro del campo, implica anche intercettare il serbatoio geotermico a maggiore profondità di quanto avviene nel polo produttivo, con la conseguenza che la reiniezione sarà favorita dalla maggiore densità del fluido rispetto a quello del campo, in quanto raffreddato a seguito della generazione di energia.

La modellazione numerica del campo, riportata in Allegato 3 del Progetto Definitivo, indica che la temperatura del fluido geotermico nella parte produttiva del serbatoio rimane sostanzialmente la stessa per almeno 30 anni.

3.2 ANALISI DELLE ALTERNATIVE E UBICAZIONE DELL'IMPIANTO E DEI POZZI PRODUTTIVI

3.2.1 Alternativa Zero

Com'è noto, l'alternativa "zero", o del "do nothing", comporta la non realizzazione del progetto.

Ciò sarebbe in contrasto con gli obiettivi della legislazione energetica nazionale e comunitaria che definisce gli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (cui appartiene l'impianto in progetto) di "*pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti*" in quanto consentono di evitare emissioni di anidride carbonica ed ossidi di azoto altrimenti prodotti da impianti per la produzione di energia alimentati da fonti convenzionali.

La realizzazione dell'Impianto Pilota geotermico di Castel Giorgio permetterebbe, infatti, di evitare circa 19.844 tonnellate di CO₂ e circa 62 tonnellate di NO_x per ogni anno di funzionamento. Infatti, per produrre 1 kWh elettrico vengono utilizzati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh termici, sotto forma di combustibili fossili e, di conseguenza, vengono emessi nell'atmosfera circa 0,484 kg di anidride carbonica (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione, fonte: Ministero dell'Ambiente) e 0,0015 kg di NO_x (fonte: norma UNI 10349).

3.2.2 Criteri di Scelta

Si premette che lo sfruttamento dell'energia geotermica, per sua natura, può essere effettuato solo nei pressi del serbatoio geotermico.

Per la scelta della collocazione dell'impianto e dei pozzi, oltre alle considerazioni riportate nei precedenti paragrafi, è stata svolta un'attività mirata ad identificare, nell'ambito delle aree geologicamente più interessanti, quelle che, anche da un punto di vista ambientale, presentassero i minori problemi. I criteri generali che hanno ispirato la ricerca dei siti, *oltre ad evitare le aree vincolate*, sono stati i seguenti:

- preferire luoghi in prossimità di strade esistenti, pur nel rispetto delle distanze minime imposte dalle norme di legge, con l'obiettivo di limitare la dimensione delle opere viarie;
- evitare di interessare colture agricole di particolare pregio;
- evitare zone che dovessero implicare l'abbattimento di piante di alto fusto o di pregio;
- preferire morfologie piane e semplici, al fine di limitare gli sbancamenti del terreno;

- evitare, nei limiti del possibile, attraversamenti di torrenti, costruzione di ponti o altre opere;
- tenersi alla massima distanza possibile da edifici, in particolare se abitati, o da opere comunque di apprezzabile pregio architettonico, storico, di utilità sociale, ecc.;
- tenersi alla massima distanza possibile da corsi d'acqua;
- limitare il più possibile l'impatto visivo sia della sonda, nella fase iniziale, che dell'impianto e dei pozzi, nella fase successiva.

Sono state escluse tutte le aree ricadenti all'interno di aree Naturali come Siti di Interesse Comunitario o Zone di Protezione Speciale (Aree SIC, ZPS), aree soggette a vincolo archeologico o aree classificate pericolose dal Piano di Assetto Idrogeologico; inoltre sono state escluse le aree che presentavano minori gradienti geotermici.

3.2.3 **Scelta Finale**

La localizzazione delle opere in progetto è riportata in dettaglio in *Figura 1a*.

Impianto ORC

L'impianto ORC (cioè la centrale) è ubicato all'interno della zona industriale di Castel Giorgio.

Pozzi Produttivi

I cinque pozzi produttivi necessari saranno disposti in tre postazioni (piazze) produttive, due in cui saranno presenti un pozzo verticale e uno deviato e una in cui sarà presente un unico pozzo, come indicato nella seguente tabella:

Tabella 3.2.3a Configurazione del Polo Produttivo

Postazione	N° Pozzi	I.D. Pozzo
CG1	2	CG1
		CG1/A
CG2 ⁽¹⁾	1	CG2
CG3	2	CG3
		CG3/A
Note:		
⁽¹⁾ La cantina avrà comunque la predisposizione per due pozzi		

Come visibile dalla *Figura 1a*, il polo di produzione è ubicato nelle vicinanze del pozzo esistente denominato Alfina 4 (A4).

Le postazioni CG1 e CG2 sono ubicate in area agricola, attualmente destinata a seminativo. Entrambi i siti sono prossimi alla strada Torre Alfina – Castel Giorgio e pertanto facilmente accessibili.

La postazione CG3 è ubicata nell'area industriale di Castel Giorgio, in adiacenza all'impianto ORC.

Tutti i siti dei pozzi produttivi rispondono ai criteri base di sufficiente lontananza da obiettivi sensibili dal punto di vista di impatto acustico e visivo durante la perforazione.

Pozzi Reiniettivi

La postazione dei 4 pozzi reiniettivi (CG14, CG14/A, CG14/B, CG14/C) è ubicata nelle vicinanze del pozzo esistente A14. Il sito è prospiciente a Via del Poderetto. La postazione di reiniezione (CG14) sarà costituita comunque da una cantina a 6 pozzi di cui 4 in esercizio e 2 di riserva.

Il sito del polo reiniettivo risponde ai criteri base di sufficiente lontananza da obiettivi sensibili dal punto di vista di impatto acustico e visivo durante la perforazione.

3.3 *PROGETTO DEI POZZI*

3.3.1 *Pozzi Produttivi*

Il progetto proposto prevede la perforazione di n.5 pozzi di produzione, la cui localizzazione è rappresentata in *Figura 3.3.1a* dove sono indicate anche le direzioni dei pozzi devianti. In particolare sono previsti:

- due pozzi, identificati con la sigla Castel Giorgio 1 (CG1) e Castel Giorgio 1/A (CG1/A), da perforare all'interno della stessa postazione (uno verticale e uno deviato) nei pressi del pozzo Alfina 4;
- un pozzo, identificato con la sigla Castel Giorgio 2 (CG2), a circa 600 m in direzione nord – nord est rispetto all'Alfina 4;
- due pozzi, identificati con la sigla Castel Giorgio 3 (CG3) e Castel Giorgio 3/A (CG3/A), da perforare all'interno della stessa postazione (uno verticale e uno deviato) in direzione est, a circa 600 m dall'Alfina 4.

Il pozzo Alfina 4 è stato perforato dall'operatore ENEL nel 1974 fino alla profondità massima di 834 m, intercettando il serbatoio carbonatico a 735 m. Il pozzo ha prodotto acqua e vapore con una portata di 250 m³/h ed una pressione a testa pozzo di circa 5,2 bar. L'acqua conteneva, tuttavia, anche CO₂ in quantità consistente (circa 2 % in peso) ed il fluido fu ritenuto all'epoca di difficile impiego.

I pozzi di produzione hanno una profondità media inferiore rispetto ai pozzi reiniettivi.

Figura 3.3.1a Localizzazione dei Pozzi Produttivi (Verticali e Devianti)


3.3.1.1 Caratteristiche dei Pozzi di Produzione

Pozzi Verticali (CG1, CG2, CG3)

I pozzi verticali avranno tutti lo stesso profilo, il quale è dedotto dall'esperienza delle precedenti perforazioni ENEL. Queste non hanno rivelato alcun inconveniente di rilievo, se non dovuto a difetti di gestione in fase di perforazione del serbatoio carbonatico. Pertanto, stante la vicinanza dei nuovi siti di perforazione ai precedenti, si prevede di cementare il primo casing 24"1/2 a 140 m e un secondo casing diametro 18"5/8 a 350 m.

Con tale soluzione, che garantisce efficacemente la protezione della falda, le formazioni superficiali risultano ben coperte dal livello del fango, anche in caso di perdita di circolazione.

La terza tubazione è prevista dopo aver intercettato il contatto con la formazione sede del serbatoio carbonatico ed ha lo scopo di isolare completamente le formazioni di copertura. Il diametro di questa tubazione è 13”3/8. La profondità di posa di questa terza tubazione è circa 780 m.

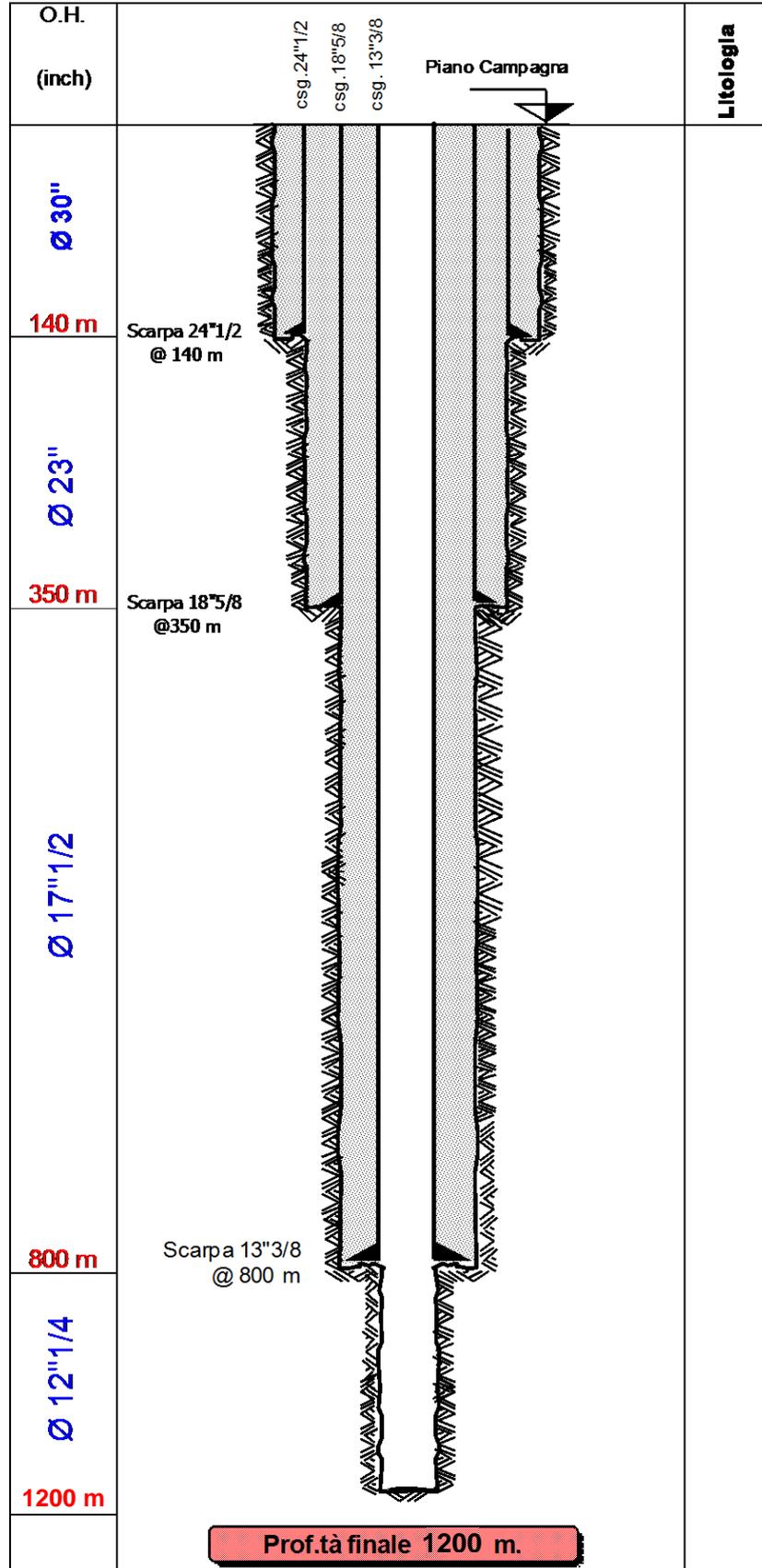
Una volta isolata la formazione di copertura, si prevede di completare la perforazione penetrando il serbatoio carbonatico per un tratto sufficiente a garantire il flusso di acqua necessario per la produzione, indicativamente 210 t/h di acqua per pozzo.

La pompa sommersa (ad azionamento elettrico, in sigla ESP) sarà collocata ad una profondità di circa 800 m.

Inoltre, tenuto conto dell’esigenza di disporre al di sotto della ESP un *rat hole* di adeguata estensione per assicurare un corretto funzionamento della ESP stessa, la profondità attesa per i pozzi di questa area è attesa di 1100 m. Tuttavia, a fronte della possibile esigenza di aumentare la produttività del pozzo, durante la perforazione potrà essere deciso di approfondire maggiormente, dunque la profondità di riferimento dei pozzi è stabilita in 1.200 m.

In *Figura 3.3.1.1a* si riporta il profilo tecnico tipico del pozzo produttivo verticale:

Figura 3.3.1.1a Profilo Tecnico del Pozzo Produttivo Verticale



Pozzi Devianti (CG1/A, CG3/A)

I due pozzi devianti avranno entrambi lo stesso profilo con l'unica differenza che la deviazione sarà orientata in direzioni diverse e in particolare:

- il pozzo CG1/A sarà deviato verso Ovest rispetto al pozzo CG1;
- il pozzo CG3/A sarà deviato verso Est rispetto al pozzo CG3.

Le operazioni di deviazione (max 30°) avranno inizio alla profondità di 150 m. La profondità finale del pozzo, misurata sull'asse verticale, sarà 1.200 m (in sigla TVD), come nel caso precedente.

La sua "lunghezza", ovvero la profondità totale misurata, sarà circa 1.330 m (TMD).

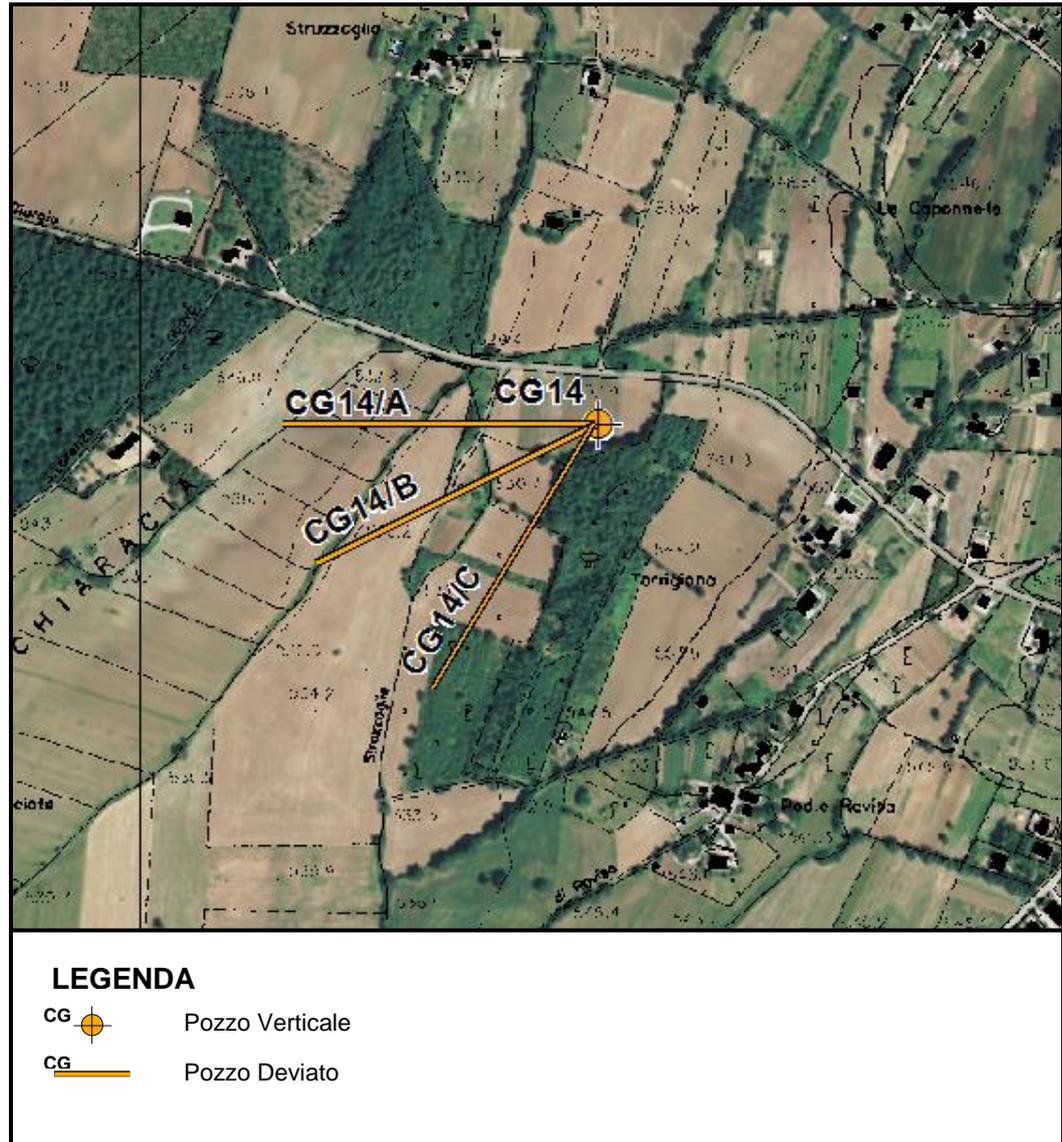
Lo scostamento di ciascun pozzo rispetto alla verticale passante per la testa pozzo stesso e misurato sul piano orizzontale vale circa 300 m, al contatto con il serbatoio carbonatico (VD=800 m), e circa 516 m a fondo pozzo (VD=1.200 m).

3.3.2

Pozzi Reiniettivi

Il polo reiniettivo è stato ubicato nell'intorno del pozzo Alfina 14 (A14), a circa 70 m in direzione nord est; la sua localizzazione è mostrata nella *Figura 3.3.2a*.

Figura 3.3.2a Localizzazione dei Pozzi Reiniettivi (Verticali e Devianti)



Il pozzo A14 era stato perforato dall'operatore ENEL nel 1977. Il serbatoio carbonatico era stato intercettato a 1.560 m, il casing 13"3/8 era stato posto a 1.140 m ed il liner 9"5/8 tra 1.090 e 1.848 m. Il fondo pozzo era stato raggiunto con un RB 8"1/2 a 2.357 m. Il pozzo ha prodotto acqua e vapore con una portata di 250 m³/h a una pressione a testa pozzo (WH) di circa 3 bar.

Tenuto conto delle caratteristiche della formazione e dei risultati pubblicati dal precedente operatore, si prevede che siano necessari 4 pozzi reiniettivi.

Come detto in precedenza, verrà realizzata una cantina per 6 pozzi di cui 4 in esercizio e 2 di riserva.

In particolare un pozzo sarà verticale e gli altri tre devianti.

Tale soluzione permette di ridurre al minimo l'ingombro delle opere, con indubbi vantaggi dal punto di vista ambientale, oltre che di semplificare, concentrare e

razionalizzare la gestione dell'intero impianto di reiniezione. Consente inoltre di allontanare il fondo pozzo dalla verticale dell'abitato di Castel Giorgio.

3.3.2.1 Caratteristiche dei Pozzi di Reiniezione

Pozzo Verticale

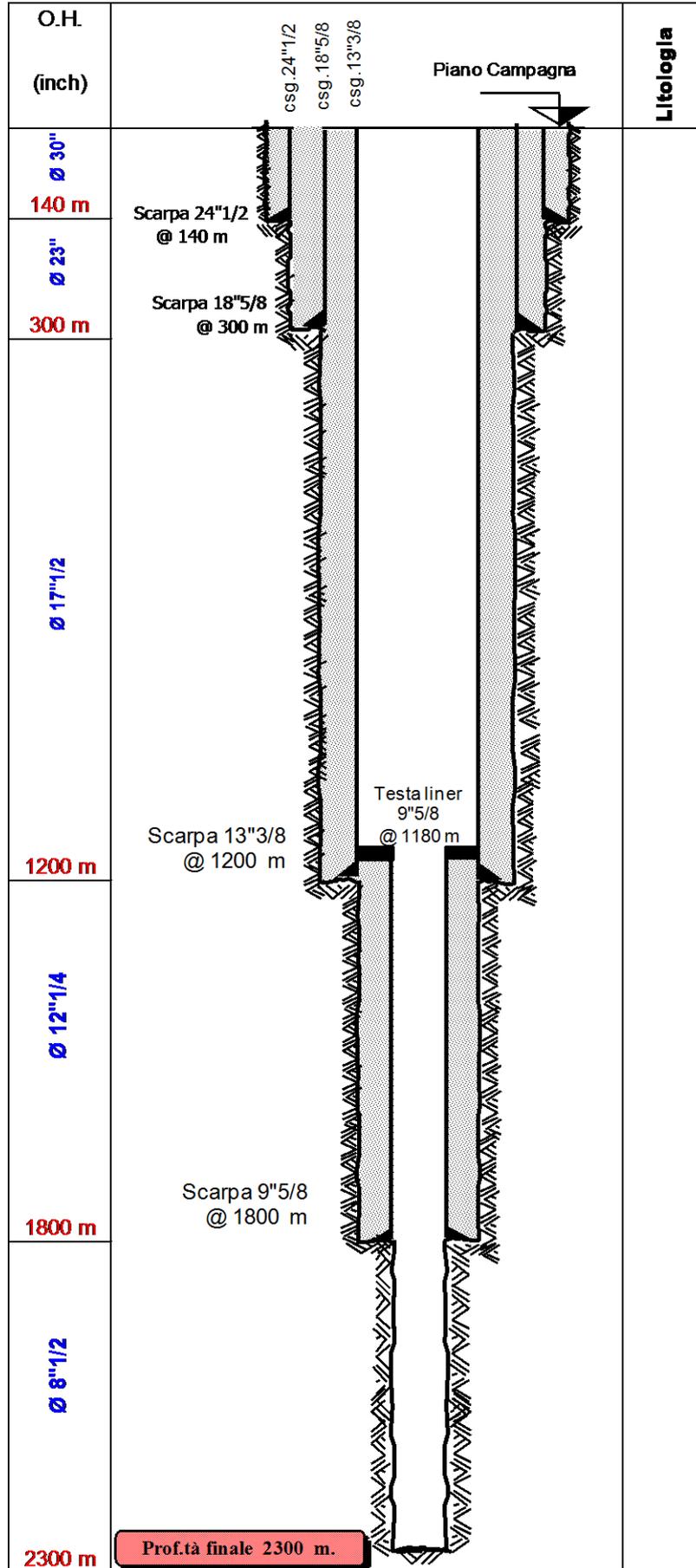
Dal momento che il pozzo di reiniezione è localizzato in prossimità del pozzo A14 esistente, per il profilo di tubaggio dei nuovi pozzi si prevede:

- una prima tubazione da 24"1/2 a 140m;
- una seconda da 18"5/8 da piano campagna a 300 m;
- una terza da 13"3/8 da piano campagna a 1.200 m;
- un liner 9"5/8 da circa 1100m fino a 1.800 m, per completare l'isolamento della formazione di copertura e della prima parte della serie carbonatica.

La profondità finale del pozzo è da valutare, anche in questo caso, in relazione alla capacità iniettiva della formazione attraversata, tuttavia è attesa una profondità finale (verticale) di 2.300 m, in linea con il pozzo A14.

Il profilo di tubaggio tipico del pozzo di reiniezione verticale è riportato in *Figura 3.3.2.1a*:

Figura 3.3.2.1a Profilo di Tubaggio del Pozzo di Reiniezione (Verticale)



Pozzi Devianti

Gli altri 3 pozzi presenti nella postazione del polo reiniettivo saranno devianti e le direzioni della deviazione sono indicate nella seguente tabella.

Tabella 3.3.2.1a Direzioni delle Deviazione dei Pozzi di Reiniezione (Devianti)

I.D. pozzo	Direzione di deviazione
CG14/A	Ovest
CG14/B	Ovest / Sud-Ovest
CG14/C	Sud / Sud-Ovest

Le operazioni di deviazione avranno inizio alla profondità di 500 m. La profondità finale del pozzo, misurata sull'asse verticale, sarà 2.300 m (in sigla TVD), come nel caso precedente.

La sua "lunghezza", ovvero la profondità totale misurata, sarà circa 2.548 m (TMD).

Lo scostamento di ciascun pozzo rispetto alla verticale passante per la testa pozzo stesso e misurato sul piano orizzontale vale circa 660 m, al contatto con le zone fratturate del serbatoio carbonatico (VD=1.800 m), e circa 950 m a fondo pozzo (VD=2.300 m).

3.3.3

Descrizione delle Operazioni di Perforazione

La trivellazione è realizzata mediante uno scalpello supportato da una batteria di elementi tubolari (aste) di adeguate caratteristiche meccaniche. 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".

I detriti di roccia prodotti dallo scalpello vengono sollevati fino a giorno, per mezzo di circolazione di fango o acqua, a seconda delle caratteristiche della formazione geologica attraversata.

Per il fango sono possibili varie formulazioni, anche queste funzione delle caratteristiche geologiche. 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 al foro costruito fino a quel momento. A tale scopo, nel foro viene collocata una tubazione (casing) come schematicamente rappresentato nelle *Figure 3.3.1.1a e 3.3.2.1a*.

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 del casing".

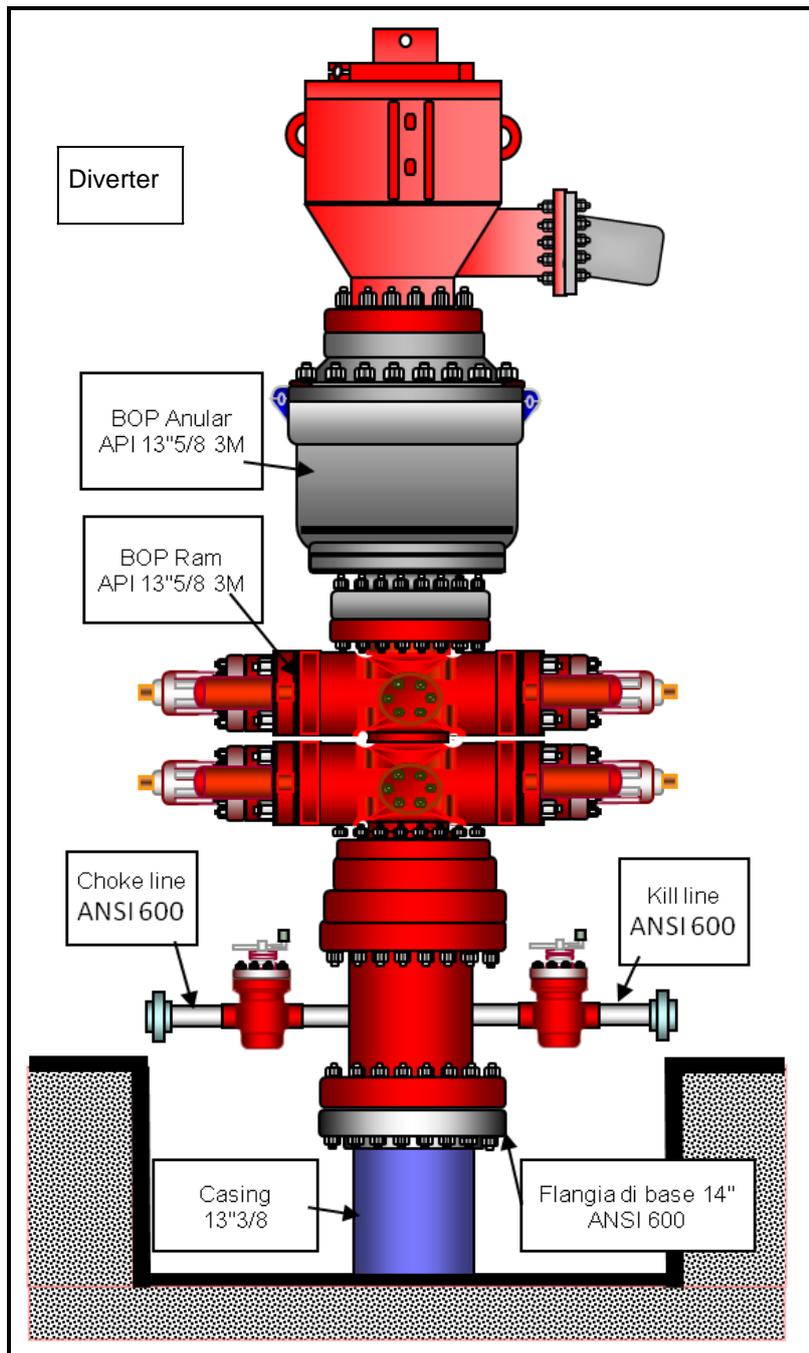
La tubazione in acciaio così cementata permette il completo isolamento delle formazioni attraversate nel corso della perforazione ed il collegamento diretto tra

il foro sottostante ed il tratto tubato con la superficie. Con tale sistema strutturale si realizza la connessione tra le formazioni produttive e le installazioni di superficie.

Il tubaggio del pozzo avviene in più volte, isolando la formazione che man mano viene scoperta con l'evolvere della perforazione.

Una volta cementata la prima tubazione, sulla stessa viene installata una testa pozzo, un esempio della quale è mostrato in *Figura 3.3.3a*. La testa pozzo costituisce l'elemento principale per garantire la sicurezza durante la perforazione.

Figura 3.3.3a *Esempio di Testa Pozzo da Perforazione*



La testa pozzo prevede l'installazione di un dispositivo chiamato *Blow Out Preventer* (in gergo BOP, indicato in *Figura 3.3.3a*), una o più valvole laterali, collocate al di sotto del BOP, e di altri componenti tubolari che collegano il pozzo all'impianto di pompaggio, preparazione e trattamento del fango.

Il BOP è essenzialmente una valvola a comando idraulico, azionabile a distanza, che permette di chiudere il pozzo anche in presenza, al suo interno, delle aste di perforazione.

Il BOP è quindi un dispositivo di sicurezza, la cui utilizzazione è prevista quando sussista il rischio di incontrare formazioni contenenti a 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 impedirne l'eruzione.

3.3.3.1 Caratterizzazione Produttiva dei Pozzi

Stanti le particolari caratteristiche del campo, peraltro note, non si prevede di eseguire prove di produzione standard, ovvero con emissione di fluido all'atmosfera, considerando le caratteristiche del fluido geotermico e le conoscenze acquisite con le precedenti esperienze di perforazione.

Nei campi ad acqua la capacità produttiva dei pozzi può essere stimata in maniera affidabile anche mediante prove idrauliche (iniezione di modeste quantità di acqua), con contemporanea rilevazione della pressione idraulica in pozzo.

Per la caratterizzazione produttiva dei pozzi ci si avvarrà pertanto di tecniche che non prevedono emissioni dal pozzo di alcun tipo.

Esse consistono in prove di iniezione (o iniettività) di acqua nei pozzi associate alla misura di alcune grandezze fisiche eseguite durante e dopo l'iniezione stessa facendo uso di speciali attrezzature calate all'interno dei pozzi stessi.

Anche la quantità di acqua impiegata per le operazioni è assolutamente insignificante e rientra abbondantemente nelle previsioni di consumo indicate al successivo paragrafo.

Attraverso l'elaborazione numerica delle grandezze fisiche raccolte durante l'iniezione di acqua è possibile accertare la qualità del "collegamento" tra reservoir e ciascun pozzo e quindi prevedere con grande affidabilità la sua capacità produttiva.

La metodologia ha avuto larga sperimentazione in geotermia ed è sicuramente affidabile almeno per questa tipologia di campo geotermico.

In definitiva si tratta dunque di un test che prevede solo un limitato consumo di acqua ma *senza alcuna emissione di fluido geotermico nell'atmosfera*.

Oltre alla permeabilità della formazione geologica del serbatoio carbonatico, le grandezze di maggiore interesse ai fini della caratterizzazione produttiva del pozzo sono la temperatura e la pressione del fluido contenuto nel serbatoio.

Un altro test di notevole interesse per la caratterizzazione del reservoir è l'analisi chimica di tale fluido. Anche se tali caratteristiche sono già abbondantemente note nel caso di Torre Alfina, un campionamento del fluido geotermico dovrà essere necessariamente eseguito in ciascun pozzo.

Nei limiti offerti dalle possibilità di pervenire ad un accordo sulla gestione delle opere minerarie esistenti, si metterà in programma anche l'esecuzione di un campionamento di fluido nei pozzi esistenti A14 e A4, attualmente in custodia a ENEL GREEN POWER spa.

Per una più efficiente programmazione del lavoro nei limiti del possibile si cercherà di eseguire tali campionamenti di fluido prima di iniziare qualsiasi operazione di sonda che preveda immissione di acqua in pozzo.

Analogamente può dirsi dei test per la rilevazione della temperatura della formazione in condizioni indisturbate. Dal momento che la perforazione dà sempre luogo ad una modifica dello stato termico della formazione attraversata, la sua temperatura viene stimata secondo tecniche teorico-pratiche basate sulla elaborazione dell'evoluzione della temperatura di fondo pozzo, in un determinato intervallo di tempo.

Il test suddetto, noto anche come "termometria di fondo pozzo", presenta un consumo di risorse e un costo sostanzialmente trascurabili e potrà essere ripetuto durante i vari stadi della perforazione.

3.3.3.2 Approvvigionamento Idrico

I fabbisogni idrici in fase di perforazione sono dettagliati al *Paragrafo 3.3.3.7* dove è riportata l'analisi dei consumi.

I fabbisogni idrici saranno soddisfatti utilizzando gli acquiferi superficiali presenti nelle aree interessate dalle perforazioni: larga parte dell'area coinvolta dal progetto è infatti interessata dalla presenza di uno strato superficiale di vulcaniti, sede anche di un acquifero da cui viene attinta acqua per usi civili, industriali o agricoli.

Il progetto prevede di attingere da questo acquifero l'acqua per la perforazione.

Si prevede in particolare di prelevare acqua dall'acquifero mediante 4 pozzetti dedicati, (uno per ciascuna delle tre postazioni di produzione, uno in quella di reiniezione), perforati in prossimità delle piazzole di perforazione. L'ubicazione dei pozzi è riportata nelle *Figure 3.3.3.2a (da 1 a 4)*. Dettagli sulla stratigrafia dei pozzi, sulle loro capacità produttive e sulle interferenze sull'acquifero circostante sono riportati nella Relazione Idrogeologica allegata al *Progetto Definitivo (Allegato 2)*.

L'estrazione dell'acqua da tali pozzetti è realizzata con semplici pompe sommerse, al pari dei pozzi per uso irriguo e inviata alla vasca raccolta acque industriali e da lì all'utilizzo tramite tubazioni in polietilene.

In tal modo il consumo ordinario sarà coperto dai pozzetti della postazione mentre un eventuale surplus di consumo, che potrebbe essere necessario in alcune fasi della perforazione (fase finale della perforazione in perdita di circolazione), potrà essere coperto attingendo dalla postazione limitrofa che verrebbe collegata alla postazione con tubazioni provvisorie.

3.3.3.3 Caratteristiche dell'Impianto di Perforazione e della Postazione

Caratteristiche dell'Impianto di Perforazione

L'impianto si compone di alcune parti principali: il mast, con il macchinario di sonda, il sistema di trattamento e preparazione fango, il sistema di preparazione e pompaggio del cemento, quello per la generazione di energia.

Per la perforazione dei pozzi in progetto si prevede l'impiego di due tipi di impianto:

- uno con capacità idonea a raggiungere la profondità di 1.500 m, da adibire alla perforazione dei pozzi del polo produttivo, tra i quali, quelli verticali hanno una profondità di progetto di 1.200 m mentre quelli deviati hanno la stessa profondità misurata in verticale e una profondità effettiva di 1330 metri;
- un secondo impianto, idoneo a raggiungere agevolmente la profondità di 2.600 m, da adibire alla perforazione dei pozzi del polo reiniettivo tra i quali, quelli verticali hanno una profondità di progetto di 2.300 m mentre quelli deviati hanno la stessa profondità misurata in verticale e una profondità effettiva di 2600 metri.

Nella *Figura 3.3.3.3a* è riportata una foto di un impianto idoneo per la perforazione dei pozzi produttivi.

Figura 3.3.3.3a Esempio di Impianto di Perforazione con Potenzialità 1.500 m



In *Figura 3.3.3.3b* è riportata una foto di un tipo di impianto moderno, molto compatto, idoneo a raggiungere agevolmente la profondità massima dei pozzi reiniettivi.

Figura 3.3.3.3b Esempio di Impianto di Perforazione con Potenzialità 3.000 m



Si presume che entrambi gli impianti possano essere disponibili per la perforazione dei pozzi in progetto.

A titolo di esempio le caratteristiche di base dell'impianto di perforazione da 1.500 m sono le seguenti:

- pompe fango: almeno una da 800÷1000Hp ed una di riserva da 400÷500Hp;
- argano: potenza 400Hp e capacità di almeno 100 tonnellate;
- altezza utile sotto tavola Rotary: almeno 4 m, per permettere il montaggio delle attrezzature di sicurezza di testa pozzo;
- impiego di un BOP annular e di uno doppio tipo "ram";
- impiego di un diverter nelle fasi a maggior rischio di emissione gas dal pozzo;
- rating API di funzionalità dei BOP: API 2000 o superiore sia per i BOP che per la relativa centralina idraulica di azionamento;
- centralina idraulica di azionamento BOP munita di due sistemi indipendenti di energizzazione, ciascuno di riserva automatica dell'altro;
- volume minimo delle vasche per la preparazione e gestione del fango: 80m³;
- sistema di separazione solidi munito di vaglio multiplo e a doppia rete oltre a un desander o un desilter per la rimozione dei detriti fini;
- disegno dei componenti d'impianto rispondenti alle norme antideflagranza ATEX con riferimento alle distanze dal pozzo definite dalle norme API;

- attrezzature di sicurezza per la batteria di perforazione, come kelly safety valve e float valve.

Dal punto di vista meccanico l'impianto da 3.000 m si differenzia essenzialmente dal primo per la potenza e capacità della linea di sollevamento e la maggior potenza idraulica delle pompe, in virtù della maggiore profondità raggiungibile.

Analogamente alla perforazione dei pozzi ad acqua, la permanenza dell'impianto di perforazione è strettamente limitata alle operazioni di sondaggio, la cui durata è variabile con la profondità e può essere indicativamente stimata in:

- 32 giorni, per la perforazione dei pozzi produttivi della profondità di 1.200 metri;
- 50 giorni per la perforazione dei pozzi reiniettivi della profondità "misurata" (TMD) di 2.550 m.

Oltre a 3 giorni per le prove di caratterizzazione iniettiva/produttiva.

Criteria di Progetto delle Postazioni di Sonda

La postazione di perforazione è necessaria per il posizionamento ed il funzionamento del cantiere di perforazione. Essa richiede la predisposizione di una superficie pianeggiante atta ad ospitare l'impianto, le vasche per la preparazione del fango, le pompe del fango, altre attrezzature ausiliarie dell'impianto di perforazione nonché le strutture necessarie per la raccolta e stoccaggio temporaneo e la mobilitazione dei fanghi reflui.

Nella postazione devono essere ospitate anche alcune baracche, tipo container, adibite a servizi, officina ed uffici per le maestranze addette all'esercizio dell'impianto. Queste baracche sono collocate ad una certa distanza dall'area di lavoro, per favorire migliori condizioni di permanenza del personale.

La disposizione dell'impianto e l'assetto del cantiere riportata nelle *Figure 3.3.3.2a (da 1 a 4)* è studiata per rispondere ai vincoli previsti dalla vigente normativa sulla protezione e sicurezza del lavoro e per operare anche in situazioni di emergenza.

I componenti meccanici dell'impianto, il macchinario ed i serbatoi del gasolio sono dislocati su solette in calcestruzzo armato e da esse supportati

Per quanto riguarda l'accessibilità al sito, la modifica delle infrastrutture viarie già esistenti sarà ridotta al minimo. In effetti la dimensione dell'impianto, dei carichi per il suo trasferimento da postazione a postazione e per il trasporto dei materiali sono tali da facilitare l'utilizzazione delle opere esistenti, a meno dei tratti necessari per consentire il rispetto delle distanze di sicurezza previste dalle norme.

Analogamente, anche se non sono previsti trasporti eccezionali sia per i materiali che per i componenti d'impianto, nei limiti del possibile si adotteranno percorsi che permettano il transito dei mezzi senza necessità di costruire o modificare le

infrastrutture esistenti, con particolare riferimento a ponti ed altre opere civili di analogo rilievo.

L'area della superficie teoricamente occupata dalla postazione è relativamente limitata, dell'ordine di circa 3.200 m², nel caso dell'impianto da 1.500 m, e di circa 5.000 m² per l'impianto da 3.000 m, al netto della superficie occupata eventualmente dal breve tratto di strada di collegamento della postazione alla via principale, quando non esistente.

In pratica tali valori sono in talvolta superati perché si sono cercate soluzioni di inserimento su appezzamenti esistenti e inutilizzati, o quasi, per i quali diventa difficile poter mantenere gli sfridi areali disponibili per gli utilizzi antecedenti.

Oppure, avendo inserito per motivi di opportunità ambientale la postazione di sonda accanto a quella per la centrale, si sono dovute mantenere certe distanze di sicurezza per il montaggio dell'impianto anche in futuro, quando le condizioni dei lotti attigui potrebbero essere potenzialmente modificate rispetto alle attuali (caso della postazione CG3).

Non si prevedono opere in elevazione. Quelle in calcestruzzo sono limitate all'avampozzo (o cantina), alla soletta su cui poggia il macchinario e le vasche di stoccaggio acqua e fango per la perforazione.

I depositi del gasolio hanno un proprio contenitore, nel caso dell'impianto da 1.500 m, mentre nel caso dell'impianto da 3.000 m si prevede una piccola vasca piatta in calcestruzzo le cui funzioni sono descritte di seguito.

La cantina sarà costituita da uno scavo a forma di parallelepipedo, della profondità di circa 2 m, larghezza di circa 2,5 m e lunghezza di circa 7,5 m per le postazioni di produzione e di 23 m per quella di reiniezione.

Il fondo della cantina e le pareti sono normalmente realizzate in calcestruzzo per garantirne la stabilità, tenendo conto dei mezzi che possono circolare in prossimità dell'avampozzo stesso.

La zona sarà consolidata con ghiaia, in modo da renderla idonea a sopportare il transito dei mezzi per il trasporto e lo scarico dei tubi, dei containers ed il montaggio dello stesso impianto di perforazione che è collocato su di un articolato.

Invece, nella parte circostante l'avampozzo, destinata ad accogliere l'impianto e gli ausiliari, è riportata una soletta in calcestruzzo armato di spessore idoneo a sopportare il carico dell'impianto.

Al fine di limitare al massimo sia il prelievo di risorse naturali che l'impatto dei mezzi per il trasporto e la costruzione dell'opera, si prevede l'adozione dei seguenti criteri costruttivi:

- riutilizzare in loco il terreno rimosso per lo sbancamento, la costruzione dell'avampozzo e della vasca reflui, ridistribuendolo sulla superficie della



postazione per operazioni di livellamento, evitando o limitando al massimo ogni trasferimento di terreno da o ad altro sito;

- compattazione del terreno sull'intera area della postazione mediante rullatura, per un tempo sufficiente ad ottenere la massima compressibilità dello stesso;
- ricoprimento della superficie con inerti di pezzatura grossolana, dimensione fino a 4-5 cm, per uno spessore variabile da 20 a 30 cm; nei limiti del possibile si utilizzerà materiale frantumato da recupero (calcestruzzo, laterizi, ecc.);
- compattazione della superficie coperta da inerti di pezzatura grossolana;
- costruzione di una soletta di 15 cm di spessore in calcestruzzo armato con rete elettrosaldata di maglia 20 cm e tondi di diametro 10 mm, nella zona interessata dall'impianto di perforazione vero e proprio;
- definitiva copertura dell'area circostante la soletta con inerti di pezzatura più fine della precedente, inferiore a 15 mm; anche tale materiale sarà di preferenza prelevato da centro di trattamento inerti di recupero.

La scelta di privilegiare l'impiego di inerti da recupero è certamente favorevole ad un minore impatto ambientale.

Aspetti Funzionali della Postazione di Sonda

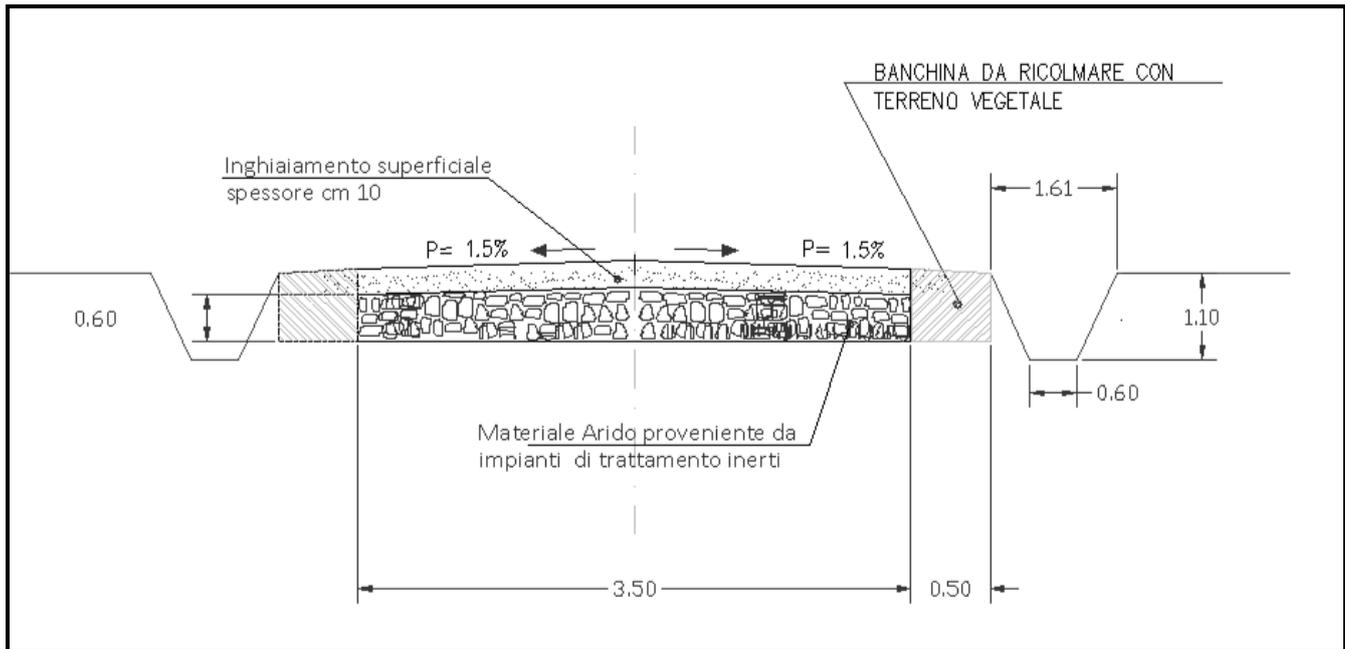
Postazione: Viabilità

Per il raggiungimento del pozzo CG2 dalla strada Torre Alfina - Castel Giorgio verrà realizzata una strada bianca di circa 300 m e larga 3,5 m. In *Figura 3.3.3.3c* si riporta un tipico della sezione di tale strada.

La postazione di produzione CG1 sarà raggiungibile dalla strada Torre Alfina - Castel Giorgio, mediante viabilità esistente a servizio del pozzo esistente Alfina 4, di proprietà Enel: sarà necessario realizzare soltanto un piccolo tratto di strada di circa 15 m per il collegamento dell'accesso all'area pozzo alla strada esistente.

Per il raggiungimento della postazione CG3 verrà utilizzata la viabilità esistente della zona industriale di Castel Giorgio.

Il polo reiniettivo CG14 sarà direttamente raggiungibile da Via del Poderetto.

Figura 3.3.3.3c Sezione Tipo Nuova Strada di Accesso (Misure in Metri)


Postazione: Opere Accessorie

Per quanto concerne l'approvvigionamento dell'acqua per uso perforazione, esso avverrà direttamente in cantiere tramite i pozzetti di prelievo dalla falda posizionati come da *Figura 3.3.3.2a* (da 1 a 4). Le tubazioni di collegamento tra pozzetti e vasche saranno del diametro di 4", collocate sulla superficie del terreno, con la quale saranno collegate le postazioni vicine.

La tubazione avrà carattere temporaneo e resterà in esercizio durante la perforazione dei pozzi e successivamente sarà smantellata.

La fornitura di acqua per uso sanitario è una tipica fornitura di un cantiere mobile di piccole dimensioni e pertanto avverrà in funzione delle necessità mediante autobotte di piccola capacità.

Non si prevede, durante la perforazione, alcuna linea di alimentazione elettrica in quanto il cantiere è reso autonomo mediante gruppi diesel elettrici, peraltro di tipo silenziato.

Postazione: Accorgimenti di Protezione del Terreno

Il progetto della postazione deve tener conto delle esigenze di funzionalità dell'impianto, della ripartizione dei carichi sul terreno e delle esigenze di protezione del terreno da agenti inquinanti, quali olio e gasolio, di cui si fa uso nell'esercizio dell'impianto di perforazione.

A tale scopo tutte le attrezzature dell'impianto considerate "a rischio" stilicidio sono dislocate sulla soletta in calcestruzzo descritta precedentemente che, per sua natura, è impermeabile e progettata in modo tale che i liquidi da essa raccolti

finiscano, per gravità oppure estratti quando necessario mediante una piccola pompa a ciò dedicata, verso la cantina del pozzo. Questa è munita di un tubo dall'interno dal quale è possibile aspirare l'acqua o il fango di fondo da inviare nella vasca di destinazione. Se si tratta di fango, questo viene aspirato e pompato nell'impianto fango per il riutilizzo. Se si tratta di acqua vanno distinti due casi:

- in situazioni di quantità modeste di acqua: anche in questo caso la destinazione è al riutilizzo, evitando di prelevarne altra dalle fonti naturali;
- se si tratta di quantità ingenti, ad esempio a seguito o durante piogge prolungate e intense, al raggiungimento di un certo livello prefissato la pompa invierà l'acqua alla vasca di stoccaggio e solo a seguito di completa saturazione della vasca di stoccaggio alle vasche di preparazione del fango per il suo recupero. Dopo il loro riempimento potrà essere deviata all'esterno della postazione.

In ogni caso, grazie ad un semplice dispositivo di pescaggio della pompa di aspirazione che permette di aspirare solamente dal fondo cantina, eventuali residui oleosi sono destinati a rimanere in superficie e non sono aspirati dalla pompa. L'olio che eventualmente galleggiasse sull'acqua potrà essere raccolto efficacemente con tappeti oleoassorbenti e destinato con questi a scarica.

Un'altra zona potenzialmente critica è costituita dal deposito di gasolio. Il deposito è costituito da elementi modulari, di solito tre, ciascuno indipendente e munito di un proprio "vassoio" di raccolta. In caso di rottura del serbatoio, il vassoio è perfettamente in grado di ricevere e contenere il massimo volume di gasolio in esso contenuto.

Analoga considerazione vale per i fusti di lubrificanti temporaneamente stoccati in cantiere. Anch'essi sono dislocati in un contenitore stagno, di adeguato volume, per contenere ogni possibile perdita di olio lubrificante ed altri prodotti di analoga pericolosità, eventualmente necessari all'esercizio dell'impianto. I depositi sono protetti affinché, in caso di pioggia, i contenitori non raccolgano l'acqua, facendo tracimare eventuali residui di olio. Il contenitore è inoltre provvisto di un apposito punto di aspirazione per una pompa di servizio e una di scorta.

Il contenitore dei depositi di gasolio potrà essere in acciaio, nel caso dell'impianto da 1.500 m, mentre per esigenze tecniche è realizzato in calcestruzzo, nel caso dell'impianto da 3.000 m.

Analoghi dispositivi di protezione contro la diffusione nel terreno di prodotti oleosi, a seguito di perdite accidentali, saranno previsti anche per le zone della postazione di sonda ove fosse necessario dislocare altri motori o componenti d'impianto fuori dalla soletta impermeabile in c.a. di cui sopra.

3.3.3.4 Tempi di Realizzazione dei Lavori

I tempi indicativi per la realizzazione delle singole fasi relative ai pozzi descritte nei paragrafi precedenti sono:

 STEAM	PROGETTO	TITOLO	REV.	Pagina
	P13_ITW_049	ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA S.P.A.: IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO CASTEL GIORGIO (TR) STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	0	62

- verifica preliminare delle capacità produttiva o iniettiva dei pozzi sulla base dei dati di archivio e della qualità del fluido con nuovi test in pozzo: 10gg;
- scelta dell'esatta posizione della postazione di sonda: 30gg, incluso accordi con i proprietari ed autorizzazioni locali;
- definizione del programma e del profilo di sondaggio/reperimento dei materiali, autorizzazioni minerarie: 90gg;
- preparazione della postazione di sonda: 60gg, inclusa selezione ditte e negoziazione contratto; questa attività può essere considerata in parallelo alle precedenti;
- montaggio impianto: 30gg di attesa disponibilità impianto e 15gg di montaggio effettivo;
- perforazione dei pozzi: 32gg per ciascun nuovo pozzo di produzione; 50 per ciascun nuovo pozzo di reiniezione;
- verifica delle capacità produttiva o iniettiva del pozzo e della qualità del fluido reperito: 3gg;
- analisi dei dati e decisioni operative in linea con l'attività e imprevisti: 10gg;
- smontaggio e trasferimento dell'impianto ad altro sito: 15 gg;
- ripristino territoriale parziale od eventualmente totale dell'area della postazione di sonda, nel caso che il pozzo risultasse sterile: a tale attività si attribuisce una durata complessiva di 90gg, tuttavia essa è da considerare al di fuori del percorso critico ed incidente in misura minima sulla durata delle operazioni complessive.

3.3.3.5 Temporaneità delle Postazioni, Chiusura Mineraria e Ripristino Ambientale

La postazione di sonda è, a tutti gli effetti, un'opera temporanea strettamente legata all'attività di perforazione, a conclusione della quale la superficie diviene oggetto di ripristino territoriale totale o parziale, a seconda dell'esito del sondaggio.

Nei casi di esito negativo del sondaggio, non sussistendo motivi per mantenere in essere l'opera costruita, il pozzo viene chiuso con appositi tappi di cemento, in modo da ripristinare il completo isolamento della formazioni.

L'operazione di chiusura del pozzo è detta "chiusura mineraria" ed, alla fine, sia l'avampozzo in calcestruzzo che la parte terminale superiore del pozzo vengono smantellati fino a circa 2 m di profondità ed i materiali risultanti, ghiaia e calcestruzzo, conferiti a discarica autorizzata od a centri di riutilizzo di inerti.

Anche ogni componente metallico della testa pozzo (flange, valvole, strumenti) è oggetto di recupero per successive utilizzazioni, mentre l'area circostante, precedentemente inghiaata, è oggetto di ripristino con l'eliminazione di ogni altra infrastruttura. Lo strato di ghiaia superficiale è raccolto e destinato ad altri usi.

Il riporto di altro terreno vegetale non è di solito necessario, salvo in quantità minime, grazie alla tecnica di progetto della postazione che permette il completo impiego del materiale originariamente presente.

Talvolta può risultare conveniente, per il proprietario del terreno, mantenere l'opera, al fine di utilizzarla nell'ambito della propria attività, generalmente di tipo agricolo.

Anche le amministrazioni locali, per analoghi interessi d'utilizzazione, possono richiederne il mantenimento. In tali casi il mantenimento in essere, normalmente accordato dal Committente, è strettamente legato all'ottenimento delle autorizzazioni urbanistiche concesse dall'Ente locale.

Quando invece il sondaggio ha esito positivo il ripristino territoriale non interessa l'avampozzo che pertanto viene mantenuto. Intorno ad esso viene collocata una protezione di rete metallica di adeguata altezza e robustezza, per impedire l'accesso di personale estraneo alle strutture del pozzo affioranti (tubo e valvole).

In tal caso, anche la restante superficie della postazione rimane destinata all'esercizio del pozzo, per permettere misure e controlli all'interno dello stesso e le operazioni di manutenzione del pozzo che si rendessero necessarie anche con impiego di impianto di perforazione.

3.3.3.6 Tecnologia di Perforazione e Prevenzione Rischi Durante la Perforazione

Il Fango di Perforazione

Il fluido di perforazione utilizzato più diffusamente nella perforazione dei pozzi è il cosiddetto fango, che è costituito da una miscela di acqua, bentonite e, quando necessario, alcuni additivi.

Nel caso in esame l'impiego di additivi non è previsto nella prima fase di perforazione. L'impiego di questi diventa necessario allorquando la temperatura della formazione supera 60-70°C, provocando effetti negativi sulla stabilità reologica del fango stesso. Pertanto dalla profondità di 300 m – 350 m, ovvero dopo aver posizionato e cementato completamente il primo e il secondo casing in acciaio, non si esclude l'impiego di additivi, pur in bassissime percentuali.

La bentonite dunque è il costituente base del fango. Si tratta di un materiale di origine minerale ottenuto trattando termicamente la montmorillonite (un tipo di argilla), macinata per ottenere il grado di finezza della particelle più appropriato e trattata termicamente per facilitare una rapida idratazione in fase di preparazione del fango.

Da un punto di vista ambientale è opportuno ricordare che la bentonite è un prodotto assolutamente innocuo. Infatti essa trova varie altre forme di impiego al di fuori della perforazione. Significativi da questo punto di vista sono gli impieghi nella bentonite nell'industria vinicola, alimentare in generale e nella cosmesi. È quindi un prodotto atossico e compatibile con l'ambiente.

Per quanto riguarda l'altro componente del fango, l'acqua, è sufficiente considerare che si tratterà di acqua proveniente da pozzi che attingono alla falda delle vulcaniti, quindi proveniente dallo stesso ambiente con il quale potrebbe entrare in contatto.

Condizioni di Sicurezza durante la Perforazione

Come descritto ai precedenti paragrafi ci si attende di trovare il fluido geotermico ad una pressione inferiore alla idrostatica corrispondente alla quota del serbatoio.

Le condizioni geologiche di tutta l'area interessata dalle perforazioni è abbondantemente conosciuta grazie alle precedenti esperienze di perforazione, quindi si può escludere che, nella formazione di copertura, sia presente gas o altro fluido in sovrappressione rispetto al fango, e quindi critico dal punto di vista del controllo del pozzo in perforazione.

Tuttavia, l'installazione di uno o più Blow Out Preventer (BOP), peraltro prevista dalle norme di legge in vigore, permette la gestione in sicurezza del pozzo grazie alla possibilità di prevenire possibili blow out.

In *Figura 3.3.3.6a* sono mostrate le attrezzature di sicurezza che saranno installate durante la perforazione (singoli BOP sia tipo "annular" che di tipo "ram".)

Figura 3.3.3.6a Esempi di BOP "Ram" (a Sinistra) e "Annular" (a Destra)



La testa pozzo si completa con almeno una valvola laterale, installata sotto al BOP ed alla eventuale valvola maestra, a sua volta collegata ad una tubazione che permette di pompare fluido in pozzo per controllare la pressione in caso di necessità o gestire nella maniera voluta eventuali emissioni di fluido dal pozzo stesso.

Un'altra scelta a favore della sicurezza riguarda il sistema di rilevazione del gas e la professionalità del personale addetto, descritti di seguito.

Sistema di Rivelazione dei Gas Endogeni

L'impianto di perforazione che si prevede di usare sarà dotato di un sistema di rilevazione del gas, con relativo allarme a seconda della concentrazione rilevata. Si tratta di un'apparecchiatura tipica nella perforazione profonda dei campi a idrocarburi e geotermici.

Il sistema di rilevazione gas è basato sulla dislocazione di un certo numero di sensori che rilevano la concentrazione dei gas più comunemente incontrati nelle formazioni geologiche, CO₂, H₂S e CH₄ (ed in genere CH_n). Tra questi gas quelli più temuti nelle perforazioni profonde sono H₂S e CH₄. Di solito il metano è accompagnato da altri idrocarburi (da ciò l'adozione della simbologia gergale CH_n) che, dal punto di vista della rilevazione, danno luogo allo stesso segnale oltre che essere equipollenti dal punto di vista del rischio incendio.

Il sistema è progettato affinché, qualora si raggiunga, anche in uno solo dei punti critici dove sono localizzati i sensori, un determinato valore di soglia della concentrazione di uno dei gas suddetti, entri in funzione un dispositivo di allarme ottico ed acustico, con indicatori anch'essi ubicati in punti strategici della postazione, in modo che il personale di sonda sia tempestivamente avvertito della presenza di gas e possa attivarsi per le operazioni del caso.

Valori Critici e di Allarme per la Concentrazione dei Gas

Il livello di allarme prefissato, in termini di concentrazione dei gas rilevata nell'atmosfera in prossimità delle zone ritenute più critiche, è ben lungi dall'essere pericoloso per le persone.

Normalmente si adottano i valori limite di concentrazione (*Threshold Limit Value, TLV*) indicati dalle norme API, che a loro volta attingono dai dati pubblicati da *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*.

Tali valori di soglia (TLV) sono quelli a cui una persona può stare esposta senza conseguenze per 8 h consecutive. A titolo di riferimento, si tratta di 10 ppm (parti per milione, in volume) per l'idrogeno solforato e 5.000 ppm per l'anidride carbonica, ovvero i gas che con maggior frequenza si incontrano in perforazione. Ancora a titolo di riferimento, si consideri che il TLV per il metano è 90.000 ppm, concentrazione non significativa in termini di tossicità, ma significativa dal punto di vista del rischio di eruzione e incendio.

Pertanto il sistema di allarme è tarato per attivarsi con una concentrazione di metano (o CH_n) pari al solo 15% del Limite Inferiore di Esplosività in aria, il cosiddetto L.I.E., che è generalmente ritenuto pari al 5%.

La logica su cui si basa il sistema di sicurezza, sia nei riguardi di un potenziale blow out che del rischio incendio, è di rilevare tempestivamente, e trattare come stati di allarme, quei sintomi che possono essere cautelativamente considerati *premonitori* di una situazione potenzialmente evolutiva verso livelli di una certa criticità.

Infine saranno presenti almeno due indicatori di direzione del vento (maniche a vento) che permetteranno al personale operante di conoscere, in ogni momento, in quale direzione recarsi in caso di emergenza nell'eventualità di una fuoriuscita incontrollata di gas, o in caso di raggiungimento di situazioni critiche per concentrazione di gas superiore ai valori minimi di soglia prestabiliti.

Interferenza tra cappa di gas del serbatoio e i pozzi geotermici

L'ubicazione dei pozzi è tale per cui non vi può essere alcuna interferenza tra le attività di perforazione e la cappa di gas presente in zona Torre Alfina.

Tuttavia se anche ipoteticamente si incontrasse una formazione mineralizzata a gas, le dotazioni impiantistiche previste e la formazione del personale selezionato consentirebbero una sicura e tempestiva rilevazione della presenza del gas permettendo agli operatori di intervenire con il macchinario di protezione per mettere in sicurezza il pozzo.

Professionalità Richiesta al Personale di Sonda

Il personale addetto all'esercizio diretto dell'impianto di perforazione, in ottemperanza al dettato del D.Lgs. n.624/96 è sottoposto, ogni 2 anni, a corsi di aggiornamento sulle tecniche operative di controllo delle eruzioni. Tali corsi sono tenuti o presso scuole qualificate dall'International Well Control Forum (IWCF) oppure svolti all'interno delle aziende da personale qualificato, o riconosciuto tale dallo stesso IWCF, e si concludono con una procedura di esame atta a verificare e documentare il livello di apprendimento e preparazione dei singoli partecipanti.

La partecipazione a tali corsi e il superamento dell'esame finale sono certificati da un attestato di adeguata preparazione professionale sia teorica che pratica in tema di "controllo eruzione" dei pozzi.

La qualità del funzionamento dei BOP, le apparecchiature di comando connesse, il sistema di monitoraggio e allarme gas, come previsto dalla buona pratica della perforazione, vengono periodicamente provati nella loro funzionalità durante tutta l'attività di perforazione, simulando con esercitazioni specifiche le effettuazioni di interventi in emergenza.

Il controllo del corretto funzionamento dei BOP, così come di tutti i componenti più importanti dell'impianto, avviene sulla scorta di un piano di controllo preventivamente definito a norma del D.Lgs. n.624/96, art. 31.

Pertanto, qualora si verificassero le condizioni per un'eruzione spontanea del pozzo, le misure di sicurezza presenti, tanto di natura impiantistica che organizzativa, offrirebbero una garanzia a livello degli standard internazionalmente riconosciuti e utilizzati per la perforazione dei pozzi profondi.

Protezione Antincendio

Le norme in vigore che regolano l'attività di perforazione e prove di produzione dei pozzi (essenzialmente il già citato D.Lgs. n.624/96) prevedono specifiche disposizioni di corredo dell'impianto ai fini di protezione contro gli incendi, dalla dislocazione e numero degli estintori alla scelta delle caratteristiche tecniche dei componenti dell'impianto stesso. Analogamente, sono previste specifiche condizioni di capacità del personale di sonda con apposite figure "formate" per la gestione di situazioni critiche dal punto di vista incendio.

La dislocazione di componenti d'impianto dal pozzo (motori diesel e serbatoi gasolio, riferimento alle distanze riportate nelle precedenti *Figure 3.3.3.2a (da 1 a 4)* e all'analisi riportata precedentemente) è soggetta a precise indicazioni di legge (DPR 128/59 e D.Lgs. n.624/96) che stabiliscono i limiti minimi della distanza di tali componenti dal pozzo, proprio con la funzione di protezione contro il rischio incendio. In tale contesto di sicurezza si inserisce anche la scelta di utilizzare i sensori di allarme gas endogeno con valori massimi di rilevazione CHn prestabiliti in funzione di questo obiettivo.

Tecniche di Tubaggio per la Protezione delle Falde Idriche

Le falde idriche sono racchiuse nelle formazioni geologiche superficiali, che nella situazione specifica, possono indicativamente considerarsi localizzate entro i primi 200 m.

In generale, durante la perforazione dei sondaggi, il rischio di contaminazione delle falde può avvenire attraverso l'immissione nell'acquifero di consistenti quantità di fango oppure di fluido endogeno; nel seguito viene analizzato in maniera compiuta tale rischio, descrivendo gli accorgimenti progettuali e operativi adottati per evitarlo.

Il profilo di tubaggio adottato per i pozzi geotermici (si veda come esempio la *Figura 3.3.1.1a*) permette un completo isolamento delle falde attraversate, in ordine le falde sospese (caratterizzate da alte concentrazioni di ioni Al, in particolare) e quelle profonde utilizzate per i prelievi di progetto.

All'*Allegato 2 del Progetto Definitivo* si propone anche un profilo di realizzazione dei pozzetti di prelievo idrico e una programmazione della cementazione del casing idonea per pervenire ad un efficace isolamento delle falde presenti nella formazione geologica di superficie nella quale si distinguono le cosiddette falde sospese, non utilizzabili né a fini idropotabili né per l'acqua della perforazione, da quelle profonde, utilizzate a tale scopo. Ciò in accordo ad un'esperienza costruttiva oramai largamente applicata con successo in tale tipo di attività in grado di isolare in modo sicuro le diverse falde.

Rischio di Immissione di Fango in Falda

Come già esposto, la perforazione del tratto superficiale del pozzo viene condotta con le stesse tecniche di perforazione dei pozzi per la ricerca di acqua, pertanto il rischio di inquinamento delle falde in pratica non sussiste.

Una volta isolate le formazioni permeabili sedi di falda acquifera superficiale mediante i casing cementati, il problema del rischio di contaminazione delle falde è risolto alla radice.

Si fa notare che rispetto alla prima versione del programma lavori, nel presente progetto definitivo è stato introdotto un primo casing di diametro 24"1/2 il cui scopo è di evitare qualsiasi connessione, anche durante la perforazione, delle falde idriche sospese con quelle più profonde, site a circa 200m.

Inoltre, il programma per la preparazione dei fanghi prevede l'impiego di prodotti atossici in tutta la prima fase di perforazione in modo da prevenire ogni forma di possibile contaminazione dell'acqua di falda.

Rischio di Immissione di Fluido Endogeno in Falda

La seconda forma di possibile contaminazione, cioè la immissione di fluido endogeno nelle formazioni sede di acquifero, potrebbe manifestarsi solo se il fluido proveniente dalle formazioni interessate e presente in pozzo durante la produzione potesse entrare in contatto con le falde acquifere.

Tale rischio è drasticamente ridotto intervenendo a livello di progetto del profilo di tubaggio del pozzo e prevedendo:

- un sistema multiplo di tubazioni concentriche;
- l'impiego di tubi assolutamente integri dal punto di vista della presenza di difetti meccanici o metallurgici: ciò è ottenuto realizzando un piano dei controlli di rispondenza generale del prodotto alle specifiche di progetto al più alto livello impiegato per tale tipologia di prodotto industriale;
- un montaggio delle tubazioni realizzato assemblando i singoli tubi sotto il controllo di una compagnia diversa da quella che gestisce l'impianto di perforazione ed esegue il montaggio. La prima compagnia controlla l'attività dell'esecutore dal punto di vista della garanzia della qualità del lavoro. In particolare la compagnia di controllo, oltre a impiegare macchine assolutamente idonee a offrire le migliori condizioni di serraggio dei singoli tubi, registra anche i parametri fondamentali di avvitatura (coppia, numero di giri, tempo di avvitatura) e per ciascuna filettatura certifica il rispetto delle condizioni ottimali di montaggio fornendo registrazioni su carta e su supporto magnetico;
- individuando la profondità ottimale della scarpa delle stesse tubazioni per evitare difficoltà in fase di cementazione;
- progettando cementazioni delle tubazioni attraverso le condizioni di centratura delle tubazioni, regolarità dell'intercapedine, condizioni di flusso, controllo del tempo di presa della malta in modo da creare condizioni finali di cementazione eccellenti.

Inoltre occorre considerare anche il fatto che la pressione che sollecita le tubazioni durante la fase di esercizio dei pozzi è molto inferiore alle condizioni di pericolo di rottura delle tubazioni stesse. Rispetto alla prima versione del programma lavori, l'introduzione di due casing completamente cementati

permette di isolare l'intero sistema di falde idriche superficiali, riducendo questo rischio a livelli veramente insignificanti.

È evidente che una volta costituito un sistema multiplo di tubazioni così curate nella fase di montaggio dal punto di vista meccanico, cementate in maniera completa ed ottimale dal punto di vista della qualità, della omogeneità e resistenza meccanica della malta, tale sistema finisce per costituire una barriera primaria assolutamente ridondante nei riguardi della sicurezza dell'isolamento delle formazioni esterne alle tubazioni, che si traduce in un elevatissimo grado di protezione delle falde in esse contenute.

Problematiche di Igiene ed Aspetti di Organizzazione del Lavoro

Alloggi del Personale

Gli alloggi per il personale operativo sono costituiti da containers attrezzati ad uso ufficio.

Il personale si alterna secondo i turni contrattualmente previsti ed il cambio delle squadre avviene direttamente sul cantiere. Pertanto gli alloggi non sono destinati a essere utilizzati né come refettorio vero e proprio, né come dormitori.

Gli impianti per il condizionamento ambientale interno ai containers uso ufficio saranno periodicamente controllati secondo le norme e mantenuti al fine di prevenire rischi connessi con il cosiddetto "Morbo del Legionario".

Rifiuti e Fattori Connessi

I rifiuti solidi urbani, in particolare eventuali scarti alimentari, ancorché di modestissima entità, saranno collocati in appositi contenitori stagni e giornalmente trasferiti in quelli appositamente previsti dal Comune o dall'Azienda preposta al servizio di raccolta e smaltimento degli stessi.

Non è previsto immagazzinamento in cantiere di alimenti o prodotti per alimenti.

Inoltre gli uffici di cantiere sono disegnati e costruiti per avere idonea protezione contro l'ingresso della fauna murina e, stante la breve durata dei lavori, non si prevede, di solito, l'esecuzione di opere di preventivo contenimento della stessa. Tuttavia, se la durata delle attività dovesse prolungarsi oltre il previsto, o se se ne verificassero le esigenze, si provvederà a richiedere servizio specifico attraverso compagnie specializzate.

Analoghe precauzioni saranno adottate nel caso di sbancamenti di terreno superficiale durante la fase di costruzione della postazione di sonda.

Acque Stagnanti

Non si prevede di disporre vasche con acqua stagnante, se non per il periodo ristretto delle operazioni di perforazione. Al fine di prevenire focolai di artropodi si provvederà ad effettuare trattamenti chimici preventivi.



Servizi Igienici di Cantiere

Si prevede un servizio completo da parte di una compagnia esterna per la fornitura dei servizi stessi e per la loro completa gestione.

Linee Elettriche e Telefoniche

Le norme di polizia mineraria in vigore impongono di mantenere una distanza minima dalle linee elettriche e telefoniche, ai fini della sicurezza, pari all'altezza massima della torre di perforazione e, nel caso di distanza (misurata in pianta) tra le linee e il pozzo inferiore a 50 m, la norma impone una specifica autorizzazione del Prefetto (art. 60 DPR 128/59).

Nel caso in esame si ritiene che sia possibile rispettare il limite di 50 m da qualunque linea elettrica o telefonica o altra opera di uso pubblico.

Tale distanza è largamente cautelativa anche dal punto di vista del rispetto del DPCM del 8 Luglio 2003.

3.3.3.7 Uso di Risorse in Fase di Perforazione

Acqua Industriale

L'attività di perforazione richiede la disponibilità di acqua per la preparazione dei fanghi e delle malte, in quantità correlabile al volume dei singoli pozzi, alla durata dei lavori di perforazione ed alle caratteristiche geologiche delle formazioni attraversate.

Nella stima del consumo di risorse si deve tener conto della diversa tipologia di formazioni attraversate, distinguendo, in particolare, le fasi di perforazione della copertura, durante la quale si impiega fango bentonitico. In tale fase, il consumo di fango è prevalentemente dovuto agli assorbimenti che si verificano nell'attraversamento delle vulcaniti, mentre è decisamente limitato nelle formazioni a prevalenza argillosa.

La perforazione del serbatoio comporta un maggior consumo idrico in conseguenza della minor pressione del fluido di strato, rispetto alla idrostatica equivalente per profondità, che implica il fenomeno della perforazione cosiddetta in *perdita di circolazione*.

Tale consumo di acqua sarà soddisfatto prelevando temporaneamente acqua dai pozzetti realizzati allo scopo, come descritto al *Paragrafo 3.3.3.2*.

In considerazione della possibile variabilità dei tratti di pozzo che potrebbero essere perforati in perdita di circolazione, e la necessità di non interrompere i lavori in caso di carenza idrica, il progetto dei pozzetti di prelievo di cui all'*Allegato 2* del *Progetto Definitivo*, cui si rimanda per i particolari, è stato eseguito per assicurare le seguenti forniture idriche, sulle quali è stato anche calibrato lo studio di compatibilità con l'acquifero riportato in *Allegato 2* suddetto:

- pozzo produttivo, portata di punta 70 m³/h per 9 giorni, nel restante periodo 10 m³/h (durata totale attesa per ciascun pozzo 32 gg);
- pozzo reiniettivo, portata di punta 50 m³/h per 10 giorni, nel restante periodo 10 m³/h (durata totale attesa per ciascun pozzo 50 gg).

In tale studio viene dimostrata l'assoluta compatibilità di questo prelievo con la ricarica corrente dello stesso acquifero.

Energia, Gasolio e Lubrificanti

L'energia necessaria all'esercizio dell'impianto e di tutti i servizi di cantiere viene prodotta in loco mediante i gruppi di generazione dell'impianto stesso. I carburanti per l'alimentazione dei motori e dei gruppi elettrogeni vengono approvvigionati tramite autocisterne che attingono presso fornitori autorizzati.

Pozzi di Produzione

Il consumo massimo di gasolio di un cantiere durante la perforazione è di circa 1.000 kg/giorno, per un fabbisogno complessivo a pozzo, con riferimento alla profondità di un pozzo di profondità 1200 metri, stimabile in 16.000 kg/pozzo ovvero una media di 500 kg/giorno.

Il consumo di lubrificanti del macchinario dell'impianto di perforazione è stimabile in 700 kg a pozzo.

Pozzi di Reiniezione

Per ciascun pozzo si prevede che i consumi siano doppi dei valori relativi al tipico pozzo produttivo.

L'impiego di energia elettrica, al di fuori della perforazione propriamente detta, è limitata all'alimentazione della pompa sommersa durante le prove di emungimento e non si prevede pertanto la necessità di costruire linee elettriche da adibire all'alimentazione del cantiere.

Altre Materie Prime

I consumi dei prodotti per la preparazione del fango e delle malte possono essere considerevolmente influenzati dalle condizioni geologiche incontrate.

Sulla base dell'esperienza si possono stimare i seguenti consumi medi per ogni pozzo (tenuto conto che alcuni pozzi sono deviati e quindi hanno una profondità misurata maggiore):

- bentonite: 22 t per il pozzo di produzione, 44 t per quello di reiniezione;
- cemento per le malte: 160 t per il pozzo di produzione e 215 t per quello di reiniezione;
- acciaio: il consumo di acciaio è relativo principalmente ai tubi (casing e tubazione supporto pompa), mentre altre utilizzazioni danno un contributo



assai poco significativo. Il fabbisogno di casing ammonta a circa 155 t mentre altri consumi sono per scalpelli, testa pozzo e lamiere per lavori di carpenteria vari. Si stima pertanto un totale di 165 t di acciaio per il pozzo di produzione e 200 t per quello di reiniezione.

Nel successivo paragrafo è riportato inoltre il bilancio scavi riporti dove viene dettagliata la quantità di inerti (circa 8.300 m³ che saranno prelevati dal centro di frantumazione più vicino) mentre il volume stimato di calcestruzzo necessario per la soletta è di 75 m³ per pozzo includendo in questo sia il cemento che gli inerti e sabbia necessari.

3.3.3.8

Bilancio Scavi Riporti

Nella tabella seguente si riportano, per ciascun postazione (sia di produzione che di reiniezione), le volumetrie indicative degli scavi preceduti dal segno “-“ (meno) e dei riporti col segno “+” (più).

Tabella 3.3.3.8a Bilancio Scavi Riporti

Rif	Operazione	Volume (m ³)	Note
Postazione CG1			
A	Sbancamenti e scavi a sezione obbligata	- 1170	
B	Riutilizzo per rilevati piazzale, rinterrati e sistemazioni interne	+1170	
A+B	<i>Terreno residuo</i>	0	
C	Riporto inerti per ossatura piazzale+strada+parcheggio auto	+2000	
Postazione CG2			
D	Sbancamenti e scavi a sezione obbligata	-1770	
E	Riutilizzo per rilevati piazzale, rinterrati e sistemazioni interne	+1100	
D+E	<i>Terreno residuo</i>	-670	Verrà utilizzato nei campi agricoli adiacenti o riutilizzato per sistemazioni interne dell'area di cantiere
F	Riporto inerti per ossatura piazzale+strada+parcheggio auto	+2050	
Postazione CG3			
G	Sbancamenti e scavi a sezione obbligata	-2900	
H	Riutilizzo per rilevati piazzale, rinterrati e sistemazioni interne	+2200	
G+H	<i>Terreno residuo</i>	-700	Verrà utilizzato o nei campi agricoli adiacenti o riutilizzato per sistemazioni interne dell'area di cantiere
I	Riporto inerti per ossatura piazzale+strada+parcheggio auto	+1720	
Postazione CG14			
L	Sbancamenti e scavi a sezione obbligata	-2150	
M	Riutilizzo per rilevati piazzale, rinterrati e sistemazioni interne	+1100	
M+N	<i>Terreno residuo</i>	-1050	Verrà utilizzato nei campi agricoli adiacenti o riutilizzato per sistemazioni interne dell'area di cantiere
O	Riporto inerti per ossatura piazzale+strada+parcheggio auto	+2500	
Quantità Totali			
-	Totale Sbancamenti e scavi a sezione obbligata	7060	-
-	Totale Riutilizzo per rilevati piazzale, rinterrati e sistemazioni interne	5570	-
-	Totale Terreno residuo	2420	-
-	Totale Riporto inerti per ossatura piazzale, strada e parcheggio auto	8270	-

Come si vede dalla tabella precedente, il terreno scavato verrà riutilizzato in loco, per le sistemazioni interne alle aree di cantiere e la parte eccedente sarà distribuita nei campi agricoli adiacenti.

Sussistono dunque le seguenti condizioni:



- si prevede il completo riutilizzo del terreno scavato allo stato naturale “in situ”;
- il suolo coinvolto dagli scavi risulta non contaminato, in quanto ad oggi utilizzato per esclusivi scopi agricoli.

Tali condizioni rispondono a quanto disposto dall’art. 185 comma 1) lettera c) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.. e quindi non risulta applicabile il D.M. 161/2012.

Qualora si verificasse la necessità di un riutilizzo del terreno altrove sarà predisposto il Piano di Utilizzo (ai sensi del D.M. 161/2012) in accordo alla modulistica predisposta dal Comune competente.

3.3.3.9

Rifiuti e Residui

La quantità attesa di residui di detriti e fango prodotta per perforare un pozzo produttivo verticale è stimabile in 310 t e per uno deviato in 335t. Per un pozzo di reiniezione tale valore sale a 600t per un pozzo verticale e a 650t per un pozzo deviato.

Di questi, circa il 70% risulterà proveniente dalla separazione dalla fase liquida attraverso le attrezzature di vagliatura, mentre il rimanente fa parte dell’aliquota non separabile dal fango, pertanto lo si ritrova sotto forma di materiale decantato nelle apposite vasche.

Tale quantità è relativa essenzialmente alla parte superficiale del pozzo, ovvero dal piano campagna fino a 780 m, per i pozzi di produzione, e fino a 1.800 m, per quelli di reiniezione. Oltre tali profondità si esclude la produzione di detriti, dal momento che sarà prevalente la perdita di circolazione.

La quantità di fango che contribuisce a tale voce è limitata a solo 30 m³ e 60 m³ nei due casi, rispettivamente, in virtù della possibilità di riutilizzo del fango durante la fase di perdita di circolazione.

Il processo cui è sottoposta la miscela fango e detrito, una volta portata presso il centro di trattamento, prevede la separazione della fase solida da quella liquida, attraverso una filtropressa.

Alla fine del ciclo si raccolgono due fasi ben distinte fisicamente: una solida dove sono confluiti i detriti grossolani, quelli fini e la bentonite rimasta intrappolata, l’altra liquida costituita da acqua resa opaca dalla presenza di residui particolarmente fini di bentonite in sospensione.

La fase solida viene sottoposta ad analisi della composizione per verificarne la possibilità di riutilizzo, o il tipo di discarica cui conferirla. Stante la ridotta quantità di residuo solido per pozzo, di solito quest’ultima è la destinazione finale.

Il residuo liquido è conferito al fornitore di un servizio di trattamento, che opera mediante impianti mobili o fissi, al fine di chiarificare la fase liquida, introducendo in soluzione dei prodotti (solfato di alluminio o cloruro ferrico) che favoriscono la coagulazione, flocculazione e precipitazione dei solidi molto fini, e facilitano l’assorbimento degli ioni residui.



L'acqua così depurata può essere immessa nei corpi idrici superficiali, previa analisi volta a verificare la rispondenza alle norme di legge e dopo aver ottenuto le autorizzazioni previste. Questa attività sarà interamente svolta mediante servizio esterno da uno specifico fornitore autorizzato dalle autorità provinciali (o comunque secondo le norme di legge in vigore) al servizio di raccolta, trasporto e trattamento presso un suo centro specializzato.

Acqua Residua da Prove di Produzione Pozzetti

Le prove di caratterizzazione dei pozzetti per il prelievo dell'acqua destinata alla perforazione (si veda *Paragrafo 6.3 dell'Allegato 2 al Progetto Definitivo*) implicano la produzione di certi quantitativi di acqua di falda. L'acqua così prodotta sarà smaltita nei corpi idrici superficiali se la composizione chimica ne permette lo smaltimento. Oppure in alternativa l'acqua prodotta attraverso un pozzetto potrà essere reimpressa in un altro di altra postazione pompandola attraverso una tubazione provvisoria o trasportata con autobotte.

Rifiuti da Attività di Cantiere

Durante la perforazione è presente sul cantiere un sistema di raccolta differenziata dei rifiuti prodotti, che vengono successivamente smaltiti secondo le disposizioni vigenti in materia. Particolare attenzione viene posta alla raccolta delle tipologie di materiale riciclabile (olio esausto, rottami ferrosi, etc.).

In accordo alla normativa vigente, anche i rifiuti prodotti nella perforazione dei pozzi sono classificabili nelle seguenti tre tipologie:

- urbani;
- speciali non pericolosi;
- speciali pericolosi.

Le quantità di rifiuti da smaltire, con riferimento all'attività di perforazione di un pozzo, sono stimabili come riportato nella seguente tabella in cui si è distinto il caso del pozzo verticale da quello del pozzo deviato.

Tabella 3.3.3.9a Quantitativi Medi Rifiuti da Smaltire con Riferimento all'Attività di Perforazione di Ciascun Pozzo

Tipologia Rifiuto	Quantità (kg)	
	Pozzo verticale	Pozzo deviato
Materiali filtranti, stracci e indumenti contaminati da olio	150	160
Materiale per imballaggi	500	540
Gomma e gomma-metallo	1.500	1.620
Legname	400	430
Oli esausti utilizzati nei motori	150	160

3.3.3.10 Effluenti Liquidi

Durante le attività di perforazione sono previsti tre tipi di effluenti liquidi:

- le acque di pioggia;
- gli scarichi dei servizi sanitari;
- i reflui liquidi provenienti dalle attività di perforazione.

Nel periodo di perforazione le acque di pioggia che scorrono sul terreno impermeabilizzato sono raccolte dal sistema fognario e utilizzate come acqua di perforazione o comunque per la preparazione del fango e non saranno rilasciate nei corpi idrici superficiali.

Data la breve durata delle attività di sonda il cantiere non è dotato di strutture importanti ai fini igienici. Le acque nere provenienti dai servizi fondamentali saranno smaltite da compagnie specializzate, che provvederanno alla pulizia dei servizi ed al prelievo dei liquami. La quantità massima di acque nere prodotte, prevalentemente di provenienza dai servizi igienici, sono stimabili nella situazione specifica in 30 m³ a pozzo che saranno interamente smaltiti con autobotte.

Pertanto non si prevedono scarichi idrici nei corsi d'acqua, salvo le acque di seconda pioggia. Inoltre durante la perforazione saranno attuate le tecniche di prevenzione per la protezione delle falde idriche descritte e l'impermeabilizzazione dei bacini che assicurino l'isolamento ottimale.

3.3.3.11 Emissioni Sonore

Per ogni impianto di perforazione le principali sorgenti di emissione sonora sono le seguenti:

- due gruppi elettrogeni alimentati con motore diesel;
- due motopompe del fango;
- due vibrovagli alimentati con motore elettrico;
- due compressori;
- un gruppo elettrogeno di servizio alimentato con motore diesel;
- l'argano alimentato da motore diesel o idraulico utilizzato per la movimentazione delle aste e posto sul piano sonda;
- tavola rotary azionata attraverso il compound dell'argano e posta sul piano sonda.

Nella seguente tabella sono riportati i valori di potenza sonora delle sorgenti sopra descritte ottenute dalle specifiche tecniche di acquisto delle diverse apparecchiature, in base alle indicazioni dei progettisti ed in funzione delle misurazioni eseguite presso altri impianti simili.

E' stato in particolare considerato che:

- il gruppo elettrogeno sia stato insonorizzato inserendolo all'interno di un cabinato fonoassorbente, dotato di silenziatori sia per l'aria di raffreddamento in ingresso e in uscita che di marmitta per i gas di scarico;
- ogni vibrovaglio sia stato insonorizzato inserendolo all'interno di un cabinato fonoassorbente;
- ogni pompa triplex sia stata insonorizzata inserendola all'interno di un cabinato fonoassorbente;
- ogni compressore sia stato insonorizzato inserendolo all'interno di un cabinato fonoassorbente.

Tabella 3.3.3.11a Potenza Sonora delle Principali Sorgenti dell'Impianto di Perforazione

Rif.	Descrizione Sorgente	Num Sorgente	Tipo Sorgenti	Potenza Sorgente dB(A)	Ore esercizio
S4-C	Gruppo elettrogeni	2	Puntiforme	95	24 h/g
S5-C	Vibrovaglio	2	Puntiforme	93	24 h/g
S6-C	Piano Sonda	1	Puntiforme	98	24 h/g
S7-C	Pompa Triplex	2	Puntiforme	93	24 h/g
S8-C	Compressore	2	Puntiforme	96	24 h/g

La caratterizzazione acustica delle sorgenti relative alla perforazione dei pozzi (S4-S8) deriva dalle indicazioni del fornitore dell'impianto di perforazione HH-200MM.

3.3.4 Ripristino Ambientale - Chiusura Mineraria dei Pozzi

In caso di esito negativo della perforazione, o comunque qualora il pozzo risulti inutilizzabile per uno degli obiettivi per cui era stato perforato, si procederà alla chiusura mineraria del pozzo.

Scopo della chiusura mineraria è ripristinare l'isolamento delle formazioni attraversate dal sondaggio e permettere la rimozione anche delle strutture di superficie (valvole di testa pozzo, opere in calcestruzzo), senza pregiudicare l'efficacia dell'isolamento dei fluidi endogeni rispetto alla superficie.

La realizzazione della chiusura mineraria avviene mediante riempimento del foro, almeno a tratti, con malta di cemento di opportuna composizione.

È buona norma, ai fini della sicurezza, disporre uno dei tappi di cemento nell'intorno delle "scarpe" dei casing e liner. In alcuni casi potrebbe anche essere necessario impiegare speciali attrezzature (packer), atte a garantire, con maggiore efficacia rispetto al solo cemento, l'isolamento dei fluidi contenuti negli strati sottostanti.

In generale ed a seconda delle condizioni effettive del pozzo, può essere necessario anche l'impiego dell'impianto di perforazione per realizzare l'intervento di chiusura mineraria. Nel caso dei pozzi del campo di Torre Alfina la chiusura mineraria potrebbe essere realizzata senza impianto di perforazione.

Al termine della chiusura mineraria si procederà al ripristino delle condizioni originali, asportando le opere in cemento e lasciando l'area nelle stesse condizioni di origine. Anche la tubazione per l'alimentazione di acqua al cantiere verrà completamente rimossa. Lo stesso dicasi per le eventuali relative opere accessorie che siano state costruite.

In caso di successo il pozzo sarà utilizzato per la produzione di energia ed in loco sarà mantenuta la postazione, pur in forma ridotta e con una visibilità minima, grazie ai criteri adottati per l'inserimento.

La sola opera destinata a rimanere in loco è la testa pozzo, caratterizzata da un ingombro irrilevante, sia in termini volumetrici che per elevazione e visibilità.

Si tratta infatti di teste pozzo che, alloggiata in un incavo (cantina), fuoriescono dal piano campagna di circa 1,5 metri, quindi di ingombro assimilabile ai comuni pozzi artesiani per l'attingimento dell'acqua.

Per la testa pozzo si prevede una recinzione costituita da una rete di altezza 1,80 m, con dimensioni in pianta 3 m x 3 m, coperta anche nella parte superiore e munita di cancello per impedire l'accesso alla struttura da tutti i lati.

3.3.5 **Completamento dei Pozzi Produttivi**

Al termine delle perforazioni e dopo l'esecuzione delle prove di produzione, i pozzi produttivi forniranno l'alimentazione all'impianto a ciclo organico descritto nel successivo *Paragrafo 3.4.*

All'interno dei pozzi produttivi saranno montate le pompe di sollevamento centrifughe multi girante (si veda *Paragrafo 3.4.2.3* per la descrizione) che saranno in grado di prelevare le portate di progetto e alimentare l'impianto ORC.

Le teste pozzo saranno completate con l'installazione di valvole elettriche o elettroidrauliche per l'avvio e l'arresto dell'impianto e delle tubazioni di produzione coibentate che correranno fuori terra fino al confine della piazzola, dove verranno interrate e seguiranno i percorsi descritti nel successivo paragrafo.

Sul piazzale sarà inoltre prevista la cabina elettrica per l'alimentazione dell'impianto che accoglierà il trasformatore per l'alimentazione delle pompe e l'interfaccia con la rete Enel a media tensione.

Il layout delle postazioni dei pozzi produttivi è riportato nelle *Figure 3.3.5a (1 di 4, 2 di 4 e 3 di 4).*

3.3.6 **Completamento Pozzi Reiniettivi e Sezione Recupero Energia**

Al termine delle perforazioni e dopo l'esecuzione delle prove di produzione, i pozzi reiniettivi saranno pronti per ricevere ognuno circa 263 t/h di fluido a circa 70 °C di temperatura proveniente dall'impianto ORC (descritto al successivo *Paragrafo 3.4.*)



In accordo alle prove di produzione eseguite sui pozzi da Enel negli anni 70 e descritte in *Buonasorte et al 1988* e *Barelli, Celati, Manetti 1976*, i pozzi reiniettivi hanno capacità di assorbimento elevate che possono valutarsi tra 100 e 400 t/(h*bar). Ne consegue che, in condizioni di esercizio (pozzi in assorbimento di 263 t/h), su ciascun pozzo reiniettivo si può stimare un innalzamento del livello dalle condizioni statiche compreso tra 10 e 30 m .

Tale modesto innalzamento del livello e quindi della pressione nel serbatoio geotermico, ben inferiore alla pressione idrostatica, consente di escludere che si possano verificare fenomeni di disturbo di qualsiasi tipo nel serbatoio.

Considerando che il livello statico del pozzo Alfina 14 si pone a circa 200-240 m e che il dinamico teorico sarà attorno a 200 m dal pc, se ne deduce che rimane disponibile una notevole quantità di energia idraulica contenuta nel fluido in reiniezione.

Si prevede pertanto di installare in ciascun pozzo di reiniezione un generatore idraulico, concettualmente simile ad una pompa immersa operante però da turbina; tali apparecchiature saranno in grado di recuperare in totale circa 1,2 MW.

I generatori immersi saranno posizionati a circa 500 m dal piano campagna e saranno costituiti da tre componenti immersi: la turbina, il generatore e il cavo di potenza (per maggiori dettagli si veda *Paragrafo 3.4.2.5*).

In prossimità dei pozzi di reiniezione sarà collocata la cabina di trasformazione collegata al cavidotto che porterà l'energia all'impianto ORC. La planimetria del piazzale dei pozzi di reiniezione è riportato nella *Figura 3.3.5a (4 di 4)*.

3.4 LA CENTRALE DI PRODUZIONE

3.4.1 Criteri Generali di Progettazione

La progettazione dell'impianto ORC è stata condotta assumendo che il serbatoio geotermico sia in grado di mantenere la produzione di elevate quantità di fluido geotermico senza apprezzabili degradi sia termici che di produzione.

La necessità di una progettazione senza emissioni di fluido in atmosfera impone il mantenimento della pressione del fluido al di sopra della pressione di bolla dell'anidride carbonica disciolta e quindi l'utilizzo di pompe immerse associate all'utilizzazione di un ciclo Rankine a fluido organico, come discusso nei paragrafi precedenti.

L'impianto pilota viene quindi progettato impostando le seguenti specifiche:

- potenza netta massima erogabile: 5 MWe;
- temperatura del fluido geotermico in ingresso all'impianto: 140°C;
- utilizzo pompe immerse per la prevenzione delle incrostazioni da carbonato di calcio;

- installazione di un impianto di recupero dell'energia di pressione residua del fluido geotermico alla reiniezione;
- predisposizione dell'impianto alla cessione di calore a eventuali utenze future;
- assenza di emissioni in atmosfera;
- utilizzazione di condensatore ad aria e quindi assenza di prelievi idrici;
- i materiali delle tubazioni a contatto col fluido geotermico saranno in acciaio al carbonio con adeguato sovrappessore di corrosione ;
- non saranno ammesse leghe contenenti rame per il materiale dell'impianto ORC a contatto con il fluido geotermico.

Dal momento che la solubilità del carbonato di calcio, che costituisce l'elemento di maggiore preoccupazione ai fini della capacità incrostanti del fluido geotermico, aumenta con il diminuire della temperatura e che la concentrazione di silice è tale da non provocare incrostazioni fino a temperature dell'ordine di 50 °C, è stato deciso di spingere il recupero di calore dal fluido geotermico fino a temperature comprese tra 50 e 70 °C. Ai fini del presente dimensionamento è stato scelto un raffreddamento fino a 70°C.

La portata del fluido geotermico per produrre 5 MWe netti in queste condizioni sarà di circa 1.050 t/h.

Il progetto è stato eseguito sulla base delle informazioni disponibili dai test eseguiti negli anni 70 da Enel e quindi soggette a modifiche a valle della realizzazione dei nuovi pozzi. Tuttavia la progettazione ha inteso descrivere la soluzione più "impattante". In altre parole l'impianto è stato dimensionato con la maggior occupazione di suolo e con le maggiori dimensioni ipotizzabili. Eventuali piccole modifiche che si dovessero rendere necessarie nella progettazione esecutiva saranno migliorative ai fini dell'impatto ambientale.

3.4.2 *Descrizione del Progetto*

3.4.2.1 **Descrizione Generale**

L'impianto pilota geotermico di Castel Giorgio sarà costituito dai seguenti componenti principali:

- n.5 pozzi di produzione di acqua calda, dotati ciascuno di pompa di sollevamento (ESP);
- un sistema di tubazioni di convogliamento che consentirà di condurre l'acqua calda dai pozzi fino all'impianto ORC;
- l'impianto ORC (di seguito descritto), che consentirà la produzione di energia elettrica attraverso il recupero di calore dall'acqua calda geotermica;
- n.4 pozzi di reiniezione dell'acqua geotermica che risulta raffreddata a seguito dello scambio termico avvenuto nell'impianto ORC, tutti ubicati nella stessa piazzola;
- una tubazione di collegamento dell'acqua raffreddata in uscita dall'impianto ORC fino ai pozzi di reiniezione;
- la possibilità di "stacco" per il prelievo dell'acqua calda, sia a monte che a valle dell'impianto ORC per alimentazione di eventuali utenze termiche;

- la Linea elettrica di media tensione (20kV) per il collegamento alla Rete Elettrica Nazionale.

-

La localizzazione delle opere in progetto è riportata in *Figura 1a*.

L'impianto ORC è così denominato perché consente la produzione di energia elettrica attraverso l'impiego di un ciclo termodinamico Rankine con fluido organico (da cui *ORC – Organic Rankine Cycle*).

Questo tipo di impianti, grazie a recenti miglioramenti nelle tecnologie e nei rendimenti che sono stati ottenuti dai produttori, offre interessanti opportunità di impiego per la valorizzazione energetica di fluidi geotermici a media e bassa entalpia.

Tali impianti sono anche detti impianti “a fluido intermedio” o a “ciclo binario” proprio per il fatto che coinvolgono due tipologie di fluido:

- il fluido geotermico caldo dal quale viene recuperato calore e che nel presente progetto viene successivamente reiniettato;
- il fluido organico che compie un ciclo chiuso di tipo Rankine e che quindi:
 - evapora grazie al calore che viene recuperato dal fluido geotermico;
 - viene espanso in una turbina per la produzione di energia elettrica;
 - viene condensato per poter essere di nuovo impiegato per la produzione di vapore.

Come accennato precedentemente l'impianto sarà predisposto per cedere calore ad eventuali utenze future: a tal fine sul collettore del fluido geotermico caldo ($T=140\text{ °C}$) e su quello freddo ($T=70\text{ °C}$) saranno installate delle flange cieche alle quali potranno essere attaccate le tubazioni di distribuzione.

Inoltre verrà installato all'interno del pozzo di reiniezione un sistema di recupero capace di trasformare una quota parte dell'energia del fluido geotermico destinato alla reiniezione in energia elettrica. Teoricamente l'installazione del sistema di recupero di energia risulta fattibile in quanto il processo produttivo, abbassando la temperatura del fluido geotermico da 140 °C a 70 °C , aumenta la solubilità della CO_2 (responsabile delle incrostazioni da carbonato di calcio) e quindi permette la riduzione della pressione del fluido di reiniezione, ai fini del recupero energetico, senza avere la precipitazione di carbonato di calcio.

Lo schema generale dell'impianto pilota è riportato in *Figura 3.4.2.1a*. Per lo schema dettagliato relativo al circuito dell'impianto ORC si rimanda alla *Figura 3.4.2.2b*.

Per la descrizione del progetto dei pozzi si rimanda al *Paragrafo 3.3*.

3.4.2.2

Impianto ORC

Il lay-out dell'impianto ORC è riportato nella *Figura 3.4.2.2a (1 di 2)* nella quale, dentro il perimetro di impianto, è possibile riconoscere le principali apparecchiature che costituiscono il ciclo ORC:

- n°2 evaporatori a fascio tubiero (fluido organico - acqua);
- n°2 preriscaldatori fluido organico - acqua;
- n°2 turbo-espansori collegati ad un unico generatore elettrico;
- condensatore raffreddato ad aria;
- sistema di riempimento circuito del fluido organico comprensivo di serbatoio di stoccaggio.

Nell'impianto sono inoltre presenti:

- lo skid antincendio;
- un cabinato ospitante il sistema di controllo, il trasformatore e i quadri elettrici;
- la cabina di interfaccia con il gestore della rete ENEL;
- i servizi igienici (WC chimico);
- la vasca di prima pioggia.

I due turbo espansori e il generatore elettrico saranno alloggiati all'interno di un cabinato insonorizzato; analogamente ciascuna pompa alimento sarà dotata di una struttura dedicata per l'insonorizzazione.

Nella *Figura 3.4.2.2a (2 di 2)* si riporta anche una vista dell'Impianto.

Funzionamento del Ciclo ORC

Con riferimento al Diagramma di Flusso (*Figura 3.4.2.2b*), l'acqua calda, proveniente dai pozzi e mantenuta in pressione dalle pompe immerse, viene convogliata attraverso il sistema di tubazioni al collettore acqua calda dell'impianto ORC, alle condizioni di 140°C e 44 bar circa. Da qui, l'acqua calda viene inviata (in serie) a due evaporatori e successivamente va ad alimentare in parallelo due preriscaldatori attraverso i quali cede il proprio calore sensibile (raffreddandosi fino a 70°C) al fluido organico di lavoro. Questo, viceversa, dopo essersi riscaldato nei preriscaldatori, completa il suo passaggio in fase vapore all'interno degli evaporatori.

Il vapore del fluido organico in uscita dagli evaporatori viene quindi fatto espandere all'interno di un Turbo-Espansore (uno per ogni evaporatore) producendo energia meccanica, che viene convertita in energia elettrica dal generatore (unico, in comune per entrambi i turbo espansori).

Il fluido espanso in uscita dalla turbina viene fatto condensare in un condensatore aria-fluido organico, chiudendo il ciclo termodinamico. Una volta condensato, il fluido viene nuovamente rialimentato al sistema di preriscaldamento-evaporazione iniziando un nuovo ciclo di processo.

La scelta del fluido organico è legata alle “performance termodinamiche” dell’impianto e al suo costo. I diversi fornitori di questa tipologia di impianti , per queste temperature suggeriscono o idrocarburi leggeri (butano e isobutano , pentano, isopentano) o refrigeranti sintetici HFC (idrocarburi fluorurati) comunemente usati nei cicli frigoriferi.

Per il presente progetto si è ipotizzato l'utilizzazione di isopentano. L'utilizzazione di fluidi diversi, che potrebbe essere conseguente ad una procedura di gara per l'assegnazione della fornitura non modifica tuttavia in modo sostanziale la caratterizzazione del progetto.

L' isopentano normalmente contenuto nell'impianto ORC (hold up tubazioni, condensatore, apparecchiature) sarà inviato, in caso di manutenzione e arresto impianto, ad un serbatoio di stoccaggio a doppio contenimento e interrato, in modo da ridurre il rischio di incendio, e polmonato con azoto per mantenere l'atmosfera inerte.

Nel caso la scelta del fluido intermedio sopra indicato dovesse essere confermata, si procederà all'attivazione delle procedure previste per la gestione dei liquidi infiammabili nel corso del procedimento di rilascio dell'autorizzazione alla costruzione ed esercizio.

3.4.2.3 Pompe di Sollevamento

Come descritto precedentemente, l'installazione di pompe di sollevamento a fondo pozzo è una soluzione tecnica fondamentale per regolare la pressione della colonna di liquido nel pozzo a valori tali da mantenere la CO₂ disciolta nella soluzione liquida ed evitare così incrostazioni da carbonato di calcio.

Le pompe impiegate per questa funzione hanno caratteristiche altamente tecnologiche dal momento che devono lavorare alle profondità tra 600 e 800 m circa e a temperature relativamente alte (la temperatura del serbatoio geotermico è di circa 140°C).

Le pompe di sollevamento che saranno installate saranno pertanto 5, una per ciascun pozzo produttivo.

Ciascuna pompa sarà in grado di produrre circa 210 t/h di acqua calda alla pressione di mandata di circa 136 bar, garantendo così una pressione di 44-45 bar a monte dell'impianto ORC.

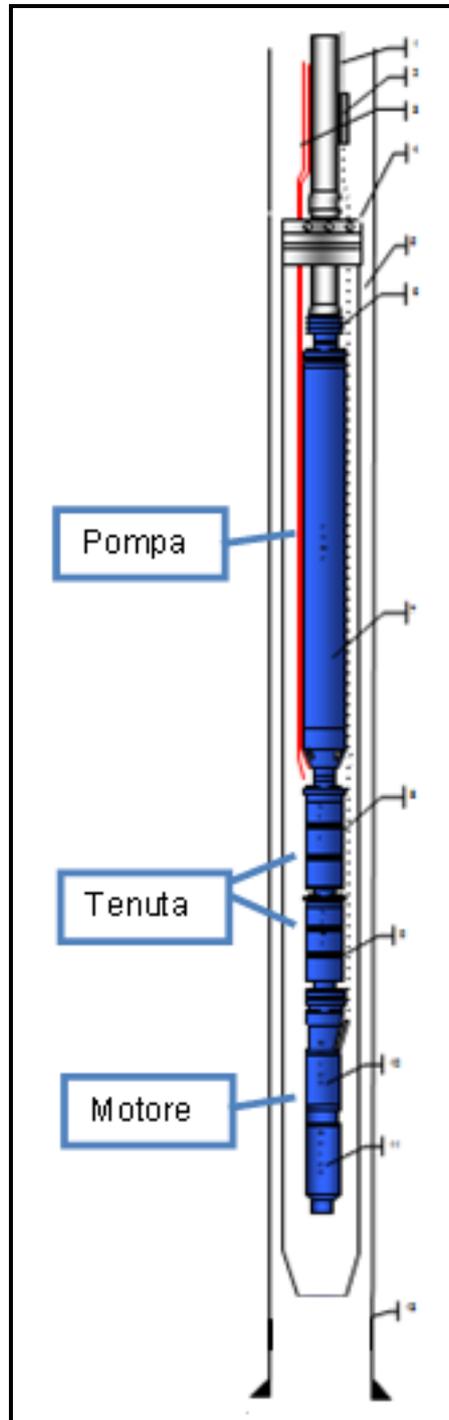
Nella *Figura 3.4.2.3a* è riportato lo schema tipico di una pompa immersa della lunghezza complessiva di circa 26 m.

La pompa sarà guidata da un motore elettrico immerso in grado di lavorare alle temperature richieste.

Il motore elettrico sarà alimentato da un cavo che scende all'interno del pozzo, visibile in tratteggio nella *Figura 3.4.2.3a*.

Ciascuna pompa assorbità, nelle condizioni di progetto (cioè a circa 210 t/h e 67 bar di prevalenza) circa 540 kW.

Figura 3.4.2.3a Schema della Pompa di Sollevamento



3.4.2.4 Le Tubazioni di Connessione Impianto-Pozzi

La localizzazione dei pozzi produttivi e del polo reiniettivo è riportata in *Figura 1a*. Nella stessa figura si riportano il tracciato delle tubazioni di raccolta dell'acqua

calda geotermica dai pozzi all'impianto ORC e il tracciato della tubazione che conduce alla postazione di reiniezione.

I tracciati delle tubazioni in oggetto sono stati definiti applicando i seguenti criteri generali:

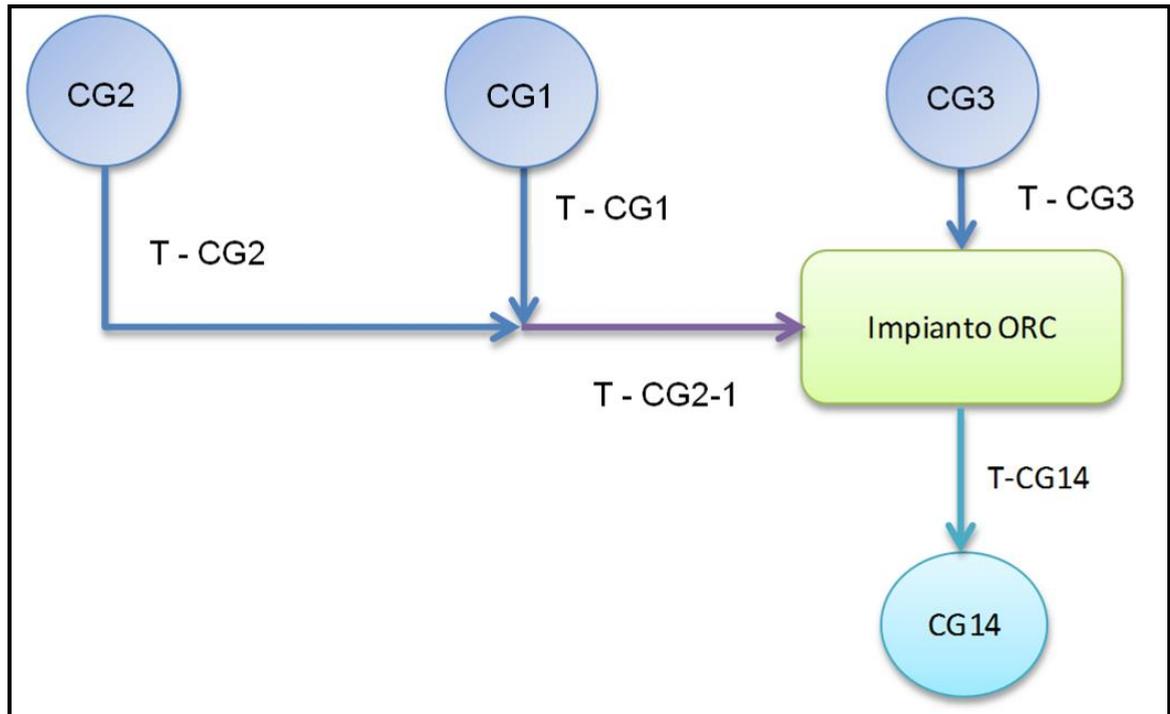
- possibilità di ripristinare le aree occupate, riportandole alle condizioni morfologiche e di uso del suolo preesistenti all'intervento, minimizzando l'impatto ambientale;
- riduzione al minimo delle aree occupate dalle infrastrutture;
- rispetto delle fasce di rispetto preesistenti relative a infrastrutture già presenti sul territorio quali linee e reti gas, reti acqua, fognature, linee elettriche;
- garanzia per il personale preposto all'esercizio e alla manutenzione della condotta e degli impianti dell'accesso all'infrastruttura in sicurezza.

Dalla postazione di produzione CG2 (si veda *Figura 1a*) la tubazione attraversa in direzione sud est il terreno agricolo dove è ubicato il pozzo fino giungere in prossimità della strada asfaltata. Da questo punto la tubazione si sviluppa, sempre su terreno agricolo, parallela alla sede stradale in direzione sud ovest sino ad incontrare la tubazione proveniente dalla postazione CG1 nei pressi dell'accesso alla zona industriale della Torraccia. Da qui le due tubazioni si convogliano in una sola, di dimensioni maggiori, il cui tracciato si sviluppa lungo la viabilità della zona industriale fino a raggiungere l'impianto. Le tubazioni sinora descritte sono interrate e coibentate.

La postazione produttiva CG3 (pozzi CG3 e CG3/A) è ubicata in adiacenza all'area dell'impianto: la tubazione corre, interrata, lungo il confine nord dello stesso.

La tubazione diretta ai pozzi di reiniezione una volta uscita dall'impianto ORC percorre il terreno agricolo limitrofo all'impianto in direzione sud est fino a raggiungere la strada contrada Torraccia che attraversa per svilupparsi lungo il tracciato della strada comunale sterrata che collega strada contrada Torraccia a via del Poderetto, attraversa quest'ultima e giunge al polo di reiniezione CG14. Si specifica che la tubazione di reiniezione è interamente interrata e coibentata.

Al fine di descrivere le caratteristiche di progetto dei diversi tratti delle tubazioni sopra tracciate, si consideri la rappresentazione schematica riportata in *Figura 3.4.2.4a*.

Figura 3.4.2.4a Rappresentazione Schematica delle Tubazioni


Con riferimento alla precedente figura, la lunghezza, i diametri e le caratteristiche del fluido nelle tubazioni, nelle condizioni di progetto, sono riportate nella *Tabella 3.4.2.4a*.

I diametri delle tubazioni sono stati scelti in modo da minimizzare le perdite di carico e mantenere una pressione all'ingresso dell'impianto ORC di 44-45 bar, superiore cioè alla pressione di bolla dei gas disciolti nel fluido geotermico.

Tabella 3.4.2.4a Caratteristiche Principali delle Tubazioni nelle Condizioni di Progetto

ID	Lunghezza	Diametro nominale	Portata	Pressione partenza	Pressione arrivo	Temperatura
	m	mm	t/h	bar	bar	°C
T-CG1	310	DN300	420	45	44,5	140
T-CG2	1060	DN250	210	45	44,4	140
T-CG3	100	DN300	420	45	44,7	140
T-CG2-1	355	DN400	630	44,4	44	140
T-CG14	1.830	DN450	1050	41	39,5	70

Le tubazioni avranno un sovra spessore di corrosione di 6 mm (0,2 mm/anno per 30 anni di vita utile).

Le tubazioni, essendo preisolate sono protette da fenomeni corrosivi esterni, tuttavia , per maggior protezione, verranno installati giunti dielettrici all'inizio e alla fine di ciascuna tubazione per evitare la trasmissione di eventuali correnti galvaniche da parte dei pozzi/impianto ORC.

Le tubazioni saranno dotate di sistema di controllo perdite che ne permetterà la rilevazione e l'invio di un segnale di allarme al centro di controllo per il successivo intervento di ripristino.

Tale sistema monitorerà il grado di umidità dell'isolamento in modo da poter intervenire prima che si verifichi la fuoriuscita del fluido localizzando la zona interessata dalla presenza di acqua.

Il sistema di allarme previsto è costituito da due fili di rame, di cui uno nudo e l'altro stagnato, annegati nella schiuma di poliuretano ad una distanza costante dal tubo di servizio in acciaio, non superiori al 10% della distanza nominale tubo-filo.

Il sistema è completato da centraline di controllo ed allarme e da tutti gli accessori necessari, che individueranno sia eventuali punti di umidità nella schiuma isolante, sia rotture o corto circuiti nei conduttori di allarme.

La centralina fornirà direttamente la misura della distanza dal guasto senza bisogno di interventi di specialisti e di misurazioni in campo.

I tipici delle sezioni di scavo per la posa delle condotte sono riportati in *Figura 3.4.2.4b*.

La profondità dello scavo dipende sia dal diametro della tubazione che dalla posa su terreno agricolo o su strada. Nello specifico:

- per i terreni agricoli si è considerato una distanza della sommità del rivestimento esterno del tubo dal livello del terreno di 1,5m per evitare interferenze con gli attrezzi utilizzati per le lavorazioni agricole;
- per la posa su strada si è considerato una distanza della sommità del rivestimento esterno del tubo dal livello del terreno di 1 m.

Il terreno scavato sarà depositato a meno di un metro dal ciglio dello scavo per la posa in opera della condotta che sarà installata opportunamente pretensionata.

Il terreno proveniente dagli scavi eseguiti nelle aree agricole sarà successivamente utilizzato per il rinterro: la parte eccedente verrà ricollocata uniformemente sul terreno agricolo circostante.

Il terreno proveniente dagli scavi eseguiti lungo la viabilità esistente asfaltata sarà interamente conferito a impianti di smaltimento/recupero: i reinterri verranno eseguiti mediante materiale arido di cava reperito da fornitori locali per conferire allo scavo la consistenza necessaria a sopportare il carico stradale. Alla fine dei lavori il manto stradale sarà completamente ripristinato.

Nello stesso scavo delle tubazioni che trasportano il fluido geotermico saranno stese due tubazioni plastiche per il passaggio di cavi di controllo e potenza che collegano le apparecchiature dei pozzi alla centrale.

Le tubazioni saranno poste in opera pretensionate per la compensazione delle dilatazioni termiche. Le temperature di esercizio permettono infatti questa tecnica che consentirà di non realizzare le curve di compensazione e di limitare pertanto l'ingombro delle tubazioni evitando i pozzetti di espansione.

Nei punti più alti e più bassi del tracciato saranno installate delle valvole accessibili che saranno utilizzate sia per il riempimento della tubazione e il successivo pretensionamento che per lo svuotamento della tubazione nei periodi di fermata.

Nel corso delle operazioni di manutenzione infatti le tubazioni, dopo il raffreddamento e la conseguente solubilizzazione dei gas, saranno svuotate con pompe mobili che caricheranno autobotti che scaricheranno il fluido nelle vasche di raccolta poste sulle piazzole di perforazione e successivamente reiniettate.

3.4.2.5 Sezione di Recupero Energia

Come descritto al precedente *Paragrafo 3.3.6*, al termine delle perforazioni e dopo l'esecuzione delle prove di caratterizzazione, ciascun pozzo reiniettivo sarà pronto a ricevere circa 263 t/h di fluido a circa 70°C di temperatura proveniente dall'impianto ORC.

In accordo alle prove di produzione eseguite sui pozzi da Enel negli anni 70 e descritte in *Buonasorte et al 1988* e *Barelli, Celati, Manetti 1976*, i pozzi reiniettivi hanno capacità di assorbimento elevate che possono valutarsi tra 100 e 400 t/(h bar). Ne consegue che, in condizioni di esercizio (pozzi in assorbimento di 263 t/h), su ciascun pozzo reiniettivo si può stimare un innalzamento del livello dalle condizioni statiche compreso tra 10 e 30 m. Considerando che il livello statico del pozzo Alfina 14 si pone a circa 200 - 240 m e che il dinamico teorico sarà attorno a 200 m dal pc se ne deduce che rimane disponibile una notevole quantità di energia idraulica contenuta nel fluido in reiniezione.

Si prevede pertanto di installare nei pozzi di reiniezione un generatore idraulico per ciascun pozzo, concettualmente simile ad una pompa immersa operante da turbina.

Ciascun generatore, posizionato ad una profondità di circa 500 m dal piano campagna, sarà alimentato da una portata di progetto di circa 263 t/h resa disponibile alla pressione di circa 40 bar a testa pozzo cui si aggiungeranno i circa 200 m di colonna liquida intercorrenti tra la testa pozzo e il livello dinamico in assorbimento.

Si renderà pertanto disponibile un salto idraulico di circa 600m per una portata complessiva di circa 1.050 m³/h in grado pertanto di produrre circa 1,2 MW di potenza.

I generatori, posizionati a circa 500 m dal piano campagna, saranno costituiti da tre componenti immersi: la turbina, il generatore e il cavo di potenza che, tramite opportuno trasformatore elevatore, sarà collegato al cavidotto che porterà l'energia all'impianto ORC.

La turbina, dalle caratteristiche eminentemente sperimentali, sarà del tipo multistadio con rotor e diffusori costruiti di materiale resistente alla corrosione. Il generatore sarà un generatore asincrono trifase.

Dato il carattere eminentemente sperimentale del recuperatore di energia, ancora soggetto alla definizione di specifiche costruttive, molto probabilmente si provvederà in una prima fase all'installazione di una valvola in grado di dissipare l'energia che successivamente, dopo la realizzazione dei test necessari sarà sostituita dalla turbina idraulica.

3.4.2.6 Ausiliari di Impianto

Sistemi di Controllo

Il sistema di automazione, basato su logica a PLC, consentirà di controllare e gestire tutto l'impianto sperimentale ORC, la rete di produzione di acqua calda dai pozzi e il sistema di reiniezione. Il sistema di controllo sarà installato all'interno di un cabinato indicato nel layout di *Figura 3.4.2.2a (1 di 2)* con il numero 7.

Sarà possibile comandare in remoto e gestire, mediante apposite pagine grafiche tutto l'impianto sperimentale.

Su tutte le tubazioni di ammissione del fluido geotermico all'impianto ORC e sulla tubazione di reiniezione sarà installato un sistema di controllo perdite descritto nel precedente *Paragrafo 3.4.2.4*, che ne permetterà la rilevazione e l'invio di un segnale di allarme al centro di controllo per il successivo intervento di ripristino.

Controllo Microsismico

Alcuni ricercatori hanno indicato nella pratica della reiniezione la possibile causa di eventi microsismici. Sebbene la pratica pluriennale nei campi geotermici di tutto il mondo non abbia prodotto eventi rilevanti, a fini cautelativi e per verificare eventuali correlazioni tra attività microsismica e reiniezione, è prevista l'installazione di una rete di sismografi per il controllo dell'attività sismica dell'area.

Tale strumentazione sarà in grado di definire le coordinate degli epicentri e degli ipocentri degli eventi microsismici e di individuare tempestivamente eventuali anomalie nella normale attività sismica dell'area.

Una descrizione dettagliata del sistema di controllo demandato alla competenza dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) è riportata in *Allegato F*

Controllo della Corrosione

Il fluido geotermico in pressione presenta caratteristiche corrosive per l'acciaio al carbonio, in quanto ha pH acido e discreta concentrazione di cloruri.

Da dati sperimentali su numerosi campi geotermici aventi fluidi di composizione simile a quella del Campo Geotermico di Torre Alfina si è potuto 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 di 6 mm calcolato per un periodo di funzionamento di 30 anni. cioè largamente sufficiente a permettere agevolmente gli interventi di manutenzione straordinaria qualora che si rendessero necessari.

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 spessimetrici con tecnologia a ultrasuoni del tubing dei pozzi, del casing, delle tubazioni fuori terra e di quelle interrato (per quest'ultime sono previsti, a tal fine, lungo il tracciato dei pozzetti di ispezione) ogni 6 mesi;
- controllo con "pig" intelligenti su tutto il sistema di tubazioni ad ogni fermata programmata (all'incirca ogni 2 anni).

La periodicità dei controlli sarà comunque adeguata ai risultati via via raccolti.

Impianto Antincendio

L'impianto è dotato di dispositivi antincendio automatici, approvati dai Vigili del Fuoco.

Nello specifico sarà prevista la realizzazione di sistema antincendio che prevede una rete antincendio e l'installazione di idranti UNI 70 con relativa cassetta corredo, in accordo alla Normativa UNI10779.

In caso d'incendio, la portata all'idrante sarà garantita dal sistema di pompaggio e distribuzione acqua antincendio che verrà realizzato e in mancanza di energia elettrica dall'intervento automatico di una diesel-pompa.

L'acqua per il sistema antincendio sarà stoccata in serbatoio dedicato che verrà installato in impianto.

Cabina Elettrica di Consegna

Le cabina elettrica svolge la funzione di edificio tecnico adibito a locali per la posa dei quadri e delle apparecchiature di consegna e misura.

Essa verrà realizzata con struttura prefabbricata con vasca di fondazione.

La cabina elettrica di consegna, situata lungo il lato ovest dell'impianto, presso il cancello di ingresso, contiene:



- 1 vano ENEL (accessibile dall'esterno della recinzione, dalla strada comunale adiacente al sito);
- 1 vano misure (accessibile dall'esterno della recinzione, dalla strada comunale adiacente al sito);
- 1 vano utente (accessibile, come tutti i locali della cabina di trasformazione, solo dall'interno della recinzione).

Essa sarà costituita da un edificio dalla superficie complessiva di circa 21 m² (8,6 x 2,5 metri) per una cubatura complessiva di circa 48,5 m³. Come detto, l'accesso al locale ENEL ed al locale misure della cabina elettrica di consegna avviene dall'esterno del lotto, mentre l'accesso al solo vano utente avviene dall'interno dell'impianto ORC.

L'edificio suddetto sarà dotato di impianto elettrico realizzato a norma della legge 37/08 e suo regolamento di attuazione.

Sistema di Illuminazione

L'impianto ORC è posizionato nell'area industriale di Castel Giorgio, immediatamente all'esterno della zona già costruita. La strada che costeggia la futura area di impianto è già dotata di illuminazione e pertanto non si ritiene indispensabile illuminazione esterna all'impianto.

L'illuminazione interna sarà in ogni caso limitata e eseguita in accordo alle prescrizioni impartite, ponendo particolare attenzione al posizionamento delle fonti luminose con un orientamento dall'alto verso il basso.

3.4.2.7 Opere Civili

Di seguito vengono elencate tutte le voci che costituiscono le Opere Civili:

- preparazione dell'area di cantiere;
- Movimenti terra in generale;
- Fondazioni Turbo-Espansori e Generatore elettrico;
- Fondazioni Evaporatori e Preriscaldatori;
- Fondazioni Condensatore ad Aria;
- Opere Civili per Cavidotti interrati;
- Rete interrata per la raccolta delle acque meteoriche;
- Sistemazione delle aree interne;
- Recinzione;
- Realizzazione degli scavi per la posa in opera delle tubazioni.

In *Allegato 1 alla Relazione Tecnica di Progetto* è riportata la Relazione Geologica.

Interventi di Preparazione dell'Area

La preparazione delle aree destinate ad accogliere le nuove installazioni prevede lo scotico del terreno vegetale, il livellamento e la compattazione dell'area da utilizzare e la recinzione dell'area per l'apertura del nuovo cantiere.

Fondazioni

Si prevede di realizzare l'impianto ORC su fondazioni dirette del tipo a platea.

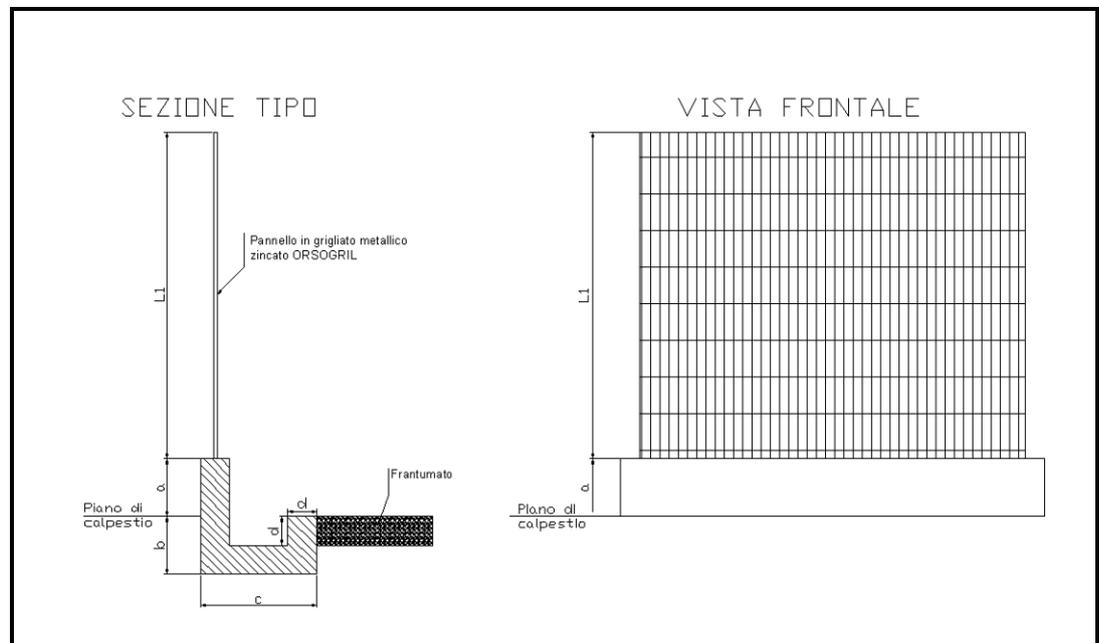
I basamenti saranno previsti in conglomerato cementizio armato gettato in opera, con nervature di irrigidimento.

Le caratteristiche delle strutture di fondazione saranno comunque conformi a quanto previsto dai relativi calcoli, redatti secondo quanto previsto nel Decreto Ministeriale del 14/01/2008. "Norme tecniche per le costruzioni" che recepisce e codifica univocamente quanto contenuto nelle precedenti disposizioni normative (dalla Legge n°1086/71 del 05/11/1971 all'Ordinanza n°3274 del 20/03/2003 e successiva n°3316 contenente modifiche ed integrazioni).

Recinzioni e Viabilità di Accesso

La recinzione, scelta sulla base di modelli standard, avrà la funzione, oltre che di barriera, di individuazione del perimetro esatto dell'impianto.

Figura 3.4.2.7a Schema della Recinzione



La rete avrà una lunghezza di circa 300 metri, al netto dei tratti interrotti dalla presenza del cancello.

Essa sarà realizzata con rete tipo "orsogrill", ed avrà un'altezza fuori terra di circa 2,25 m (si veda la *Figura 3.4.2.7a*).

Come già anticipato, per accedere all'impianto è stato previsto sul lato ovest un accesso tramite cancello di 6 m di tipo scorrevole e automatizzato, in modo da permettere agevolmente l'ingresso di mezzi pesanti. Il cancello sarà movimentabile anche manualmente tramite apposita chiave, in caso di emergenza. Il cancello sarà munito di ruote e realizzato con la posa di colonnine laterali in c.a., adiacenti alle quali verrà eretto un piccolo muro di rinforzo. Le fondazioni del cancello, sotto le colonne e i muri di rinforzo laterali, saranno costituite, per ognuno dei due lati, da un basamento in calcestruzzo di 90 cm di profondità avente una pianta di dimensioni 350x100 cm.

L'accesso all'impianto avverrà direttamente dalla viabilità interna esistente della zona industriale di Castel Giorgio.

Sistemazione Aree Interne

La sistemazione delle aree interne, ad eccezione di quelle direttamente interessate dagli impianti o pavimentate, sarà realizzata in terra battuta ricoperta da ghiaia.

Posa in Opera Tubazioni

La posa in opera delle tubazioni avverrà secondo le modalità indicate al §3.4.2.4.

3.4.3 Bilancio Energetico

L'impianto pilota, come descritto precedentemente consta di due parti funzionalmente connesse:

- l'impianto di produzione elettrica ORC;
- l'impianto di pompaggio acqua e recupero di energia, rispettivamente dei pozzi produttivi e reiniettivi.

Il bilancio energetico dell'impianto ORC è riportato in *Tabella 3.4.3a* dove sono stati considerati, i consumi degli ausiliari dell'impianto ORC e il calore disponibile per usi termici.

Tabella 3.4.3a Bilanci di Energia per l'Impianto ORC

Parametri	UdM	Valore
Potenza termica da fluido geotermico ⁽¹⁾	MW	86,3
Potenza elettrica lorda al generatore impianto ORC	MW	8,6
<i>Rendimento elettrico lordo</i>	%	9,96
Potenza elettrica ausiliari impianto ORC (pompa circolazione fluido organico e sistema di raffreddamento condensatore)	MW	0.9
Potenza pompe sommerse	MW	2,7
Potenza elettrica netta	MW	5
<i>Rendimento elettrico netto</i>	%	5,79
<i>Potenza termica disponibile per varie forme di teleriscaldamento⁽²⁾</i>	MW	55.5

(1) Calcolata tra la temperatura in ingresso e la temperatura di 70 °C

(2) Calcolata tra la temperatura di 70°C a valle scambiatore e 25 °C

L'impianto di recupero energia idraulica permetterà, una volta realizzato di recuperare 1,2 MW ..

3.4.4 **Collegamento Elettrico dell'Impianto Pilota Geotermico: Elettrodotto di Collegamento alla Rete di Enel Distribuzione**

I criteri e le modalità per la connessione dell'Impianto Pilota alla Rete di Enel Distribuzione sono conformi alla specifica tecnica del preventivo di connessione Enel accettato in data 19/06/2013.

Il collegamento tra la cabina elettrica e la rete di Enel Distribuzione avverrà attraverso un elettrodotto aereo a 20 kV della lunghezza di circa 10,7 km fino alla Cabina Secondaria Nuova Itelco di Orvieto.

Il diagramma unifilare delle connessioni è riportato in *Figura 3.4.4a*.

Come visibile dall'unifilare, l'Impianto Pilota potrà funzionare in isola: le pompe immerse e gli ausiliari di impianto potranno essere alimentati dalla rete elettrica ed, in caso di malfunzionamento della rete, direttamente dall'impianto ORC. Il collegamento elettrico tra i pozzi produttivi e la cabina di connessione alla rete elettrica avverrà attraverso i cavidotti di potenza che correranno a fianco delle tubazioni.

Al termine delle necessarie prove sperimentali, è prevista l'installazione di quattro turbine per il recupero dell'energia idraulica contenuta nel fluido geotermico. L'energia prodotta sarà inviata via cavo alla centrale ORC e da qui alla Rete di Enel Distribuzione.

3.4.4.1 **Analisi delle Alternative**

In *Allegato C* al presente SIA sono esaminate e confrontate le soluzioni alternative di tracciato tra la cabina di consegna dell'Impianto Pilota e la Cabina Secondaria denominata Nuova Itelco che il Proponente ha studiato per la connessione dell'Impianto Pilota Geotermico di Castel Giorgio alla rete in Media Tensione. Le soluzioni alternative studiate sono:

- Soluzione n.1 - elettrodotto in aereo, in cavo unico elicordato;
- Soluzione n.2 – elettrodotto in cavo interrato;
- Soluzione n.3 – mista in parte in aereo ed in parte in interrato.

3.4.4.2 **Il Tracciato Prescelto**

Nell'identificazione della soluzione finale sono stati adottati i seguenti criteri:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;

- mantenere il tracciato del cavo il più possibile all'interno delle strade esistenti, soprattutto in corrispondenza dell'attraversamento di nuclei e centri abitati;
- minimizzare l'interferenza con le eventuali zone di pregio naturalistico e paesaggistico;
- minimizzare l'interferenza con le eventuali zone a rischio idrogeologico;
- minimizzare l'interferenza con altre strutture esistenti, quali metanodotti.

In accordo a tali criteri, la soluzione migliore, ad avviso del Proponente, risulta quella in aereo (Soluzione n.1) che è rappresentata in *Figura 2.6a*, in quanto:

- presenta il minor sviluppo sul territorio;
- interessa 2 Comuni;
- presenta maggiore distanza dalle aree abitate;
- per quanto riguarda l'attraversamento del Torrente Romealla è quella che comporta, sia dal punto di vista paesaggistico che idraulico, un'interferenza minore dato che il progetto prevede l'installazione di sostegni tubolari, con ingombro visivo ed al suolo minimi;
- le scelte progettuali adottate (cavo elicordato, assenza di fune di guardia, sostegni ravvicinati) minimizzano le interferenze con l'avifauna;
- si sviluppa parallelamente ad una linea AT esistente ed alla S.P. n.99, sfruttando pertanto corridoi infrastrutturali esistenti;
- prevede una fase di realizzazione meno impattante, soprattutto in termini di occupazione della sede stradale, non comportando alcuna interferenza alla circolazione;
- presenta costi di realizzazione e di manutenzione per Enel Distribuzione decisamente minori.

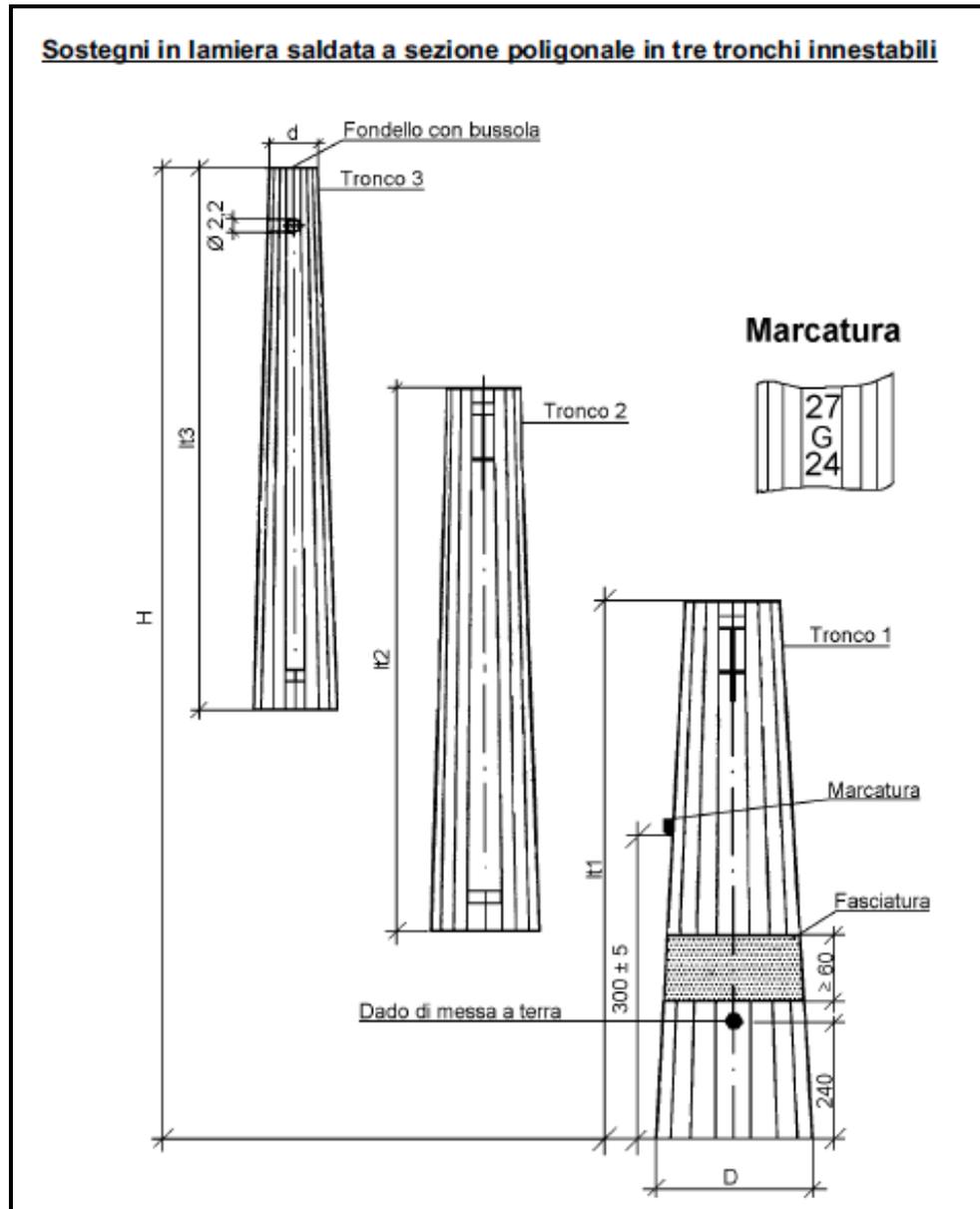
Descrizione del Tracciato

Il tracciato, della lunghezza di circa 10,7 km, ha origine dalla cabina di consegna ubicata all'interno del confine dell'area occupata dall'Impianto ORC, nella zona industriale di Castel Giorgio, in località Quercia Galante, e si sviluppa in direzione ovest-est, mantenendosi esclusivamente nel territorio regionale umbro. Il tracciato si sviluppa a nord dell'abitato di Castel Giorgio, attraversa la S.P. n.45, poi prosegue, mantenendosi in direzione ovest-est ed interessando aree prevalentemente agricole fino alla Cabina Secondaria di Enel Distribuzione Nuova Itelco. Nell'ultimo tratto costeggia la S.P. n.99, poi si mantiene parallela a questa ed alla S.P. n.44 immediatamente a sud della zona industriale di Fontanelle Bardano, dove arriva alla Cabina Nuova Itelco.

Il primo tratto della linea si sviluppa su un'area pressoché pianeggiante, con quote intorno ai 500 m s.l.m., per poi discendere dopo circa 3 km, verso la piana del Fiume Paglia che presenta quote intorno ai 120 m s.l.m..

Si specifica che la linea in progetto si sviluppa in adiacenza ad altre linee elettriche e strade esistenti, sfruttando per buona parte del tracciato corridoi infrastrutturali esistenti, dunque limitando l'occupazione di nuovo suolo destinato ad altri usi.

Figura 3.4.4.2b Sostegni in Lamiera Saldata a Sezione Poligonale in Tre Tronchi Innestabili



Sono previsti due tipi di supporto:

- di sospensione, previsto per l'impiego in rettilineo e per piccoli angoli di deviazione: il fissaggio ai sostegni si realizza impiegando i collari forniti insieme ai supporti stessi;
- di amarro, previsto nei pali capolinea, amarro semplice, e nei casi di amarro doppio; il fissaggio ai sostegni si realizza impiegando i collari forniti insieme ai supporti stessi.

Nella figura seguente si riporta un'immagine di esempio di un sostegno di linea MT analoga a quella in progetto (in corrispondenza di un attraversamento stradale), per rendere l'idea dell'entità dell'intervento.

Figura 3.4.4.2c Esempio di Sostegno per Linea MT di Tipo Tubolare in Cavo Unico Elicordato



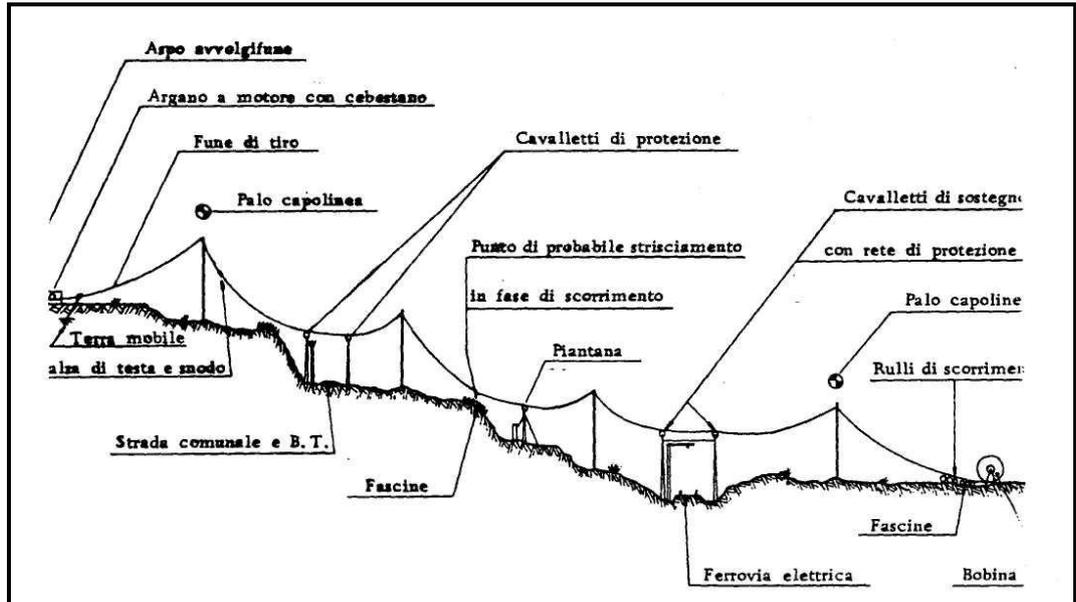
3.4.4.3 Fase di Cantiere

La realizzazione dell'elettrodotto è suddivisibile in fasi principali:

- disposizione del cantiere di stendimento e predisposizione per l'infissione dei sostegni;
- infissione e montaggio dei sostegni;
- messa in opera dei cavi.

La disposizione del cantiere di stendimento dovrà essere preventivamente studiata con l'aiuto del profilo altimetrico della linea. Nella figura seguente è esemplificato uno stendimento dove sono previsti, oltre ai cavalletti ed alle piantane nei punti critici, anche dei gruppi di fascine che assicurano una protezione di emergenza del cavo nel caso dovesse accidentalmente allentarsi durante lo stendimento e venire a strisciare sul terreno.

Figura 3.4.4.3a Esempio Disposizione del Cantiere di Stendimento



3.4.4.4 Attraversamenti

Nella seguente tabella si riporta l'elenco delle opere interferite dal tracciato dell'elettrodotto in progetto.

Tabella 3.4.4.4a Elenco delle Interferenze

N.	Tipo di interferenza	Ente interessato
1	Linea AT	Terna S.p.A.
2	SP45	Provincia di Terni
3	Linea MT	Enel Distribuzione
4	SC di Benano	Comune di Orvieto
5	SC di Benano	Comune di Orvieto
6	Linea MT	Enel Distribuzione
7	Linea BT	Enel Distribuzione
8	SC di Benano	Comune di Orvieto
9	SC di Benano	Comune di Orvieto
10	Torrente Romealla	AdB Fiume Tevere
11	Linea MT	Enel Distribuzione
12	Linea MT	Enel Distribuzione
13	Linea AT	Terna S.p.A.
14	SC di Benano	Comune di Orvieto
15	SC di Benano	Comune di Orvieto
16	Linea TLC	Telecom Italia S.p.A.
17	Linea MT	Enel Distribuzione
18	Linea AT	Terna S.p.A.
19	Linea TLC	Telecom Italia S.p.A.
20	SP99	Provincia di Terni
21	SC	Comune di Orvieto
22	Linea AT	Terna S.p.A.

Il posizionamento dei pali nei confronti degli attraversamenti sarà conforme ai tipici definiti nelle Linee Guida di Enel Distribuzione per le linee MT in cavo aereo (edizione 2004), di cui si riporta un estratto nelle immagini seguenti.

Figura 3.4.4.4a Distanze di Rispetto: Distanze dei Cavi, Sostegni e Fondazioni da Opere Interferenti (1 di 6)

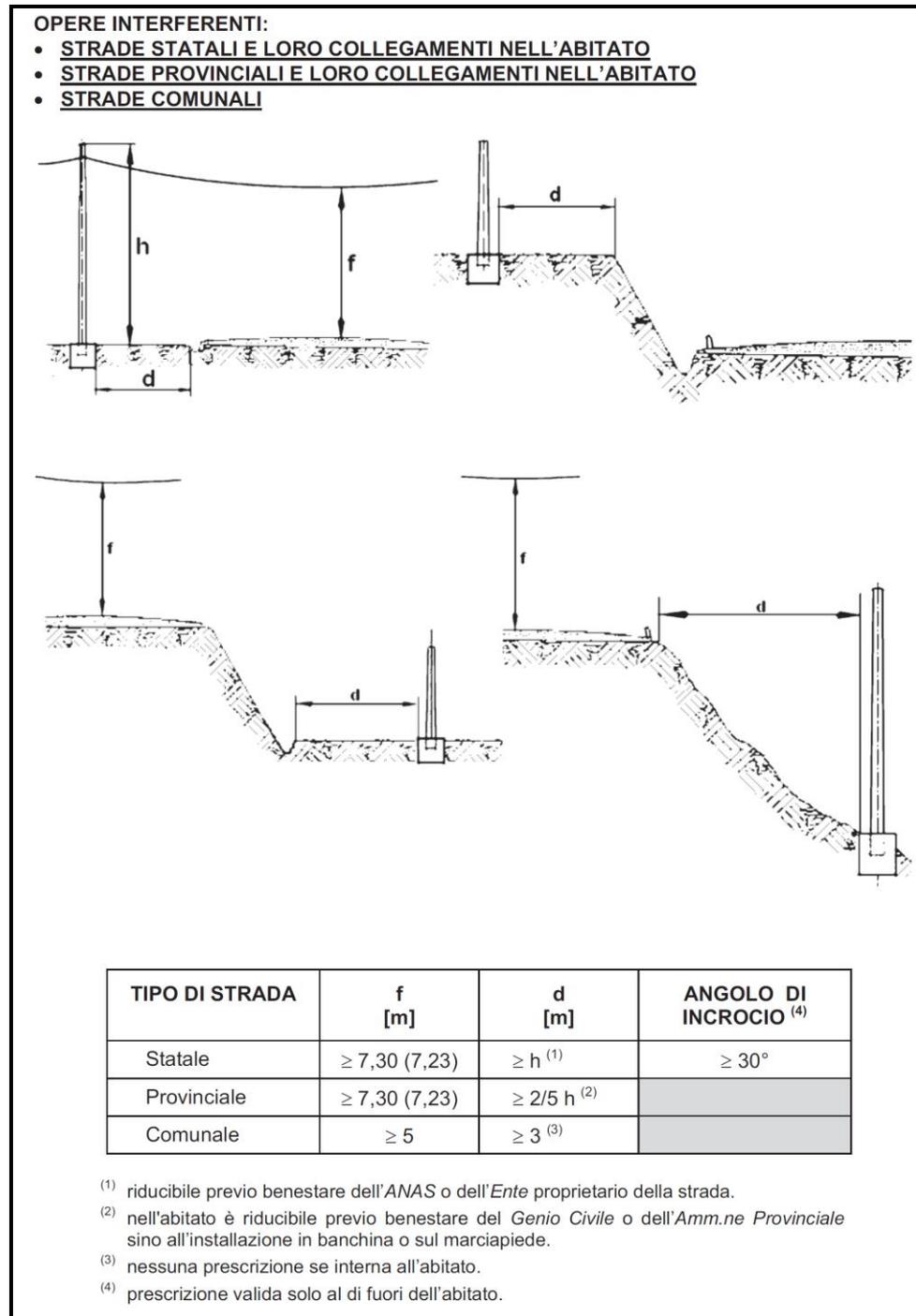


Figura 3.4.4.4b **Distanze di Rispetto: Distanze dei Cavi, Sostegni e Fondazioni da Opere Interferenti (2 di 6)**

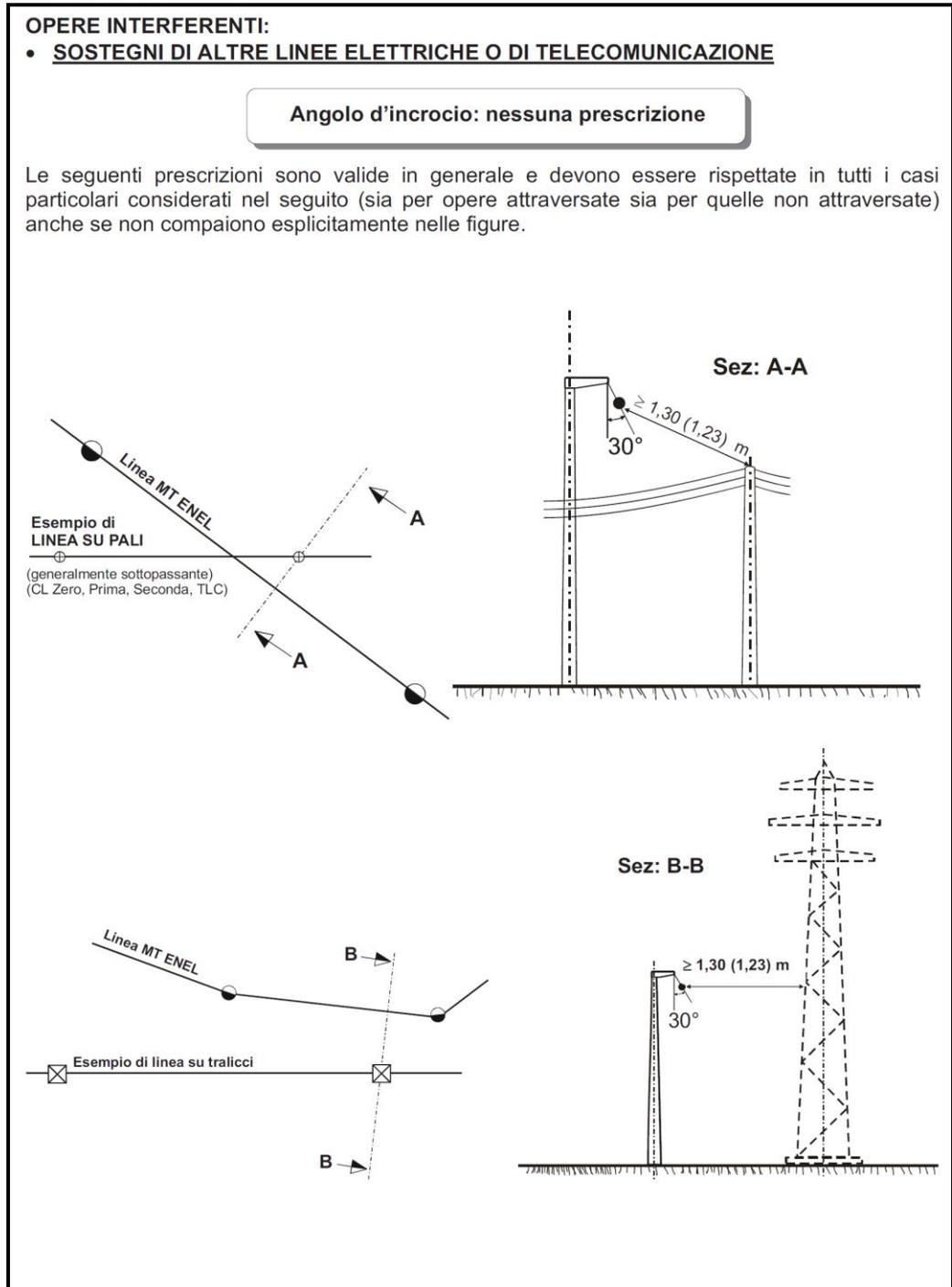


Figura 3.4.4.4c Distanze di Rispetto: Distanze dei Cavi, Sostegni e Fondazioni da Opere Interferenti (3 di 6)

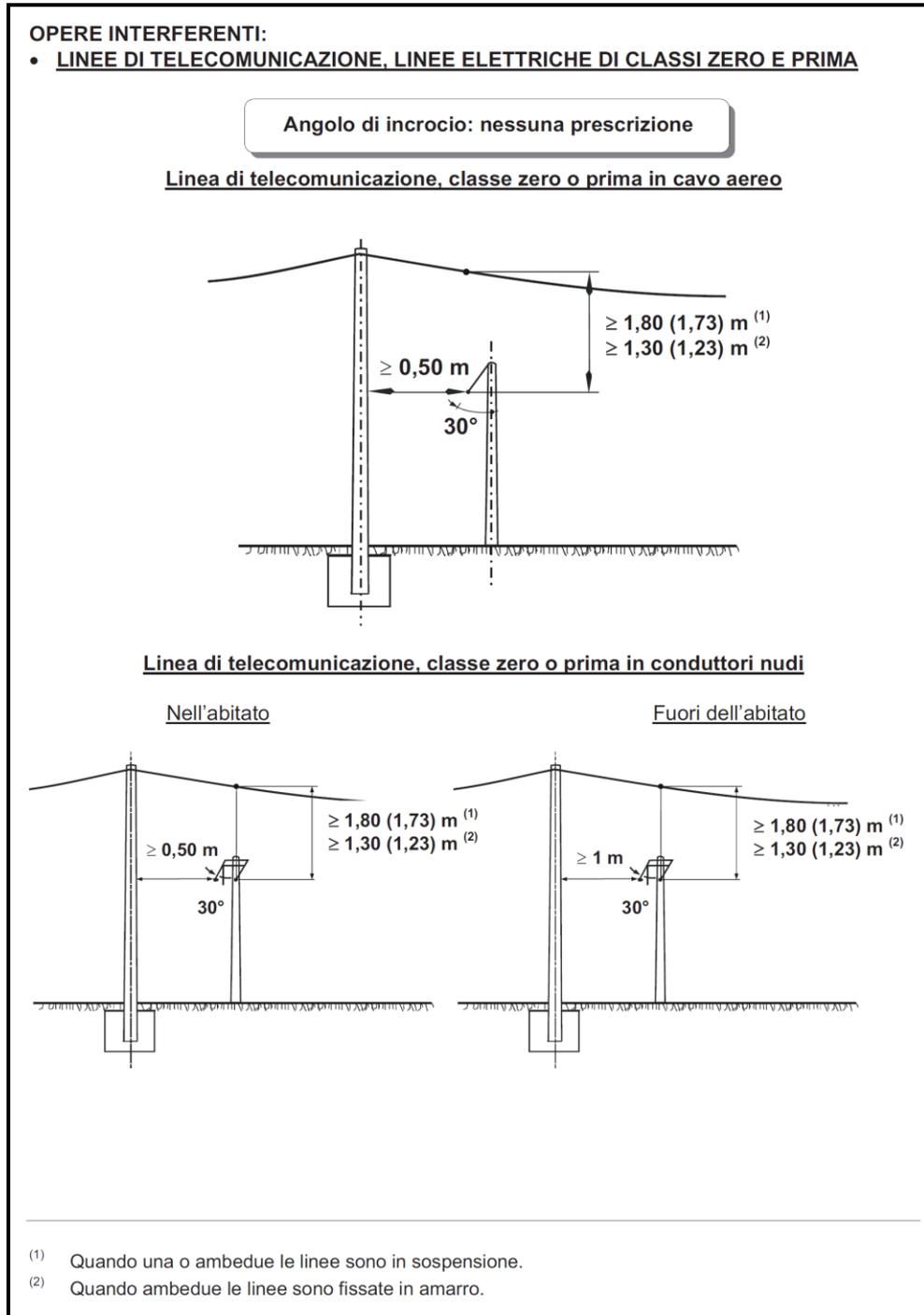


Figura 3.4.4.4d Distanze di Rispetto: Distanze dei Cavi, Sostegni e Fondazioni da Opere Interferenti (4 di 6)

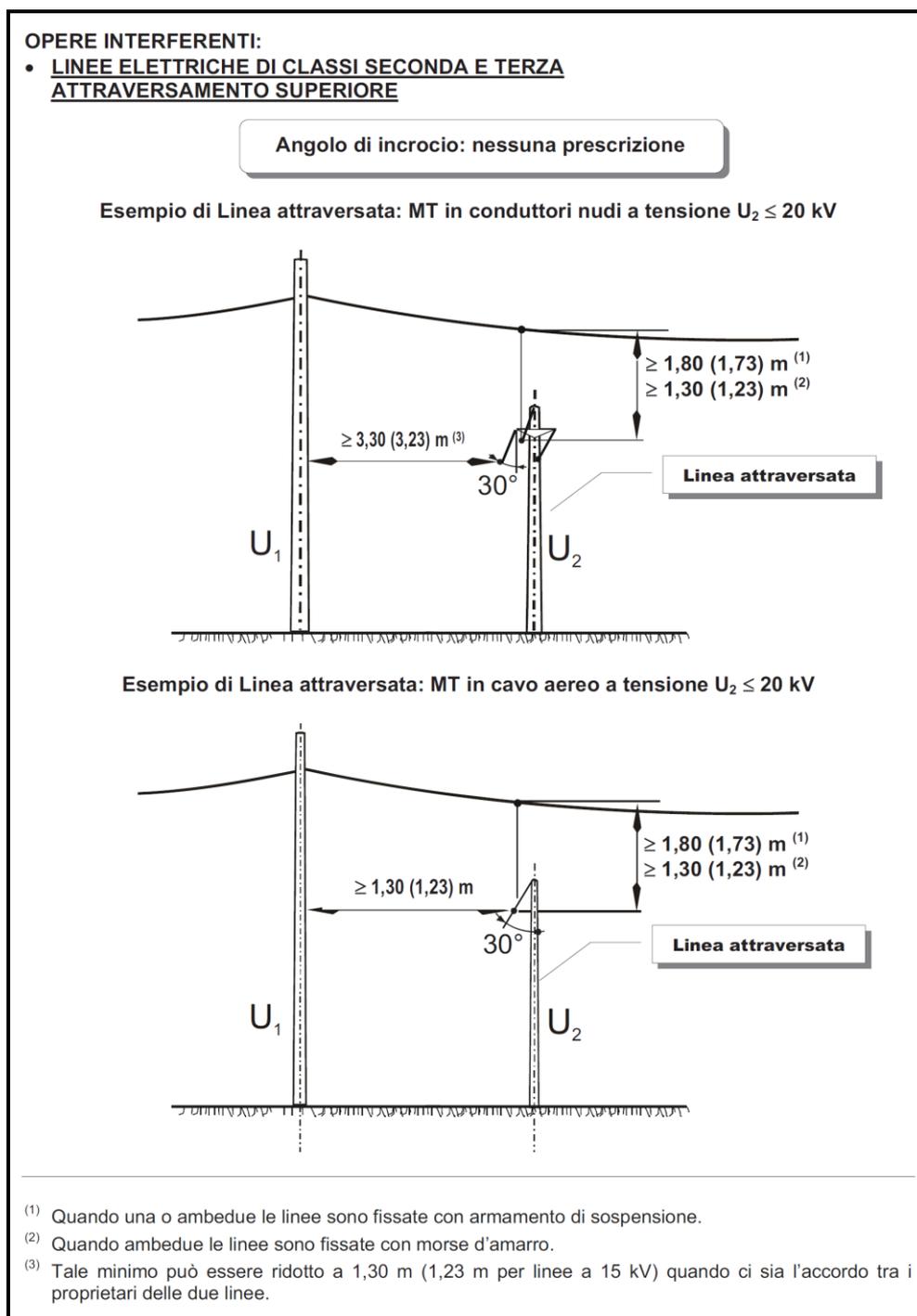
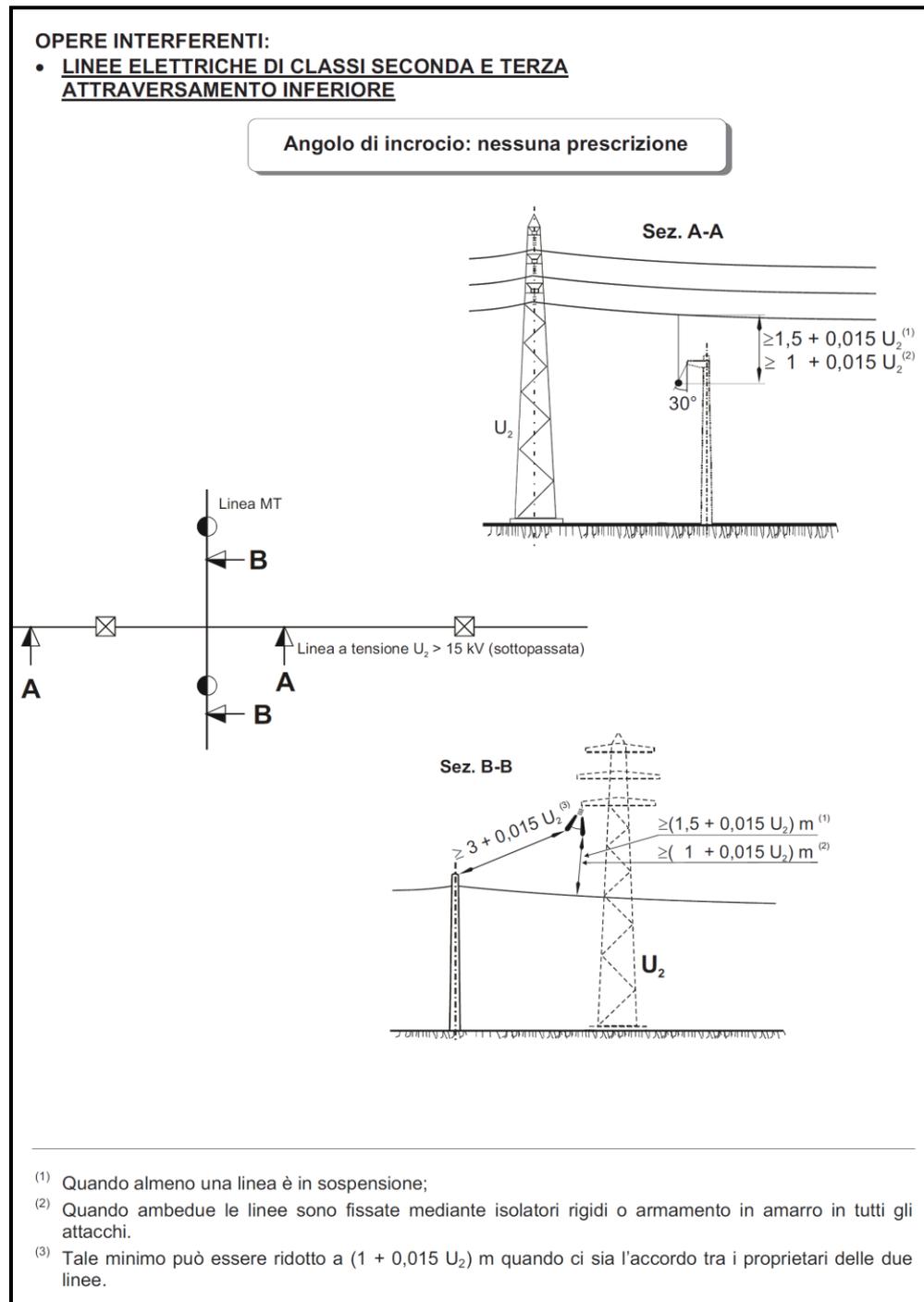


Figura 3.4.4.4e Distanze di Rispetto: Distanze dei Cavi, Sostegni e Fondazioni da Opere Interferenti (5 di 6)



Per quanto riguarda gli attraversamenti dei corsi d'acqua il posizionamento dei sostegni sarà conforme a quanto esposto nella seguente *Figura 3.4.4.4f*, che si presenta più conservativa di quanto indicato nella *Figura 5* delle "Specifiche Tecniche per l'esecuzione delle opere che interessano corsi d'acqua demaniali" della Provincia di Terni (Disciplinare delle Opere Idrauliche disponibile sul sito della Provincia di Terni - Ambiente - Difesa del Suolo e Gestione Idraulica).

Figura 3.4.4.4f *Distanze di Rispetto: Distanze dei Cavi, Sostegni e Fondazioni da Opere Interferenti (6 di 6)*

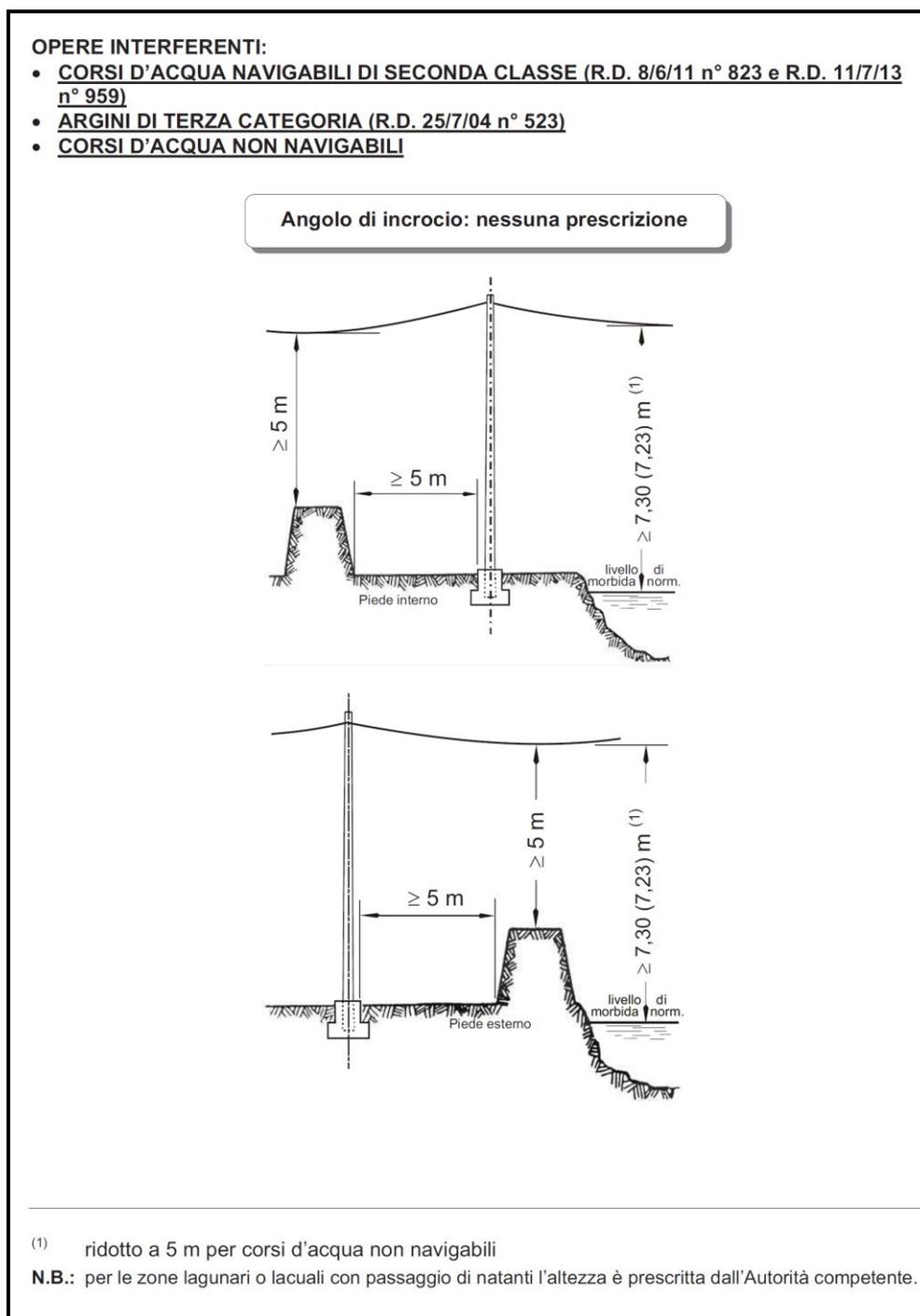
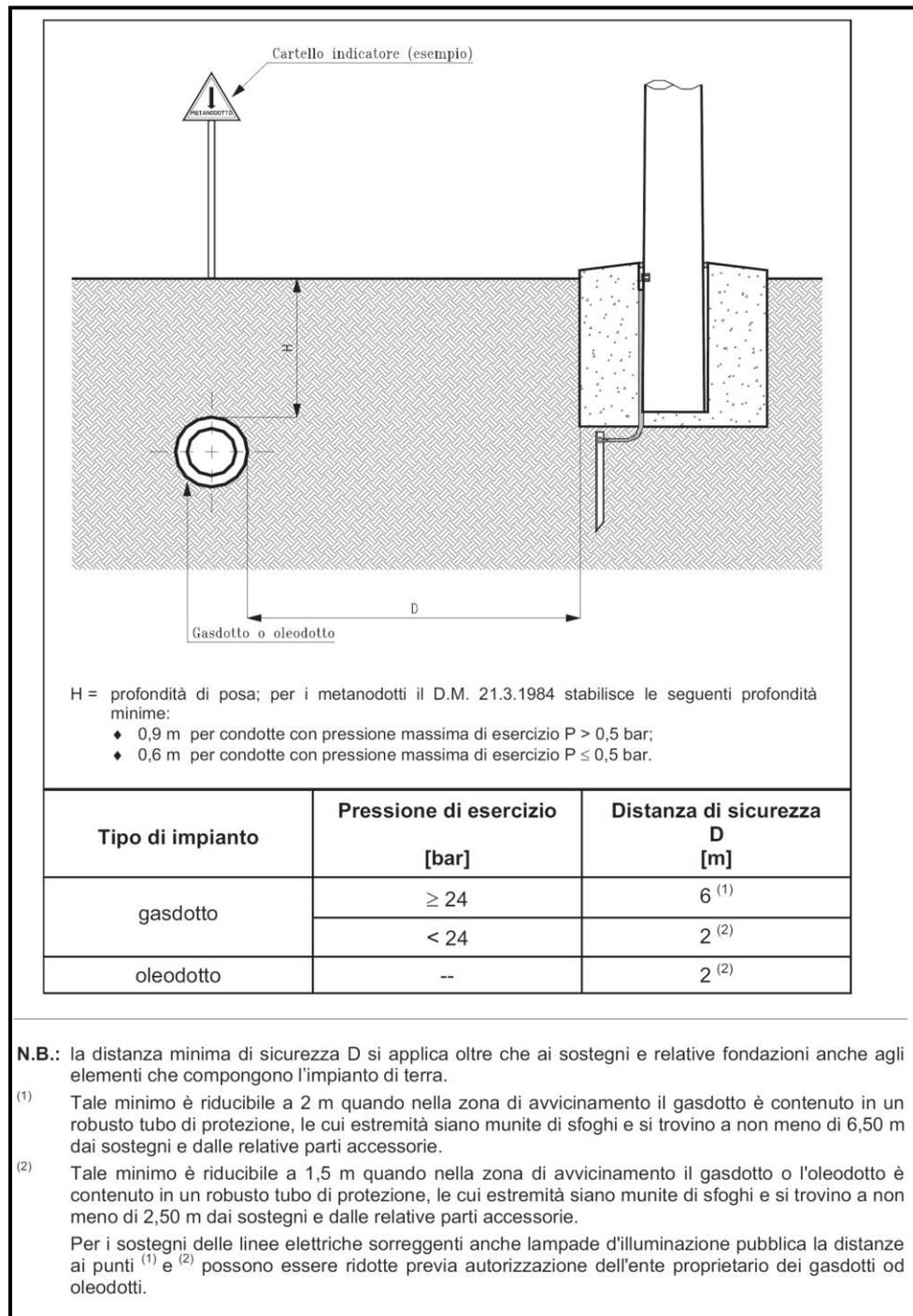


Figura 3.4.4.4g Distanze di Rispetto: Distanze dei Sostegni e Fondazioni da Gasdotti e Oleodotti



3.4.5 Uso di Risorse

3.4.5.1 Approvvigionamento Idrico

L'acqua geotermica, che costituisce in effetti la vera e propria materia prima dell'impianto, viene approvvigionata dai pozzi produttivi come descritto ai precedenti paragrafi. La portata di acqua calda geotermica approvvigionata per il funzionamento dell'impianto è di circa 1.050 t/h. La stessa portata di acqua

geotermica, a seguito del recupero di calore che avviene nell'impianto ORC, viene reiniettata nel serbatoio geotermico da cui è stata prelevata attraverso appositi pozzi di reiniezione.

Dal bilancio sul serbatoio geotermico si evidenzia quindi che la realizzazione dell'impianto non arreca consumi di acqua geotermica, bensì ne consente il recupero di calore per la produzione di energia elettrica.

Per il funzionamento dell'impianto sperimentale ORC non sono necessari significativi prelievi di acqua industriale e potabile. La necessità di impiego di acqua industriale e potabile sarà infatti da ricondursi alle seguenti attività:

- Acqua industriale o potabile:
 - per il saltuario lavaggio di apparecchiature di impianto;
 - per l'accumulo di acqua nel serbatoio del sistema antincendio;
- Acqua potabile per servizi igienici.

Si prevede pertanto un consumo medio di alcuni litri giorno.

L'approvvigionamento dell'acqua necessaria per tali scopi avverrà mediante allacciamento all'acquedotto che serve la zona industriale, viste le contenute quantità richieste dall'impianto.

3.4.5.2 Consumo di Materie Prime ed Altri Materiali

Come descritto nel precedente paragrafo, la principale materia prima necessaria per il funzionamento dell'impianto ORC è l'acqua calda geotermica; a seguito del recupero di calore l'acqua geotermica viene completamente reiniettata nel serbatoio geotermico da cui è stata prelevata.

Per la conduzione dell'impianto ORC sarà necessaria una periodica sostituzione dell'olio lubrificante (circa 1 t/anno) utilizzato per i turbo-espansori e le altre parti in movimento dell'impianto. L'olio esausto sarà conferito ad una ditta specializzata che lo recupererà/smaltirà ai sensi della normativa vigente.

La quantità di isopentano necessaria per reintegrare il circuito è pari a circa 1 kg/giorno ovvero circa 365 kg/anno.

3.4.5.3 Uso di Territorio

La superficie interessata dall'impianto sperimentale ORC sarà di circa 8.200 m².

Al termine della perforazione le piazzole di ciascun pozzo rimarranno recintate, le vasche verranno mantenute e messe in sicurezza con una rete antintrusione. Di seguito si riporta la superficie recintata di ciascun pozzo:

- Polo Produttivo CG1: circa 5.700 m²;
- Polo Produttivo CG2: circa 6.400 m²;

- Polo Produttivo CG3: circa 6.800 m²;
- Pozzi di Reiniezione CG14: circa 6.500 m².

3.4.6 *Emissioni in Atmosfera*

Il progetto dell'impianto pilota non prevede, in condizioni di normale esercizio, nessuna emissione convogliata in atmosfera.

3.4.7 *Effluenti Liquidi*

L'impianto ORC non produce effluenti liquidi di processo.

Sotto le aree occupate dalle apparecchiature principali dell'impianto ORC sarà predisposta una rete di raccolta delle acque meteoriche che saranno raccolte e inviate ad un sistema di trattamento che separa le acque di prima pioggia (acque corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio) da quelle di seconda pioggia e le accumula in una vasca interrata (dimensioni 5m x 2,5m x 2,5m), detta "vasca di prima pioggia, capace di contenere tutta la quantità di acque meteoriche di dilavamento (circa 13 m³) risultante dai primi 5 mm di pioggia caduta sulla superficie scolante di pertinenza dell'impianto (circa 2.650 m²).

In questa vasca le acque subiscono un trattamento di decantazione per la separazione dei solidi sospesi. In abbinamento alla vasca di prima pioggia verrà installato un disoleatore, munito di filtro a coalescenza, dimensionato secondo la norma UNI EN 858 parte 1 e 2.

Le acque di seconda pioggia e quelle di prima pioggia in uscita dal disoleatore verranno recapitate mediante la tubazione di scarico alla fognatura bianca dell'area industriale.

Nel caso si rendesse necessario svuotare le tubazioni di connessione pozzi-impianto ORC per manutenzione il fluido geotermico, come descritto precedentemente, sarà aspirato mediante autobotti dai dreni installati nei punti delle tubazioni che si trovano alle quote più basse, stoccato nelle vasche di acqua sui pozzi produttivi e reiniettato.

3.4.8 *Rumore*

3.4.8.1 **Fase di cantiere**

Le sorgenti (con l'indicazione delle relative potenze sonore) che si possono riferire alla fase di cantiere per la costruzione dell'impianto ORC sono riportate nella seguente tabella:



Tabella 3.4.8.1a Potenza Sonora delle Principali Sorgenti in Fase di Cantiere

Num.	Descrizione Sorgente	Tipo Sorgenti	Potenza Sorgente dB(A)
S9-C	Escavatore	Puntiforme	107
S10-C	Pala gommata	Puntiforme	105
S11-C	Gru a torre	Puntiforme	98
S12-C	Gruppo elettrogeno	Puntiforme	97
S13-C	Betoniera	Puntiforme	105

La caratterizzazione acustica delle sorgenti relative ai mezzi e macchinari per le costruzioni edili (S9-S13) sono riconducibili ai limiti massimi imposti dalla normativa di riferimento “concernente l’emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all’aperto” Direttiva 2000/14/CE modificata con provvedimento europeo 2005/88/CE. I limiti massimi permettono di poter considerare lo scenario peggiore identificabile in cantiere considerando anche la contemporaneità dell’uso di tutti i macchinari. Tale contemporaneità è da intendersi come scenario teorico peggiore, difficilmente riscontrabile nella realtà del futuro cantiere.

3.4.8.2 Fase di esercizio

Le principali sorgenti di emissione sonora dell’impianto ORC sono le seguenti:

- condensatore del vapore;
- gruppo di generazione (Turbine e generatore);
- pompe di alimento del fluido organico.

Le velocità nelle tubazioni di trasferimento sono dell’ordine di 1,5 m/s e pertanto non in grado di produrre emissioni sonore percepibili. Altrettanto modeste saranno le emissioni sonore delle cabine elettriche sui pozzi di produzione e reiniezione.

Nella *Tabella 3.4.8.2a* è indicata la potenza sonora delle principali sorgenti presenti nella Centrale per la produzione di energia elettrica.

Tabella 3.4.8.2a Principali Sorgenti Sonore dell’Impianto ORC per la Produzione di Energia Elettrica

Rif. Sorgente	Descrizione	Potenza dBA
S1	Condensatore (n.54 ventilatori)	86 ⁽¹⁾
S2	Gruppo Turbine-Generatore	85
S3	Pompe alimentazione fluido (n.2)	90 ⁽²⁾
⁽¹⁾ Il valore è riferito ad un unico ventilatore		
⁽²⁾ Il valore di potenza è riferito alla singola pompa		

Dalla relazione progettuale emergono dunque i valori di calcolo per la valutazione previsionale:

- S1 – I condensatori del vapore sono collocati ad un'altezza di circa 11 metri dal suolo sulla struttura metallica dell'impianto. Ai fini di un calcolo previsionale che consideri l'aspetto più gravoso del rumore prodotto, sono state considerate n.54 sorgenti puntiformi. La caratterizzazione acustica della sorgente deriva dalle indicazioni del costruttore "ORMAT": per ogni unità nel modello si è assunto un Livello Sonoro Equivalente (ad 1 metro) pari a 75 dB(A). Il valore di potenza sonora emessa (LW) pari a 86 dB(A) è stato calcolato tramite il software previsionale IMMI;
- S2 – Le due pompe di alimentazione del fluido sono state considerate come sorgenti di tipo puntiforme posizionate a circa 1 metro da terra. La caratterizzazione acustica della sorgente deriva dalle indicazioni del costruttore "ORMAT": si è assunto un Livello Sonoro Equivalente (ad 1 metro) pari a 95 dB(A). Il valore di potenza sonora emessa (LW) pari a 90 dB(A) è stato calcolato tramite il software previsionale IMMI prendendo in considerazione l'installazione di una struttura di isolamento acustico sull'attrezzatura, in grado di garantire un abbattimento pari a un massimo di 15 dB(A);
- S3 – il gruppo turbina è stato considerato come una sorgente di tipo puntiforme valutata a 1 metro da terra. La caratterizzazione acustica della sorgente deriva dalle indicazioni del costruttore "ORMAT": si è assunto un Livello Sonoro Equivalente (ad 1 metro) pari a 90 dB(A). Il valore di potenza sonora emessa (LW) pari a 85 dB(A) è stato calcolato tramite il software previsionale IMMI prendendo in considerazione l'installazione di una struttura di isolamento acustico sull'attrezzatura, in grado di garantire un abbattimento pari a un massimo di 15 dB(A).

Le rimanenti sorgenti sonore fanno parte delle attività già presenti in sito e vengono computate all'interno del rumore "residuo" dell'area inteso come situazione di esercizio.

3.4.9 *Rifiuti*

Le tipologie di rifiuti a cui darà luogo l'impianto sono le seguenti:

- oli lubrificanti esausti;
- rifiuti derivanti dalla normale attività di pulizia.

Tali rifiuti saranno smaltiti a norma di legge dalle aziende che effettueranno la manutenzione.

3.4.10 *Traffico*

L'impianto Pilota non richiederà, di per sé, il presidio da parte di personale preposto.

3.4.11***Benefici Ambientali***

La realizzazione dell'impianto pilota in progetto, consentirà di "non emettere" 19.844 t/anno di anidride carbonica e 62 t/anno di NOx producendo 41 GWh/anno di energia "verde" da fonti rinnovabili piuttosto che da combustibile fossile. Infatti, per produrre 1 kWh elettrico vengono utilizzati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh termici, sotto forma di combustibili fossili e, di conseguenza, vengono emessi nell'atmosfera circa 0,484 kg di anidride carbonica (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione, fonte: Ministero dell'Ambiente) e 0,0015 kg di NOx (fonte: norma UNI 10349).

3.4.12***Fase di Costruzione***

Le principali fasi per la costruzione dell'impianto in progetto, non considerando la fase di progettazione e costruzione in officina dell'impianto ORC della durata di circa 16 mesi, sono le seguenti:

- Fase 1: preparazione delle aree, realizzazione fondazioni e strutture: *durata circa 2 mesi e mezzo;*
- Fase 2: posa in opera tubazioni: durata circa 4 mesi;
- Fase 3: installazione e montaggio delle parti meccaniche ed elettro-strumentali: *durata circa 5 mesi e mezzo;*
- Fase 4: commissioning, messa in servizio e test: *durata circa 3 mesi e mezzo.*

Il numero di addetti previsti in cantiere per ciascuna fase di lavoro varierà tra le 20 e le 60 presenze giornaliere.

Il dettaglio delle attività previste per ciascuna fase è riportato di seguito.

3.4.12.1**Fase 1: Preparazione delle Aree e Realizzazione Fondazioni e Strutture**

Le attività previste sono di seguito elencate:

- Recinzione e preparazione dell'area di cantiere;
- Scavi e sbancamenti;
- Realizzazione fondazioni impianto;
- Realizzazione fondazioni cabinato con quadro comandi;
- Realizzazione fondazioni cabina consegna energia elettrica;
- Realizzazioni reti interrato raccolta acque meteoriche;
- Riempimenti e compattazioni.

Considerando la modesta incidenza delle opere civili i movimenti terra saranno ridotti al minimo e il terreno scavato sarà in parte impiegato per la risistemazione dell'area di sito e in parte riutilizzato nei terreni agricoli limitrofi.

3.4.12.2 Fase 2: Tubazioni Adduzione e Reiniezione

Le tubazioni di collegamento tra pozzi ed impianto ORC verranno realizzate in acciaio, saranno preisolate e saranno interrate con l'applicazione delle modalità di posa standard, che prevedono la seguente sequenza di attività:

- esecuzione della pista di lavoro;
- sfilamento dei tubi lungo la pista;
- saldatura dei tubi;
- controlli non distruttivi sulle saldature;
- rivestimento dei giunti di saldatura;
- posa della condotta;
- pretensionamento;
- copertura dei tubi con sabbia esente da pietre fino a 100 mm al di sopra della generatrice superiore del rivestimento esterno del tubo;
- compattatura sabbia;
- rinterro;
- ripristino condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera.

3.4.12.3 Fase 3: Montaggi Meccanici ed Elettro-Strumentali

Le attività previste sono di seguito elencate:

- montaggi meccanici ed elettro-strumentali dell'impianto a ciclo binario e degli ausiliari: scambiatori di calore, condensatore ad aria, tubazioni e pompa di ricircolo fluido organico, turbo-espansori e generatore energia elettrica;
- montaggi meccanici ed elettro-strumentali scambiatore predisposto per il teleriscaldamento;
- montaggio della cabina di consegna dell'energia elettrica;
- montaggio della cabina con il quadro di controllo dell'impianto.

3.4.12.4 Fase 4: Commissioning, Messa in Servizio e Test

Le attività previste per questa fase sono di seguito elencate:

- commissioning e avviamento dell'impianto ORC;
- commissioning e avviamento impianti meccanici;
- commissioning e avviamento impianti elettrici e montanti di macchina;
- commissioning e avviamento impianti strumentali e DCS;
- prove di avviamento e test funzionali;
- prove di performance.

3.4.12.5 Cronoprogramma

Si prevede di realizzare l'intero progetto in circa 24 mesi a partire dalla data di ottenimento di tutte le autorizzazioni in accordo al cronoprogramma riportato in *Figura 3.4.12.5a*.

3.4.12.6

Movimento Terra

Come si vedrà dalle tabelle seguenti, sia per l'impianto ORC che per le tubazioni, il terreno scavato verrà riutilizzato in loco, per i rinterri e le sistemazioni interne all'area di cantiere e la parte eccedente sarà utilizzata nei campi agricoli adiacenti.

Sussistono dunque le seguenti condizioni:

- si prevede il completo riutilizzo del terreno scavato allo stato naturale "in situ";
- il suolo coinvolto dagli scavi risulta non contaminato, in quanto ad oggi utilizzato per esclusivi scopi agricoli.

Tali condizioni rispondono a quanto disposto dall'art. 185 comma 1) lettera c) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e quindi non risulta applicabile il D.M. 161/2012.

Qualora si verificasse la necessità di un riutilizzo del terreno altrove sarà predisposto il Piano di Utilizzo (ai sensi del D.M. 161/2012) in accordo alla modulistica predisposta dal Comune competente.

Impianto ORC

Gli scavi saranno eseguiti secondo gli elaborati di progetto esecutivo e della relazione geologica e geotecnica esecutiva, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo.

Nella esecuzione degli scavi in genere si procederà in modo da impedire scoscendimenti e franamenti. Gli scavi saranno opportunamente puntellati e dotati di robuste armature. Ove necessario saranno eseguite armature continue a "cassa chiusa".

Le volumetrie indicative degli scavi e dei riporti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 3.4.12.6a Bilancio Scavi Riporti

Scavi	Volume (m ³)	Note
Materiale da Scavo di scotico	2.500	Scavo dei primi 30 cm di terra nell' area d'impianto che verrà utilizzato, previa analisi di controllo, nei campi agricoli adiacenti all'impianto
Materiale da Scavo di sbancamento	1.600	Vengono sbancate tutte le aree interessate dalle fondazioni/basamenti delle macchine e dei cabinati
Rinterri necessari	1050	effettuato con terreno proveniente da scavi di sbancamento
Terreno residuo	570	Verrà sparso nei campi agricoli adiacenti all'impianto
Inerti per ossatura area di impianto	1.400	Spessore ossatura 0,3 m

Il terreno vegetale proveniente dallo scotico dei primi 30 cm dell'area d'impianto, pari a 2.500 m³, verrà utilizzato, previa analisi di controllo, nei terreni agricoli

circostanti l'impianto. Si specifica che attualmente il sito d'impianto è utilizzato ai fini agricoli.

Anche il terreno residuo risultante dagli scavi di sbancamento, pari a 600 m³, verrà utilizzato nei terreni agricoli circostanti l'impianto.

Tubazioni

Gli scavi saranno eseguiti secondo gli elaborati di progetto esecutivo e della relazione geologica e geotecnica esecutiva, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo.

Nella esecuzione degli scavi in genere si procederà in modo da impedire scoscendimenti e franamenti. Gli scavi saranno opportunamente puntellati e dotati di robuste armature.

Come già detto al §3.4.12.4 gli scavi delle tubazioni varieranno in funzione del diametro della tubazione e a seconda che il tracciato si sviluppi su terreni agricoli oppure su strada.

I tubi una volta posati saranno coperti con sabbia esente da pietre fino a 100 mm al di sopra della generatrice superiore del rivestimento esterno del tubo.

Come detto, il terreno proveniente dagli scavi eseguiti nelle aree agricole sarà successivamente utilizzato per il rinterro: la parte eccedente verrà sparsa uniformemente sul terreno agricolo circostante.

Il terreno proveniente dagli scavi eseguiti lungo la viabilità esistente asfaltata sarà interamente conferito a impianti di smaltimento/recupero: i reinterri verranno eseguiti mediante materiale arido di cava reperito da fornitori locali per conferire allo scavo la consistenza necessaria a sopportare il carico stradale. Alla fine dei lavori il manto stradale sarà completamente ripristinato.

Il terreno proveniente dallo scavo lungo la strada comunale sterrata che collega strada Contrada Torraccia a via del Poderetto verrà in parte riutilizzato per il rinterro della tubazione e la parte eccedente sarà riutilizzata per risistemare il piano della strada.

Le volumetrie indicative degli scavi e dei riporti per la posa delle tubazioni sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 3.4.12.6b Bilancio Scavi Riporti

Tratto	Scavi	Volume (m ³)	Note
<i>T-CG1 (tracciato interamente su area agricola)</i>			
	Materiale da Scavo	1038	
	Sabbia di riempimento	270	
	Rinterro	708	Effettuato con materiale risultante dagli scavi
	Terreno residuo	330	Verrà sparso nei campi agricoli attraversati dalla tubazione
<i>T-CG2 (tracciato interamente su area agricola)</i>			
	Materiale da Scavo	2775	
	Sabbia di riempimento	693	
	Rinterro	1942	Effettuato con materiale risultante dagli scavi
	Terreno residuo	833	Verrà sparso nei campi agricoli attraversati dalla tubazione
<i>T-CG2 (tracciato interamente su area industriale)</i>			
	Materiale da Scavo	332	
	Sabbia di riempimento	86	
	Rinterro	227	Effettuato con materiale risultante dagli scavi
	Terreno residuo	105	Verrà sparso nei campi agricoli attraversati dalla tubazione
<i>T-CG2-1 (tracciato interamente su strada asfaltata)</i>			
	Materiale da Scavo	983	
	Sabbia di riempimento	359	
	Materiale arido di cava di riempimento	532	Effettuato con materiale risultante dagli scavi
	Terreno residuo	450	Verrà conferito a centri autorizzati per recupero/smaltimento
<i>T-CG14 (tracciato su terreno agricolo)</i>			
	Materiale da Scavo	4086	
	Sabbia di riempimento	1204	
	Rinterro	2565	Effettuato con materiale risultante dagli scavi
	Terreno residuo	1520	Verrà utilizzato nei campi agricoli attraversati dalla tubazione
<i>T-CG14 (tracciato su strada comunale sterrata)</i>			
	Materiale da Scavo	2389	
	Sabbia di riempimento	907	
	Rinterro	1243	Effettuato con materiale risultante dagli scavi
	Terreno residuo	1146	Verrà utilizzato per risistemare il piano della strada

3.4.12.7 Materiali

I materiali utilizzati in cantiere per la realizzazione delle opere saranno prelevati da cave e centrali di betonaggio ubicate nelle vicinanze, e soprattutto per le seconde, ad una distanza non superiore ai 30/40 minuti di viaggio.

Tale prescrizione risulta fondamentale al fine di non fornire un prodotto ammalorato dal lungo trasporto soprattutto durante i periodi estivi.

Il consumo di acqua sarà minimo in quanto il calcestruzzo sarà trasportato sul luogo di utilizzo già pronto per l'uso. L' acqua necessaria sarà esclusivamente quella utilizzata per la bagnatura delle aree di cantiere. Tale acqua verrà approvvigionata dall'acquedotto presente nella zona industriale.

Tutti gli altri materiali edili saranno forniti in funzione dei contratti di fornitura stipulati con le imprese realizzatrici.

3.4.12.8**Mezzi di Cantiere**

La realizzazione del nuovo impianto richiederà l'utilizzo di macchine di trasporto ed operatrici, che verranno impiegate nel periodo dei lavori di costruzione in maniera diversificata secondo le effettive necessità. In particolare, verranno utilizzate le seguenti macchine:

- autocarri;
- autobetoniere;
- escavatori;
- pale meccaniche.
- attrezzature specifiche in dotazione alle imprese esecutrici quali carrelli elevatori, piega ferri, saldatrici, flessibili, seghe circolari, martelli demolitori, ecc..

3.4.13***Analisi dei Malfunzionamenti e dei Rischi***

La presente analisi dei malfunzionamenti è volta ad identificare i potenziali rischi connessi alle attività del Progetto nelle condizioni di esercizio e gli effetti che questi potrebbero avere sull'ambiente.

Per l'analisi dei possibili incidenti in fase di perforazione si rimanda al *Paragrafo 3.3.3.6* nel quale sono riportate le Condizioni di Sicurezza durante la Perforazione.

E' opportuno sottolineare che, fatte salve le novità tecnologiche introdotte dal presente progetto (mantenimento in pressione del fluido e recupero di energia), lo sfruttamento dell'energia geotermica con impianti a ciclo organico e con reiniezione totale o parziale del fluido è una pratica corrente. Si pensi che gli impianti ORC installati da ORMAT, maggior costruttore mondiale di impianti ORC, sono 15 per una potenza installata di oltre 600 MW, per gran parte negli USA e che la potenza degli impianti geotermici installati nel mondo ammonta a circa 11.000 MW per una produzione di energia elettrica di oltre 60.000 GWh/anno. Tutti gli impianti praticano ormai la reiniezione totale o parziale del fluido.

La tecnologia per questo tipo di progetti è pertanto avanzata e le soluzioni tecniche per la prevenzione dei rischi sono affidabili e molto avanzate.

Ai fini dell'analisi dei possibili malfunzionamenti l'impianto pilota è stato suddiviso in due macro sezioni:

- sistema fluido geotermico (pozzi e acquedotti);
- impianto ORC.

Di seguito, per ciascuna sezione, si riporta l'analisi dei potenziali malfunzionamenti e dei rischi, le conseguenze ad essi associate e i sistemi di controllo/accorgimenti messi in atto per prevenirli e in ogni caso per contenerli efficacemente.

Si rimanda inoltre ai *Paragrafi 5.2.1 e 5.2.2 del Progetto Definitivo* per una trattazione dettagliata sugli accorgimenti adottati per la protezione delle falde.

3.4.13.1 Sistema Fluido Geotermico (Pozzi e Acquedotti)

I potenziali fenomeni associati al sistema fluido geotermico che potrebbero causare effetti sull'ambiente sono:

- rilascio di fluido geotermico sia dai pozzi che dalle tubazioni interrate e fuori terra;
- innesco attività sismica;
- subsidenza.

Rilascio di Fluido Geotermico

Il progetto delle tubazioni interrate 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.

Le possibili cause che potrebbero portare ad un rilascio di fluido geotermico sul 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

Perdita per Fenomeni Corrosivi

Il fluido geotermico in pressione presenta caratteristiche debolmente corrosive per l'acciaio al carbonio, in quanto ha pH acido discreta oltre alla 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 potuto 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 sovrassessore 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.

In aggiunta a questo sono previsti:

- completo isolamento termico per evitare la dispersione di calore ma anche il contatto diretto dell'acciaio con il terreno;

- inserimento di un giunto dielettrico per isolare la tubazione dal pozzo al fine di un'ulteriore protezione del sistema dalla corrosione.

Anche se sono da escludere rapidi fenomeni di corrosione grazie agli accorgimenti di cui sopra, con tale sovra-spessore si vuole garantire comunque una vita utile della struttura di decenni, cioè per un tempo assolutamente idoneo per permettere all'operatore di porre in essere gli eventuali interventi manutentivi, compresa la sostituzione di parti delle tubazioni e altro che si rendesse necessario per risolvere anche situazioni inattese. Il riferimento temporale scelto di 30 anni per dimensionare lo spessore di corrosione è largamente sufficiente, oltre a "coprire" la vita dell'intero impianto, anche ad assicurare la possibilità di organizzare interventi di manutenzione straordinaria qualora si rendessero necessari.

Il criterio di progetto adottato è dunque indirizzato anche alla "gestione degli imprevisti", quindi è a maggior ragione da ritenersi cautelativo.

Infine, al fine di verificare l'andamento della corrosione e prevenire sul nascere eventuali perdite è previsto un sistema di monitoraggio come descritto al *Paragrafo 5.3*.

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 da 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 al paragrafo, collegato ad un sistema di allarme in sala controllo, capace di individuare con uno scarto di pochi metri il punto della perdita.

Perdita Attraverso i Casing dei Pozzi

Dopo l'inserimento delle prime due tubazioni di cui sopra, è previsto di completare l'isolamento della formazione più superficiale mediante una terza tubazione in acciaio, di diametro 13"3/8, con scarpa ancorata nel serbatoio o in prossimità di esso. Anche questa si prevede sia cementata interamente in modo da creare un sistema di tubazioni multiplo, a "cannocchiale", aventi reciproca funzione di "cerchiatura" onde assicurare la più alta efficacia ed efficienza nei riguardi della resistenza strutturale e della capacità di tenuta, oltre che dell'affidabilità nel tempo.

Si richiama l'attenzione anche sul fatto che la produzione dai pozzi avviene tramite un tubing da 7" o 9" all'estremità inferiore del quale è collocata la pompa di estrazione dell'acqua geotermica. Ciò significa che il casing di produzione 13"3/8 non è direttamente interessato dal flusso di acqua che è invece tutto concentrato nel tubing a maggior protezione del casing.

Per i dettagli costruttivi dei pozzi si veda il *Paragrafo 3.3*.

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) riportata in *Allegato F*.

Perdita per Difetto di Isolamento della Formazione di Copertura a seguito 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 sarebbero esse stesse in pressione, cosa che invece non è (si veda la descrizione della geochimica dell'acquifero nelle vulcaniti riportata nel successivo *Paragrafo 4.2.2.2*).

Il monitoraggio delle emissioni naturali di gas CO₂ dal terreno, eseguito da INGV in maniera molto capillare, riportato in *Allegato F* 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 G*, ha trovato 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 qualche 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 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 non è stata rilevata alcuna manifestazione anomala di gas. Questo vale non solo per Alfina 4 e 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, tuttora non chiuso minerariamente, si trova a poche centinaia di metri dall'unica manifestazione emissiva naturale, sita in prossimità del paese Torre Alfina. Questo pozzo, che attraversa direttamente la cappa di gas, è l'unico tra i pozzi ancora attivi ad avere la testa pozzo in pressione, a 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 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 F – "Monitoraggio Geochimico e Sismico" al presente documento*).

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 inciso, si osserva anche che dalle perforazioni eseguite per la ricerca di acqua potabile, risulta che il livello idrostatico della falda idropotabile si trova a una profondità variabile da 60 a 90 metri (riferimento *Allegato 2 del - Progetto Definitivo, Relazione Idrogeologica*). Da misure eseguite nei pozzi e riportate nelle pubblicazioni ENEL, il livello idrostatico nei pozzi profondi risulta compreso tra 170 e 200 m.

Dunque, se anche esistessero gli ipotetici "camini" di connessione verticale tra l'acquifero e il serbatoio geotermico, la pressione idrostatica dell'acquifero in corrispondenza dell'ipotetico punto di connessione tra camino e serbatoio, sarebbe maggiore della pressione del fluido nel serbatoio.

Ciò costituisce una condizione di sicurezza *intrinseca* contro la fuoriuscita di fluidi dal serbatoio attraverso percorsi ipotetici esterni ai pozzi *durante tutte le fasi pre-esercizio* durante le quali la pressione dei pozzi sarà nulla come nel caso dei pozzi Enel .

Eventuale Sismicità Indotta dalla Reiniezione nell'Esercizio di un Campo Geotermico

La reiniezione di fluido è pratica corrente in tutti i moltissimi campi geotermici in esercizio nel mondo. Le aree interessate sono tutte sismicamente attive, in quanto i serbatoi utilizzati hanno alta permeabilità proprio a causa della fatturazione naturale delle rocce.

Come risulta dalla rassegna degli studi sulla sismicità indotta riportata nell'Allegato E, nella maggior parte dei campi geotermici convenzionali, dove la circolazione del fluido avviene in condizioni bilanciate (senza sovrappressione) come nel caso del progetto di Castel Giorgio, non è stata riportata alcuna sismicità indotta avvertita. Nei pochi casi in cui questo è avvenuto, la sismicità indotta è consistita di piccoli terremoti o micro terremoti che non hanno provocato alcun danno neanche alle strutture industriali geotermiche più vicine.

Diverso è il caso dei progetti EGS (Enhanced Geothermal System) che hanno per obiettivo la creazione di un serbatoio artificiale iniettando grandi volumi di acqua in pressione in rocce calde a bassa permeabilità proprio allo scopo di indurre scivolamenti sismici e innalzare la permeabilità di fratture preesistenti. Tuttavia anche nei progetti EGS non sono noti casi di terremoti indotti da iniezione ad alta pressione che abbiano causato danni apprezzabili.

In ogni caso, nella zona del progetto verrà realizzata e gestita dall'INGV una rete microsismica dedicata avente lo scopo di monitorare la sismicità naturale e l'eventuale sismicità indotta (vedi allegato F).

Eventuali Fenomeni di Subsidenza nell'Esercizio di un Campo Geotermico

L'estrazione di fluidi dal sottosuolo può dar luogo a fenomeni di subsidenza (abbassamento locale del suolo) causati dalla diminuzione di pressione del fluido nel serbatoio, soprattutto quando l'estrazione non è compensata dalla reiniezione.

Nell'Allegato D viene presentata una rassegna dei fenomeni di subsidenza riscontrati nell'esercizio dei campi geotermici di Larderello-Travale e di altri campi in USA, Messico e Nuova Zelanda. In tutti i casi è evidente che la subsidenza si sviluppa soprattutto in assenza di reiniezione, che invece è prevista per l'impianto pilota di Castel Giorgio per l'intera quantità di fluido estratto.

In ogni caso è previsto il monitoraggio dei movimenti del suolo nell'area del progetto da parte di tecnici esperti dell'INGV utilizzando tecniche satellitari (metodo DinSAR, vedi *Allegato D*).

3.4.13.2 Impianto ORC

I potenziali pericoli associati all'esercizio dell'impianto ORC che potrebbero causare effetti sull'ambiente sono correlati a perdite di isopentano.

Dato che:

 STEAM	PROGETTO	TITOLO	REV.	Pagina
	P13_ITW_049	ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA S.P.A.: IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO CASTEL GIORGIO (TR) STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	0	122

- la progettazione dell'impianto verrà eseguita secondo le migliori pratiche ingegneristiche e in conformità agli standard di progettazione europei e nord americani;
- l'impianto è dotato di sistema di rilevazione con allarme in sala di controllo che permette la rapida individuazione del punto di perdita e la conseguente intercettazione per limitarne l'entità;
- l'impianto è ubicato all'aperto ed è dotato di tutti i presidi di sicurezza antincendio;
- le apparecchiature contenenti isopentano sono collocate su aree impermeabilizzate e cordolate;
- tutto il personale d'impianto è formato per gestire eventuali sversamenti di isopentano secondo idonee procedure operative.

Si ritiene che il rischio per l'ambiente associato alla perdita di isopentano, anche in considerazione del limitato Hold up di fluido sia non significativo e comunque l'impianto sarà progettato prevedendo tutti gli accorgimenti necessari come prescritto dalle normative in materia di sicurezza e del rischio di incendio.

3.4.14 *Dismissione*

Alla fine della sua vita tecnica, stimabile in oltre 25 anni, si procederà alla dimissione della Centrale e delle opere connesse, per la quale si prevedono le seguenti fasi:

1. smontaggio e bonifica degli impianti e degli equipaggiamenti;
2. demolizione delle opere civili e delle tubazioni;
3. chiusura mineraria dei pozzi produttivi e reiniettivi.

3.4.14.1 **Smontaggio e Bonifica degli Impianti e degli Equipaggiamenti**

Questa prima fase comprenderà tutte le attività necessarie per mettere a piè d'opera le componenti d'impianto e assicurarne la bonifica dagli agenti in grado di determinare qualsiasi rischio.

L'operazione, condotta da ditte specializzate, consisterà nella ripulitura delle parti di impianto venute a contatto con agenti inquinanti e nello smaltimento a norma di legge dei rifiuti raccolti. Gli impianti e gli equipaggiamenti bonificati saranno quindi lasciati aperti nel sito per l'ispezione da parte delle autorità pubbliche competenti.

Gli oli lubrificanti utilizzati negli impianti della Centrale e saranno inviati al Consorzio Smaltimento Oli Esausti. Altri materiali di consumo verranno restituiti ai rispettivi fornitori.

Il fluido organico utilizzato come fluido di lavoro sarà riutilizzato o altrimenti avviato al recupero.

3.4.14.2 Demolizione delle Opere Civili

In base alla normativa vigente al momento attuale, una volta ottenuta dalle autorità competenti la dichiarazione di avvenuta bonifica di impianti ed equipaggiamenti e parere sanitario favorevole, sarà possibile presentare all'autorità comunale specifico Piano di Demolizione.

Ottenutane l'approvazione, si procederà allo smontaggio delle strutture metalliche e alla demolizione delle opere civili in calcestruzzo.

Le operazioni, condotte da ditte specializzate, consisteranno nello smontaggio delle strutture metalliche, nella loro riduzione a membrature di dimensioni idonee al trasporto e nella demolizione meccanica delle opere in calcestruzzo armato (opere in elevazione e fondazioni) con l'utilizzo di apposite macchine operatrici. Le fondazioni saranno demolite e tutti i residui di demolizione saranno suddivisi per tipologia e destinati al riutilizzo secondo necessità e possibilità.

Le parti metalliche, compresi gli impianti e gli equipaggiamenti bonificati, saranno riutilizzate come rottami ferrosi e ceduti a fonderie. Le parti in calcestruzzo saranno invece cedute a ditte specializzate che procederanno alla loro macinazione per separare il ferro di armatura dal calcestruzzo sminuzzato.

Il ferro di armatura sarà quindi recuperato come le parti metalliche, mentre il macinato di calcestruzzo potrà essere utilizzato come materiale inerte da costruzione, per esempio per sottofondi stradali, o, se non richiesto, avviato in discarica di tipo 2A.

Concluse le operazioni di demolizione e di allontanamento dei residui, l'area sarà completamente ripulita e predisposta per gli eventuali utilizzi previsti.

3.4.14.3 Chiusura Mineraria dei Pozzi Produttivi e Reiniettivi

Scopo della chiusura mineraria è di ripristinare l'isolamento delle formazioni attraversate dal sondaggio, e permettere la rimozione delle strutture di superficie (valvole di testa pozzo) senza pregiudicare l'efficacia dell'isolamento dei fluidi endogeni rispetto alla superficie.

La realizzazione della chiusura mineraria avviene mediante riempimento del foro, almeno a tratti, con malta di cemento di opportuna composizione.

È buona norma ai fini della sicurezza disporre uno dei tappi di cemento nell'intorno delle "scarpe" dei casing e liner. In alcuni casi è necessario inserire anche speciali attrezzature (packer), atte a garantire con maggiore efficacia rispetto al solo cemento l'isolamento dei fluidi contenuti negli strati sottostanti.

Nel caso dei pozzi in esame, dovendo procedere ad operazioni di chiusura mineraria, non si prevede l'utilizzazione di particolari attrezzature stante la semplicità e la non pericolosità del campo anche in accordo ai risultati di una lunga esperienza di realizzazione di chiusure minerarie.

Al termine della chiusura mineraria si procederà al ripristino delle condizioni originali asportando le opere in cemento e lasciando l'area nelle stesse condizioni di origine.

3.5

OPERE DI MITIGAZIONE

E' stato predisposto il progetto di mitigazione a verde di tutte le aree dei pozzi e dell'Impianto ORC. Le opere di mitigazione a verde previste sono rappresentate nelle *Figure 3.5a-e*.

È prevista la realizzazione di una fascia vegetale, che sarà realizzata con latifoglie autoctone, quali biancospino (*Crataegus monogyna*), erica (*Erica arborea*), agazzino (*Pyracantha coccinea*), ginepro (*Juniperus communis*), rosa cavallina (*Rosa arvensis*), cerro (*Quercus cerris*) e carpino bianco (*Carpinus betulus*). L'altezza a regime della fascia vegetale sarà variabile a seconda della specie e compresa tra 2 e 10 m.

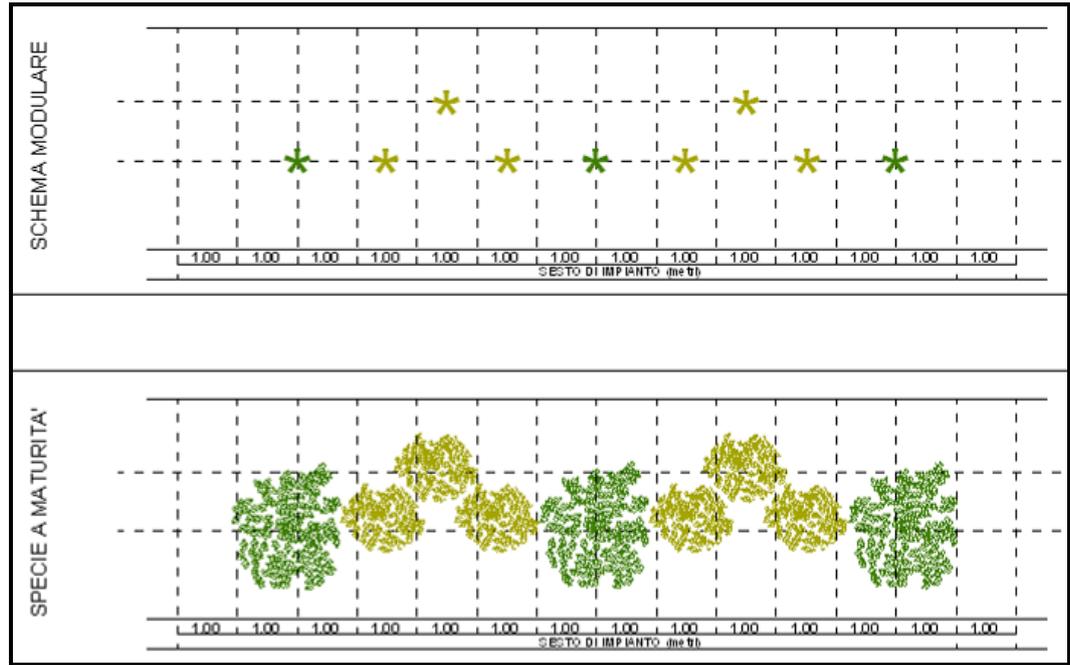
L'inserimento degli elementi floristici avverrà secondo una ripetitività casuale tale da far percepire la fascia vegetale quale consociazione naturale. Inoltre anche la manutenzione sarà eseguita evitando tagli regolari e forme definite privilegiando uno sviluppo naturale delle essenze.

Si evidenzia che le specie vegetazionali proposte sono state scelte tra quelle identificate dalla Scheda dell'Unità di Paesaggio "Tavolato Vulcanico di Castel Giorgio" del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Terni in cui si inseriscono le opere in progetto (riportate al punto 5.1 Serie di Vegetazione), in modo da arricchire l'Unità di Paesaggio sia dal punto di vista ecologico che vegetazionale.

In *Figura 3.5f* si riporta una schema di massima di impianto delle specie vegetali previste.

Figura 3.5f

Schema di Massima di Impianto delle Specie Vegetali Proposte



4

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Il Quadro di Riferimento Ambientale è composto dalle seguenti parti:

- *Paragrafo 4.1 Definizione dell'Area di Studio e dei Fattori e Componenti Ambientali interessati dal Progetto*, che include l'individuazione dell'ambito territoriale interessato dallo studio, dei fattori e delle componenti ambientali interessate dal progetto dell'Impianto Pilota;
- *Paragrafo 4.2 Stato Attuale delle Componenti Ambientali*;
- *Paragrafo 4.3 Stima degli Impatti*, che include l'analisi qualitativa e quantitativa dei principali impatti del progetto proposto, sia in fase di realizzazione che in fase di esercizio sulle componenti ambientali individuate;
- *Paragrafo 4.4 Stima degli Impatto delle Opere Complementari*, in cui sono valutati gli impatti strettamente connessi alla realizzazione ed esercizio della linea elettrica per la connessione dell'impianto ORC alla Rete di Enel Distribuzione.

4.1

DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO E DEI FATTORI E COMPONENTI AMBIENTALI INTERESSATI DAL PROGETTO

L'Area di Studio, rappresentata in *Figura 4.1a*, si estende nel raggio di 1,5 km a partire dall'Impianto Pilota.

Per quanto riguarda la linea elettrica in media tensione dall'Impianto Pilota di Castel Giorgio alla Cabina Secondaria Nuova Itelco, che si sviluppa per un tracciato di circa 10,7 km, è stata considerata un'Area di Studio di raggio 1 km a cavallo della linea stessa. Per questa Area di Studio sono state approfondite le caratterizzazioni delle componenti Paesaggio e Vegetazione e sono descritte in dettaglio in *Allegato B*. Per le altre componenti valgono le considerazioni di seguito riportate.

Sulla base delle potenziali interferenze ambientali determinate dalla costruzione e dall'esercizio dell'impianto pilota, lo *Studio* ha approfondito le indagini sulle seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera e Qualità dell'Aria;
- Ambiente Idrico;
- Suolo e Sottosuolo;
- Rumore;
- Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi;
- Paesaggio;
- Salute Pubblica;
- Traffico;
- Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti;
- Socio-Economico.

4.2 STATO ATTUALE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

4.2.1 Atmosfera e Qualità dell'Aria

4.2.1.1 Caratterizzazione Meteo Climatica

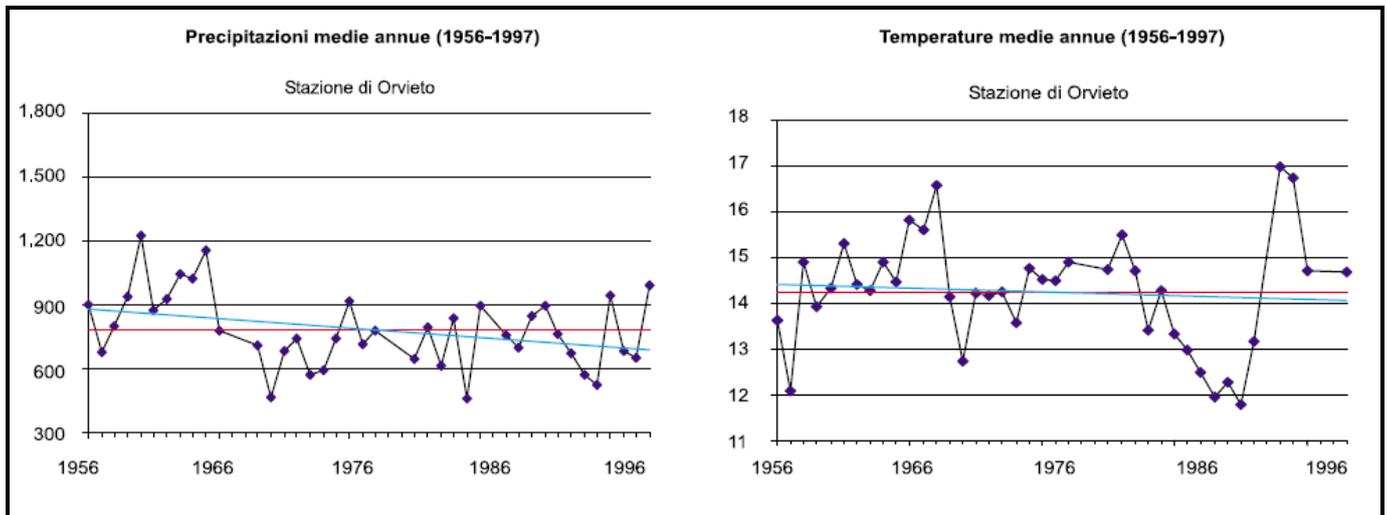
L'Umbria presenta generalmente caratteristiche climatiche mediterranee, anche se attenuate dalla propria posizione geografica, senza sbocchi sul mare: le estati sono calde e asciutte, gli inverni relativamente miti. La tendenza alla continentalità si manifesta in particolare nelle zone montagnose e nelle conche; inoltre, la topografia con continue variazioni di altitudine e orientamento, determina una grande varietà di microclimi.

La dorsale appenninica costituisce una barriera alla penetrazione non solo degli influssi del mare Adriatico, ma anche delle masse d'aria fredda provenienti da nord-est. Analogamente verso il Tirreno, le colline e le basse montagne presenti si frappongono alla libera circolazione di masse d'aria.

In quasi tutta la regione, la temperatura raggiunge raramente valori minimi bassi. Le piogge totali oscillano tra gli 800 mm ed i 1.200 mm e si concentrano nel semestre autunno-inverno.

Nel seguente grafico si riportano gli andamenti dei dati climatici medi, rilevati nel quarantennio 1956-1997, della stazione meteorologica "Orvieto", situata a 315 m s.l.m., nel bacino del Tevere-Paglia; coordinate geografiche sono 42°43'N 12°09'E, che rappresenta la stazione più prossima all'area di ubicazione del progetto (circa 15 km in direzione est).

Tabella 4.2.1.a Dati Climatici Rilevati dalla Stazione Meteorologica "Orvieto" (1956-1997)



4.2.1.2 Qualità dell'Aria

La caratterizzazione della qualità dell'aria nel territorio interessato dal progetto (Comune di Castel Giorgio) è stata effettuata con riferimento al documento di

“Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell’Aria”, approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 466 del 9 febbraio 2005.

Il Piano ha effettuato la valutazione delle qualità dell’aria a scala locale su tutto il territorio regionale ed alla successiva zonizzazione, delineando gli obiettivi strategici per ciascuna zona del territorio ed in particolare per le zone di risanamento.

La valutazione della qualità dell’aria è stata effettuata sulla base dei risultati del monitoraggio effettuato mediante le centraline installate sul territorio regionale, integrando queste ultime con analisi modellistiche, per la stima delle concentrazioni al suolo degli inquinanti nelle aree non coperte dalla presenza di centraline per il monitoraggio.

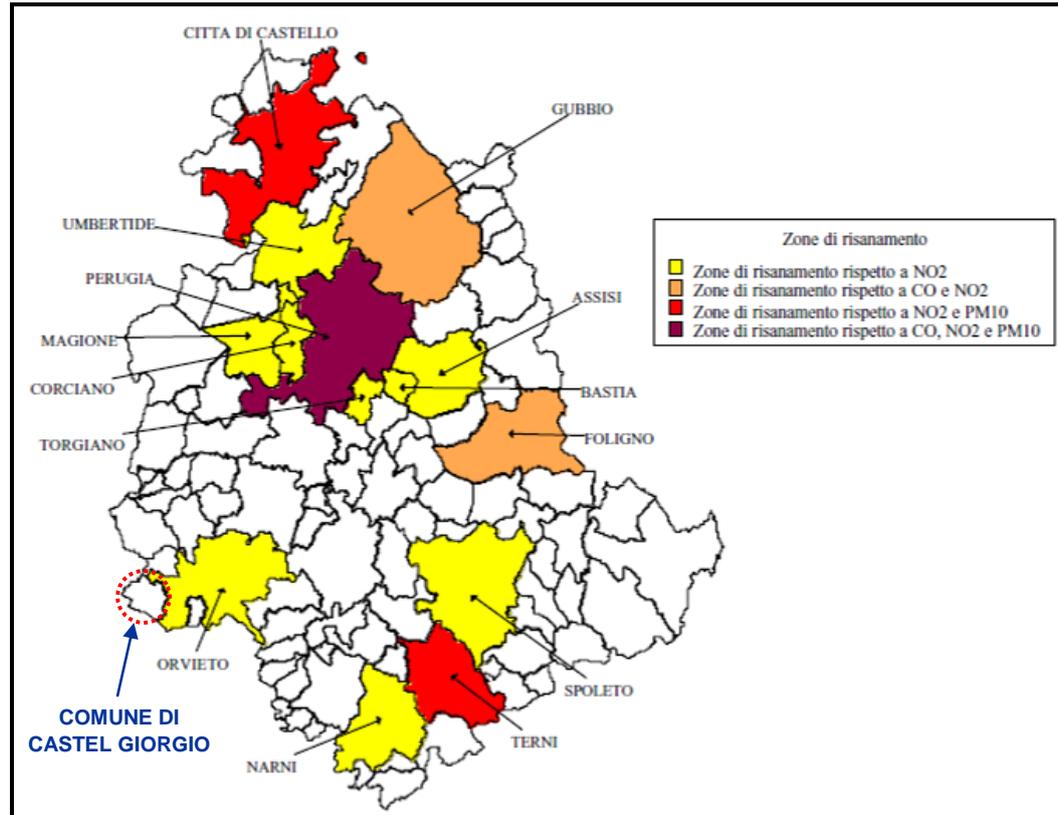
La valutazione è stata svolta relativamente ai seguenti inquinanti: ossidi di zolfo, ossidi di azoto, PM10 e monossido di carbonio.

A seguito della valutazione, il Piano ha identificato i Comuni nel cui territorio si verificano superamenti dei limiti di legge per gli inquinanti indicati. Questi sono stati, quindi, aggregati in Zone con caratteristiche omogenee su cui attivare le *Azioni di Risanamento*, come mostrato nella seguente *Tabella 4.2.1.2a* e *Figura 4.2.1.2a*.

Tabella 4.2.1.2a Zone di Risanamento

Sigla Zona	Nome Zona	Comune	Inquinanti
IT 1001	Area metropolitana Perugia	Assisi Bastia Corciano Magione Perugia Torgiano Umbertide	NO2 NO2 NO2 NO2 CO, NO2, PM10 NO2 NO2
IT 1002	Conca Ternana	Narni Terni	NO2 NO2, PM10
IT 1003	Comuni a media urbanizzazione con forte comparto industriale	Gubbio Spoleto	CO, NO2 NO2
IT 1004	Comuni a media urbanizzazione su arterie importanti di traffico	Città di Castello Foligno Orvieto	NO2, PM10 CO, NO2 NO2

Figura 4.2.1.2a Localizzazione delle Zone di Risanamento



Come si evince dalla precedente tabella e dalla precedente figura, il Comune di Castel Giorgio, interessato dal progetto dell'Impianto Pilota Geotermico, è incluso nelle Zone di Mantenimento non essendosi verificati superamenti della concentrazioni limite dei suddetti inquinanti, per i quali non si ravvisa, pertanto, alcuna criticità relativamente alla qualità dell'aria nella zona oggetto di studio.

4.2.2 Ambiente Idrico

La caratterizzazione dell'ambiente idrico superficiale e sotterraneo è stata effettuata utilizzando le informazioni riportate nel Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.) della Regione Umbria, approvato con D.C.R. n. 357 del 1 dicembre 2009 e dall'analisi bibliografica dei numerosi studi condotti nell'area.

4.2.2.1 Ambiente Idrico Superficiale

L'area interessata dalla realizzazione del progetto appartiene al Bacino Idrografico del Fiume Tevere ed in particolare al sottobacino del Torrente Paglia Chiani, che scorre a nord dell'area di intervento, a circa 4 km di distanza.

Il T. Paglia, affluente in destra idrografica del fiume Tevere, nasce dalle pendici orientali del monte Amiata, in Toscana, e nel tratto umbro si sviluppa per una lunghezza di circa 27 km per andare a confluire nel fiume Tevere poco a valle dell'invaso di Corbara. Lungo il suo corso riceve l'apporto di numerosi affluenti, di

cui il principale è il torrente Chiani, che confluisce nel Paglia in sinistra idrografica nel suo tratto terminale.

La parte centro settentrionale del bacino del Paglia, comprendente l'intero bacino del Chiani, è costituita per la maggior parte da rocce poco permeabili, quali argille plioceniche e altre formazioni ad elevata componente argillosa, quali arenarie alternate a marne ed argille siltose. Solo sulle colline più elevate della porzione orientale del bacino si trovano terreni più permeabili; questi sono rappresentati soprattutto da arenarie che passano poi a calcari arenacei nei pressi del Monte Peglia (837 m s.l.m.), la cui ossatura è formata da calcari e calcari marnosi. Questi terreni risultano discretamente permeabili.

La parte meridionale del bacino invece, è caratterizzata da terreni ricollegabili alle manifestazioni vulcaniche del Quaternario. Queste hanno portato alla formazione di un esteso tavolato tufaceo sovrapposto alle argille plioceniche. In questi terreni i corsi d'acqua scavano profonde forre fino alla formazione argillosa sottostante. Il materiale tufaceo è discretamente permeabile ed è sede di un acquifero di notevole interesse. Al contatto con le argille sottostanti si originano varie emergenze sorgentizie con portata perenne, anche se molto variabile.

Con riferimento specifico all'area di ubicazione dell'Impianto Pilota Geotermico, la circolazione idrica superficiale è regolata da canaletti e torrenti minori realizzati per l'irrigazione delle aree agricole; tra questi, il più prossimo al sito di progetto è il Fosso della Torraccia che scorre con direzione NO-SE ad ovest dell'area interessata dalla realizzazione delle opere.

4.2.2.2 Ambiente Idrico Sotterraneo

L'analisi che segue è suddivisa in due parti:

- la prima, fa riferimento alle origini delle formazione superficiale
- la seconda, in cui si affronta il problema della geochimica delle acque sotterranee approfondendo gli aspetti legati alla composizione dei fluidi nelle falde sospese.

Fluidi Contenuti nella Formazione Superficiale e di Copertura

Nell'area oggetto di studio affiorano numerose unità idrogeologiche con diverse caratteristiche di permeabilità e con rapporti giacitureali che condizionano il deflusso idrico sotterraneo.

Per una visione organica della situazione idrogeologica, i terreni affioranti sono stati distinti oltre che in funzione della litologia e del tipo di permeabilità, anche della loro possibile o meno connessione idraulica con il serbatoio geotermico (*Buonasorte et al., 1988*). Quest'ultimo è rappresentato dalle formazioni prevalentemente carbonatiche di facies toscana e trova la sua naturale copertura nella potente coltre di terreni flyschoidi di facies ligure ed austroalpina interna. Tale coltre è costituita da più unità formazionali che, nella loro eterogeneità litologica, possono anche comprendere terreni permeabili, generalmente sede di

acquiferi locali, e deve, nel suo insieme, considerarsi a permeabilità estremamente ridotta per la predominanza della componente argillosa.

Anche i terreni neogenici, pur presentando locali alternanze di litotipi arenacei permeabili, svolgono complessivamente un ruolo di copertura. Il sovrastante complesso delle vulcaniti vulsine, data la sua buona permeabilità, è sede di acquiferi superficiali.

La situazione idrogeologica mette in evidenza a nord l'apice meridionale della struttura ad alta permeabilità del Monte Cetona, la quale è circondata da terreni che, nel loro insieme, sono scarsamente permeabili pur presentando localmente discreta permeabilità (come le zone a sud e NE di S. Casciano dei Bagni). Il settore meridionale dell'area è interamente ricoperto da terreni vulcanici a permeabilità generalmente elevata: tra questi i prodotti piroclastici, a permeabilità variabile, sono talora sede di acquiferi locali; quelli ignimbrici e lavici a permeabilità elevata sono sede del principale acquifero libero.

Dall'esame della carta idrogeologica e di quella di densità di drenaggio (*Buonasorte et al., 1988*) risulta che le zone assorbenti a livello superficiale non sembrano idraulicamente connesse con il serbatoio profondo; più probabilmente collegato con quest'ultimo è invece l'affioramento a serie toscana del Monte Cetona. Altre possibili vie di comunicazione idraulica con il serbatoio profondo sono individuabili in corrispondenza di bocche di emissione vulcanica, quali quelle di Torre Alfina, Casa Carbonara e Fosso Bagnolo.

Il ruolo di queste ultime, nei confronti del serbatoio geotermico, è difficilmente quantificabile, sia per la difficoltà di delimitare la loro area di influenza nel drenaggio dell'acquifero superficiale sia per le possibili variazioni di permeabilità verticale legate a eventuali processi di alterazione.

In dettaglio, la zona in esame ricade nell'ambito di una potente struttura acquifera, rappresentata dalla coltre di vulcaniti che ricopre, con elevato spessore, i sedimenti argillosi pliocenici e/o i depositi in facies marnoso - argillosa delle unità liguridi, caratterizzati da un basso grado di permeabilità.

Risultano talora presenti livelli a bassa permeabilità, costituiti da paleo-suoli argillificati, e/o da orizzonti lavici competenti e scarsamente fratturati in grado di determinare circuitazioni idriche di tipo sospeso. Inoltre, in concomitanza con eventi pluviometrici intensi e prolungati, nelle zone morfologicamente depresse e nelle aree di affioramento delle coltri eluviali, si possono formare piccole falde sospese, temporanee, anche prossime al p.c..

Per i dettagli si rimanda allo "Studio Idrogeologico per la Realizzazione di n. 4 Pozzi per l'Emungimento di Acqua da Utilizzare per la Perforazione dei Pozzi Geotermici" riportata in Allegato 2 al Progetto Definitivo.

Geochemica delle Acque Sotterranee

La descrizione che segue è tratta da una pubblicazione recente di *Froncini et al. (2012)* che riporta i risultati di uno studio geochemico dell'acquifero "vulcanico"



dell'area indicata in *Figura 4.2.2.2a* che comprende la zona di interesse del progetto geotermico Castel Giorgio.

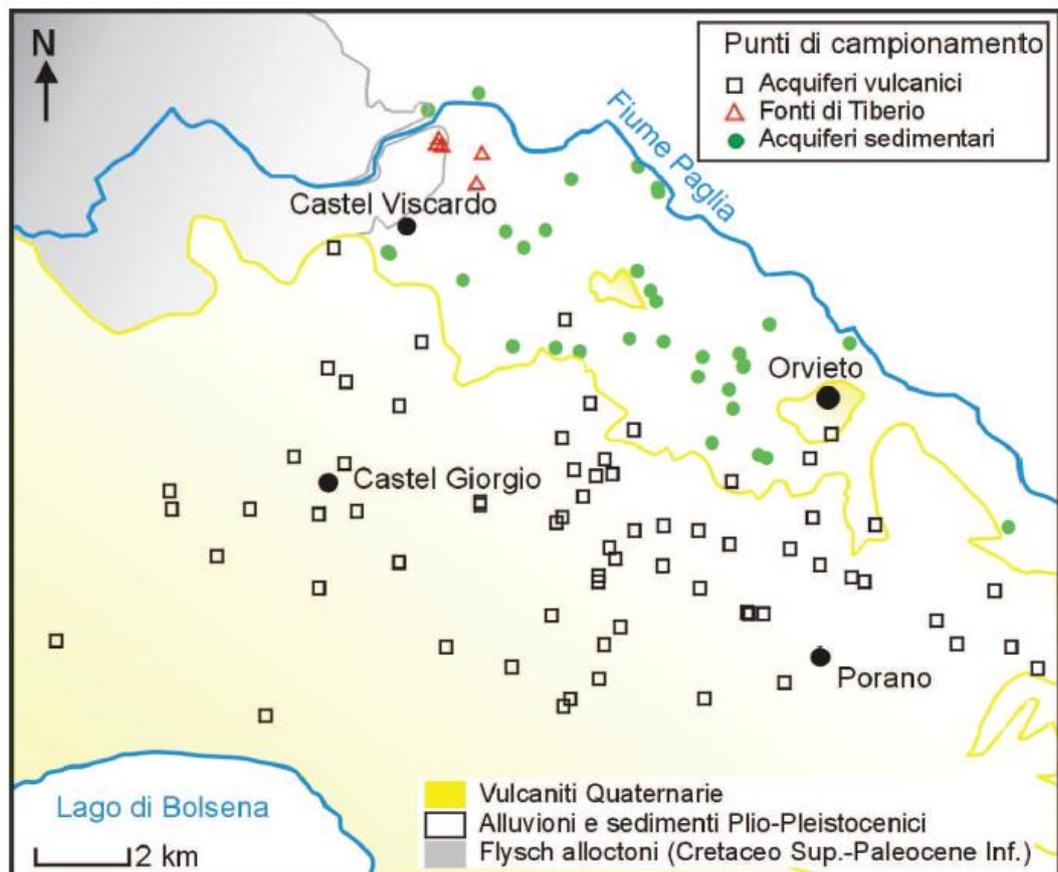
L'area di studio è localizzata nella parte sud-occidentale della Regione Umbria ed è per buona parte occupata dal settore settentrionale del distretto vulcanico dei monti Vulsini, caratterizzato da una morfologia ondulata con quote variabili fra circa 300 m s.l.m. (sul livello del mare) nella zona orientale e circa 690 m s.l.m. nella parte sud-occidentale, vicino al confine con la Regione Lazio.

A nord-est il limite dell'altopiano vulcanico è definito da una ripida scarpata che si staglia sulla valle del Fiume Paglia dove affiorano i depositi terrigeni del Plio-Pleistocene e i depositi alluvionali.

Da un punto di vista idrologico, l'area ricade all'interno del bacino idrografico del Fiume Paglia e, solo nella sua porzione sud-occidentale, nel bacino del lago di Bolsena (*Buonasorte et al., 1988*). La linea di spartiacque idrografico tra il bacino del Fiume Paglia e quello del Lago di Bolsena coincide con la parte più elevata dell'altopiano vulcanico all'altezza del confine con la Regione Lazio.

Le vulcaniti affioranti nell'area di studio sono parte del grande distretto vulcanico Vulsino (circa 2300 kmq), il più settentrionale fra i numerosi apparati della Provincia Magmatica Romana.

Figura 4.2.2.2a Area di Studio e Ubicazione dei Punti d'Acqua Campionati



I depositi vulcanici, costituiti sia da piroclastiti che da lave, presentano spessori complessivi che variano da qualche decina di metri, presso il margine orientale della struttura in esame, alle centinaia di metri, nelle zone interne.

Le vulcaniti poggiano su un substrato sedimentario costituito dall'alto verso il basso dai sedimenti (argille-sabbie) del Plio-Pleistocene, che formano il riempimento del graben del Paglia, e da flysch alloctoni ("Liguridi") del Cretaceo superiore - Paleocene inferiore, composti da alternanze di argille, marne, calcari marnosi e arenarie (*Baldi et al., 1974*). Su gran parte dell'area di studio la coltre vulcanica poggia direttamente sulle formazioni Plioceniche, mentre nell'area a sud-est di Torre Alfina, sono le formazioni delle Liguridi a costituire il substrato.

Da un punto di vista idrogeologico, le principali strutture presenti all'interno del bacino sono l'acquifero vulcanico Vulsino e l'acquifero alluvionale del bacino del Fiume Paglia. Sono inoltre presenti alcuni acquiferi minori all'interno dei livelli a maggiore permeabilità dei depositi Plio-Pleistocenici e un acquifero termale nella zona di Fonti di Tiberio, nel comune di Castel Viscardo (*Chiodini e Giaquinto, 1982*).

Tale sistema è ospitato dai livelli calcarenitici del Complesso delle Unità di facies Ligure (Cretaceo superiore - Paleocene inferiore) ed è probabilmente connesso con un sistema più profondo, nelle formazioni carbonatiche, collegato al reservoir geotermico di Torre Alfina (*Buonasorte et al., 1988*).

L'acquifero vulcanico è costituito da una sequenza di depositi piroclastici e colate laviche, con permeabilità differenziate in funzione della porosità e grado di fratturazione, sovrapposta ad un basamento sedimentario prevalentemente costituito dai terreni argillosi Pliocenici impermeabili.

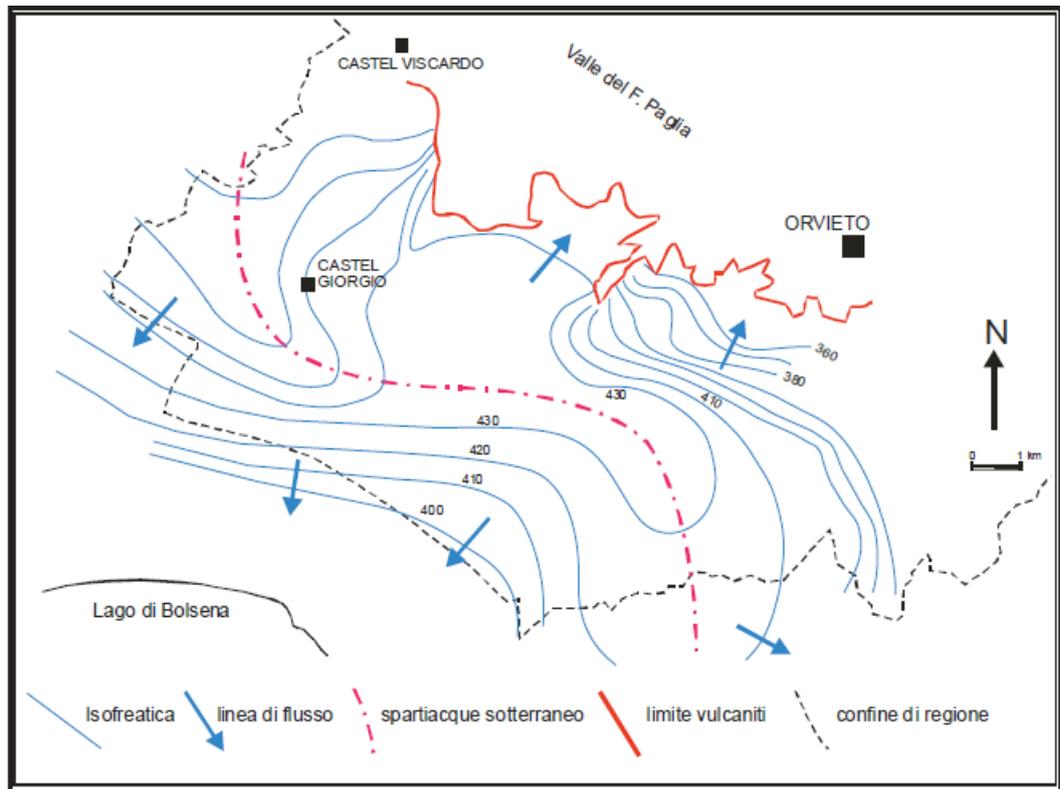
All'interno del sistema vulcanico è possibile distinguere una falda di base, sostenuta direttamente dal substrato sedimentario, caratterizzata da portate complessive di 150-200 L/s (*Boscherini et al., 2005*), e alcune falde sospese, locali e discontinue, sostenute da livelli di lava compatta e caratterizzate da spessori e portate limitate. L'andamento schematico della piezometria della falda di base (*Figura 4.2.2.2b*) mostra la presenza di uno spartiacque sotterraneo con direzione NNW-SSE che separa i flussi fra il bacino del Fiume Paglia e quello del Lago di Bolsena.

Le quote piezometriche sono situate intorno ai 470 m s.l.m. a nord di Castel Giorgio, e decrescono fino a circa 300 m s.l.m. in corrispondenza del bordo orientale della struttura. Le principali sorgenti alimentate dalla falda di base sono localizzate al piede della ripida parete che definisce il limite settentrionale dell'affioramento vulcanico, dove le vulcaniti mostrano il contatto con il substrato Plio-Pleistocenico.

Tra le sorgenti più importanti ci sono quelle di Sugano e Tione. Le acque della sorgente Tione vengono commercializzate come acque minerali in bottiglia, mentre le acque della sorgente di Sugano, con la loro portata praticamente costante di 90-100 L/s, vengono utilizzate come captazione idropotabile.

Le acque delle falde sospese emergono da sorgenti di portata limitata o vanno ad alimentare per drenanza la falda di base. La presenza di pozzi profondi non condizionati facilita localmente la percolazione delle acque delle falde sospese verso la falda di base. Per questo motivo il progetto dei pozzi previsti per l'estrazione dell'acqua di falda da impiegare nella perforazione dei pozzi geotermici è stato curato ai fini di garantire l'isolamento tra gli strati superiore e inferiore delle vulcaniti.

Figura 4.2.2.2b Carta Piezometrica Schematica dell'Acquifero Vulcanico dei Monti Vulsini

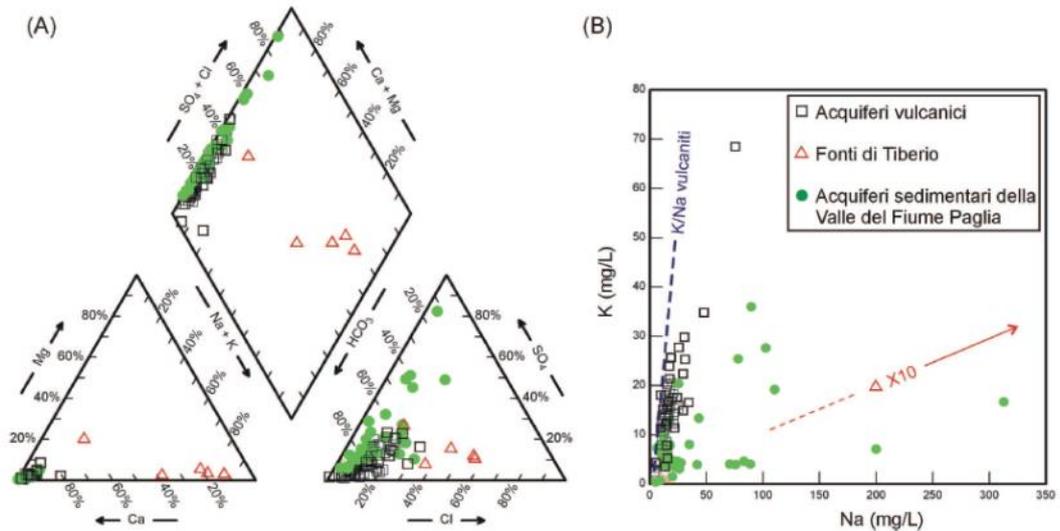


Il diagramma classificativo di Piper (*Figura 4.2.2.2c*) permette di classificare le acque considerando i rapporti tra le sette specie chimiche principali disciolte nelle acque, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , HCO_3^{-} , SO_4^{2-} e Cl^{-} .

Riportando i campioni dell'area di studio su tale diagramma è possibile distinguere:

1. i campioni degli acquiferi vulcanici, caratterizzati da una composizione variabile da bicarbonato-alcalina a bicarbonato-alcalino terrosa;
2. i campioni degli acquiferi sedimentari che mostrano una composizione bicarbonato calcica e un trend evolutivo verso termini solfatici;
3. i campioni del sistema termale di Fonti di Tiberio, caratterizzati da una composizione di tipo clorurato (bicarbonato)-alcalina.

Figura 4.2.2.c a) Diagramma Classificativo di Piper; b) Diagramma Binario Na vs K. Nel Diagramma è Riportato per Confronto il Rapporto Ponderale K/Na delle Rocce Vulcaniche



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 (Figura 4.2.2.c) mostra come il progressivo incremento in metalli alcalini (Na, K) avvenga con un rapporto Na/K quasi costante e molto vicino al rapporto

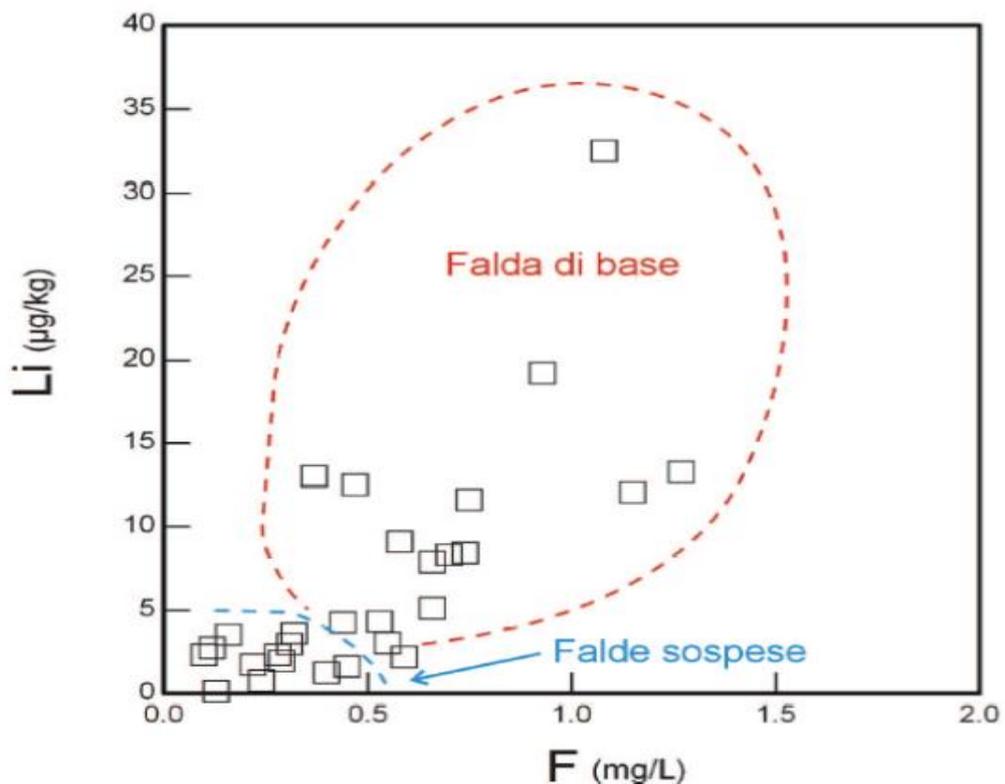
ponderale medio delle rocce vulcaniche della zona. Solo i campioni con i contenuti totali di metalli alcalini più elevati mostrano un rapporto Na/K leggermente più alto.

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 – *Chiodini et al., 1991; Chiodini e Giaquinto, 1982*).

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 4.2.2.2d Diagramma F vs Li per le acque degli Acquiferi Vulcanici



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 (*Figura 4.2.2.2d*). 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 acquiclude.

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 (DPR 236/1988), 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 µg/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.

4.2.3 **Suolo e Sottosuolo**

4.2.3.1 **Geologia e Geomorfologia**

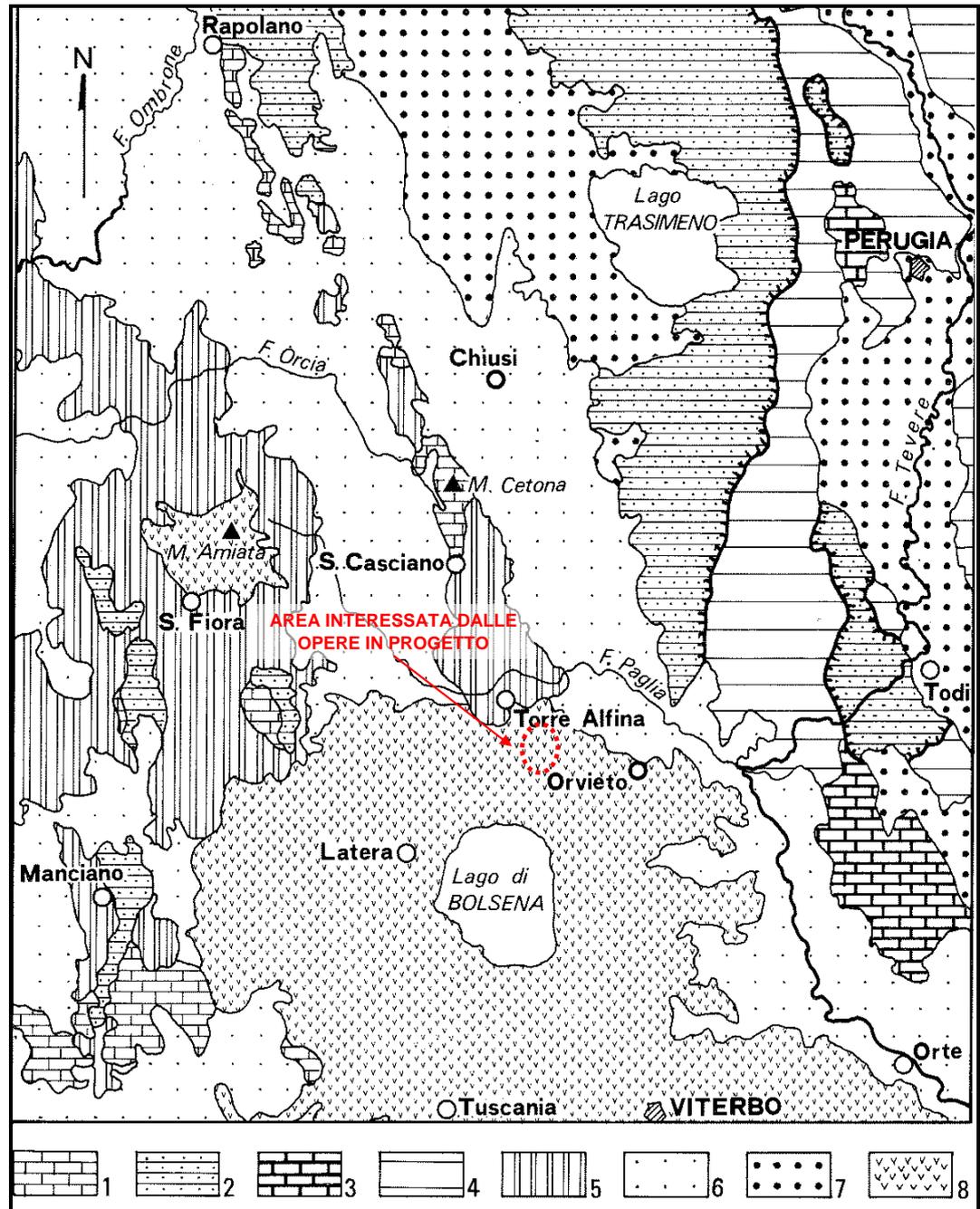
L'area di Torre Alfina - Castel Giorgio comprende il tratto meridionale della dorsale Rapolano - Trequanda - M. Cetona che separa due bacini neoautoctoni, il Bacino di Siena-Radicofani ad occidente e il Bacino della Val di Chiana ad oriente (vedi *Figura 4.2.3.1a*). Tale dorsale, con direttrice NNO-SSE, culmina sia



dal punto di vista strutturale che morfologico con il rilievo del M. Cetona (1908 m); ma mentre nella parte settentrionale presenta una debole e graduale immersione verso il Fiume Arno, nella parte meridionale essa si interrompe bruscamente lungo l'allineamento Acquapendente - Torre Alfina, in corrispondenza del quale i due bacini neautoctoni sopraindicati si congiungono, confluendo nell'ampio bacino della valle del Fiume Tevere. La terminazione meridionale di detta dorsale non è completamente osservabile in superficie, essendo ricoperta in gran parte dai prodotti vulcanici dell'apparato vulsino; essa è stata tuttavia ricostruita con una certa precisione attraverso i pozzetti geotermici ed i sondaggi effettuati dall'Enel (*Baldi et al., 1974*).



Figura 4.2.3.1a *Inquadramento Geologico Regionale dell'Area di T. Alfina: 1 e 2) Complesso di Facies Toscana (1 – Successione Carbonatico Mesozoica; 2 – Successione Terrigena Mesozoico-Terziaria); 3 e 4) Complesso di Facies Umbro-Marchigiana (3 – Successione Carbonatica Mesozoica; 4 – Successione Terrigena Mesozoico-Terziaria); 5) Complessi di Facies Ligure ed Austroalpina Interna; 6) Complesso dei Depositi Marini Pliocenici; 7) Complesso dei Depositi Continentali Plio-Quaternari; 8) Complesso Vulcanico*



L'area di interesse può essere suddivisa, per le formazioni geologiche affioranti, in due parti: una settentrionale, occupata quasi totalmente da terreni sedimentari riferibili alle Unità austroalpine e liguri, sulle quali giacciono trasgressivi e discordanti i sedimenti del Complesso Neoautoctono, ed una meridionale, a sud del Torrente Paglia, comprendente i prodotti magmatici quaternari degli apparati

vulcanici di Torre Alfina e dei Vulsini (Carta Geologica di *Costantini et al.*, 1988). La successione delle formazioni appartenenti al dominio tosco-umbro è rappresentata, in affioramento, solo a S. Casciano dei Bagni, dove compare la terminazione meridionale del nucleo del M. Cetona; a Sud del F. Paglia essa è stata invece attraversata, per spessori rilevanti, da numerosi sondaggi, fino alla formazione dei Calcari e marne a Rhaetavicula contorta del Trias superiore.

L'area interessata dalle opere in progetto ricade nell'ambito dei depositi vulcanici pertinenti l'apparato vulcanico vulsino, costituito da una spessa coltre rappresentata da espandimenti lavici intercalati entro depositi piroclastici di caduta; a luoghi, sono presenti depositi lavici dotati di una copertura costituita da una coltre di materiali di degradazione eluviale, con spessore di qualche metro.

In *Figura 4.2.3.1b* è riportato un estratto della carta geologica dell'area di Torre Alfina - Castel Giorgio ripresa da *Costantini et al.*, 1988.

Come emerge dalla figura, in corrispondenza delle aree di realizzazione dell'impianto ORC e dei pozzi di produzione, affiorano depositi di copertura detritico - eluviale costituita prevalentemente da alterazione di tufi con suolo agrario. Tali depositi sono rappresentati da materiale a tessitura limoso - argillosa debolmente sabbiosa, con piccole scorie e lapilli più o meno alterati derivanti dal disfacimento delle vulcaniti in posto che ricoprono la gran parte dell'altopiano tra Torre Alfina e Castel Giorgio; lo spessore di tali depositi varia da pochi metri fino a circa 10 m.

La figura mostra inoltre che il polo di produzione GC14 interessa "lave tefritico-leucititiche di Castel Giorgio (L₆)": il vasto plateau lavico compreso fra Castel Giorgio, Torre Alfina e Castel Viscardo è costituito nella parte sommitale da un complesso tabulare sub orizzontale, connotato da fessurazione prevalentemente ad andamento sub-verticale, di lave tefritiche a leucite e tefritico - leucititiche, a tessitura debolmente porfirica per presenza di leucite e feldspati immersi in pasta di fondo microcristallina di colore grigio, con spessore complessivo massimo di 20-30 m.

Per quanto riguarda le tubazioni, si precisa che esse saranno realizzate in parte lungo la viabilità esistente; come visibile dalla *Figura 4.2.3.1b*, i tratti di tubazione al di fuori della rete stradale, interessano i medesimi depositi descritti per l'impianto ORC ed i pozzi.

Per i dettagli riguardo le caratteristiche tecniche dei terreni attraversati dalle opere in progetto si rimanda alla "*Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica*" riportata in *Allegato 1 al Progetto Definitivo*.

Dal punto di vista geomorfologico, l'elemento dominante nell'area in esame è rappresentato dalla dorsale del Monte Cetona che separa le ampie depressioni tettoniche, a direzione appenninica, percorse dal Torrente Paglia ad ovest e dal Torrente Chiani ed altri corsi d'acqua minori, ad est. Si tratta di un rilievo allungato con fianchi assai acclivi che, nella sua parte centrale, raggiunge la quota di 1148 m; esso si deprime longitudinalmente verso sud fino all'incisione valliva del Torrente Paglia a circa 200 m di quota, per poi collegarsi rapidamente con un altopiano intorno ai 500 m. Quest'ultimo, costituito dagli espandimenti

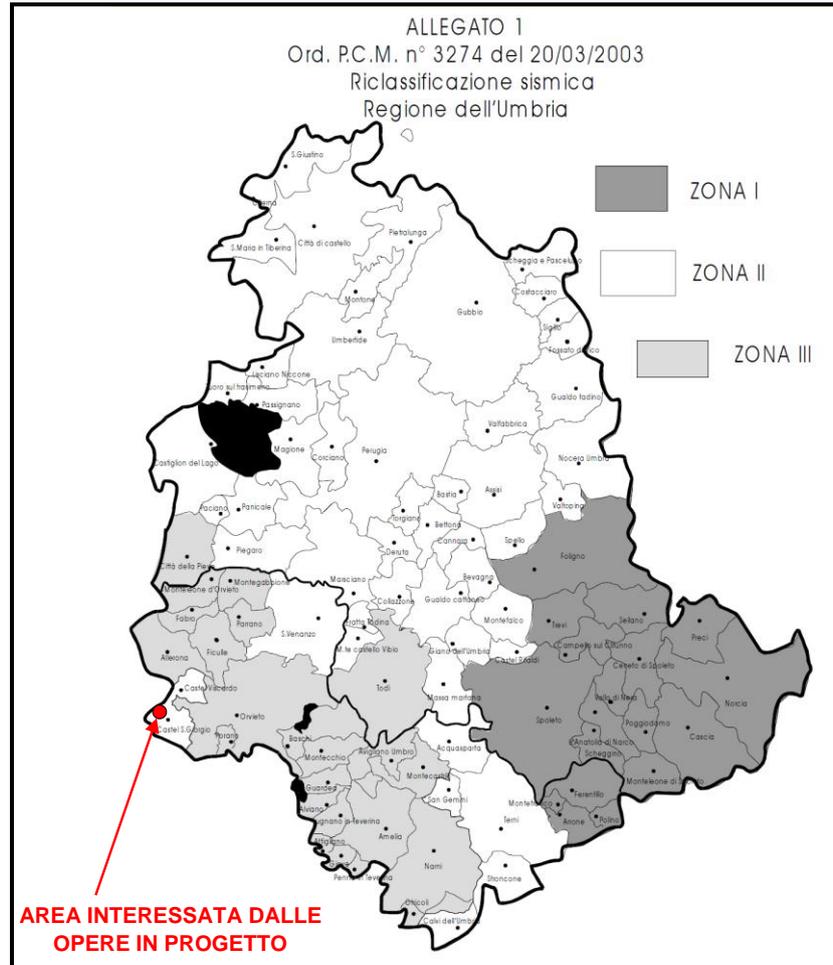
vulcanici più settentrionali dei Monti Vulsini, si estende in maniera più o meno accidentata verso sud fino a raccordarsi, a quota di circa 300 m, con la depressione vulcano-tettonica del Lago di Bolsena. Le opere in progetto interessano il suddetto altopiano, sviluppandosi in un'area a morfologia sub-pianeggiante, lievemente ondulata, con quote variabili tra circa 530 e 540 m s.l.m..

4.2.3.2 Sismicità

La Regione Umbria, con DGR n. 852 del 18 Giugno 2003, ha approvato la "Riclassificazione Sismica della Regione Umbria" redatta sulla base dei nuovi criteri per l'individuazione delle zone sismiche previsti dall' Ordinanza n. 3274/2003 della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Come emerge dalla *Figura 4.2.3.2a*, il Comune di Castel Giorgio rientra all'interno della Zona II, caratterizzata da pericolosità sismica media (corrispondente alle zone con accelerazione di picco orizzontale al suolo (a_g) compresa tra $0,15 \leq a_g < 0,25$).

L'area geotermica Torre Alfina-Castel Giorgio è soggetta a una sismicità che si manifesta essenzialmente con i caratteri tipici delle aree vulcaniche e geotermiche: bassa profondità degli ipocentri e distribuzione temporale degli eventi sismici a sciame. Si ricordano gli sciame sismici del 1992 (magnitudo massima $M_I=3,5$) del 2010, 2011, 2012 ($M_I \text{ max}=2,4$). L'evento maggiore (intensità VII) a Castel Giorgio è avvenuto nel 1957. Ad Acquapendente gli eventi principali sono quelli del 1755 (intensità VI-VII) e del 1924 (intensità VII).

Figura 4.2.3.2a *Classificazione Sismica Regione Umbria*

Per dettagli si rimanda al rapporto “*Sismicità storica e recente dell’area geotermica di Torre Alfina*” predisposta da INGV per conto del Committente (Aprile 2013) e costituente l’*Appendice 1 dell’Allegato E*.

4.2.3.3

Stabilità dell’Area

La verifica della presenza di rischio idrogeologico nelle aree individuate per la realizzazione del progetto è stata svolta analizzando il Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico del Fiume Tevere di competenza dell’Autorità di Bacino Nazionale del Fiume Tevere.

Come descritto al *Paragrafo 2.4.1.1*, le opere in progetto non interessano alcuna area soggetta a rischio idraulico ne’ geomorfologico.

Al fine di completare l’analisi della stabilità dell’area, è stato comunque consultato il catalogo degli eventi di dissesto e di piena del Progetto Aree Vulnerabili Italiane (AVI.)

Al fine di creare una banca dati dei fenomeni di dissesto in Italia, nel 1989 il Ministro per il Coordinamento della Protezione Civile ha finanziato al Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) – Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (G.N.D.C.I.) un censimento, su scala nazionale, delle

aree storicamente interessate da fenomeni di frana ed inondazioni. Il lavoro, effettuato attraverso l'analisi di fonti cronachistiche e pubblicazioni tecnico-scientifiche, si è quindi tradotto nella realizzazione di una banca dati aggiornata al 1999 (C.N.R.- G.N.D.C.I., 1995, 1996, 1999).

I risultati di questo censimento, noto come Progetto AVI, mostrano l'assenza di eventi di dissesto e di piena nell'area interessata dalle opere in progetto. Per tale motivo non è stata predisposta alcuna cartografia.

4.2.3.4 Qualità dei suoli

Si è infatti provveduto alla caratterizzazione del terreno in accordo alle metodologie riportate nell'*Allegato H* del presente documento per identificare eventuali contaminazioni.

I risultati delle analisi chimiche (si veda l'*Allegato* suddetto per gli esiti analitici) hanno mostrato assenza di contaminazione.)

4.2.4 Rumore

Nella Valutazione di Impatto Acustico riportata in Allegato A al presente Studio di Impatto Ambientale viene effettuata una caratterizzazione geografica del sito con l'individuazione delle principali sorgenti sonore presenti nell'area e dei ricettori rappresentativi, una descrizione circa la metodologia di monitoraggio, la caratterizzazione del clima acustico attualmente presente ed il confronto con i limiti previsti dalla normativa di riferimento.

Le aree individuate per la realizzazione dell'Impianto Pilota geotermico e delle relative opere connesse (pozzi, tubazioni) sono ubicate in prossimità del limite nord-occidentale del Comune di Castel Giorgio, in una zona di confine con il Comune di Acquapendente. Entrambi i Comuni si sono dotati di un Piano di Zonizzazione Acustica del territorio, ai sensi dell'art. 6 della Legge del 26 ottobre 1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".

Il Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Castel Giorgio, unitamente a quello del Comune di Allerona e di Castel Viscardo, è stato approvato dalla Commissione Comunale per la qualità architettonica, nella seduta del 30/03/2009.

Il Comune di Acquapendente, ha adottato il PCCA con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 49 del 12/11/2009. Nel presente Studio, nonostante il PCCA di Acquapendente non risulti ancora approvato, verrà cautelativamente utilizzato come riferimento.

Pertanto, ai fini della valutazione dei valori assoluti di immissione sonora sono applicabili i limite assoluti di immissione previsti dal DPCM 14/11/1997 (*Tabella 4.2.4a*).

Tabella 4.2.4a *Valori Limite di Immissione* (Leq in dB(A)) Relativi alle Classi di Destinazione d'Uso del Territorio di Riferimento*

Classi di destinazione d'uso	Tempi di riferimento	
	Diurno (06:00-22:00)	Notturno (22:00-6:00)
I - Aree particolarmente protette	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali	55	45
III - Aree di tipo misto	60	50
IV - Aree di intensa attività umana	65	55
V - Aree prevalentemente industriali	70	60
VI - Aree esclusivamente industriali	70	70

** Rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore (fisse o mobili) nell'ambiente abitativo e nell'ambiente esterno misurato in prossimità dei ricettori.

Attualmente, l'area circostante il sito risulta scarsamente popolata. Prevalgono edifici civili isolati, adibiti ad agriturismi, in genere di 2-3 piani, inseriti all'interno di aree agricole.

Le principali sorgenti di rumore nell'area di interesse sono costituite dall'attività di alcune realtà industriali presenti nella zona, ubicate nelle vicinanze del sito individuato per la costruzione dell'Impianto Pilota, ad ovest ed a nord di quest'ultimo, e dal traffico veicolare.

Al fine di caratterizzare il clima acustico delle aree limitrofe al sito di progetto sono stati considerati i risultati di due campagne di monitoraggio acustico ante operam, effettuate nel luglio 2011, nel luglio 2012 ed integrate nel marzo 2013.

Le misure sono state effettuate in prossimità dei ricettori prossimi al sito di intervento (indicati nella Figura 4.2.4a).

Figura 4.2.4a *Localizzazione delle Sorgenti Sonore e dei Ricettori prossimi al Sito di Intervento*



- Ricettore R1: Podere Torraccia in Comune di Castel Giorgio in Contrada Torraccia. Edificio civile ad utilizzo agriturismo di due piani posto circa 260 m a sud ovest dell'area di interesse. Il complesso è identificabile alle coordinate baricentriche:
(UTM/WGS84 – Fuso 32) 4 733 948 N e 742 446 E.
- Ricettore R2: edificio civile di due piani in località Forno Vecchino nel Comune di Acquapendente, a circa 645 m in direzione nord ovest rispetto al sito di progetto. Il complesso è identificabile alle coordinate baricentriche:
(UTM/WGS84 – Fuso 32) 4 734 690 N e 742 282 E.
- Ricettore R3: abitazione civile di due piani ubicata in Via del Forno Vecchio nel Comune di Acquapendente a circa 1,3 km in direzione nord nord-ovest rispetto al sito individuato per la costruzione dell'impianto. Il complesso è identificabile alle coordinate baricentriche:
(UTM/WGS84 – Fuso 32) 4 735 150 N e 742 000 E.
- Ricettore R4: Podere Tevertino ubicato nel Comune di Castel Giorgio; il ricettore è costituito da un edificio civile ad utilizzo residenziale di due piani a circa 380 m a nord est dell'area individuata per la costruzione dell'impianto. Il complesso è identificabile alle coordinate baricentriche:
(UTM/WGS84 – Fuso 32) 4 734 377 N e 743 127 E.
- Ricettore R5: Podere Fischio ubicato nel Comune di Castel Giorgio; il ricettore è costituito da un edificio civile ad utilizzo residenziale di due piani distante circa 700 m a nord-nord est dell'area individuata per la costruzione dell'impianto e, per motivi di accessibilità, è ubicata in posizione più ravvicinata rispetto al futuro impianto. Il complesso è identificabile alle coordinate baricentriche:
(UTM/WGS84 – Fuso 32) 4 734 836 N e 742 973 E.
- Ricettore R9: Edificio civile a due piani in via del Poderetto in Comune di Castel Giorgio - soglia a distanza di circa 1.300 m dall'area individuata per la costruzione dell'impianto e a circa 270 m dal pozzo di reiniezione. Il complesso è identificabile alle coordinate baricentriche:
(UTM/WGS84 – Fuso 32) 4 732 953 N e 743 397 E.
- Ricettore R14: Locanda della "Quercia calante", edificio civile a due piani adibito a agriturismo in Contrada Torraccia in Comune di Castel Giorgio. Soglia a distanza di circa 600 m a sud est dall'area individuata per la costruzione del pozzo CG3. Il complesso è identificabile alle coordinate baricentriche:
(UTM/WGS84 – Fuso 32) 4 733 674 N e 743 147 E.

Per la misura del rumore residuo sono state eseguite due misure con un tempo di integrazione di circa 15 minuti, durante il periodo diurno, ed una misura di circa 20 minuti, durante il periodo notturno, mentre nella postazione P5 sono state eseguite due misure con un tempo di integrazione di circa 15 minuti, nel solo periodo diurno. Il rilievo effettuato nel periodo notturno presso la postazione R4 è stato significativamente influenzato dal frinio dei grilli e delle cicale ed il livello

misurato non è da considerarsi rappresentativo del clima acustico locale. Per quanto detto, per il ricettore R4 si assumerà come livello di rumore residuo notturno quello medio registrato presso la postazione R2, nel medesimo periodo di riferimento.

Tutti i rilievi effettuati sono stati eseguiti a 1,7 m di altezza, in accordo a quanto previsto dal D.M. del 16/03/1998 per le misure in esterno.

Tutti i ricettori ad eccezione del punto R9 appartengono alla Classe III – Aree di Tipo Misto, per la quale sono previsti limiti di immissione pari a 60 dB(A) per il periodo diurno e pari a 50 dB(A) per il periodo notturno, mentre il sito individuato per la realizzazione dell’Impianto Pilota ricade in Classe V – Aree Prevalentemente Industriali, per la quale sono previsti limiti di immissione pari a 70/60 dB(A) per i periodi diurno/notturno. Il ricettore R9 appartiene alla classe II Aree di prevalentemente residenziali, per la quale sono previsti limiti di immissione pari a 55 dB(A) per il periodo diurno e pari a 45 dB(A) per il periodo notturno.

Nella successiva *Tabella 4.2.4b* sono indicati i livelli sonori medi diurni e notturni nei punti indicati calcolati dalla media logaritmica delle misurazioni fatte (due misure diurne, per tutti i ricettori, ed una notturna per i ricettori R1, R2 ed R3). Si precisa che, in accordo al DM 16/03/1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”, il valore di livello equivalente relativo al tempo di riferimento (06:00-22:00, 22:00-06:00) è stato arrotondato a 0,5 dB(A).

Tabella 4.2.4b Livelli Sonori Medi Diurni e Notturni Corretti

Punto di misura	Leq(A) diurno	Limite di Immissione Diurno (dB(A))	Leq(A) notturno	Limite di Immissione Notturno (dB(A))
R1	50,0	60	37,5	50
R2	40,0	60	36,5	50
R3	38,5	60	39,0	50
R4	44,5	60	36,5	50
R5	40,0	60	36,5	50
R9	53,5	55	41,5	45
R14	38,5	60	29,5	50

Come mostrato nella tabella sopra riportata sono stati confrontati i livelli medi misurati (L_{Aeq}) con i limiti di immissione propri delle classi acustiche delle postazioni di misura rappresentative di ciascun ricettore.

Dai risultati delle misure effettuate emerge che i livelli sonori registrati presso tutti i ricettori considerati rispettano con ampio margine i limiti di immissione previsti per la Classe III – “Aree di Tipo Misto” posti dal DPCM 14/11/1997 che sono pari a 60/50 dB(A) per il periodo diurno/notturno.

4.2.5

Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi

Lo stato attuale delle componenti naturalistiche è stato esaminato considerando un'Area di Studio di 1,5 km centrata sull'Impianto Pilota in progetto.

Per la linea elettrica in media tensione dall'Impianto Pilota di Castel Giorgio alla Cabina Secondaria Nuova Itelco è stata condotta un'analisi dedicata nell'*Allegato B* al presente SIA, cui si rimanda per dettagli.

Per la caratterizzazione della componente nell'Area di Studio di 1,5 km è stato fatto riferimento alla carta dell'uso del suolo del progetto Corine Land Cover (*Figura 4.2.5a*) ed alle informazioni riportate nella Relazione "Paesaggio Vegetale della Provincia di Terni" – Provincia di Terni – Università di Perugia (*Terni 2002*).

Inoltre dal sopralluogo effettuato è emerso che le caratteristiche ambientali naturali ed il contesto bio-geografico non mostrano particolari elementi di valore: le pratiche agricole hanno infatti influenzato l'assetto floro-faunistico dell'Area di Studio.

Vegetazione e Flora

L'Area di Studio appare come un mosaico paesistico articolato e costituito prevalentemente da aree pianeggianti, all'interno delle quali si inseriscono aree boscate di limitata estensione e tessuto urbano frammentato, costituito principalmente da case.

L'area interessata dalle opere in progetto è caratterizzata da una vegetazione abbastanza omogenea: alle colture cerealicole intensive si alternano lembi boscati. Le principali colture che vengono praticate in maniera intensiva, coltivate in rotazione, sono mais, girasole, grano ecc.

I boschi presenti nell'area di studio hanno dimensioni assai modeste, con prevalenza di formazioni mesotermofile, sia nello strato arboreo che in quello erbaceo. Principalmente sono presenti cerrete dell'associazione *Coronillo emerici-Quercetum cervidi*, ovvero boschi decidui misti governati a ceduo con matricine di cerro. Tra le essenze forestali, oltre al cerro (*Quercus cerris*) che rappresenta sempre la specie dominante, sono molto frequenti il sorbo domestico (*Sorbus domestica*), il carpino bianco (*Carpinus betulus*), il castagno (*Castanea sativa*), talora il faggio (*Fagus sylvatica*).

Lo strato arbustivo è differenziato dalla presenza del nespolo volgare (*Mespilus germanica*) e della sottospecie mesofila della cornetta dondolina (*Coronilla emerici subsp. emerici*), mentre nel sottobosco erbaceo sono frequenti la cicerchia veneta (*Lathyrus venetus*), l'euforbia delle faggete (*Euphorbia amygdaloides*) e il centocchio dei boschi (*Stellaria nemorum*).

Formazioni ripariali generalmente frammentate e di limitata estensione si rinvengono lungo la rete idrografica (canaletti e torrenti minori), caratterizzate nello strato arboreo dalla presenza di *Populus alba* a cui si associano *Salix alba*, *P. canadensis*, *P. nigra* (var. *italica*), *Ulmus minor*, *Quercus pubescens*, *Acer*

campestris e l'alloctona *Robinia pseudoacacia* che in alcuni casi costituisce popolamenti quasi monospecifici.

L'analisi della componente è stata completata dalla consultazione della Carta dell'Uso del Suolo del progetto Corine Land Cover – versione 2006, riportata in *Figura 4.2.5a*.

Come mostrato in figura, le aree occupate dai pozzi, dall'impianto ORC ed i tratti di tubazione che non si sviluppano sulla viabilità esistente, interessano zone adibite ad usi agricoli, in particolare "seminativi". Si specifica tuttavia che l'Impianto ORC e la postazione CG3 sono realizzati in area industriale, in adiacenza ad alcuni stabilimenti produttivi esistenti, non identificati nella carta del Corine.

La *Figura 4.2.5a* rivela inoltre la presenza di un'area boschiva in adiacenza al polo di reiniezione, in direzione nord-ovest, tuttavia tale area presenta un'estensione decisamente minore senza essere in alcun modo coinvolta dalla realizzazione del progetto.

Fauna

L'ecosistema agricolo condiziona la presenza delle specie faunistiche nell'Area di Studio; la tipologia di fauna presente è dominata da specie abbastanza tolleranti, se non adattate, ai disturbi arrecati dalle pratiche agricole e dalle attività umane e solo in minima parte da specie forestali.

Generalmente, si tratta di specie ad ecologia plastica, quindi ben diffuse ed adattabili, tutt'altro che in pericolo, quali, nel caso degli uccelli, alcuni Passeriformi come la Cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*), la Gazza (*Pica pica*), lo Storno (*Sturnus vulgaris*), la Passera mattugia (*Passer montanus*) e la Passera domestica (*Passer domesticus*), l'Allodola (*Alauda arvensis*), Tortora dal collare orientale (*Streptopelia decaocto*) molto comuni nell'ambiente agrario.

Tra i mammiferi troviamo le specie più comuni, quali il Riccio (*Erinaceus europaeus*), il cinghiale (*Sus scrofa*), la Lepre (*Lepus europaeus*), il capriolo (*Capreolus capreolus*) e il topo comune (*Mus musculus*).

Negli incolti marginali e nelle colture è comunque possibile trovare rettili quali la Lucertola campestre (*Podarcis sicula*), la Lucertola muraiola (*Podarcis muralis*), il Ramarro occidentale (*Lacerta viridis*) e il Biacco (*Hierophis viridiflavus*).

Nei fossi e nelle piccole radure si riproducono le rane verdi, il rospo comune e smeraldino, il tritone crestato, la salamandra pezzata e, tra gli alberi, la raganella.

Non si rileva la presenza di ittiofauna di acqua dolce dato che nell'area di studio non sono presenti corpi idrici significativi e con caratteristiche tali da ospitare particolari specie.

Ecosistemi

L'omogeneità del territorio denota un elevato utilizzo agricolo dell'area che determina in buona misura la semplificazione del contesto ambientale ed ecosistemico dell'area. Le colture che caratterizzano il paesaggio, sono costituite prevalentemente da coltivi a rotazione, quali mais, grano, orzo, erba medica.

Nel complesso l'elevato grado di antropizzazione e la limitata presenza di vegetazione naturale nelle aree circostanti il sito individuato per la realizzazione del progetto, si traducono in basso livello di naturalità e di valenza ecosistemica.

4.2.6

Paesaggio

Nel presente paragrafo è presentata l'analisi dello stato attuale della componente Paesaggio relativa all'*Area di Studio*, intesa come la porzione di territorio intorno all'Impianto Pilota di Castel Giorgio, rientrante in un raggio di 1,5 km.

La caratterizzazione dello stato attuale della componente è stata sviluppata mediante:

- l'individuazione dei macroambiti di paesaggio sulla base della classificazione prodotta dagli strumenti di pianificazione paesaggistica vigenti;
- l'analisi dei vincoli paesaggistici e territoriali presenti nell'*Area di Studio*;
- la descrizione delle caratteristiche paesaggistiche attuali dell'*Area di Studio*;
- la stima del valore paesaggistico dell'*Area di Studio*.

Per la linea elettrica in media tensione dall'Impianto Pilota di Castel Giorgio alla Cabina Secondaria Nuova Itelco è stata condotta un'analisi dedicata nell'*Allegato B* al presente SIA, cui si rimanda per dettagli. In considerazione dello sviluppo della linea per una lunghezza di circa 10,7 km, nei territori comunali di Castel Giorgio ed Orvieto, nell'*Allegato B* la caratterizzazione dell'area di studio è stata estesa al territorio coinvolto dal tracciato e l'impatto valutato in tale contesto paesaggistico. Tale area di studio risulta ancora caratterizzata dalla matrice agricola ma presenta anche importanti detrattori antropici quali linee elettriche in alta ed altissima tensione, lo sviluppo dell'Autostrada A1 e della linea ferroviaria dell'Alta Velocità. Nel *Paragrafo 4.4.6* del presente SIA si riporta una sintesi delle elaborazioni svolte in *Allegato B* per la valutazione dell'impatto paesaggistico della linea elettrica.

L'analisi riportata nel seguito si rivolge pertanto al sito di localizzazione dell'Impianto Pilota Geotermico.

4.2.6.1

Macroambiti di Paesaggio

Il progetto in esame ricade nel sub-sistema territoriale Orvietano ed in particolare appartiene alla sub-unità di paesaggio identificata dal codice 4TV₁ "Tavolato Vulcanico di Castel Giorgio - Aeroporto di Castel Giorgio - Centro di Castel Giorgio".

La vasta area del Tavolato Vulcanico di Castel Giorgio è un'area tabulare, la cui sommità è prevalentemente compresa tra i 400 e i 600 m s.l.m.; essa si articola, prevalentemente, in zone di crinale e vallecicole, legate alla diversa consistenza di litotipi che si alternano tra formazioni geologiche a consistenza granulare, prevalentemente sciolte, e litoidi. La sub-unità 4TV₁ (in cui ricade il progetto) si



configura invece come un'area pianeggiante con depositi eluviali e colluviali di natura vulcanica, legati alle alterazioni del substrato.

L'area del tavolato vulcanico è caratterizzata principalmente dal seminativo semplice e da un'agricoltura produttiva che interessa le zone di crinale, che si alternano alle vallecole delimitate da corridoi vegetali che, insieme alle macchie boschive, ai filari delle strade ed alle siepi interpoderali (presenti anche come semplici tracce) costituiscono la rete ecologica minore di questo ambito.

Nella sub-unità 4TV₁ l'uso del suolo dominante è a seminativo semplice con un'agricoltura produttiva molto elevata, grazie alla fertilità del suolo vulcanico. Nella gran parte della sub-unità non sono presenti lembi boschivi ad eccezione di qualche filare e siepe lungo le strade interpoderali ed i fossi. Sono presenti, sempre in questa zona, infrastrutture agricole, di cui molte in abbandono. La pressione antropica è caratterizzata principalmente dall'attività agricola intensiva e dalle espansioni edilizie intorno ai centri comunali.

4.2.6.2 Vincoli Paesaggistici ed Ambientali

Nel presente paragrafo sono riportati i vincoli presenti nell'*Area di Studio*, individuati dagli strumenti di Pianificazione Paesaggistica vigenti sul territorio e previsti dal D.Lgs. 42/2004 e s.m.i..

Si evidenzia che il sito individuato per la realizzazione dell'Impianto ORC in progetto, così come la postazione CG3, sono ubicati all'interno di un'area classificata dal PRG Intercomunale di Castel Giorgio come produttiva, in particolare destinata allo sviluppo della risorsa geotermica. Le postazioni CG1, CG2 ed il polo di reiniezione interessano invece aree di tipo agricolo. Le tubazioni saranno realizzate in parte seguendo la viabilità esistente ed in parte in aree di tipo agricolo.

L'analisi vincolistica condotta nel *Capitolo 2* evidenzia che l'area di intervento per la realizzazione dell'Impianto Pilota è esterna a vincoli paesaggistici ed ambientali.

Nella parte occidentale dell'Area di Studio, nel territorio comunale di Castel Giorgio, in località Borgo Pecorone, si estende un'area di notevole interesse pubblico, vincolata ai sensi dell'art. 136 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.: le opere in progetto risultano completamente esterne a tale zona vincolata.

4.2.6.3 Descrizione delle Caratteristiche Paesaggistiche dell'Area di Studio

L'Area di Studio presenta una morfologia tabulare, con un'altitudine media di circa 520 m s.l.m., e risulta, nel complesso, dominata dalle colture agricole.

La trama agraria appare abbastanza semplificata ed ampia e gli appezzamenti solo raramente sono caratterizzati da alberature perimetrali. Le principali colture praticate nella zona risultano mais, girasole, grano ecc.

I lembi boschivi appaiono radi e con dimensioni assai modeste; alcuni filari sono visibili principalmente lungo le strade interpoderali ed i fossi. I boschi sono decidui misti governati a ceduo con matricine di cerro (*Quercus cerris* L.).

S

Figura 4.2.6.3a *Aree Agricole e Lembi Boschivi sullo Sfondo*



Figura 4.2.6.3b *Aree Agricole caratterizzate dalla Trama Agraria Ampia e Semplicata*



L'infrastruttura viaria principale che attraversa l'Area di Studio in direzione nord-sud è la Strada Torre Alfina – Castel Giorgio. Si rileva altrimenti la presenza di strade poderali od a carattere locale.

Figura 4.2.6.3c Strada Torre Alfina – Castel Giorgio**Figura 4.2.6.3d Viabilità Poderale**

Il tessuto urbano risulta frammentato, costituito principalmente da case sparse, talvolta aggregate in piccoli nuclei, quali Contrada La Torraccia. Diffusi sul territorio appaiono invece i manufatti legati alle attività agricole.

Figura 4.2.6.3e Annessi Agricoli



Si registra infine la presenza dell'area industriale di Castel Giorgio, in adiacenza alla Strada Torre Alfina – Castel Giorgio, la cui estensione attuale risulta contenuta rispetto alle previsioni urbanistiche del PRG Intercomunale di Castel Giorgio.

Figura 4.2.6.3f Area Industriale - Località Quercia Galante



4.2.6.4 Stima della Sensibilità Paesaggistica dell'Area di Studio

Nel presente paragrafo, sulla base degli elementi sopra descritti, si procede alla stima della sensibilità paesaggistica dell'Area di Studio. Di seguito si introduce la metodologia di valutazione applicata.

Metodologia di Valutazione

La metodologia proposta prevede che la sensibilità e le caratteristiche di un paesaggio vengano valutate in base a tre componenti:

- *Componente Morfologico Strutturale*, in considerazione dell'appartenenza dell'area a "sistemi" che strutturano l'organizzazione del territorio. La stima della sensibilità paesaggistica di questa componente viene effettuata elaborando ed aggregando i valori intrinseci e specifici dei seguenti aspetti

paesaggistici elementari: Morfologia, Naturalità, Tutela, Valori Storico Testimoniali;

- *Componente Vedutistica*, in considerazione della fruizione percettiva del paesaggio, ovvero di valori panoramici e di relazioni visive rilevanti. Per tale componente, di tipo antropico, l'elemento caratterizzante è la Panoramicità;
- *Componente Simbolica*, in riferimento al valore simbolico del paesaggio, per come è percepito dalle comunità locali e sovralocali. L'elemento caratterizzante di questa componente è la Singolarità Paesaggistica.

Nella tabella seguente sono riportate le diverse chiavi di lettura riferite alle singole componenti paesaggistiche analizzate.



Tabella 4.2.6.4a Sintesi degli Elementi Considerati per la Valutazione della Sensibilità Paesaggistica

Componenti	Aspetti Paesaggistici	Chiavi di Lettura
Morfologico Strutturale	Morfologia	Partecipazione a sistemi paesistici di interesse geo-morfologico (leggibilità delle forme naturali del suolo)
	Naturalità	Partecipazione a sistemi paesaggistici di interesse naturalistico (presenza di reti ecologiche o aree di rilevanza ambientale)
	Tutela	Grado di tutela e quantità di vincoli paesaggistici e culturali presenti
	Valori Storico Testimoniali	Partecipazione a sistemi paesaggistici di interesse storico – insediativo Partecipazione ad un sistema di testimonianze della cultura formale e materiale
Vedutistica	Panoramicità	Percepibilità da un ampio ambito territoriale/inclusione in vedute panoramiche
Simbolica	Singularità Paesaggistica	Rarità degli elementi paesaggistici Appartenenza ad ambiti oggetto di celebrazioni letterarie, e artistiche o storiche, di elevata notorietà (richiamo turistico)

La valutazione qualitativa sintetica della classe di sensibilità paesaggistica del sito rispetto ai diversi modi di valutazione e alle diverse chiavi di lettura viene espressa utilizzando la seguente classificazione:

- Sensibilità paesaggistica molto bassa;
- Sensibilità paesaggistica bassa;
- Sensibilità paesaggistica media;
- Sensibilità paesaggistica alta;
- Sensibilità paesaggistica molto alta.

Stima della Sensibilità Paesaggistica dell'Area di Studio

Nella seguente tabella è riportata la descrizione dei valori paesaggistici riscontrati secondo gli elementi di valutazione sopra descritti.

Tabella 4.2.6.4b Valutazione della Sensibilità Paesaggistica dell'Area di Studio

Componenti	Aspetti Paesaggistici	Descrizione	Valore
Morfologico Strutturale	Morfologia	L'Area di Studio comprende una vasta zona tabulare con altitudine media intorno ai 520 m s.l.m..	<i>Medio Basso</i>
	Naturalità	Il grado di naturalità è ridotto: si rileva principalmente una vegetazione riconducibile al paesaggio agrario ed agli ambienti antropici, che presenta uno scarso interesse naturalistico.	<i>Basso</i>
	Tutela	La parte occidentale dell'Area di Studio, in particolare il territorio comunale di Castel Giorgio, in località Borgo Pecorone, è dichiarata area di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art.136 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i..	<i>Medio</i>
	Valori Storico Testimoniali	Gli elementi di interesse storico testimoniale si concentrano principalmente nell'abitato di Castel Giorgio, esternamente all'Area di Studio. Nell'Area di Studio il valore storico viene evidenziato dalla permanenza della matrice agricola.	<i>Basso</i>
Vedutistica	Panoramicità	La morfologia pianeggiante dell'Area di Studio esclude la presenza di belvedere e punti panoramici qualificati. La presenza di vegetazione arbustiva in macchie e di lembi boschivi, principalmente lungo la viabilità esistente, determina la presenza di numerose quinte visuali che spesso limitano la visione del paesaggio.	<i>Basso</i>
Simbolica	Singularità Paesaggistica	I caratteri del paesaggio, tipici della collina umbra appaiono generalmente integri e comuni nel territorio dell'Area di Studio.	<i>Basso</i>

La sensibilità paesaggistica dell'area di studio considerata è da ritenersi pertanto di valore *Medio Basso - Basso*, in quanto:

- il valore della componente *Morfologico Strutturale* risulta *Medio - Basso*;
- il valore della componente *Vedutistica* risulta *Basso*;
- il valore della componente *Simbolica* risulta *Basso*.

4.2.7 **Salute Pubblica**

Nel presente paragrafo viene esaminata la situazione sanitaria del territorio comunale di Castel Giorgio, prendendo in considerazione alcune patologie tra quelle che possono essere ricondotte a situazioni di inquinamento ambientale relativamente al triennio 2000-2002.

I dati utilizzati per l'analisi della componente si riferiscono all'intero territorio nazionale, a quello della Regione Umbria, a quello della Provincia di Terni ed a quello dell'ASL n.4 di Terni (il cui territorio di competenza corrisponde al territorio provinciale ad esclusione del territorio comunale di San Venanzo). Come fonte di dati è stato utilizzato l'“*Atlante 2006: Banca dati degli indicatori per USL*”, del Progetto ERA, 2006.

L'Atlante della Sanità Italiana, nell'ambito del Progetto ERA - Epidemiologia e Ricerca Applicata, riporta un aggiornamento dell'indagine svolta sulle realtà territoriali delle aziende ASL, iniziato con il Progetto Prometeo. Tale studio ha

interessato, in particolare, lo stato di salute della popolazione, i servizi socio-sanitari erogati ed il contesto demografico ed economico presenti.

L'Atlante è stato realizzato dall'Università di Tor Vergata, in collaborazione con l'ISTAT (Servizio Sanità ed Assistenza), il Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute dell'ISS, la Nebo ricerche PA.

La classifica stilata, per diverse tipologie di indicatori, è realizzata per ASL di residenza e non per ASL di decesso e riflette i determinanti di salute presenti nelle diverse aree geografiche, tra i quali il livello di assistenza sanitaria.

Per una corretta analisi dei dati, lo studio ricorre ad un processo di standardizzazione, espressa dal Tasso Standardizzato di Mortalità (TSM), che esprime il livello di mortalità (decessi), riferiti ad un campione di 100.000 abitanti. Il processo di standardizzazione è utile per ridurre al minimo quei fattori che potrebbero essere causa di errore nella determinazione del rischio di mortalità. Tra di essi, in particolare, l'età, per la quale, ad ogni aumento, corrisponde un incremento del rischio di morte. In assenza di tale processo risulterebbe difficoltosa la comparazione oggettiva dei livelli di mortalità fra popolazioni aventi diversa struttura anagrafica.

Nella *Tabella 4.2.7a* si riportano i valori dei tassi medi standardizzati di mortalità per causa per entrambi i sessi, della popolazione residente compresa tra 0-74 anni.

Tabella 4.2.7a Morti (0-74 Anni) per 100.000 Residenti 0-74 anni (Dati 2000-02)

Cause di Mortalità (tra 0 e 74 anni)	Media ASL n.4 Terni		Media Provincia Terni		Media Regione Umbria		Media ITALIA	
	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine
Malattie infettive e parassitarie	1,6	1,1	1,6	1,1	1,9	1,2	2,7	1,6
Tumori	99,2	55,3	101,6	56,2	105,0	62,1	117,7	67,5
Disturbi psichici, malattie al sistema nervoso e agli organi sensoriali	8,8	5,4	9,1	5,3	8,6	6,2	8,9	5,5
Infarto miocardico acuto	21,3	6,8	21,8	7,0	23,7	6,4	22,9	6,2
Disturbi circolatori dell'encefalo	16,4	9,1	16,4	9,0	14,4	7,0	14,7	8,9
Altre malattie sistema circolatorio	35,1	12,7	35,4	13,1	35,7	14,0	40,6	17,8
Malattie dell'apparato respiratorio	11,4	2,8	11,4	2,8	9,5	3,1	11,4	4,4
Malattie apparato digerente	11,4	6,8	11,3	6,8	11,9	4,6	16,0	7,3
Altri stati morbosi	18,6	15,2	18,5	15,1	17,3	14,6	25,1	19,0
Sintomi, segni, altri stati morbosi mal definiti	2,7	1,4	2,8	1,4	1,6	1,1	4,5	1,6
Cause esterne dei traumatismi e avvelenamenti	35,1	7,2	35,0	7,1	34,2	10,8	33,4	9,4
Tutte le cause	261,6	123,8	264,9	124,9	263,8	131,1	297,9	149,2

Fonte: Elaborazioni ERA (Epidemiologia e Ricerca Applicata) su dati ISTAT; triennio 2000-2002 – www.e-r-a.it

Come si può osservare, i tassi standardizzati di mortalità nel triennio 2000-2002, registrati nell'ASL n.4 e nella Provincia di Terni per tutte le cause considerate risultano inferiori o allineati ai corrispettivi tassi regionali e nazionali.

4.3 STIMA DEGLI IMPATTI

4.3.1 Atmosfera e Qualità dell'Aria

4.3.1.1 Preparazione Aree Pozzi

Gli impatti sulla qualità dell'aria connessi alla fase di preparazione delle aree per i pozzi sono del tutto analoghi a quelli relativi a cantieri di opere civili e sono relativi principalmente alle emissioni di polveri dovute a:

- polverizzazione ed abrasione delle superfici, causate da mezzi in movimento durante la movimentazione di terra e materiali;
- trascinalamento delle particelle di polvere, dovuto all'azione del vento sui cumuli di materiale incoerente;
- azione meccanica su materiali incoerenti e scavi con l'utilizzo di escavatori, ecc.;
- trasporto involontario di fango attaccato alle ruote degli autocarri.

Data la natura dei siti, prevalentemente agricoli, si escludono effetti significativi indotti dalla dispersione delle polveri. Infatti, gli accorgimenti di buona pratica che saranno adottati (bagnatura delle superfici nel periodo estivo, riduzione della velocità dei mezzi di trasporto) ridurranno i raggi di ricaduta a pochi metri e comunque tali da non generare disturbi alle abitazioni più vicine, situate a oltre 250 m di distanza dai cantieri.

Emissioni da Traffico Indotto

Il traffico indotto, tanto nella fase di costruzione della postazione, che nella fase di perforazione, è stimabile in non più di 8 mezzi giornalieri e non è pertanto in grado di alterare lo stato attuale della qualità dell'aria.

L'impatto è del tutto simile a quello conseguente le lavorazioni di cantieri stradale o di operazioni agricole e si ritiene pertanto non significativo.

4.3.1.2 Perforazione Pozzi

Durante la fase di perforazione dei pozzi le emissioni di gas nell'atmosfera possono avere la seguente origine:

- gas di scarico dai motori diesel azionanti i gruppi elettrogeni o altre utenze possibili;
- traffico indotto dalle attività.

Delle emissioni da traffico indotto si è già detto al precedente paragrafo; nel seguito sono analizzati i contributi dovuti sorgente alle attività di perforazione, ipotizzando le condizioni più conservative.

Emissioni da Motori Diesel

Per la stima delle emissioni si deve tener conto che tutti i motori (diesel di potenza complessiva inferiore a 3 MW) sono gestiti secondo le norme vigenti e hanno emissioni inferiori ai limiti imposti dalla normativa (D.Lgs. 152/06 e s.m.i. punto 3 della Parte III dell'Allegato I alla Parte Quinta) sui motori per installazioni fisse a combustione interna, richiamati per comodità nella seguente *Tabella 4.3.1.2a*:

Tabella 4.3.1.2a Limiti Emissioni Motori per Installazioni Fisse a Combustione Interna ai Sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Inquinante	Valore Limite
Polveri	130 mg/Nm ³
Ossidi di Azoto	2000 mg/Nm ³ per i motori ad accensione spontanea di potenza uguale o superiore a 3 MW 4000 mg/Nm ³ per i motori ad accensione spontanea di potenza inferiore a 3 MW 500 mg/Nm ³ per gli altri motori a quattro tempi 800 mg/Nm ³ per gli altri motori a due tempi.
Monossido di Carbonio	650 mg/Nm ³
I valori di concentrazione sono riferiti a fumi secchi al 5% O ₂ libero.	

Considerando il consumo medio di gasolio di circa 500 kg/giorno e assumendo conservativamente le emissioni riportate nella tabella precedente si ottengono le emissioni massime.

Tabella 4.3.1.2b Emissioni Massime Inquinanti

Sostanza Emessa	Durante l'intera perforazione* (kg)	Portata Massima Oraria ** (kg/h)
Polveri	39,3	0,08
Ossidi di Azoto	1.208	2,5
Monossido di Carbonio	0,08	0,4
Anidride Carbonica	64.705	135
*40 giorni al consumo medio di 500 kg/giorno		
**Calcolato sul consumo di 1000/24 kg di gasolio ora		

Le emissioni di gas da motori diesel dell'impianto durante la perforazione sono paragonabili all'emissione di qualche trattore agricolo di media potenza generalmente operanti in ogni stagione nella zona. Per quanto detto e dato il carattere temporaneo dei lavori si ritiene che l'impatto generato dai motori sulla qualità dell'aria sia non significativo.

4.3.1.3 Impianto ORC

Fase di Cantiere

Gli impatti sulla qualità dell'aria connessi alla realizzazione dell'Impianto Pilota (comprendente la posa in opera delle tubazioni di estrazione e reiniezione del fluido geotermico) sono, come per la preparazione aree dei pozzi, relativi principalmente alle emissioni di polveri dovute a:

- polverizzazione ed abrasione delle superfici, causate da mezzi in movimento durante la movimentazione di terra e materiali;
- trascinarsi delle particelle di polvere, dovuto all'azione del vento sui cumuli di materiale incoerente;
- azione meccanica su materiali incoerenti e scavi con l'utilizzo di escavatori, ecc.;
- trasporto involontario di fango attaccato alle ruote degli autocarri.

Data la natura del sito, collocato in area industriale e con tubazioni collocate in zone agricole e lontane da abitazioni, si escludono effetti di rilievo sulle aree circostanti dovuti alla dispersione delle polveri. Infatti, visti gli accorgimenti di buona pratica che saranno adottati, le polveri aerodisperse risultano paragonabili, come ordine di grandezza, ma di entità inferiore, a quelle normalmente provocate da cantiere edili e stradali.

In conclusione si può affermare che, in considerazione dei volumi di terra movimentati e della temporaneità del cantiere, gli impatti associati alla produzione di polveri sono limitati e in ogni caso rapidamente reversibili.

Anche il numero di automezzi coinvolto nella fase di cantiere è esiguo e limitato nel tempo e determina emissioni di entità trascurabile e non rilevanti per la qualità dell'aria. In ragione di ciò, le potenziali variazioni delle caratteristiche di qualità dell'aria dovute ad emissioni di inquinanti gassosi in atmosfera dei mezzi coinvolti sono da ritenersi trascurabili.

Fase di Esercizio

Sia i pozzi che l'Impianto Pilota, una volta in esercizio, non produrranno nessuna emissione convogliata in atmosfera: gli impatti sulla componente sono, pertanto, da ritenersi praticamente nulli anche in considerazione del fatto che l'impianto sarà telecomandato e non ci sarà personale fisso, se si eccettua quello di sorveglianza.

Emissioni Evitate

Si evidenzia che la produzione di energia elettrica da fonte geotermica consente di evitare le emissioni di anidride carbonica legate alla produzione di elettricità da fonte termoelettrica. Considerando un valore caratteristico della produzione termoelettrica italiana pari a circa 0,484 kg di CO₂ emessa per ogni kWh prodotto (valore cautelativo calcolato sulla base dell'indicatore chiave fornito dalla Commissione Europea nel 2004 per il territorio europeo -e approssimato per difetto-: intensità di CO₂: 2,2 tCO₂/TEP), e considerando la produzione media annua di 41 GWh di energia elettrica netta (ottenuta considerando la potenza elettrica netta di 5 MW ed un funzionamento dell'impianto di 8.200 h/anno), il quantitativo di emissioni di CO₂ evitate grazie all'esercizio dell'impianto pilota geotermico di Castel Giorgio sarà di circa 19.844 t per ogni anno di funzionamento.

4.3.1.4 Emissioni di Energia Termica

L'Impianto Pilota Geotermico di Castel Giorgio sarà equipaggiato, per il raffreddamento del ciclo termico, con un condensatore ad aria.

Di seguito vengono valutati i potenziali impatti sul microclima indotti dalle emissioni di calore in atmosfera del condensatore ad aria mediante la stima dei massimi aumenti medi orari della temperatura ambiente.



Nello specifico sono stati stimati gli incrementi di temperatura a livello del suolo per valutare un'eventuale possibilità di disagio da parte della popolazione. Gli impatti generati dalle emissioni di energia termica del condensatore ad aria utilizzato per condensare il vapore del ciclo termico sono stati determinati mediante uno studio modellistico effettuato con l'ausilio del software SCREEN3 descritto con maggior dettaglio nel successivo paragrafo.

I dati di output del modello sono stati successivamente elaborati utilizzando il modello di distribuzione della temperatura nel pennacchio termico secondo il metodo di Halitsky (1968), di seguito descritto.

Metodo di Calcolo per la determinazione della distribuzione di temperatura nel pennacchio: Metodo Halitsky (1968)

Non esiste un metodo standard per modellare la distribuzione di temperatura in un pennacchio tipico delle emissioni industriali.

Studi svolti nel passato assumono come ipotesi la similitudine tra la distribuzione della concentrazione e la distribuzione di temperatura.

In primo luogo si definisce il coefficiente di diluizione D_c della concentrazione come:

$$D_c = \frac{C_0}{C}$$

In cui:

- C_0 [g/m³] è la concentrazione nei fumi all'uscita del camino
- C [g/m³] è la concentrazione nel punto di interesse

Sotto certe condizioni si assume che il coefficiente di diluizione della temperatura D_T è pari al coefficiente di diluizione della concentrazione (Kuo 1997).

$$D_T = \frac{T_s - T_a}{T - T_a} = D_c$$

In cui:

- T è la temperatura nel punto di interesse;
- T_a è la temperatura ambiente;
- T_s è la temperatura dei gas all'uscita del camino.

Conoscendo la dispersione di un inquinante risulta semplice calcolare la temperatura.

Fondamentalmente le equazioni che governano la diffusione del calore e della massa hanno un'identica struttura formale. L'equazione di diffusione del calore ha la seguente forma:

$$\rho c_p \left(\frac{\partial T}{\partial t} \right) = \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right) \right]$$

In cui:

- ρ è la densità del fluido;
- c_p è il calore specifico;
- k è la conducibilità termica.

La conducibilità termica può variare nel volume infinitesimo, mentre la densità e il calore specifico sono assunti come costanti.

Se k è costante nello spazio e isotropica l'equazione si semplifica nella seguente forma in cui α corrisponde alla diffusività termica.

$$\frac{1}{\alpha} \left(\frac{\partial T}{\partial t} \right) = \nabla^2 T$$

Considerazioni simili per le concentrazioni massiche portano alla seguente forma:

$$\frac{1}{D} \left(\frac{\partial C}{\partial t} \right) = \nabla^2 C$$

In cui D è la diffusività massica.

L'ultima equazione è valida per solidi o liquidi e implica una eguale diffusione di massa e temperatura se la densità è relativamente costante.

Nei gas la densità è funzione della temperatura e la diffusività termica non è costante.

Considerando la densità ρ come funzione della temperatura, Halitsky (1968) (*Modeling Plume Interactions with Surround for a Synthetic Imaging Applications*, Johnatan Bishop, Rochester Institute of Technology, anno 2001) suggerisce una correzione delle relazioni dei coefficienti di diluizione sopra accennati:

$$D_T = \frac{T_s - T_a}{T - T_a} = D_v = D_c \frac{T_s}{T}$$

In cui D_v è sostanzialmente il coefficiente D_c corretto in base alla variazione di densità.

Esplicitando, la temperatura risulta:

$$T = \frac{T_a}{1 - \frac{T_s - T_a}{T_s} \frac{C}{C_0}}$$

Valida sotto le seguenti ipotesi:

- l'aria emessa dal condensatore e l'aria ambiente hanno identici calori specifici;
- gli scambi termici dominanti avvengono tra il plume-gas e l'aria miscelata con il pennacchio; gli scambi radiativi tra il plume, regioni distanti dell'atmosfera e terreno sono trascurabili;
- il plume non urta contro oggetti o contro il terreno, se accadesse si verificherebbero scambi termici e non massici e quindi si altererebbe la stima della distribuzione di temperatura secondo questa metodologia;
- nel caso di più pennacchi non avvengono urti o miscele tra di loro, se accadesse ciò la concentrazione in un punto sarebbe la somma delle concentrazioni dei due plume, mentre la temperatura è approssimativamente una media delle temperature dei due plume, pesata per i loro flussi di massa;
- la massa e la temperatura hanno lo stesso rateo di diffusione (Numero di Lewis $Le = \alpha/c_p = 1$).

Queste ipotesi sono valide in range di temperatura piuttosto ridotti, infatti i valori di densità e calore specifico dei gas e dell'aria sono rispettivamente simili e circa costanti, e sono ridotti gli scambi termici radiativi.

Metodologia

Per l'esecuzione dello studio è stato utilizzato il modello SCREEN3, codice diffusionale certificato e suggerito dall'EPA, sviluppato sulla base del documento "Screening Procedures for Estimating The Air Quality Impact of Stationary Sources" (EPA 1995).

Al fine di ottenere la stima delle ricadute e, conseguentemente, secondo il metodo Halitsky, degli incrementi di temperatura alle diverse distanze dal punto di emissione considerato, è stata utilizzata la modalità di calcolo della diffusione atmosferica che considera tutte le diverse combinazioni meteorologiche, corrispondenti a quanto riportato nella *Tabella 4.3.1.4a*, utilizzando poi, per ogni recettore, quelle che massimizzano le concentrazioni (e quindi gli aumenti di temperatura) al livello del suolo.

Tabella 4.3.1.4a Condizioni Meteorologiche Considerate nel Modello Eseguito con Screen3

Velocità del vento a 10 metri dal suolo [m/s]													
Classe di stabilità di Pasquill	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	8,0	10,0	15,0	20,0
A	*	*	*	*	*								
B	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
D	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
E	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
F	*	*	*	*	*	*	*						

Gli incrementi massimi orari di temperatura sono stati stimati in punti recettori discreti a diverse distanze dal condensatore ad aria, comprese tra 1 m e 5.000 m, in modo da delineare l'andamento degli innalzamenti di temperatura allontanandosi dalla sorgente.

Scenario Ipotizzato

Il condensatore ad aria è costituito da 54 ventilatori disposti in sei file parallele, ciascuno di diametro 5 m ed altezza 11 m. Al fine delle modellazioni, poiché il software impiegato consente di inserire in input un'unica sorgente emissiva, è stata simulata una sorgente equivalente del diametro di 32 m che permette, tra l'altro, di considerare l'effetto di maggior innalzamento dovuto all'interazione dei pennacchi.

Le grandezze caratterizzanti l'aria in uscita dal condensatore, riportate secondo le condizioni standard di progetto, sono riportate nella *Tabella 4.3.1.4b*.

Tabella 4.3.1.4b Caratteristiche Geometriche ed Emissive del Condensatore ad Aria

Caratteristiche	UdM	Valore
Numero ventilatori	N°	54
Altezza	m	11
Delta T Aria ($T_{aria\ out} - T_{aria\ in}$)	°C	10
Portata volumica per ventilatore	m ³ /s	58,9
Velocità di uscita dell'aria per ventilatore	m/s	3
Diametro di ciascun ventilatore	m	5

Per valutare il potenziale riscaldamento delle regioni poste in prossimità dell'Impianto Pilota si sono analizzate le condizioni di funzionamento peggiori per la dispersione del calore, ovvero il funzionamento a carico massimo e con la massima differenza di temperatura possibile.

Risultati

La simulazione effettuata per lo studio di dispersione delle emissioni di energia termica determinato dall'esercizio dell'impianto, sviluppata secondo il metodo di Halitsky (1968), mostra una variazione molto limitata della temperatura ambiente nello strato di atmosfera interessato dai reali/potenziati ricettori posti in prossimità dell'impianto.

Dall'analisi è emerso, infatti, che l'incremento di temperatura massimo orario, nelle condizioni più conservative, è pari a 0,047°C e si verifica in un unico punto ad una distanza di circa 1.200 m dall'Impianto ORC; tale valore risulta impercettibile e ininfluenza ai fini delle variazioni del microclima.

4.3.2

Ambiente Idrico

4.3.2.1

Perforazione Pozzi Geotermici

Gli impatti sull'ambiente idrico, sia superficiale che sotterraneo, sono legati prevalentemente ai prelievi idrici necessari per la perforazione dei pozzi, alla possibile interferenza con la falda idrica e agli scarichi idrici.

Fabbisogni Idrici

Il progetto prevede l'utilizzazione di acqua prelevata dalla falda idrica, estratta mediante pozzetti perforati a questo scopo, in larga prevalenza per uso nelle perforazioni profonde, per preparare il fango di perforazione, le malte di cementazione dei casing o essere utilizzata direttamente in pozzo quando si perfora il serbatoio geotermico o per le prove di iniettività.

I pozzetti sono in numero complessivo di quattro, uno per ciascuna postazione di sonda, e sono ubicati ai margini delle postazioni per facilitare la gestione del prelievo stesso mediante pompa sommersa e per avere una distribuzione del prelievo molto meno impattante di quello che si avrebbe con un prelievo concentrato.

Ai *Paragrafi 3.3 e 3.4* è stata indicata la quantità di acqua necessaria nelle varie fasi di sviluppo del progetto, in particolare per la perforazione dei pozzi geotermici di produzione e di reiniezione e per la realizzazione ed esercizio della Centrale.

Il consumo di acqua nella perforazione geotermica avviene in differenti momenti. Uno è nella fase di perforazione della copertura impermeabile del serbatoio, l'altro nella fase di perforazione del serbatoio stesso.

Durante la prima fase i consumi sono modesti perché servono a compensare la sola sostituzione del fango non riutilizzabile dopo filtrazione attraverso i dispositivi in dotazione all'impianto di perforazione.

Un consumo maggiore di acqua si verifica durante la perforazione del serbatoio dove, per le condizioni idrostatiche del fluido geotermico contenuto nel serbatoio, si può avere la cosiddetta perdita di circolazione.

In questa fase il fluido (in prevalenza acqua) pompato attraverso le aste non ritorna in superficie ma finisce direttamente nella formazione geologica fratturata incontrata dal pozzo trascinando con sé anche il detrito prodotto dallo scalpello. Tenuto conto della durata prevista delle due fasi e della portata di fluido necessario per perforare con i diversi scalpelli, è stata stimata la quantità di acqua necessaria sia per ogni fase, sia complessivamente.

Nello Studio Idrogeologico (*Allegato 2 del Progetto Definitivo*) è stata indicata la quantità di acqua che è necessario prelevare dalla falda, da utilizzare per la perforazione dei pozzi geotermici e nel progetto in genere, determinando il consumo previsto. Questo è stato poi confrontato con la ricarica media annua

stimata per la falda, valore peraltro conosciuto a seguito dei ripetuti studi idrogeologici condotti nell'area di interesse.

La risorsa rinnovabile media annua del bacino ammonta a 3,5 Mm³/anno (si veda il *Paragrafo 8.1.2.4 dell'Allegato 2 del Progetto Definitivo*). L'emungimento previsto nel progetto risulta 0,2, quindi una frazione assolutamente minimale, pari al 5% della ricarica annua media. Frazione che è ovviamente ininfluente anche nei riguardi delle altre utilizzazioni di acqua della stessa falda mediante pozzetti idrici che distano comunque centinaia di metri dalle zone di prelievo del progetto.

Il progetto dei pozzetti di prelievo di cui all'*Allegato 2 del Progetto Definitivo "Studio Idrogeologico per la Realizzazione di n. 4 pozzi per l'Emungimento di Acqua da Utilizzare per la Perforazione dei Pozzi Geotermici"*, cui si rimanda per i particolari, è stato eseguito considerando le seguenti esigenze idriche:

- pozzo produttivo, portata di punta 70 m³/h per 9 giorni, nel restante periodo 10 m³/h (durata totale attesa per ciascun pozzo 32 gg);
- pozzo reiniettivo, portata di punta 50 m³/h per 10 giorni, nel restante periodo 10 m³/h (durata totale attesa per ciascun pozzo 50 gg).

Lo studio idrogeologico ricordato ricostruisce in dettaglio la situazione dell'acquifero e valuta, con le ipotesi conservative sopra ricordate, l'impatto del prelievo, sia confrontandolo con la ricarica, sia valutando i possibili effetti che il prelievo potrebbe avere sui prelievi circostanti.

La conclusione a cui si giunge è che, tenuto conto delle dimensioni della falda di base, della breve durata temporale dei prelievi programmati, della modestia del prelievo di acqua complessivamente previsto rispetto alla ricarica annua media, il prelievo programmato ha incidenza trascurabile, sia quantitativamente sia qualitativamente, sui prelievi di acqua che avvengono attraverso i pozzi per uso idropotabile già presenti. Si veda in proposito il *Paragrafo 8.2.5 dello Studio Idrogeologico (Allegato 2 del Progetto Definitivo)*.

Interferenza con la Falda Idrica

Le attività di progetto descritte nei capitoli precedenti implicano una potenziale interferenza tra le stesse attività e il sistema geologico e idrogeologico che caratterizza il territorio.

La perforazione dei pozzi prevede una fase iniziale di perforazione delle formazioni geologiche di superficie (vulcaniti) durante la quale avviene il contatto tra foro e falde. Al fine di evitare la contaminazione dell'acqua di falda la perforazione viene condotta facendo uso di fango preparato con acqua della stessa falda e bentonite. La bentonite è un prodotto atossico; in pratica è un'argilla trattata termicamente per migliorare la sua capacità di idratazione quando usata per la preparazione del fango. A conferma che la bentonite è un prodotto atossico è sufficiente ricordare che viene usata nella cosmesi, per la preparazione di medicine e come elemento chiarificante dei vini.

Nella fase iniziale la tecnica adottata per la perforazione dei pozzi profondi del progetto, in pratica non differisce da quella già descritta, impiegata nella perforazione dei pozzetti destinati al prelievo di acqua per uso idropotabile.

A completamento di questa fase di perforazione avviene il tubaggio del pozzo a una profondità di sicuro isolamento della falda idrica come descritto in 3.3.

La perforazione del serbatoio avviene in perdita di circolazione, quindi in assenza di pressione interna ai pozzi o di altro motivo di sollecitazione, come dimostrano le attività precedentemente svolte dall'ENEL nella stessa zona.

L'acquifero è dunque assolutamente isolato e protetto durante tutte le fasi di perforazione.

Si osserva, da prove eseguite sui pozzi esistenti (si veda l'*Allegato 2 "Studio Idrogeologico per la realizzazione di n.4 pozzi per l'emungimento di acqua da utilizzare per la perforazione dei pozzi geotermici"* al *Progetto Definitivo*) che il livello piezometrico dell'acqua di falda si trova a circa:

- 60 metri dal piano campagna (PC) nella zona dei pozzi CG1, CG2, CG3 in prossimità dei quali sono previsti i pozzetti per acqua che nella *Relazione Idrogeologica* sopra citata sono stati denominati P1, P2, P3, rispettivamente;
- 90 metri nella zona del pozzo CG14 in prossimità del quale è previsto il pozzetto P4.

La potenziale interferenza tra il prelievo di acqua destinata al progetto e la falda stessa, interessa due aspetti:

- uno riguarda gli effetti volumetrici o quantitativi, legati alla compatibilità del prelievo complessivo e con gli impieghi della stessa acqua, in particolare quelli per uso idropotabile;
- l'altro è legato a ipotetici effetti sulla qualità dell'acqua di falda a seguito del prelievo.

Nello Studio Idrogeologico citato questi temi sono stati analizzati descrivendo le soluzioni costruttive dei pozzetti idrici adottate a protezione della falda stessa.

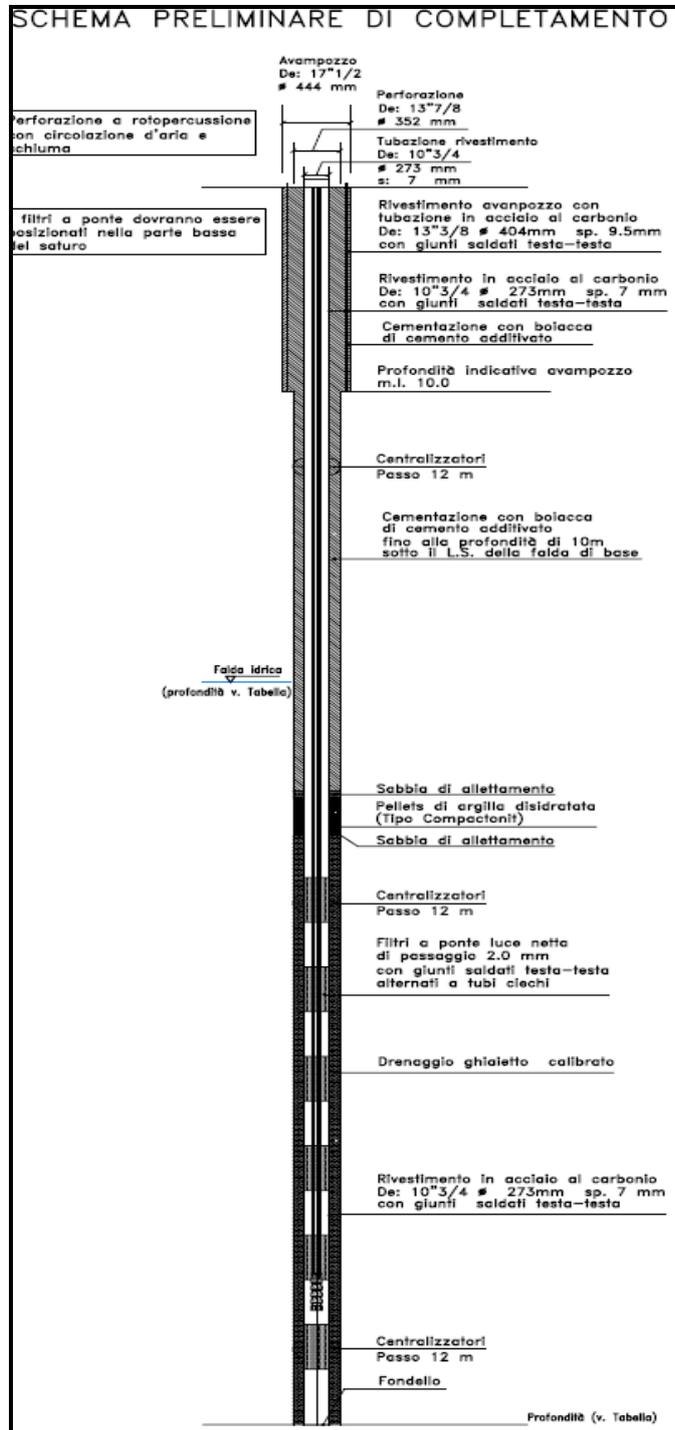
Le analisi e valutazioni riportate nell'*Allegato 2 del Progetto Definitivo*, investono due aspetti:

- a) stima della potenziale interferenza tra pozzetti idrici e falda idropotabile in fase di prelievo;
- b) interferenza tra prelievo dai pozzetti idrici e prelievo dai pozzi idropotabili.

Per quanto attiene la potenziale interferenza a) è stato previsto di realizzare i pozzetti in modo da isolare la falda di base (quella di prelievo dell'acqua) dalla formazione sovrastante che ospita le falde sospese spesso caratterizzate da contenuto di alluminio e altri elementi in concentrazione non compatibile con la potabilità.

L'operazione prevede di isolare l'intercapedine tra tubo di produzione e foro a partire dai primi 10 metri della falda di base mediante un tappo di argilla e un tappo di cemento realizzato con malta pompata in risalita dal top del tappo di argilla (Figura 4.3.2.1a).

Figura 4.3.2.1a Schema di Realizzazione Tipo di Pozzetto Idrico



Il dettaglio dell'operazione è riportato al *Paragrafo 6.3 dello Studio Idrogeologico citato*. E' un'operazione ordinaria, facilmente realizzabile dai perforatori e notoriamente efficace.

Con essa si realizza l'obiettivo di sigillare la parte di foro che intercetta la falda di base separandola nettamente dalla formazione di copertura che ospita le falde sospese.

In queste condizioni di pozzo, il pompaggio di acqua con pompa sommersa permetterà di prelevare solo acqua della falda di base. Analogamente, in condizioni statiche, non potrà avvenire alcun travaso di acqua dalle falde sospese verso quella di base che risulta pertanto ben protetta.

La verifica della potenziale interferenza di cui al punto b), è stata condotta ipotizzando in via altamente cautelativa condizioni di prelievo di acqua per uso idropotabile nettamente superiori a quelle reali.

Scarichi Idrici e Inquinamento del Suolo

Nel periodo di perforazione, le acque di pioggia che scorrono sul terreno impermeabilizzato sono raccolte dal sistema fognario ed utilizzate come acqua di perforazione o comunque per la preparazione del fango e non saranno rilasciate nei corpi idrici superficiali.

Il rischio legato allo sversamento di sostanze inquinanti stoccate ed utilizzate in fase di cantiere risulterà trascurabile in considerazione degli accorgimenti imposti alle ditte perforatrici finalizzati allo stoccaggio e movimentazione di tali sostanze in assoluta sicurezza (es. il gasolio e gli oli lubrificanti sono stoccati in aree cordolate e impermeabilizzate, il rifornimento delle macchine di cantiere avverrà su area pavimentata e cordolata; si veda *Paragrafo 3.3.3.4* per dettagli).

Data la breve durata delle attività di perforazione il cantiere non è dotato di servizi igienici fissi. Le acque nere provenienti dai servizi fondamentali saranno smaltiti da compagnie specializzate, che provvedono alla loro pulizia ed al prelievo dei liquami. La quantità massima di acque nere sono stimabili nella situazione specifica in 30 m³ a pozzo che saranno interamente smaltiti con autobotte.

4.3.2.2 Impianto ORC e Acquedotti

Fase di Cantiere

In fase di cantiere non è previsto alcun impatto significativo sull'ambiente idrico sotterraneo.

In linea generale si prevede un prelievo idrico per l'umidificazione delle aree di cantiere atto a contenere la dispersione delle polveri e per uso civile. I quantitativi di acqua prelevati si stimano modesti e limitati nel tempo, forniti senza difficoltà della rete acquedottistica e/o da autocisterne.

Gli scavi necessari per la posa in opera delle tubazioni di collegamento pozzi-impianto ORC presentano una profondità tale (di circa 1,5 m) da poter escludere l'interferenza con eventuali acquiferi superficiali.

Il rischio legato allo sversamento di sostanze inquinanti stoccate ed utilizzate in fase di cantiere risulterà minimizzato dall'adozione, da parte delle imprese, di

adeguati accorgimenti finalizzati allo stoccaggio di tali sostanze in assoluta sicurezza.

Fase di Esercizio

L'acqua geotermica, che costituisce in effetti la vera e propria materia prima dell'impianto, viene approvvigionata dai pozzi produttivi come descritto ai precedenti paragrafi. La portata di acqua calda geotermica approvvigionata per il funzionamento dell'impianto è di circa 1.050 t/h. La stessa portata di acqua geotermica, a seguito del recupero di calore che avviene nell'impianto ORC, viene reiniettata nel serbatoio geotermico da cui è stata prelevata attraverso apposito pozzo di reiniezione.

Il bilancio termico sul serbatoio geotermico, effettuato nel progetto, evidenzia che l'esercizio dell'impianto per 20 anni genera un'estrazione di calore inferiore allo 0,05% del calore contenuto in esso ovvero una quantità tale da non creare disturbi (si veda il *Progetto Definitivo, Paragrafo 2.2.2*)

Il rischio legato alla contaminazione della falda sotterranea per perdita di fluido geotermico dalle tubazioni è trascurabile come ampiamente dettagliato ai *Paragrafi 3.4.13 e 3.3.3.6*.

Per dettagli in merito ai prelievi idrici ed alle misure adottate per minimizzare eventuali fenomeni di inquinamento della falda in fase di esercizio delle tubazioni si rimanda al *Paragrafo 3.4.13.2*.

Per il funzionamento dell'impianto sperimentale ORC non sono necessari significativi prelievi di acqua industriale e potabile. La necessità di impiego di acqua industriale e potabile sarà infatti da ricondursi alle seguenti attività:

- acqua industriale:
 - per il saltuario lavaggio di apparecchiature di impianto;
 - per l'accumulo di acqua nel serbatoio del sistema antincendio;
- acqua potabile per servizi igienici.

Non si prevede pertanto un consumo superiore ad alcuni litri giorno.

L'approvvigionamento dell'acqua necessaria per tali scopi avverrà mediante allacciamento all'acquedotto che serve la zona industriale, viste le contenute quantità richieste dall'impianto.

Le aree impermeabili occupate dall'impianto ORC sono dotate di una rete di raccolta di acqua meteoriche. Le acque meteoriche verranno inviate ad un sistema di trattamento acque di prima pioggia, che sarà gestito a norma di legge. Le acque di prima pioggia trattate e le acque di seconda pioggia saranno inviate alla rete fognaria della zona industriale.

Le acque del WC chimico dell'impianto ORC saranno smaltite tramite autobotte.

Per quanto detto sopra si può ritenere che l'esercizio dell'impianto pilota non determini interferenze significative sullo stato attuale della componente ambiente idrico.

4.3.3

Suolo e Sottosuolo, Subsidenza e sismicità

Di seguito è riportata una descrizione delle principali interferenze che le opere in progetto possono generare sulla componente *Suolo e Sottosuolo*, sia in fase di cantiere che di esercizio.

Per quanto concerne il sottosuolo, si specifica che, in aggiunta a quanto riportato di seguito, sono stati condotti degli studi di approfondimento sul possibile innesco di fenomeni microsismici e di subsidenza eventualmente indotti dalla messa in esercizio dell'Impianto Pilota.

In *Allegato E "Sismicità Indotta"* è riportata una trattazione delle tematiche inerenti gli effetti della reiniezione sull'attività sismica dell'area interessata dalle opere in progetto; partendo dall'analisi della fisica del processo di reiniezione, è stata esaminata la sismicità indotta nei campi geotermici toscani (con particolare riferimento a quelli di Latera e Torre Alfina) e mondiali, per giungere alle conclusioni specifiche per il campo geotermico di Castel Giorgio - Torre Alfina.

Per una sintesi delle conclusioni di tale Allegato si rimanda al *Paragrafo 3.4.13.1*.

Inoltre, si rimanda all'*Allegato D "Subsidenza"* per l'analisi dettagliata di tale fenomeno eventualmente indotto a seguito delle operazioni di estrazione di fluido dal sottosuolo. L'analisi riguarda diversi campi geotermici in Italia e nel mondo e riporta la descrizione degli strumenti previsti per il progetto in esame ai fini del controllo dei movimenti del terreno. Gli eventuali fenomeni di subsidenza (abbassamento locale del suolo) causati dalla diminuzione di pressione del fluido nel serbatoio, possono accadere soprattutto quando l'estrazione non è compensata dalla reiniezione.

In tale Allegato viene presentata una rassegna dei fenomeni di subsidenza riscontrati nell'esercizio dei campi geotermici di Larderello-Travale e di altri campi in USA, Messico e Nuova Zelanda. In tutti i casi è evidente che la subsidenza si sviluppa soprattutto in assenza di reiniezione, che invece è prevista per l'impianto pilota di Castel Giorgio per l'intera quantità di fluido estratto.

In ogni caso è previsto il monitoraggio dei movimenti del suolo nell'area del progetto da parte di tecnici esperti dell'INGV utilizzando tecniche satellitari (metodo DinSAR, vedi *Allegato D*).

Inoltre società Terra Energy ha inoltre effettuato la modellazione numerica del serbatoio geotermico di Castel Giorgio (riportata nell'Allegato 3 del Progetto Definitivo). di cui si riportano nel seguito le conclusioni.

Assunti ragionevoli valori di permeabilità delle rocce del serbatoio geotermico, il modello stazionario riesce a riprodurre con notevole accuratezza le temperature misurate nei vari pozzi perforati da Enel negli anni '70 e '80 e risulta pertanto affidabile per valutare gli effetti dell'attività di coltivazione industriale del campo.



Inserendo nel modello i valori quantitativi massimi di produzione e reiniezione del fluido (assunti in via cautelativa in 1050 t/ora) e l'ubicazione dei pozzi relativi, previsti dal progetto, la temperatura del fluido nella parte produttiva del serbatoio rimane all'incirca costante per la durata della simulazione (30 anni), indicando che il campo è sicuramente in grado di sostenere la produzione di fluido necessaria per alimentare un impianto di 5 MWe come quello di Castel Giorgio previsto nello SIA.

L'analisi eseguita con il programma TOUGH2 da parte di Terra Energy consente anche di stimare la variazione di pressione del fluido che si verifica nel serbatoio in corrispondenza dei pozzi reiniettivi (positiva) e produttivi (negativa) in conseguenza del flusso artificiale di fluido geotermico.

La variazione di pressione che si verifica nei pozzi reiniettori è stimata in 8÷9 bar.

Analogamente, per i pozzi produttori, si registra una riduzione che è stimata a 7÷8 bar.

Le caratteristiche geologiche del serbatoio fratturato sono tali per cui è sufficiente realizzare un modesto aumento di lunghezza del tratto Open Hole per produrre un aumento di iniettività e conseguentemente ridurre il valore assoluto della variazione di pressione necessaria a sostenere il flusso del fluido geotermico.

Inoltre la modellazione verrà ripetuta e aggiornata una volta che si disporrà dei dati ricavati dai nuovi pozzi profondi che verranno perforati nell'ambito del progetto.

4.3.3.1 Perforazione Pozzi

L'occupazione di suolo dell'impianto di perforazione sarà temporanea. In caso di esito positivo delle prove di produzione, l'area interessata dalla postazione sarà costituita, fuori terra, da una testa pozzo, un sistema di valvole, dalla parte iniziale della tubazione che trasporta il fluido geotermico prima di essere interrata e dalla recinzione perimetrale della piazzola, di altezza pari a circa 2 m.

In caso di insuccesso l'area sarà ripristinata e riportata alle condizioni originarie con la chiusura mineraria dei pozzi.

Per quanto descritto al *Paragrafo 4.3.2.1* non si prevedono interferenze significative con le falde acquifere sotterranee.

4.3.3.2 Impianto ORC

Fase di Cantiere

L'area di lavoro interessata dalle attività di cantiere corrisponde all'area di circa 8200 m² individuata per la realizzazione dell'impianto ORC oltre ad una superficie minima che sarà occupata dal cantiere mobile previsto per la realizzazione delle tubazioni di collegamento impianto - pozzi.

Gli interventi previsti non comportano modifiche morfologiche significative, trattandosi di appezzamenti pianeggianti e quindi facilmente adattabili all'installazione dell'impianto.

In sintesi, dato le caratteristiche dimensionali e temporali limitate del cantiere e che gli interventi non prevedono modifiche dell'assetto geomorfologico si ritiene che le interferenze con la componente suolo siano non significative.

Il terreno rimosso per la costruzione dell'impianto ORC, per le postazioni dei pozzi e per la posa delle tubazioni su aree agricole verrà, , riutilizzato per i rinterri e per i livellamenti dell'area d'intervento essendo risultati privi di ogni forma di inquinamento, . Si specifica che i siti individuati per la realizzazione dei pozzi e dell'impianto ORC attualmente sono interessati da coltivazioni di tipo intensivo (grano, mais, girasole, ecc.).

Il terreno proveniente dagli scavi eseguiti lungo la viabilità esistente asfaltata sarà interamente conferito a impianti di smaltimento/recupero: i rinterri verranno eseguiti mediante materiale arido di cava reperito da fornitori locali per conferire allo scavo la consistenza necessaria a sopportare il carico stradale; al termine della posa delle tubazioni, il manto stradale sarà completamente ripristinato.

Il rischio legato allo sversamento di sostanze inquinanti stoccate ed utilizzate in fase di cantiere/dismissione risulterà minimizzato dall'adozione, da parte delle imprese, di adeguati accorgimenti finalizzati allo stoccaggio di tali sostanze in assoluta sicurezza.

A fronte di quanto esposto si può ritenere che l'impatto del cantiere sulla componente sottosuolo sia così insignificante da non richiedere approfondimenti.

Fase di Esercizio

L'impatto sulla componente suolo durante la fase di esercizio dell'impianto pilota è legato all'occupazione di suolo da parte dell'impianto ORC e delle piazzole dei pozzi. Le tubazioni di collegamento Impianto ORC-Pozzi saranno interrato: in particolare per quelle in area agricola la profondità di posa sarà tale da permettere il normale svolgimento delle attività agricole.

L'area individuata per la realizzazione dell'impianto ORC, attualmente adibita a seminativo (si veda *Figura 4.3.3.2a*), è identificata dal PRGI come *Area D Industriale Commerciale, Sub sistema P2-P4 Geotermia ed Attività Estrattive*;

La superficie occupata dall'impianto è pari a circa 8.200 m².

Figura 4.3.3.2a Vista dell'Area dell'Impianto ORC

Tutti i pozzi, una volta realizzati, saranno costituiti, fuori terra, da una testa pozzo, un sistema di valvole, dalla parte iniziale della tubazione che trasporta il fluido geotermico prima di essere interrata e dalla recinzione perimetrale della piazzola. Ad esclusione della soletta in corrispondenza della quale sarà alloggiato il pozzo, le aree circostanti della piazzola saranno lasciate libere e consolidate con ghiaia.

I pozzi saranno realizzati in aree agricole attualmente interessate da colture di tipo intensivo (aree agricole ai sensi del PRG), ad esclusione dell'area del CG3 che, ai sensi dello strumento di pianificazione locale vigente, è classificata come produttiva.

Nella *Figura 4.3.3.2b* sono indicate per ciascuna area pozzi e per l'Impianto ORC le zone impermeabilizzate: risulta evidente che il progetto non comporta un'impermeabilizzazione significativa, essendo le aree impermeabili circa il 19% della superficie totale occupata.

In *Figura 4.3.3.2c* si riporta una fotografia del pozzo esistente di proprietà Enel denominato Alfina 14, la quale risulta esplicitativa della sistemazione delle piazzole-pozzi una volta che l'impianto sarà in esercizio.

Figura 4.3.3.2c Pozzo Esistente Alfina 14



Si sottolinea che l'occupazione di suolo per unità di energia elettrica prodotta dagli impianti di energia geotermica è sicuramente tra le più basse tra gli impianti di produzione energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili.

A titolo esemplificativo si riporta in *Tabella 4.3.3.2a* 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. Dai risultati riportati in tabella si riscontra come l'occupazione di suolo per unità di superficie per l'impianto geotermico di Castel Giorgio risulti di circa 800 m²/GWh a fronte di un'occupazione di circa 17.000m²/GWh di un impianto fotovoltaico nella stessa area.

Tabella 4.3.3.2a Confronto di Occupazione Diretta di Suolo tra l'Impianto Geotermico di Castel Giorgio ed un Impianto Fotovoltaico nella Medesima Area

	Parametro	UdM	Geotermico	Fotovoltaico ⁽¹⁾
A	Occupazione diretta di suolo	m ²	33.600	33.600
B	Potenza elettrica netta	MW	5	1,7
C	Ore annuali equivalenti di funzionamento alla potenza di picco	h	8.200	1.200
D	Produzione annuale Energia elettrica	GWh	41	1,68
E	Occupazione suolo/Energia elettrica annuale (A/D)	m ² /GWh	≈800	≈17.000

Note:

⁽¹⁾ Considerando conservativamente che per impianti fotovoltaici siano necessari 2 ha di territorio per ogni MW installato

4.3.4

Rumore

Di seguito si riporta una sintesi della metodologia seguita e delle risultanze della stima dell'impatto acustico determinato dai seguenti impianti:

- impianto di perforazione del Pozzo Produttivo CG1;
- impianto di perforazione del Pozzo Produttivo CG2;
- impianto di perforazione del Pozzo Produttivo CG3;
- impianto di perforazione del polo di reiniezione;
- Cantiere impianto ORC in fase di cantiere;
- Impianto ORC in fase di esercizio.

Si rimanda all'*Allegato A* al presente *Studio d'Impatto Ambientale* per la trattazione esaustiva dell'argomento.

Non sono state considerate le vibrazioni in quanto le caratteristiche del progetto non sono tali da interferire con tale aspetto.

4.3.4.1 Perforazione Pozzi

Pozzi di Produzione

L'elaborazione dei dati raccolti è stata effettuata con lo scopo di determinare il rispetto dei valori limite di immissione.

La normativa definisce tale valore come: il valore di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo e nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori..."

La valutazione di impatto acustico è stata condotta mediante metodi previsionali matematici effettuati con l'utilizzo di algoritmi normalizzati seguendo la norma ISO 9613, la norma DIN18005 ed in base a quanto stabilito dal D.M. 16 marzo 1998. Eseguendo i calcoli previsionali secondo il D.M. 16 marzo 1998 è stato possibile stimare i livelli equivalenti (LAeq) prodotti dalle sorgenti sonore presenti, ponderando su 16 ore di durata del tempo di riferimento diurno ed 8 ore di durata del tempo di riferimento notturno, i livelli acustici di ciascuna sorgente sonora impiegata tenendo in considerazione i reali tempi di funzionamento.

Per lo sviluppo degli algoritmi utilizzati sono stati presi in considerazione, ed immessi come dati di input nel software IMMI, le caratteristiche morfologiche ed acustiche dei terreni, la presenza di ostacoli ed edifici, gli effetti meteorologici, effetti legati al comportamento ondoso del campo sonoro e le caratteristiche acustiche delle sorgenti.

Come ricettori sono stati considerati gli edifici più prossimi ai siti degli impianti di perforazione dei pozzi produttivi.

Dai risultati ottenuti si evince che ai ricettori limitrofi ai siti individuati per la realizzazione dei pozzi produttivi il valore delle emissioni sonore delle attività di perforazione è sempre inferiore al limite di emissione per la classe acustica di appartenenza, sia nel periodo di riferimento diurno (06:00-22:00) che in quello notturno (22:00-06:00).

Per la valutazione del rispetto dei limiti assoluti di immissione (valore massimo che può essere immesso dall'insieme di tutte le sorgenti nell'ambiente esterno), è

stato determinato il livello di rumore ambientale futuro ai ricettori più prossimi ai siti dei pozzi produttivi sommando il livello ante operam ricavato dalle campagne fonometriche descritte al §4.2.4, con le emissioni sonore determinate dagli impianti di perforazione. Ad ogni edificio è stato attribuito un livello residuo pari a quello misurato nella postazione di misura più vicina.

Dall'esame del *capitolo 9.2* dell'Allegato A si evince che, durante entrambi i periodi di riferimento, le emissioni sonore dell'impianto di perforazione dei tre pozzi produttivi CG1, CG2 e CG3 determinano un livello di rumore ambientale ai ricettori limitrofi che rispetta i limiti assoluti di immissione previsti dalla zonizzazione acustica vigente.

Infine, per la verifica del rispetto del limite differenziale di immissione, si è determinato il livello di rumore ambientale all'interno della stanza del ricettore a finestre aperte, sottraendo 6,5 dB(A) dal valore calcolato ad 1 metro dalla parete esterna come descritto nell'*Allegato A*.

Dal calcolo sopra descritto è emerso che il rumore ambientale per il periodo diurno/notturno stimato all'interno della stanza più esposta di ciascun ricettore è sempre inferiore al valore di 50/40 dB(A), pertanto si deduce che il criterio del livello differenziale non è applicabile.

Si può quindi concludere che nel periodo diurno e notturno le emissioni sonore dell'impianto di perforazione dei pozzi produttivi CG1, CG2 e CG3 non alterano il clima acustico della zona ed in particolare quello relativo ai ricettori ubicati nelle loro vicinanze.

Pozzi di Reiniezione

Come ricettori sono stati considerati gli edifici civili più prossimi all'impianto di perforazione del polo di reiniezione.

Dai risultati ottenuti si evince che ai ricettori limitrofi al sito individuato per la realizzazione del polo di reiniezione, il valore delle emissioni sonore dell'impianto di perforazione è sempre inferiore ai limiti di emissione previsti per la classe acustica di appartenenza, sia nel periodo di riferimento diurno (06:00-22:00) che in quello notturno (22:00-06:00).

Per la valutazione del rispetto dei limiti assoluti di immissione (valore massimo che può essere immesso dall'insieme di tutte le sorgenti nell'ambiente esterno), è stato determinato il livello di rumore ambientale futuro ai ricettori più prossimi al pozzo di reiniezione sommando il livello ante operam ricavato dalle campagne fonometriche descritte al §4.2.4, con le emissioni sonore determinate dall'impianto di perforazione.

Dall'esame del *Paragrafo 9.2* dell'Allegato A si evince che, durante entrambi i periodi di riferimento, le emissioni sonore dell'impianto di perforazione del pozzo di reiniezione CG14 determinano un livello di rumore ambientale ai ricettori limitrofi che rispetta i limiti assoluti di immissione previsti dalla zonizzazione acustica vigente.

Infine, per la verifica del rispetto del limite differenziale di immissione, si è determinato il livello di rumore ambientale all'interno della stanza del ricettore a finestre aperte, sottraendo 6,5 dB(A) dal valore calcolato ad 1 metro dalla parete esterna.

Dal calcolo sopra descritto è emerso che il rumore ambientale per il periodo diurno/notturno stimato all'interno della stanza più esposta di ciascun ricettore è sempre inferiore al valore di 50/40 dB(A), pertanto si deduce che il criterio del livello differenziale non è applicabile.

Si può quindi concludere che nel periodo diurno e notturno le emissioni sonore dell'impianto di perforazione del polo di reiniezione CG14 non alterano il clima acustico della zona ed in particolare quello relativo ai ricettori ubicati in nelle sue vicinanze.

4.3.4.2 Impianto ORC

Fase di Cantiere

Durante la fase di realizzazione dell'impianto pilota i potenziali impatti sulla componente rumore si riferiscono essenzialmente alle emissioni sonore generate dalle macchine operatrici utilizzate per la preparazione dell'area e per l'esecuzione delle opere edili relative alla costruzione dell'Impianto.

Per valutare i livelli sonori indotti dalle attività di cantiere sono stati utilizzati valori tipici di potenza delle macchine coinvolte nelle attività di cantiere per la costruzione dell'Impianto Pilota con i valori di potenza sonora ricavati secondo le disposizioni della normativa vigente. Si ipotizza che tutte le macchine operino contemporaneamente per 8 ore al giorno.

Le potenze dei macchinari considerate sono cautelativamente quelle massime attualmente utilizzate.

I valori delle emissioni sonore relative alle attività di cantiere calcolate, mostrano livelli equivalenti valutati agli edifici limitrofi sempre inferiori ai limiti di emissione previsti per la classe acustica di appartenenza.

Fase di Esercizio

Come ricettori sono stati considerati gli edifici civili più vicini al sito dell'impianto.

Dai risultati ottenuti si evince che ai ricettori limitrofi al sito individuato per la costruzione dell'impianto ORC il valore delle emissioni sonore di quest'ultimo è sempre inferiore ai limiti di emissione previsti dalla zonizzazione acustica comunale sia nel periodo di riferimento diurno (06:00-22:00) che in quello notturno (22:00-06:00).

Per la valutazione del rispetto dei limiti assoluti di immissione (valore massimo che può essere immesso dall'insieme di tutte le sorgenti nell'ambiente esterno), è stato determinato il livello di rumore ambientale futuro ai ricettori più prossimi al

sito dell'impianto, sommando il livello ante operam ricavato dalle campagne fonometriche descritte al §4.2.4, con le emissioni sonore determinate dall'esercizio dell'impianto ORC. Ad ogni edificio è stato attribuito un livello residuo pari a quello misurato nella postazione di misura più vicina.

Dall'esame del *Paragrafo 9.1 dell'Allegato A* si evince che, durante entrambi i periodi di riferimento, le emissioni sonore dell'impianto determinano un livello di rumore ambientale ai ricettori limitrofi che rispetta i limiti assoluti di immissione previsti dalla zonizzazione acustica vigente.

Infine, per la verifica del rispetto del limite differenziale di immissione, si è determinato il livello di rumore ambientale all'interno della stanza del ricettore a finestre aperte, sottraendo 6,5 dB(A) dal valore calcolato ad 1 metro dalla parete esterna.

Dal calcolo sopra descritto è emerso che il rumore ambientale per il periodo diurno/notturno stimato all'interno della stanza più esposta di ciascun ricettore è sempre inferiore al valore di 50/40 dB(A), pertanto si deduce che il criterio del livello differenziale non è applicabile.

Si può quindi concludere che nel periodo diurno e notturno le emissioni sonore dell'impianto ORC non alterano il clima acustico della zona ed in particolare quello relativo ai ricettori ubicati in vicinanza dell'area prevista per il suo insediamento.

4.3.5 *Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi*

4.3.5.1 **Fase di Perforazione**

I potenziali impatti sulla componente, nella fase di perforazione dei pozzi, sono riconducibili principalmente ai seguenti aspetti:

- danneggiamento e/o perdita diretta di specie vegetazionali dovuta alle azioni di preparazione delle piazzole dei pozzi;
- alterazione di habitat con conseguente disturbo delle specie faunistiche che vi abitano o che utilizzano tali ambienti;
- cambiamento di destinazione d'uso del suolo con conseguente allontanamento delle specie faunistiche presenti.

I siti individuati per la realizzazione dei pozzi di perforazione CG1 e CG2 e del polo di produzione CG14 sono terreni agricoli attualmente adibiti a seminativo, caratterizzati dall'assenza di elementi particolarmente sensibili a livello di vegetazione, fauna ed ecosistemi. Il pozzo CG3 sarà invece realizzato in area industriale. Pertanto la localizzazione delle piazzole è tale da non coinvolgere aree caratterizzate da vegetazione di particolare interesse.

L'occupazione di suolo durante la fase di perforazione potrà comportare uno spostamento della fauna ivi residente: si può ipotizzare infatti una ridefinizione dei territori dove essa potrà esplicare le sue normali funzioni biologiche, senza che questo ne causi disagio o alterazioni, in considerazione del fatto che il

contesto territoriale in cui si inseriscono le opere in progetto è caratterizzato da una sostanziale omogeneità.

Durante la perforazione dei pozzi, le emissioni sonore risultano inferiori a 50dB(A) già a 110 m di distanza e pertanto, in considerazione della semplicità del contesto faunistico presente, tali da non alterare il normale comportamento delle specie. Per dettagli circa i livelli sonori indotti da tali attività si rimanda all'*Allegato A* al presente *SIA*.

Per quanto sopra detto si ritiene che durante la fase di perforazione dei pozzi le interferenze con la componente siano non significative. In aggiunta si specifica che si tratta di attività temporanee, di durata limitata, al massimo 3 mesi per ciascuna postazione.

4.3.5.2 Impianto ORC

Fase di Cantiere

Come già specificato precedentemente i siti individuati per la realizzazione dei pozzi di perforazione CG1 e CG2 e del polo di produzione CG14 sono terreni agricoli attualmente adibiti a seminativo, caratterizzati dall'assenza di elementi particolarmente sensibili a livello di vegetazione, fauna ed ecosistemi. L'impianto ORC, come il pozzo CG3, saranno invece realizzati nell'area industriale di Castel Giorgio.

In generale, gli impatti indotti sulle componenti animali e vegetali riguardano sia la fase di allestimento dei cantieri che la fase di esecuzione dei lavori. Nella fase di allestimento dei cantieri, il principale impatto è rappresentato dall'occupazione del suolo, con conseguente sottrazione di habitat. Nella fase di esecuzione dei lavori gli impatti indotti sono riconducibili essenzialmente alle emissioni (rumore, polveri, ecc.) delle macchine operatrici e delle maestranze.

L'analisi condotta nell'*Allegato A* evidenzia che le emissioni sonore risultano inferiori a 50 dB(A) già a 100 m di distanza. Anche per quanto riguarda le emissioni in atmosfera le valutazioni compiute al *Paragrafo 4.3.1* evidenziano la loro non significatività.

L'impatto diretto sulla componente in esame indotto dalla realizzazione del progetto sulla componente risulta dunque trascurabile.

Per quanto riguarda le tubazioni che collegano i pozzi all'impianto ORC, al termine delle fasi di posa e di rinterro, saranno eseguiti interventi di ripristino consistenti nella ri-piantumazione delle specie vegetali preesistenti. Dunque, l'impatto conseguente alla realizzazione delle tubazioni è non significativo.

Fase di Esercizio

La configurazione dell'Impianto ORC, che prevede un interessamento circoscritto delle aree direttamente coinvolte dalle opere in progetto, consente di mantenere

inalterata la struttura del paesaggio agrario circostante e di rendere nulla la potenziale interferenza con i luoghi non direttamente interessati dallo stesso.

In aggiunta, come dettagliato nel *Paragrafo 3.5*, il progetto prevede che le aree di intervento siano interessate lungo il proprio confine dalla piantumazione di specie vegetali autoctone (si vedano *Figure 3.5a-e*). La fascia vegetale sarà realizzata con latifoglie autoctone, quali biancospino (*Crataegus monogyna*), erica (*Erica arborea*), agazzino (*Pyracantha coccinea*), ginepro (*Juniperus communis*), rosa cavallina (*Rosa arvensis*), cerro (*Quercus cerris*) e carpino bianco (*Carpinus betulus*). L'altezza a regime della fascia vegetale sarà variabile a seconda della specie e compresa tra 2 e 10 m.

Le specie vegetazionali proposte sono state scelte tra quelle identificate dalla Scheda dell'Unità di Paesaggio "Tavolato Vulcanico di Castel Giorgio" del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Terni in cui si inseriscono le opere in progetto (riportate al punto 5.1 Serie di Vegetazione), in modo da arricchire l'Unità di Paesaggio sia dal punto di vista ecologico che vegetazionale.

L'inserimento degli elementi floristici *avverrà secondo una ripetitività casuale tale da far percepire la fascia vegetale quale consociazione naturale*. Inoltre anche la manutenzione sarà eseguita evitando tagli regolari e forme definite privilegiando uno sviluppo naturale delle essenze.

In *Figura 4.3.5.2a* e seguenti si riporta, su foto aerea, l'inserimento paesaggistico delle piazzole-pozzi e dell'Impianto ORC con le opere a verde appena descritte: in tali elaborazioni si è simulato lo sviluppo naturale della fascia vegetazionale, conferendo quanto più possibile alla stessa l'irregolarità conseguente alla crescita spontanea delle piante.

Come visibile dalla *Figura 4.3.5.2a* la postazione di Produzione CG1 risulta caratterizzato, al margine della piazzola, dalla presenza di vegetazione arbustiva: in questo caso le opere di mitigazione andranno ad inserirsi laddove la vegetazione esistente è meno folta, creando una cortina densa e continua.

Per quanto riguarda invece il polo di reiniezione CG14 la fascia vegetale sarà inserita lungo i tre lati liberi della piazzola (*Figura 4.3.5.2c*), dato che a sud è già presente un'area boscata.

Dal punto di vista faunistico, si rileva che l'occupazione di suolo durante la fase di esercizio della Centrale potrà comportare uno spostamento della fauna ivi residente: come già indicato per la fase di perforazione dei pozzi si può ipotizzare infatti una ridefinizione dei territori dove essa potrà esplicare le sue normali funzioni biologiche, senza che questo ne causi disagio o alterazioni, in considerazione del fatto che il contesto territoriale in cui si inseriscono le opere in progetto è caratterizzato da una sostanziale omogeneità.

Durante l'esercizio della Centrale, le emissioni sonore risultano inferiori a 50 dB(A) già a 150 m di distanza e pertanto, in considerazione della semplicità del contesto faunistico presente, tali da non alterare il normale comportamento delle specie. Per dettagli circa i livelli sonori indotti da tali attività si rimanda all'*Allegato A* al presente *SIA*.

Si specifica comunque che la recinzione dell'Impianto ORC sarà innalzata a circa 20 cm dal suolo per consentire il passaggio della fauna di piccole dimensioni.

4.3.6 *Paesaggio*

4.3.6.1 **Perforazione Pozzi**

L'impatto sulla componente paesaggio durante la fase di realizzazione dei pozzi può essere ritenuto trascurabile, in quanto limitato nel tempo e completamente reversibile. Infatti la presenza della sonda di perforazione sul territorio sarà al massimo di 3 mesi per ciascuna postazione.

Nelle *Figure 3.3.3.3a e b del Quadro di Riferimento Progettuale* sono raffigurati due esempi di impianti di perforazione idonei a raggiungere le profondità ipotizzate per i pozzi in progetto.

Occorre precisare che in caso di esito negativo della perforazione, o comunque qualora il pozzo risulti inutilizzabile per uno degli obiettivi per cui era stato perforato, sarà effettuata la chiusura mineraria del pozzo. Al termine della chiusura mineraria saranno ripristinate le condizioni originali, asportando le opere in cemento e lasciando l'area nelle stesse condizioni di origine. Anche la tubazione per l'alimentazione di acqua al cantiere verrà completamente rimossa. Lo stesso dicasi per le eventuali relative opere accessorie che siano state costruite.

In caso di successo il pozzo sarà utilizzato per la produzione di energia ed in loco sarà mantenuta la postazione, pur in forma ridotta e con una visibilità minima, come meglio descritto nel paragrafo seguente.

4.3.6.2 **Impianto ORC**

Nel presente paragrafo viene valutato l'impatto paesaggistico derivante dalla realizzazione ed esercizio dell'Impianto Pilota nel territorio comunale di Castel Giorgio.

L'impatto paesaggistico è stato valutato sulla base della metodologia di analisi che prevede:

- la descrizione delle caratteristiche visuali delle nuove opere;
- l'analisi della visibilità delle opere previste, in rapporto agli elementi di tutela esistenti nell'*Area di Studio*;
- riprese fotografiche e fotoinserimenti da punti di vista selezionati;
- stima del *Grado di Incidenza Paesaggistica* delle opere;
- stima dell'impatto paesaggistico indotto dalla presenza delle nuove opere aggregando il valore della sensibilità paesaggistica dell'*Area di Studio*, individuato nella fase di caratterizzazione dello stato attuale (*Paragrafo 4.2.6*), con il *Grado di Incidenza Paesaggistica* delle opere stesse.

I criteri considerati per la determinazione del *Grado di Incidenza Paesaggistica* dell'intervento in oggetto sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 4.3.6.2a Criteri per la Determinazione del Grado di Incidenza Paesaggistica del Progetto

Criterio di Valutazione	Parametri di Valutazione
Incidenza Morfologica e Tipologica	<ul style="list-style-type: none"> • Conservazione o alterazione dei caratteri morfologici del luogo • Adozione di tipologie costruttive più o meno affini a quelle presenti nell'intorno per le medesime destinazioni funzionali • Conservazione o alterazione della continuità delle relazioni tra elementi storico-culturali o tra elementi naturalistici
Incidenza Visiva	<ul style="list-style-type: none"> • Ingombro visivo • Occultamento di visuali rilevanti • Prospetto su spazi pubblici
Incidenza Simbolica	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità dell'immagine progettuale di rapportarsi convenientemente con i valori simbolici attribuiti dalla comunità locale al luogo (importanza dei segni e del loro significato)

4.3.6.3 Caratteristiche Visuali delle Nuove Opere

L'impianto pilota geotermico di Castel Giorgio sarà costituito dai seguenti componenti principali:

- n.5 pozzi di produzione di acqua calda;
- un sistema di tubazioni di convogliamento che consentirà di condurre l'acqua calda dai pozzi fino all'impianto ORC;
- l'impianto ORC (così denominato perché consente la produzione di energia elettrica attraverso l'impiego di un ciclo termodinamico Rankine con fluido organico, da cui ORC – Organic Rankine Cycle), che consentirà la produzione di energia elettrica attraverso il recupero di calore dall'acqua calda geotermica;
- n.4 pozzi di reiniezione di acqua geotermica che risulta raffreddata a seguito dello scambio termico avvenuto nell'impianto ORC, tutti ubicati nella stessa piazzola;
- una tubazione di collegamento dell'acqua raffreddata in uscita dall'impianto ORC sino ai pozzi di reiniezione.

Per quanto riguarda le tubazioni che collegano i pozzi all'impianto ORC, al termine delle fasi di posa e di rinterro, saranno eseguiti interventi di ripristino, che consisteranno nel riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera. Dunque, l'impatto conseguente alla realizzazione delle tubazioni è nullo. La profondità di posa delle tubazioni che attraversano aree agricole sarà tale da permettere il normale svolgimento delle attività.

Tutti i pozzi, una volta realizzati, saranno costituiti, fuori terra, da una testa pozzo, un sistema di valvole, dalla parte iniziale della tubazione che trasporta il fluido geotermico prima di essere interrata e dalla recinzione perimetrale della piazzola, di altezza pari a circa 2 m.

La testa pozzo è caratterizzata da un ingombro irrilevante: essa sarà infatti alloggiata in un incavo (cantina), fuoriuscendo dal piano campagna per circa 1,5m, quindi con un ingombro assimilabile ai comuni pozzi artesiani per l'attingimento dell'acqua. La testa pozzo sarà poi recintata con una rete di altezza 1,80 m, con dimensioni in pianta 3 m x 3 m, coperta anche nella parte superiore e munita di cancello per impedire l'accesso alla struttura da tutti i lati.

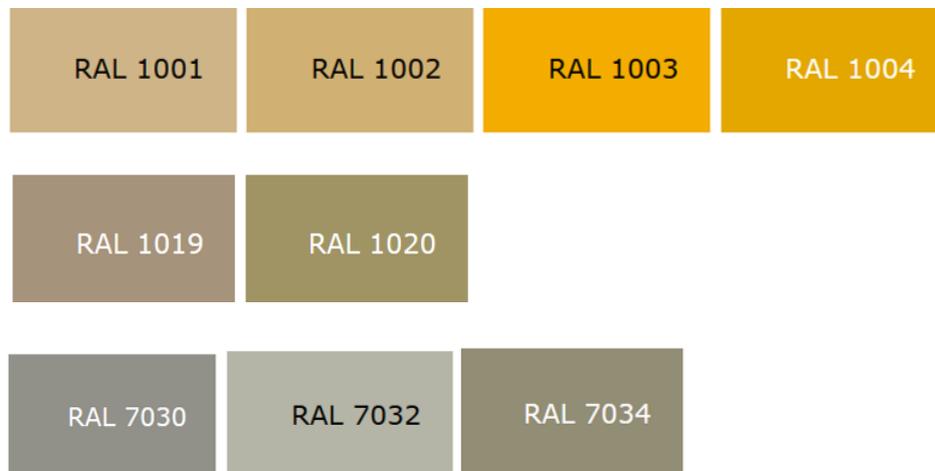
Nell'impianto ORC saranno presenti alcune apparecchiature e cabinati: l'altezza massima sarà quella del condensatore ad aria, di circa 11 m.

In *Figura 4.3.6.3a (da 1 a 4)* si riportano alcune viste dell'impianto ORC, da realizzarsi nell'area industriale di Castel Giorgio.

Cercando di favorire quanto più possibile l'inserimento delle nuove strutture nel contesto paesaggistico esistente il Proponente ha valutato già in questa fase la possibilità di impiegare una colorazione per le strutture dell'Impianto ORC che si armonizzi con il paesaggio circostante.

Si ritiene a questo riguardo che colorazioni tenui e richiamanti le architetture rurali presenti nell'intorno, possano integrarsi al meglio con le cromie tipiche della zona. Di seguito si riportano alcuni esempi di colori RAL che potrebbero essere adottati in mix diversi per le apparecchiature di impianto.

Figura 4.3.6.3b Esempi RAL da Adottare per la Colorazione delle Strutture dell'Impianto ORC



Inserimento delle Opere a Verde

Per meglio inserire le aree interessate dal progetto nel contesto paesaggistico esistente (si vedano *Paragrafo 3.5* e *Paragrafo 4.3.5.2*) è prevista la realizzazione di una fascia vegetale mista lungo il confine di ciascuna di esse.

La fascia vegetale sarà realizzata con latifoglie autoctone, quali biancospino (*Crataegus monogyna*), erica (*Erica arborea*), agazzino (*Pyracantha coccinea*), ginepro (*Juniperus communis*), rosa cavallina (*Rosa arvensis*), cerro (*Quercus*

cerris) e carpino bianco (*Carpinus betulus*). L'altezza a regime della siepe sarà variabile a seconda della specie e compresa tra 2 e 10 m.

L'inserimento degli elementi floristici *avverrà secondo una ripetitività casuale tale da far percepire la fascia vegetale quale consociazione naturale*. Inoltre anche la manutenzione sarà eseguita evitando tagli regolari e forme definite privilegiando uno sviluppo naturale delle essenze.

Le specie vegetazionali proposte sono state scelte tra quelle identificate dalla Scheda dell'Unità di Paesaggio "Tavolato Vulcanico di Castel Giorgio" del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Terni in cui si inseriscono le opere in progetto (riportate al punto 5.1 Serie di Vegetazione), in modo da arricchire l'Unità di Paesaggio sia dal punto di vista ecologico che vegetazionale.

Le opere di mitigazione saranno realizzate al fine di ottenere la maggior spontaneità e conservazione del paesaggio circostante: la "cortina vegetale" che si verrà a creare, grazie alle scelte sopra indicate (tipi di essenze e loro posizionamento reciproco) sarà percepita alla stregua delle siepi già presenti ai margini degli appezzamenti esistenti.

In *Figura 4.3.5.2a* e seguenti si riporta, su foto aerea, l'inserimento paesaggistico delle piazzole-pozzi e dell'Impianto ORC, con le rispettive opere di mitigazione a verde appena descritte: in tali elaborazioni si è simulato lo sviluppo naturale della fascia vegetazionale, conferendo quanto più possibile alla stessa l'irregolarità conseguente alla crescita spontanea delle piante.

4.3.6.4 Analisi della Visibilità

L'analisi della visibilità delle nuove opere è stata effettuata mediante elaborazione con software GIS, volta ad individuare le porzioni di territorio "potenzialmente" influenzate dalla percezione delle nuove opere.

Nello specifico sono state individuate le porzioni di *Area di Studio* potenzialmente coinvolte dalla visione dell'ORC, ovvero della struttura maggiormente visibile in grado di attirare l'attenzione del potenziale osservatore (si veda quanto detto relativamente alle caratteristiche visuali delle piazzole-pozzi). L'altezza è stata considerata pari a 11 m da terra e quella dell'osservatore pari a circa 1,7 m (si veda *Figura 4.3.6.4a*).

L'elaborazione è stata effettuata in base ai dati plano-altimetrici caratterizzanti l'area di studio, prescindendo dall'effetto schermante della vegetazione e di eventuali immobili esistenti, in modo da consentire una mappatura non legata a fattori stagionali, soggettivi o contingenti. Essa presenta dunque natura conservativa in quanto porta a sovrastimare l'effettiva area di visibilità dell'Impianto.

La Carta della Visibilità mostra che la parte orientale e quella occidentale dell'Area di Studio non saranno interessate dalla visione delle nuove opere. L'intervento risulta potenzialmente maggiormente visibile dalle aree limitrofe

all'area industriale esistente e da zone attualmente occupate da seminativi, dominanti su tutto il territorio.

4.3.6.5 Riprese Fotografiche e Fotoinserimenti

La Carta della Visibilità di cui al paragrafo precedente è stata confrontata con le carte dei vincoli elaborate nel *Quadro di Riferimento Programmatico*, in modo da individuare i punti visuali e paesaggistici più significativi, in termini di tutela e di importanza sia per funzione che per fruizione. La localizzazione dei punti di vista è riportata in *Figura 4.3.6.5a*.

Come visibile dalla *Figura 4.3.5.2a* la postazione di Produzione CG1, realizzata in area agricola adiacente al pozzo esistente di Enel denominato Alfina 4, risulta caratterizzata, al margine della piazzola, dalla presenza di vegetazione arbustiva che costituisce di per sé una vera e propria barriera naturale alla visione delle seppur limitate opere fuori terra (recinzione e cantina con testa pozzo). In questo caso le opere di mitigazione andranno ad inserirsi laddove la vegetazione esistente è meno folla, creando una cortina densa e continua. L'accesso sarà garantito dalla strada podereale esistente, passante per Forno Vecchino, che verrà prolungata per un breve tratto. Il pozzo sarà visibile esclusivamente una volta giunti sul sito, pertanto si ritiene che ad esso sia associato un impatto visivo non significativo

Anche la postazione di produzione CG2 interessa un'area agricola, attualmente adibita a seminativi: l'accesso sarà garantito da una strada bianca di circa 300 m e larga 3,5 m. La piazzola sarà visibile dalla Strada Torre Alfina – Castel Giorgio, dalla quale è stato pertanto realizzato un fotoinserimento (punto di vista PV4 di cui alla *Figura 4.3.6.5a*). Come atteso (si veda *Figura 4.3.6.5e*) la percezione dell'intervento si limita alla visione della fascia vegetazionale di nuova realizzazione (di cui alla *Figura 4.3.5.2b*). In aggiunta, le distanze in gioco dalla viabilità principale alla piazzola-pozzo favoriscono la percezione delle nuove specie vegetali come un *continuum* rispetto alle formazioni esistenti. L'impatto visivo delle nuove opere è del tutto trascurabile.

La piazzola del Polo di Reiniezione CG14 si sviluppa lungo la Strada del Poderetto: la vegetazione arborea ed arbustiva presente al margine di tale viabilità crea una "stanza visiva" di limitata estensione (si veda *Figura 4.3.6.5f*), riducendo la visione delle nuove opere ad un breve tratto di circa 200 m della strada. La fascia vegetale in progetto, in questo caso, sarà inserita lungo i tre lati liberi della piazzola (*Figura 4.3.5.2c*), dato che a sud è già presente un'area boscata; non saranno invece inserite nuove specie in corrispondenza delle due aree di impianto poste a nord di Via del Poderetto, interessate da una zona adibita a parcheggio (area battuta ed inghiaiata) e da una vasca interrata. Percorrendo la Strada del Poderetto, la fascia vegetazionale in progetto sarà percepita come un'occasione di arricchimento floristico dei luoghi.

Figura 4.3.6.5f Vista della Zona Interessata dal Polo di Reiniezione ed Individuazione dell'Area Coinvolta dalla Visione delle nuove Opere



Sulla base di quanto mostrato nella figura precedente si ritiene che l'area tutelata ad ovest del polo di reiniezione non sia in alcun modo coinvolta dall'intervento.

La postazione di produzione CG3 e l'Impianto ORC, analogamente a quanto proposto per le altre piazzole, saranno circondati dalla fascia vegetale di altezza a regime variabile tra 2 e 10 m (si veda *Figura 4.3.5.2d*).

I fotoinserti dell'Impianto ORC e della postazione CG3 sono stati realizzati dai seguenti punti di vista:

- PV1, localizzato lungo la Strada Comunale della Torraccia, in direzione sud est rispetto all'Impianto, in corrispondenza dell'intersezione con la strada di accesso alla Locanda della Quercia Calante;
- PV2, localizzato lungo la Strada Comunale della Torraccia, nei pressi della Contrada La Torraccia, a sud rispetto all'Impianto;
- PV3, localizzato lungo la Strada Torre Alfina – Castel Giorgio, a nord rispetto al sito di Impianto.

Come visibile dalle *Figure 4.3.6.5b-e* le nuove opere si collocano sullo sfondo e risultano celate dai lembi boschivi e dalla vegetazione arbustiva presenti oltre che dalle opere di mitigazione previste.

Dalla Contrada La Torraccia e dalla strada locale di accesso all'Agriturismo Quercia Calante, la morfologia ondulata del terreno, ne ostacola quasi completamente la visione (si vedano *Figura 4.3.6.5b-c*).

Lungo la Strada Torre Alfina – Castel Giorgio la visione del nuovo impianto risulta ostacolata in parte dagli edifici esistenti ed in parte dalla vegetazione arborea, essendo il lotto di intervento in posizione retrostante rispetto alle strutture esistenti: ciò risulta evidente dalla *Figura 4.3.6.5d*. Il condensatore raffreddato ad aria, di altezza pari a 11 m, e le porzioni più alte di alcuni cabinati potranno essere parzialmente visibili dalla viabilità interna alla zona industriale di Quercia Galante: ad esclusione dei lotti interni alla zona industriale esistente, gli aerotermini saranno infatti schermati dai manufatti produttivi di maggiori dimensioni localizzati in adiacenza alla Strada Torre Alfina – Castel Giorgio e dalla vegetazione arborea presente ai margini degli appezzamenti esistenti.

Per quanto riguarda la postazione di produzione CG3, caratterizzata da un ingombro visivo del tutto irrilevante, la sua percezione si limita quindi alla visione della fascia vegetazionale lungo il confine perimetrale.

Per valutare in modo esaustivo l'impatto visivo del progetto l'indagine è stata estesa anche alle aree esterne all'Area di Studio, pertanto poste a distanze superiori a 1,5 km dall'Impianto ORC.

L'analisi eseguita ha evidenziato che l'unico punto aggiuntivo meritevole di indagine (anche perché ubicato in posizione sopraelevata rispetto al sito di progetto) è l'abitato di Torre Alfina, in particolare la terrazza panoramica in cima al Castello: questa, sebbene posta a circa 4-5 km dal sito di progetto, essendo in posizione sovrastante, consente una visione d'ampio raggio della piana.

La vista percepita dalla terrazza è rappresentata in *Figura 4.3.6.5g* in cui si è identificata la localizzazione dell'impianto ORC. È possibile identificare la zona industriale prendendo come riferimento i silos di colore verde ubicati in prossimità della viabilità della Contrada Torraccia. I manufatti esistenti della zona industriale risultano tuttavia non distinguibili nella loro singolarità.

In considerazione della percezione che si ha allo stato attuale delle opere presenti e data l'altezza massima delle strutture dell'Impianto ORC in progetto (massimo circa 11 m degli aerotermini, altezza del tutto paragonabile a quella di altre strutture esistenti poste in adiacenza) si ritiene che una volta realizzato sia percepibile alla stregua di quelli esistenti ovvero non suscettibile di attenzione.

Si fa presente che essendo il punto di vista localizzato in posizione rialzata rispetto alle opere in progetto interviene anche lo schiacciamento prospettico che porta ad un'ulteriore riduzione della percezione dei volumi.

4.3.6.6

Stima del Grado di Incidenza delle Opere

Di seguito è presentata l'analisi del *Grado di Incidenza Paesaggistica* del progetto, effettuata secondo i criteri di valutazione sopra riportati:

- *Incidenza Morfologica e Tipologica*: l'impianto ORC in progetto non apporterà alcuna modifica alla connotazione industriale dell'area interessata, che costituisce un complesso produttivo consolidato nella zona di Castel Giorgio. Per quanto riguarda i pozzi, una volta realizzati, la loro incidenza si limiterà alla soletta in corrispondenza della quale sarà alloggiato il pozzo; le aree circostanti della piazzola saranno lasciate libere e consolidate con ghiaia. Il progetto non comporta un'impermeabilizzazione significativa, essendo le aree impermeabili circa il 19% della superficie totale occupata. Gli interventi previsti non comportano modifiche morfologiche significative. Il terreno rimosso per la costruzione dell'impianto ORC, per le postazioni dei pozzi e per la posa delle tubazioni su aree agricole verrà in parte riutilizzato per i rinterri ed i livellamenti dell'area d'intervento e la parte eccedente sarà utilizzata nei campi agricoli adiacenti. L'incidenza morfologica e tipologica del progetto è dunque valutata *Bassa*;
- *Incidenza Visiva*: sulla base di quanto emerso dai fotoinserimenti, l'Impianto ORC presenta un'incidenza visiva del tutto non significativa. Anche per quanto riguarda i pozzi, considerando l'ingombro ridotto delle strutture presenti nelle piazzole dei pozzi una volta realizzati, è ragionevole ritenere che siano confusi nel paesaggio circostante, già a distanze contenute. L'incidenza visiva è pertanto valutata *Bassa*;
- *Incidenza Simbolica*: vista la presenza dei pozzi geotermici Enel da molti anni nell'Area di Studio, è possibile ritenere che tali opere siano entrate a far parte della percezione collettiva del paesaggio. Inoltre, data la localizzazione dell'ORC all'interno di un'area industriale esistente, si ritiene che l'incidenza simbolica dell'intero progetto sia *Bassa*.

4.3.6.7

Valutazione dell'Impatto Paesaggistico

La metodologia proposta prevede che, a conclusione delle fasi valutative relative alla classe di sensibilità paesaggistica e al grado di incidenza, venga determinato l'Impatto Paesaggistico dell'opera.

Quest'ultimo è il prodotto del confronto (sintetico e qualitativo) tra il valore della *Sensibilità Paesaggistica* e l'*Incidenza Paesaggistica* dei manufatti.

La seguente tabella riassume le valutazioni compiute circa le opere in progetto.

 STEAM	PROGETTO	TITOLO	REV.	Pagina
	P13_ITW_049	ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA S.P.A.: IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO CASTEL GIORGIO (TR) STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	0	191

Tabella 4.3.6.7a Valutazione dell'Impatto Paesaggistico delle Opere in Progetto

Componente	Sensibilità Paesaggistica	Grado di Incidenza Paesaggistica	Impatto Paesaggistico
Morfologico Strutturale	<i>Medio - Basso</i>	<i>Basso</i>	<i>Basso</i>
Vedutistica	<i>Basso</i>	<i>Basso</i>	<i>Basso</i>
Simbolica	<i>Basso</i>	<i>Basso</i>	<i>Basso</i>

Complessivamente la valutazione permette di stimare un impatto paesaggistico dell'intervento di valore *Basso*.

Considerata la natura dell'intervento e la sua collocazione, è possibile ritenere che l'Impianto Pilota non determini impatti paesaggistici significativi né arrechi variazioni ai caratteri dei luoghi.

In aggiunta, le opere di mitigazione previste, oltre ad aumentare la potenzialità biologica locale, favoriranno l'inserimento paesaggistico delle opere in progetto.

4.3.7 **Salute Pubblica**

4.3.7.1 **Perforazione Pozzi**

Come emerge dalle analisi svolte nei paragrafi precedenti, data la temporaneità dei lavori e la non significatività degli impatti sulle componenti atmosfera, ambiente idrico e rumore si può ritenere che la fase di realizzazione dei pozzi non generi alcun impatto significativo sulla componente salute pubblica.

4.3.7.2 **Impianto ORC**

Fase di Cantiere

Vale quanto detto per la fase di perforazione dei pozzi.

Fase di Esercizio

Dato che:

- l'impianto ORC durante la fase di esercizio non produce emissioni in atmosfera;
- le emissioni sonore della Centrale, sia nel periodo diurno che in quello notturno, non alterano il clima acustico della zona ed in particolare quello relativo ai ricettori ubicati in vicinanza dell'area prevista per il suo insediamento;
- l'impianto ORC non interferisce con la falda sotterranea;
- le emissioni elettromagnetiche delle apparecchiature non interessano luoghi con permanenza prolungata;

si può affermare che gli impatti della Centrale sulla componente salute pubblica sono non significativi.

4.3.8 *Traffico*

4.3.8.1 **Perforazione Pozzi**

Anche se il numero di mezzi necessari per le attività di perforazione dei pozzi non è tale da modificare apprezzabilmente il carico esistente dovuto al normale traffico delle auto e dei mezzi agricoli sulla viabilità locale, la scelta dei siti dei pozzi è stata fatta con l'intento di rendere inapprezzabile o comunque minimo il disturbo del traffico dei mezzi adibiti alle attività di perforazione.

Per la stima del carico da mezzi di trasporto sulla viabilità esistente occorre distinguere le varie fasi di lavoro.

La prima è la *fase di costruzione della postazione*, della durata di circa 25 giorni lavorativi, ripartiti su di un periodo di circa 35 giorni di calendario.

In questa fase si stima siano necessari:

- max 140 carichi con autocarro da 30 ton per il trasporto di inerti da centro di frantumazione, volume stimato 2.500 m³ per ossatura piazzale + parcheggio auto pozzo reiniezione CG14;
- max 49 autobotti da 8 m³ per la fornitura del calcestruzzo, volume stimato 385 m³;
- 5 carichi leggeri per altro materiale da costruzione;
- 2 trasporti con autocarro da 30 ton per escavatore ed una motopala.

Non è previsto nessun trasporto per il terreno dal momento che la parte eccedente sarà sparsa nei terreni agricoli adiacenti alle piazzole.

Per la fase di *montaggio dell'impianto di perforazione* si stimano 20 trasporti con autocarro da 30 ton, incluso quello dell'autoarticolato costituente l'impianto vero e proprio.

Durante *la perforazione* si stima siano necessari per singolo pozzo:

- 10 trasporti con autocarro da 30 ton per il materiale da perforazione (bentonite, tubi, cemento, materiali minori) ripartiti nei primi 16 giorni di attività;
- 5 trasporti con autocarro da 4,8 ton per operazioni di log in pozzo;
- 1 trasporto di gasolio e altre attività minori ogni 5 giorni per tutto il periodo di attività;
- 1 trasporto di acqua per uso sanitario ogni 5 giorni per tutto il periodo di attività;
- 5 mezzi leggeri per il trasporto del personale operativo e di controllo attività 2 volte al giorno dal cantiere alla sede locale di pernottamento sita nel raggio di massimo 4 km;
- 10 trasporti di fango e detriti dal cantiere al centro di trattamento.

Il traffico associato alle operazioni di perforazione è pertanto stimabile, sia in fase di preparazione delle aree che in quella di perforazione, in non più di 8 mezzi/giorno. Tale valore, anche intuitivamente, non è in grado di creare variazioni del livello di servizio delle strade afferenti alle aree prescelte (Strada Torre Alfina - Castel Giorgio / Via del Poderetto).

4.3.8.2 Impianto ORC

Fase di Cantiere

La realizzazione del nuovo impianto richiederà l'utilizzo di macchine di trasporto ed operatrici, che verranno impiegate nel periodo dei lavori di costruzione in maniera diversificata secondo le effettive necessità.

La fase del cantiere per la quale si prevede il maggior flusso di traffico è quella relativa alla preparazione dell'area ed alla realizzazione delle opere civili: il traffico associato a questa fase è stimabile in non più di 8-10 mezzi/giorno.

Tale valore, come già esposto precedentemente, non è in grado di creare variazioni significative del livello di servizio delle strade afferenti all'area d'impianto.

Fase di Esercizio

La Centrale non richiederà, di per sé, il presidio da parte di personale preposto.

4.3.9 *Radiazioni Ionizzanti e non Ionizzanti*

4.3.9.1 Richiami Normativi

La protezione dalle radiazioni è garantita in Italia dalla "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" n. 36 del 22 Febbraio 2001, che definisce:

- esposizione: la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici o a correnti di contatto di origine artificiale;
- limite di esposizione: il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori [...omissis...];
- valore di attenzione: il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate [...omissis...];
- obiettivi di qualità: i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo stato [...omissis...] ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

Il Decreto attuativo della Legge quadro è rappresentato dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi

di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”. Tale normativa, di fatto, si applica anche alle apparecchiature che utilizzano la frequenza di rete a 50 Hz.

Il Decreto fissa i seguenti valori limite:

- 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico come limite di esposizione, da intendersi applicato ai fini della tutela da effetti acuti;
- 10 μ T come valore di attenzione, da intendersi applicato ai fini della protezione da effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere;
- 3 μ T come obiettivo di qualità, da intendersi applicato ai fini della protezione da effetti a lungo termine nel “caso di progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio”.

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. La corrente transitante nell'elettrodotto va calcolata come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore, nelle normali condizioni di esercizio.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) volta ad individuare la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti da essa più di DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto (definita come lo spazio caratterizzato da un'induzione magnetica maggiore o uguale all'obiettivo di qualità). Il valore della DPA va arrotondato al metro superiore.

4.3.9.2 Stima dei Campi Elettromagnetici

Nella fase di perforazione dei pozzi e in quella di costruzione dell'impianto ORC non sono presenti apparecchiature fonte di radiazioni significative.

L'impianto ORC di Castel Giorgio, durante il suo esercizio, è fonte di sole radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti a frequenza industriale (50 Hz). Nello specifico sono fonte di campi elettromagnetici non trascurabili:

- i cavi MT che trasportano l'energia prodotta dalla Centrale fino alla cabina di consegna;

- il trasformatore;
- la cabina di consegna;
- il cavidotto MT che trasporta l'energia prodotta dalle turbine di recupero energetico, installate nei pozzi di reiniezione, all'impianto ORC.

I cavi MT interni all'impianto genereranno una fascia di rispetto inferiore a 5 m a cavallo dell'asse del cavo: tali fasce di rispetto ricadono quindi completamente all'interno del recinto d'impianto.

Il trasformatore genererà una DPA inferiore a 5 m. La DPA del trasformatore ricadrà quindi interamente all'interno del recinto d'impianto.

La cabina elettrica di consegna genererà una DPA inferiore a 5 m. All'interno della DPA della cabina elettrica non sono presenti luoghi adibiti a permanenze superiori a quattro ore giornaliere.

Il cavidotto MT che trasporta l'energia prodotta dalle turbine di recupero energetico all'impianto ORC sarà realizzato in cavo elicordato e pertanto ai sensi dell'art 3.2 del D.M. 29/05/2008 non costituisce fascia di rispetto per i campi elettromagnetici in quanto le emissioni sono molto ridotte: ne segue che le fasce di rispetto, per l'obiettivo di qualità di 3 μ T non intersecano il suolo.

4.3.10

Socio-Economico

Gli impatti derivanti dalla realizzazione dell'Impianto Pilota sul sistema socio-economico sono indubbiamente positivi.

L'opera infatti si integra con la struttura economica della zona ed apporta benefici dal punto di vista:

- occupazionale: si cercherà di impiegare maestranze e imprese locali sia durante la fase di costruzione che nelle operazioni di gestione e manutenzione dell'impianto;
- economico: l'impianto ORC è predisposto per la cessione di calore. Ciò permetterà agli eventuali utenti di avere energia termica a costi competitivi;
- ambientale: si incrementa la quota di energia pulita prodotta all'interno del territorio interessato dalla realizzazione dell'Impianto Pilota. Inoltre l'eventuale cessione di calore comporterà la dismissione di caldaie per la produzione di energia termica e quindi una riduzione delle emissioni gassose ad esse associate.

4.4 STIMA DEGLI IMPATTI DELL'ELETTRODOTTO DI COLLEGAMENTO**4.4.1 Atmosfera e Qualità dell'Aria****4.4.1.1 Fase di Cantiere**

In fase di cantiere la presenza di mezzi di trasporto e di macchinari funzionali all'installazione della linea elettrica determina emissioni di entità trascurabile e non rilevanti per la qualità dell'aria.

Inoltre, data la natura dei luoghi, prevalentemente agricola, delle opere previste e del carattere temporaneo dei lavori, si escludono effetti di rilievo sulle aree circostanti, dovuti alla dispersione delle polveri. Infatti le polveri aerodisperse durante la fase di realizzazione dell'elettrodotto aereo a 20 kV, visti gli accorgimenti di buona pratica che saranno adottati (ad esempio la bagnatura delle superfici pulverulente durante la stagione secca), sono paragonabili come ordine di grandezza, ma di entità inferiore, a quelle normalmente provocate dai macchinari agricoli utilizzati per la lavorazione dei campi.

4.4.1.2 Fase di Esercizio

Durante la fase di esercizio della linea elettrica non sono previsti impatti sulla componente qualità dell'aria indotti dalle opere complementari.

4.4.2 Ambiente Idrico

Sia durante la fase di cantiere che di esercizio non sono previsti impatti sulla componente ambiente idrico in considerazione della tipologia di opere in progetto. Il posizionamento dei pali nei confronti degli attraversamenti dei corsi d'acqua sarà conforme ai tipici definiti nelle Linee Guida di Enel Distribuzione per le linee MT in cavo aereo (edizione 2004, si veda §3.4.3.4).

Per quanto riguarda le acque sotterranee e la vulnerabilità degli acquiferi, dato che nella fase di cantiere non si prevede di utilizzare sostanze a rischio di inquinamento, si escludono possibili ricadute sulla qualità delle acque per sversamenti accidentali ed infiltrazione nel sottosuolo.

Si specifica inoltre che gli scavi necessari per l'installazione dei sostegni tubolari della linea elettrica presentano una profondità tale da poter escludere l'interferenza con eventuali acquiferi superficiali.

4.4.3 Suolo e Sottosuolo**4.4.3.1 Fase di Cantiere**

Gli impatti in fase di costruzione sono fondamentalmente riferibili all'occupazione di suolo da parte delle aree di cantiere. Ogni modificazione connessa con gli spazi di cantiere verrà ridotta al minimo e sarà strettamente relazionata alle

opere da realizzare, con il totale ripristino delle aree all'originario assetto ed uso, una volta completati i lavori.

Considerato il carattere di temporaneità delle attività di realizzazione della linea elettrica ed i criteri di localizzazione delle aree di cantiere che saranno utilizzati, si può ritenere che l'impatto sia trascurabile e reversibile.

4.4.3.2 Fase di Esercizio

Una volta realizzata la linea elettrica l'occupazione di suolo sarà limitata all'area direttamente occupata dai sostegni: in considerazione della tipologia di sostegni utilizzati la superficie occupata risulta esigua e di conseguenza l'impatto sulla matrice ambientale in esame non significativo.

Si precisa che l'occupazione di suolo della linea elettrica sarà limitata alla sezione di base dei sostegni tubolari monostelo previsti per la linea MT in progetto che, al massimo, presenta un diametro di circa 1 m, dunque tale da non comportare alcuna modifica alle caratteristiche geotecniche attuali dei suoli, peraltro non classificati come vulnerabili dal punto di vista geomorfologico.

4.4.4 Rumore

4.4.4.1 Fase di Cantiere

Durante la fase di cantiere non si provocano interferenze significative sul clima acustico presente nelle aree limitrofe al tracciato della linea elettrica. Infatti il rumore prodotto per la realizzazione dell'elettrodotto, legato alla circolazione dei mezzi ed all'impiego di macchinari, è sostanzialmente equiparabile a quello di un normale cantiere edile o delle lavorazioni agricole, che per entità e durata si può ritenere trascurabile.

Si sottolinea, inoltre, che il disturbo da rumore in fase di cantiere è temporaneo e reversibile poiché si verifica in un periodo di tempo limitato, oltre a non essere presente durante il periodo notturno, durante il quale gli effetti sono molto più accentuati.

4.4.4.2 Fase di Esercizio

Durante la fase di esercizio la linea elettrica in progetto, essendo in cavo schermato, non genera alcun impatto sulla componente.

4.4.5 Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi

La realizzazione della linea elettrica in progetto sulla componente vegetazione e fauna può generare impatti di tipo diretto, ovvero prodotti dalla costruzione dell'opera (cantierizzazione) ed impatti di tipo indiretto, o a lungo periodo

(esercizio), che possono comprendere modifiche alla dinamica della componente, conseguenti la presenza delle opere realizzate.

4.4.5.1 Fase di Cantiere

Impatti su Vegetazione e Habitat

Gli interventi in progetto interessano un contesto territoriale a prevalente vocazione agricola. Il principale impatto connesso alla realizzazione della linea elettrica è rappresentato dall'occupazione di suolo e quindi dalla conseguente perdita della vegetazione ivi presente.

Tale impatto risulta poco significativo in relazione alla modesta superficie interessata dalla fase di cantiere; inoltre, una volta terminata, i luoghi verranno ripristinati alle condizioni precedenti non determinando pertanto un cambiamento sostanziale nella composizione delle vegetazioni interessate dalle opere.

I sostegni verranno possibilmente ubicati in posizioni tali da non costituire intralcio alle attività agricole praticate e per quelli in aree boschive, in posizioni tali da limitare i tagli delle essenze arboree.

Per quanto concerne i brevi tratti dell'elettrodotto che ricadono in aree boscate si fa presente che, per quanto possibile, i sostegni verranno posizionati al margine dei boschi con carpino o cerro, nel qual caso la vegetazione sottratta sarà ecotonale, ossia di transizione tra una formazione boschiva vera e propria e il mantello boschivo, inteso come una comunità vegetale arbustiva che si dispone con andamento lineare a contatto della comunità forestale. Tuttavia per la posa di quei sostegni che, inevitabilmente, ricadranno in aree boscate, si renderà necessario il taglio di alcuni esemplari arborei: si rientra pertanto nell'ambito normato dall'art. 4 del Decreto Legislativo 18 maggio 2001, n. 227 "Orientamento e modernizzazione del settore forestale, a norma dell'articolo 7 della legge 5 marzo 2001, n. 57" e quindi nel tema relativo alla "Trasformazione del bosco e rimboschimento compensativo".

Nel complesso, quindi, la realizzazione della linea elettrica dall'Impianto Pilota alla Cabina Secondaria Nuova Itelco di Orvieto determina impatti modesti, complessivamente mitigabili nel breve periodo.

Impatti sulla Fauna

Le principali interferenze provocate su questa componente durante la fase di cantiere di una linea elettrica possono essere raggruppate nelle seguenti categorie:

- capacità di accoglienza dell'habitat, diminuita a causa della potenziale compromissione di ambienti naturali e seminaturali o per il degrado delle sue adiacenze a causa delle immissioni foniche, visive e/o inquinanti, che potrebbero comportare anche una ridefinizione delle aree di nidificazione e/o riproduzione in genere della fauna;

- minore libertà di movimento della fauna, causata soprattutto dagli ostacoli fisici e, in misura minore, anche dalle emissioni foniche, visive e/o inquinanti.

Nello specifico le azioni di cantierizzazione per la costruzione del nuovo elettrodotto potranno comportare la redistribuzione dei territori della fauna residente nell'area (in particolare micromammiferi ed avifauna minore): si può ipotizzare infatti un arretramento ed una ridefinizione dei territori dove si esplicano le normali funzioni biologiche. L'avvicinamento di veicoli di cantiere ad habitat frequentati dalla fauna potrà causare una certa semplificazione delle comunità animali locali, tendente a favorire le specie ubiquitarie ed opportuniste a danno di quelle più esigenti.

Come per la vegetazione tale impatto risulta poco significativo in quanto il disturbo arrecato alle specie faunistiche è paragonabile a quello normalmente provocato dalla presenza dell'uomo e dai macchinari agricoli, in relazione alla modesta superficie interessata dalla fase di cantiere, è mitigabile nel breve periodo.

4.4.5.2 Fase di Esercizio

Impatti su Flora e Vegetazione

Per quanto riguarda l'impatto delle operazioni di manutenzione della linea elettrica a 20 kV si ritiene che non siano rilevanti sulle componenti in esame.

Si specifica infatti che la linea in progetto si sviluppa per buona parte in affiancamento a linee elettriche ed a strade esistenti, sfruttando corridoi infrastrutturali esistenti.

L'altezza del cavo è tale da non dover generalmente necessitare di interventi di contenimento sulla vegetazione, in particolare su quella arborea, o comunque di interventi che possano danneggiarla in modo duraturo. I tagli necessari non saranno effettuati nei periodi di sviluppo vegetativo. Inoltre poiché la maggior parte delle specie vegetali presenti nei boschi rivela una elevata capacità di ripresa al taglio, l'effetto degli interventi di contenimento si limita ad un cambiamento fisionomico della vegetazione.

In conclusione, si ritiene che durante la fase di esercizio le componenti flora, vegetazione e habitat non siano soggette ad impatti significativi.

Impatti sulla Fauna

Di seguito sono valutati gli impatti sull'avifauna che risulta l'unica categoria faunistica potenzialmente coinvolta dal progetto.

Si è fatto riferimento a quanto esposto nel documento "*Linee Guida per la mitigazione dell'impatto delle linee elettriche sull'avifauna*" a cura dell'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (INFS, Maggio 2008). Due sono le principali cause di mortalità per l'avifauna connesse alla presenza di linee elettriche: collisione e elettrocuzione.

Per quanto riguarda il primo aspetto, le Linee Guida precisano che *“le tipologie di elettrodotti maggiormente soggette al rischio di collisione sono le linee ad alta tensione perché hanno i conduttori ad altezze dal suolo maggiori e le campate hanno una maggiore distanza le une dalle altre. Di norma, infatti, le collisioni avvengono nella porzione centrale della campata dove gli uccelli non hanno il riferimento del sostegno per individuare i cavi. Un altro fattore importante nell’incrementare il rischio è la visibilità della linea. Quanto più i conduttori sono visibili, tanto minore è il rischio di impatto”*.

Ulteriori fattori di incremento del rischio di collisione sono costituiti dalla disposizione dei conduttori su più piani orizzontali e dalla presenza della fune di guardia, avendo questa un diametro inferiore rispetto ai conduttori ed essendo posizionata al di sopra di essi.

Il progetto prevede la realizzazione di una linea in media tensione, in cavo unico elicordato, che presenta i seguenti aspetti positivi in relazione a quanto appena detto:

- il cavo elicordato (costituito da tre cavi elettrici isolati ed arrotolati ad elica attorno ad una fune portante) risulta maggiormente visibile agli uccelli rispetto ai cavi nudi;
- essendo un cavo unico non si hanno cavi che si sviluppano su più piani orizzontali;
- la linea MT in progetto non prevede la fune di guardia;
- avendo il cavo elicordato maggior peso rispetto ai cavi nudi, i sostegni risultano ravvicinati: la campata media della linea in studio è di circa 80 m.

Date le caratteristiche del progetto, vengono quindi meno i principali fattori di rischio sopra identificati.

Inoltre, in accordo a quanto esposto nelle Linee Guida, in corrispondenza delle aree boschive, il cavo elicordato sarà tirato ad un’altezza inferiore o uguale alle chiome degli alberi presenti. Tale soluzione risulta infatti quella che espone gli uccelli ad un rischio di collisione minore rispetto ai conduttori posti sopra le chiome: infatti *“le velocità di volo all’interno di un bosco sono inferiori e gli spostamenti vengono effettuati in genere da albero ad albero, così da rendere più facile un cambio di direzione in vista dell’ostacolo”*.

Si fa presente che per questioni di sicurezza deve essere mantenuto un franco minimo di 6,5 m tra il cavo ed il suolo: tale questione verrà dettagliata in fase di progettazione esecutiva.

Per quanto riguarda invece il fenomeno dell’elettrocuzione, le Linee Guida identificano l’impiego di cavi elicordati quale soluzione per eliminare completamente il rischio. Tale tipologia di cavi elimina completamente l’eventualità che gli uccelli di maggiori dimensioni, posati su un cavo, possano accidentalmente urtare con le ali sugli altri cavi.

Le Linee Guida contemplano infine la possibilità di interrare anche parzialmente le linee elettriche in Media Tensione specificando tuttavia che i costi elevati di tale scelta risultano motivati solo in presenza di aree di alto valore ambientale dove il rischio ecologico sia superiore, ovvero nei siti inclusi nella Rete Natura 2000.

Per concludere, è possibile asserire che la soluzione di realizzare la linea in aereo e in cavo elicordato sia la più coerente con quanto esposto nelle Linee Guida INFS esaminate.

4.4.6

Paesaggio

L'analisi delle interferenze della linea in progetto con la componente paesaggio è trattata in maniera approfondita nell'*Analisi Paesaggistica* di cui all'*Allegato B* al presente *Studio*. Di seguito si riporta una sintesi della metodologia seguita e delle risultanze della stima dell'impatto determinato dalle opere complementari su tale componente.

Si specifica che la metodologia di analisi per la valutazione dell'impatto paesaggistico delle opere complementari è la stessa seguita al *Paragrafo 4.3.6* per l'Impianto Pilota e prevede:

- stima del Grado di Incidenza Paesaggistica delle opere;
- caratterizzazione fotografica della zona di intervento e fotoinserimenti delle nuove opere da punti di vista selezionati;
- stima dell'impatto paesaggistico indotto dalla presenza delle nuove opere ottenuto aggregando il valore della Sensibilità Paesaggistica dell'area di studio con il Grado di Incidenza Paesaggistica delle opere stesse.

In considerazione dello sviluppo della linea per una lunghezza di circa 10,7 km, nei territori comunali di Castel Giorgio ed Orvieto, nell'*Allegato B* la caratterizzazione dell'area di studio è stata estesa al territorio coinvolto dal tracciato e l'impatto valutato in tale contesto paesaggistico.

Tale area di studio risulta ancora caratterizzata dalla matrice agricola ma presenta anche importanti detrattori antropici quali linee elettriche in alta ed altissima tensione, lo sviluppo dell'Autostrada A1 e della linea ferroviaria dell'Alta Velocità.

L'analisi condotta nell'*Allegato B* evidenzia che l'impatto della linea elettrica in progetto è non rilevante (si vedano le valutazioni di cui alla tabella seguente).

Tabella 4.4.6a *Valutazione dell'Impatto Paesaggistico dell'Elettrodotto Aereo*

Componente	Sensibilità Paesaggistica dell'Area di Studio	Grado di Incidenza delle Opere	Impatto Paesaggistico
Morfologico	<i>Medio – Basso</i>	<i>Basso</i>	<i>Medio - Basso</i>
Strutturale	<i>Basso</i>	<i>Basso</i>	<i>Basso</i>
Vedutistica	<i>Basso</i>	<i>Basso</i>	<i>Basso</i>
Simbolica	<i>Basso</i>	<i>Basso</i>	<i>Basso</i>

In aggiunta, per favorire l'inserimento della linea nel contesto paesaggistico esistente il Proponente ha identificato come azione da intraprendere quella di prevedere una colorazione particolare dei sostegni. Di seguito si riportano alcuni esempi di colori RAL che potrebbero essere adottati.

Figura 4.4.6a *Esempi RAL da Adottare per la Colorazione dei Sostegni dell'Elettrodotto*


4.4.7 *Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti*

L'elettrodotto in progetto, essendo una linea MT in cavo cordato, ha una fascia di ampiezza inferiore alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n. 449/88 e dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991 (per dettagli circa i riferimenti normativi si veda *Paragrafo 4.3.9*).

È stato pertanto effettuato il calcolo agli elementi finiti tramite apposito software che definisce puntualmente il valore dell'induzione elettromagnetica: i risultati mostrano che già a distanze modeste dalla linea, circa 0,6 m dal cavo, il campo elettromagnetico assume valori al di sotto del limite di sicurezza di 3 μ T.

In conclusione, la linea in oggetto non porta a valori di inquinamento elettromagnetico dannosi per l'ambiente e, in special modo, per le persone, in quanto anche nelle sue immediate vicinanze i valori del campo di induzione rimangono notevolmente inferiori alla soglia minima di attenzione.

5 **MONITORAGGIO**

5.1 **RETE DI SISMOGRAFI**

A fini cautelativi e per verificare eventuali correlazioni tra attività microsismica e reiniezione, è prevista l'installazione di una rete di sismografi per il controllo dell'attività sismica dell'area. Tale strumentazione sarà in grado di definire le coordinate degli epicentri e degli ipocentri degli eventi microsismici e di individuare tempestivamente eventuali anomalie nella normale attività sismica dell'area.

Una descrizione dettagliata del sistema di controllo demandato alla competenza dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) è riportata al *Paragrafo 3.4.13* e in *Allegato F*

5.2 **MONITORAGGIO FLUSSO DI GAS DAL SUOLO**

Come anticipato al *Paragrafo 3.4.13*, è inoltre previsto, per maggior sicurezza, un controllo periodico del flusso di gas dai suoli. Tale sistema di monitoraggio è descritto in dettaglio anche nell'*Allegato F*.

Un resoconto del monitoraggio del flusso di CO₂ dal suolo effettuata nel Maggio 2013 da INGV è riportato nell'*Allegato G*, dove i risultati sono confrontati con quelli della campagna di monitoraggio (sempre condotta da INGV) nel 2011.

5.3 **MONITORAGGIO SPESSORE E INTEGRITÀ TUBAZIONI**

Come anticipato al *Paragrafo 3.4.13*, sono previsti dei controlli spessimetrici e mediante "pig" intelligenti per monitorare l'andamento della corrosione nelle tubazioni e nei pozzi di produzione e reiniezione

Tali controlli periodici sono di tipo non distruttivo (CND), realizzati con la tecnica degli ultrasuoni (o metodo equivalente per capacità di risoluzione), e interessano l'intera circonferenza della tubazione. Essi hanno lo scopo di confermare la stabilità nel tempo dello spessore del tubo o di rilevare preventivamente un eventuale trend strutturale verso un assetto meno rispondente ai criteri di sicurezza che sono alla base del progetto.

Essi permettono di programmare, attraverso l'analisi del trend osservato, l'intervento correttivo eventualmente necessario per risolvere la causa del fenomeno rilevato molto prima che da questo derivi un allontanamento sensibile dalle condizioni di progetto.

Tali verifiche avranno periodicità iniziale mensile, che verrà modificata in accordo ai risultati.

Nonostante sia stata prevista questa serie di precauzioni e controlli di assoluto valore in termini di sicurezza, il progetto delle condotte considera, ancora in via ulteriormente cautelativa, anche l'ipotesi che si manifestino perdite, per quanto assolutamente improbabili, prevedendo un sistema di rilevazione delle perdite in grado di rilevarne la presenza quando queste sono ancora allo stato "embrionale" (micro perdite).

Il sistema di rilevazione introdotto è di tipo elettrico capacitivo, o equivalente, idoneo per rilevare con immediatezza le perdite di acqua quando queste sono ancora allo stadio di umidità nella parete coibentata della tubazione.

Il sistema di rilevazione, oltre a attivare l'allarme, permette anche di localizzare con l'approssimazione del metro la zona umida formata eventualmente nel coibente a causa dell'ipotetica micro perdita, lungo la condotta e permettendo l'intervento con immediatezza. Nel caso di segnalazione di perdita, individuata dalle tracce di umidità, il tratto interessato individuato, sarà isolato mediante valvole di intercettazione installate all'uopo e svuotato dai dreni posizionati nei punti a quota più bassa mediante autobotte, secondo una procedura operativa stabilita per questa tipologia di emergenza. L'acqua derivante dallo svuotamento delle tubazioni verrà immessa nelle vasche presenti nei pozzi e successivamente re iniettata.

Il monitoraggio dello spessore dei tubi è realizzato in alcune parti della tubazione ritenute strategiche che includono:

- il collegamento delle tubazioni alle teste pozzo;
- la testa pozzo stessa, compresi il casing di produzione nella parte accessibile fuori terra e il tubing di produzione;
- la tubazione a cavallo del giunto dielettrico, prima del suo ingresso in cunicolo, nei punti di confluenza con le altre tubazioni, in prossimità dell'ingresso in centrale; in modo analogo e speculare nel tratto a valle della centrale fino ai pozzi di reiniezione.

5.4

MONITORAGGIO ACUSTICO

È inoltre previsto il monitoraggio acustico delle attività in fase di perforazione dei pozzi, di realizzazione dell'impianto ORC e durante l'esercizio dell'impianto Pilota. Durante le fasi di perforazione e costruzione, il monitoraggio verrà eseguito, durante le attività più rumorose, presso gli stessi ricettori indagati nella campagna di cui alla *Valutazione di Impatto Acustico* riportata in *Allegato A al presente documento*. Il monitoraggio durante la fase di esercizio dell'impianto Pilota avverrà ogni 3 anni secondo le stesse modalità (postazioni e tempi di misura) utilizzate per la caratterizzazione del rumore residuo di cui alla *Valutazione di Impatto Acustico*.



5.5 *MONITORAGGIO DELLE ACQUE DI FALDA*

5.5.1 *Monitoraggio di ARPA Umbria*

Considerando che ARPA Umbria già assicura il monitoraggio chimico dell'acquifero nelle vulcaniti controllando tre pozzi d'acqua siti in prossimità di Castel Giorgio, oltre a mantenere un controllo piezometrico continuo in un quarto pozzo si prevede di includere nel sistema di monitoraggio due dei 4 pozzetti che verranno perforati nei pressi dei pozzi profondi per l'approvvigionamento idrico (uno nei pressi del pozzo di reiniezione CG14 e l'altro nei pressi del pozzo CG1).

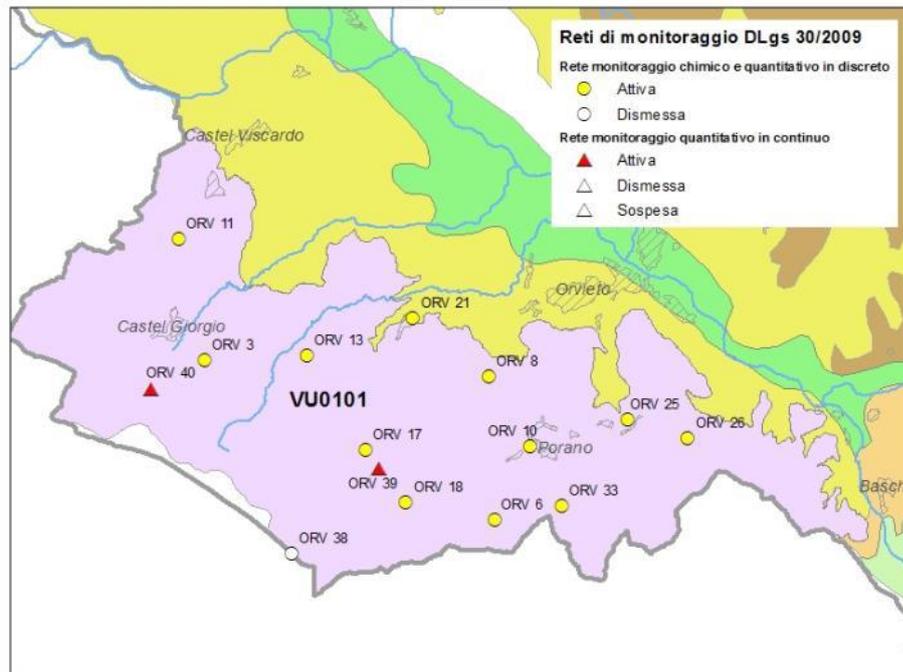
In questo paragrafo si descrive l'attività di monitoraggio della Regione Umbria. Tale attività di controllo e monitoraggio dei corpi idrici sotterranei della Regione Umbria, promossa e condotta dall'ARPA Umbria (Progetto Interregionale sorveglianza e monitoraggio quali – quantitativo acque sotterranee “PRISMAS” – Sottoprogetto Regione Umbria 2000 / Monografia 2, Caratteristiche dei corpi idrici sotterranei - 2005) comprende anche alcuni punti di monitoraggio dell'acquifero vulcanico nella zona di Castel Giorgio – Castel Viscardo. In particolare questi consistono (vedi Fig.5) di 3 punti (ORV3- ORV11-ORV13) di controllo chimico discontinuo e di un punto (ORV40) di monitoraggio continuo.

Nei punti di monitoraggio discontinuo (pozzi ORV3-ORV11-ORV13 di *Figura 5.5.1a*) vengono eseguite le seguenti determinazioni ed analisi (oltre al contenuto in Al):

1. Parametri di campo: temperatura, pH, ossigeno disciolto, conducibilità elettrica specifica a 25°, ione bicarbonato, potenziale redox;
2. Ioni maggiori: calcio, magnesio, sodio, potassio, cloruri, solfati, fosfati, ammoniaca, nitrati, nitriti, ferro, manganese ed il TOC;
3. Ioni minori: rame, stronzio, piombo, cromo, zinco, nichel, arsenico, mercurio, cadmio, fluoruri, bromuri;
4. Composti organici: fenoli, idrocarburi, composti organo-alogenati volatili (VOC), IPA;
5. Pesticidi: erbicidi, fungicidi, insetticidi, fitoregolatori.

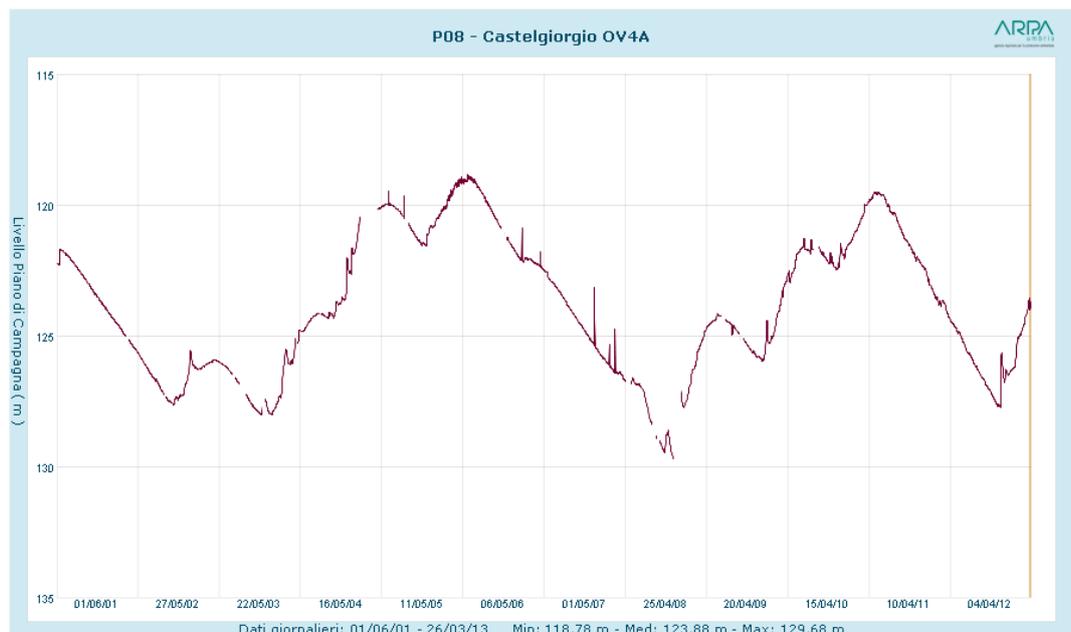
I pacchetti 3 e 4 sono connessi all'uso agricolo/industriale urbano del suolo con analisi impostate selettivamente; nel primo anno di attivazione del monitoraggio si è previsto uno screening globale da ripetersi 2 volte (fasi di morbida e magra), successivamente l'analisi è divenuta annuale in modo selettivo. Il pacchetto 5 è dipendente dall'uso agricolo/zootecnico del suolo ed è impostato come i pacchetti 3 e 4.

Figura 5.5.1a Rete di Monitoraggio degli Acquiferi Sotterranei nella Zona dell'Orvietano, ARPA-Umbria



Il monitoraggio continuo del punto ORV 40 (denominato anche OV4A-P08) consiste in un piezometro che è stato installato in un pozzo dal 2001. La Figura 5.5.1b mostra le variazioni piezometriche registrate in questo pozzo dal 2001 al 2013.

Figura 5.5.1b Andamento Grafico del Livello di Falda nel Pozzo ORV 40 dal 2001 al 2013. (ARPA- Umbria)



5.5.2

Monitoraggio di INGV

Si prevede inoltre che un ente pubblico (INGV) effettui un ulteriore monitoraggio delle acque di falda.

Il monitoraggio proposto implica l'utilizzazione di due (P1 e P14) dei quattro pozzetti di prelievo perforati a margine delle postazioni di sonda. Essi costituiscono quindi un'opportunità per una facile campionatura delle acque di falda e accertare che anche nel tempo non si abbia alcuna forma di contaminazione.

Poiché il monitoraggio ha l'obiettivo di verificare eventuali fenomeni di inquinamento tra l'acquifero superficiale e quello 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 due pozzetti indicati verrà quindi eseguito il monitoraggio delle seguenti sostanze:

- Boro totale;
- Cloruri;
- Solfati.

All'atto del campionamento saranno inoltre misurati:

- pH;
- temperatura;
- conducibilità.

Per quanto attiene la periodicità dei campionamenti, si prevede che siano eseguiti prima dell'inizio delle perforazioni per individuare "il bianco" e successivamente ogni sei mesi sempre nello stesso periodo temporale per assicurare una similitudine di condizioni di falda, preferibilmente in coincidenza con uno degli interventi per il monitoraggio delle emissioni di gas dal suolo nell'intorno dei pozzi ad opera di INGV, l'Istituto che è già stato coinvolto ed è ancora previsto di impegnare nel monitoraggio dei gas dal terreno.

Dal momento che l'INGV ha già l'incarico di eseguire il monitoraggio delle emissioni di gas dal suolo, lo stesso ente pubblico di ricerca potrà essere incaricato di effettuare i campionamenti di acqua dai pozzetti e le relative analisi chimiche previo accordo con enti di controllo competenti.

Le modalità di prelievo del campione di acqua in pozzo potranno prevedere di calare il raccoglitore per la raccolta del campione con cavo e arganetto, oppure pompare direttamente acqua dal pozzo in presenza di pompa sommersa installata nello stesso.

Tenuto conto che le attività di prelievo dei campioni di acqua avverranno in un cantiere “minerario”, quindi nel rispetto del D.Lgs. 624/96, del DPR 128/59 e del D.Lgs. 81/2008, le operazioni saranno realizzate nel rispetto delle procedure autorizzative previste dalle norme di Polizia Mineraria.

Il campionamento periodico di acqua dalle falde sospese non è ritenuto fattibile. Infatti, come descritto dettagliatamente al *Paragrafo 7.1* dell'*Allegato 2* del *Progetto Definitivo*, la struttura dei pozzetti idrici è concepita per avere il totale isolamento delle falde sospese che sono spesso caratterizzate da un contenuto di ioni di alluminio e altri elementi tanto alto da renderle difficilmente utilizzabili. Il progetto pertanto non prevede prelievi di acqua da queste falde, peraltro scarsamente produttive.



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ALBERTI A., BERTINI M., DEL BONO G.L., NAPPI G. & SALVATI L. (1970) – Note illustrative della carta geologica d'Italia, F.136 "Tuscania". Serv. Geol. It.

AVRAHAMI M. & GOLDING R.M. (1968) – The Oxidation of the Sulphide Ion at Very Low Concentrations in Aqueous Solutions. Journal Chemical Society (A),647.

BALDI P., DECANDIA F.A., LAZZAROTTO A. & CALAMAI A. (1974) – Studio geologico del substrato della copertura vulcanica laziale nella zona dei laghi di Bolsena, Vico e Bracciano. Mem.Soc.Geol.It., 13, 575-606.

BARBERI F., INNOCENTI F., LANDI P., ROSSI U., SAITTA M., SANTACROCE R. & VILLA I.M. (1984) – The evolution of Latera caldera (central Italy) in the light of subsurface data. Bull. Volc., 47(1), 125-141.

BARBERI F., BUONASORTE G., CIONI R., FIORDALISI A., FORESI L., IACCARINO S.,LAURENZI M. A., SBRANA A., VERNIA L.& VILLA I.M., (1994) - Plio-Pleistocene geological evolution of the geothermal area of Tuscany and Latium. Mem. Descr. Carta Geol. It., 49, 77-134.

BARBERI F., CARAPEZZA M. L., RANALDI M., RICCI T., TARCHINI L. (2010) - Carbon Dioxide Diffuse Soil Degassing: A Precious Tool For Identifying Productive Geothermal Reservoirs. COV6 (Cities on Volcanoes 6) , Puerto de la Cruz, Tenerife (Canary Island, Spain), from May 31 to June 4, 2010.

BARELLI A., CELATI R. & MANETTI G. (1976) – Gas water interface rise during early exploration tests in Alfina geothermal field (Northern Latium, Italy). Simp.Ital. sobre En. Geot. En America Latina, Guatemala.

BATINI F., CAMELI G.M., CARABELLI E. & FIORDELISI A. (1980) – Seismic Monitoring in Italian Geothermal Areas : Il Seismic Activity in the Geothermal Fields During Exploration. Second DOE-Enel Workshop for cooperative research in Geothermal Energy, Berkeley (California).

BENCINI A., DUCHI V. & MARTINI N. (1977) - Geochemistry of thermal springs of Tuscany. Chemical Geology, 19 229-252.

BOCCALETTI M. & SAGRI M. (1965) – Strutture caotiche dell'Appennino. 1)Età, assetto e giacitura del complesso argilloso-calcareo affiorante nella parte occidentale del F° 129 "S.Fiora". Boll.Soc.Geol.It., 83 (4), 1964, 461-523.

BOCCALETTI M., COLI M., DECANDIA F.A., GIANNINI E. & LAZZAROTTO A. (1981) – Evoluzione dell'Appennino Settentrionale secondo un nuovo modello strutturale. Mem. Soc. Geol. It., 21, 1980, 359-373.

BODVARSSON (1972) - Thermal Problems in the siting of reinjection Wells. Geothermics Vol1 N°2.

BURGASSI P.D., CERON., FERRARA G.C., SESTINI G. & TORO B. (1970) – Geothermal gradient and heat flow in the radicefani region (East of Mt. Amiata, Italy). Geothermics, special issue 2, Pisa.

BUONASORTE G., CATALDI R., CECCARELLI A., COSTANTINI A., D'OFFIZZI S., LAZZAROTTO A., RIDOLFI A., BALDI P., BARELLI A., BERTINI G., BERTRAMI R., CALAMAI A., CAMELI G., CORSI R., DACQUINO C., FIORDELISI A., GHEZZO A. & LOVARI F., (1988) – Ricerca ed esplorazione nell'area geotermica di Torre Alfina (Lazio Umbria). Boll. Soc. Geol. It. 107, 265-337.

BUONASORTE G., ENRICO P. & ADOLFO F. (1991) – The Alfina 15 well: deep geological data from northern Latium (Torre Alfina geothermal area). Bll. Soc. Geol. It., 110, 823-831.

CALAMAI A., CATALDI R., SQUARCI P. & TAFFI L. (1970) – Geology, Geophysics and Hydrogeology of the Monte Amiata geothermal fields. Geothermics, special issue 1, Pisa.

CAMELI ET AL., 1988, Carta Geofisica di sintesi in Buonasorte et al., (1988). CARAPEZZA M.L., DE SIMONE G., GATTUSO A., RANALDI M., RICCI T., TARCHINI L., (2011) - Studio del flusso diffuso di CO₂ e H₂S nell'area geotermica di Torre Alfina-Castel Giorgio (Lazio e Umbria). Rapporto finale della Convenzione di ricerca tra ITW-Geotermia Italia e INGV.

CATALDI R. & RENDINA M., (1973) - Recent Discovery of a New Geothermal Field in Italy: Aifina. Geothermics, Vol, 2 n°2-4, 106-116.

CHIODINI G., BALDINI A., BARBERI F., CARAPEZZA M. L., CARDELLINI C., FRONDINI F., GRANIERI D., AND RANALDI M., (2007) - Carbon dioxide degassing at Latera caldera (Italy): Evidence of geothermal reservoir and evaluation of its potential Energy. Journal of Geophysical research, VOL. 112, B12204, doi:10.1029/2006JB004896.

CORSI R., (1986) – Scaling and Corrosion in geothermal equipment: problems and preventive measurements. Geothermics, 15/5.

CORSI R. (1987) – Engineering aspect of CaCO₃ and SiO₂ scaling. NATO course on "Geothermal Reservoir Engineering", Antalya, Turkey, July. 1987.

CORSI R., CULVICCHI G., SABATELLI F. (1985) – Laboratory and field testing of calcium carbonate scale inhibitors. Symposium on Geothermal Energy, Hawaii, August 1985.

COSTANTINI A., LAZZAROTTO A. & MICHELUCCHINI M. (1978)- Le formazioni liguri nell'area a sud del Monte Cetona (Toscana Meridionale). Atti Soc. Tosc. Sc.Nat., ser. A, 84, 25-60. Carta Geol.

DALLAN NARDI L., PIERETTI & RENDINA M. (1979) – Stratigrafia dei terreni perforati dai sondaggi ENEL nell'area geotermica di Torre Alfina. Boll.Soc. Geol. It., 96, 1977, 403-422.

DECANDIA F.A., GIANNINI E. & LAZZAROTTO A. (1981)- Evoluzione paleogeografica del margine appenninico nella Toscana a Sud dell'Arno. Mem. Soc. Geol. It., 21, 1980, 375-383.

FANCELLI R. & NUTI S. (1975) – Studio sulle acque termali e minerali della parte orientale della provincia di Siena. Boll. Soc. Geol. It., 94, 135-155.

FERRARA G. & STEFANI G. (1976) – CO₂ distribution in the atmosphere and Noise Survey after blow-out in Alfina 1 Well, Northern Latium, Italy. Simposio International Sobre Energia geotermica en America Latina – Città del Guatemala, 16-23 Ottobre, 803-821.

FOURNIER. R.O. (1973) The solubilità of amorphous silica in water at high temperature and high pressures. American Mineralogist, vol 62, Pag 1052-1056.

GIAQUINTO S., MARCHETTI G. & MATTIOLI B. (1982) – Caratteri idrogeologici del bacino del F. Paglia (Umbria – Toscana). In: Bacino del F. Paglia (Umbria – Toscana). Studi strutturali idrogeologici e geochimici. CNR P.F.E., Sottoprogetto Energia geotermica. RF-16.

GUNNARSON, S. ARNOSSON. (July 2000) Amorphous silica solubilità and Thermodynamic Properties of H₄SiO₄ in the range of 0-350°C at Psat. Geochimica et Cosmochimica Acta Vol 64,13.

HOLM P.M. & LOU S. (1982) – Mineral chemistry of perpotassic lavas of the Vulsinian District, Roman province. Mineral Mag., 47.

HOLM P.M., LOU S. & NIELSEN A. (1982) – The geochemistry and petrogenesis of the lavas of the Vulsinian district, Roman Province, Central Italy. Contrib. Mineral. Petrol. 89, 367-378.

PACES T. (1975) – A systematic deviation from Na-K-Ca geothermometer below 75°C and above 10⁴ atm P_{CO₂}. Geochimica et Cosmochimica Acta, 39, 541-544.

PANICHI C., D'AMORE F., FANCELLI R., NOTO P. & NUTI S. (1977) – Geochemical Survey of the Siena Province. Interpretation. Seminar on Geothermal Energy, Bruxel EUR 5920, 2, 481-503.

PASSERI L. & PIALLI G. (1973) – L'ambiente di sedimentazione dei calcari a Rhaetavicola contorta dell'Umbria occidentale e del Monte Cetona. Geologica Romana, 12, 177-203.

PASSERINI P. (1965) – Il Monte Cetona (Provincia di Siena). Boll. Soc. Geol. It. 83 (4), 1961, 219-338.

VAREKAMP J. C. (1979) – Geology and Petrology of the Vulsini Volcanic Area (Lazio, Italy). Geol. Ultravioleta, n° 22, 1-384.

VAREKAMP J. C. (1980) – The geology of the Vulsinian area. Lazio, Italy. Bull. Volcanol., 43, 487-503.