



**IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO  
"CASA DEL CORTO"**

**Studio di Impatto Ambientale**

*Preparato per:*  
**Svolta Geotermica S.r.l.**

**SVOLTA GEOTERMICA SRL**  
Via dell'Industria, 8  
24126 BERGAMO  
C.F. e P.IVA 07326720724

Dicembre 2015

*Codice Progetto:*  
P15\_CAE\_010

Revisione: 0

**STEAM**  
**Sistemi Energetici Ambientali**  
Via Ponte a Piglieri, 8  
I - 56122 Pisa  
Telefono +39 050 9711664  
Fax +39 050 3136505  
Email : info@steam-group.net



**STEAM**

**Svolta Geotermica S.r.l.**

**IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO  
"CASA DEL CORTO"**

**Studio di Impatto Ambientale**




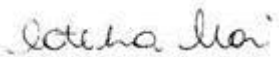


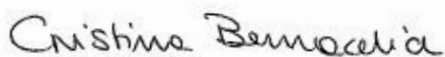

---

Ing. Omar Marco Retini  
*Responsabile dello Studio di  
Impatto Ambientale*

Progetto	Rev	Preparato da	Rivisto da	Approvato da	Data
P15_CAE_010	0	CBE, LGG, CMO, APN, LMA, LGG	CMO	OMR	Dicembre 2015

Lo Studio di Impatto Ambientale è stato sviluppato dal gruppo di lavoro riportato di seguito di cui l'Ing. Omar Retini è stato il coordinatore.

### GRUPPO DI LAVORO

Consulente	Attività	Firma
Dr. Ing. Omar Retini	Direzione e coordinamento dello sviluppo e della gestione dello SIA.	
Caterina Mori	Redazione del quadro di riferimento progettuale. Caratterizzazione e stima degli impatti per le componenti traffico e radiazioni non ionizzanti.	
Dr. Scienze Ambientali Lorenzo Magni	Valutazione di Impatto Acustico.	
Dr.ssa Scienze Ambientali Lara Gallo	Caratterizzazione e stima degli impatti per le componenti aria, vegetazione flora fauna e ecosistemi.	
Dr.ssa Urbanistica e Pianificazione Territoriale e Ambientale Cristina Bernacchia	Analisi dei piani e dei programmi nell'ambito del Quadro di Riferimento Programmatico. Caratterizzazione e stima degli impatti per le componenti paesaggio, salute pubblica e radiazioni non ionizzanti. Elaborati cartografici. Relazione Paesaggistica. Screening di Incidenza.	
Dr.ssa Geologiche Laura Gagliardi	Analisi dei piani e dei programmi nell'ambito del Quadro di Riferimento Programmatico. Caratterizzazione e stima degli impatti per le componenti suolo e sottosuolo e ambiente idrico. Elaborati cartografici. Piano Utilizzo Terre.	

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
1.1	<i>MOTIVAZIONI E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO</i>	2
1.2	<i>ITER AUTORIZZATIVO</i>	3
1.3	<i>STRUTTURA DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</i>	5
<b>2</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO</b>	<b>7</b>
2.1	<i>PIANIFICAZIONE ENERGETICA</i>	7
2.1.1	<i>Strumenti Nazionali ed Internazionali di Pianificazione Energetica</i>	7
2.1.1	<i>Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER)</i>	9
2.1.2	<i>Piano Energetico Provinciale (PEP) di Siena</i>	11
2.2	<i>PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PAESAGGISTICA</i>	12
2.2.1	<i>Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico della Regione Toscana</i>	12
2.2.2	<i>Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Siena</i>	17
2.3	<i>PIANIFICAZIONE LOCALE</i>	24
2.3.1	<i>Piano Regolatore del Comune di Piancastagnaio</i>	24
2.3.2	<i>Piano Strutturale del Comune di Piancastagnaio</i>	27
2.4	<i>PIANIFICAZIONE SETTORIALE</i>	29
2.4.1	<i>Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere (PAI)</i>	29
2.4.2	<i>Piano Regionale di Tutela delle Acque</i>	32
2.4.3	<i>Aree appartenenti a Rete Natura 2000 ed Aree Naturali Protette</i>	33
2.5	<i>CONCLUSIONI</i>	36
<b>3</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE</b>	<b>39</b>
3.1	<i>IL MODELLO GEOTERMICO DI RIFERIMENTO</i>	39
3.1.1	<i>Caratteristiche produttive del campo geotermico</i>	40
3.1.2	<i>Caratteristiche chimiche del fluido e capacità incrostanti</i>	40
3.1.3	<i>Scelta del numero e dell'ubicazione dei pozzi</i>	41
3.2	<i>ANALISI DELLE ALTERNATIVE E UBICAZIONE DEL PROGETTO</i>	42
3.2.1	<i>Alternativa zero</i>	42
3.2.2	<i>Criteri di scelta</i>	42
3.2.3	<i>Scelta finale</i>	43
3.3	<i>PROGETTO DELLE POSTAZIONI DI PERFORAZIONE</i>	44
3.3.1	<i>Criteri progettuali</i>	44
3.3.2	<i>Aspetti funzionali della postazione di sonda</i>	46
3.3.3	<i>Bilancio scavi riporti relativo alla postazione di perforazione</i>	49
3.3.4	<i>Approvvigionamento idrico per la fase di perforazione</i>	50
3.4	<i>PROGETTO DEI POZZI</i>	54
3.4.1	<i>Pozzi produttivi e reiniettivi</i>	54
3.4.2	<i>Caratteristiche tecnico-costruttive dei pozzi</i>	57
3.4.3	<i>Caratteristiche dell'impianto di perforazione</i>	60
3.4.4	<i>Descrizione delle operazioni di perforazione</i>	62
3.4.5	<i>Tecnologia di perforazione</i>	64
3.4.6	<i>Uso di risorse relative al progetto della postazione ed al progetto dei pozzi</i>	69
3.4.7	<i>Interferenze con l'ambiente per la fase di perforazione</i>	71

3.4.8	<i>Tempi di realizzazione delle postazioni di perforazione</i>	75
3.4.9	<i>Caratterizzazione produttiva dei pozzi</i>	75
3.4.10	<i>Completamento dei pozzi e ripristino della postazione</i>	77
3.5	<b>LA CENTRALE DI PRODUZIONE</b>	79
3.5.1	<i>Criteri generali di progettazione</i>	79
3.5.2	<i>Descrizione del progetto dell'impianto Pilota</i>	81
3.5.3	<i>Collegamento elettrico dell'impianto Pilota Geotermico: Elettrodotta MT aereo di collegamento alla Rete di Enel Distribuzione</i>	92
3.5.4	<i>Bilancio Energetico</i>	97
3.5.5	<i>Uso di risorse</i>	97
3.5.6	<i>Interferenze con l'ambiente</i>	98
3.5.7	<i>Fase di costruzione: tempi e modi di realizzazione dell'Impianto ORC</i>	100
3.5.8	<i>Analisi dei malfunzionamenti e dei rischi</i>	104
3.5.9	<i>Remissioni in pristino delle aree al termine dei lavori</i>	108
3.6	<b>OPERE DI MITIGAZIONE</b>	108
4	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE</b>	110
4.1	<i>DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO E DEI FATTORI E COMPONENTI AMBIENTALI INTERESSATI DAL PROGETTO</i>	110
4.2	<i>STATO ATTUALE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI</i>	112
4.2.1	<i>Atmosfera e qualità dell'aria</i>	112
4.2.2	<i>Ambiente idrico superficiale e sotterraneo</i>	117
4.2.3	<i>Suolo e Sottosuolo</i>	122
4.2.4	<i>Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi</i>	129
4.2.5	<i>Rumore</i>	136
4.2.6	<i>Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti</i>	136
4.2.7	<i>Salute pubblica</i>	137
4.2.8	<i>Paesaggio</i>	139
4.3	<i>STIMA DEGLI IMPATTI</i>	139
4.3.1	<i>Atmosfera e qualità dell'aria</i>	139
4.3.2	<i>Ambiente idrico superficiale e sotterraneo</i>	150
4.3.3	<i>Suolo e sottosuolo</i>	155
4.3.4	<i>Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi</i>	160
4.3.5	<i>Rumore</i>	166
4.3.6	<i>Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti</i>	166
4.3.7	<i>Salute Pubblica</i>	167
4.3.8	<i>Paesaggio</i>	168
4.3.9	<i>Traffico e viabilità</i>	168
5	<b>MONITORAGGIO</b>	171
5.1	<i>CONTROLLO MICROSISMICO</i>	171
5.2	<i>CONTROLLO DELLA SUBSIDENZA</i>	173
5.3	<i>MONITORAGGIO SPESSORE E INTEGRITÀ DELLE TUBAZIONI</i>	174
5.4	<i>MONITORAGGIO ACUSTICO</i>	174
	<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</b>	175

## **FIGURE**

***Fig.1a - Localizzazione Impianto Pilota Geotermico Casa del Corto e relative Opere Connesse con Identificazione Permesso di Ricerca***

***Fig.2.3.2.1a - Estratto della Tavola PS 1 "Vincoli Paesaggistici e ambientali" - PS Comune Piancastagnaio***

***Fig.2.3.2.1b - Estratto Tavola PS 3 "Statuto del territorio. Insediamenti e Sistema della produzione" - PS Comune Piancastagnaio***

***Fig.2.4.1.1a - Aree soggette a dissesto idrogeologico - PAI e PAI - Primo Aggiornamento AdB Tevere***

***Fig.3.3.1a - Planimetria della Postazione CC 1 in Fase di Perforazione***

***Fig.3.3.1b - Planimetria della Postazione CC 2 in Fase di Perforazione***

***Fig.3.4.8a - Cronoprogramma***

***Fig.3.4.10.1a - Planimetria della Centrale ORC e della Postazione CC 1 (in fase di esercizio)***

***Fig.3.4.10.1b - Planimetria della Postazione CC 2 (in fase di esercizio)***

## **ALLEGATI**

***Allegato A Valutazione di Impatto Acustico***

***Allegato B Relazione Paesaggistica***

***Allegato C Valutazione delle Emissioni Polverulente durante la Fase di Cantiere***

***Allegato D Screening di Incidenza Ambientale***

***Allegato E Piano Utilizzo Terre***

## INTRODUZIONE

Il presente Studio di Impatto Ambientale (nel seguito SIA) riguarda il progetto dell'Impianto Pilota geotermico denominato "Casa del Corto", predisposto in accordo all'art.9 del D.Lgs. n.28 del 03/03/2011, che la società Svolta Geotermica S.r.l. intende realizzare nel territorio comunale di Piancastagnaio, in Provincia di Siena.

Il progetto rientra nelle tipologie elencate nell'Allegato II alla Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., al punto 7-quater denominato "Impianti geotermici pilota di cui all'articolo 1, comma 3-bis, del decreto legislativo 11 febbraio 2010, n. 22, e successive modificazioni" e pertanto è sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale di competenza statale.

La localizzazione dell'Impianto Pilota e relative opere connesse è mostrata in Figura 1a.

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 a medio-alta entalpia. I fluidi geotermici, una volta utilizzati nell'impianto pilota per la produzione di energia elettrica ed eventualmente per la cessione di calore per usi civili, industriali ed agricoli, verranno reiniettati nelle formazioni di provenienza.

L'impianto sarà costituito da:

- n.3 pozzi di produzione del fluido geotermico, ospitati in una singola postazione denominata CC 1;
- tubazioni di trasporto del fluido geotermico, interrate;
- centrale di produzione elettrica del tipo Organic Rankine Cycle (ORC);
- n.3 pozzi di reiniezione del fluido geotermico, ospitati in una singola postazione denominata CC 2.

L'Impianto Pilota in oggetto fa parte del Permesso di Ricerca per risorse geotermiche finalizzato alla sperimentazione di impianti pilota, denominato "Casa del Corto". Il Programma Lavori associato al Permesso di ricerca ha ottenuto parere favorevole dal CIRM/MSE nella seduta del 27/11/2014<sup>1</sup>.

In Figura 1a si riporta anche la perimetrazione del Permesso di Ricerca, ricadente nel territorio della Provincia di Siena, in particolare nei comuni di Piancastagnaio, San Casciano dei Bagni e in minima parte Abbadia San Salvatore.

<sup>1</sup> Per dettagli riguardo all'iter di approvazione da parte di CIRM/MISE del Progetto di Ricerca e del Programma Lavori relativi al Permesso di Ricerca "Casa del Corto" si faccia riferimento alla Relazione di Progetto Definitivo.



L'energia elettrica prodotta nell'Impianto ORC sarà immessa nella rete di Enel Distribuzione tramite una nuova linea aerea in Media Tensione, di circa 5,3 km, che partirà dal generatore presente nell'impianto ed arriverà alla cabina di consegna di Enel Distribuzione posta nell'area industriale in prossimità della Centrale Geotermoelettrica Enel esistente denominata PC2. La linea elettrica interesserà esclusivamente il Comune di Piancastagnaio (SI).

## 1.1

### **MOTIVAZIONI E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO**

L'impianto Pilota Casa del Corto è stato predisposto in accordo al D.Lgs. n.28 del 03/03/2011.

Come esposto precedentemente il progetto proposto prevede la realizzazione di n.3 pozzi produttivi, perforati in una singola postazione (CC 1), e n.3 pozzi reiniettivi, perforati in una seconda postazione (CC 2). La profondità verticale attesa di fondo pozzo è di 2.000 m da p.c. e la temperatura stimata tra 170°C e 200°C. Nella predisposizione del Progetto Definitivo è stata assunta una temperatura media di serbatoio pari a 180°C.

Con questa nuova configurazione sarà possibile prelevare una portata di circa 460 t/h e, grazie al migliore rendimento della macchina ORC (dovuto ad una temperatura maggiore del fluido geotermico ed un'ottimizzazione del ciclo termodinamico), ricavare una potenza elettrica netta media annua immessa in rete di 5 MWe. I fluidi esausti, dopo lo scambio termico all'impianto pilota, verranno reiniettati nelle stesse formazioni geologiche di provenienza.

Nella seguente tabella sono sintetizzate le caratteristiche tecnico-progettuali dell'Impianto proposto.

**Tabella 1.1a** *Principali caratteristiche tecnico-progettuali dell'Impianto Pilota "Casa del Corto"*

CARATTERISTICHE TECNICHE-PROGETTUALI	
Potenza Elettrica Lorda	7,86 MWe
Potenza Elettrica Netta	5,0 MWe
Rendimento elettrico Lordo centrale ORC	14,80%
Ausiliari di centrale e pompe sommerse	2,86 MWe
Portata di Produzione	460 t/h
Temperatura di Produzione	180°C
Temperatura di Reiniezione	80°C
Produzione con pompa immersa e pressione di esercizio alla pressione di bolla degli incondensabili	60 bar a 180°C
Pozzi Produttivi	N°3
Portata di ciascun Pozzo Produttivo	150 t/h
Pozzi Reiniettivi	N°3
Distanza Media tra le zone di serbatoio Produttive e Reiniettive	1,2 km
Quota dell'impianto Pilota	320 m dal p.c.



CARATTERISTICHE TECNICHE-PROGETTUALI	
Quota della Postazione di Produzione	320 m dal p.c.
Quota della Postazione di Reiniezione	340 m dal p.c.
Profondità dei Pozzi verticali	2.000 m dal p.c.
Profondità verticale dei Pozzi deviati / Scostamento Orizzontale	2.000 m dal p.c./ 400-900 m
Tubazione di Reiniezione	1.500 m
Elettrodotto MT ipotizzato per la connessione alla rete elettrica esistente.	5,3 km

Il carattere sperimentale del progetto, per cui è stato classificato “pilota”, riguarda:

- l’assenza di emissioni con soluzioni progettuali innovative;
- la predisposizione per la produzione elettrica e di calore per usi civili, industriali e agricoli;
- utilizzo di pompe sommerse per l’estrazione del fluido geotermico e per prevenire la formazione delle incrostazioni da carbonato di calcio, che potrebbe complicare il funzionamento dell’impianto;
- gli aspetti di monitoraggio microsismico;
- l’effettiva durabilità della risorsa geotermica alle condizioni di sfruttamento previste.

In sintesi, la sperimentazione riguarderà lo sfruttamento di un fluido geotermico nel rispetto delle condizioni di sicurezza dell’impianto verso le persone e l’ambiente, a cominciare dall’assenza di emissioni.

Il progetto prevede la perforazione di pozzi i cui esiti potrebbero essere leggermente diversi da quelli ipotizzati; tuttavia le ipotesi che sono state utilizzate per i dimensionamenti sono da considerarsi “conservative”, nel senso che rappresentano la condizione ambientale più impattante.

Anche le valutazioni riportate nel presente Studio di Impatto Ambientale sono da ritenersi “conservative” perché riferite alla condizione progettuale ambientalmente più impattante.

## 1.2

### **ITER AUTORIZZATIVO**

Come anticipato sopra, il progetto rientra nelle tipologie elencate nell’Allegato II alla Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., al punto 7-quater denominato “Impianti geotermici pilota di cui all’articolo 1, comma 3-bis, del decreto legislativo 11 febbraio 2010, n. 22, e successive modificazioni” e pertanto è sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale di competenza statale.

Il progetto è altresì sottoposto a procedura di Autorizzazione Unica di competenza del Ministero dello Sviluppo Economico d’intesa con la Regione competente.

Come già esposto in introduzione, si fa presente che il Ministero dello Sviluppo Economico, attraverso il suo organo tecnico Comitato Idrocarburi e Ricerca



Mineraria (CIRM), si è espresso sulla validità tecnica del programma lavori associato al Permesso di ricerca “Casa del Corto”.

Dal punto di vista sostanziale il progetto in oggetto si presenta 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.

Il presente Studio di Impatto Ambientale si riferisce pertanto ad una soluzione progettuale definitiva che, in considerazione delle ipotesi assunte, dovrebbe essere inclusiva di eventuali variazioni che si potrebbero verificare a seguito della perforazione dei pozzi.

Di seguito sono richiamati alcuni degli 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 dal 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).


### **1.3**

## **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:

	PROGETTO	TITOLO	REV.	Pagina
	P15_CAE_010	SVOLTA GEOTERMICA: IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO “CASA DEL CORTO” STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	0	5

- 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 - Relazione Paesaggistica;
- Allegato C - Valutazione delle Emissioni Polverulente durante la Fase di Cantiere;
- Allegato D - Screening di Incidenza Ambientale;
- Allegato E – Piano Utilizzo Terre.

Il presente Capitolo riporta l'analisi dei piani e dei programmi vigenti nel territorio comunale di Piancastagnaio (SI), interessato dall'impianto pilota geotermico "Casa del Corto", con l'obiettivo di analizzare il grado di coerenza degli interventi proposti con le disposizioni e le linee strategiche degli strumenti considerati.

Come indicato precedentemente l'Impianto Pilota è costituito essenzialmente da:

- n.1 postazione di perforazione, denominata CC 1, in cui saranno realizzati n.3 pozzi di produzione del fluido geotermico;
- tubazioni di trasporto del fluido geotermico, interrato, di collegamento tra la postazione CC 1 e la centrale di produzione elettrica;
- centrale di produzione elettrica del tipo Organic Rankine Cycle (ORC);
- n.1 postazione di reiniezione, denominata CC 2, in cui saranno realizzati n.3 pozzi di reiniezione del fluido geotermico.

Per la connessione dell'impianto pilota alla rete Enel Distribuzione è prevista la realizzazione di un elettrodotto aereo in Media Tensione della lunghezza di circa 5,3 km (più due brevi tratti in cavo interrato di qualche decina di metri all'interno della Centrale di Piancastagnaio 2 e dell'ORC). I successivi paragrafi contengono pertanto anche la verifica della coerenza programmatica della linea elettrica in progetto.

### 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 eco tecnologie 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

L'impianto proposto prevede di ricavare energia elettrica dai fluidi presenti nel serbatoio geotermico e pertanto risulta pienamente coerente con gli obiettivi e le strategie dell'attuale politica energetica nazionale da attuare entro il 2020.

La rilevanza degli impianti per l'estrazione di energia geotermica di cui al Decreto Legislativo 11 febbraio 2010, n.22, come quello in progetto, nell'ambito delle strategie nazionali di sviluppo energetico è confermata dalla 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.38 ter), con cui tali impianti 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).



## 2.1.1

### *Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER)*

In attuazione del Programma regionale di sviluppo per il periodo 2011-2015 è stato approvato il Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER) della Toscana con Deliberazione del Consiglio Regionale n.10 dell'11/02/2015. Tale piano assorbe i contenuti del vecchio PIER (Piano Indirizzo Energetico Regionale), del PRAA (Piano Regionale di Azione Ambientale) e del Programma regionale per le Aree Protette.

Il PAER contiene interventi volti a tutelare e a valorizzare l'ambiente ma si inserisce in un contesto eco-sistemico integrato che impone particolare attenzione alle energie rinnovabili e al risparmio e recupero delle risorse. La finalità del Piano è strutturata in 4 obiettivi generali, che richiamano le quattro Aree del VI Programma di Azione dell'Unione Europea:

- contrastare i cambiamenti climatici e promuovere l'efficienza energetica e le energie rinnovabili;
- tutelare e valorizzare le risorse territoriali, la natura e la biodiversità;
- promuovere l'integrazione tra ambiente, salute e qualità della vita;
- promuovere un uso sostenibile delle risorse naturali.

In particolare il campo di azione del PAER si declina in due grandi aree tematiche, in coerenza con la programmazione comunitaria 2014-2020:


- sostenere la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio e contrastare i cambiamenti climatici attraverso la diffusione della green economy;
- promuovere l'adattamento al cambiamento climatico, la prevenzione e la gestione dei rischi.

In particolare tra gli strumenti per il conseguimento del primo dei due macro obiettivi, si prevedono i seguenti obiettivi specifici: "A1 Ridurre le emissioni di gas serra" e "A.3 Aumentare la percentuale di energia proveniente da fonti rinnovabili".

Per questi obiettivi specifici il target da raggiungere al 2020 è definito all'interno del decreto 15 marzo 2012, pubblicato in G.U. n. 78 del 2 aprile 2012 "Definizione e qualificazione degli obiettivi regionali in materia di fonti rinnovabili e definizione della modalità di gestione dei casi di mancato raggiungimento degli obiettivi da parte delle Regioni e delle province autonome (c.d. Burden Sharing)".

Tale decreto ripartisce tra le regioni l'obiettivo comunitario del 20% di consumo di rinnovabili sui consumi energetici stimati da conseguirsi al 2020 ed assegna alla Toscana un obiettivo target del 16,5% di consumo da rinnovabili termiche ed elettriche sul consumo energetico complessivo, considerata una percentuale del 6,2% all'anno iniziale di riferimento (2011).

La Toscana dovrà pertanto incrementare la produzione di energia elettrica e termica da rinnovabili giungendo ai seguenti valori:

	PROGETTO	TITOLO	REV.	Pagina
	P15_CAE_010	SVOLTA GEOTERMICA: IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO "CASA DEL CORTO" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	0	9

**Tabella 2.1.3a Obiettivi fonti rinnovabili Decreto “Burden Sharing” (ktep)**

	2011	2012	2014	2016	2018	2020
Toscana	602	894	1016	1155	1326	1554
Italia	7296	10862	12297	14004	16144	19010

Il Decreto Burden Sharing indica per il conseguimento di questo target generale una ripartizione, non vincolante, tra le diverse risorse rinnovabili.

Per quanto riguarda la Geotermia nella tabella sottostante vengono indicati gli obiettivi indicati dal decreto Burden Sharing rivisti dal PAER della Regione Toscana.

**Tabella 2.1.3b Obiettivi geotermia stabiliti decreto Burden Sharing e dalla Regione Toscana (ktep)**

Fonte	Produzione attuale (al 2011) Regione Toscana	Previsione Burden Sharing (al 2020) Regione Toscana	Situazione a oggi rispetto obiettivo Burden Sharing	Stima della Regione Toscana al 2020(1)	Differenza tra Ob Burden Sharing e stima Toscana
Geotermica	486	554,7	-68,7	631,13	76,43

(1) La Regione Toscana nelle sue previsioni ha considerato +15 MW dei tre permessi pilota + 40 MW Bagnore 4 + 20 MW Concessione Milia + 150 MW dai Permessi di Ricerca

Al 2011 in Toscana risultano operanti 33 impianti geotermici per la produzione di energia elettrica con una Potenza Efficiente Lorda installata pari a 772 MW che hanno prodotto, nello stesso anno 5.654,3 GWh di energia elettrica (486 ktep), dato all'incirca costante da 10 anni a questa parte.

Supponendo, per gli impianti geotermici 7000 ore equivalenti di funzionamento, per il raggiungimento dell'obiettivo di 6.450 GWh (circa 555 ktep) imposto dal Burden Sharing mancherebbe da installare 113,7 MW per produrre quei circa 69 ktep in più.

Nell'ambito dei progetti geotermici il PAER detta le seguenti linee guida:

- sviluppo di una coltivazione geotermica con tecnologie impiantistiche e pratiche gestionali altamente efficienti al fine di evitare o comunque contenere i possibili impatti ambientali;
- promozione dei progetti a “media entalpia” caratterizzati da ridotte dimensioni impiantistiche e contenuti impatti ambientali;
- sfruttamento sostenibile della risorsa geotermica sul territorio toscano.

## 2.1.1.1 Rapporti con il Progetto

Il progetto in esame, che prevede la realizzazione di un impianto pilota geotermico per la produzione di energia elettrica, risulta allineato alle previsioni di piano in quanto potrà contribuire al raggiungimento dei 70 MW aggiuntivi previsti dal Decreto Burden Sharing e dalla Regione Toscana al 2020 oltre ad essere un impianto pilota con tecnologia innovativa, caratterizzato da ridotte dimensioni impiantistiche e contenuti impatti ambientali. L'intervento in oggetto, impianto pilota



sperimentale, caratterizzato dall'assenza di emissioni in atmosfera e impatti sulle altre matrici ambientali del tutto contenuti, si allinea a quanto disposto dal Disciplinare di Piano che prevede un possibile sviluppo dell'impiantistica geotermoelettrica in Toscana (anche nel territorio dell'Amiata) in caso di interventi che assicurino impatti ambientali ridotti rispetto a quelli indotti dagli impianti esistenti.

Come anticipato nell'Introduzione, gli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili come quello in oggetto sono definiti dalla legislazione energetica nazionale e comunitaria come 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 in esame permetterebbe di evitare circa 19.360 tonnellate di CO<sub>2</sub> producendo 40.000 MWh/anno di energia "verde" da fonti rinnovabili piuttosto che da combustibile fossile: considerando infatti un valore caratteristico della produzione lorda totale pari a circa 0,484 kg di CO<sub>2</sub> (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione, fonte: Ministero dell'Ambiente) emessa per ogni kWh prodotto e una produttività dell'impianto di circa 40.000 MWh/anno, si può stimare che il quantitativo di emissioni di CO<sub>2</sub> evitate in seguito all'installazione sia pari a circa 19.360 tonnellate per ogni anno di funzionamento.

Si rileva altresì che il progetto proposto risulta coerente con gli obiettivi di promozione di progetti a media entalpia con dimensioni impiantistiche ed impatti ambientali contenuti, e di sfruttamento sostenibile della risorsa geotermica. L'impianto pilota è infatti predisposto per la cessione di calore a eventuali utenze future per usi civili, industriali ed agricoli, sia alla temperatura di reiniezione che a temperature maggiori.

## 2.1.2

### ***Piano Energetico Provinciale (PEP) di Siena***

Il Piano Energetico Provinciale di Siena è stato approvato con DCP n.146 del 20/12/2012.

Le Linee Guida per la revisione e l'aggiornamento del PEP adottato prevedono i seguenti obiettivi generali:

1. promozione dell'efficienza energetica;
2. sviluppo delle fonti di energia rinnovabile.

Il nuovo PEP si pone l'obiettivo strategico di attuazione del Progetto *Siena Carbon Free 2015* della Provincia di Siena che prevede il miglioramento continuo del saldo del bilancio provinciale delle emissioni di CO<sub>2</sub> fino al suo azzeramento nell'anno 2015.

Il PEP prevede le seguenti linee di azioni per raggiungere gli obiettivi fissati:

- Area di intervento 1 - Sviluppo delle fonti rinnovabili;
- Area di intervento 2 - Promozione degli usi razionali ed efficienti dell'energia nel settore civile privato e pubblico e nei sistemi urbani;



- Area di intervento 3 - Promozione degli usi razionali ed efficienti dell'energia nel settore produttivo;
- Area di intervento 4 - Promozione degli interventi per l'efficienza energetica e la riduzione delle emissioni climalteranti nel settore della mobilità e del trasporto merci;
- Area di intervento 5 - Informazione e formazione ed altre attività di comunicazione
- Area di intervento 6 - Normativa e semplificazione amministrativa;
- Area di intervento 7 - Promozione degli strumenti finanziari, programmi di incentivazione ed azioni di sostegno agli Enti Locali;
- Area di intervento 8 - Ricerca, innovazione e trasferimento tecnologico.

In particolare per l'area di intervento 1 è prevista anche l'azione 1.13 - Diffusione delle applicazioni per la geotermia a bassa e media entalpia che prevede l'incentivazione e la semplificazione amministrativa per la realizzazione di impianti di sfruttamento delle risorse geotermiche a media e bassa entalpia per la produzione di energia termica ed elettrica.

## 2.1.2.1 Rapporti con il Progetto

Con particolare riferimento all'area di sviluppo delle fonti rinnovabili, il progetto in esame risulta coerente con previsioni ed indirizzi del Piano Energetico Provinciale.

## 2.2 PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PAESAGGISTICA

### 2.2.1 Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico della Regione Toscana

Il Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico attualmente vigente è stato approvato dal Consiglio Regionale in data 27 marzo 2015 con Delibera n. 37.

Il PIT persegue tre "metaobiettivi":

- migliore conoscenza delle peculiarità identitarie che caratterizzano il territorio della regione Toscana, e del ruolo che i suoi paesaggi possono svolgere nelle politiche di sviluppo regionale;
- maggior consapevolezza che una più strutturata attenzione al paesaggio può portare alla costruzione di politiche maggiormente integrate ai diversi livelli di governo;
- rafforzamento del rapporto tra paesaggio e partecipazione, tra cura del paesaggio e cittadinanza attiva.

Il PIT è organizzato su due livelli, quello regionale e quello d'ambito. Le norme tecniche di attuazione sono contenute nel documento "Disciplina di Piano".

Il livello regionale a sua volta è articolato in una parte che riguarda l'intero territorio regionale, trattato in particolare attraverso il dispositivo delle "invarianti strutturali",



ed una parte che si occupa dei “beni paesaggistici” formalmente riconosciuti in quanto tali.

La lettura strutturale del territorio regionale e dei suoi paesaggi è basata sull’approfondimento e sull’interpretazione dei caratteri e delle relazioni che strutturano le seguenti quattro invarianti strutturali:

- i caratteri idrogeomorfologici dei sistemi morfogenetici e dei bacini idrografici;
- i caratteri ecosistemici del paesaggio;
- il carattere policentrico e reticolare dei sistemi insediativi, infrastrutturali e urbani;
- i caratteri identitari dei paesaggi rurali toscani.

Inoltre, il livello regionale, contiene alcuni approfondimenti quali “I paesaggi rurali storici della Toscana”, l’“Iconografia della Toscana: viaggio per immagini” e la “Visibilità e caratteri percettivi”.

Ai sensi del Codice dei Beni Culturali, il piano contiene la cosiddetta “vestizione”, ovvero la codificazione della descrizione, interpretazione e disciplina dei beni paesaggistici vincolati ai sensi di specifici decreti (art.136 D.Lgs. 42/2004 e sm.i.) o di legge (art.142 D.Lgs. 42/2004 e sm.i.), oltre che della cartografazione georeferenziata delle aree interessate da ciascun vincolo.

Il livello d’ambito individua e descrive 20 ambiti di paesaggio ciascuno dei quali ha caratteristiche storiche, culturali, sociali differenti. Il territorio del comune di Piancastagnaio, all’interno del quale è prevista la realizzazione dell’Impianto Pilota Geotermico, appartiene all’ambito paesaggistico n. 19 “Amiata”.

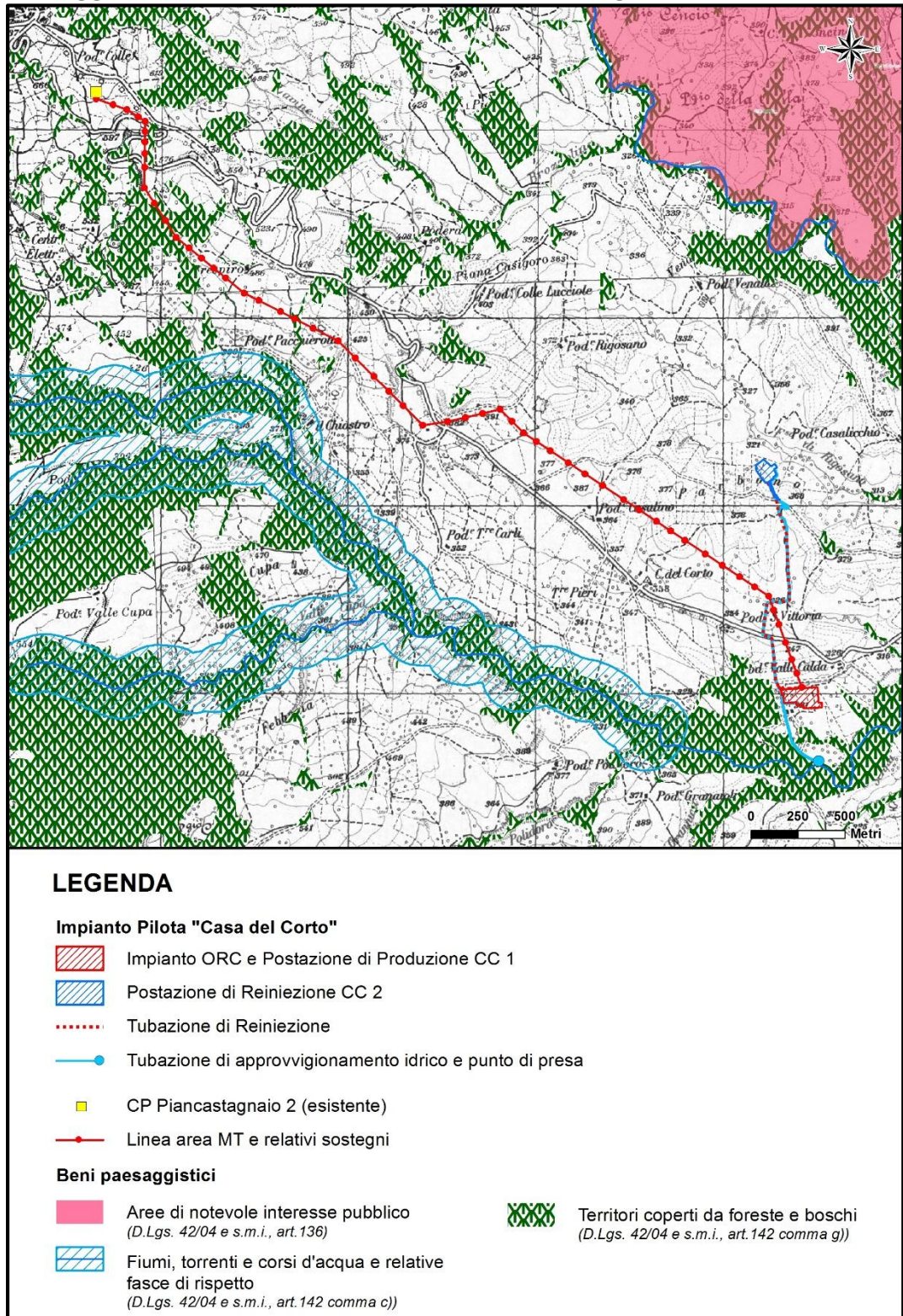
Per ogni ambito il piano individua una scheda dedicata che contiene, oltre che una descrizione interpretativa, l’individuazione delle invarianti strutturali, l’interpretazione di sintesi e la disciplina d’uso.

Il Piano, infine, contiene alcuni allegati di approfondimento tra i quali le “Linee guida per la riqualificazione paesaggistica dei tessuti urbanizzati della città contemporanea” e “Progetto di fruizione lenta del paesaggio regionale”.

## 2.2.1.1 Rapporti con il Progetto

In Figura 2.2.1.1a si riporta un estratto dei “beni paesaggistici” individuati nella “disciplina dei beni paesaggistici”.

**Figura 2.2.1.1a Estratto dei “beni paesaggistici” individuati nella “disciplina dei beni paesaggistici” – PIT Regione Toscana**



Dall'analisi della figura emerge che:

- l'Impianto ORC, la postazione di produzione CC 1 e la postazione di reiniezione CC 2 sono esterne ad aree soggette a tutela paesaggistica ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.;

- la tubazione di reiniezione, di collegamento tra l’Impianto ORC e la postazione di reiniezione CC 2, è esterna ad aree soggette a tutela paesaggistica ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.;
- un breve tratto della tubazione di approvvigionamento idrico (tubazione presente solo durante la fase di perforazione dei pozzi) presso il Torrente Senna ricade in un’area soggetta a tutela paesaggistica ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i., art.142, comma 1, lettera g);
- la viabilità di accesso alle postazioni, sia quella di nuova realizzazione che quella esistente da adeguare, non ricadono in aree soggette a tutela paesaggistica ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.;
- l’elettrodotto aereo MT, nel tratto iniziale a partire dalla cabina primaria Piancastagnaio 2, interessa con due sostegni due aree boscate soggette a tutela paesaggistica ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i., art.142, comma 1, lettera g).

In considerazione dell’interessamento di aree soggette a tutela paesaggistica ai sensi del D.Lgs.42/2004 e s.m.i. è stata predisposta la Relazione Paesaggistica riportata in Allegato B al presente SIA.

Proseguendo nell’analisi del PIT, tra gli elaborati di Livello Regionale, l’Abaco delle invariati strutturali” individua per il “morfotipo dei centri a corona del cono vulcanico Monte Amiata” alcune “indicazioni per le azioni” che prevedono la *“tutela dell’integrità morfologica dei centri montani e vallivi, dei nuclei, aggregati storici ed emergenze storiche e degli scenari da essi percepiti nonché delle visuali panoramiche che riguardano tali insediamenti, attraverso: [...] una progettazione razionale degli impianti e delle infrastrutture per la geotermia e per le telecomunicazioni che tenga conto degli elevati valori paesaggistici.”*

Si fa presente che l’impianto Pilota Geotermico “Casa del Corto” si inserisce nel Permesso di Ricerca “Casa del Corto”, che comprende un’area di circa 5,04 km<sup>2</sup>. L’ubicazione della postazione di produzione, della postazione di reiniezione, l’Impianto ORC e della linea elettrica aerea MT, è dettata, oltre che dalla presenza del serbatoio geotermico, anche dalla necessità del rispetto dei vincoli ambientali presenti e dall’esigenza di minimizzare l’impatto paesaggistico derivante dalla realizzazione delle strutture previste. Gli studi eseguiti nella Relazione Paesaggistica (Allegato B al presente SIA) hanno permesso di stimare un impatto sulla componente paesaggio *Medio*, dovuto sia alla bassa visibilità delle nuove opere, data dalla morfologia ondulata dei luoghi, sia dalla minima volumetria delle strutture impiantistiche previste. Per dettagli si rimanda alla Relazione Paesaggistica.

Tra gli indirizzi per le politiche della Scheda dell’Ambito “Amiata”, nelle aree riferibili al sistema della pianura e fondovalle non emergono indirizzi specifici per lo sfruttamento della risorsa geotermica.

Per quanto riguarda il sistema idrico è previsto che venga garantito *“il mantenimento del minimo deflusso vitale nei principali corsi fluviali, una riduzione delle captazioni idriche e una più razionale utilizzazione delle acque ad uso potabile, irriguo o industriale, al fine di assicurare la tutela degli importanti ecosistemi fluviali”*. Ai fini di garantire un corretto utilizzo della risorsa idrica tra gli

elaborati di progetto è stato predisposto l'Allegato 3A al Progetto "Calcolo del Deflusso Minimo Vitale del Torrente Senna" dal quale emerge che, sottraendo ai valori di portata il quantitativo massimo di prelievo previsto durante l'attività di perforazione (20 l/s), solo durante il mese di agosto, si hanno valori inferiori al DMV e, durante il mese di giugno, valori di poco superiori al DMV. Negli altri mesi la portata del torrente, al netto dei prelievi, non dovrebbe mai scendere al di sotto del DMV. A conclusione dello studio è dunque sconsigliato di effettuare il prelievo idrico per l'intero periodo estivo (da giugno a settembre).

La disciplina d'uso contenuta nella Scheda dell'Ambito "Amiata" è indirizzata agli enti territoriali ed ai soggetti pubblici, i quali provvedono ad adeguare i propri strumenti della pianificazione, atti del governo del territorio e piani di settore, ciascuno per propria competenza, alle direttive indicate. In particolare, le direttive correlate allo sfruttamento della risorsa geotermica, o comunque inerenti il progetto in esame, sono:

- riconoscere ambiti di rispetto a tutela percettiva dei centri e nuclei storici in cui vietare la realizzazione di nuovi impianti geotermici;
- limitare l'artificializzazione e la perdita di habitat conseguenti allo sfruttamento della risorsa geotermica, nonché conseguenti allo sviluppo di impianti eolici e fotovoltaici, nei versanti del Monte Amiata;
- negli interventi di rimodellamento, soggetti ad autorizzazione idrogeologica ed incidenti sull'assetto idrogeomorfologico, garantire, nel caso di modifiche sostanziali della maglia agraria, che le soluzioni funzionali individuate siano coerenti (per forma e dimensione) con il contesto paesaggistico prevedendo altresì adeguate dotazioni ecologiche in grado di migliorarne i livelli di permeabilità.

Per quanto riguarda il primo aspetto non sono stati rilevati ambiti di rispetto a tutela percettiva dei centri e nuclei storici individuati dagli strumenti di pianificazione sottordinata. Per dettagli circa la relazione percettiva tra il nucleo storico di Piancastagnaio ed il progetto in esame si rimanda alla Relazione Paesaggistica, che costituisce l'Allegato B al presente SIA.

Per quanto riguarda l'artificializzazione e la perdita di habitat conseguenti allo sfruttamento della risorsa geotermica si fa presente la realizzazione della postazione di produzione CC 1 e dell'impianto ORC, nonché della postazione di reiniezione CC 2, comporterà un'impermeabilizzazione minima e limitata a quella strettamente necessaria (al massimo 20% della superficie totale di progetto) ovvero le solette in c.a. a supporto delle strutture impiantistiche e le platee in c.a. sulle quali saranno ubicati i pozzi.

Il progetto inoltre consente di mantenere inalterata la struttura del paesaggio agrario circostante occupando un'area minima rispetto alla matrice paesistica di riferimento.

Dal punto di vista faunistico, si rileva che la presenza dell'impianto pilota 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 (per dettagli si rimanda al Paragrafo 4.3.4 che descrive gli impatti del progetto sulla componente Vegetazione Flora e Fauna). Inoltre le scelte progettuali mitigative e di inserimenti paesaggistico, che prevedono l'inserimento di elementi vegetazionali in linea con quelli preesistenti, consentono di minimizzare la perdita di habitat locali.

Si fa inoltre presente che per l'area su cui sarà realizzata la postazione di reiniezione CC 2 risulta necessaria una preventiva modellazione delle quote. Come descritto al Paragrafo 3.6 "Opere di Mitigazione" e come approfondito nella Relazione Paesaggistica, la modellazione del terreno e la scelta delle mitigazioni a verde sono state progettate in modo da ottenere sia una coerenza, per forma e dimensione, con il contesto paesaggistico di riferimento sia un'adeguata dotazione ecologica in grado di migliorarne i livelli di permeabilità.

La disciplina di piano non introduce particolari disposizioni per la realizzazione di Impianti Pilota per lo sfruttamento della risorsa geotermica.

Infine sono stati consultati gli Allegati del PIT dai quali non emergono specifici contenuti inerenti il progetto in esame.

In conclusione, dall'analisi del Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico, non emergono elementi ostativi alla realizzazione del progetto.

## 2.2.2

### ***Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Siena***

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Siena è stato approvato con D.C.P. n.124 del 14/12/2011 e pubblicato sul B.U.R.T. n.11 parte II del 14/03/2012.

Il piano è articolato in:

- Quadro conoscitivo, che contiene le informazioni sulla quantità, qualità e stato delle risorse;
- Statuto del Territorio, che contiene i sistemi territoriali e funzionali a cui è attribuito il ruolo di individuare la struttura del territorio, le invarianti strutturali, i criteri per l'utilizzazione delle risorse essenziali;
- Strategia, che individua gli obiettivi e gli indirizzi dello sviluppo territoriale.

Sia il quadro conoscitivo che lo statuto del territorio sono suddivisi in 4 aree tematiche che sono:

1. la sostenibilità ambientale;
2. il policentrismo insediativo e le infrastrutture;
3. la capacità produttiva;
4. il paesaggio.

Il Piano ha le capacità di disciplinare e promuovere le sovracomunalità. Esso contiene prescrizioni solo per quanto di competenza dell'Ente Provincia, e una serie di condizioni statutarie e di obiettivi strategici che danno, in modalità



incrociate, le sostenibilità delle azioni di governo sul territorio affidate agli altri Enti competenti.

Compito del PTCP è:

- articolare e localizzare gli interventi relativi al sistema infrastrutturale primario e alle opere di rilevanza nazionale e regionale;
- definire i criteri per la localizzazione e il dimensionamento di strutture e servizi di interesse provinciale e di aggregazione comunale;
- individuare gli stati di vulnerabilità, criticità e potenzialità delle risorse territoriali, naturali ed antropico-insediative, e dettare le relative tutele paesaggistico-ambientali;
- definire i bilanci delle risorse territoriali e ambientali, con specifica attenzione a quelle idriche ed energetiche, i criteri e i limiti del loro uso, stabilendo le condizioni e i limiti di sostenibilità territoriale e ambientale delle previsioni urbanistiche comunali;
- specificare ed articolare la disciplina delle dotazioni territoriali e infrastrutturali;
- coordinare l'attuazione delle previsioni degli strumenti di pianificazione e degli atti di governo, nel differente stato del loro processo di formazione, con la realizzazione delle infrastrutture, opere e servizi di rilievo sovracomunale.

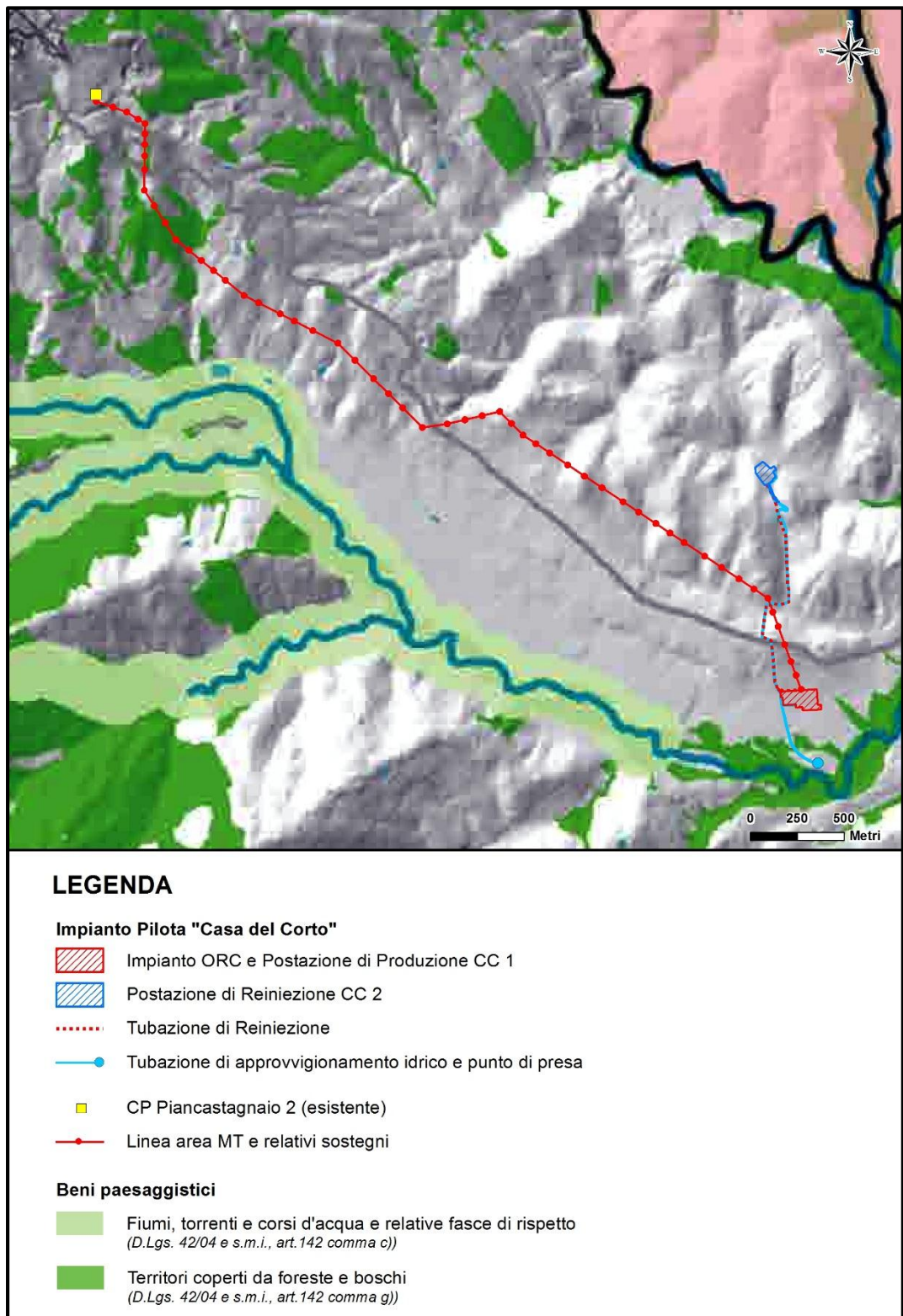
## 2.2.2.1 Rapporti con il Progetto

Sono stati consultati gli elaborati grafici allegati al Quadro Conoscitivo e allo Statuto del Piano al fine di valutare la coerenza del progetto in esame alle disposizioni normative vigenti.

In Figura 2.2.2.1a è riportato un estratto della Tavola QC PAES IV.3 “Beni Paesaggistici” in cui sono rappresentate le aree soggette a tutela paesaggistica ai sensi del D.Lgs.42/2004 e s.m.i..



Figura 2.2.2.1a Estratto della Tavola QC PAES IV.3 "Beni Paesaggistici" – Quadro Conoscitivo PTCP Siena



Dall'analisi della figura è possibile rilevare che:

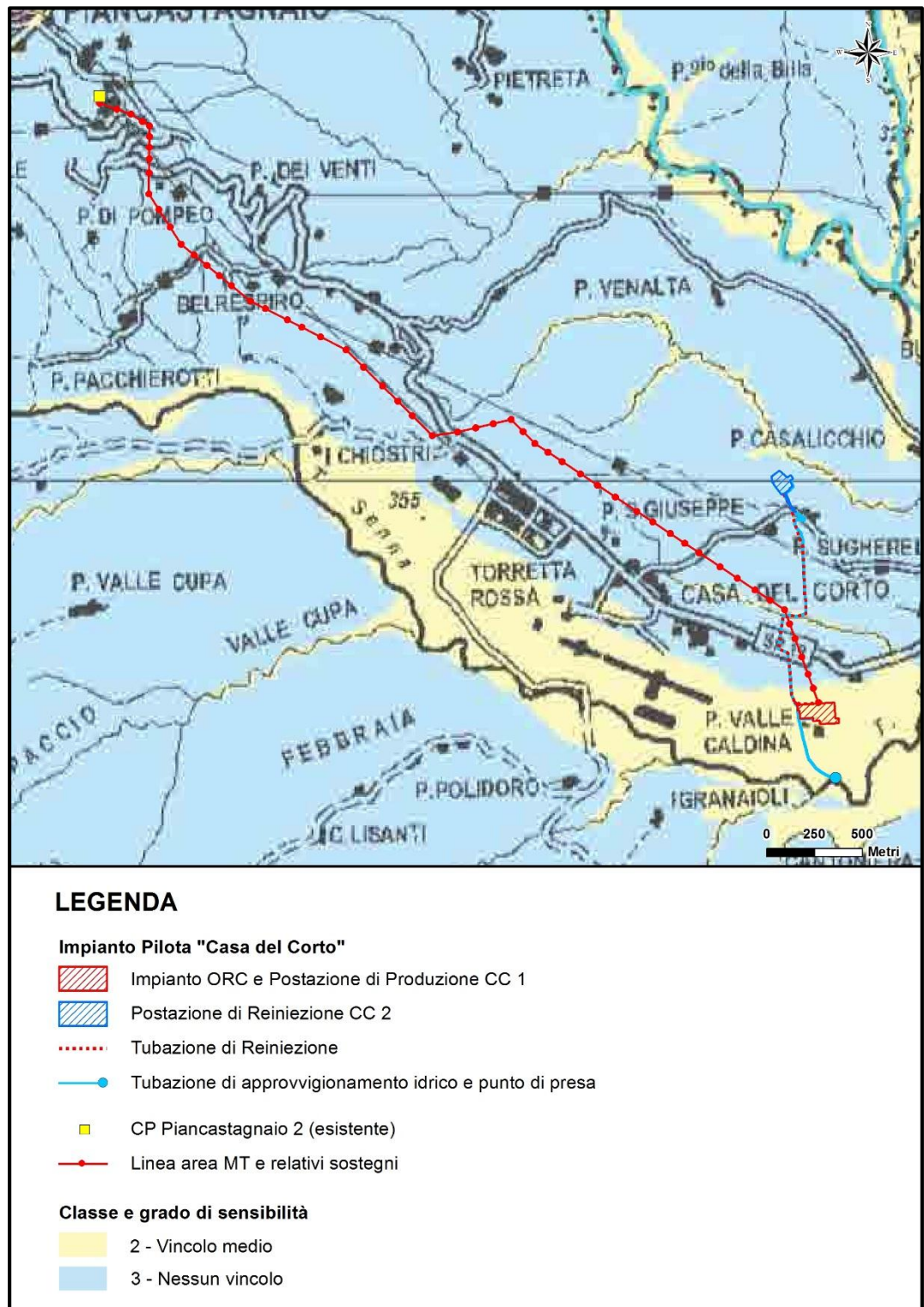
- l'Impianto ORC + postazione CC 1, la postazione di reiniezione CC 2 e relative viabilità d'accesso, il tracciato della tubazione di reiniezione e la quasi totalità della tubazione di approvvigionamento idrico compreso il punto in cui sarà

ubicata la motopompa non interferiscono con alcuna area soggetta a tutela paesaggistica ai sensi del D.Lgs.42/2004 e s.m.i.;

- un breve tratto della tubazione di approvvigionamento idrico dal Torrente Senna attraversa un'area boscata tutelata ai sensi dell'art.142 comma g) del D.Lgs.42/2004 e s.m.i.. In considerazione di tale interferenza, nonostante si tratti di un cavo di adduzione dell'acqua che verrà semplicemente appoggiato sul terreno per un periodo di tempo limitato, è stata predisposta apposita Relazione Paesaggistica predisposta secondo i dettami del DPCM 12/12/2005, riportata in Allegato B al presente SIA, cui si rimanda per dettagli;
- alcuni sostegni della linea MT intercettano delle aree classificate come territori coperti da foreste e boschi tutelate ai sensi dell'art.142 comma g) del D.Lgs.42/2004 e s.m.i.. In merito a tale interferenza si fa presente che la scala della tavola (1:125.000) del PTCP non consente una rappresentazione di dettaglio della perimetrazione delle aree soggette a tutela paesaggistica e dunque una corretta valutazione dell'interferenza con i sostegni della linea MT. Per una riproduzione più aggiornata e a maggior dettaglio dei beni paesaggistici e in particolare delle aree boscate, si rimanda alla cartografia del PIT (si veda Figura 2.2.1.1a): come risulta dall'analisi del PIT riportata al §2.2.1.1, solo due sostegni saranno posizionati all'interno di due aree boscate e, in considerazione di tale interferenza, è stata predisposta la Relazione Paesaggistica riportata in Allegato B al presente SIA.

E' stata inoltre consultata la Tavola ST IG 1 "Carta della Sensibilità degli Acquiferi" che riporta la classificazione del territorio provinciale in 4 classi e gradi di sensibilità: 1 - vincolo elevato, 2 - vincolo medio, 3 - nessun vincolo, N.C. - non classificabile. In Figura 2.2.2.1b è riportato uno stralcio della suddetta tavola.

**Figura 2.2.2.1b Estratto della ST IG 1 “Carta della Sensibilità degli Acquiferi” – Statuto PTCP Siena**



Come emerge dalla figura la postazione di reiniezione CC 2 e la sua viabilità d’accesso, la quasi totalità del tracciato dell’elettrodotto e della tubazione di reiniezione, e la maggior parte del tracciato della tubazione per l’approvvigionamento idrico ricadono in un’ampia area classificata come “3 - nessun vincolo”. Al contrario l’area dove saranno realizzati l’impianto ORC e la postazione di produzione CC 1, un breve tratto della linea MT in ingresso all’ORC

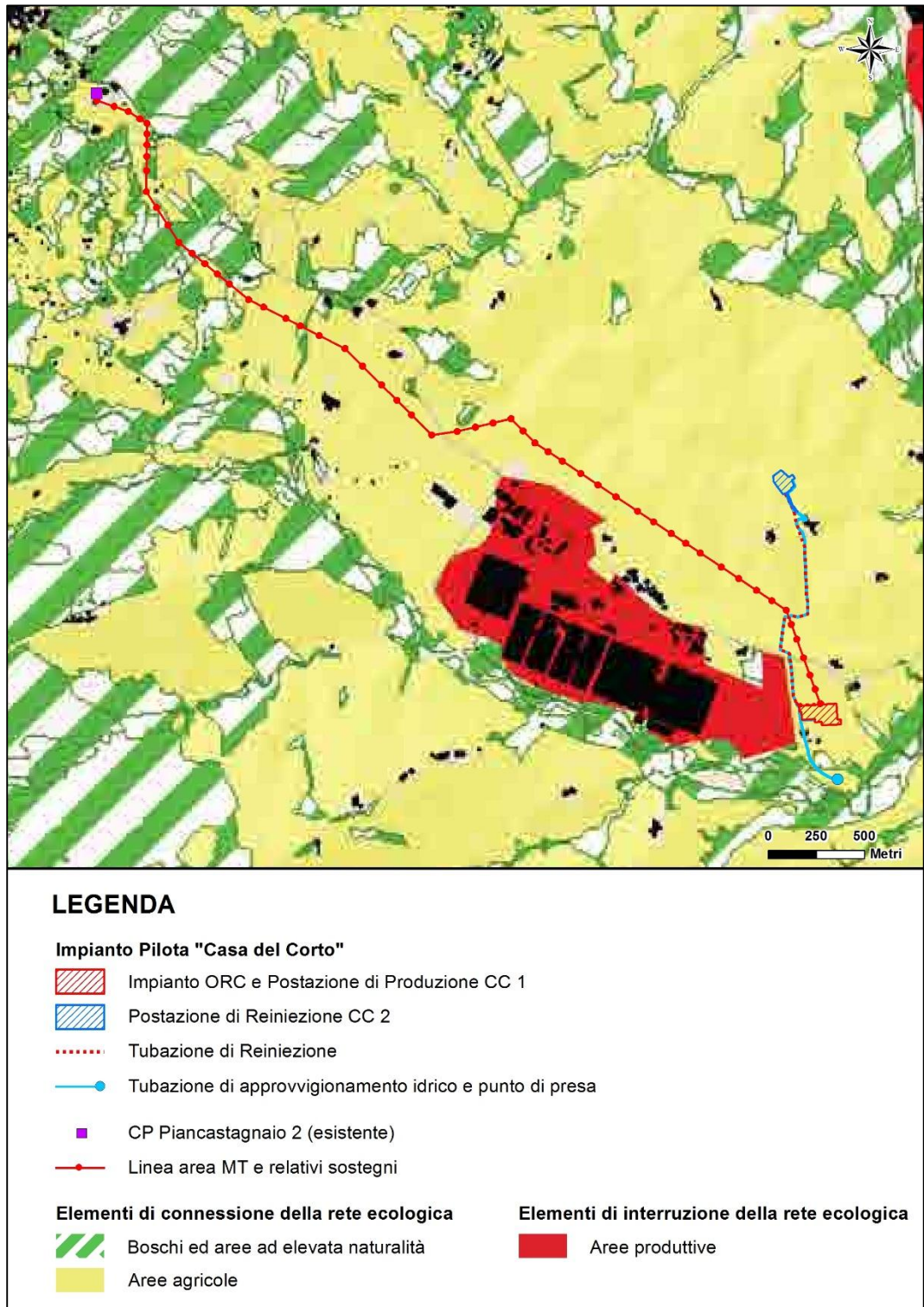
e la parte iniziale della tubazione di approvvigionamento idrico e il relativo punto di presa dal Torrente Senna, ricadono in classe “2 - vincolo medio”.

L'art.10.1.3 delle Norme del PTCP riporta la disciplina delle aree sensibili di classe 2. Di seguito si riportano le conclusioni dell'analisi di quanto riportato al suddetto articolo in merito all'interferenza parziale delle opere in progetto:

- l'art.10.1.3 non pone alcuna prescrizione per la posa della tubazione di approvvigionamento idrico e della motopompa per l'adduzione dell'acqua da torrente;
- per quanto riguarda la tubazione di reinerzione, l'art.10.1.3 comma 4 prevede che debbano essere previsti “opere e impianti accessori atti ad evitare il rischio di inquinamento delle falde anche per la realizzazione di tubazioni di trasferimento di liquidi diversi dall'acqua”. In merito a tale aspetto per la tubazione di trasporto del fluido geotermico è prevista una serie di accorgimenti tecnici - progettuali finalizzati a renderle completamente integre e dunque isolate rispetto al terreno circostante; in aggiunta è previsto l'impiego di un sistema di controllo delle eventuali perdite dovute a fenomeni di corrosione;
- riguardo l'interferenza dell'impianto ORC si fa presente che gli impianti per l'estrazione di energia geotermica 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). A tal proposito l'art. 10.1.3 comma 17 sancisce che tutte le limitazioni contenute nei commi precedenti decadono nel caso di “interventi volti alla realizzazione di opere pubbliche “strategiche””;
- in merito alla linea MT si fa presente che questa si svilupperà principalmente in aereo e che per quanto riguarda il tratto interrato di circa 9 m all'interno della postazione CC 1 + ORC, è prevista la posa del cavo in una trincea della profondità di 1 – 1,2 m e dunque tale da escludere interferenze significative con gli acquiferi.

In Figura 2.2.2.1c è riportato un estratto della Tavola ST AMB I.1 “Le Reti Ecologiche” in cui sono raffigurati le aree protette ad elevata naturalità (riserve naturali, SIC-SIR, ANPIL e parchi naturali) e i relativi elementi di connessione, discontinuità e interruzione.

Figura 2.2.2.1c Estratto della ST AMB I.1 “Le Reti Ecologiche” – Statuto PTCP Siena



Come mostrato in figura l’Impianto Pilota Casa del Corto è ubicato in un’area agricola di connessione della rete ecologica al margine di un’area produttiva e non interessa aree naturali protette. Il tracciato della linea MT attraversa un’area classificata come “boschi ed aree ad elevata naturalità” per le quali il PTCP non introduce alcuna prescrizione in merito.

È stata infine consultata la Tavola ST PAES IV.1 “Unità di Paesaggio e Tipi di Paesaggio” in cui sono individuate le Unità di Paesaggio e descritti i tipi di paesaggio presenti nel territorio provinciale senese. Dalla figura emerge che il progetto dell’Impianto Pilota e relative opere connesse rientra nelle Unità di Paesaggio n.14 “Val d’Orcia e Val di Paglia” e n.16 “Monte Amiata Senese”. Per un’analisi dettagliata delle Unità di Paesaggio e in generale degli aspetti relativi al paesaggio dell’area di studio del progetto si rimanda alla Relazione Paesaggistica riportata in Allegato B al presente SIA.

In conclusione nel PTCP di Siena non sono contenute prescrizioni ostative alla realizzazione degli interventi in progetto.

## **2.3** *PIANIFICAZIONE LOCALE*

### **2.3.1** *Piano Regolatore del Comune di Piancastagnaio*

Il Piano Regolatore Generale è lo strumento urbanistico vigente nel Comune di Piancastagnaio. Il Piano è stato approvato con D.C.C. n.63 del 29/12/2000. Il PRG definisce la zonizzazione del territorio comunale e ne definisce le norme tecniche di attuazione.

#### **2.3.1.1** **Rapporti con il Progetto**

In Figura 2.3.1.1a è riportato uno stralcio della zonizzazione del territorio comunale relativamente all’area interessata dall’Impianto Pilota.

**Figura 2.3.1.1a Zonizzazione comunale generale – PRG Comune di Piancastagnaio**



Dall'analisi della cartografia relativa alla zonizzazione comunale emerge quanto segue:

- l'impianto ORC + postazione CC 1 e relativa viabilità di accesso e una parte dei tracciati delle tubazioni di reiniezione e approvvigionamento idrico dal Torrente Senna ricadono in area classificata come "zone orto-floro-vivaistiche,

- produttive e per allevamenti” (si veda Figura 2.3.1.1a). Consultando le tavole di dettaglio del PRG risulta che i suddetti interventi ricadono in zona E - produttiva primaria e in particolare E<sub>AF</sub> - con destinazione orto-floro-vivaistica;
- la postazione di reiniezione CC 2 e relativa viabilità di accesso, gran parte delle tubazioni di reiniezione e approvvigionamento idrico e il punto di ubicazione della motopompa, ricadono in aree classificate come “zone agricole e boscate” (si veda Figura 2.3.1.1a). Dalle tavole di dettaglio risulta che gli interventi interessano una zona E - produttiva primaria e in particolare E<sub>A</sub> - zone a prato, pascolo e seminativo;
  - la linea MT, a partire dall’Impianto ORC, interessa le seguenti aree: zone orto-floro-vivaistiche, produttive e per allevamenti, zone agricole e boscate e zone produttive inerenti la geotermia. In dettaglio le sottozone interessate dal tracciato della linea MT aerea sono: E<sub>AF</sub> - con destinazione orto-floro-vivaistica, E<sub>A</sub> - zone a prato, pascolo e seminativo, E<sub>B</sub> – boscate e D<sub>G</sub> - zone produttive (secondarie) inerenti la geotermia.

Sono quindi state consultate le Norme di Piano al fine di verificare la coerenza delle opere in progetto con quanto disposto dal PRG.

Le zone E<sub>B</sub> sono disciplinate dall’art.61 delle NTA che, oltre a consentire la realizzazione di manufatti precari, stabilisce che tutti gli interventi da realizzare in tali aree sono disciplinati dalla L.R. 14/04/1995 n.64 e s.m.i..

Le zone E<sub>A</sub> sono disciplinate dall’art.63 delle NTA; tuttavia tale articolo disciplina unicamente interventi di natura agricola e rimanda alla L.R. 14/04/1995 n.64 e s.m.i. per tutte le altre tipologie di interventi da realizzare in aree agricole.

Le zone E<sub>AF</sub> sono invece disciplinate dall’art.64 delle NTA che stabilisce che in tali aree sono consentite le tipologie di interventi disciplinate dalla L.R. 14/04/1995 n.64 e s.m.i., ad eccezione di annessi agricoli o manufatti precari in deroga alla stessa legge.

La L.R. 64/1995 è stata successivamente abrogata dalla data di entrata in vigore del D.P.R.G. 09/02/2007 n.5 della Regione Toscana in base alle disposizioni di cui all’art.204 della L.R. n.1/2005 “ Norme per il governo del territorio”.

Il D.P.R.G. 09/02/2007 n.5 contiene le norme per l’attuazione delle disposizioni legislative regionali per il governo del territorio rurale, contenute nel titolo IV, capo III della L.R. 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) da ultimo modificata dalla L.R. 24/2006. Le tipologie di interventi regolamentate dal D.P.R.G. 09/02/2007 n.5 sono attinenti esclusivamente all’ambito rurale e non contemplano dunque gli interventi in esame.

Al riguardo si fa presente che gli interventi in progetto quali opere necessarie per la ricerca e la coltivazione geotermica, non solo sono dichiarate di *pubblica utilità* (cfr art.15 del D.Lgs. 11 febbraio 2010, n.22 e s.m.i.) 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 Legge 04/04/2012 n.135 (commi da 2 a 4).

Infine si ricorda che l'Autorizzazione Unica costituisce, ove occorra, variante allo strumento urbanistico; pertanto a seguito della procedura autorizzativa per la costruzione e l'esercizio dell'Impianto Pilota Casa del Corto, la destinazione d'uso del sito di progetto sarà di tipo "produttivo".

Per quanto riguarda l'interessamento da parte della linea elettrica di zone produttive inerenti la geotermia (DG), come riportato all'art.59 comma 2 NTA, tra gli interventi connessi direttamente alla geotermia consentiti in tali aree sono contemplati anche gli elettrodotti.

Infine per quanto riguarda le aree tutelate paesaggisticamente presenti sul territorio comunale identificate nel PRG, si rimanda a quanto riportato nella Tavola PS 1 "Vincoli Paesaggistici e ambientali" del Piano Strutturale dove sono rappresentati i vincoli sovraordinati (si veda §2.3.2.1) .

Stante quanto sopra riportato si può quindi concludere che le opere in progetto non risultano in contrasto con quanto disposto dalle Norme di PRG.

## **2.3.2 Piano Strutturale del Comune di Piancastagnaio**

In data 23 giugno 2015 è stato pubblicato sul BURT (Bollettino Ufficiale della Regione Toscana) n.25, l'avviso di Adozione del Piano Strutturale.

Il Piano Strutturale è lo strumento della pianificazione comunale che contiene l'individuazione delle risorse identitarie del territorio e definisce le norme statutarie, gli obiettivi e le azioni strategiche a cui dovranno conformarsi i Piani Operativi.

Il Piano Strutturale è redatto, adottato e approvato in conformità con le disposizioni di cui alla Legge regionale 10 novembre 2014, n. 65, "Norme per il governo del territorio" e in coerenza con la disciplina del PIT e del PTCP e contiene lo Statuto del Territorio, comprensivo del Quadro conoscitivo, e le Strategie di sviluppo del territorio.

Il PS ha efficacia immediata per la parte della disciplina contenente le azioni e le prescrizioni relative alla tutela delle risorse essenziali e per la parte relativa alle misure di salvaguardia.

### **2.3.2.1 Rapporti con il Progetto**

In Figura 2.3.2.1a si riporta un estratto della Tavola PS 1 "Vincoli Paesaggistici e ambientali" che riporta le perimetrazioni dei vincoli paesaggistici e ambientali presenti sul territorio comunale.

Come mostrato la maggior parte degli interventi non interessa aree sottoposte a tutela ai sensi del D.Lgs.42/2004 e s.m.i..



Come mostrato in figura, un breve tratto della tubazione per l'approvvigionamento idrico in fase di perforazione e un sostegno della linea MT interessano un'area boscata tutelata ai sensi del D.Lgs.42/2004 e s.m.i. art.142 comma g). Come anticipato ai §2.2.1.1 e 2.2.2.1, in virtù dell'interessamento di una parte del progetto di aree soggette a tutela paesaggistica è stata predisposta la Relazione Paesaggistica riportata in Allegato B al presente documento.

Dalla Figura 2.3.2.1a emerge inoltre che una parte delle opere in progetto ricade in un'area sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923 e dal RD n.1126 del 16/05/1926. Si ricorda che 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 e del territorio in cui esso si inserisce, si ritiene che esse non gravino sul grado di rischio idrogeologico presente nell'area.

È stata inoltre consultata la Tavola PS 3 "Statuto del territorio. Insediamenti e Sistema della produzione" di cui di riporta un estratto in Figura 2.3.2.1b.

Per l'Impianto Pilota dall'analisi della figura emerge che:

- la postazione CC 1 + ORC e quella di reiniezione CC 2, comprensive delle relative viabilità di accesso, e gran parte dei tracciati delle tubazioni di reiniezione e di approvvigionamento idrico dal T. Senna ricadono in un'area classificata come "area agricola produttiva - seminativi". L'art.33 delle Norme di Piano che disciplina le aree produttive agricole non contiene indirizzi e prescrizioni in merito agli interventi in progetto che dunque non risultano essere in contrasto con quanto disposto dal Piano Strutturale per le aree interessate;
- un breve tratto della tubazione di approvvigionamento idrico attraversa un'area classificata come "zona a prevalente naturalità". Tali aree sono disciplinate dagli artt.43.4.1 (per il sistema territoriale del Cono dell'Amiata) e 44.4.1 (per il sistema territoriale della Valle del Paglia) che riportano tra gli interventi consentiti in tali aree anche "interventi di captazione idrica e realizzazione di impianti a rete per l'approvvigionamento idrico";
- i sostegni della linea MT, oltre alle aree agricole produttive - seminativi, interessano anche marginalmente aree agricole produttive - prati e pascoli e oliveti, zone a prevalente naturalità e ambiti agropastorali inutilizzati Per quanto riguarda le aree agricole produttive valgono le considerazioni sopra riportate per l'Impianto Pilota. Per quanto riguarda le zone a prevalente naturalità, gli artt.43.4.1 e 44.4.1 delle Norme di Piano sanciscono che è consentita la "realizzazione di linee elettriche aeree e di installazioni e/o impianti di telecomunicazione, solo per comprovati motivi di interesse pubblico ed a condizione che sia dimostrato che tali infrastrutture e/o installazioni non siano altrimenti localizzabili e non comportino modifiche significative della dotazione boschiva". A tal proposito si fa presente che la linea MT è connessa all'Impianto Pilota che in quanto impianto di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, è definito dalla legislazione energetica nazionale e comunitaria come di "pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti". Infine per quanto riguarda gli ambiti agropastorali inutilizzati, gli artt.43.4.3 e 44.4.3 rimandano al Piano Operativo per la disciplina degli interventi di riqualificazione paesistica e

ambientale di tali aree e non contengono prescrizioni ostative alla realizzazione degli interventi in questione.

Sono infine stati consultati relazioni ed elaborati grafici relativi alle indagini geologico-tecniche di supporto al PS, che hanno provveduto a dettagliare lo stato di pericolosità geologica e idraulica del territorio comunale. Allo stato attuale (PS adottato) tali studi presentano valenza conoscitiva e dunque in materia di disciplina di dissesto idraulico e geomorfologico rimangono validi indirizzi e prescrizioni riportate dal PAI dell'AdB del Fiume Tevere (per l'analisi del PAI si rimanda al successivo §2.4.1.1).

## **2.4 PIANIFICAZIONE SETTORIALE**

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

L'area interessata dalla realizzazione dell'Impianto Pilota Casa del Corto si colloca nell'ambito territoriale sottoposto alla pianificazione dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tevere.

Con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 10 aprile 2013 è stato approvato il "Piano di Bacino del Fiume Tevere - 6° stralcio funzionale - P.S. 6 - per l'assetto idrogeologico - PAI - Primo Aggiornamento", adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere con deliberazione n.125 del 18 luglio 2012.

Il PAI persegue la migliore compatibilità tra le aspettative di utilizzo e di sviluppo del territorio e la naturale dinamica idro-geomorfologica del bacino, nel rispetto della tutela ambientale e della sicurezza delle popolazioni, degli insediamenti e delle infrastrutture.

I criteri di assetto del bacino fanno riferimento:

- all'"assetto geomorfologico", inteso come l'insieme delle caratteristiche fisiche dei versanti e del sistema di drenaggio dei bacini collinari e montani in considerazione dei movimenti gravitativi, dei processi erosivi e dei processi di trasporto e sedimentazione;
- all'"assetto idraulico", inteso come l'insieme delle caratteristiche fisiche delle aree alluvionali del reticolo idrografico in considerazione dei fenomeni di esondazione;
- alle caratteristiche ambientali e di antropizzazione del territorio, ivi compresi i beni culturali e ambientali di cui al D.Lgs. 29 ottobre 1999, n.490;
- alle situazioni di rischio sulla base delle definizioni contenute nell'Atto di indirizzo e coordinamento emanato con D.P.C.M. del 29 settembre 1998.

## 2.4.1.1

### Rapporti con il Progetto

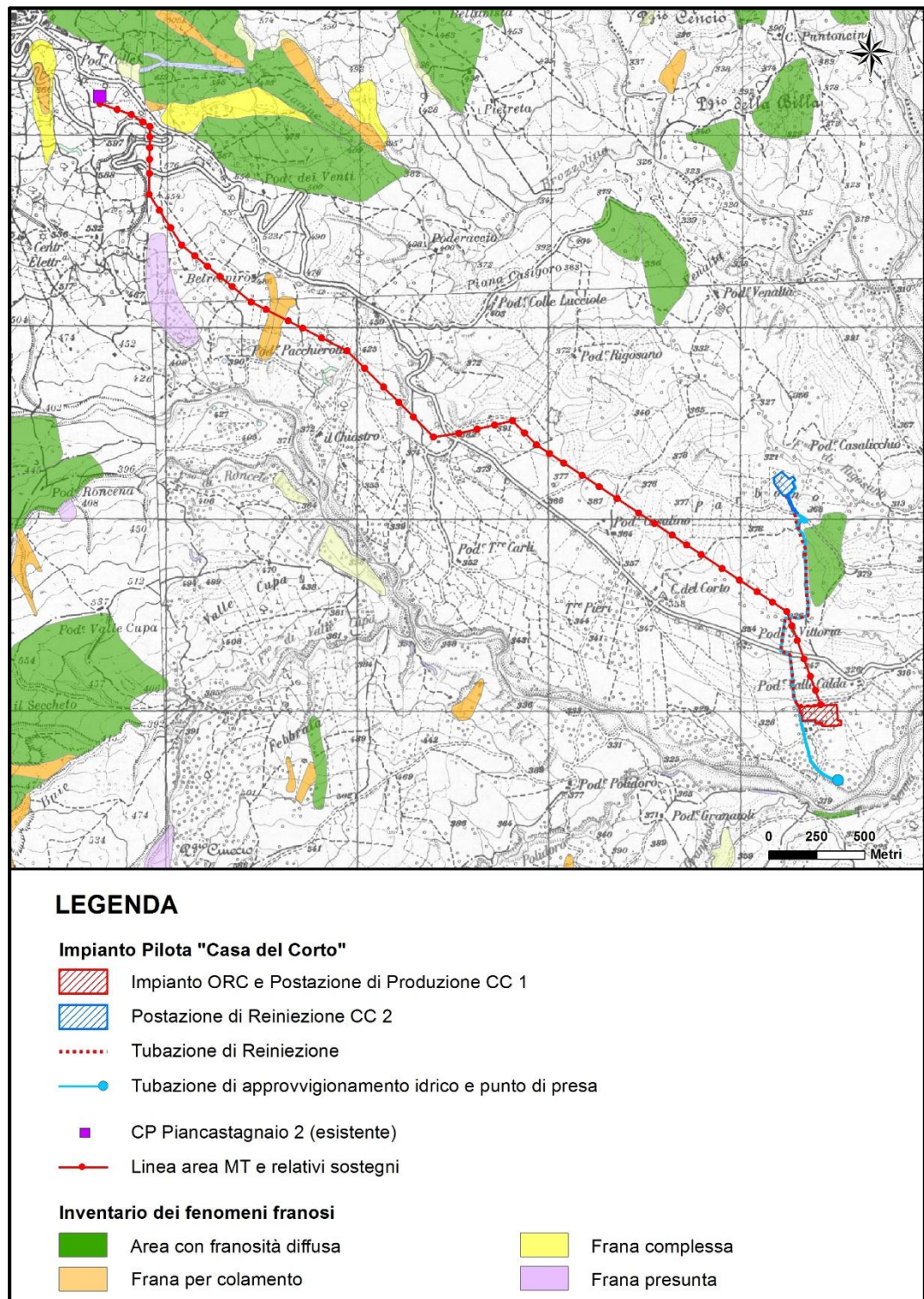
Sono stati consultati gli elaborati cartografici del PAI e del Primo Aggiornamento: le perimetrazioni delle aree sottoposte a tutela per dissesto idrogeologico sono rappresentate in Figura 2.4.1.1a.

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

Sono state inoltre consultate le tavole relative all’“Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana” relativa al PAI di cui si riporta un estratto in Figura 2.4.1.1b.



**Figura 2.4.1.1b Estratto Tavola 190 "Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana" - PAI AdB Fiume Tevere**



Come emerge dalla figura, le opere in progetto non interessano alcuna area franosa e/o a rischio frana riportata nelle tavole del PAI.

L'area rappresentata in carta più vicina alla zona di intervento è classificata come "area con franosità diffusa" attiva ed è individuata dal PAI a sud est della postazione di reiniezione, in prossimità della tubazione di reiniezione e di

approvvigionamento idrico. Come visibile dalla Figura 2.1.1.1b i tracciati delle due tubazioni si sviluppano lungo il limite occidentale dell'area franosa, mantenendosi sempre esternamente ad essa.

Inoltre, per quanto riguarda il progetto della linea elettrica a 15 kV di connessione tra l'Impianto Pilota e la cabina primaria esistente Piancastagnaio 2, come emerge dalla Figura 2.4.1.1a il tracciato intercetta un'area di frana classificata come colamento. Come emerge dalla figura l'attraversamento dell'area franosa avviene esclusivamente in aereo. Per dettagli si veda la Relazione Geologica allegata al Progetto.

In considerazione di quanto sopra riportato è possibile concludere che il progetto dell'Impianto Pilota e relative opere connesse non presenta criticità per quanto riguarda la pianificazione del PAI.

## 2.4.2 *Piano Regionale di Tutela delle Acque*

Il Piano di Tutela delle Acque della Toscana è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale del 25 gennaio 2005, n.6.

Il Piano di Tutela delle Acque rappresenta lo strumento principale per il "governo dell'acqua" in Toscana. Attraverso il monitoraggio e il quadro conoscitivo dello stato attuale delle risorse idriche, il Piano individua le attività e le azioni di governo necessarie a raggiungere gli obiettivi qualitativi e quantitativi prefissati.

Il Piano di Tutela delle Acque della Toscana è suddiviso in più sezioni, una per ciascun bacino idrografico ricadente nel territorio di competenza della Regione.

Il progetto ricade interamente all'interno del Bacino Nazionale del Fiume Tevere.

Ciascun Piano di Tutela delle Acque si compone di due parti: la "Parte A – Quadro di Riferimento Conoscitivo e Programmatico" e la "Parte B – Disciplinare di Piano". Nella "Parte A" viene descritto il bacino, mediante l'individuazione dei corpi idrici significativi, delle aree a specifica tutela (aree sensibili, zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e da fitofarmaci, aree di salvaguardia delle opere di captazione ad uso idropotabile) delle pressioni e degli impatti presenti. Nella "Parte B" sono riportati gli obiettivi di qualità ambientale ed i programmi, interventi e misure da attuare al fine di perseguire gli obiettivi prefissati.

### 2.4.2.1 **Rapporti con il Progetto**

Dall'analisi della documentazione del Piano di Tutela delle Acque del bacino del Fiume Tevere emerge che nel territorio del bacino di competenza della Regione Toscana e dunque nelle aree interessate dalla realizzazione dell'Impianto Pilota e relative opere connesse non sono state individuate aree sottoposte a specifica tutela quali aree sensibili, zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e da fitofarmaci, aree di salvaguardia delle opere di captazione ad uso idropotabile.



In dettaglio l'assenza di interferenza degli interventi in progetto con aree di salvaguardia delle opere di captazione ad uso idropotabile è confermata anche dall'analisi riportata nell'Allegato 3 Relazione Idrologica al Progetto Definitivo.

In conclusione è possibile asserire che il PTA non introduce prescrizioni ostative alla realizzazione del progetto.

### **2.4.3 Aree appartenenti a Rete Natura 2000 ed Aree Naturali Protette**

Le aree appartenenti alla rete Natura 2000 (SIC e ZPS) e le aree naturali protette sono regolamentate da specifiche normative.

La Rete Natura 2000 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 e regolamentate dalla Direttiva Europea 2009/147/CE (che abroga la 79/409/CEE cosiddetta Direttiva "Uccelli"), concernente la conservazione degli uccelli selvatici, e dalla Direttiva Europea 92/43/CEE, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali della flora e della fauna selvatiche.

La Direttiva 92/43/CEE, la cosiddetta direttiva "Habitat", è stata recepita dallo stato italiano con il D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357 s.m.i., "Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche".

A dette aree si aggiungono le aree IBA che, pur non appartenendo alla Rete Natura 2000, sono dei luoghi identificati in tutto il mondo sulla base di criteri omogenei dalle varie associazioni che fanno parte di BirdLife International (organo incaricato dalla Comunità Europea di mettere a punto uno strumento tecnico che permettesse la corretta applicazione della Direttiva 79/409/CEE), sulla base delle quali gli Stati della Comunità Europea propongono alla Commissione la perimetrazione di ZPS.

La Legge 6.12.1991, n. 394, "Legge quadro sulle aree protette", classifica le aree naturali protette in:

- Parchi Nazionali - Aree al cui interno ricadono elementi di valore naturalistico di rilievo internazionale o nazionale, tale da richiedere l'intervento dello Stato per la loro protezione e conservazione (istituiti dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio);
- Parchi naturali regionali e interregionali - Aree di valore naturalistico e ambientale, che costituiscono, nell'ambito di una o più regioni limitrofe, un sistema omogeneo, individuato dagli assetti naturalistici dei luoghi, dai valori paesaggistici e artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali (istituiti dalle Regioni);
- Riserve naturali - Aree al cui interno sopravvivono specie di flora e fauna di grande valore conservazionistico o ecosistemi di estrema importanza per la tutela della diversità biologica e che, in base al pregio degli elementi naturalistici contenuti, possono essere statali o regionali.

Inoltre con la L.R. n.30 del 9/03/2015 (entrata in vigore il 9 aprile 2015) “Norme per la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturalistico-ambientale e regionale” la Regione Toscana classifica come Siti di Importanza Regionale i Siti di Importanza Comunitaria (pS.I.C.), le Zone di Protezione Speciale (Z.P.S.), i Siti di interesse nazionale (S.I.N.) e i Siti di interesse regionale (S.I.R.).

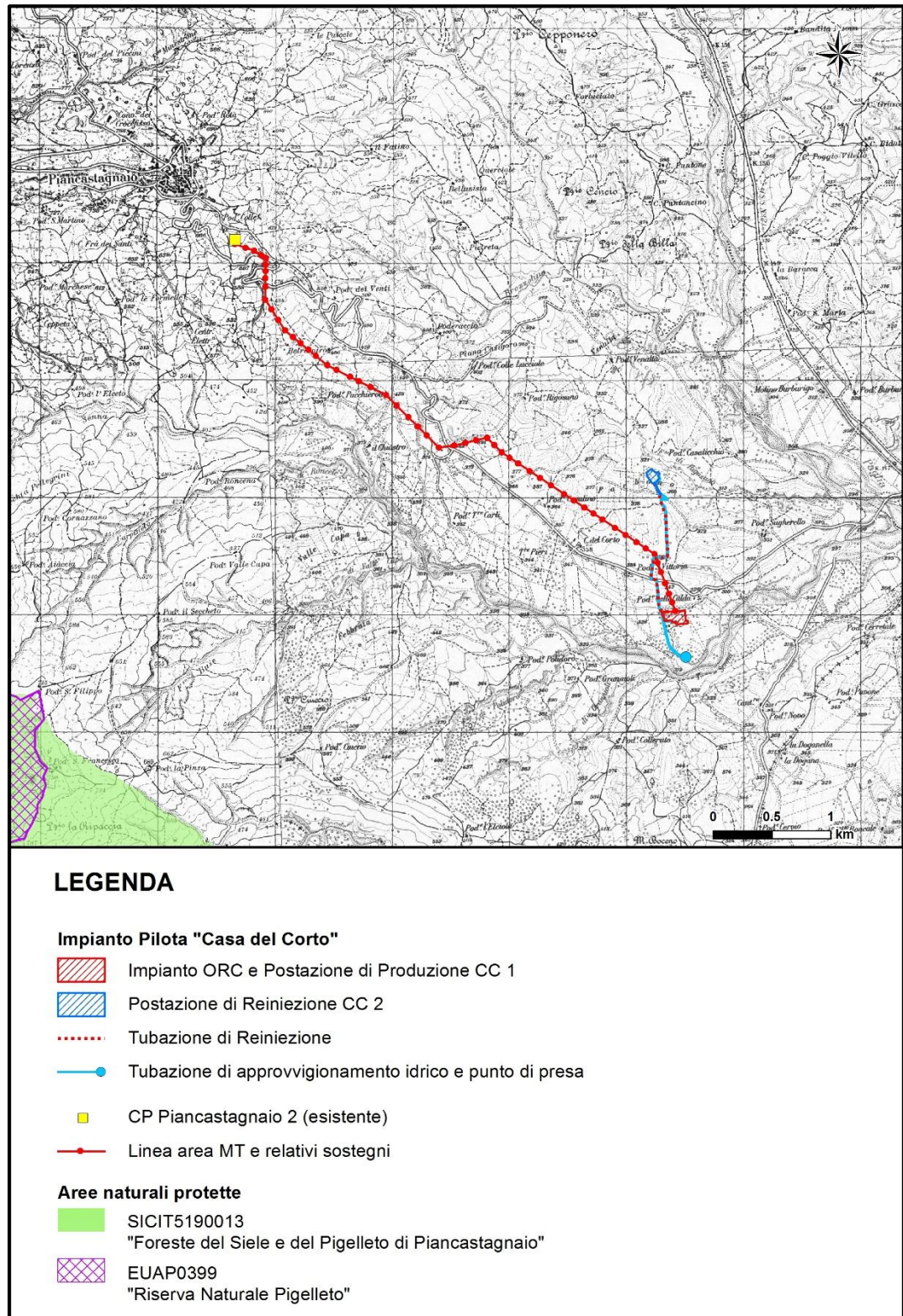
## 2.4.3.1 Rapporti con il Progetto

Dall’analisi della cartografia disponibile sul Portale Cartografico Nazionale all’indirizzo [www.pcn.minambiente.it](http://www.pcn.minambiente.it), uno stralcio della quale è riportato in Figura 2.4.3.1a, emerge che le aree interessate dall’Impianto Pilota “Casa del Corto” e relative opere connesse sono esterne a Parchi e Riserve ed ai Siti di Importanza Regionale.





**Figura 2.4.3.1a Aree Appartenenti a Rete Natura 2000 ed Aree Naturali Protette**



L'impianto ORC, la postazioni di produzione e reiniezione e la linea elettrica per il collegamento dell'Impianto Pilota alla rete di Enel Distribuzione, distano dalle aree appartenenti alla Rete Natura 2000 e dai Siti di Importanza Regionale (SIR) meno di 5 km.

Nella Tabella 2.4.3.1a si riporta l'elenco delle aree protette comprese entro una distanza di circa 5 km dall'Impianto Pilota e dalla linea elettrica in progetto.

**Tabella 2.4.3.1a Distanze fra le Aree Natura 2000 ed Altre Aree Naturali Rispetto ai Siti di Intervento**

Aree Protette	Nome Sito	Codice Identificativo	Distanza dal Sito di Intervento	Direzione
SIC	Foreste del Siele e del Pigelleto di Piancastagnaio	IT5190013	3.700 m da linea MT 4.260 m da ORC	Sud-Ovest
RNR	Riserva naturale Pigelleto	EUAP0399	3.700 m da linea MT 5.380 m da ORC	Sud-Ovest

Per maggiori dettagli si veda lo Screening di Incidenza riportato in Allegato D al presente SIA, in cui sono considerate le potenziali interferenze sulle aree appartenenti alla Rete Natura 2000 e dai Siti di Importanza Regionale (SIR) indotte dalla realizzazione dell'Impianto Pilota "Casa del Corto" ed opere connesse.

## 2.5 CONCLUSIONI

**Tabella 2.5a Compatibilità del Progetto dell'Impianto Pilota e relative opere connesse con gli Strumenti di Piano/Programma**

Piano/Programma	Prescrizioni/Indicazioni	Livello di compatibilità
Piano Ambientale ed Energetico Regionale	Il PAER punta a sostenere la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio e contrastare i cambiamenti climatici attraverso la diffusione della green economy, prevedendo di aumentare la percentuale di energia proveniente da fonti rinnovabili. Inoltre indica che per conseguire al 2020 l'obiettivo fissato dal decreto Burden Sharing per la Toscana del 16,5% di consumo da rinnovabili termiche ed elettriche sul consumo energetico complessivo mancano ancora 130 MW da fonti geotermiche.	Il progetto in esame, che prevede la realizzazione di un impianto pilota geotermico per la produzione di energia elettrica risulta allineato alle previsioni di piano in quanto potrà contribuire al raggiungimento dei 70 MW aggiuntivi previsti dal Decreto Burden Sharing e dalla Regione Toscana al 2020 oltre ad essere un impianto pilota a media entalpia di tecnologia innovativa, caratterizzato da ridotte dimensioni impiantistiche e contenuti impatti ambientali.
Piano Energetico Provinciale di Siena	Il Piano Energetico Provinciale ha l'obiettivo strategico di attuazione del Progetto Siena Carbon Free 2015 della Provincia di Siena che prevede il miglioramento continuo del saldo del bilancio provinciale delle emissioni di CO2 fino al suo azzeramento nell'anno 2015, attraverso l'impiego di una serie di linee d'azione suddivise per aree di intervento.	Il progetto dell'Impianto Pilota Geotermico a media entalpia risulta coerente con l'azione 1.13 - Diffusione delle applicazioni per la geotermia a bassa e media entalpia relativa all'area di intervento 1 - sviluppo delle fonti rinnovabili.
Piano di Indirizzo Territoriale e Piano Paesaggistico della Regione Toscana (PIT)	Il Piano delimita tutte le aree tutelate per legge, ai sensi dell'art.142, comma 1, del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i. e le aree dichiarate di notevole interesse pubblico soggette a tutela ai sensi dell'art.136 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i..	Le aree individuate per la realizzazione dell'Impianto ORC, delle postazioni di produzione CC 1 e reiniezione CC 2, e del tracciato della tubazione di reiniezione risultano libere da qualsiasi vincolo paesaggistico-ambientale così come previsti dagli artt. 136 e 142 del D. Lgs 42/2004 e s.m.i..

Piano/Programma	Prescrizioni/Indicazioni	Livello di compatibilità
		<p>Un breve tratto della tubazione per l'approvvigionamento idrico dal Torrente Senna e due sostegni della linea aerea MT di collegamento alla cabina primaria Piancastagnaio 2 interessano alcune aree boscate soggette a tutela paesaggistica ai sensi del D.Lgs.42/04 e s.m.i. art.142 comma g).</p> <p>In virtù dell'interferenza di alcune parti del progetto con aree sottoposte a tutela ai sensi del D.Lgs. 42/04 e s.m.i., è stata predisposta Relazione paesaggistica ai fini dell'ottenimento della relativa autorizzazione di cui agli artt.146 e 159.</p>
Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Siena	<p>Il PTCP disciplina e promuovere le sovracomunalità e contiene prescrizioni solo per quanto di competenza dell'Ente Provincia, e una serie di condizioni statutarie e di obiettivi strategici che danno, in modalità incrociate, le sostenibilità delle azioni di governo sul territorio affidate agli altri Enti competenti.</p>	<p>Dall'analisi della Tavola QC PAES IV.3 "Beni Paesaggistici" emerge che quasi tutte le opere in progetto sono esterne ad aree soggette a tutela paesaggistica ai sensi della D.Lgs.42/04 e s.m.i., ad eccezione di un breve tratto della tubazione di approvvigionamento idrico dal Torrente Senna e alcuni sostegni della linea MT.</p> <p>In considerazione dell'interessamento di aree soggette a tutela paesaggistica ai sensi del D.Lgs. 42/04 e s.m.i. è stata predisposta la Relazione Paesaggistica riportata in Allegato B al presente SIA.</p> <p>Inoltre dalla Tavola ST IG 1 "Carta della Sensibilità degli Acquiferi" è emerso che parte che parte degli interventi in progetto ricade in classe "2 - vincolo medio". Dall'analisi delle Norme di Piano è emerso che il progetto dell'Impianto Pilota e della linea MT ad esso connessa non risultano in contrasto con la disciplina del Piano.</p>
Piano Regolatore Generale del Comune di Piancastagnaio	<p>Il PRG definisce la zonizzazione del territorio comunale e ne definisce le norme tecniche di attuazione.</p>	<p>Il piano comunale non introduce vincoli ostativi alla realizzazione dell'Impianto Pilota e delle relative opere connesse.</p>
Piano Strutturale del Comune di Piancastagnaio	<p>Il Piano Strutturale è lo strumento della pianificazione comunale che contiene l'individuazione delle risorse identitarie del territorio e definisce le norme statutarie, gli obiettivi e le azioni strategiche a cui dovranno conformarsi i Piani Operativi.</p>	<p>Il piano comunale non introduce vincoli ostativi alla realizzazione dell'Impianto Pilota e delle relative opere connesse.</p>
Piano di assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere (PAI)	<p>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</p>	<p>L'Impianto Pilota e le relative opere connesse non interessano alcuna area soggetta a rischio idraulico ne' geomorfologico e nessuna fascia fluviale.</p>

Piano/Programma	Prescrizioni/Indicazioni	Livello di compatibilità
	generale agli investimenti nei territori che insistono sul bacino del Fiume Tevere.	
Piano Regionale di Tutela delle Acque	Il Piano individua le aree a specifica tutela quali le aree sensibili, le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e da fitofarmaci, le aree di salvaguardia delle opere di captazione ad uso idropotabile.	I siti interessati dalla realizzazione delle opere in progetto non interessano aree sottoposte a specifica tutela dal PTA.
Aree Rete Natura 2000 e Aree Naturali Protette	L'obiettivo dell'analisi è quello di verificare la presenza di aree designate quali SIC, ZPS, SIR, IBA ed altre Aree Naturali Protette.	Il progetto dell'impianto pilota Casa del Corto e relative opere connesse risulta essere esterno ad aree naturali protette e/o siti appartenenti a Rete Natura 2000. Nonostante le opere in progetto non interferiscano direttamente con le aree protette, è stato predisposto lo Screening di Incidenza Ambientale (Allegato D al SIA).

Nel presente paragrafo si riportano informazioni sulle caratteristiche del campo geotermico, i criteri che hanno condotto alla scelta del progetto, gli elementi di progettazione dei pozzi e della Centrale geotermica e delle relative opere connesse.

### 3.1

#### IL MODELLO GEOTERMICO DI RIFERIMENTO

Nel presente paragrafo viene introdotto sinteticamente il modello geotermico di riferimento che ha portato alla definizione del progetto dell'Impianto pilota geotermico "Casa del Corto".

Successivamente sono descritte le caratteristiche attese del serbatoio geotermico.

Per maggiori dettagli riguardo agli studi ed alle interpretazioni disponibili per l'area in questione si rimanda al Progetto Definitivo ed ai relativi allegati.

L'area del Permesso di Ricerca "Casa del Corto" è situata nel bordo orientale della grande anomalia geotermica del Monte Amiata, a circa 3 - 4 km ad Est del campo geotermico di Piancastagnaio (Concessione di coltivazione geotermica di Enel Green Power).

L'assetto geologico - strutturale dell'area intorno al Vulcano del Monte Amiata è stato definito dalle ricerche per i campi geotermici di Bagnore (ad Ovest) e Piancastagnaio (ad Est), condotte dall'Enel nel corso degli anni. I dati pubblicati di queste ricerche sono stati poi integrati dalla comunità scientifica con approfondimenti tematici (geologici, idrogeochimici e geofisici) che hanno dato luogo a nuove interpretazioni geologico - strutturali, oggetto di ulteriori pubblicazioni.

L'analisi di tali studi rivela che l'area sottesa dal Permesso di Ricerca "Casa del Corto" è caratterizzata dalla presenza di un assetto termico, idrogeologico e strutturale analogo a quello del campo geotermico in coltivazione di Piancastagnaio. Infatti, l'assetto tettonico, strutturale, stratigrafico, idrogeologico e termico del campo di Piancastagnaio prosegue senza soluzione di continuità ad Est verso l'area del permesso in oggetto.

L'assetto termico dell'area in oggetto è legato all'intrusione granitica profonda che ha generato la grande anomalia termica positiva del Monte Amiata, che comprende le aree in coltivazione di Bagnore ad Ovest e di Piancastagnaio ad Est, che gradualmente declina verso il graben di Radicofani.

In questa zona è presente lo stesso potenziale acquifero profondo, di importanza regionale, ospitato nelle rocce carbonatiche Mesozoiche sepolte della Falda Toscana. Tale acquifero è sepolto sotto una coltre di rocce a bassa permeabilità rappresentata dalle Unità Liguri (LU) del Complesso flyschioide, costituite da



argilliti, siltiti, arenarie, marne, e calcari e dai depositi clastici prevalentemente argillosi del Miocene - Pliocene (M-P-Q), che hanno colmato il bacino di Radicofani.

### 3.1.1

#### ***Caratteristiche produttive del campo geotermico***

Le valutazioni compiute nel Progetto Definitivo riguardo al modello geotermico di riferimento rivelano che il serbatoio geotermico può essere ipotizzato alla profondità di circa 1.500 m (1.400 - 1.600 m) dal piano campagna, considerando la possibile variabilità laterale dell'andamento geologico strutturale.

L'insieme del serbatoio potrà presentare una temperatura media di circa 180°C e una pressione di serbatoio in equilibrio con la quota del livello piezometrico di 230 m s.l.m.. Poiché, la quota della postazione individuata per i pozzi di produzione è di 320 m s.l.m., il livello statico dei pozzi si attesterà intorno alla profondità di 90 m dal p.c..

Indipendentemente dalla effettiva profondità del serbatoio (1.400 – 1.600 m), la sua temperatura dovrebbe rimanere più o meno costante nell'ordine dei 180°C.

In presenza di fratture produttive nelle rocce del serbatoio, in condizioni di flash controllato in superficie, è possibile prevedere una portata fino a circa 150- 200 t/h per pozzo in dipendenza del profilo tecnico e delle caratteristiche produttive del singolo pozzo.

### 3.1.2

#### ***Caratteristiche chimiche del fluido e capacità incrostanti***

Le caratteristiche chimiche del fluido attese sono paragonabili alle caratteristiche del fluido riscontrato nel serbatoio di Piancastagnaio e, quindi, caratterizzate dalla presenza di ammoniaca ed elevate quantità di acido borico e contenuti rilevanti di incondensabili (principalmente anidride carbonica).

Le caratteristiche chimiche del pozzo Piancastagnaio 26, posto a circa 2,7 km a Nord-Ovest del Permesso di Ricerca, che produce fluido dal serbatoio profondo a 330°C, rivelano una chimica caratterizzata da contenuti di cloruro di sodio attorno a 5 gr/l, di acido borico oltre 10 gr/l, e dalla presenza di elevate quantità di silice (attorno a 700 mg/l) in condizioni di serbatoio.

Poco si conosce sull'eventuale arricchimento in carbonato di calcio e diminuzione nel contenuto di silice e acido borico che le minori temperature (rispetto al serbatoio profondo), che caratterizzano la porzione di serbatoio interessata dal presente progetto, indubbiamente favorirebbero. Nel Progetto è stata pertanto assunta una scarsa tendenza all'incrostazione da silice ed una potenziale da carbonato di calcio che verrebbe favorito dalle basse temperature e dall'elevato contenuto di anidride carbonica.

Anche la quantità di gas incondensabili presenti nel liquido del serbatoio dei pozzi di "Casa del Corto" potrebbe riferirsi o al primo serbatoio superficiale di Piancastagnaio (sfruttato fino agli anni 2000) o al serbatoio profondo. E' molto



probabile che, considerando la maggiore profondità del primo serbatoio nei pozzi del Permesso di Ricerca “Casa del Corto”, l’interazione tra i due serbatoi e la minor temperatura (rispetto al serbatoio profondo) il contenuto di incondensabili risulti compreso tra i valori del sistema profondo e di quello superficiale. Le valutazioni condotte in merito nel Progetto Definitivo portano ad un contenuto di gas atteso compreso tra 0,7 e 1,8%. In sede progettuale è stato pertanto assunto conservativamente il valore di 1,8%.

In considerazione della temperatura e delle caratteristiche del serbatoio, si potrebbe pertanto verificare la possibilità di incrostazioni in pozzo e negli impianti di superficie per la precipitazione di carbonato di calcio. Allo scopo di controllare i fenomeni di incrostazione, il progetto 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, si libera. In questo modo, sarà possibile impedire in ogni punto del circuito la deposizione di incrostazioni e la liberazione del gas fino alla reiniezione finale.

In aggiunta a quanto sopra, un potenziale problema connesso 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 (Corsi R. 1986,1987). I problemi di incrostazione da silice sono soprattutto presenti in campi ad alta temperatura i cui fluidi contengono quantità rilevanti di silice, generalmente saturi in quarzo alla temperatura di serbatoio.

Nel caso particolare del sistema geotermico di “Casa del Corto” la temperatura del serbatoio prevista (circa 180°C) permette la dissoluzione di una quantità di silice piuttosto modesta: la concentrazione di silice di equilibrio a 180°C, è di circa 210 ppm (*Revised Quartz Solubility Temperature Dependence Equation along the water-vapor saturation curve Mahendra P. Verma Geotermia, Proceedings WGC 2000 Kyushu Japan*). Tale valore, confrontato con la concentrazione di saturazione ricavata dalle pubblicazioni di Gunnarson and Arnorsson, 2000 e Fournier and Rowe, 1973, rivela che a temperature dell’ordine di 70°C non si verificheranno incrostazioni da silice e quindi le temperature di reiniezione potranno essere di 70 – 80 °C.

### 3.1.3

#### ***Scelta del numero e dell’ubicazione dei pozzi***

Sulla base delle ipotizzate caratteristiche di produttività dei pozzi e delle informazioni sulla risorsa disponibile, per la produzione elettrica richiesta il progetto prevede la realizzazione di n.3 pozzi di produzione e n.3 pozzi di reiniezione.

I pozzi saranno ospitati in due postazioni di sonda separate, una per la produzione, denominata CC 1, e una per la reiniezione, denominata CC 2.

La portata di fluido emunto è stimata pari a 460 t/h.



## 3.2

### ANALISI DELLE ALTERNATIVE E UBICAZIONE DEL PROGETTO

#### 3.2.1

##### **Alternativa zero**

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.

Si evidenzia che la produzione di energia elettrica da fonte geotermica è continua, contrariamente alle altre energie rinnovabili che dipendono dalle condizioni atmosferiche, e pertanto consente di sostituire i combustibili fossili anche di notte e in caso di assenza di vento. L'energia geotermica consente inoltre 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>: 2,2 tCO<sub>2</sub>/TEP), e considerando la produzione media annua di 40.000 MWh di energia elettrica netta (ottenuta considerando la potenza elettrica netta di 5 MW ed un funzionamento dell'impianto di 8.000 h/anno), il quantitativo di emissioni di CO<sub>2</sub> evitate grazie all'esercizio dell'impianto pilota geotermico di Casa del Corto sarà di circa 19.360 t per ogni anno di funzionamento.

#### 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 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 il più possibile le aree vincolate, sono stati i seguenti:

- preferire i 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.

Il presente progetto, inoltre, prevede un assetto cogenerativo con sfruttamento per usi agricoli del calore di condensazione a bassa temperatura tramite la realizzazione di un pergolato posto in prossimità dell'impianto ORC.

Al riguardo si sottolinea che le possibilità che si presentano per la cessione di energia termica possono costituire un ulteriore canale di integrazione del progetto, fornendo opportunità di utilizzazione in serre e eventualmente insediamenti turistici.

Si ricordano in proposito le Serre Parvus Flos che producono a Radicondoli 50 tonnellate/anno di basilico e si trovano a circa 1,5 km dalla centrale geotermica da cui prendono il vapore oppure il "Il Podere Paterno" di Monterotondo Marittimo che produce formaggio pecorino fresco e stagionato e ricotta, partendo da una propria produzione di latte e utilizza il vapore di scarto della centrale geotermica di San Martino per coprire tutti i propri fabbisogni termici.

### 3.2.3

#### **Scelta finale**

Sulla base delle considerazioni di cui ai precedenti paragrafi è stato definito il layout dell'Impianto Pilota che prevede:

- n.1 postazione di perforazione denominata CC 1 in cui saranno perforati in.3 pozzi produttivi: l'area è attualmente utilizzata a scopi agricoli e presenta una morfologia pianeggiante. La postazione si trova nel Comune di Piancastagnaio, a circa 1 km a Est – Sud Est dall'abitato di Casa del Corto, a Sud della S.P. del Monte Amiata. L'accesso alla postazione CC 1 è garantito direttamente da tale Strada Provinciale;
- n.1 postazione di perforazione denominata CC 2 in cui saranno perforati in.3 pozzi reiniettivi: l'area è attualmente utilizzata a scopi agricoli. La postazione si trova nel Comune di Piancastagnaio, a circa 800 m a Nord - Est dall'abitato di Casa del Corto. L'accesso alla postazione CC 2 è garantito dalla Strada Vicinale di Sugherelle;
- l'impianto ORC: l'area è posta in adiacenza alla postazione di produzione CC 1 sopra detta. Il sito è prossimo alla strada e pertanto facilmente accessibile.

Le tubazioni per il trasporto del fluido geotermico saranno interrato e di lunghezza ridotta.

La configurazione scelta è quella rappresentata nella Figura 1a.

### **3.3** *PROGETTO DELLE POSTAZIONI DI PERFORAZIONE*

#### **3.3.1** *Criteri progettuali*

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 di perforazione, 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, lo stoccaggio temporaneo e la mobilizzazione 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.

Il progetto della postazione risponde alle varie esigenze di funzionamento del cantiere, primo fra tutti il flusso dei materiali necessari alla perforazione stessa.

La disposizione dell'impianto di perforazione e l'assetto del cantiere sono rappresentati nella Figura 3.3.1a per CC 1 e Figura 3.3.1b per CC 2.

La superficie occupata dalla postazione CC 1 risulta circa 7.800 m<sup>2</sup> mentre quella della CC 2 circa 8.500 m<sup>2</sup>.

Si evidenzia che il layout è stato definito per rispondere ai vincoli previsti dalla vigente normativa sulla protezione e sicurezza del lavoro e per operare anche in situazioni di emergenza.

Nelle figure di cui sopra è rappresentata l'intera area occupata dal macchinario di perforazione e la dislocazione delle principali componenti ed attrezzature che rispondono ai limiti previsti dal DPR 128 e dal D.Lgs. 624/96 riguardo alla distanza tra il pozzo ed i motori diesel e tra il pozzo ed il serbatoio del gasolio.

Le opere in calcestruzzo all'interno della postazione di perforazione si limitano all'avampozzo (o cantina), alla soletta su cui poggia il macchinario (di spessore idoneo a sopportarne il carico) ed alla vasca di stoccaggio acqua per la perforazione ("vasca d'acqua industriale" interrata, di volume pari a 500 m<sup>3</sup>, necessaria per l'approvvigionamento idrico durante le fasi di perforazione). Il gasolio sarà stoccato in appositi serbatoi, anch'essi poggiati su soletta in calcestruzzo armato.

Ogni cantina sarà costituita da uno scavo di forma cubica, di dimensioni 3 x 3 x 3 metri. È stata preferita tale soluzione al fine di garantire una migliore stabilità dell'impianto di perforazione.

Il fondo della cantina e le pareti saranno realizzati in calcestruzzo, per garantirne la stabilità in considerazione del passaggio dei mezzi che potrebbero circolare in prossimità dell'avampozzo stesso.

Sono inoltre previsti cunicoli di uscita delle condotte di produzione e reiniezione, al fine di poter intervenire liberamente in maniera mirata, nelle varie fasi di manutenzione, senza interrompere l'esercizio dell'impianto di perforazione.

La zona non cementata della postazione 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, posizionato su un articolato.

All'interno delle postazioni è inoltre presente una "vasca reflui", di volume pari a circa 355 m<sup>3</sup>, la quale sarà utilizzata per il conferimento dei reflui di risulta dalle fasi di perforazione, delle acque di prima pioggia e per l'esecuzione delle prove di produzione.

Per quanto riguarda l'accesso alla postazione di perforazione, la dimensione dell'impianto ed i carichi per il trasporto dei materiali sono tali da poter utilizzare le infrastrutture esistenti, a meno di alcuni tratti che saranno oggetto di adeguamento, necessario per consentire il passaggio dei mezzi più pesanti ed il rispetto delle distanze di sicurezza previste dalle norme.

Non sono previsti trasporti eccezionali nè per i materiali nè per i componenti d'impianto.

Al fine di minimizzare i flussi di traffico per il trasporto dei materiali e la costruzione dell'opera, si prevede il riutilizzo totale in loco del 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, qualora esso risulti idoneo una volta sottoposto a caratterizzazione<sup>2</sup>.

Lungo tutto il perimetro del piazzale interessato dai lavori sarà installata una recinzione rigida, costituita da pannelli o da rete plastificata con appositi paletti di sostegno. L'unico accesso al cantiere sarà costituito da un cancello controllato dal personale in cantiere.

<sup>2</sup> In accordo all'art.185 D.Lgs.152/06 e s.m.i. comma 1: "Non rientrano nel campo di applicazione della Parte quarta del presente decreto:" [...] punto "c) il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato".



## 3.3.2

### *Aspetti funzionali della postazione di sonda*

#### *Viabilità*

L'accesso alle postazioni sarà garantito quasi esclusivamente mediante la viabilità esistente e saranno previsti opportuni adeguamenti delle strade esistenti di diverse entità.

Per quanto riguarda l'accesso all'area individuata dalla postazione di produzione CC 1, sarà necessario effettuare l'adeguamento della strada esistente, per circa 300 m, che dall'innesto con la strada Provinciale del Monte Amiata al Km 1+IX conduce al Podere di Valle Caldina.

I lavori migliorativi e manutentivi sono finalizzati sia ad ampliare di 1 m sia a regolarizzare e consolidare la piattaforma stradale, sulla base di una larghezza standard minima della carreggiata di 3,50 m che consente il transito dei componenti dell'impianto di perforazione nonché successivamente quello dei componenti della Centrale.

Sia il tratto iniziale, circa 20 m, in prossimità dell'innesto sulla provinciale, sia un breve tratto intermedio, saranno pavimentati con asfalto a causa della pendenza longitudinale che essendo superiore al 10% rende difficoltosa la ripartenza degli automezzi pesanti all'innesto sulla SP.

I lavori manutentivi consisteranno anche nella pulizia dalla vegetazione erbacea e arbustiva sulla attuale carreggiata stradale, nella regimazione delle acque meteoriche garantendone la captazione, la canalizzazione e lo scolo verso valle.

Per quanto riguarda l'accesso alla postazione di reiniezione CC 2, i lavori consisteranno invece nella manutenzione ordinaria dell'esistente strada vicinale "Delle Sugherelle", circa 1.300 m, che dall'innesto con la strada Provinciale del Monte Amiata al Km 0+VIII conduce verso i poderi San Enrico e San Virgilio. Il tracciato rimarrà inalterato fino a dopo il podere San Virgilio dove, dopo circa 100 m, verrà realizzato il nuovo tratto di strada per accedere al piazzale di perforazione.

Il nuovo tratto di strada, per consentire il transito dei componenti dell'impianto di perforazione, avrà uno sviluppo di circa 130 m ed una larghezza minima standard della carreggiata di 3,50 m. La piattaforma stradale avrà un'occupazione massima di circa 12 m.

Nell'ambito delle opere necessarie alla realizzazione della nuova strada saranno realizzati anche i manufatti accessori per la regimazione delle acque meteoriche in modo da garantire la captazione, la canalizzazione e la regimazione verso valle. Saranno inoltre realizzate opere di sostegno delle scarpate sia in rilevato che in scavo (gabbionate metalliche o terre armate).

Tutte le operazioni elencate verranno realizzate mediante l'uso di escavatori; tutto il materiale scavato per tali sistemazioni sarà riutilizzato in loco.

Per dettagli riguardo agli interventi previsti dal progetto sulla viabilità si rimanda alla Relazione Tecnica di Progetto Definitivo.



## *Sistema di illuminazione*

Durante la fase di preparazione delle postazioni, il progetto prevede la realizzazione di un sistema di punti luce distribuiti sul perimetro delle aree al fine di rendere visibili e più sicure le zone da eventuali intrusioni dall'esterno. Tutte le luci installate risponderanno alle prescrizioni dettate in materia dalla normativa vigente.

In dettaglio, durante la fase di perforazione il sistema di illuminazione sarà costituito da 5 torri faro posizionate lungo il confine della postazione ed in corrispondenza delle zone di lavoro verranno utilizzati proiettori e plafoniere antideflagranti da utilizzare sia in condizioni operative normali che di emergenza (per dettagli si veda il Progetto Definitivo).

Il cantiere sarà presente per un periodo di tempo limitato e conseguentemente anche la relativa illuminazione, pertanto non è prevista la messa in opera di particolari schermi né la predisposizione di misure di mitigazione.

Durante la fase di esercizio nella postazione dei pozzi è prevista l'installazione di n.2 apparecchi illuminanti testapalo (con tecnologia a LED, tipo AEC LED-IN o equivalente, di forma ovoidale), installati su pali conici a sezione circolare, di altezza fuori terra pari a 3 m, inclinazione armatura 0° (superficie emissiva parallela alla superficie stradale).

Gli apparecchi sono del tipo a 45 led (5 moduli da 9 led), con flusso luminoso iniziale 7.600 lm e potenza complessiva 99 W.

In condizioni di normale esercizio il sistema di illuminazione della postazione sarà spento. Esso sarà dotato di dispositivi di accensione manuale ed attivato dal personale addetto soltanto in caso di interventi straordinari che si potrebbero rendere necessari durante il periodo notturno.

## *Accorgimenti di protezione del terreno*

Tutte le attrezzature dell'impianto considerate "a rischio" stillicidio saranno dislocate sulla soletta in calcestruzzo descritta precedentemente che, per sua natura, è impermeabile.

La soletta è progettata in modo tale che i liquidi da essa raccolti finiscano, per gravità, verso la vasca di raccolta reflui (si vedano Figura 3.3.1a-b).

A tale vasca saranno confluite anche le acque meteoriche di "prima pioggia" (corrispondenti, per ogni evento meteorico distinto, ovvero che si verifica a distanza di almeno 48 ore dall'evento precedente, ad una precipitazione di 5 millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio).

Considerando che la vasca raccolta reflui ha un volume di 355 m<sup>3</sup> rimane ampio margine per la raccolta delle acque di pioggia (volume massimo stimato di 7,37 m<sup>3</sup> per ciascuna delle due postazioni CC 1 e CC 2), che saranno smaltite insieme ai

residui di perforazione da una ditta specializzata per l'invio ad idonei centri di trattamento.

Le vasche "raccolta reflui" presenteranno un settore interno del volume di circa 10 m<sup>3</sup>, capace quindi di contenere le acque di prima pioggia. Quando tale volume viene raggiunto, grazie ad un dispositivo a galleggiante, le successive acque, definite di seconda pioggia, saranno convogliate alla canaletta esterna della postazione che le invierà nell'apposita "Vasca Acqua Industriale".

La canaletta esterna di raccolta acque meteoriche favorisce il drenaggio delle aree inghiaiate e quindi pulite che verranno inviate alla vasca raccolta acque per il loro riutilizzo. Prima dell'avvio alla vasca, per ulteriore precauzione, queste acque sono deviate verso il pozzetto disoleatore posto in prossimità della "Vasca Acqua Industriale".

Il pozzetto disoleatore servirà le altre zone a rischio stillicidio: il deposito gasolio e l'area dei fusti lubrificanti.

Il deposito di gasolio sarà costituito da elementi modulari, indipendenti e ciascuno munito di un proprio "vassoio", in grado di contenere il massimo volume di gasolio stoccato nel serbatoio in caso di rottura dello stesso. Le acque meteoriche raccolte nella rete di drenaggio a servizio dell'area di deposito del gasolio saranno convogliate al pozzetto di disoleazione sopra descritto.

Per quanto riguarda i fusti di lubrificanti temporaneamente stoccati in cantiere, questi verranno 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. Le acque meteoriche raccolte all'interno del contenitore stagno saranno convogliate verso il pozzetto disoleatore.

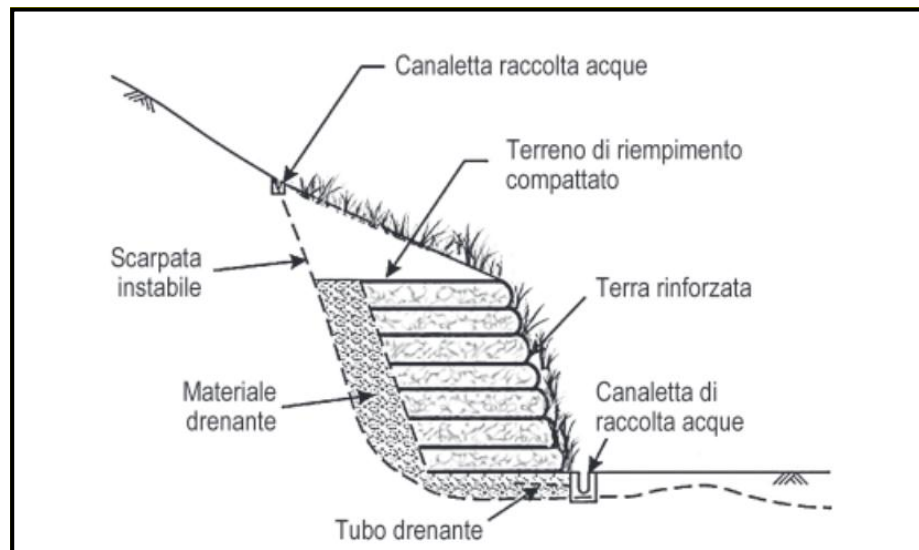
Una volta trattate nel disoleatore, le acque saranno stoccate nella "vasca acqua industriale" di capacità pari a 500 m<sup>3</sup>, per essere successivamente impiegate nelle attività di perforazione, come descritto nel seguito. In caso di eccedenza di acque nella "vasca acqua industriale", queste saranno recapitate mediante tubazione di scarico al compluvio naturale.

### *Opere di messa in sicurezza*

Il terreno su cui sarà realizzata la postazione di reiniezione CC 2 presenta zone acclivi e quindi il progetto ha previsto una preventiva riprofilatura del versante al fine di creare un'area pianeggiante.

In considerazione, quindi, degli sbancamenti necessari per la peneplanazione si prevede la realizzazione di muri in terre armate nella parte meridionale, a monte della postazione, da realizzarsi con parte del terreno escavato e con materiali litoidi che possano garantire un miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni argillosi che caratterizzano il sito in esame.

**Figura 3.3.2a** *Stabilizzazione di pendio mediante muro in terre armate (da Comedini M., 2013)*



Tale intervento prevede, sul paramento esterno, rivestimenti con vegetazione autoctona od inerbimenti artificiali mediante geostuoie ed idrosemina.

Per dettagli relativi alla stabilità del pendio interessato dalla postazione di reiniezione si rimanda alla Relazione Geologica allegata (Allegato 2) al Progetto Definitivo.

### 3.3.3 *Bilancio scavi riporti relativo alla postazione di perforazione*

Nella tabella seguente si riportano le volumetrie indicative dei terreni movimentati per la realizzazione delle postazioni di perforazione CC 1 e CC 2. Come descritto precedentemente le terre scavate saranno sottoposte a caratterizzazione e, in caso di idoneità, saranno impiegate per i rinterri, in accordo all'art.185 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. comma 1 punto c).

**Tabella 3.3.3a** *Bilancio scavi riporti*

Rif	Operazione	Volume (m <sup>3</sup> )	Note
<b>Postazione CC 1</b>			
A	Sbancamenti per piazzale, strada di accesso e parcheggio	5.120	
B	Scavi a sezione obbligata (piazzale)	1.179	
C	Riporto con terreno proveniente da scavi	432	
D	Riporto inerti per ossatura piazzale+strada+parcheggio	2.307	
E	Terreno residuo	5.867	Verrà accantonato all'interno dell'area di cantiere, e utilizzato in parte (4.020 m <sup>3</sup> ) per il livellamento dell'area della Centrale ORC, circa 540 m <sup>3</sup> saranno inviate alla postazione di reiniezione e il rimanente verrà utilizzato per le opere di mitigazione
<b>Postazione CC 2</b>			

Rif	Operazione	Volume (m <sup>3</sup> )	Note
F	Sbancamenti per piazzale, strada di accesso e parcheggio	10.315	
G	Scavi a sezione obbligata (piazzale)	1.179	
H	Riporto con terreno proveniente da scavi	12.035	
I	Riporto inerti per ossatura piazzale+strada+parcheggio	1.890	
L	Terreno residuo	-541	Tale quantità di terreno necessario al completamento del piazzale di postazione sarà fornita dal terreno residuo della postazione CC 1
<b>Quantità Totali</b>			
<b>A+F</b>	<b>Totale Sbancamenti per piazzale+strada+parcheggio</b>	<b>15.435</b>	
<b>B+G</b>	<b>Totale Scavi a sezione obbligata</b>	<b>2.358</b>	
<b>C+H</b>	<b>Totale Riporti con terreno proveniente da scavi</b>	<b>12.467</b>	
<b>D+I</b>	<b>Totale Riporto inerti per ossatura piazzale, strada e parcheggio</b>	<b>4.197</b>	
<b>E+L</b>	<b>Totale Terreno residuo</b>	<b>5.326</b>	Di questi 4.020 m <sup>3</sup> saranno utilizzati per l'area di centrale, i restanti utilizzati per le opere di mitigazione

Il terreno residuo pari a 1.306 m<sup>3</sup> sarà utilizzato per la realizzazione di opere di mitigazione poste a Nord dell'area di produzione.

### 3.3.4

#### **Approvvigionamento idrico per la fase di perforazione**

I fabbisogni idrici in fase di perforazione saranno garantiti mediante il prelievo di acqua dal Torrente Senna, affluente di destra del Fiume Paglia, che scorre a sud della postazione di produzione, da Ovest verso Est. Considerando il carattere torrentizio del T.Senna il prelievo d'acqua da esso avverrà esclusivamente durante il periodo autunnale invernale e primaverile. Per le caratteristiche idrologiche del T. Senna e per la valutazione del suo Deflusso Minimo Vitale (DMV) si rimanda all'Allegato 3a al Progetto Definitivo.

L'opera di presa temporanea, consisterà in una motopompa diesel localizzata sulla sponda sinistra del Torrente Senna (si vedano figure seguenti). Questa sarà posta a circa 1 m al disopra del p.c., posizionata su struttura in elevazione che garantisce la non interferenza con il livello dell'acqua anche in caso di piena con tempo di ritorno duecentennale (Tr=200) come indicato e calcolato nell'Allegato 3b al Progetto Definitivo.

Le dimensioni della motopompa saranno pari a 1,20x1,60x0,90 m (HxLungxLarg) e avrà un peso pari a circa 400 kg. La pompa avrà una prevalenza di 9 bar; la potenza assorbita della motopompa sarà di circa 25 kW e quella installata sarà pari a 30 kW.



Al disotto del motore e del serbatoio del carburante sarà installato un bacino di contenimento in grado di ricevere e contenere il massimo volume di gasolio in esso contenuto.

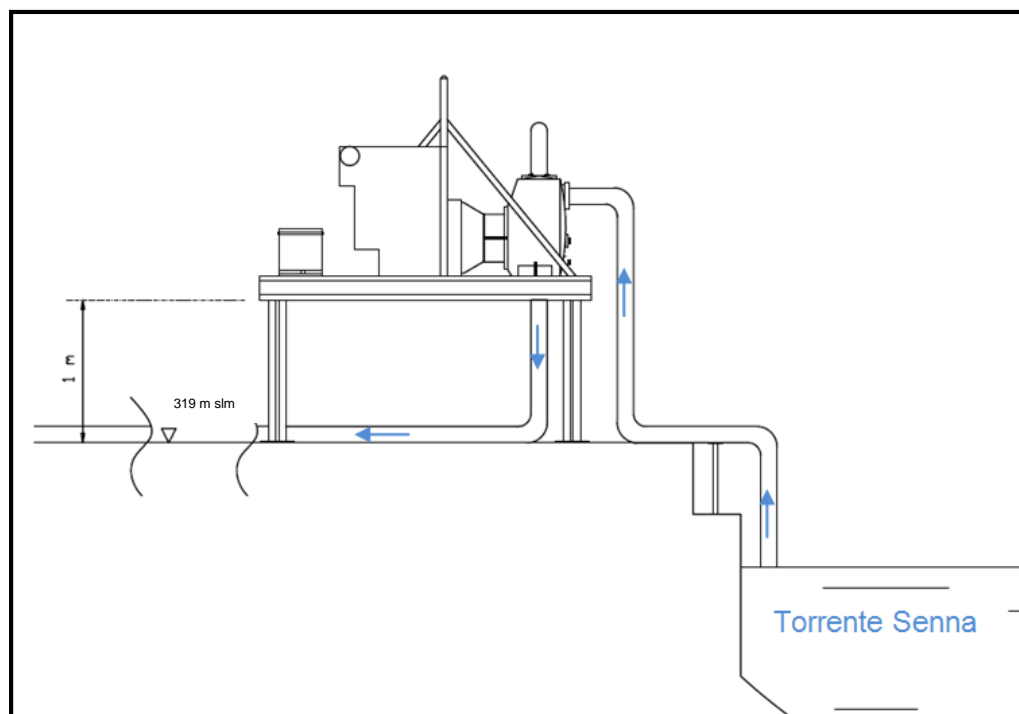
La pompa pescherà direttamente all'interno dell'alveo del Torrente Senna al fine di garantire nei mesi da ottobre a maggio la portata necessaria per le fasi di perforazione. Il Progetto prevede un prelievo medio di 10 m<sup>3</sup>/h (2,5 l/s) ed eventuali portate massime e di breve periodo pari a circa 70 m<sup>3</sup>/h (20 l/s).

L'acqua prelevata mediante la pompa, sarà trasportata per mezzo di un acquedotto provvisorio e rimovibile, realizzato mediante tubi in polietilene, direttamente poggiati sul terreno senza interventi di movimento terra il cui tracciato è mostrato nella Figura 3.3.4a.

Per l'attraversamento della Strada Provinciale del Monte Amiata e la strada bianca in prossimità della postazione di reiniezione, la tubazione in polietilene sarà fatta passare attraverso una tubazione d'acciaio, con funzione di guaina protettiva, interrata in precedenza.

L'acquedotto di approvvigionamento per la perforazione, di collegamento dalla presa alle due postazioni, avrà uno sviluppo complessivo di circa 1.900 m.

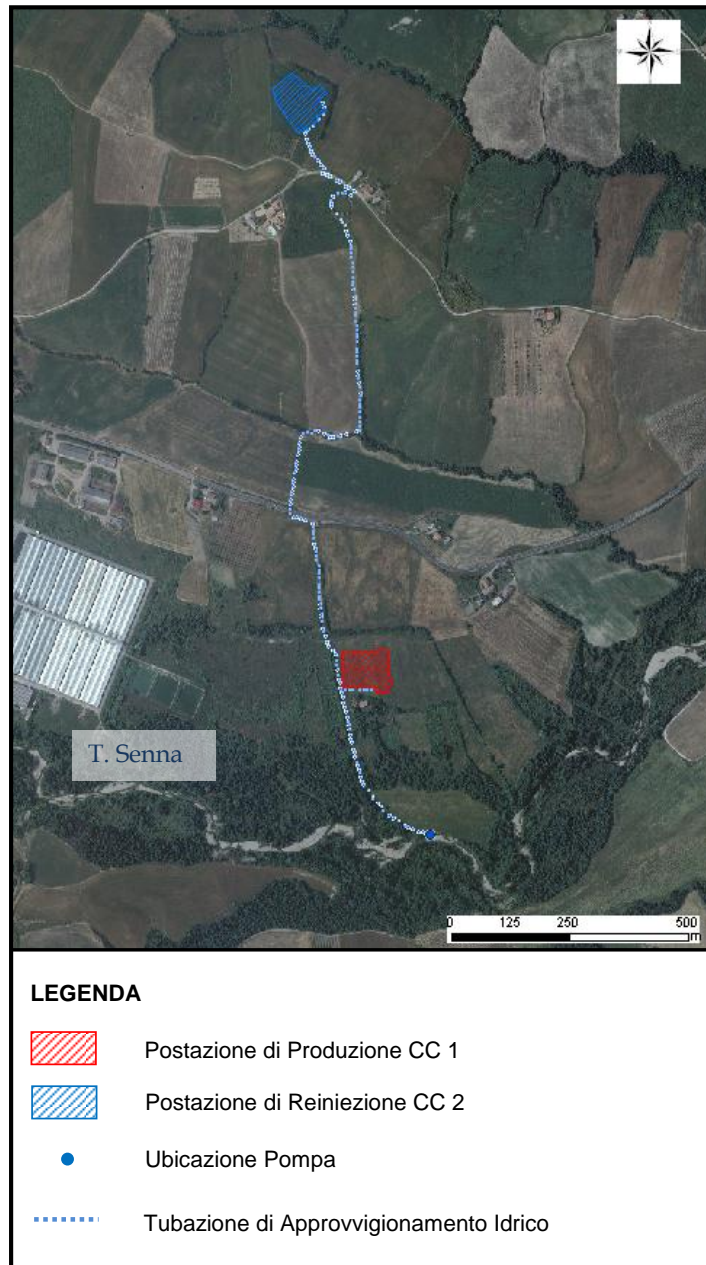
**Figura 3.3.4a** Vista Laterale della Stazione di Pompaggio



**Figura 3.3.4b** Foto del Torrente Senna, nella direzione di deflusso, all'altezza del punto di prelievo (Ottobre 2015)



**Figura 3.3.4c** *Posizionamento Pompa e Percorso Tubazione*



L'acquedotto temporaneo, dalla pompa posizionata in prossimità dell'alveo del Torrente Senna, dopo un tratto di circa 460 m in direzione Nord arriva alla postazione di produzione. Qui la tubazione si biforcherà in presenza di apposita valvola che consentirà di gestire l'approvvigionamento idrico alternato o simultaneo alle due postazioni. Si dirameranno, quindi, due differenti tubazioni: una che andando verso Est per pochi metri, arriverà alla vasca di acqua industriale della piazzola in progetto CC 1; l'altra tubazione, invece, continuando verso Nord per circa 250 m, attraversa la Strada Provinciale del Monte Amiata, per poi proseguire in direzione Nord per circa 1.000 m, dopo un ulteriore attraversamento stradale, alla postazione di reiniezione CC 2.

Gli attraversamenti delle strade esistenti saranno sotterranei.

Si sottolinea che la tubazione necessaria all'approvvigionamento idrico per la perforazione avrà carattere temporaneo e resterà in esercizio durante la perforazione dei pozzi e successivamente sarà rimossa.

Per quanto concerne gli approvvigionamenti idrici nel periodo estivo, si sta trovando un accordo con il gestore del servizio idrico locale il quale non fornisce il servizio durante il periodo invernale per problemi di congelamento delle tubazioni di approvvigionamento.

## **3.4** *PROGETTO DEI POZZI*

### **3.4.1** *Pozzi produttivi e reiniettivi*

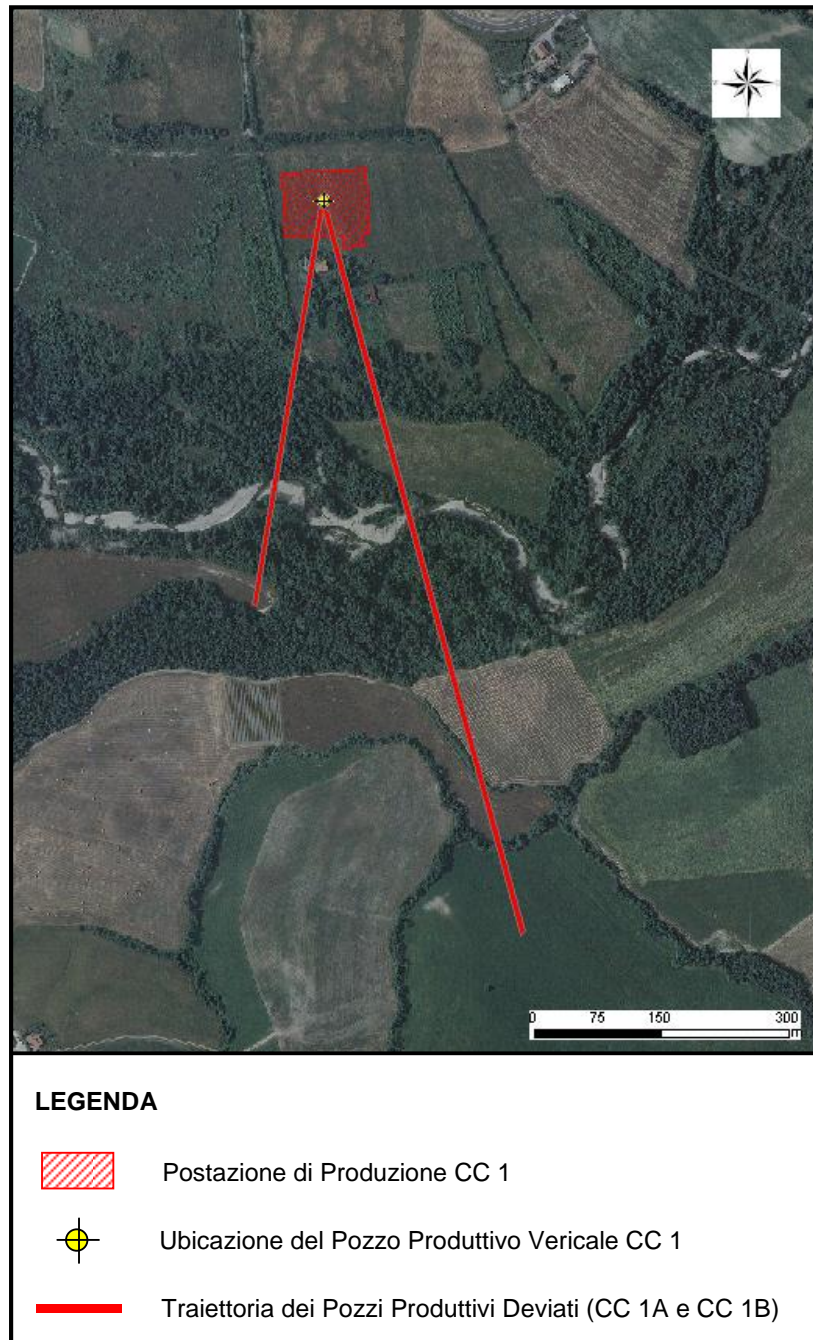
Per quanto riguarda la postazione di produzione CC 1, verranno realizzati un primo pozzo verticale, denominato CC 1 e due pozzi deviati denominati rispettivamente CC 1A e CC 1B, come riportato in Figura 3.4.1a. Le testa-pozzo saranno distanti circa 5 m tra di loro.

Tale soluzione permette di ridurre al minimo l'ingombro delle opere in superficie, con indubbi vantaggi dal punto di vista ambientale, oltre che di semplificare, concentrare e razionalizzare la gestione dell'intero impianto di produzione.

Dalla postazione di produzione saranno pertanto perforati:

- un primo pozzo (verticale) CC 1 prof. 2.000 m;
- un secondo pozzo (deviato) CC 1A profondità verticale 2.000 m e scostamento orizzontale circa 500 m verso Sud - Sud Ovest;
- un terzo pozzo (deviato) CC 1B, profondità verticale 2.000 m e scostamento orizzontale circa 900 m, circa verso Sud.

**Figura 3.4.1a** Localizzazione Pozzi Postazione CC 1



Analogamente, nella postazione di reiniezione è prevista la realizzazione di tre pozzi CC 2, CC 2A E CC 2B, dalla stessa postazione, come da Figura 3.4.1b: le teste pozzo, così come descritto per il polo di produzione, disteranno circa 5 m.

Anche in questo caso, tale configurazione permette di ridurre al minimo l'occupazione di superficie e di concentrare e razionalizzare la gestione dell'intero impianto di reiniezione.

La successione di perforazione dei pozzi dalla postazione CC 2 sarà:

- un primo pozzo (verticale) CC 2, prof. 2.000 m;

- un secondo pozzo (deviato) CC 2A, profondità verticale 2.000 m e scostamento orizzontale circa 500 m verso Nord-Ovest;
- un terzo pozzo (deviato) CC 2B, profondità verticale 2.000 m e scostamento orizzontale circa 400 m verso Nord-Nord Est.

Il terzo pozzo di reiniezione sarà perforato se necessario per ottimizzare la reiniezione del fluido.

Il criterio di selezione dei pozzi reiniettivi risponde da un punto di vista progettuale all'esigenza di reiniettare il fluido non solo nella stessa formazione di provenienza (vedasi D.Lgs. 22/2010) ma anche alla stessa profondità.

**Figura 3.4.1b** *Postazione pozzi reiniezione*



## 3.4.2

### *Caratteristiche tecnico-costruttive dei pozzi*

Il profilo di tubaggio del pozzo verticale (produttivo o reiniettivo) è schematicamente rappresentato in Figura 3.4.2a.

Tale profilo è costituito dalle seguenti fasi:

- 1<sup>a</sup> Fase: perforazione con scalpello da 23", fino a 50 m; nel foro, allargato a 30" ci sarà posa e cementazione di un casing con diametro 24"1/2; un secondo tratto di pozzo sarà perforato fino a 250 m da p.c. con scalpello da 23" in cui verrà calato un casing da 18"5/8, completamente cementato fino a bocca pozzo per garantire la massima capacità di isolamento e tenuta. Le formazioni superficiali sono generalmente poco permeabili, il profilo di tubaggio e la cementazione permetteranno la completa tutela delle falde sospese eventualmente presenti;
- 2<sup>a</sup> Fase: perforazione con scalpello del diametro 17"1/2 fino alla profondità di circa 1.050 m. Questa porzione di pozzo sarà rivestita con una tubazione cementata fino a giorno del diametro di 13"3/8, che permette un più profondo e migliore ancoraggio nelle prime formazioni di copertura. Su questa tubazione verrà installata una testa pozzo di perforazione, di capacità adeguata per controllare la pressione dei possibili fluidi contenuti nelle rocce potenzialmente permeabili al di sotto della base delle formazioni del complesso Flyschoides;
- 3<sup>a</sup> Fase: perforazione con scalpello da 12" 1/4 fino a circa 1.550 m dal p.c., dove è prevista la presenza delle rocce del potenziale serbatoio geotermico ovvero la formazione calcareo anidritica di Burano. La tubazione di rivestimento da 9" 5/8 verrà calata e cementata fino a giorno fino ad una profondità presunta di circa 1.550 m. Detto casing consente di completare l'ancoraggio strutturale e l'isolamento dell'insieme delle formazioni di copertura con un solido attacco nella parte alta delle formazioni litoidi del serbatoio carbonatico;
- 4<sup>a</sup> Fase: la perforazione proseguirà nelle formazioni del potenziale serbatoio con uno scalpello da 8" 1/2 fino a 2.000 m di profondità; questa porzione basale di foro non verrà tubata e verrà lasciata in Open Hole, per permettere la produzione dai livelli permeabili intercettati nelle rocce del serbatoio carbonatico, generalmente stabili. Il profilo tecnico nella configurazione finale, di diametro interno delle tubazioni 9" 5/8 e dell'open - hole da 8" 1/2 è adeguato al flusso produttivo del fluido di progetto.

Il criterio di costruzione dei pozzi devianti è analogo, nel senso che la sequenza degli scalpelli di perforazione e delle tubazioni di rivestimento, cementate fino a giorno, persegue gli stessi criteri di perforazione e salvaguardia delle formazioni attraversate, del pozzo e controllo dei fluidi intercettati.

Tutti i pozzi devianti, produttivi e reiniettivi, avranno un profilo tecnico molto simile di cui un esempio è mostrato in Figura 3.4.2b. La profondità verticale delle tubazioni di rivestimento (scarpa dei casing) è prevista alla stessa profondità dei pozzi verticali.

Le operazioni di deviazione (angolo max circa 30°) avranno inizio alla profondità indicativa presunta di 300 m (K.O.P.). La profondità finale del pozzo, misurata sull'asse verticale, sarà circa 2.000 m (in sigla TVD).

La loro "lunghezza", ovvero la profondità totale perforata, sarà indicativamente di circa 2.300 m (TMD) per scostamenti di circa 1000 m.

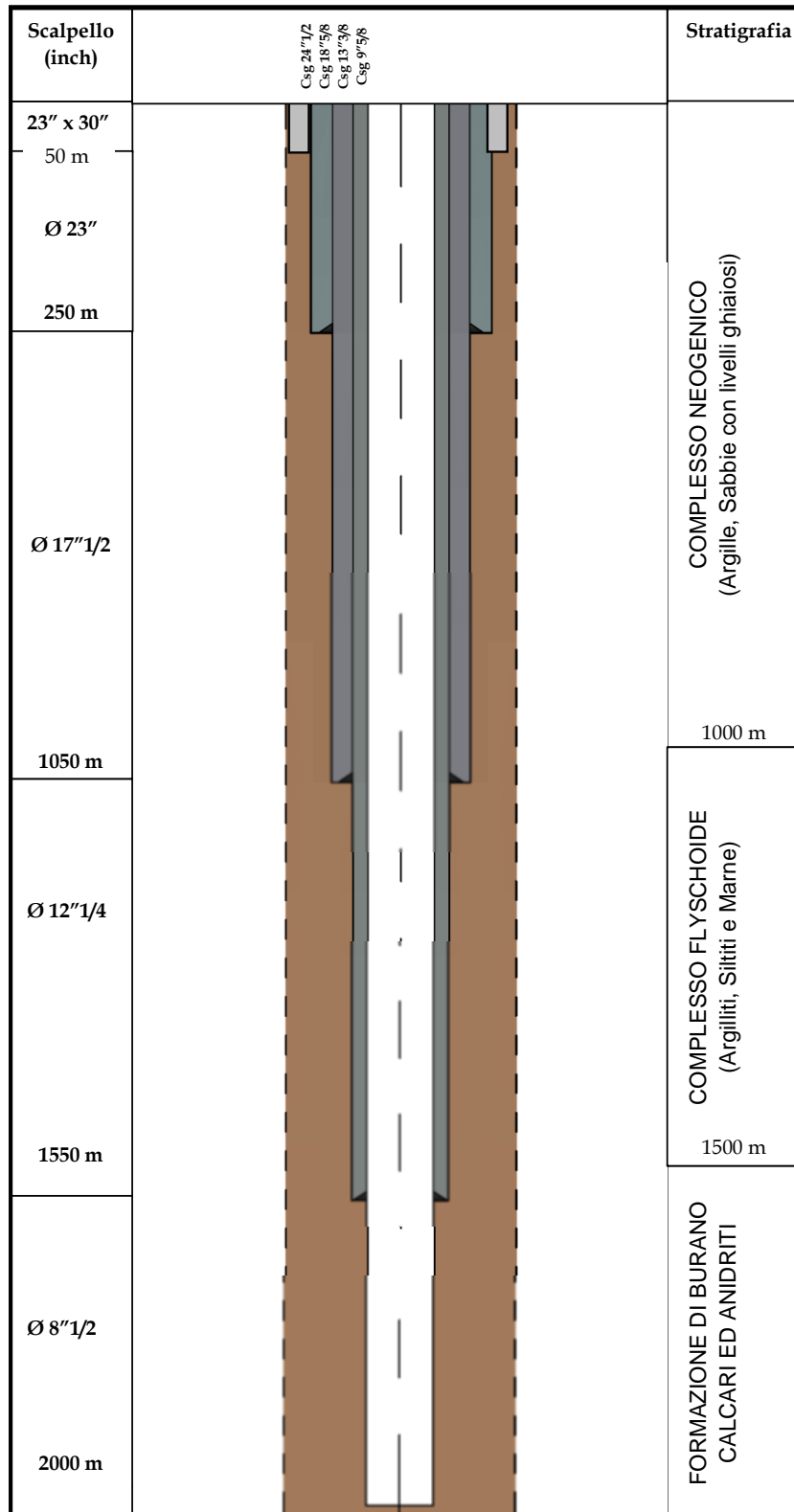
Lo scostamento orizzontale a fondo pozzo (TVD=2.000 m) rispetto alla verticale potrà variare da circa 400 m (Pozzo CC 2B) a circa 900 m (Pozzo CC 1B).

Come evidenziato nel progetto, il programma dei lavori potrà essere soggetto a cambiamenti, nei limiti della potenzialità dell'impianto selezionato, anche durante la realizzazione della perforazione. Tali cambiamenti potranno anche essere conseguenti a formazioni geologiche diverse da quelle attese o comportamenti delle stesse diversi da quelli attesi.

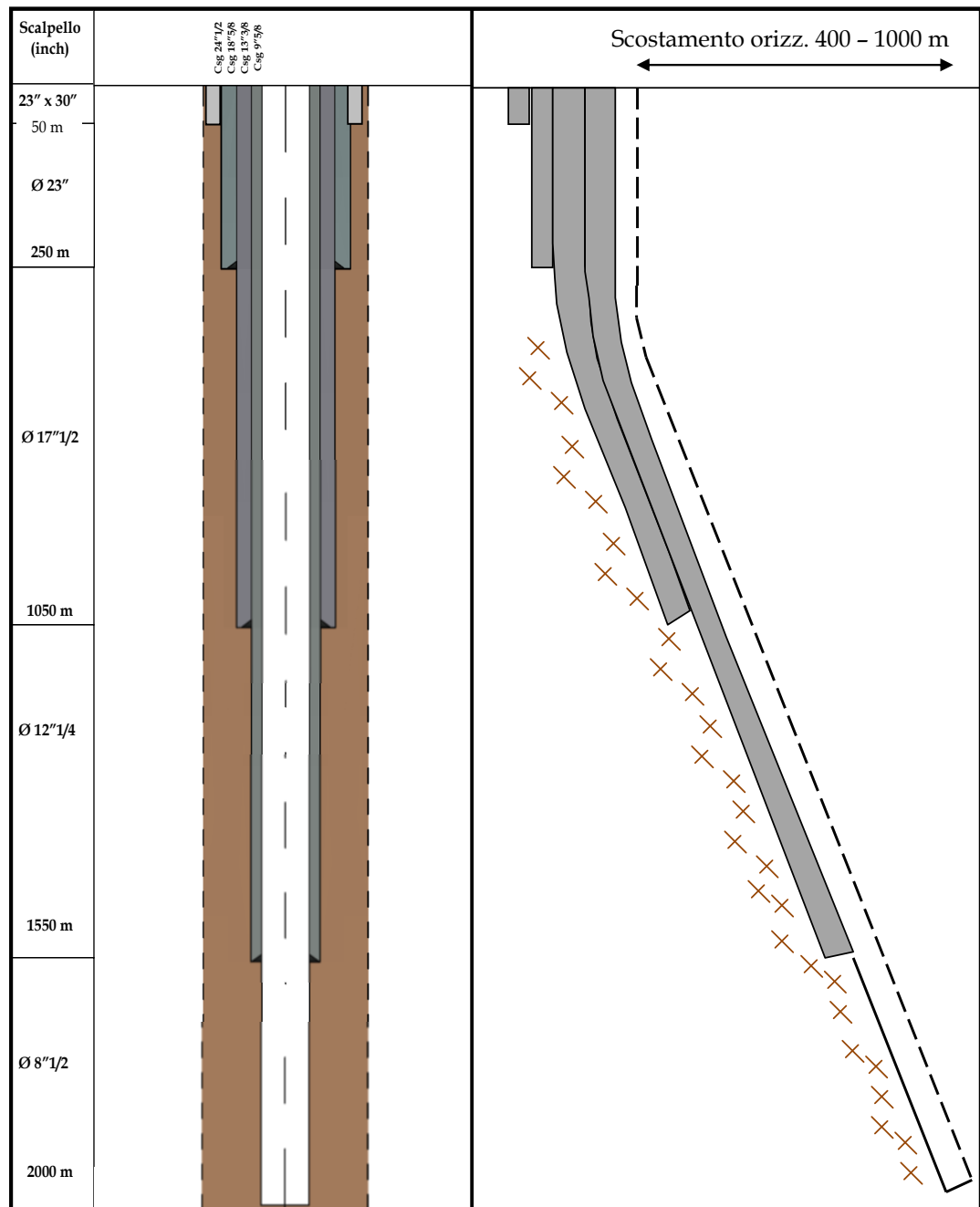




**Figura 3.4.2a** *Profilo tecnico verticale indicativo dei pozzi di produzione e reiniezione*



**Figura 3.4.2b** *Profilo tecnico indicativo dei pozzi di produzione e reiniezione deviati (K.O.P. = 300 dal p.c.)*



### 3.4.3

#### **Caratteristiche dell'impianto di perforazione**

L'impianto di perforazione 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 e quello per la generazione di energia.

Per la perforazione dei pozzi in progetto è previsto l'impiego di un impianto con capacità idonea a raggiungere agevolmente profondità maggiori di 2.000 m, da adibire alla perforazione dei pozzi per entrambe le postazioni. In Figura 3.4.3a si riporta un'immagine di esempio dell'impianto in oggetto.

**Figura 3.4.3a** *Esempio di Impianto di Perforazione HH-200 (da Brochure Perazzoli Group)*



In Figura 3.3.1a e b è riportata in forma schematica la planimetria dell'impianto di perforazione, in entrambe le postazioni di perforazione.

Le caratteristiche di base dell'impianto di perforazione sono:

- n.2 pompe fango: entrambe da 1000Hp;
- argano: capacità di almeno 200 tonnellate;
- altezza utile sotto tavola Rotary (piano di manovra): 7 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 delle vasche per la preparazione e gestione del fango: da 90 m<sup>3</sup> a 180 m<sup>3</sup>;
- 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.

Analogamente alla perforazione dei pozzi ad acqua, la permanenza dell'impianto di perforazione è strettamente limitata alle operazioni di sondaggio, la cui durata può essere prudentemente stimata in 80 giorni per la perforazione dei pozzi della

profondità “misurata” di 2.300 m; di cui circa 60 dedicati alle attività di perforazione propriamente dette.

### **3.4.4** *Descrizione delle operazioni di perforazione*

La perforazione 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.

I detriti di roccia prodotti dallo scalpello vengono sollevati fino a giorno, per mezzo di circolazione di fango o acqua fino a che lo scalpello non intercetta una zona fratturata. In tal caso sia il fluido di perforazione sia i detriti possono essere assorbiti dalla formazione stessa dando luogo al cosiddetto fenomeno della perdita di circolazione.

Per il fango sono possibili varie formulazioni, anche queste in 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 procederà, si porrà la necessità di isolare le formazioni attraversate, per dare stabilità alle pareti del foro costruito fino a quel momento. A tale scopo, nel foro verrà collocata una tubazione (casing) come schematicamente rappresentato nel profilo tecnico riportato al precedente paragrafo.

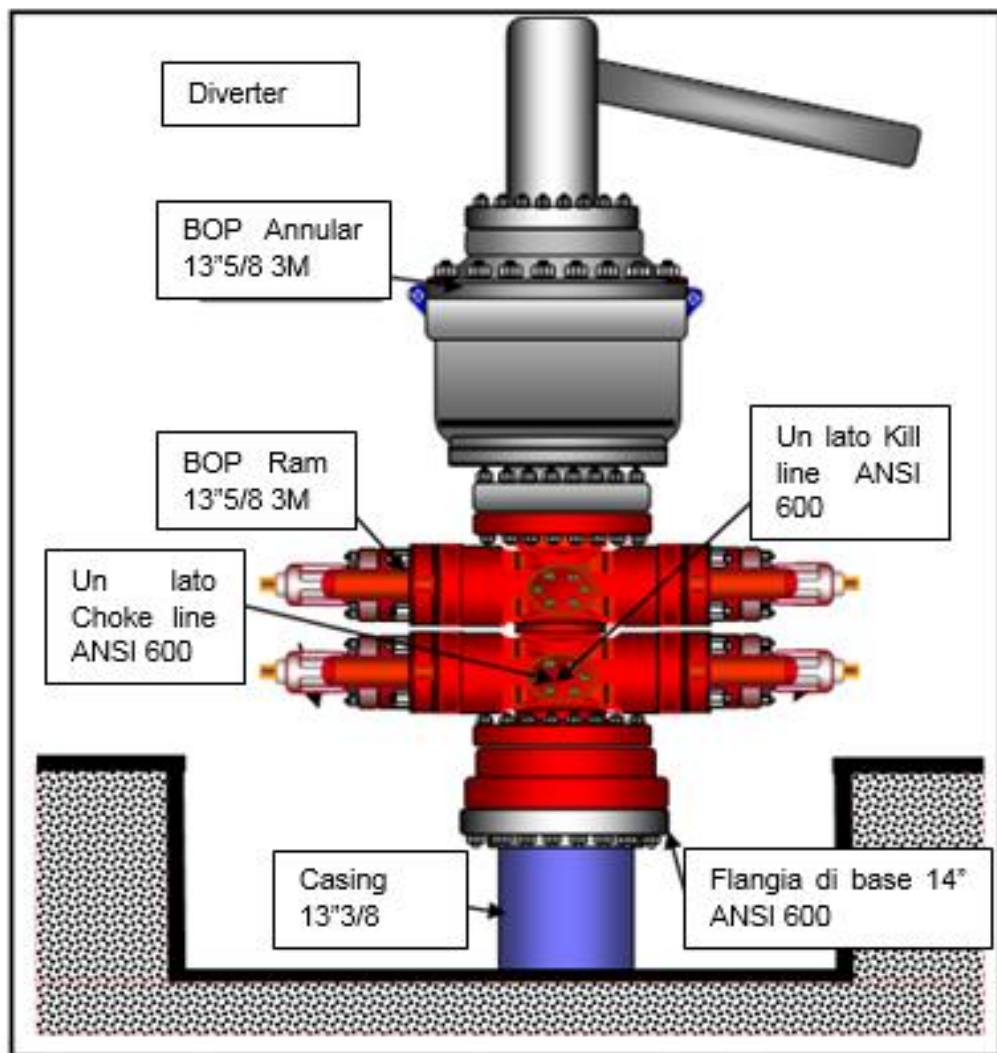
Un efficace collegamento tra formazione geologica e tubazione è realizzato mediante riempimento dell’intercapedine con malta di cemento, di caratteristiche meccaniche atte a garantire un legame sicuro tra formazioni e tubo. In gergo tale operazione prende il nome di “cementazione completa del casing”.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

La tubazione in acciaio così cementata realizza un isolamento veramente efficace delle formazioni interessate ed il collegamento diretto tra il foro sottostante con la superficie.

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

Per ognuna delle fasi di perforazione descritte precedentemente verrà montata una testa pozzo adeguata al diametro dell’ultima tubazione cementata (si vedano le immagini della seguente Figure 3.4.4a); la testa pozzo costituisce l’elemento principale per garantire la sicurezza durante la perforazione.

Figura 3.4.4a Testa pozzo da perforazione



La testa pozzo prevede l'installazione di uno o più dispositivi chiamati *Blow Out Preventer* (in gergo BOP), di una o più valvole laterali, collocate al di sotto dei 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, da varie posizioni del cantiere, che permette di chiudere il pozzo anche in presenza, al suo interno, delle aste di perforazione.

Il BOP è quindi un dispositivo di sicurezza, che viene utilizzato per contenere in pozzo la possibile risalita del fluido geotermico o del gas di strato in pressione. Il BOP permette di chiudere rapidamente il pozzo, in qualsiasi condizione di lavoro, ed impedirne l'eruzione anche in presenza delle aste di perforazione.

In altre parole il BOP è in grado di controllare a bocca pozzo, in ogni caso, la risalita e la fuoriuscita incontrollata dei fluidi migrati dalla formazione rocciosa perforata che li contiene verso il pozzo e quindi la superficie. In questo modo viene controllato il potenziale rischio di eruzioni.

## 3.4.5 *Tecnologia di perforazione*

### 3.4.5.1 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, altri componenti secondari. La composizione della miscela varierà in base alle fasi della perforazione secondo i range indicati nella seguente tabella, dove sono riportate anche le principali proprietà fisico-chimiche del fango:

**Tabella 3.4.5.1a Composizione e proprietà medie del fango**

Composizione percentuale		
Componente	Valore	U.d.M.
Acqua	50-80	% peso
Barite	0-15	% peso
Bentonite	15-38	% peso
Sabbia	0,1-3	% peso
Proprietà chimico fisiche		
Densità	1,15-1,50	kg/l
COD	0-300	ppm
pH	6-9	-

Nel caso in esame, nella prima fase di perforazione è previsto solo l'uso di acqua. L'impiego degli additivi diventa necessario quando la temperatura della formazione supera 60-70°C, provocando effetti negativi sulla stabilità reologica del fango stesso. Pertanto, dalla profondità di 200 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. I soli additivi chimici che potrebbero essere utilizzati saranno il CMC ed il Bicarbonato di Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ), di seguito descritti.

Come visibile dai dati riportati nella precedente tabella i costituenti principali del fango sono acqua e bentonite e qualora necessario la barite.

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

Dal punto di vista ambientale la bentonite è un prodotto assolutamente innocuo: al di fuori della perforazione, essa è impiegata nell'industria vinicola, alimentare in generale e nella cosmesi. Si tratta di un prodotto atossico e compatibile con l'ambiente.

La barite, (solfato di bario) che presenta un peso specifico molto elevato (circa 4,5) può essere necessaria per appesantire il fango. La barite è praticamente insolubile in acqua e atossica, tanto da essere usata come mezzo di contrasto, somministrata oralmente o per via rettale per aumentare il contrasto degli esami medici radiografici del sistema digestivo.

Come indicato sopra, i soli additivi chimici che potrebbero essere utilizzati saranno il CMC ed il Bicarbonato di Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ).

Il CMC è una sigla che sta per Carbossi-Metil-Cellulosa e si usa come additivo del fango bentonitico per migliorare la sua capacità di trasportare i detriti dal fondo pozzo alla superficie, per contribuire alla riduzione della percentuale di acqua libera e per migliorare le caratteristiche meccaniche e impermeabilizzanti del pannello che si forma sulle pareti interne del foro. La CMC è ottenuta dalla cellulosa, il principale polisaccaride e costituente delle strutture vegetali in genere. Ha sigla E466, è diffusa come additivo alimentare “viscosizzante” ed è usata largamente anche nella preparazione dei dolci. La dose richiesta di CMC è generalmente 1÷2 kg di CMC per tonnellata di fango.

L'uso del Bicarbonato di Sodio potrebbe essere invece richiesto in fase di perforazione del cemento residuo rimasto in pozzo dopo aver cementato la prima tubazione a 140 m; il bicarbonato di sodio ha la funzione di stabilizzare il pH del fango. Anch'esso è un prodotto atossico, usato in larga misura negli alimenti, ingeribile anche allo stato tal quale in soluzione acquosa.

Per quanto riguarda l'approvvigionamento idrico si veda quanto descritto al §3.3.4.

### 3.4.5.2 Condizioni di sicurezza durante la perforazione

Secondo le ipotesi di progetto il fluido geotermico all'interno del serbatoio dovrebbe presentarsi 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 due 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.

La disponibilità di acqua per la preparazione dei fluidi di perforazione o per la sua utilizzazione diretta come fluido di perforazione del serbatoio costituirà elemento di sicurezza nella conduzione della perforazione.

In Figura 3.4.5.2a sono mostrate le attrezzature di sicurezza che saranno installate durante la perforazione (singoli BOP, sia tipo “annular” che di tipo “ram”).

**Figura 3.4.5.2a Esempi di BOP “Annular” (da RIG MANUFACTURING LLC)**



La testa pozzo della fase di perforazione delle rocce del serbatoio 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, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S e CH<sub>4</sub> (ed in genere CH<sub>n</sub>). Tra questi gas quelli più temuti nelle perforazioni profonde sono H<sub>2</sub>S e CH<sub>4</sub>. Di solito il metano è accompagnato da altri idrocarburi (da ciò l'adozione della simbologia gergale CH<sub>n</sub>) 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*

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

Normalmente si adottano i valori limite di concentrazione indicati dalle norme API e adottate diffusamente a livello internazionale dalle compagnie petrolifere cioè 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.

Inoltre 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 dell'eruzione spontanea (blowout) 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.

### *Professionalità richiesta al personale di sonda*

In ottemperanza al dettato del D.Lgs. n.624/96 il personale addetto all'esercizio diretto dell'impianto di perforazione sarà addestrato e qualificato.

La qualità del funzionamento dei BOP, delle apparecchiature di comando connesse, del sistema di monitoraggio e allarme gas verranno periodicamente provati nella loro funzionalità durante tutta l'attività di perforazione, simulando con esercitazioni specifiche l'effettuazione di interventi in emergenza.

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

Infatti, qualora si verificassero le condizioni per un' eruzione spontanea del pozzo, le misure di sicurezza presenti, tanto di natura impiantistica che organizzativa,

saranno in grado di offrire una garanzia a livello degli standard internazionalmente riconosciuti e utilizzati per la perforazione di pozzi profondi.

## *Protezione antincendio*

Il progetto sviluppato è rispondente alle norme vigenti in materia antincendio (D.Lgs. n.624/96 e DPR 128/59).

## *Tecniche di tubaggio per la protezione delle falde idriche*

Di seguito sono descritti gli accorgimenti progettuali e operativi adottati per evitare il rischio di contaminazione delle falde eventualmente presenti durante l'attività di perforazione dei pozzi. Nella situazione specifica come testimoniato dalla Relazione Geologica allegata al Progetto Definitivo, nell'area individuata dal sito di produzione è presente un livello acquifero superficiale risiedente all'interno dei depositi alluvionali superficiali del Torrente Senna. Dove è prevista la perforazione dei pozzi di reiniezione, non si segnala la presenza di alcun acquifero sotterraneo, come testimoniato anche dall'assenza di alcun tipo di pozzo d'emungimento d'acqua nella piana.

I casi di contaminazione trattati riguardano la possibile immissione nell'acquifero di consistenti quantità di fango e di fluido endogeno.

## Protezione delle falde acquifere da immissione di fango

La perforazione del tratto superficiale del pozzo verrà 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 isolata la formazione permeabile sede di acquifero superficiale mediante i primi due casing completamente cementati, il problema del rischio di contaminazione della falda è risolto alla radice.

## Protezione delle falde acquifere da immissione di fluido endogeno

L'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 eliminato a livello di progetto del profilo di tubaggio del pozzo 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 risulta possibile 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 direzione lavori che verifichi le migliori condizioni di serraggio



- dei singoli tubi, registri i parametri fondamentali di avvitatura (coppia, numero di giri, tempo di avvitatura) e certifichi il rispetto delle condizioni di montaggio;
- 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.

Occorre inoltre considerare 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.

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.

L'introduzione di due casing completamente cementati per isolare l'intero sistema di falde idriche superficiali, realizza una protezione del sistema degli acquiferi di altissima sicurezza. Tanto più che le parti di testa pozzo potenzialmente più critiche saranno sottoposte a periodici controlli spessimetrici, in particolare per la parte di casing di produzione che fuoriesce da terra. Quindi, un'eventuale perdita di spessore per corrosione sarebbe tempestivamente messa in evidenza, come per le tubazioni di trasporto, permettendo la programmazione degli interventi manutentivi ritenuti necessari.

## **3.4.6** *Uso di risorse relative al progetto della postazione ed al progetto dei pozzi*

### **3.4.6.1** **Acqua**

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.

In particolare, durante la perforazione dei primi metri di terreno, verrà impiegata acqua pura per tutelare il terreno superficiale. In tale fase, il consumo di acqua è ritenuto essere del tutto trascurabile.

Il consumo di acqua si mantiene limitato durante l'attraversamento delle sottostanti formazioni prevalentemente argillo - sabbiose ed argillitiche. Durante tali fasi e soprattutto durante la perforazione delle rocce argillitiche delle Unità Liguri flyschiodi e delle formazioni litoidi non fratturate, l'approvvigionamento d'acqua sarà variabile tra pochi litri/ora fino al massimo di circa 10 m<sup>3</sup>/h (2,7 l/s) in funzione del grado di permeabilità dei litotipi attraversati.



La perforazione della formazione rocciosa del serbatoio, dove permeabile, 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”.

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 poca disponibilità idrica, il prelievo di acqua potrà al massimo raggiungere una portata di punta pari a circa 70 m<sup>3</sup>/h (19,5 l/s) per un periodo previsto di circa 10 giorni, non consecutivi.

Durante la perforazione dei livelli fratturati potenzialmente produttivi, in ogni caso potrà essere gestito in postazione uno stoccaggio preventivo di acqua, sia nelle vasche di servizio (corral) dell'impianto di perforazione che nella vasca presente all'interno della postazione.

Per l'approvvigionamento dei quantitativi idrici descritti, il progetto prevede il prelievo di acqua dal Torrente Senna con l'eccezione del periodo estivo.

Per quanto concerne gli eventuali approvvigionamenti idrici nel periodo estivo sono stati presi contatti con il gestore del servizio idrico locale il quale non fornisce il servizio durante il periodo invernale per problemi di congelamento delle tubazioni di approvvigionamento.

Per tutta la durata delle attività di perforazione dei pozzi sarà necessario posare sui terreni una tubazione di collegamento tra la motopompa di prelievo dal Torrente Senna e la vasca di acqua industriale della postazione di perforazione (sia per CC1 che per CC 2); si veda quanto descritto in dettaglio al §3.3.4.

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

La fornitura di acqua per uso sanitario sarà quella tipica di un cantiere di piccole dimensioni e sarà garantita mediante allaccio ad acquedotto o da autobotte di modesta capacità.

## 3.4.6.2 Energia, gasolio e lubrificanti

L'energia necessaria all'esercizio dell'impianto e di tutti i servizi di cantiere verrà prodotta in loco mediante i gruppi di generazione dell'impianto stesso.

I carburanti per l'alimentazione dei motori e dei gruppi elettrogeni saranno approvvigionati tramite autocisterne che attingeranno presso fornitori autorizzati.

Il consumo massimo di gasolio di un cantiere durante la perforazione è di circa 1.000 kg/giorno, per un fabbisogno complessivo a pozzo stimabile in 30.000 kg/pozzo ovvero una media di 500 kg/giorno.

### 3.4.6.3 Altre materie prime

Per la realizzazione delle postazioni di sonda CC 1 e CC 2 il volume di calcestruzzo necessario per la realizzazione della soletta, delle vasche e dei cunicoli è stimato in circa 1.130 m<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda la perforazione, sulla base del profilo dei pozzi, della stratigrafia conosciuta e dell'esperienza, sono stati stimati i seguenti consumi medi di materiali per singolo pozzo (riferibili ad una perforazione di circa 2.000 m e validi sia per il pozzo produttivo che per il pozzo reiniettivo):

- bentonite: 80 t per pozzo;
- cemento per le malte: 230 t per pozzo;
- acqua per la perforazione, circa 20.000 m<sup>3</sup> a pozzo;
- acciaio: il consumo di acciaio è relativo principalmente ai tubi (casing), mentre altri utilizzi danno un contributo assai poco significativo. Il fabbisogno di casing ammonta a circa 170 t mentre altri consumi sono per scalpelli, testa pozzo e lamiere per lavori di carpenteria vari.

### 3.4.7 *Interferenze con l'ambiente per la fase di perforazione*

#### 3.4.7.1 Emissioni in atmosfera

Le emissioni in atmosfera sono sostanzialmente dovute a:

- polveri, durante la fase di preparazione delle postazioni dei pozzi CC 1 e CC 2;
- gas di scarico dai mezzi coinvolti tanto nella fase di preparazione delle aree CC 1 e CC 2 che nella fase di perforazione dei pozzi;
- gas di scarico dai motori diesel azionanti i gruppi elettrogeni o altre utenze possibili durante la perforazione dei pozzi.

Per dettagli si vedano i §4.3.1 e seguenti.

#### 3.4.7.2 Effluenti liquidi

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

- acque meteoriche (prima pioggia);
- scarichi dei servizi sanitari;
- reflui liquidi provenienti dalle attività di perforazione;
- acque di risulta del lavaggio mezzi.

Durante il periodo di perforazione le acque di prima pioggia che dilavano la soletta in calcestruzzo saranno raccolte mediante una rete dedicata in apposita vasca e successivamente allontanate da ditta specializzata.

Per quanto riguarda le acque reflue sanitarie, data la breve durata delle attività di perforazione il progetto non prevede che il cantiere sia dotato di strutture fisse ai

fini igienici. Le acque nere 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 40 m<sup>3</sup> a pozzo che verranno smaltiti con autobotte da ditta specializzata.

Il progetto dunque non prevede scarichi idrici.

Per quanto riguarda le caratteristiche e la gestione dei reflui liquidi provenienti dalle attività di perforazione, si rimanda ai §3.4.4 e 3.4.5. Come argomentato precedentemente durante la perforazione saranno attuate tecniche di prevenzione per la protezione delle falde idriche e l'impermeabilizzazione dei bacini in grado di assicurare l'isolamento ottimale.

### 3.4.7.3 Emissioni sonore

Le principali sorgenti sonore dell'impianto di perforazione sono rappresentate da:

- n.2 gruppi elettrogeni alimentati con motore diesel;
- n.2 vibrovagli alimentati con motore elettrico;
- n.2 pompe triplex;
- n.1 piano sonda;
- n.2 compressori.

Nella seguente Tabella 3.4.7.3a 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.

Si è in particolare considerato che:

- ogni 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 3.4.7.3a Potenza sonora delle principali sorgenti dell'impianto di perforazione**

Rif. sorgente	Descrizione	n.	Tipo sorgente	Potenza dB(A)	Ore di esercizio
S1	Gruppo elettrogeno	2	Puntiforme	96	24
S2	Vibrovaglio	2	Puntiforme	95	24
S3	Piano Sonda	1	Puntiforme	103	24
S4	Pompa triplex	2	Puntiforme	92	24
S5	Compressore	2	Puntiforme	85	24

## 3.4.7.4

### Rifiuti e residui

#### *Detriti e fango esausto*

La quantità attesa di residui di detriti e fango prodotta per singolo pozzo è stimabile in 600 m<sup>3</sup>.

Di questi, circa il 70% proverrà dalla separazione dalla fase liquida attraverso le attrezzature di vagliatura, mentre la restante parte sarà quella derivante dell'aliquota non separabile dal fango (e che si ritroverà sotto forma di materiale decantato in apposite vasche). Tale quantità è relativa prevalentemente alla parte del pozzo con ritorno di circolazione. Infatti, nelle fasi di perdita di circolazione si esclude la produzione di detriti dal momento che sarà prevalente la perdita di circolazione stessa. La quantità di fango che contribuisce a tale voce si limita a soli 80 m<sup>3</sup> a pozzo.

La miscela di fango, acqua e detriti di varia pezzatura prodotti dalla perforazione sarà inviata a idoneo centro di trattamento.

#### *Rifiuti da attività di cantiere*

Durante la perforazione è prevista la presenza sul cantiere di un sistema per la raccolta differenziata dei rifiuti prodotti, che verranno successivamente recuperati/smaltiti secondo le disposizioni vigenti in materia.

In accordo alla normativa vigente, 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 3.4.7.4a.

**Tabella 3.4.7.4a** *Quantitativi medi rifiuti da smaltire con riferimento all'attività di perforazione di ciascun pozzo*

Tipologia Rifiuto	Quantità in kg
Materiali filtranti, stracci e indumenti contaminati da olio	250
Materiale per imballaggi	600
Gomma e gomma-metallo	2.000
Legname	500
Oli esausti utilizzati nei motori	250

## 3.4.7.5

### Mezzi di cantiere e traffico indotto

Le attività di perforazione comporteranno 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.

Per la stima del carico da mezzi di trasporto sulla viabilità esistente occorre distinguere le varie fasi di lavoro.

La prima fase è costituita dalla costruzione delle postazioni e dall'adeguamento della viabilità, della durata totale di circa 120 giorni in cui si stima siano necessari:

- n.141 piccole autobotti da 8 m<sup>3</sup> per la fornitura di calcestruzzo, volume stimato pari a circa 1.130 m<sup>3</sup>;
- n.2 trasporti con autocarro da 30 ton per escavatore ed una motopala.

Per la fase di montaggio dell'impianto di perforazione si stimano 27 trasporti con autocarro da 30 ton e 11 trasporti speciali.

Durante la perforazione si stima siano necessari:

- n.15 trasporti con autocarro da 30 ton per il materiale da perforazione (bentonite, tubi, cemento, materiali minori) ripartiti nei primi 30 giorni di attività;
- n.15 trasporti per il ritiro del materiale di scarto, da parte di ditte specializzate, derivante dall'attività di perforazione;
- n.5 trasporti con autocarro da 4,8 ton per operazioni di log in pozzo, gasolio e altre attività minori ogni 5 giorni per tutto il periodo delle attività;
- n.5 mezzi leggeri per il trasporto del personale operativo e di controllo delle attività 2 volte al giorno, dal cantiere alla sede di pernottamento sita nel raggio di 5 km.

### 3.4.7.6 Pulitura Mezzi di Cantiere

Il cantiere sarà dotato di un impianto di lavar ruote mobile al fine di prevenire eventuali problemi legati alla dispersione in strada di materiale, che durante le operazioni di carico e transito nell'area di cantiere, potrebbero aderire ai pneumatici dei mezzi.

Il sistema funzionerà con acqua in riciclo. L'acqua raccolta al di sotto delle piazzole di lavaggio sarà infatti convogliata in una vasca all'interno della quale è ubicata una pompa sommersa che alimenta un serbatoio di raccolta da cui l'acqua viene riciclata alle apparecchiature di lavaggio.

Una volta finita la fase di lavaggio i reflui derivanti dall'impianto lava-ruote costituiscono rifiuto e come tali saranno smaltiti.

Il lavar ruote sarà posizionato fuori terra con rampe di accesso ed ubicato sul piazzale dell'area cantiere.



Nelle fasi successive, di costruzione delle ossature e dei getti di calcestruzzo, i mezzi transiteranno su piste di materiale inerte proveniente da impianti di riciclaggio o cava di prestito e quindi con minima possibilità di portare “sporco” sulla viabilità ordinaria. Nel caso ciò avvenisse, il personale presente in cantiere, provvederà manualmente con pale e scope a ripulire la viabilità stessa.

Nella fase della perforazione, essendo tutte le aree di transito e manovra dei mezzi all'interno delle piazzole inghiaiate, le ruote dei mezzi non hanno la possibilità di sporcarsi.

### **3.4.8** *Tempi di realizzazione delle postazioni di perforazione*

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

- definizione del programma e del profilo di sondaggio/reperimento dei materiali, autorizzazioni minerarie: 90gg;
- preparazione delle postazioni di sonda e adeguamenti viabilità: 130gg; la selezione ditte e negoziazione contratto può essere considerata in parallelo alla precedente;
- montaggio impianto: 30gg di attesa disponibilità impianto e 15gg di montaggio effettivo;
- 60gg perforazione di un singolo pozzo;
- analisi dei dati e decisioni operative in linea con l'attività e imprevisti: 10gg;
- 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.

La durata complessiva delle operazioni di preparazione e perforazione (6 pozzi) è indicativamente 20 mesi come indicato nel cronogramma di cui alla Figura 3.4.8a.

### **3.4.9** *Caratterizzazione produttiva dei pozzi*

Al fine di confermare le caratteristiche chimico-fisiche del fluido e le caratteristiche idrodinamiche del serbatoio, saranno effettuate specifiche prove. Le grandezze di maggiore interesse, ai fini della caratterizzazione produttiva del pozzo, sono la temperatura e la pressione, in condizioni indisturbate, del fluido contenuto nel serbatoio e la permeabilità della formazione geologica del serbatoio.

Sono previste, quindi, prove di produzione a breve termine (BT) per la “ripulitura del pozzo” e la caratterizzazione preliminare, che verranno eseguite con la presenza della sonda di perforazione della durata di massimo qualche ora. Inoltre, dopo la perforazione del primo pozzo di reiniezione (CC 2) sarà prevista una prova di reiniezione prolungata (circa 7-10 giorni).

Le prove di produzione sono generalmente volte ad identificare l'esistenza di un possibile orizzonte produttivo in termini di natura del fluido (liquido, vapore),



temperatura, composizione chimica, pressione di serbatoio, dimensioni e capacità produttive (estensioni laterali e verticali, trasmissività, porosità etc).

Le prove saranno pertanto le seguenti:

- test per la determinazione di pressione e temperatura: la temperatura e la pressione verranno misurate durante l'avanzamento del pozzo stesso e costituiranno parte integrante delle procedure di perforazione. Poiché la perforazione dà sempre luogo ad una modifica temporanea dello stato termico della formazione attraversata (raffreddamento), la sua temperatura verrà ricostruita secondo tecniche teorico-pratiche, sulla base del recupero nel tempo della temperatura di fondo pozzo, che tende verso una stabilizzazione;
- breve erogazione controllata: al termine della perforazione ed una volta verificata la presenza di un serbatoio permeabile il progetto prevede che venga eseguita una breve prova di erogazione, avente lo scopo di "pulire il pozzo" dai detriti e dall'acqua iniettata durante la perforazione e determinare alcune caratteristiche produttive. Maggiori dettagli sono descritti di seguito.
- test di produzione/ iniezione: dopo la perforazione di un secondo pozzo deviato dalla stessa postazione (es. CC 1 e CC 1A) al termine della breve prova di erogazione, saranno eseguite prove di iniezione (o iniettività) di acqua in pozzo associate alla misura di alcune grandezze fisiche, utilizzando speciali strumenti di misura calati all'interno dei pozzi stessi. Maggiori dettagli sono descritti di seguito.

Per quanto riguarda la breve prova di erogazione sopra richiamata, il progetto prevede che l'erogazione avvenga tramite una tubazione che sarà montata nel cunicolo appositamente predisposto, opportunamente ancorata per assorbire le dilatazioni termiche e le spinte fluidodinamiche in un "separator silenziatore".

Il silenziatore/separator avrà lo scopo di separare la parte liquida in uscita dal pozzo e ridurre le emissioni sonore. Esso sarà del tipo a ciclone: la fase gassosa (vapore e in condensabili e/aria) saranno espulsi dall'alto, mentre la fase liquida cadrà nella vasca dopo aver attraversato una cassa con stramazzo.

L'acqua contenuta nel fluido geotermico, inclusa l'acqua di perforazione, sarà separata nel ciclone silenziatore e scaricata nella vasca adiacente al piazzale e successivamente re-iniettata nel pozzo stesso.

Il test si interromperà quando le vasche per le prove di produzione saranno integralmente riempite. Considerando che la vasca reflui ha un volume di 355 m<sup>3</sup> è ragionevole ritenere che le prove avranno una durata di non più 2 - 3 ore.

Nel corso dei test di erogazione è previsto il monitoraggio con strumento portatile della concentrazione di H<sub>2</sub>S a diverse distanze dall'impianto.

Dopo la perforazione di un secondo pozzo sulla stessa piazzola la prova di produzione/iniezione potrà essere eseguita reiniettando il fluido geotermico, riversato nella vasca, direttamente nel secondo pozzo, mediante una pompa. Tale ulteriore prova, consentirà una migliore caratterizzazione del serbatoio geotermico

in termini di produttività e di reiniettività, ricreando all'incirca ciò che avverrà ad impianto in esercizio.

L'acqua geotermica, separata nel separatore/silenziatore e avviata nella vasca reflui, sarà, mediante una pompa immersa, collocata nella vasca, reiniettata nel secondo pozzo. Si procederà cioè alla produzione di fluido geotermico da un pozzo di produzione e la reiniezione dello stesso nel pozzo perforato nella stessa piazzola. La durata del test sarà decisa in funzione delle caratteristiche dei pozzi ed avrà una durata orientativa di circa 3-4 giorni.

Dopo la caratterizzazione dei primi due pozzi di produzione (CC 1 e CC 1A) è prevista la perforazione del primo pozzo di reiniezione denominato CC 2. Contemporaneamente alla perforazione del pozzo reiniettivo sarà prevista la realizzazione della tubazione di collegamento tra la postazione di produzione e quella di reiniezione e la contemporanea installazione della pompa sommersa (vedi Paragrafo 6.2.3) in un pozzo di produzione.

Dopo l'installazione della tubazione e della pompa immersa sarà pertanto possibile eseguire una prova di produzione prolungata, senza emissioni in atmosfera, della durata di circa 15 giorni che permetterà una migliore caratterizzazione del serbatoio.

Per il funzionamento della pompa sommersa, sarà richiesto l'allacciamento temporaneo di cantiere alla rete elettrica a media tensione o sarà utilizzato un gruppo elettrogeno.

Attraverso l'elaborazione numerica delle grandezze fisiche raccolte durante l'iniezione d'acqua, sarà possibile accertare la qualità della "interconnessione" tra le fratture delle rocce serbatoio e foro e quindi prevedere con sufficiente affidabilità la capacità produttiva dei pozzi.

### **3.4.10** *Completamento dei pozzi e ripristino della postazione*

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

Il piano di recupero dell'area di postazione dipende strettamente dall'esito della perforazione e della produttività dei pozzi.

Di seguito verranno descritte le tipologie di ripristino ambientale che saranno adottate in caso di pozzi produttivi o pozzi sterili.

#### **3.4.10.1** **Esito positivo della perforazione (pozzi produttivi)**

In caso di successo, i pozzi saranno utilizzati per la produzione di energia ed in loco sarà mantenuta la postazione, pur in forma ridotta e con una visibilità minima (Figura 3.4.10.1a per CC 1, in cui è visibile anche l'impianto ORC, e Figura 3.4.10.1b per CC 2).



In tal caso, le opere destinate a rimanere saranno:

- la testa pozzo, caratterizzata da un ingombro irrilevante, sia in termini volumetrici che per elevazione e visibilità. Si tratta, infatti, di tubazioni coibentate e valvole (manuali ed elettriche per l'avvio e l'arresto dell'impianto) che, alloggiata in una buca armata (cantina), fuoriescono dal piano campagna di circa 1,5 metri, quindi di ingombro assimilabile ai comuni pozzi artesiani per l'attingimento di acqua;
- una recinzione costituita da una rete di altezza 2 m, con dimensioni in pianta 3 m x 18 m posta intorno alle cantine, per protezione dei pozzi; sarà coperta anche nella parte superiore e munita di cancello per impedire l'accesso alla struttura da tutti i lati;
- l'area cementata della postazione necessaria per la fase di perforazione;
- le solette e le strutture per il rifornimento gasolio e per il suo stoccaggio;
- la vasca interrata dell'acqua industriale;
- una protezione di rete metallica di adeguata altezza e robustezza, per impedire l'accesso di personale estraneo alle strutture di postazione; essa sarà posta tutta intorno all'area di postazione.

Anche la restante superficie della postazione rimarrà 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.

Infine, le superfici aride circostanti la postazione saranno riprofilate e rese fertili con la posa in opera di uno strato di terreno vegetale; successivamente il tutto verrà rinverdito e cespugliato con essenze locali.

I pozzi produttivi costituiranno l'alimentazione all'impianto a ciclo organico descritto nel successivo Paragrafo 3.5.

### 3.4.10.2 Esito negativo della perforazione (pozzi sterili)

In caso di esito negativo della perforazione, qualora il pozzo risulti inutilizzabile per uno degli obiettivi per cui era stato perforato, si procederà alla chiusura mineraria dei pozzi e alla demolizione delle opere civili.

Scopo della chiusura mineraria dei pozzi è quello di 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 avverrà mediante riempimento del foro con materiale clastico e appositi tappi di cemento a varie profondità lungo le tubazioni esistenti, in modo da ripristinare il completo isolamento delle rocce perforate.

Anche ogni componente metallico della testa pozzo (flange, valvole, strumenti) sarà recuperata per successive utilizzazioni, mentre l'area circostante,

precedentemente inghiaia, sarà oggetto di ripristino con l'eliminazione di ogni altra infrastruttura. Lo strato di ghiaia superficiale verrà raccolto e destinato ad altri usi.

In generale, ed a seconda delle condizioni effettive del pozzo, potrà essere necessario l'impiego dell'impianto di perforazione anche per realizzare l'intervento di chiusura mineraria: tuttavia, nel caso dei pozzi in esame, non si prevede l'utilizzazione di particolari attrezzature stante la semplicità e la non pericolosità del campo anche in accordo ad una lunga esperienza di realizzazione di chiusure minerarie.

L'operazione di chiusura del pozzo sarà completata in superficie con la demolizione delle parti in calcestruzzo e della parte terminale superiore del pozzo fino a circa 2 m di profondità.

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.

Una volta esperite le procedure ai sensi della normativa vigente, saranno smontate le strutture metalliche e demolite le opere civili in calcestruzzo: le operazioni saranno condotte da ditte specializzate.

Il ferro di armatura potrà essere recuperato come le parti metalliche, mentre il macinato di calcestruzzo potrà essere utilizzato come materiale inerte da costruzione.

Concluse le operazioni di demolizione e di allontanamento dei residui, l'area sarà completamente ripulita e predisposta per gli eventuali utilizzi previsti.

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.

## **3.5 LA CENTRALE DI PRODUZIONE**

### **3.5.1 Criteri generali di progettazione**

La progettazione della centrale di produzione è stata condotta assumendo che il serbatoio geotermico sia in grado di mantenere la produzione di elevate quantità di fluido geotermico senza apprezzabile degrado nelle caratteristiche termiche e di produzione del fluido.



La soluzione adottata per garantire l'assenza di emissioni di fluido in atmosfera prevede di mantenere la pressione del fluido al di sopra della pressione di bolla dell'anidride carbonica disciolta tramite l'impiego di pompe immerse per il prelievo del fluido e di un impianto binario con ciclo Rankine a fluido organico per la produzione di energia elettrica.

L'aspetto pilota dell'impianto, volto alla sperimentazione della risorsa geotermica rinvenuta nel serbatoio, impone la potenza massima di 5 MWe, intesa come la potenza media annua immessa in rete.

L'impianto pilota è stato progettato secondo le seguenti specifiche:

- Potenza massima erogabile in rete: 5MWe;
- Temperatura del fluido geotermico in ingresso all'impianto: 180 °C;
- Impiego di pompe immerse per evitare la formazione di incrostazioni da carbonato di calcio;
- Assenza di emissioni in atmosfera;
- Utilizzo di condensatore ad aria per evitare la necessità di prelievi idrici (anche se è allo studio un sistema di condensazione "ibrido", volto ad ottimizzare e ridurre al minimo l'utilizzo di acqua e garantire un miglioramento del rendimento termodinamico dell'impianto);
- Temperatura di riferimento per il calcolo dei bilanci energetici pari alla temperatura media annua di 20 °C;
- Impiego di materiali sia per le tubazioni che per i componenti della centrale ORC a contatto con il fluido geotermico resistenti alla corrosione;
- Utilizzo di un rigeneratore e di un surriscaldatore nell'impianto ORC, volto a massimizzare il rendimento elettrico dell'impianto e migliorare lo sfruttamento della risorsa geotermica;
- Possibile utilizzo di espansori a vite al fine di recuperare parte dell'energia di pressione prima della reiniezione del fluido nel serbatoio di provenienza.

Poiché la solubilità del carbonato di calcio, che costituisce l'elemento di maggiore preoccupazione ai fini della determinazione della capacità incrostante del fluido geotermico, cresce con il diminuire della temperatura e che la concentrazione di silice è tale da non provocare incrostazioni fino a temperature attorno ai 50-70°C, è stato deciso recuperare il calore dal fluido fino a raffreddarlo ad una temperatura di 80 °C (rispetto ai 50 °C della prima soluzione).

Questo al fine di garantirsi un maggiore margine operativo di esercizio considerando il fatto che, data l'elevata temperatura del fluido geotermico prelevato dal serbatoio, non si nota alcuna apprezzabile riduzione del rendimento complessivo del sistema optando per questa temperatura. Sarà, al massimo, necessario ricavare una portata leggermente superiore di fluido geotermico (comunque inferiore a quella teorica attesa), ma che ben giustifica l'incremento di operatività derivante da una minor propensione alla formazione di incrostanti del fluido geotermico una volta raffreddato allo scambiatore ORC.

## 3.5.2

### *Descrizione del progetto dell'impianto Pilota*

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

- n.3 pozzi di produzione di fluido geotermico;
- una tubazione di convogliamento del fluido geotermico dai pozzi produttivi all'impianto ORC;
- l'impianto ORC che consentirà la produzione di energia elettrica attraverso il recupero di calore dal fluido geotermico;
- sistema di raffreddamento in assetto cogenerativo con sfruttamento;
- una tubazione di convogliamento del fluido geotermico raffreddato ai pozzi di reiniezione;
- n.3 pozzo di reiniezione del fluido geotermico;
- la possibilità di "stacco" per il prelievo dell'acqua calda, sia a monte che a valle dell'impianto ORC per l'alimentazione di eventuali utenze termiche;
- la linea elettrica di media tensione per il collegamento alla Rete di Enel Distribuzione.

La localizzazione delle opere in progetto è riportata nella 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" per il fatto che coinvolgono due tipologie di fluido:

- il fluido geotermico caldo dal quale viene recuperato calore e che 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 (a monte ed a valle della sezione di scambio termico) saranno installati dispositivi di prelievo del fluido ai quali potranno essere attaccate le eventuali tubazioni di distribuzione.

Nei seguenti paragrafi sono descritte le diverse sezioni di cui è costituito l'impianto.

## 3.5.2.1

### Impianto ORC

Le principali apparecchiature che costituiscono il ciclo ORC sono:

- n.2 evaporatori a fascio tubiero (fluido organico – acqua);
- n.2 preriscaldatori (fluido organico – acqua);
- n.1 recuperatore di calore (fluido organico – acqua);
- n.1 turbo-espansore comprensivo di 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 vasca di prima pioggia.

Il turbo espansore e il generatore elettrico saranno alloggiati all'interno di un cabinato insonorizzato; analogamente le pompe alimento saranno dotate di una struttura dedicata per l'insonorizzazione.

Il layout dell'impianto ORC è riportato in Figura 3.4.10.1a (in cui sono visibili CC 1 e ORC). Per viste e sezioni si veda il Progetto Definitivo.

#### *Funzionamento del Ciclo ORC*

L'acqua calda, proveniente dai pozzi di produzione e mantenuta in pressione dalle pompe immerse, viene convogliata mediante un collettore all'adiacente impianto ORC, alle condizioni di 180 °C e 60 bar circa. Da qui, l'acqua calda viene inviata alla sezione di scambio termico del ciclo ORC ed in particolare passa, in serie, all'evaporatore e al preriscaldatore della sezione ad alta pressione, quindi alimenta, sempre in serie, l'evaporatore e il preriscaldatore della sezione a bassa pressione. Il ciclo ORC previsto, infatti, è caratterizzato da un doppio livello di pressione (e quindi di temperatura) in modo da ottimizzare l'efficienza del processo di recupero termico.

Il vapore del fluido organico viene fatto espandere nel Turbo-Espansore, che in seguito alla diversa pressione del vapore in uscita dai due evaporatori è dotato di un doppio ingresso. Il turbo espansore consente la produzione energia meccanica, che viene convertita in energia elettrica mediante un generatore.

Il vapore espanso in turbina attraversa prima un recuperatore, nel quale viene raffreddato, cedendo calore al fluido organico condensato, prima che questo venga ri-alimentato alla sezione di recupero termico; quindi il vapore, viene fatto condensare in un condensatore aria-fluido organico, chiudendo il ciclo termodinamico. Una volta condensato, il fluido viene nuovamente alimentato al sistema di preriscaldamento-evaporazione iniziando un nuovo ciclo di processo.



Uno dei vantaggi intrinseci di un ciclo ORC è la possibilità di decidere quale fluido di lavoro utilizzare in funzione delle temperature e delle condizioni di esercizio, optando per la soluzione migliore dal punto di vista dell'impatto ambientale, delle performance termodinamiche, della sicurezza e della operatività della centrale.

Il fluido scelto, che non è infiammabile, ma bensì refrigerante, presenta le seguenti peculiarità:

- ottimizza il progetto dell'espansore influenzando sulla portata volumetrica;
- risulta, come già detto, non infiammabile;
- ha una buona stabilità termica;
- ha un alto peso molecolare (buona conducibilità termica);
- è disponibile economicamente sul mercato;
- ha un basso valore di *Global Warming Potential* (GWP) e valore nullo di *Ozone Depletion Potential* (ODP)

### *Sistema 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 edificio nel quale saranno presenti i quadri e la postazione operatore dalla quale sarà possibile supervisionare il funzionamento dell'impianto.

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 successivamente, che ne permetterà la rilevazione e l'invio di un segnale di allarme al centro di controllo per il successivo intervento di ripristino.

### *Pompe di sollevamento*

La pompa di sollevamento in pozzo è una soluzione tecnica fondamentale per regolare la pressione della colonna di liquido nel pozzo a valori tali da mantenere la CO<sub>2</sub> disciolta nella soluzione liquida ed evitare incrostazioni da carbonato di calcio. Le pompe impiegate per questa funzione hanno caratteristiche altamente tecnologiche dal momento che devono lavorare alle profondità tra 900 e 1.000 m circa e a temperature relativamente alte (la temperatura del fluido nel serbatoio geotermico è di circa 180°C).

Le pompe di sollevamento che saranno installate saranno pertanto 3, una per ciascun pozzo produttivo.

Ciascuna pompa sarà in grado di produrre circa 150 t/h di acqua calda alla pressione di mandata di circa 155 bar, garantendo così una pressione di 60 bar in superficie, a monte dell'impianto ORC.

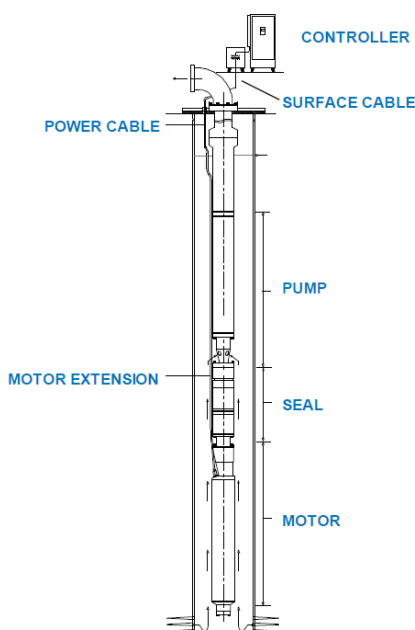
Nella figura successiva è riportato lo schema di una pompa immersa della tipologia necessaria per il presente progetto.

La pompa sarà guidata da un motore elettrico immerso, visibile nella figura, in grado di lavorare alle temperature richieste. In sede di progettazione esecutiva potrà risultare opportuno prevedere di installare un sistema di packers per ottimizzare l'alloggiamento della pompa.

Il motore elettrico sarà alimentato da un cavo che scende all'interno del pozzo.

Ciascuna pompa assorbità, nelle condizioni di progetto (cioè a circa 150 t/h e 75 bar di prevalenza) circa 600 kW.

**Figura 3.5.2.1a Schema della pompa di sollevamento**



*Componente Ausiliario - Raffreddamento liquido circuito di condensazione per sfruttamento uso agricolo calore di condensazione*

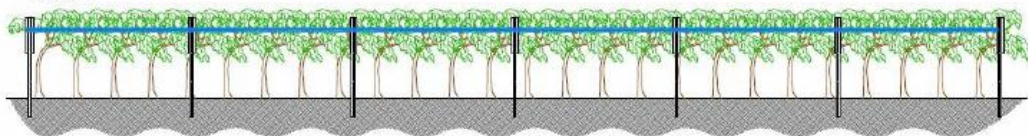
L'impianto ORC (Organic Ranking Cycle) ha i medesimi principi di funzionamento ed i medesimi componenti (evaporatore, condensatore, espansore e pompa) di un comune impianto a vapore (Steam Ranking Cycle). Uno dei componenti fondamentali è il condensatore, in cui avviene la condensazione del fluido di lavoro in uscita dalla turbina (che è ancora in fase gassosa), fino a farlo diventare fluido per poter essere nuovamente pompato ed inviato all'evaporatore. Al condensatore, pertanto, avviene uno scambio di calore tra il fluido di lavoro che si raffredda (ed appunto condensa) ed un altro fluido (nel nostro caso l'aria) che si riscalda. Il calore sottratto dall'aria viene quindi disperso in ambiente.

In un impianto ORC questo componente risulta essere visivamente il più impattante e per questo motivo si predisporranno interventi di mitigazione

indispensabili a consentirne l'inserimento in contesti rurali. Presenta, inoltre, un consistente assorbimento di energia elettrica che riduce le prestazioni energetiche globali dell'impianto (parte dell'energia elettrica generata deve essere destinata ad alimentare le ventole). D'altro canto, come ampiamente discusso, la necessità di disperdere il calore di condensazione è insito del ciclo termodinamico impiegato per generare energia elettrica.

Ciò che si intende sperimentare con il progetto "Casa del Corto" consiste nell'integrare il sistema di condensazione standard eseguito tramite Air Cooler con una soluzione alternativa che consenta uno sfruttamento a fini agricoli del calore di condensazione che altrimenti sarebbe disperso in ambiente.

**Figura 3.5.2.1b Sezione tipologica di un sistema a pergola**



Questa scelta presenta innumerevoli vantaggi:

- una migliore integrazione paesaggistica della centrale con l'ambiente rurale tramite l'impiego di un sistema misto a pergola (assimilabile ad un'opera di mitigazione) ed interrato (soil heating, nessun impatto paesaggistico perché totalmente interrato);
- riduzione dell'estensione nel tempo degli Air Cooler, qualora la sperimentazione evidenziasse la fattibilità tecnica ed economica nello smaltire il calore di condensazione tramite questa soluzione;
- impiego a fini agricoli del calore, in modo tale da consentire la coltivazione durante tutto l'anno di colture tipicamente estive (per es. ortaggi o viti).

Il funzionamento del componente è così riassumibile: verrà interposto uno scambiatore di calore fluido refrigerante/acqua immediatamente a valle del rigeneratore dell'impianto ORC; l'acqua così riscaldata verrà fatta transitare in una griglia di condotte in alluminio (con i collegamenti e raccordi in polipropilene), del diametro variabile tra i 0,1-0,2 m, che saranno in parte interrate ad una distanza di circa 1-2 m e ad una profondità tra i 0,60-0,85 m dal p.c., ed in parte fuori terra e poste lungo i sostegni del sistema a pergola (altezza massima di circa 2,6 m) o poggianti sul terreno stesso.

La temperatura dell'acqua in ingresso al sistema di condotte sarà attorno ai 50°C, mentre quella in uscita di circa 25 °C (o comunque prossima alla temperatura ambiente). La portata di acqua inviata al sistema sarà determinata in maniera tale da mantenere la temperatura del terreno e dell'aria nell'immediate vicinanze della coltura sempre sui 20-30°C (quindi sarà variabile nel corso dell'anno in base alle condizioni climatiche). La temperatura e quindi la portata d'acqua potrebbe variare anche in funzione delle specie vegetali da coltivare (per esempio, alle temperature ipotizzate, è consigliabile la coltivazione delle carote o dei cavoli).

I fattori che maggiormente influenzano la distribuzione della temperatura nel terreno sono:

- la conduzione termica e la superficie totale di scambio della parete dei tubi;
- la temperatura e velocità dell'acqua in ingresso al sistema;
- la temperatura, umidità, densità e velocità dell'aria ambiente;
- le proprietà del terreno (saturazione d'acqua, porosità, composizione mineralogica, ecc.).

A fini sperimentali il progetto prevede che sia realizzata una superficie massima di 2.500 m<sup>2</sup>, volta ad una prima valutazione delle performance di questo sistema ausiliario.

Si fa presente che si tratta di una soluzione tecnica che non prevede la copertura totale dell'area tramite una serra chiusa. Si stima che una portata d'acqua di circa 10 kg/s, nelle condizioni sopra riportate, possa consentire un incremento della temperatura del suolo tra i 4 ed i 10°C.

Si ritiene plausibile smaltire mediamente nel corso dell'anno 1 MWt/h sui 2.500 m<sup>2</sup> del sistema ausiliario in progetto.

### 3.5.2.2 Tubazioni di connessione impianto-pozzi

Il fluido geotermico verrà trasportato dai pozzi di produzione al vicino impianto ORC mediante una tubazione posata in cunicolo.

Una volta fuori dall'area della postazione, la tubazione sarà interrata e corre in direzione Nord attraversando parallelamente alla strada vicinale soggetta a riadattamento, fino ad arrivare alla Strada Provinciale del Monte Amiata SP 323.

Qui è previsto un attraversamento sotterraneo della SP 323, mediante spingi tubo (al fine di non interrompere la viabilità), e poi la tubazione continua il suo percorso in sotterraneo, attraverso campi ad uso agricolo in direzione Nord fino ad incontrare Via delle Sugarelle. Mediante attraversamento di quest'ultima mediante spingitubo, la tubazione giunge, sempre in direzione Nord alla postazione di reiniezione.

Le tubazioni sono rappresentate schematicamente nella Figura 3.5.2.2a. Il tracciato delle tubazioni è visibile in Figure 1a.

I tracciati delle tubazioni 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;

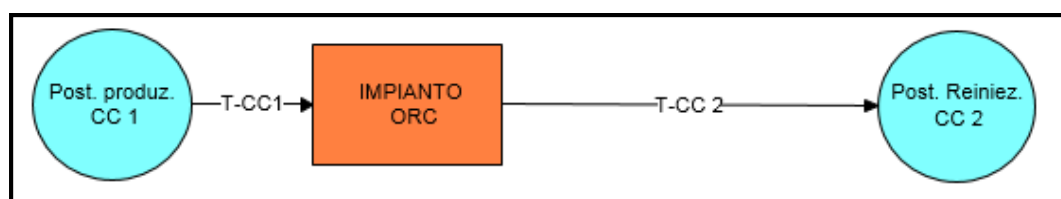
- garanzia per il personale preposto all'esercizio e alla manutenzione della condotta e degli impianti dell'accesso all'infrastruttura in sicurezza.

La postazione di produzione è adiacente all'impianto ORC. Le tubazioni in uscita da ciascun pozzo verranno collegate in un collettore che correrà, in direzione est-ovest fino a giungere in prossimità della sezione di scambio termico dell'impianto ORC dove uscirà fuori terra ed andrà a collegarsi alla flangia di ingresso dell'evaporatore.

Si specifica che la tubazione sarà posata, per tutto il tracciato descritto, 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 6.2.4a.

**Figura 3.5.2.2a Rappresentazione schematica delle tubazioni**



Con riferimento al precedente schema, nella seguente tabella sono riportati lunghezza, diametri e caratteristiche del fluido nelle tubazioni nelle condizioni di progetto.

**Tabella 3.5.2.2a Caratteristiche principali delle tubazioni nelle condizioni di progetto**

ID	Lunghezza	Diametro nominale	Portata	Pressione partenza	Pressione arrivo	Temperatura
	m	mm	t/h	bar		°C
T-CC 1	80	DN400	460	60	59,8	180
T-CC 2	1.400	DN400	460	59,5	57,1	80

Le tubazioni, essendo coibentate, sono isolate da correnti galvaniche, inoltre 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.

Sulla base delle caratteristiche specifiche e in larga misura note del fluido, le tubazioni avranno un sovrasspessore di corrosione di 6 mm (0,2 mm/anno per 30 anni di vita utile).

A parte gli attraversamenti stradali, la tubazione si colloca in terreno agricolo. Pertanto la profondità di scavo sarà tale da evitare interferenze con gli attrezzi utilizzati per le lavorazioni agricole. In particolare si manterrà una distanza di 1,5 m tra la sommità del rivestimento esterno del tubo e il livello del piano campagna.

Nello stesso scavo delle tubazioni che trasportano il fluido geotermico saranno posate delle condotte in materiale plastico per il passaggio di cavi di potenza e di segnale. Tali cavi saranno infatti costituiti dal cavo per il trasporto dell'energia elettrica (recuperata mediante la turbina idraulica) dalla postazione di reiniezione all'impianto ORC e dai cavi per lo scambio dei segnali tra il sistema di controllo della Centrale e le apparecchiature/strumentazione presenti nella postazione reiniettiva.

Per maggiori dettagli riguardo ai tipici delle sezioni di scavo per la posa delle condotte si vedano gli elaborati grafici allegati al Progetto Definitivo.

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.

### 3.5.2.3 Impianti ausiliari

#### *Sistemi di controllo*

L'impianto Pilota sarà dotato di idonei sistemi di controllo.

Nello specifico sarà installato un sistema di automazione, basato su logica a PLC, che 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 dedicato. Sarà possibile comandare in remoto e gestire, mediante apposite schermate grafiche tutto l'impianto sperimentale.

#### *Controllo microsismico*

Sebbene la pratica pluriennale nei campi geotermici di tutto il mondo in cui sono installati circa 11.000 MW (si veda anche l'esperienza di Larderello e Ferrara) non abbia prodotto eventi rilevanti, a fini cautelativi e per verificare eventuali correlazioni tra attività microsismica e reiniezione il progetto prevede l'installazione di una rete per il controllo dell'attività sismica (si veda Allegato 5 al Progetto Definitivo).

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



## *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 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, si è pertanto previsto un sovrappessore di corrosione di 6 mm, calcolato per un periodo di funzionamento di 30 anni.

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 controlli non distruttivi spessimetrici con tecnologia a ultrasuoni su tutta la circonferenza delle tubazioni tra i pozzi e la centrale e tra questa e i pozzi di reiniezione ogni 6 mesi.

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

## *Controllo Perdite di fluido da tubazioni*

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.

## *Impianto antincendio*

L'impianto sarà dotato di dispositivi antincendio automatici, approvati dai Vigili del Fuoco. Nello specifico, è prevista la realizzazione di sistema antincendio che prevede una rete antincendio e l'installazione di idranti UNI 70 con relativa cassetta in 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 pompa diesel.

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

### *Sistema di illuminazione*

La zona di installazione dell'Impianto ORC non è dotata di illuminazione, pertanto è stato previsto un adeguato sistema di illuminazione.

In particolare è prevista l'installazione di n.7 apparecchi illuminanti testapalo (con tecnologia a LED, tipo AEC LED-IN o equivalente, di forma ovoidale), installati su pali conici a sezione circolare, di altezza fuori terra pari a 8 m, inclinazione armatura 0° (superficie emissiva parallela alla superficie stradale) lungo il perimetro dell'impianto ORC

Gli apparecchi in progetto sono del tipo a 54 led (6 moduli da 9 led), con flusso luminoso iniziale 8.950 lm e potenza complessiva 118 W.

Il progetto prevede che siano impiegati plinti prefabbricati gettati in opera (di dimensioni esterne 1.170x810x900 mm), che saranno provvisti di pozzetto ispezionabile.

Per dettagli in merito al sistema di illuminazione si vedano gli elaborati di Progetto Definitivo.

### *Cabina elettrica di consegna*

La cabina elettrica verrà realizzata con struttura prefabbricata con vasca di fondazione. Essa sarà situata lungo il lato Nord dell'impianto e conterrà:

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

La cabina sarà costituita da un edificio dalla superficie complessiva di circa 21 m<sup>2</sup> (8,6 x 2,5 metri) per una cubatura complessiva di circa 48,5 m<sup>3</sup>. 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.



## 3.5.2.4

### Opere civili

#### *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*

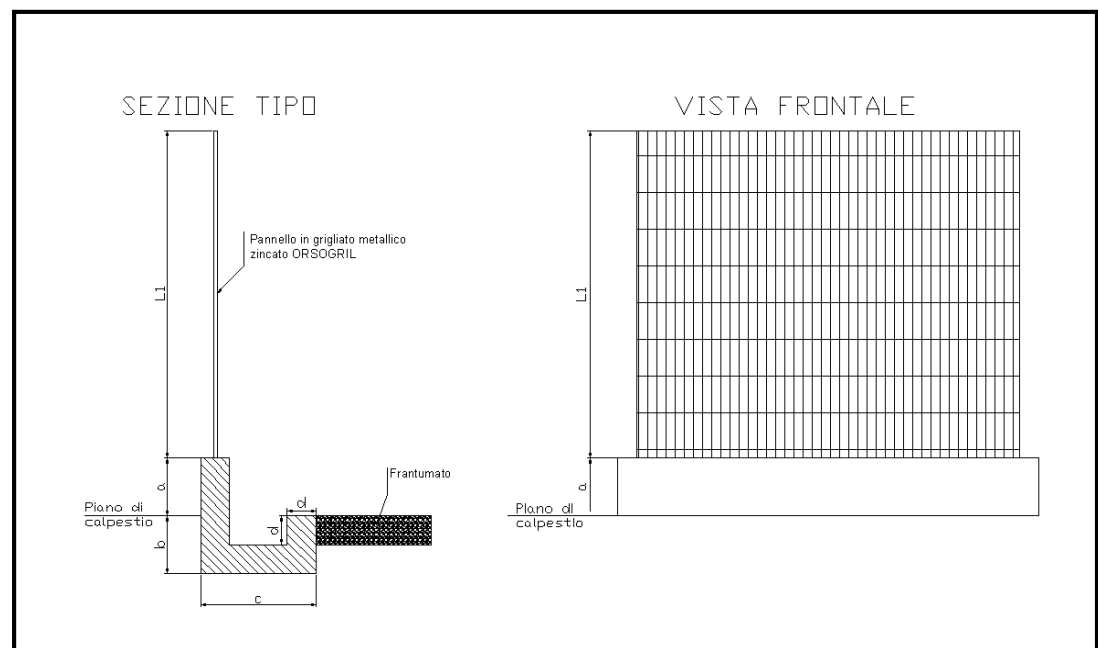
Si prevede di realizzare l'impianto ORC su fondazioni dirette del tipo a platea. I basamenti saranno previsti in conglomerato cementizio armato gettato in opera, con nervature di irrigidimento.

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.

#### *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 3.5.2.4a Schema della recinzione**



La rete sarà realizzata con rete tipo "orsogrill", ed avrà un'altezza fuori terra di circa 2 m.

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 350 x 100 cm.

L'accesso avverrà dalla strada Provinciale del Monte Amiata al Km 1+IX che conduce al Podere di Valle Caldina.

Per quanto riguarda gli interventi relativi alla viabilità esistente di accesso all'Impianto ORC si veda quanto già indicato per la postazione di produzione CC 1 al §3.3.2 "Viabilità".

### *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.

### **3.5.3 *Collegamento elettrico dell'impianto Pilota Geotermico: Elettrodotto MT aereo di collegamento alla Rete di Enel Distribuzione***

L'impianto sarà collegato alla rete di Enel Distribuzione a 15 kV tramite la realizzazione di una linea aerea in Media Tensione lunga circa 5,3 km, fino alla cabina di consegna di Enel Distribuzione posta nell'area industriale in prossimità della Centrale Geotermica denominata PC2.

Il progetto prevede che le pompe immerse e gli ausiliari di Centrale possano essere alimentati sia dalla rete elettrica che dall'impianto ORC. Pertanto all'avviamento dell'impianto il generatore principale e quello del recupero di energia alla reiniezione saranno disconnessi e tutte le utenze (ausiliari di centrale e pompe immerse) verranno alimentate dalla rete, attraverso il trasformatore principale (si faccia riferimento allo schema elettrico unifilare allegato al Progetto).

Una volta avviata la turbina del ciclo ORC e il sistema di recupero alla reiniezione, tutte le utenze saranno invece alimentate dal generatore di Centrale (Principale) e l'energia eccedente sarà immessa in rete. Analogamente, in caso di stacco/malfunzionamento della Rete Enel, l'Impianto Pilota potrà funzionare in isola ovvero l'Impianto verrà esercito a regime ridotto in modo tale che il generatore di Centrale eroghi l'energia necessaria a coprire esattamente i consumi degli ausiliari (in attesa della risoluzione del guasto e quindi di poter di nuovo immettere l'energia in rete).

L'energia prodotta dalla pompa operante da turbina installata nella postazione di reiniezione sarà inviata via cavo alla centrale ORC e da qui alla Rete di Enel Distribuzione in Media Tensione.

## 3.5.3.1

### Analisi delle alternative

Il tracciato è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11-12-1933 n.1775, comparando le esigenze di pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici sia privati.

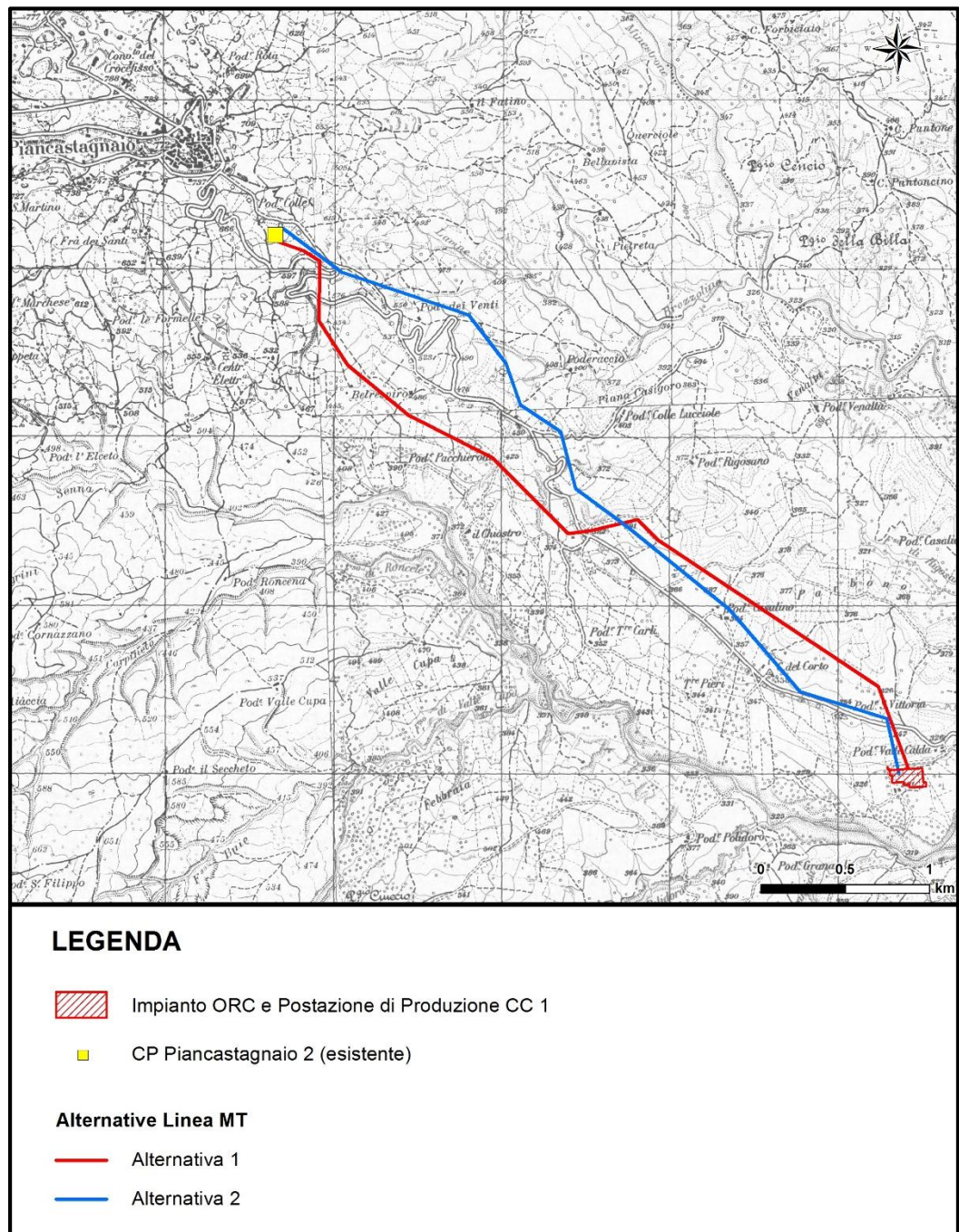
Nella definizione dell'opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

- 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;
- evitare, per quanto possibile, di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le eventuali zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico.

Inoltre, per quanto riguarda l'esposizione ai campi magnetici, in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08-07-2003 di cui alla Legge n. 36 del 22/02/2001, i tracciati sono stati eseguiti tenendo conto dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T.

In Figura 3.5.3.1a sono rappresentate le due alternative progettuali studiate per la linea elettrica in Media Tensione.

**Figura 3.5.3.1a** *Alternative Linea Elettrica MT per il collegamento dell'Impianto Pilota alla Cabina di Piancastagnaio Enel esistente 2*



Come mostrato in Figura 3.5.3.1a, l'Alternativa 2, a partire dalla cabina di consegna dell'impianto percorre la Strada Provinciale Amiata mantenendosi sempre dal lato Nord della stessa, interessando aree agricole, fino alla Cabina della Centrale Piancastagnaio 2. La lunghezza di tale linea è 5,2 km.

L'Alternativa 2, benché presenti lunghezza inferiore, interessa inevitabilmente con i sostegni aree soggette a tutela paesaggistica ai sensi del D.Lgs.42/04 e s.m.i. art. 142 (aree boschive) e aree franose da IFFI.

L'Alternativa 1, di lunghezza di poco maggiore, pari a 5,3 km, si sviluppa seguendo per il primo tratto la Strada Provinciale Amiata dal lato Nord per poi proseguire invece sul lato Sud della stessa, fino alla Cabina della Centrale Piancastagnaio 2. Tale soluzione consente di limitare l'interessamento di aree soggette a tutela paesaggistica ai sensi del D.Lgs.42/04 art.142; inoltre l'attraversamento delle aree franose da IFFI è tale da poter essere effettuato solo con nei tratti aerei, mantenendo i sostegni esternamente.

### *La soluzione scelta*

La soluzione adottata è quella che prevede la realizzazione della linea in cavo aereo di lunghezza circa 5,3 km ed un breve tratto in cavo interrato (qualche decina di metri, per i collegamenti interni all'area dell'ORC ed interno all'area della Centrale Enel di Piancastagnaio).

### **3.5.3.2 Descrizione del tracciato**

L'elettrodotto in Media Tensione, dopo un primo tratto di circa 270 m attraversa la S.P. dell'Amiata, che percorre in affiancamento sul lato Nord della stessa per circa 2,3 km; di qui la linea devia verso Sud-Ovest, portandosi sul lato Sud della provinciale cui continua a mantenersi in affiancamento fino alla Cabina della Centrale Enel esistente di Piancastagnaio 2 che raggiunge dopo circa 2,7 km.

Complessivamente il tracciato dell'elettrodotto MT copre un percorso di circa 5,3 km.

### **3.5.3.3 Caratteristiche tecniche della linea elettrica**

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17, come riportato in dettaglio nella Relazione riportata in Allegato 6 al Progetto Definitivo.

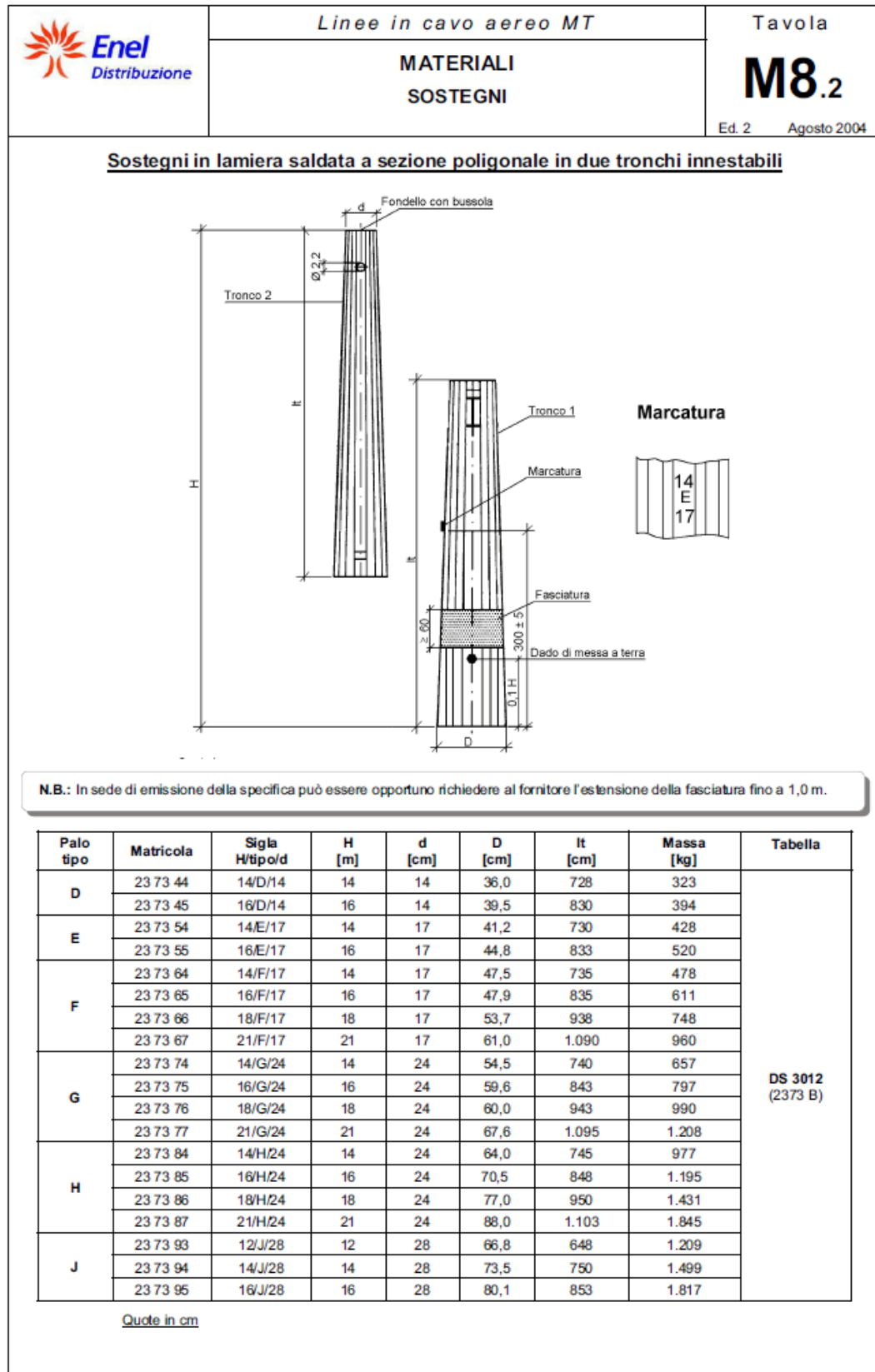
Il posizionamento dei pali nei confronti degli attraversamenti sarà conforme ai tipici definiti nelle Linee Guida di Enel Distribuzione per le linee MT in cavo aereo (edizione 2004).

### *Caratteristiche dei sostegni*

È prevista l'infissione di n. 56 pali di tipo poligonale in lamiera saldata a sezione poligonale in due tronchi innestabili, di altezza generalmente pari a 14 m, di quelli usati normalmente da Enel nella costruzione di linee MT. In Figura 3.5.3.3a sono rappresentate le tipologie dei sostegni utilizzati.

La linea MT sarà equipaggiata con conduttore in Al da 150 mm<sup>2</sup> in cavo aereo su fune portante, fino alla cabina primaria di Piancastagnaio 2.

Figura 3.5.3.3a Tipologie sostegni



## Caratteristiche cavo interrato

Per i brevi tratti di linea interrata a 15 kV si utilizzeranno cavi di tipo ARE4H5EX 12/20kV, posti entro tubo protettivo corrugato in PVC. La profondità di posa del tubo protettivo sarà conforme alle Norme CEI. Dopo lo scavo e la posa, è previsto il ripristino: i lavori saranno eseguiti a regola d'arte con materiali aventi le stesse caratteristiche di quelli esistenti.

### 3.5.4 Bilancio Energetico

Il bilancio energetico dell'impianto ORC è riportato in Tabella 3.5.4a.

**Tabella 3.5.4a Bilanci di energia per l'Impianto ORC**

Parametri	UdM	Valore
Potenza termica da fluido geotermico <sup>(1)</sup>	MWth	53
Potenza elettrica lorda al generatore impianto ORC	MWe	7,86
Rendimento elettrico lordo	%	14,8
Potenza elettrica ausiliari impianto ORC e pompe sommerse	MWe	2,86
Potenza elettrica netta	MWe	5
Rendimento elettrico netto	%	9,4

<sup>(1)</sup> Calcolata tra la temperatura in ingresso e la temperatura di 80 °C

### 3.5.5 Uso di risorse

#### 3.5.5.1 Territorio

L'uso del suolo per l'impianto pilota in oggetto è costituito dall'area occupata dalle due postazioni per i pozzi, dall'area della Centrale ORC e dalle aree interessate dai pali dell'elettrodotto aereo.

La Centrale e la postazione sono previste una a fianco all'altra pertanto sono dotate di un'unica recinzione che comprende entrambe.

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 delle aree suddette:

- Postazione di Produzione CC 1 e Centrale ORC: 14.380 m<sup>2</sup>;
- Postazione di Reiniezione CC 2: 8.500 m<sup>2</sup>.

Le strade di accesso comportano invece il seguente uso di suolo:

- Adeguamento strada di accesso alla postazione CC 1 – ORC: la strada esistente verrà allargata di circa 1 m, come scritto precedentemente provocando quindi un uso di suolo di circa 300 m<sup>2</sup>;
- Strada di nuova realizzazione di accesso alla postazione CC 2: 793 m<sup>2</sup>.

## 3.5.5.2 Acqua

L'acqua geotermica, che costituisce la vera e propria materia prima dell'impianto, viene approvvigionata dai pozzi produttivi come descritto nei precedenti paragrafi. Dal bilancio sul serbatoio geotermico risulta che la realizzazione dell'impianto non arreca consumi di fluido geotermico, bensì ne consente il recupero di calore per la produzione di energia elettrica.

Per il funzionamento dell'impianto saranno altresì necessari consumi di acqua industriale e potabile per le seguenti attività:

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

Tali consumi di acqua, di entità esigua, avverrà mediante allacciamento all'acquedotto comunale o in alternativa verrà approvvigionata tramite autobotte.

## 3.5.5.3 Materie prime ed altri materiali

Come descritto nel precedente paragrafo, la principale materia prima necessaria per il funzionamento dell'impianto ORC è il fluido geotermico; a seguito del recupero di calore, esso verrà completamente reiniettato nel serbatoio geotermico da cui sarà prelevato.

Per la conduzione dell'impianto ORC sarà necessaria una periodica sostituzione dell'olio lubrificante (circa 1 t/anno) utilizzato per il turbo-espansore 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.

## 3.5.6 *Interferenze con l'ambiente*

### 3.5.6.1 Emissioni in Atmosfera

L'impianto sperimentale non produrrà, durante il normale esercizio, nessuna emissione convogliata in atmosfera.

### 3.5.6.2 Effluenti Liquidi

L'impianto non produce effluenti liquidi di processo.

Nelle aree occupate dalle apparecchiature principali dell'impianto ORC sarà predisposta una rete di raccolta di acque meteoriche, che saranno inviate ad un sistema di trattamento che separa le acque di prima pioggia (acque corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio) da quelle di seconda pioggia.



Le acque saranno accumulate in una vasca interrata (dimensioni 3 m x 2 m x 1 m), detta “vasca di prima pioggia”, capace di contenere tutta la quantità di acque meteoriche di dilavamento (di circa 6 m<sup>3</sup>, dimensionata considerando i primi 5 mm di pioggia sulla superficie scolante di pertinenza dell’impianto). 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 canaletta al compluvio naturale.

Nel caso si rendesse necessario svuotare le tubazioni di connessione pozzi-impianto ORC per manutenzione, il fluido geotermico sarà aspirato, mediante autobotti, dai dreni installati nei punti che si trovano alle quote più basse, stoccato nella vasca di acqua presente nella piazzola dei pozzi e reiniettato.

### 3.5.6.3 Emissioni Sonore

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

- n.1 condensatore ad aria;
- n.2 pompe di alimentazione del fluido;
- gruppo turbina generatore.

Le velocità nelle tubazioni di trasferimento sono dell’ordine di 1,5 m/s e pertanto non in grado di produrre emissioni sonore percepibili.

Nella Tabella 3.5.6.3a è indicata la potenza sonora delle principali sorgenti sonore indicate. Dettagli sulla stima delle potenze sonore sono mostrati in allegato A.

**Tabella 3.5.6.3a Principali sorgenti sonore dell’impianto ORC**

Rif. sorgente	Descrizione	Potenza dBA
S1	Condensatore (n.20 ventilatori)	95,9
S2	Pompe alimentazione fluido	75
S3	Gruppo Turbine-Generatore	88,2

### 3.5.6.4 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.

## 3.5.7

### *Fase di costruzione: tempi e modi di realizzazione dell'Impianto ORC*

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 opere civili;
- Fase 2 - posa in opera delle tubazioni;
- Fase 3 - installazione e montaggio delle parti meccaniche ed elettro-strumentali;
- Fase 4 - realizzazione componente ausiliario per il raffreddamento del liquido proveniente dal circuito di condensazione;
- Fase 5 - commissioning e messa in marcia della centrale.

Saranno presenti un numero di addetti variabile tra le 20 e le 60 presenze giornaliere, in funzione delle diverse fasi di lavoro.

Di seguito si intende fornire un dettaglio delle diverse fasi.

L'intero programma delle attività sarà svolto in circa 29 mesi. Si veda il cronoprogramma riportato in Figura 3.4.8a.

### 3.5.7.1

#### **Descrizione delle fasi di costruzione**

##### *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 delle fondazioni impianto;
- realizzazione fondazioni cabinati e apparecchiature della Centrale;
- realizzazione fondazioni cabina consegna energia elettrica;
- realizzazioni reti interrato raccolta acque meteoriche;
- riempimenti e compattazioni;
- realizzazione di opere di contenimento.

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 mentre l'eccedenza sarà inviata a idonei centri di smaltimenti/recupero.

##### *Fase 2: Posa in opera tubazioni*

Le tubazioni di collegamento tra pozzi ed impianto ORC verranno realizzate in acciaio, saranno pre-isolate 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.

### *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 pompe di ricircolo fluido organico, turbo-espansori e generatore energia elettrica;
- montaggi meccanici ed elettro-strumentali scambiatore predisposto per il componente innovativo di cogenerazione a bassa temperatura ed il teleriscaldamento;
- montaggio della sala quadri-controllo.

### *Fase 4: Realizzazione Componente Ausiliario di raffreddamento del liquido del circuito di condensazione*

Le attività previste per questa fase sono di seguito elencate:

- posa tubazioni interrate dal circuito dell'acqua dei condensatori fino all'area di sperimentazione;
- preparazione del terreno;
- realizzazione della struttura a pergola;
- realizzazione e posa dei tubi come da progetto;
- seminazione delle colture.

### *Fase 5: Commissioning, Messa in Servizio e Test*

Le attività previste per questa fase sono di seguito elencate:

- Commissioning e avviamento 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.

## 3.5.7.2 Bilancio scavi riporti relativo all'Impianto ORC

Le volumetrie indicative degli scavi e dei riporti sono riportati nella seguente Tabella 3.5.7.2a.

**Tabella 3.5.7.2a Bilancio scavi riporti Impianto ORC**

Scavi	Volume (m <sup>3</sup> )	Note
Materiale da Scavo di sbancamento	35	Vengono sbancate tutte le aree interessate dalle fondazioni/basamenti delle macchine e dei cabinati.
Rinterri necessari ed ossatura piazzale	4.055	Effettuato con terreno proveniente da scavi.
Terreno residuo	-4.025	Proveniente dagli sbancamenti necessari per la realizzazione della postazione CC 1

Le terre scavate saranno sottoposte a caratterizzazione e, in caso di idoneità, saranno impiegate per i rinterri, in accordo all'art.185 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. comma 1 punto c).

La quantità di terreno eccedente verrà allontanata dal cantiere ed inviata a recupero/smaltimento.

Le volumetrie degli scavi e dei riporti per la posa delle tubazioni sono riportate nella seguente Tabella.

**Tabella 6.4.6b Bilancio Scavi Riporti Tubazione**

Tratto	Scavi	Volume (m <sup>3</sup> )	Note
Postazione CC 1 - ORC	Materiale scavato	172,8	-
	Sabbia di riempimento	41,1	-
	Rinterro e risistemazioni aree di cantiere	112	Effettuato con materiale risultante dagli scavi
	Terreno residuo	60,8	Da inviare a centri di raccolta/smaltimento
ORC – Postazione CC 2	Materiale scavato	2940	-
	Sabbia di riempimento	705,25	-
	Rinterro e risistemazioni aree di cantiere	2310	Effettuato con materiale risultante dagli scavi
	Terreno residuo	630	Da inviare a centri di raccolta/smaltimento

## 3.5.7.3 Materiali da costruzione

I materiali utilizzati in cantiere per la realizzazione dell'Impianto ORC saranno prelevati da cave e centrali di betonaggio ubicate nelle vicinanze (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.

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

### 3.5.7.4 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.

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 sarà dovuto al passaggio di:

- n.58 autobotti da 8 m<sup>3</sup> per la fornitura di calcestruzzo, volume stimato pari a circa 457 m<sup>3</sup>;
- n.5 carichi leggeri per altro materiale da costruzione;
- n.4 trasporti con autocarro da 30 ton per escavatore e una motopala;
- n.21 trasporti per il vero e proprio impianto ORC.

### 3.5.7.5 Fase di costruzione della linea elettrica MT

La realizzazione della linea elettrica avverrà per fasi sequenziali di lavoro, realizzando un cantiere mobile ed avanzando progressivamente sul territorio interessato dal tracciato.

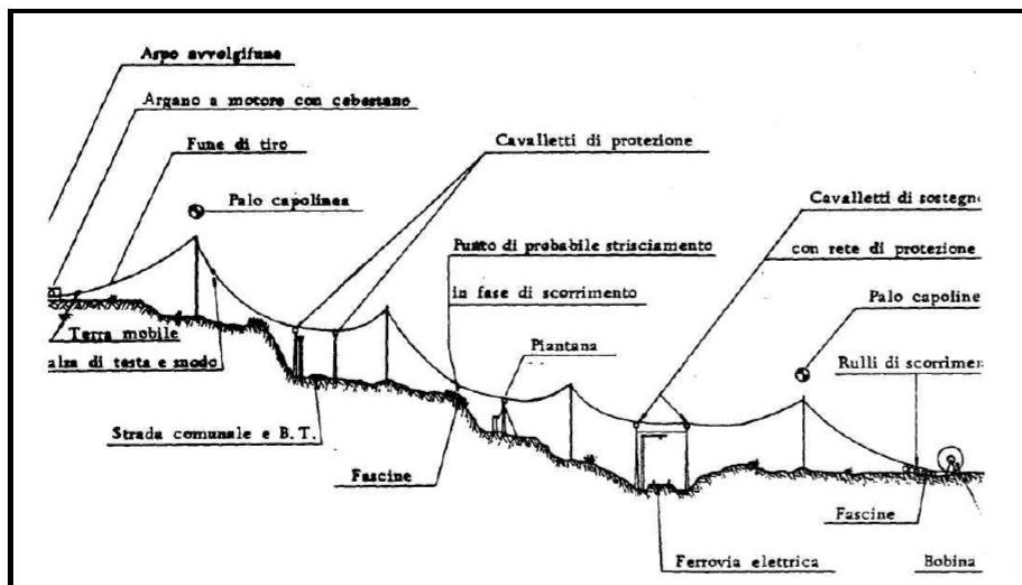
In generale le operazioni si articoleranno secondo le fasi elencate nel modo seguente:

- 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 3.5.7.5a Esempio disposizione del cantiere di stendimento**



La realizzazione dei tratti interrati avverrà per fasi sequenziali di lavoro ed in generale le operazioni si articoleranno secondo le fasi:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;
- ricopertura della linea e ripristini.

Al termine dei lavori civili ed elettromeccanici sarà effettuato il collaudo della linea.

### 3.5.8 *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 3.4.5.2 nel quale sono riportate le Condizioni di Sicurezza durante la Perforazione.

È 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 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.

### 3.5.8.1 Sistema fluido geotermico (pozzi e acquedotti)

I potenziali fenomeni associati al sistema fluido geotermico che potrebbero causare effetti sull'ambiente sono sostanzialmente riferibili al rilascio di fluido geotermico sia dai pozzi che dalle tubazioni interrate.

Le modeste sovrappressioni/diminuzioni stimate, in fase progettuale, nel serbatoio geotermico in corrispondenza dei pozzi, in conseguenza del flusso artificiale di fluido geotermico, non appaiono sufficienti a generare fenomeni di subsidenza o effetti di innesco di fenomeni microsismici in prossimità della zona profonda dei pozzi di reiniezione.

Si fa comunque presente che sarà eseguito il monitoraggio della microsismicità locale e dei parametri fluido-dinamici della reiniezione (si veda Capitolo 5) e tale operazione costituirà uno strumento utilissimo per evidenziare la correlazione tra parametri di reiniezione e l'eventuale sismicità indotta, consentendo di ottimizzare la gestione della reiniezione stessa.

#### *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 per fenomeni corrosivi;
- perdita dalle tubazioni 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 corrosive per l'acciaio al carbonio, in quanto presenta pH acido e discreta concentrazione di cloruri.

Da dati sperimentali su numerosi campi geotermici aventi fluidi di composizione simile è stata valutata circa 0,2 mm/anno la corrosione massima sull'acciaio al carbonio costituente le tubazioni. Al fine di evitare danneggiamenti delle tubazioni per corrosione, il progetto prevede pertanto un sovrappessore di corrosione di 6 mm, calcolato per un periodo di funzionamento di 30 anni.

Inoltre la coibentazione ed i giunti dielettrici rendono le tubazioni completamente isolate da correnti vaganti che potrebbero indurre fenomeni corrosivi dall'esterno.

Infine, al fine di verificare l'andamento della corrosione e prevenire sul nascere eventuali perdite il progetto prevede un sistema di monitoraggio. In merito si veda il Capitolo 5.

## Perdita dalle tubazioni per urti

A parte gli attraversamenti stradali, le tubazioni verranno interrato in terreno agricolo. Esse saranno 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.

In considerazione di ciò e dei sistemi di monitoraggio previsti (si veda Capitolo 5), il rischio per l'ambiente associato alla perdita di contenimento delle tubazioni per urto si riduce ad un livello assolutamente non significativo.

## Perdita attraverso i casing dei pozzi

Tale rischio è eliminato direttamente dal tipo di progetto del profilo di tubaggio del pozzo, che prevede:

- 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;
- il montaggio delle tubazioni realizzato assemblando i singoli tubi sotto il controllo di una direzione lavori che verifichi le migliori condizioni di serraggio dei singoli tubi, registri i parametri fondamentali di avvitatura (coppia, numero di giri, tempo di avvitatura) e certifichi il rispetto delle condizioni di montaggio;
- l'individuazione della profondità ottimale della scarpa delle singole tubazioni per evitare difficoltà in fase di cementazione;
- la progettazione delle cementazioni delle tubazioni attraverso il controllo delle condizioni di centratura delle tubazioni, regolarità dell'intercapedine, condizioni di flusso, controllo del tempo di presa della malta, in modo da creare le 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.

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.

L'introduzione di due casing completamente cementati per isolare l'intero sistema di falde idriche superficiali, realizza una protezione del sistema degli acquiferi di altissima sicurezza. Tanto più che le parti di testa pozzo potenzialmente più critiche saranno sottoposte a periodici controlli spessimetrici, in particolare per la parte di casing di produzione che fuoriesce da terra. Quindi, un'eventuale perdita di spessore per corrosione sarebbe tempestivamente messa in evidenza, come per le tubazioni di trasporto, permettendo la programmazione degli interventi manutentivi ritenuti necessari.

### 3.5.8.2 Impianto ORC

I potenziali pericoli associati all'esercizio dell'impianto ORC, che potrebbero causare effetti sull'ambiente, sono correlati a perdite di additivi.

Dato che:

- la progettazione dell'impianto verrà eseguita secondo le migliori pratiche ingegneristiche ed 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 additivi saranno collocate su aree impermeabilizzate e cordolate;
- tutto il personale d'impianto sarà formato per gestire eventuali sversamenti di additivi secondo idonee procedure operative,

si ritiene che il rischio per l'ambiente associato alla perdita di additivi, anche in considerazione del limitato Hold up di fluido, sia non significativo.

Ad ogni modo l'impianto sarà dotato di tutti gli accorgimenti e dispositivi necessari prescritti dalle normative vigenti in materia di sicurezza e rischio di incendio.

## 3.5.9

### **Remissioni in pristino delle aree al termine dei lavori**

Alla fine della sua vita tecnica, stimabile in oltre 25 anni, si procederà alla dimissione dell'impianto ORC 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.

La fase di smontaggio e bonifica degli impianti e degli equipaggiamenti 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 saranno recuperati da ditta specializzata mentre gli altri materiali di consumo verranno restituiti ai rispettivi fornitori.

Il fluido organico utilizzato come fluido di lavoro sarà riutilizzato o altrimenti avviato al recupero.

Con riferimento alle attività di demolizione delle opere civili e delle tubazioni e di chiusura mineraria dei pozzi produttivi e reiniettivi valgono le stesse considerazioni riportate al Paragrafo 3.4.10.

## 3.6

### **OPERE DI MITIGAZIONE**

Al fine di favorire il corretto inserimento dell'Impianto Pilota "Casa del Corto" nel palinsesto territoriale esistente, sono proposti alcuni interventi di mitigazione, definiti e descritti in dettaglio in Allegato B al presente SIA.

Essi riguardano principalmente la postazione di produzione CC 1 e l'impianto ORC, e marginalmente la postazione di reiniezione CC 2. Le tubazioni e la linea elettrica sono infatti opere interrato; i luoghi da esse coinvolti saranno ripristinati una volta realizzate.

Nella postazione di perforazione CC 1 e nell'area dell'Impianto ORC è previsto l'inserimento di elementi floristici che avverrà secondo una ripetitività casuale tale da far percepire la fascia vegetale quale consociazione naturale, che comprende sia essenze arboree che arbustive. Anche la manutenzione sarà eseguita evitando tagli regolari e forme definite, privilegiando uno sviluppo naturale delle essenze.

Saranno piantumate essenze comprese tra quelle la cui presenza è stata identificata nell'Area di Studio, tipici della macchia mediterranea il cerro (*Quercus*



*cerris*) il leccio (*Quercus ilex*) che rappresentano sempre le specie dominanti, il sorbo domestico (*Sorbus domestica*), il carpino bianco (*Carpinus betulus*) e, tra le formazioni ripariali potranno essere usati esemplari di *Populus alba* a cui si associano *Salix alba*, *P. canadensis*, *P. nigra* (var. italiana), *Ulmus minor*, *Quercus pubescens*, *Acer campestre* e l'alloctona *Robinia pseudoacacia*.

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 aggregazioni naturali già presenti ai margini degli appezzamenti esistenti. L'altezza a regime della siepe sarà variabile a seconda della specie e sarà al massimo di 5 m, privilegiando la componente arbustiva rispetto a quella arborea.

È stato altresì condotto uno studio delle cromie che ha portato alla selezione di determinati colori che verranno impiegati per le colorazioni delle opere. Per dettagli si veda l'analisi della Relazione Paesaggistica di cui all'Allegato B.

Inoltre all'interno dell'impianto Pilota Geotermico "Casa del Corto" sarà sperimentato un progetto che consiste nell'integrare il sistema di condensazione standard eseguito tramite Air Cooler con una soluzione alternativa che consenta uno sfruttamento a fini agricoli del calore di condensazione che altrimenti sarebbe disperso in ambiente.

Si fa infine presente che poiché il terreno su cui sarà realizzata la postazione CC 2 presenta zone acclivi il progetto ha previsto una preventiva modellazione delle quote. In considerazione, quindi, degli sbancamenti necessari per la peneplanazione il progetto prevede la realizzazione di muri in terre armate nella parte meridionale, a monte della postazione. Tale intervento prevede, sul paramento esterno, rivestimenti con vegetazione autoctona od inerbimenti artificiali mediante geostuoie ed idrosemina.

Per dettagli riguardo alle opere di sistemazione dell'area dell'ORC si veda quanto riportato al §3.3.2 "Opere di messa in sicurezza" e negli elaborati di progetto.

Il Quadro di Riferimento Ambientale è composto di tre parti:

- Paragrafo 4.1 Inquadramento Generale dell'Area di Studio, che include l'individuazione dell'ambito territoriale, dei fattori e delle componenti ambientali interessate dal progetto dell'Impianto Pilota e relative opere connesse;
- Paragrafo 4.2 Analisi e Caratterizzazione delle Componenti Ambientali dell'Ambito Territoriale di Studio;
- Paragrafo 4.3 Stima degli Impatti, che include l'analisi qualitativa e quantitativa dei principali impatti indotti dall'Impianto Pilota e relative opere connesse, sia in fase di realizzazione che in fase di esercizio.

### 4.1

#### **DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO E DEI FATTORI E COMPONENTI AMBIENTALI INTERESSATI DAL PROGETTO**

Nel presente Studio di Impatto Ambientale, il "Sito" corrisponde al territorio direttamente occupato dall'Impianto Pilota Geotermico "Casa del Corto" e relative opere connesse, costituito sostanzialmente da:

- Impianto ORC;
- Postazione di Produzione CC 1;
- Postazione di Reiniezione CC 2
- viabilità di accesso alle postazioni (costituita in parte dalla viabilità esistente, oggetto di adeguamento, ed in parte da viabilità di nuova realizzazione);
- tubazioni per il trasporto del fluido geotermico tra le due postazioni CC 1 e CC 2;
- elettrodotto aereo in Media Tensione dall'Impianto ORC alla cabina di consegna di Enel Distribuzione esistente di Piancastagnaio (Centrale PC2).

Sulla base delle potenziali interferenze ambientali determinate dalla realizzazione del progetto, lo Studio ha approfondito le indagini sulle seguenti componenti ambientali ed all'interno degli ambiti di seguito specificati:

- Atmosfera e qualità dell'aria: la caratterizzazione meteo climatica dell'area interessata dal progetto è stata effettuata riportando gli andamenti dei dati climatici medi, rilevati nel periodo 1993-2010, presso la stazione agrometeorologica "Piancastagnaio" (circa 1 km in direzione Ovest rispetto all'area di progetto). Per la caratterizzazione della qualità dell'aria si è fatto riferimento alla zonizzazione ed alla classificazione del territorio regionale in materia di qualità dell'aria ai sensi della L.R. 9/2010 e del D.Lgs. 155/2010, approvate con Deliberazione della Giunta Regionale Toscana n. 964 del 12 ottobre 2015;
- Ambiente idrico superficiale e sotterraneo: l'Area di Studio considerata ha un'estensione di 500 m dalle aree dell'impianto ORC + Postazione CC 1 e Postazione CC 2 e di 500 m, centrata sul tracciato, per la linea MT. Tale estensione è stata ritenuta adeguata per effettuare la caratterizzazione della

componente e la stima dei potenziali impatti in considerazione del fatto che risulta incluso il corpo idrico (il Torrente Senna) dal quale verrà effettuato l'approvvigionamento idrico in fase di perforazione, che non sono presenti altri corpi idrici superficiali significativi in prossimità delle opere in progetto e infine che gli interventi previsti non determineranno in fase di cantiere e/o esercizio alcuna modificazione dello stato attuale della componente in esame;

- Suolo e sottosuolo: l'Area di Studio è stata definita di 500 m dalle aree impianto ORC + Postazione CC 1 e Postazione CC 2 e di 500 m, centrata sul tracciato, per la linea MT in progetto, considerando che la caratterizzazione e la stima degli impatti della componente Suolo e Sottosuolo possano ritenersi potenzialmente significative esclusivamente a livello di sito;
- Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi: l'Area di Studio si estende per un intorno di 2 km dall'Impianto Pilota e di 500 m per lato dal tracciato della linea MT in progetto. Tale estensione è stata ritenuta idonea sia per la caratterizzazione della componente che per la valutazione degli impatti del progetto;
- Rumore: l'Area di Studio si estende in un intorno di 1 km dall'Impianto ORC + postazione CC 1, 1 km dalla postazione CC 2 e 500 m per lato dal tracciato della linea MT in progetto, in quanto oltre tale distanza, le emissioni sonore indotte dalle attività in progetto non sono percepibili ne' influenzano i livelli sonori di fondo;
- Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti: considerando le caratteristiche delle opere in progetto, per l'Impianto Pilota non è stato necessario indagare la componente esternamente al sito di intervento, esaurendosi tutti gli impatti all'interno di esso. Per il tracciato della linea MT in progetto sono state considerate le DPA calcolate in accordo alla normativa vigente;
- Salute pubblica: a causa delle modalità con cui sono disponibili i dati statistici inerenti la Sanità Pubblica, l'Area di Studio considerata coincide con il territorio dell'ASL n.7 di Siena;
- Paesaggio: la caratterizzazione dello stato attuale della componente è stata estesa al macroambito di paesaggio individuato dal Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di piano paesistico della Regione Toscana. Per la stima degli impatti sulla componente paesaggio è stato ritenuto sufficiente un intorno di 3 km dall'impianto pilota e di 1 km per lato dal tracciato della linea mt in progetto;
- Traffico: sono state considerate le principali infrastrutture viarie presenti nell'intorno dell'area di intervento, identificabili in strade provinciali extraurbane o strade vicinali, che consentono l'accesso all'Impianto. Non si è ritenuto necessario approfondire particolarmente l'analisi della componente, in considerazione dell'esiguità dei flussi di mezzi indotti durante la fase di cantiere e dell'assenza di impatti durante l'esercizio dell'impianto.

## 4.2 *STATO ATTUALE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI*

### 4.2.1 *Atmosfera e qualità dell'aria*

#### 4.2.1.1 **Caratterizzazione meteo-climatica**

La Toscana è una regione che presenta tipicamente un clima Mediterraneo, lungo le coste, che assume attributi progressivamente continentali verso le pianure e le vallate interne. Le maggiori cime Appenniniche della Toscana sono caratterizzate da un clima tipico di alta montagna. La complessa orografia determina comunque forti differenze microclimatiche all'interno della Toscana anche tra aree vicine soprattutto in relazione all'esposizione dei venti predominanti.

Le piogge in generale non sono abbondanti; esse presentano un massimo durante le stagioni intermedie ed un minimo in estate, sulla Toscana Settentrionale e verso le aree interne; sulla Toscana Meridionale (specialmente il tratto litoraneo) e l'Arcipelago Toscano le precipitazioni cadono principalmente in autunno, con un massimo secondario nella parte centrale e finale dell'inverno ed un minimo marcato nei mesi estivi.

I venti che soffiano più frequentemente in Toscana provengono in prevalenza dai quadranti occidentali e meridionali e sono attivati principalmente dal passaggio delle depressioni Atlantiche.

Le temperature sono influenzate dalla presenza mitigatrice del Mar Tirreno sulle coste e sulle zone sublitoranee. Le estati sono calde con valori che superano diffusamente i 30°C e che in corrispondenza delle ondate di calore spesso superano i 35°C, con le vallate e le pianure interne che tendono ad essere in assoluto le aree con i picchi termici maggiori della Regione. Sui rilievi il clima è mitigato dall'altitudine e vi si trovano nottate fresche e giornate non troppo calde, mentre sulle coste un ruolo importante lo giocano le brezze che moderano gli eccessi di caldo.

Le zone interne e montuose vedono aumentare la frequenza dei giorni con temperature negative all'aumentare della distanza del mare e della quota fino ad arrivare sulle cime Appenniniche dove in corrispondenza delle ondate di freddo il termometro può scendere anche fino a valori inferiori a -20°C. Anche l'escursione termica giornaliera e stagionale si amplifica verso le aree interne.

Nelle seguenti tabelle si riportano gli andamenti dei dati climatici medi, rilevati nel periodo 1993-2010, presso la stazione agrometeorologica "Piancastagnaio" (coordinate UTM 32N: 723.370 E, 4.744.226 N), situata a 450 m s.l.m. e gestita da ARSIA – Toscana, che rappresenta la stazione meteorologica più prossima all'area di ubicazione del progetto (circa 1 km in direzione Ovest).

**Tabella 4.2.1.1a Temperatura Media – Elaborazione Mensile dei Dati Rilevati dalla Stazione Agrometeorologica “Piancastagnaio” (1993-2010)**

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Valore medio	5,0	5,5	8,2	11,0	15,6	19,6	22,6	22,5	17,6	13,8	9,0	5,7	13,0
Valore massimo	12,8	11,6	15,7	17,8	22,9	26,2	28,6	29,4	25,0	21,0	17,3	13,6	29,4
Valore minimo	-3,6	-1,4	-3,2	1,9	8,7	10,4	14,0	14,0	10,8	2,4	-0,3	-5,0	-5,0

I dati termometrici relativi al periodo 1993-2010 mostrano che la temperatura media annua presso la stazione di Piancastagnaio raggiunge i 13,0 °C, con variazioni mensili da un minimo invernale di -5,0 °C nel mese di dicembre ad un massimo estivo di circa 29 °C nei mesi di luglio e agosto.

**Tabella 4.2.1.1b Precipitazioni Totali – Elaborazione Mensile dei Dati Rilevati dalla Stazione Agrometeorologica “Piancastagnaio” (1993-2010)**

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Valore medio	77,0	70,9	59,7	70,3	63,0	49,2	31,8	47,0	98,6	86,7	133,3	116,2	903,7
Valore massimo giornaliero	110,0	53,0	35,5	45,0	54,5	99,0	106,0	68,4	113,0	75,0	94,6	87,0	113,0

I dati pluviometrici relativi al periodo 1993-2010 mostrano un valore medio annuo di precipitazioni totali pari a 903,7 mm presso la stazione di Piancastagnaio; il regime pluviometrico è caratterizzato da un minimo estivo, che cade di norma in luglio ed un massimo autunnale in novembre.

## 4.2.1.2

### Qualità dell’Aria

La caratterizzazione della qualità dell’aria nel territorio interessato dal progetto (Comune di Piancastagnaio) è stata effettuata con riferimento alla zonizzazione ed alla classificazione del territorio regionale in materia di qualità dell’aria ai sensi della L.R. 9/2010 e del D.Lgs. 155/2010, approvata con Deliberazione della Giunta Regionale Toscana n. 964 del 12 ottobre 2015, che ha recentemente aggiornato la zonizzazione di cui alla DGR n. 1025 del 6 dicembre 2010, di cui alcuni contenuti sono stati confermati nella nuova norma.

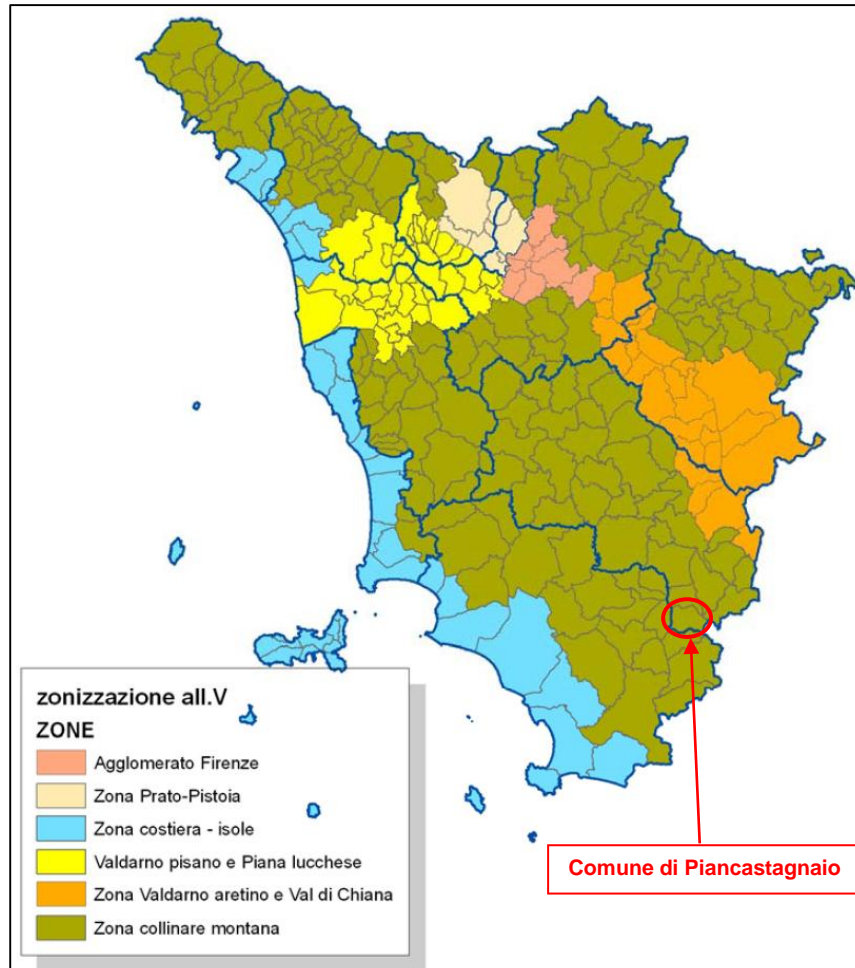
Il territorio regionale è stato suddiviso in zone e agglomerati ai fini della protezione della salute umana, secondo l’art. 3 del D.Lgs. 155/2010, nel rispetto dei criteri di cui all’Appendice I dello stesso decreto. Per l’individuazione delle zone e degli agglomerati è stato fatto riferimento ai confini amministrativi comunali.

Secondo tali criteri, per il territorio regionale sono state effettuate due distinte zonizzazioni:

- zonizzazione per gli inquinanti di cui all’Allegato V del D.Lgs. 155/2010 (biossido di zolfo, biossido di azoto, particolato (PM10 e PM2,5), piombo, benzene, monossido di carbonio, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene);
- zonizzazione per l’ozono di cui all’Allegato IX del D.Lgs. 155/2010.

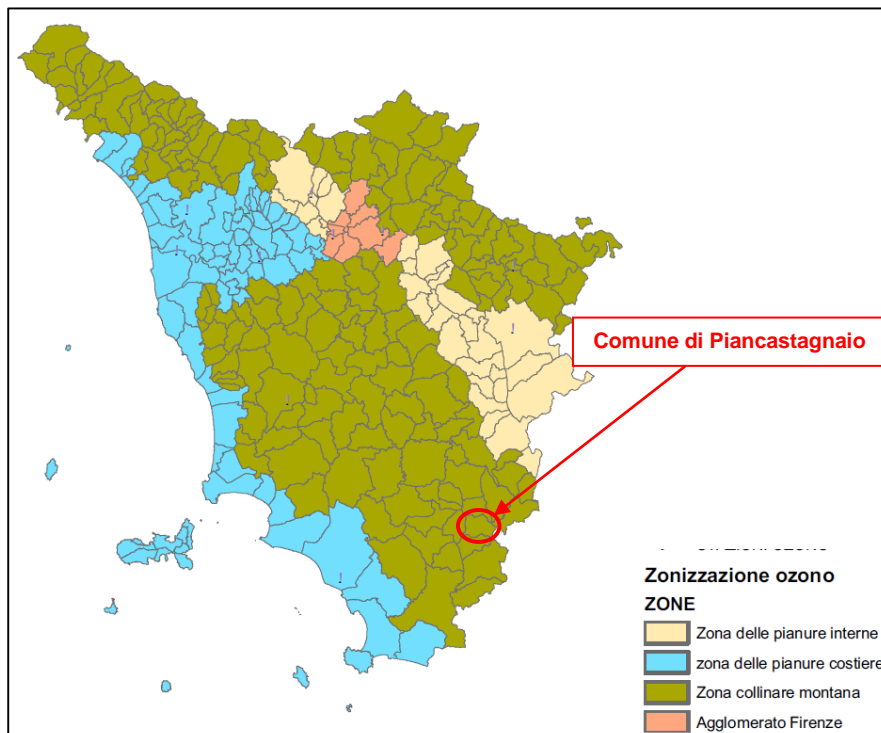
In Figura 4.2.1.2a si riporta la zonizzazione per gli inquinanti di cui all'Allegato V – D. Lgs. 155/2010 (Appendice I), mentre in Figura 4.2.1.2b si riporta quella per l'ozono (Appendice I – D.Lgs 155/2010).

**Figura 4.2.1.2a Zonizzazione per gli Inquinanti di cui all'All. V – D. Lgs. 155/2010 (Appendice I)**





**Figura 4.2.1.2b Zonizzazione per Ozono (Appendice I D. Lgs. 155/2010)**



Come si può notare dalle due precedenti figure, il comune di Piancastagnaio, interessato dal progetto proposto appartiene alla “Zona Collinare montana” sia per quanto concerne la zonizzazione per gli inquinanti di cui all’All. V – D. Lgs. 155/2010 che per quanto concerne la zonizzazione per l’ozono.

Sulla base delle disposizioni contenute nell’art. 4 del D.Lgs. 155/2010, è stata effettuata la classificazione delle zone e agglomerati ai fini della valutazione della qualità dell’aria ambiente: tale classificazione è indispensabile per determinare le necessità di monitoraggio, in termini di numero delle stazioni di misura, loro localizzazione e dotazione strumentale.

In coerenza con la normativa, le modalità seguite per la classificazione sono state le seguenti:

- per il biossido di zolfo, biossido di azoto, PM10 – PM2,5, piombo, benzene, monossido di carbonio, arsenico, cadmio, nichel, benzo(A)pirene, confronto dei livelli delle concentrazioni degli inquinanti, rilevati nei 5 anni civili precedenti, con le Soglie di Valutazione Inferiore (SVI) e le Soglie di Valutazione Superiore (SVS). Il superamento di una soglia si è realizzato se questa è stata superata in almeno 3 anni (Allegato II, sezione I, del D.Lgs. 155/2010);
- confronto dei livelli delle concentrazioni di ozono rilevati nei 5 anni civili precedenti, con l’obiettivo a lungo termine (OLT) per la protezione della salute umana. Il superamento di un obiettivo si è realizzato se questo è stato superato in almeno 1 anno (art. 8, comma 1, e allegato VII, del D.Lgs. 155/2010);
- in caso di indisponibilità di dati relativi ai cinque anni civili precedenti, la determinazione del superamento delle soglie è stata effettuata attraverso l’utilizzo di misure indicative (allegato 1, D.Lgs. 155/2010) e di combinazioni dei risultati ottenuti da campagne di misura svolte per periodi limitati e stime

oggettive basate sull'inventario delle sorgenti di emissione (allegato II, sezione II e art. 8 comma 1 del D.Lgs. 155/2010).

Di seguito si riportano le classificazioni, per le medesime due categorie di inquinanti per cui è stata effettuata la zonizzazione, per la zona interessata dal progetto di realizzazione dell'Impianto Pilota Geotermico "Casa del Corto".

**Tabella 4.2.1.2a Classificazione per gli inquinanti di cui all'All. II – D. Lgs. 155/2010**

Zona collinare e montana	< SVI	SVI < x < SVS	> SVS
PM <sub>10</sub> (media annuale)		X	
PM <sub>10</sub> (media giornaliera)			X
PM <sub>2,5</sub>	X <sup>(1)</sup>		
NO <sub>2</sub> (media annuale)			X
NO <sub>2</sub> (media oraria)			X
SO <sub>2</sub>	X		
CO	X		
Benzene	X <sup>(1)</sup>		
Piombo	X <sup>(1)</sup>		
Arsenico	X <sup>(1)</sup>		
Cadmio	X <sup>(1)</sup>		
Nichel	X <sup>(1)</sup>		
Benzo(a)pirene	X <sup>(1)</sup>		

Note: (1) Data la mancanza di serie complete di dati, la classificazione è stata attribuita secondo le indicazioni contenute al comma 2, punto 2, Allegato II del D.Lgs. 155/2010.

**Tabella 4.2.1.2b Classificazione in base agli Obiettivi a Lungo Termine (OLT) per l'Ozono di cui all'All. VII – D. Lgs. 155/2010**

Zone e agglomerati	<OLT	>OLT
Zona delle pianure interne		X

La L.R. n. 9 del 11.02.2010 "Norme per la tutela della qualità dell'aria ambiente" prevede che nell'ambito della gestione della qualità dell'aria la Giunta Regionale stabilisca le linee guida di carattere tecnico per la definizione delle situazioni a rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme ai fini dell'individuazione degli interventi di natura contingibile ed urgente contenuti nei PAC (Piani di Azione Comunale) che i Comuni, ai sensi dell'art.3, comma 3, della Legge Regionale, sono tenuti ad elaborare.

Come riportato nelle premesse della DGR n. 964 del 12/10/2015, in attesa di futuri aggiornamenti, resta vigente quanto riportato nell'allegato 4 alla DGR 1025/2010; in tale allegato sono individuati i Comuni che hanno presentato negli ultimi cinque anni almeno un superamento del valore limite per le sostanze inquinanti rilevate e che sono pertanto tenuti all'elaborazione ed all'adozione dei PAC di cui all'art. 12 comma 1, lettera a, della L.R. 9/2010 (si veda Tabella 4.2.1.2c).

**Tabella 4.2.1.2c L.R. 9/2010, art. 12, Comma 1 - Individuazione dei comuni tenuti all'adozione del Piano di Azione Comunale (PAC) ai sensi dell'art. 12 Comma 2, Lettera a)**

Comune	Sostanze inquinanti						
	PM <sub>10</sub> (1)	PM <sub>2,5</sub> (1)	NO <sub>2</sub> (2)	SO <sub>2</sub>	CO	Benzene (2)	Pb
<b>Agglomerato di Firenze</b> (Bagno a Ripoli, Calenzano Campi Bisenzio, Firenze, Lastra a Signa, Scandicci, Sesto Fiorentino, Signa)	X		X				
Capannori	X		X				
Arezzo			X				
Carrara			X				
Cascina	X		X				
Empoli			X				
Grosseto			X				
Livorno	X		X				
Lucca	X						
Massa	X						
Montecatini Terme	X						
Montale	X						
Montemurlo			X				
Piombino			X				
Pisa	X		X				
Pistoia	X						
Porcari	X		X				
Poggibonsi			X				
Pontedera			X				
Prato	X		X				
Rosignano M.mo	X						
S.Croce sull'Arno	X						
Siena			X				
Viareggio	X		X				
(1) stazioni appartenenti alle reti regionali DGR 337/06 e 21/08; (2) valutazione rispetto al valore limite entrato in vigore il 01.01.2010;							

Come si evince dalla precedente tabella e dalla precedente figura, il comune di Piancastagnaio non risulta incluso nell'elenco dei comuni che hanno presentato negli ultimi cinque anni superamenti del valore limite per le sostanze inquinanti rilevate, e non risultano quindi tenuti all'elaborazione ed all'adozione del PAC.

In generale, dall'analisi delle suddette norme, non emerge alcuna criticità relativamente alla qualità dell'aria della zona oggetto di studio.

## 4.2.2 Ambiente idrico superficiale e sotterraneo

Nel presente paragrafo è riportata la caratterizzazione dello stato attuale della componente ambiente idrico superficiale e sotterraneo.

La descrizione della componente in esame è articolata in un inquadramento generale e nell'identificazione e descrizione dell'idrologia e nella caratterizzazione idrogeologica dell'Area di Studio dell'Impianto Pilota e delle opere ad esso connesse.

Le fonti di dati utilizzate come riferimento per l'analisi della componente sono rappresentate dalla documentazione allegata al PTA della Regione Toscana e al PAI dell'AdB del Fiume Tevere, oltreché dalle relazioni geologica e idrogeologica riportate rispettivamente in Allegato 2 e 3 al Progetto Definitivo.

## 4.2.2.1 Ambiente Idrico Superficiale

L'area interessata dalla realizzazione del progetto ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Tevere e in particolare nel bacino n.6 Chiani e Paglia e nel relativo sottobacino denominato TEV-250-010.

Il Fiume Paglia, il cui corso scorre immediatamente a nord dell'area di studio ad una distanza di circa 900 m dalla postazione di reiniezione CC 2, è uno dei principali affluenti di destra del Fiume Tevere, in cui confluisce a valle dell'invaso di Corbara, tra Orvieto e Baschi, dopo aver percorso circa 86 km attraversando le regioni Toscana, Lazio e Umbria. Il Fiume Paglia nasce dalle pendici orientali del monte Amiata, in Toscana, e lungo il suo corso riceve l'apporto di numerosi affluenti, di cui il principale è rappresentato dal Torrente Chiani, che confluisce nel Paglia in sinistra idrografica nel suo tratto terminale.

Dal punto di vista geologico, il bacino del Paglia è suddiviso in settori caratterizzati dalla presenza di litologie diverse con differente grado di permeabilità. La parte centro settentrionale del bacino, interessata dalla realizzazione delle opere in progetto e 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.

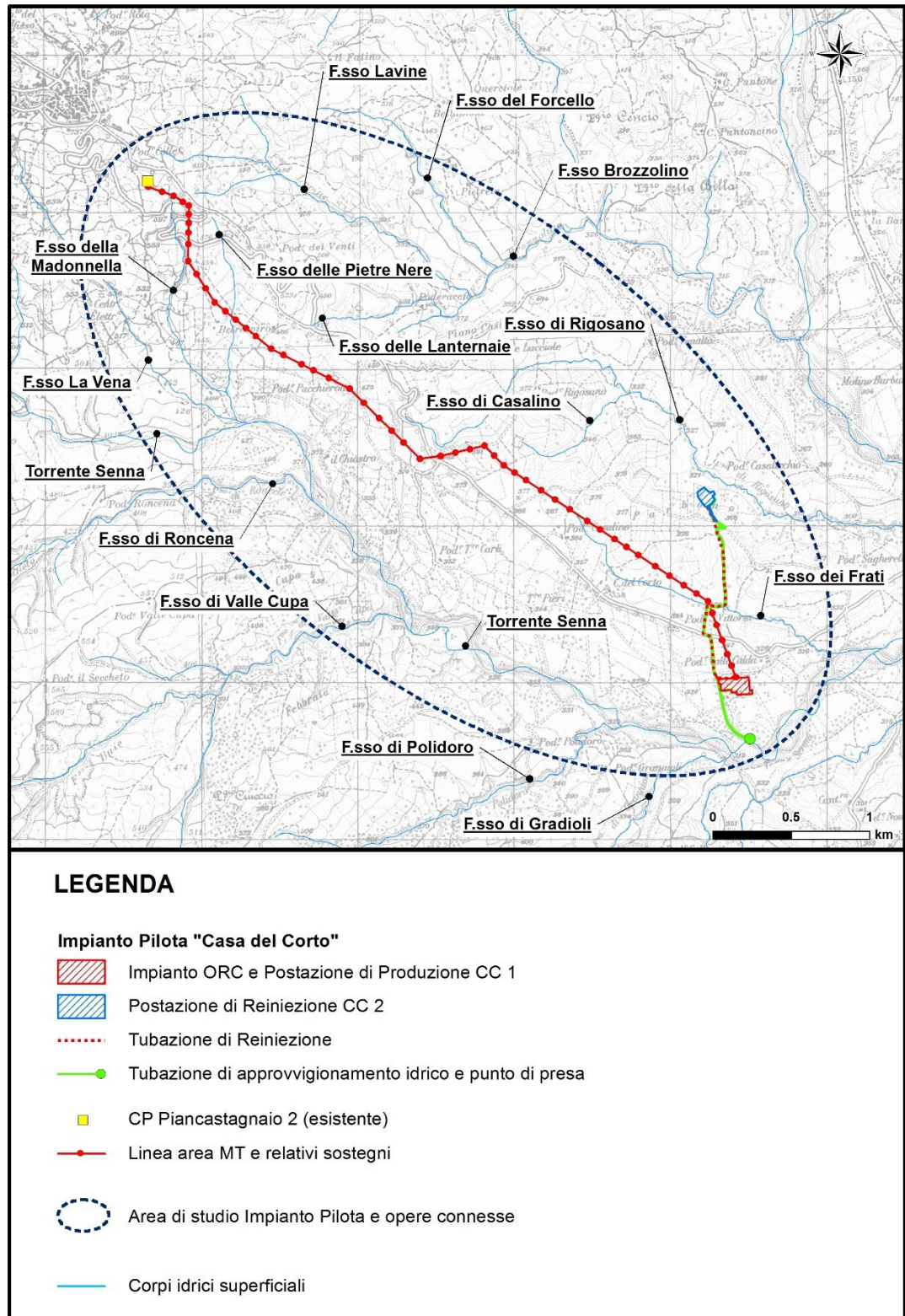
Nella porzione orientale del bacino, in corrispondenza delle zone topograficamente più elevate, sono presenti terreni più permeabili; questi sono rappresentati soprattutto da arenarie passanti a calcari arenacei nei pressi del Monte Peglia (837 m s.l.m.), la cui ossatura è formata da calcari e calcari marnosi.

La parte meridionale del bacino è caratterizzata da terreni ricollegabili alle manifestazioni vulcaniche del Quaternario che hanno generato l'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.

In dettaglio, gran parte delle opere in progetto compreso il tracciato della linea MT rientrano nei limiti del bacino idrografico del Torrente Senna, affluente di destra del Fiume Paglia nel quale confluisce a circa 2 km a nord est della postazione ORC + CC 1 nel territorio comunale di San Casciano dei Bagni.

In Figura 4.2.2.1a sono riportati i corpi idrici superficiali presenti nell'area di studio.

Figura 4.2.2.1a *Corpi idrici superficiali nell'area di studio*



Come mostrato in figura il corso d'acqua principale dell'area di studio è rappresentato proprio dal Torrente Senna. La lunghezza della sua asta fluviale è 11,7 km e i suoi affluenti principali sono il Torrente Senna Morta, il Fosso delle Vaccarecce, il Torrente Lavinacci e il Fosso delle Pietre Nere in sinistra idrografica; il Fosso Carpineto, il Fosso di Valle Cupa, il Fosso di Polidoro e il Fosso di Granaioli in destra idrografica. Come visibile in Figura 4.2.2.1a alcuni dei fossi menzionati

costituiscono gli elementi idrografici che caratterizzano l'area di studio dal punto di vista idrico.

Dalla Figura 4.2.2.1a emerge inoltre che il tracciato della linea elettrica a media tensione che collega l'Impianto ORC CP Piancastagnaio 2, intercetta alcuni corsi d'acqua minori affluenti del Torrente Senna. In merito a tali attraversamenti, trattandosi di linea elettrica aerea, si specifica che questi avverranno in cavo (dunque senza un'interferenza diretta) e che i sostegni dell'elettrodotto saranno ubicati ad una distanza adeguata dalle sponde dei fossi attraversati.

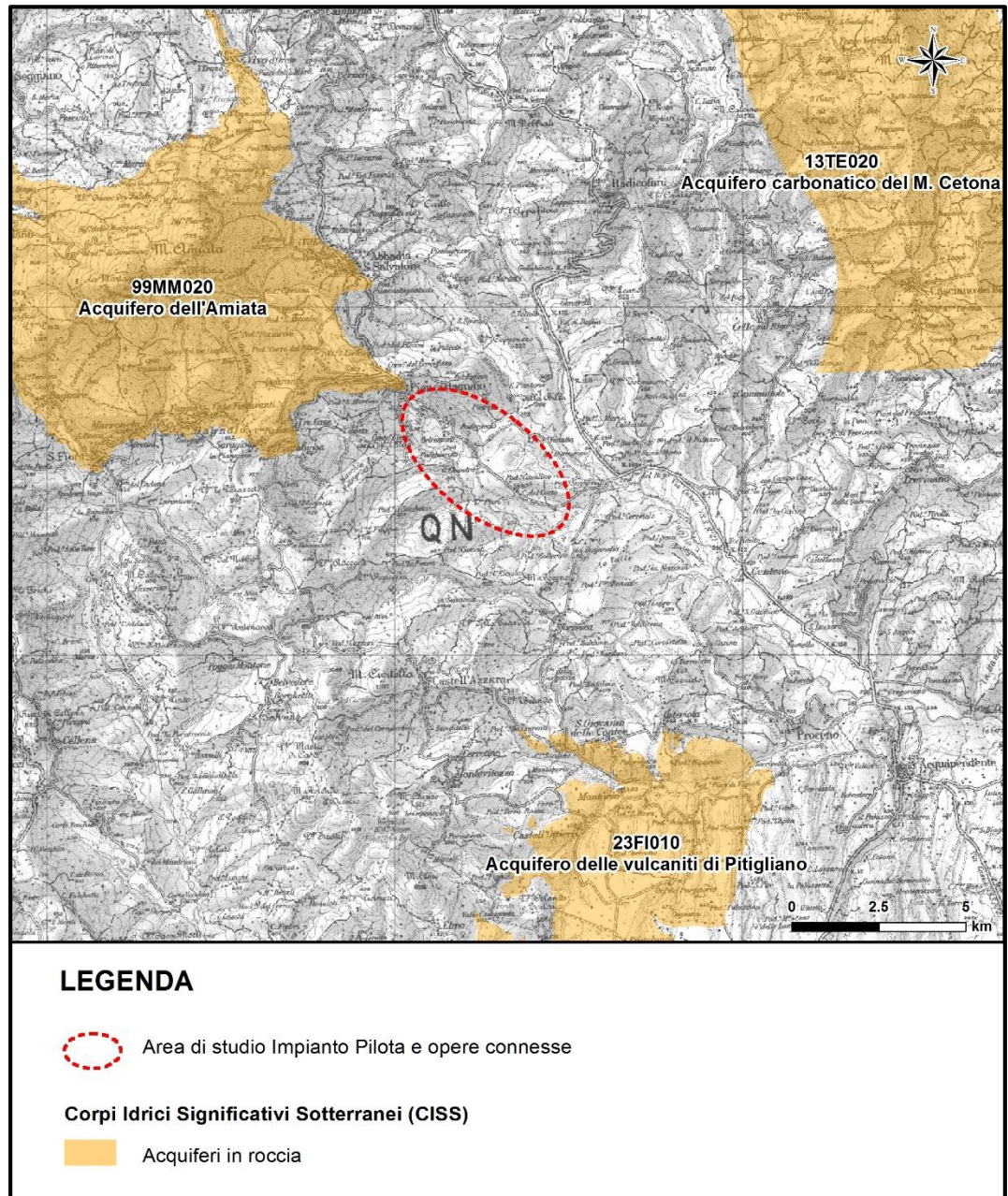
## 4.2.2.2 Ambiente Idrico Sotterraneo

Dalla consultazione della banca dati associata alla DGRT n.225/2003 e della documentazione allegata ai Piani di Tutela delle Acque del Bacino del Fiume Tevere, emerge che le aree individuate dalla realizzazione degli interventi in progetto e relative opere connesse, non interessa alcun Corpo Idrico Sotterraneo Significativo (CISS).

Il CISS più vicino al sito di progetto è rappresentato dall'Acquifero in roccia dell'Amiata (cod. 99MM020) localizzato ad una distanza di circa 520 m dalla esistente cabina primaria denominata Piancastagnaio 2.

In Figura 4.2.2.2a si riporta la perimetrazione dell'Acquifero dell'Amiata della banca dati associata alla DGRT n.225/2003.

Figura 4.2.2.2a Acquifero dell'Amiata ( DGRT n.225/2003)



Solo una parte del Corpo Idrico dell'Amiata è compreso nel Bacino del Fiume Tevere attraverso il sottobacino del Fiume Paglia. La struttura del CISS dell'Amiata è assimilabile ad un cono costituito dalle vulcaniti del Monte Amiata stesso e circondato da litotipi argillosi; il suo schema idrogeologico è caratterizzato da un flusso centripeto che dalla zona centrale alimenta i gruppi di sorgenti allineati alla base del cono vulcanico. Dalle stime eseguite risulta che le sorgenti del Monte Amiata hanno una portata pari a circa 1,45 m<sup>3</sup>/s.

In dettaglio per quanto concerne il progetto dell'Impianto Pilota Casa e opere connesse, come mostrato in figura, nessuno degli interventi in progetto interessa direttamente la perimetrazione del Corpo Idrico dell'Amiata.

Dal punto di vista idrogeologico, da quanto era emerso dagli esiti di sondaggi eseguiti nel passato, l'area interessata dalla realizzazione delle opere in progetto era caratterizzata dalla presenza di un livello potenzialmente acquifero al di sopra dei depositi pliocenici che costituiscono una base praticamente impermeabile. Tale livello è costituito dai depositi ciottolosi e ghiaiosi che poggiano, con una potenza variabile da 0,90 a 1,40 m, direttamente al di sopra delle argille plioceniche. Il monitoraggio piezometrico condotto nell'area permise di configurare una situazione idrogeologica in cui lo strato acquifero risultava legato ad apporti di sub-alveo provenienti dal T. Senna; tali apporti, nei periodi particolarmente piovosi, potevano portare il pelo libero della falda a coincidere con il piano di campagna. Come emerge dalla Relazione geologica, geotecnica e sismica riportata in Allegato 2 al Progetto Definitivo, si ritiene che tali condizioni possano essere ancora ritenute valide per l'area in esame.

Inoltre, come riportato nell'Allegato 3 al Progetto, è stato effettuato un censimento dei punti d'acqua (sorgenti e pozzi) presenti in un intorno di circa 1,5 km dalle postazioni di perforazione in oggetto.

Da questo è emerso che, non sono presenti né sorgenti né pozzi a qualunque scopo realizzati in un raggio di 1,5 km dalle aree di intervento.

### 4.2.3 *Suolo e Sottosuolo*

#### 4.2.3.1 **Geomorfologia e geologia**

##### *Inquadramento generale*

L'area del Permesso di Ricerca Casa del Corto ricade nella Toscana centro-meridionale e dal punto di vista geologico - strutturale, è confinata tra il complesso vulcanico del Monte Amiata situato a NO, il sistema vulcanico laziale dei Monti Vulsini situato a SSE e il bordo occidentale del Bacino Neogenico di Radicofani.

L'assetto tettonico e strutturale di questa regione è il risultato di complessi processi geodinamici di tipo compressivo e distensivo che si sono succeduti negli ultimi 15 milioni di anni (orogenesi Alpina), mentre i fenomeni vulcano-tettonici, che hanno caratterizzato la Toscana centro-meridionale e il Lazio settentrionale, continuano ad interessare tutta l'area, anche se con ridotta intensità.

L'area in esame ricade all'interno della parte più meridionale del grande bacino marino che, durante il Pliocene, occupava gran parte della Toscana meridionale.

L'inizio della trasgressione marina nella depressione venutasi a creare ad oriente della dorsale Seggiano-Montalcino, ebbe luogo all'inizio del Pliocene Inferiore, quando una fase tettonica distensiva provocò un abbassamento di una depressione che evolveva verso una vera fossa tettonica in rapida subsidenza (Val di Chiana, Siena, Radicofani, F. Tevere).

Successivamente nel Pliocene medio si verificò un generale sollevamento della regione con definitiva emersione della regione posta a sud dell'allineamento Montalcino-Pienza-Montepulciano che si può considerare come spartiacque tra un



bacino senese settentrionale ed un bacino senese meridionale Tale sollevamento decretò la chiusura della sedimentazione nel bacino meridionale, mentre nella parte settentrionale seguì una nuova ingressione marina testimoniata dai depositi del Pliocene superiore.

## *Inquadramento dell'Area di Studio*

L'area in esame si localizza completamente all'interno della pianura alluvionale del Torrente Senna, più precisamente sulla sua sinistra idrografica. I fianchi della valle sono impostati su terreni pliocenici limo-argillosi, teneri e facilmente modellabili, che danno vita ad una morfologia collinare con rilievi poco elevati e dalla forma tondeggiante, divisi da impluvi poco incisi, solcati da corsi d'acqua solo nelle stagioni piovose.

Brusche variazioni di pendenza si hanno solamente in alcuni tratti del margine destro (rispetto al Senna) della pianura alluvionale, allorché il corso d'acqua arriva a lambire i depositi pliocenici, determinando dei fenomeni di erosione accelerata che creano pareti ripide alte anche diversi metri.

Le aree individuate per la realizzazione dell'Impianto Pilota si inseriscono in un contesto morfologico da sub-pianeggiante a debolmente ondulato con quote crescenti a partire dal corso del Torrente Senna in direzione ovest verso il centro abitato di Piancastagnaio. Le quote variano infatti da circa 320 m s.l.m. dell'area dell'ORC + CC 1 e 340 m dell'area della postazione di reiniezione CC 2 sino a circa 650 m dell'area dove è localizzata la CP Piancastagnaio 2 esistente.

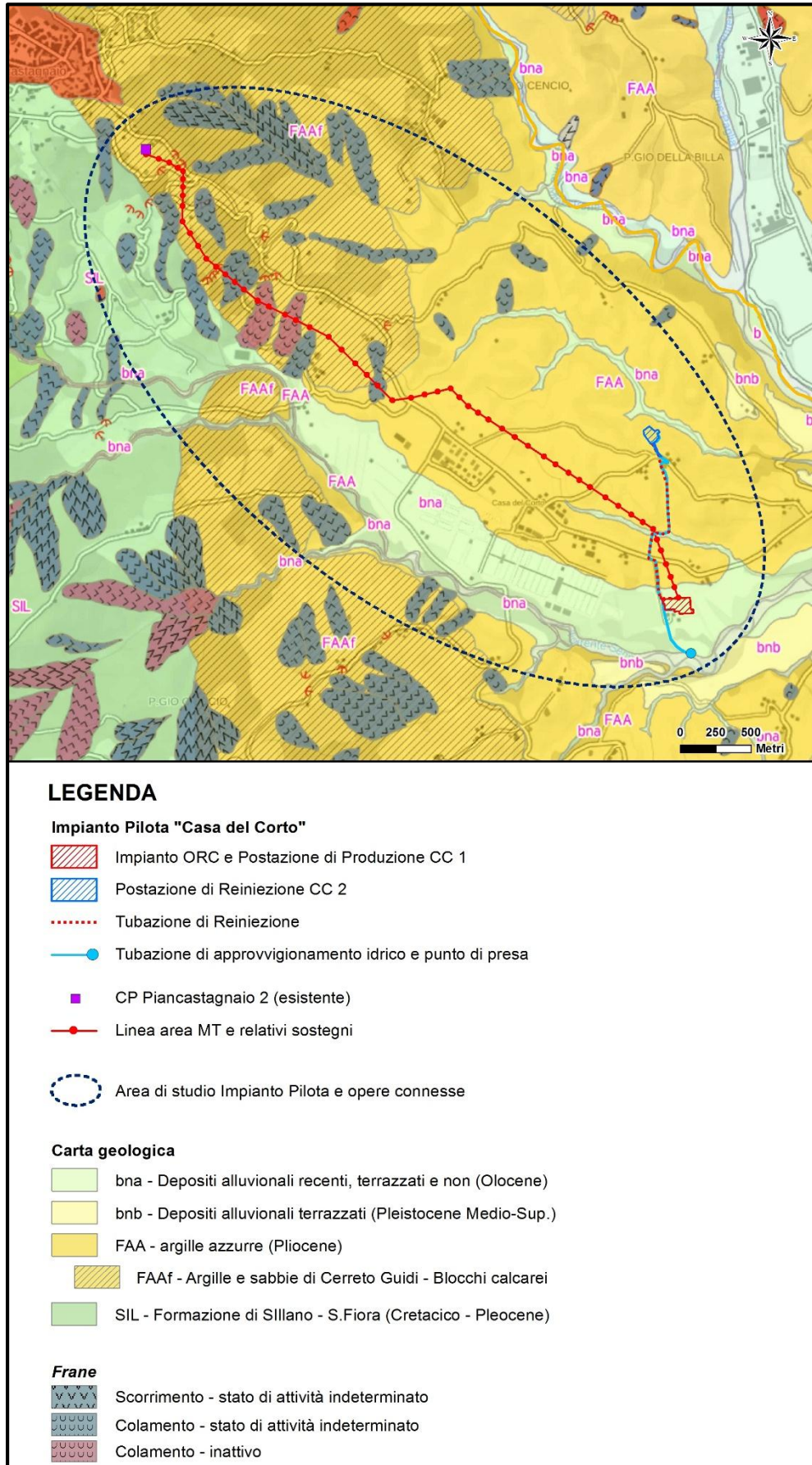
I terreni affioranti nella zona in esame sono rappresentati da depositi marini essenzialmente argillosi di età pliocenica ai quali si sovrappongono quelli di origine alluvionale che costituiscono il risultato dell'azione di sedimentazione esercitata nella zona dal Torrente Senna e dal Fosso di Rigosano.

Tali depositi alluvionali hanno granulometria eterogenea e si presentano in banchi grossolani (ciottoli e ghiaie) immersi in una matrice più fine, sabbioso-argillosa, alternati a strati di materiale fine. Gli spessori di tali depositi sono estremamente variabili, ma localmente rimangono sempre inferiori agli 8 metri.

Il substrato geologico dell'area è formato dai terreni della serie trasgressiva neogenica (limi, argille e argille sabbiose, con rari livelli di sabbie e conglomerati poligenici) che si sovrappongono in discordanza a terreni in facies di flysch appartenenti al Dominio Ligure anch'essi rappresentati da litotipi essenzialmente argillosi (questi ultimi non affiorano mai nell'area in esame).

In Figura 4.2.3.1a si riporta un estratto della Carta Geologica creata a partire dai dati del Continuum Geologico regionale della Toscana derivante dal progetto Carta Geologica della Regione Toscana a scala 1:10.000.

Figura 4.2.3.1a Carta Geologica dell'Area di Studio



Come mostrato in figura, l'Area di Studio è caratterizzata essenzialmente dalla presenza in affioramento di depositi marini pliocenici rappresentati da argille e argille siltose grigio - azzurre localmente fossilifere (FAA).

Nel dettaglio, dalla Figura 4.2.3.1a emerge quanto di seguito riportato:

- l'Impianto ORC e la postazione di produzione CC 1 e relativa viabilità d'accesso, e una parte dei tracciati delle tubazioni di reiniezione e di approvvigionamento idrico e della linea elettrica MT interessano depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna) costituiti da ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali del T. Senna;
- la postazione di reiniezione CC 2 e relativa viabilità d'accesso e gran parte dei tracciati delle tubazioni di reiniezione e di approvvigionamento idrico interessano un esteso affioramento di argille azzurre plioceniche (FAA);
- ad esclusione del tratto menzionato precedentemente, tutto il tracciato della linea MT si sviluppa in un'area dominata dalla presenza di depositi marini pliocenici (FAA, FAAf).

Dalla Figura 4.2.3.1a risulta infine che nell'Area di Studio sono state cartografate aree franose ascrivibili a varie tipologie di movimento, con stati di attività variabili tra inattivo e indeterminato. In merito alla presenza di fenomeni di dissesto nell'area interessata dalle opere in progetto si rimanda a quanto riportato al successivo §4.2.3.3. Inoltre si veda la Relazione Geologica riportata in Allegato 2 al Progetto Definitivo per ulteriori dettagli circa l'assetto geomorfologico e geologico dell'area in esame.

## 4.2.3.2

### Sismicità

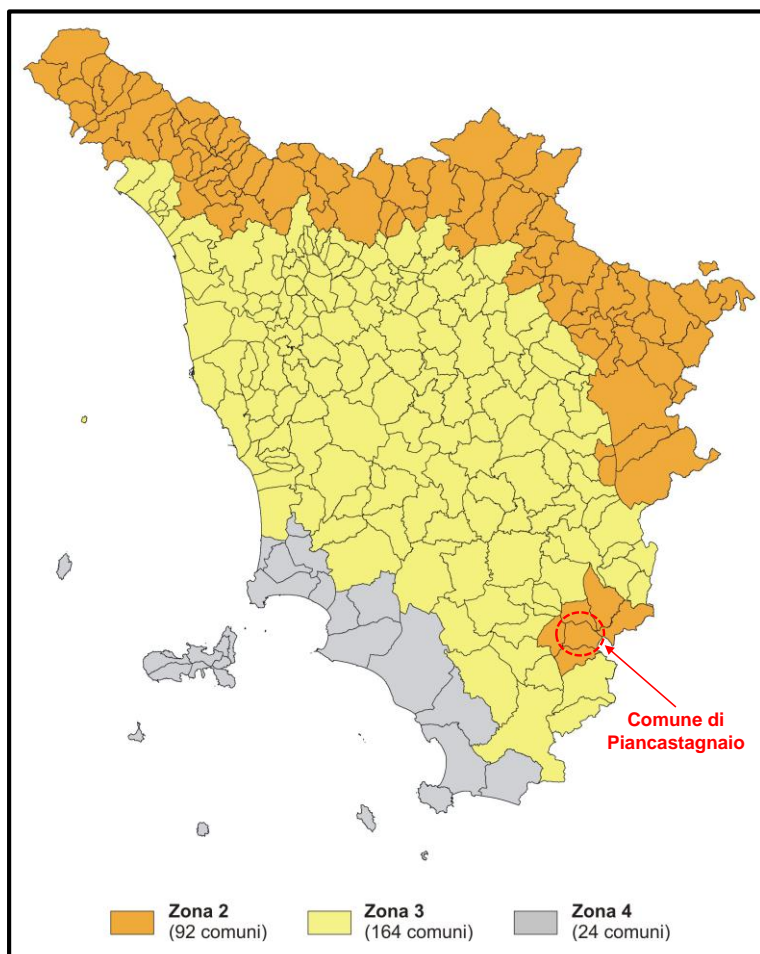
Con Deliberazione GRT n.421 del 26/05/2014 è stato approvato un aggiornamento della classificazione sismica regionale, relativo all'Allegato 1 (elenco dei comuni) e all'Allegato 2 (mappa) della Deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012.

L'aggiornamento si è reso necessario a seguito della fusione di 14 comuni toscani, con conseguente istituzione dal 01/01/2014 di 7 nuove amministrazioni comunali.

Contestualmente agli aggiornamenti di cui sopra, si è provveduto alla cessazione d'efficacia della Deliberazione GRT n.841 del 26/11/2007 "Approvazione dell'elenco aggiornato dei comuni a maggior rischio sismico della Toscana". La progressiva riduzione negli ultimi 10 anni dei comuni classificati in zona sismica 2 e il corrispondente aumento del numero di comuni inseriti nell'elenco dei Comuni a Maggior Rischio Sismico della Toscana, ha fatto venir meno le condizioni per mantenere all'interno della zona sismica 2 la distinzione dei Comuni a Maggior Rischio Sismico.

In Figura 4.2.3.2a si riporta uno stralcio della classificazione sismica della Regione Toscana.

**Figura 4.2.3.2a** *Mappa di aggiornamento della classificazione sismica della Regione Toscana - 2014*



Come visibile dalla figura il territorio comunale di Piancastagnaio è classificato come Zona 2.

Sulla base della sismicità osservata negli ultimi 1000 anni e documentata nei vari cataloghi disponibili e dai dati raccolti e analizzati nell'Allegato 5 "Sismicità Storica e Sismicità Indotta e Subsidenza" del Progetto Definitivo, l'area del PdR Casa del Corto, anche per le sue ridotte dimensioni (circa 5 km<sup>2</sup>), risulta interessata da un numero esiguo di eventi sismici.

In questo arco temporale all'interno dell'area del PdR risultano infatti documentati solo tre eventi, due con Magnitudo  $M \leq 2$  verificatisi nel 2006 e uno con  $M = 4,57$  risalente al 2000. Si precisa che non è possibile ovviamente escludere che sismi di medio-bassa magnitudo verificatisi in tempi passati, quando i sistemi disponibili non ne consentivano la rilevazione, possano aver interessato l'interno dell'area in oggetto.

Da quanto emerge dall'analisi condotta appare più significativo il dato relativo al risentimento nell'area di Casa del Corto della sismicità proveniente da numerosi focolai sismici storicamente noti e presenti in un raggio di 30 km dall'area stessa, ma anche nelle sue immediate vicinanze.

I due siti storici più vicini sono rappresentati dal comprensorio sismico del Monte Amiata e dal settore meridionale del Graben Neogenico di Radicofani (Val di Paglia). Il primo è caratterizzato da una sismicità tipica delle aree vulcaniche e geotermiche, con eventi frequenti, spesso con fenomeni di sciame, prevalentemente di bassa magnitudo ( $\leq 2.0$ ) e ipocentri generalmente poco profondi ( $\leq 9$  km). Il secondo è analogamente caratterizzato da eventi di bassa magnitudo ( $\leq 2.0$ ) in prevalenza, ma con profondità decisamente superiori (10-20 km).

Un ulteriore centro sismogenetico storicamente noto e che può provocare significativi risentimenti nell'area del PdR Casa del Corto è rappresentato dall'edificio a caldera del Lago di Bolsena, particolarmente attivo in tutto il bordo settentrionale del lago e ad est dello stesso. La sismicità è di origine vulcano-tettonica e come tale è caratterizzata da una ampia gamma di classi di magnitudo, con numerosi eventi con  $M \geq 4$ , e di profondità, con ipocentri fino ad oltre 30 km.

In conclusione, l'analisi sismica condotta ha evidenziato che nonostante l'area in esame sia sede di una attività sismica storicamente nota non particolarmente rilevante con frequenza, può risentire certamente gli effetti della sismicità anche a maggior energia che si verifica nelle aree sismogenetiche adiacenti.

Per una descrizione dettagliata degli aspetti sismici dell'area in esame si rimanda all'Allegato 5 "Sismicità Storica e Sismicità Indotta e Subsidenza" del Progetto Definitivo.

### 4.2.3.3 Stabilità dell'Area

La verifica della presenza di rischio idrogeologico nelle aree individuate per la realizzazione dell'impianto pilota in progetto è stata svolta analizzando il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'AdB del Fiume Tevere.

Come descritto al Paragrafo 2.4.1.1, gli interventi in progetto non interessano alcuna area soggetta a pericolosità idraulica e/o da frana elevata o molto elevata.

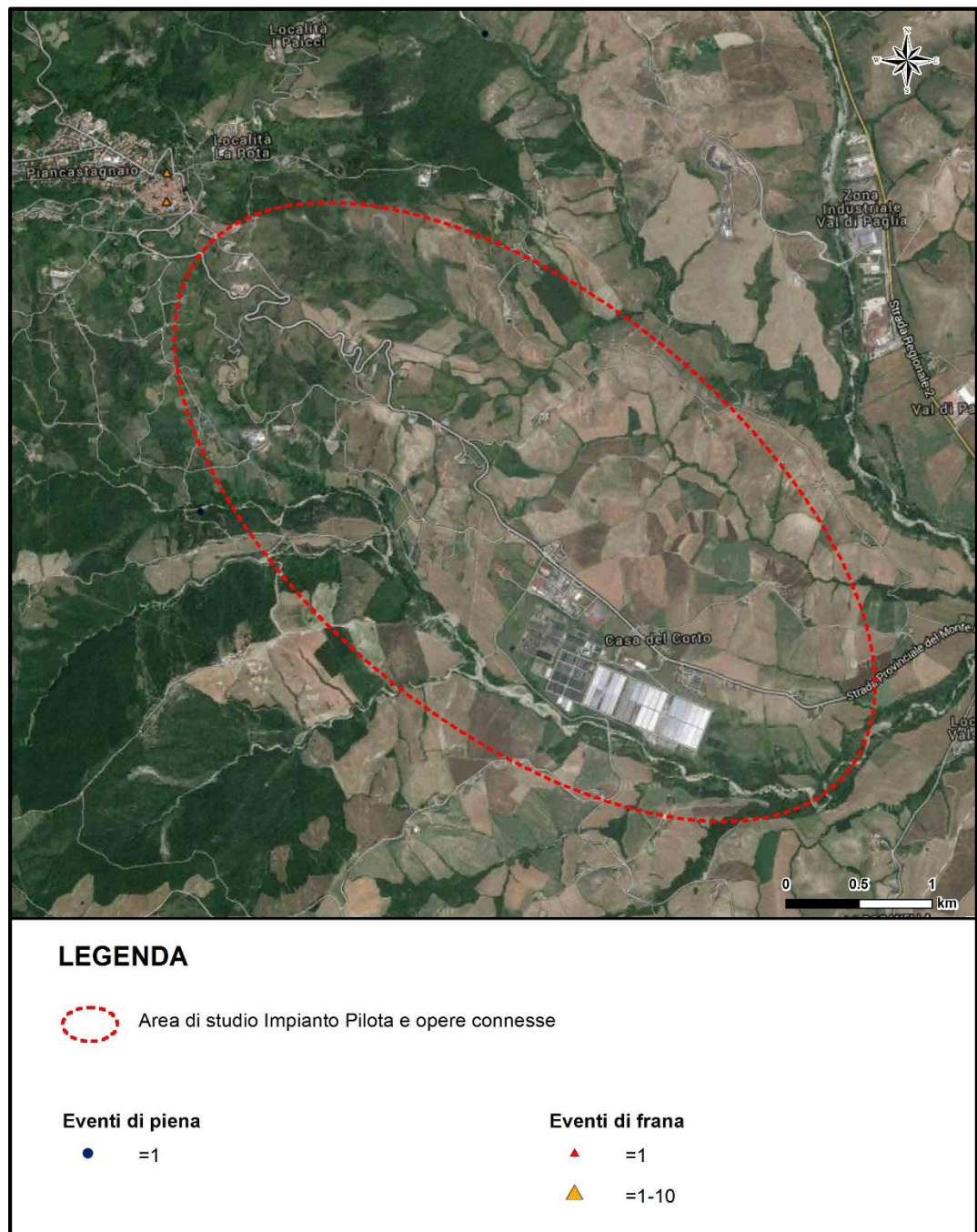
Con lo scopo di completare l'analisi della stabilità dell'area sono stati comunque consultati il catalogo degli eventi di dissesto e di piena del Progetto Aree Vulnerabili Italiane (AVI) ed l'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI).

#### *Progetto 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).

In Figura 4.2.3.3a sono riportati i risultati di questo censimento, noto come Progetto AVI, per le aree interessate dagli interventi in progetto.

**Figura 4.2.3.3a Progetto AVI nell'area di studio**



La Figura 4.2.3.3.a mostra l'assenza di eventi di dissesto e di piena nell'Area di Studio; al di fuori di essa sono stati registrati alcuni eventi di dissesto (in numero pari a 1 e compreso tra 1 e 10) nel centro abitato di Piancastagnaio e un unico evento di piena localizzato a circa 1,3 km a nord dell'area di studio sul Torrente Minestrone.

## *Progetto IFFI*

L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI) ha lo scopo di fornire un quadro sulla distribuzione dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale e di offrire uno strumento conoscitivo di base per la valutazione della pericolosità da frana, per la programmazione degli interventi di difesa del suolo e per la pianificazione territoriale.

Il progetto è stato finanziato dal Comitato dei Ministri per la Difesa del Suolo; i soggetti istituzionali per l'attuazione del Progetto IFFI sono l'ISPRA - Dipartimento Difesa del Suolo/Servizio Geologico d'Italia e le Regioni e le Province Autonome d'Italia.

È stata consultata la cartografia del Progetto IFFI al fine di verificare la presenza dei fenomeni franosi censiti nell'Area di Studio. Le perimetrazioni riportate nella cartografia IFFI per l'area in esame sono risultate perfettamente coincidenti a quelle individuate nella Tavola "Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana" - PAI AdB Fiume Tevere riportata in Figura 2.4.1.1b cui si rimanda.

Come descritto al §2.4.1.1 e riportato nella suddetta figura, l'area interessata dalle opere in progetto è caratterizzata principalmente dalla presenza di aree soggette a frane superficiali diffuse per le quali valgono le medesime considerazioni già esposte al §2.4.1.1 e riassunte di seguito.

Nelle aree scelte per la realizzazione dell'impianto ORC + postazione CC 1 e della postazione CC 2 non sono stati censiti fenomeni franosi; i tracciati delle tubazioni di reiniezione e di approvvigionamento idrico dal Torrente Senna si sviluppano al margine occidentale di un'area censita dall'IFFI come soggetta a frane superficiali diffuse, senza tuttavia interessarla direttamente.

Infine il tracciato della linea MT intercetta due aree franose contigue ma, trattandosi di elettrodotto in cavo aereo non genera interferenza diretta in quanto i suoi sostegni sono posizionati esternamente a tali aree.

## **4.2.4**

### ***Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi***

Lo stato attuale delle componenti naturalistiche è stato esaminato considerando un'Area di Studio di 2 km centrata sull'Impianto Pilota "Casa del Corto" in progetto e di 500 m per lato rispetto al tracciato della linea MT in progetto.

Al fine di valutare le potenziali incidenze indotte dalla realizzazione delle opere in progetto sulle aree appartenenti alla Rete Natura 2000 è stata presa come riferimento un'area di studio di ampiezza pari a 10 km (5 km di raggio a partire dalle opere in progetto). La caratterizzazione delle aree appartenenti alla Rete Natura 2000 comprese nella suddetta area di studio e la valutazione delle incidenze indotte dalla realizzazione e dall'esercizio delle opere in progetto sulle aree SIC/ZPS è stata effettuata nello Screening di Incidenza riportato in Allegato D, cui si rimanda per i dettagli.



Per la caratterizzazione della componente nell'Area di Studio è stato fatto riferimento alla carta dell'uso del suolo del progetto Corine Land Cover, alle informazioni riportate nella Tavola QC C01 "Tipologie vegetazionali" del PTC della Provincia di Siena e nella scheda dell'Ambito n.19 "Amiata" del PIT con valenza di Piano Paesaggistico della Regione Toscana.

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 si inserisce nell'ambito dei territori disposti ad anello intorno al Monte Amiata, che si sviluppa con forme di rilievo collinari e montane, ed appare come un mosaico paesistico articolato, costituito prevalentemente da aree agricole coltivate e boschi di limitata estensione.

Le aree boschive sono caratterizzate prevalentemente dalle tipiche specie mediterranee, con prevalenza di leccete ed associazioni sclerofille sempreverdi e miste con conifere; in tali aree, a quote variabili tra i 1600 ed il 1100 metri s.l.m. (esterne all'area di studio) impera la serie del faggio (*Fagus Selvatica*), pianta che predilige ambienti umidi, freschi e tende a costituire popolamenti omogenei, mentre tra i 1100 ed i 700 metri s.l.m. si trova il castagno (*Castanea Sativa*), presente sulle pendici del monte Amiata esternamente all'Area di Studio, ad ovest rispetto al centro abitato di Piancastagnaio.

Alle quote più basse sono presenti boschi mesotermofili, sia nello strato arboreo che in quello erbaceo. Principalmente sono presenti cerrete dell'associazione *Coronillo emeri-Quercetum*, ovvero boschi decidui misti governati a ceduo con matricine di cerro. Tra le essenze forestali, oltre al cerro (*Quercus cerris*) ed al leccio (*Quercus ilex*) che rappresentano sempre le specie dominanti, sono molto frequenti il sorbo domestico (*Sorbus domestica*), il carpino bianco (*Carpinus betulus*), il castagno (*Castanea sativa*), talora il faggio (*Fagus selvatica*), con importanti nuclei misti di faggio e abete bianco *Abies alba* autoctono (Figura 4.2.4a). Boschi di latifoglie su versanti e poggi calcarei, con formazioni miste di latifoglie nobili e di aceri dell'habitat prioritario del *Tilio-Acerion*, faggete, boschi misti e abetine autoctone e stazioni di tiglio *Tilia plathyphyllos* e tasso *Taxus baccata*. Incolti e dei pascoli di media montagna caratterizzano le pendici collinari a quote inferiori rispetto al centro abitato di Piancastagnaio.



**Figura 4.2.4a** *Esemplari di abete bianco autoctono (Abies alba)*



Lo strato arbustivo è differenziato dalla presenza del nespolo volgare (*Mespilus germanica*) e della sottospecie mesofila della cornetta dondolina (*Coronilla emerus subsp. emerus*), mentre nel sottobosco erbaceo sono frequenti la cicerchia veneta (*Lathyrus venetus*), l'euforbia delle faggete (*Euphorbia amygdaloides*) e il centocchio dei boschi (*Stellaria nemorum*).

In Figura 4.2.4b si riporta un esempio di un castagneto nel Comune di Piancastagnaio.

**Figura 4.2.4b** *Esemplari di Castagno (Castanea Sativa)*



Coltivi, seminativi e prati-pascoli caratterizzano, invece, i terreni alle quote più basse secondo la loro natura arenacea, argillitica, o calcarea; in essi si riscontra la presenza di un mosaico caratterizzato dalla predominanza del seminativo semplice e del prato da foraggio, da una maglia agraria ampia di tipo tradizionale, agrari a prevalenza di mais, girasole, grano (Figura 4.2.4c). Boschi termofili (prevalentemente cerrete), spesso mosaicano il paesaggio agro-silvo-pastorale.

Il paesaggio agrario è talvolta strutturato in campi delimitati da un reticolo di siepi di macchia mediterranea, punteggiata da singoli individui arborei, in genere

querce, e talvolta caratterizzato da una maglia agraria di dimensione medio-ampia o ampia esito di operazioni di ristrutturazione agricola.

**Figura 4.2.4c** *Paesaggio agrario nell'Area di Studio*



Formazioni ripariali generalmente frammentate e di limitata estensione si rinvencono 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. italiana), *Ulmus minor*, *Quercus pubescens*, *Acer campestre* e l'alloctona *Robinia pseudoacacia* che in alcuni casi costituisce popolamenti quasi monospecifici (Figura 4.2.4d).

**Figura 4.2.4d** *Vegetazione Ripariale lungo il corso del Torrente Senna*



L'area individuata per la realizzazione dell'impianto ORC e della postazione di produzione CC 1 è rappresentata in Figura 4.2.4e, mentre quella individuata per

la postazione di reiniezione CC 2 è raffigurata in Figura 4.2.4f: come visibile le aree risultano a conduzione agricola.

**Figura 4.2.4e** *Vista della postazione CC 1 e Impianto ORC*

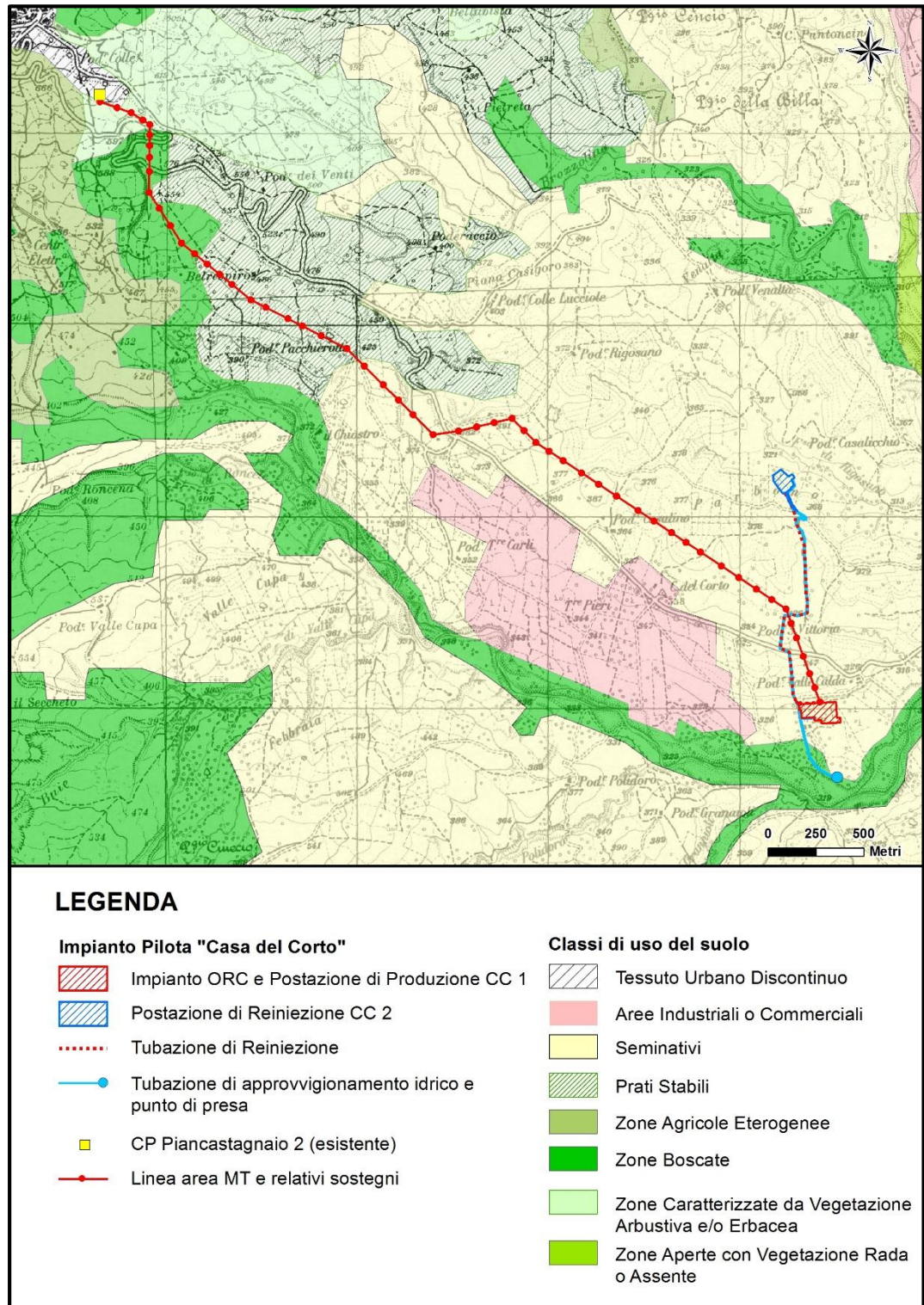


**Figura 4.2.4f** *Vista della postazione di reiniezione CC 2*



L'analisi della componente è stata completata dalla consultazione della Carta dell'Uso del Suolo del progetto Corine Land Cover – versione 2012, riportata in Figura 4.2.4g.

Figura 4.2.4g **Usa del Suolo Progetto Corine Land Cover – Versione 2012**



Come mostrato in figura la postazione di produzione CC 1, la postazione di reiniezione CC 2 e l'impianto ORC, nonché la tubazione di reiniezione interessano unicamente aree a seminativo.

La tubazione di approvvigionamento idrico (opera temporanea) interessa principalmente aree a seminativo e marginalmente zone boscate, al cui interno ricade anche il punto di approvvigionamento idrico nel Torrente Senna.

L'elettrodotto di connessione alla rete Enel distribuzione interessa aree a seminativo per quasi la metà del suo percorso, mentre per l'altra metà aree a prati stabili, zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea e una limitata zona boscata.

## 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*), il Daino (*Dama dama*), il Muflone (*Ovis musimon*) 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 (mais, grano, orzo, erba medica), vigneti e oliveti.

Nel complesso l'elevato grado di antropizzazione e la limitata presenza di vegetazione naturale nell'Area di Studio nella quale è compreso il sito individuato per la realizzazione del progetto, si traducono in un basso livello di naturalità e di valenza ecosistemica.

## 4.2.5

### *Rumore*

Per la caratterizzazione acustica dell'Area di Studio considerata si rimanda ai rilievi fonometrici eseguiti nell'ambito della Valutazione di Impatto Acustico riportata integralmente in Allegato A.

## 4.2.6

### *Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti*

#### 4.2.6.1

##### **Richiami normativi**

L'intensità del campo elettrico in un punto dello spazio circostante un singolo conduttore è correlata alla tensione ed inversamente proporzionale al quadrato della distanza del punto dal conduttore. L'intensità del campo induzione magnetica è invece proporzionale alla corrente che circola nel conduttore ed inversamente proporzionale alla distanza.

Nel caso di terne elettriche, il campo elettrico e di induzione magnetica sono dati dalla somma vettoriale dei campi di ogni singolo conduttore. Nel caso di macchine elettriche i campi generati variano in funzione della tipologia di macchina (es. trasformatore) ed anche del singolo modello di macchina. In generale si può affermare che il campo generato dalle macchine elettriche decade nello spazio più velocemente che con il quadrato della distanza.


I valori di campo indotti dalle linee e dalle macchine possono confrontarsi con le disposizioni legislative italiane.

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".

Esso fissa i seguenti valori limite:

	PROGETTO	TITOLO	REV.	Pagina
	P15_CAE_010	SVOLTA GEOTERMICA: IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO "CASA DEL CORTO" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	0	136

- 100  $\mu$ 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  $\mu$ 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  $\mu$ 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".

Come indicato dalla Legge Quadro del 22 febbraio 2001 il limite di esposizione non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione, mentre il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità si intendono riferiti alla mediana giornaliera dei valori in condizioni di normale esercizio.

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 comma 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 nei conduttori 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 dei conduttori 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 della 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.

## 4.2.7

### **Salute pubblica**

Nel presente paragrafo viene esaminata la situazione sanitaria del territorio comunale di Piancastagnaio (SI), 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 Toscana, a quello della Provincia di Siena ed a quello dell'USL n.7 di Siena. Come fonte di dati è stato utilizzato l'"Atlante 2007: Banca dati degli indicatori per USL", del Progetto ERA, 2007.

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. I dati relativi alla USL n.7 Siena coincidono con quelli provinciali dal momento che hanno la stessa estensione.

**Tabella 4.2.7a Morti (0-74 Anni) per 100.000 residenti 0-74 anni (Dati 2000-2002)**

Cause di Mortalità (tra 0 e 74 anni)	Media USL n.7 Siena		Media Provincia di Siena		Media Regione Toscana		Media ITALIA	
	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine
Tumori maligni apparato digerente e peritoneo	28,7	14,0	28,7	14,0	25,9	15,2	24,1	14,7
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	4,2	0,7	4,2	0,7	5,9	0,9	5,7	1,0
Tumori della donna (mammella e genitali)	0,0	6,6	0,0	6,6	0,0	5,6	0,0	5,5
Altri tumori	37,2	18,0	37,2	18,0	37,2	19,2	38,3	19,7
Malattie ischemiche del cuore	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Malattie cerebrovascolari	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Altre malattie sistema circolatorio	32,0	13,6	32,0	13,6	32,9	13,7	33,0	15,3
Traumatismi e avvelenamenti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Malattie apparato digerente	10,5	4,5	10,5	4,5	13,3	6,5	17,7	8,6
Malattie infettive e parassitarie	0,3	0,0	0,3	0,0	0,4	0,2	0,4	0,3



Cause di Mortalità (tra 0 e 74 anni)	Media USL n.7 Siena		Media Provincia di Siena		Media Regione Toscana		Media ITALIA	
	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine
Malattie dell'apparato respiratorio	9,0	2,9	9,0	2,9	10,8	3,9	12,4	4,3
Malattie del sistema genito-urinario	1,2	0,5	1,2	0,5	0,7	0,4	0,9	0,6
<b>Tutte le cause</b>	<b>143,8</b>	<b>76,2</b>	<b>143,8</b>	<b>76,2</b>	<b>152,5</b>	<b>81,4</b>	<b>163,5</b>	<b>90,4</b>

Fonte: Elaborazioni ERA (Epidemiologia e Ricerca Applicata) su dati ISTAT; triennio 2000-2002 – www.e-r-a.it

Come si può osservare dai dati riportati in tabella, i tassi standardizzati di mortalità totale per tutte le cause nel triennio 2000-2002 registrati nell'ASL n.7 di Siena risultano sostanzialmente confrontabili con i corrispettivi tassi regionali e nazionali.

In particolare, il confronto con i tassi di mortalità regionali e nazionali mostra, per il sesso maschile, valori lievemente superiori di mortalità, legata principalmente a tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici e delle malattie dell'apparato digerente.

Per il sesso femminile, il confronto con i tassi di mortalità regionali e nazionali, mostra valori lievemente superiori di mortalità per altre malattie sistema circolatorio, malattie dell'apparato digerente.

#### 4.2.8 *Paesaggio*

Per la caratterizzazione paesaggistica dell'Area di Studio considerata si rimanda alle analisi di dettaglio svolte nella Relazione Paesaggistica riportata integralmente in Allegato B.

### 4.3 *STIMA DEGLI IMPATTI*

#### 4.3.1 *Atmosfera e qualità dell'aria*

Considerato che l'esercizio di un impianto geotermico pilota non prevede alcuna emissione in atmosfera, gli impatti sulla qualità dell'aria connessi alla realizzazione del progetto sono del tutto analoghi a quelli relativi a cantieri di opere civili e sono relativi principalmente alle emissioni:

- di polveri durante la fase di preparazione delle aree per i pozzi e durante la realizzazione dell'impianto ORC;
- di gas di scarico dai mezzi coinvolti tanto nella fase di preparazione delle aree che nella fase di perforazione dei pozzi e di realizzazione dell'impianto ORC;
- di gas di scarico dai motori diesel azionanti i gruppi elettrogeni o altre utenze possibili durante la perforazione dei pozzi.

## 4.3.1.1 Preparazione delle postazioni di perforazione (CC 1 e CC 2)

### *Emissioni polveri*

Per la trattazione e valutazione delle polveri emesse in fase di preparazione delle postazioni CC 1 e CC 2 di perforazione dei pozzi si rimanda all'Allegato C, dove è stata applicata la metodologia prevista dalle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" adottate con Deliberazione della Giunta provinciale di Firenze n. 213 del 3/11/2009, redatte su proposta della Provincia stessa che si è avvalsa dell'apporto tecnico-scientifico di ARPAT.

Dalla stima effettuata emerge che, durante le suddette attività, non sussistono rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM<sub>10</sub> presso i recettori più prossimi dovuti alle emissioni polverulente.

### *Emissioni da Traffico Indotto*

Il traffico indotto, tanto nella fase di costruzione delle postazioni, che nella fase di perforazione, è stimabile in non più di 7 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 stradali 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 alle attività di perforazione, ipotizzando le condizioni più conservative.

### *Emissioni da Motori Diesel*

Durante le attività di perforazione di ciascun pozzo saranno utilizzati i seguenti motori diesel di potenza complessiva inferiore a 3 MW:

- n. 2 motori azionanti n. 2 gruppi elettrogeni;
- n. 2 motori azionanti n. 2 motopompe del fango;
- n. 1 motore azionante n.1 gruppo elettrogeno di servizio;
- una motopompa per prelievo idrico.

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 <sup>3</sup>
Ossidi di Azoto	2000 mg/Nm <sup>3</sup> per i motori ad accensione spontanea di potenza uguale o superiore a 3 MW 4000 mg/Nm <sup>3</sup> per i motori ad accensione spontanea di potenza inferiore a 3 MW 500 mg/Nm <sup>3</sup> per gli altri motori a quattro tempi 800 mg/Nm <sup>3</sup> per gli altri motori a due tempi.
Monossido di Carbonio	650 mg/Nm <sup>3</sup>
I valori di concentrazione sono riferiti a fumi secchi al 5% O <sub>2</sub> 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 riportate in Tabella 4.3.1.2b.

**Tabella 4.3.1.2b Emissioni Massime**

Sostanza Emessa	Durante l'intera perforazione* (kg)	Portata Massima Oraria ** (kg/h)
Polveri	58,9	0,08
Ossidi di Azoto	1.812	2,5
Monossido di Carbonio	290	0,4
Anidride Carbonica	97.057	135
*60 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 a quelle 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 dalle emissioni dei motori sulla qualità dell'aria sia non significativo.

### 4.3.1.3 Prove di Produzione

Al termine della perforazione verranno effettuate le prove di produzione che avranno una durata di circa 3-5 giorni.

Durante le prove di produzione, attraverso il camino del separatore, verrà emesso in atmosfera il gas e il vapore proveniente dal pozzo esplorativo. Per quanto esposto nel progetto, si ritiene che il fluido reperito possa avere caratteristiche analoghe a quelle del fluido del serbatoio di Piancastagnaio: max 1,8% in peso di

gas incondensabile costituito prevalentemente da anidride carbonica con circa l'1% in peso di Acido Solfidrico (H<sub>2</sub>S).

La brevità delle prove di produzione, la composizione chimica del fluido (quasi esclusivamente vapor d'acqua) e la sua temperatura fanno ritenere del tutto trascurabili gli impatti generati dalle prove di produzione.

Tuttavia è stato stimato l'impatto indotto dalle ricadute atmosferiche di H<sub>2</sub>S emesso durante le prove di produzione.

Lo studio delle ricadute è stato effettuato mediante 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).

SCREEN 3 è un modello gaussiano sviluppato per effettuare analisi speditive di screening. Esso permette di stimare sotto vento, lungo l'asse del pennacchio i massimi valori orari per una data distanza dal punto di emissione, in funzione di condizioni meteorologiche determinate dalla combinazione classe di stabilità – velocità del vento.

Al fine di ottenere la stima delle massime ricadute orarie alle diverse distanze dal punto di emissione considerato, è stata utilizzata la modalità di calcolo della diffusione atmosferica ("worst case"), che considera tutte le diverse combinazioni meteorologiche, corrispondenti a quanto riportato nella tabella seguente, utilizzando poi, per ogni recettore, quella che massimizza le concentrazioni a terra.

**Tabella 4.3.1.3a 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	*	*	*	*	*	*	*						

I valori massimi delle ricadute sono stati stimati in punti recettori posti a diverse distanze dal camino, sotto vento e lungo l'asse del pennacchio.

Nella tabella seguente si riportano i parametri di input utilizzati per la modellazione.

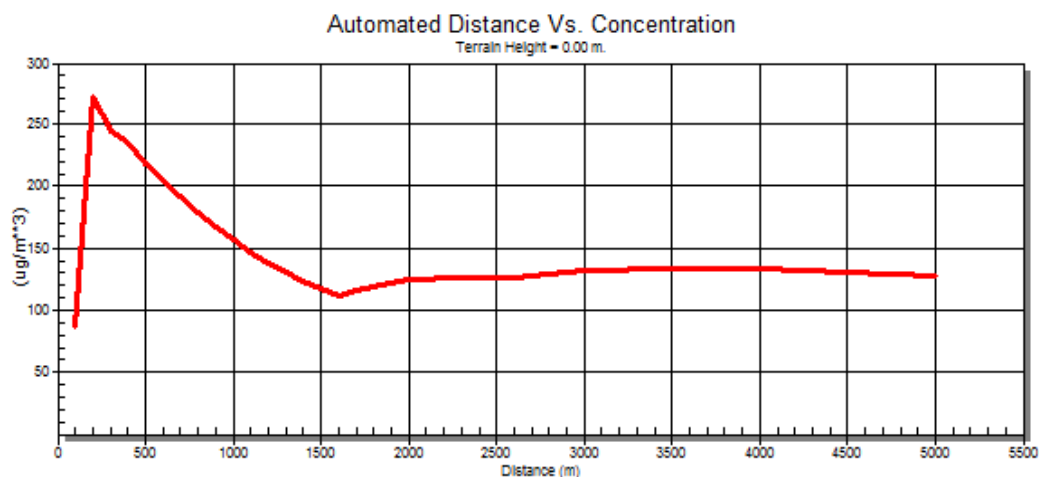
**Tabella 4.3.1.3b Scenario Emissivo**

Parametro	Valore
Tipologia Sorgente	Puntuale
Flusso di massa di H <sub>2</sub> S	7,7 g/s
Temperatura di uscita del fluido	100°C
Velocità di uscita del fluido	35 m/s
Diametro camino	0,65 m
Altezza del Camino	10 m
Tipologia di Terreno	Rurale
Temperatura Aria Ambiente	20°C

Si specifica che le prove verranno eseguite in periodi distinti e pertanto non ci sarà sovrapposizione delle ricadute.

Nella figura seguente si riportano i risultati della modellazione in termini di concentrazione oraria di H<sub>2</sub>S ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in funzione della distanza sottovento (m).

**Figura 4.3.1.3a Grafico Ricadute H<sub>2</sub>S (concentrazione oraria)**



Per quanto concerne la stima dell’impatto indotto dalle emissioni di H<sub>2</sub>S generate durante le prove di produttività dei pozzi, di seguito si svolge un confronto tra le ricadute di H<sub>2</sub>S, in termini di massima concentrazione media giornaliera, ed il limite di immissione di cautela sanitaria, indicato nel documento “Air Quality Guidance” ed.2000 del WHO (OMS), pari a  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , riferito ad un periodo di mediazione di 24 ore.

Per poter effettuare un confronto con il limite indicato da ARPA occorre trasformare gli output del modello da medie orarie a medie giornaliere.

A tal fine è stata applicata la metodologia presentata al *Paragrafo 11* del documento “SCREEN3 Stationary Source Modeling Guidance” redatto dal Dipartimento di Salute Pubblica ed Ambiente dello Stato del Colorado (Colorado Department of Public Health and Environment, January 1, 2002 - updated 12/28/05 - Air Pollution Control Division / Technical Services Program).

Tale metodologia prevede che, per sorgenti emissive di tipo puntuale è possibile utilizzare determinati fattori moltiplicativi, stabiliti dall'U.S. EPA, per convertire direttamente i valori di concentrazione media oraria in uscita dal software SCREEN3 a valori di concentrazione relativi a periodi di mediazione più lunghi; nella Tabella 4.3.1.3c sono riportati tali fattori ed i corrispondenti periodi di mediazione.

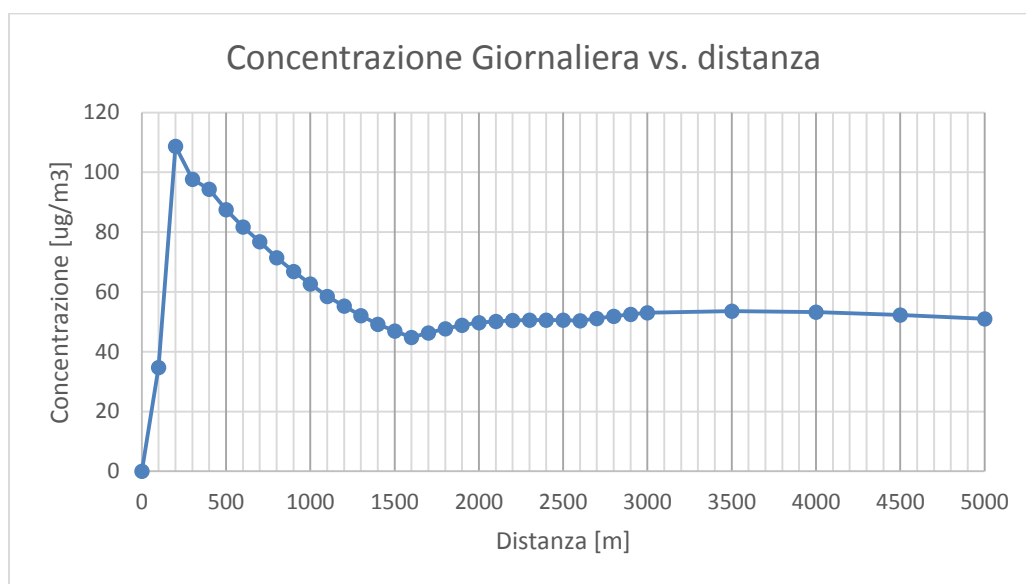
**Tabella 4.3.1.3c|Fattori moltiplicativi per sorgenti puntuali per la conversione delle concentrazioni orarie stimate con SCREEN3 a periodi di mediazione maggiori**

Periodo di mediazione	Fattori moltiplicativi EPA per sorgenti puntuali*
3 ore	0,9
8 ore	0,7
24 ore	0,4
Anno	0,08

**\*\*"Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, Revised," EPA-454/R-92-019, page 4-16**

Applicando la metodologia sopra presentata si ottengono i seguenti valori, in termini di massima concentrazione media giornaliera.

**Figura 4.3.1.3b Grafico Ricadute H<sub>2</sub>S (Concentrazione Giornaliera)**



Nel punto di massima ricaduta, che si verifica ad una distanza di 195 m dal punto di emissione, la concentrazione giornaliera di H<sub>2</sub>S è pari a 109 µg/m<sup>3</sup>.

Confrontando i valori presentati nel precedente grafico con il valore limite giornaliero di immissione di cautela sanitaria di 150 µg/m<sup>3</sup> si osserva che questi risultano tutti abbondantemente al di sotto della soglia stabilita dal WHO.

Si specifica inoltre che le concentrazioni stimate sono conservative in quanto sono state calcolate nelle condizioni meteorologiche più sfavorevoli ai fini delle ricadute per recettori ubicati lungo l'asse del pennacchio ("worst case"). Si ricorda inoltre

che le prove saranno effettuate per un periodo temporale molto breve (massimo 5 giorni) per il quale, in questa fase, non risulta possibile prevedere a priori le condizioni meteorologiche; tuttavia, data la brevità di svolgimento delle prove di produzione, si avrà una bassa probabilità che si verifichino contemporaneamente una direzione del vento dal camino verso i recettori e le condizioni meteo più sfavorevoli per le ricadute.

Per quanto sopra esposto si ritiene che l'impatto indotto dalle emissioni di H<sub>2</sub>S generate durante le prove di produzione dei pozzi in progetto sia non significativo e tale da non comportare alcun rischio né per l'ambiente esterno né per la salute della popolazione.

Durante le prove di produzione si procederà, inoltre, al monitoraggio delle concentrazioni atmosferiche di H<sub>2</sub>S mediante l'utilizzo di dispositivi che ne rivelano istantaneamente la concentrazione, i quali saranno installati presso i ricettori più vicini (entro 500 m dal punto di emissione). Gli analizzatori che verranno utilizzati sono della tipologia "Jerome 631 – X Hydrogen Sulfide Analyzer" all'interno dei quali è presente un sensore a lamina d'oro brevettato in grado di assorbire tutto l'H<sub>2</sub>S presente nel campione d'aria restituendo istantaneamente un valore di concentrazione proporzionale alla variazione della resistenza interna dello strumento.

Si specifica che tali campionatori saranno mantenuti in funzione per l'intera durata delle prove di produttività dei pozzi.

#### 4.3.1.4

### Impianto ORC

#### *Fase di Cantiere*

#### Emissione Polveri

Per la trattazione e valutazione delle polveri emesse in fase di allestimento dell'area di installazione dell'Impianto ORC si rimanda all'Allegato C, dove è stata applicata la metodologia prevista dalle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" adottate con Deliberazione della Giunta provinciale di Firenze n. 213 del 3/11/2009, redatte su proposta della Provincia stessa che si è avvalsa dell'apporto tecnico-scientifico di ARPAT.

Dalla stima effettuata emerge che, durante la suddetta attività, non sussistono rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM<sub>10</sub> presso i recettori più prossimi dovuti alle emissioni polverulente.

#### Emissioni da traffico indotto

Il numero di automezzi coinvolto nella fase di cantiere per la realizzazione dell'impianto pilota 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*

L'Impianto Pilota, una volta in esercizio, non produrrà 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 di Energia Termica

L'Impianto Pilota Geotermico di Casa del Corto 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/m<sup>3</sup>] è la concentrazione nei fumi all'uscita del camino
- $C$  [g/m<sup>3</sup>] 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:

- $\rho$  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  $\alpha$  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  $\rho$  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 20 ventilatori disposti in due file parallele, ciascuno di diametro 6,7 m ed altezza 12,5 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 29,96 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°	20
Altezza	m	12,5
Delta T Aria (T <sub>aria out</sub> -T <sub>aria in</sub> )	°C	11,3
Portata volumica per ventilatore	m <sup>3</sup> /h	2.882
Velocità di uscita dell'aria per ventilatore	m/s	2,5
Diametro di ciascun ventilatore	m	6,7

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 0,05°C e si verifica in due punti ad una distanza di circa 800 m e 900 m dall'Impianto ORC; tale valore risulta impercettibile e ininfluenza ai fini delle variazioni del microclima.

### **4.3.1.5 Elettrodotta MT**

#### *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'elettrodotta aerea a 15 kV, visti gli accorgimenti di buona pratica che saranno adottati sono paragonabili come ordine di grandezza, ma di entità inferiore, a quelle normalmente provocate dai macchinari agricoli utilizzati per la lavorazione dei campi.

#### *Fase di esercizio*

Durante la fase di esercizio della linea elettrica non sono previsti impatti sulla componente qualità dell'aria indotti dalle opere complementari.

### **4.3.2 Ambiente idrico superficiale e sotterraneo**

#### **4.3.2.1 Perforazione pozzi produttivi/reiniettivi**

I potenziali impatti sull'ambiente idrico sono legati prevalentemente ai prelievi idrici necessari per la perforazione dei pozzi, all'eventuale interferenza con la falda idrica ed agli scarichi idrici.

#### *Fabbisogni idrici*

Il fabbisogno idrico per le fasi di perforazione sarà garantito mediante il prelievo di acqua dal Torrente Senna, affluente di destra del Fiume Paglia, che scorre a sud della postazione di produzione, da Ovest verso Est.



L'opera di presa temporanea consisterà in una motopompa diesel localizzata sulla sponda sinistra del Torrente Senna. Questa sarà posta a circa 1 m al disopra del p.c., posizionata su struttura in elevazione che garantisce la non interferenza con il livello dell'acqua anche in caso di piena con tempo di ritorno duecentennale ( $T_r=200$ ). La pompa pescherà direttamente all'interno dell'alveo del Torrente Senna al fine di garantire nei mesi da ottobre a maggio la portata necessaria per le fasi di perforazione. È previsto un prelievo medio di  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $2,5 \text{ l/s}$ ) e sono ipotizzate eventuali portate massime e di breve periodo pari a circa  $70 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $20 \text{ l/s}$ ).

L'acqua prelevata mediante la pompa, sarà trasportata per mezzo di un acquedotto provvisorio e rimovibile, realizzato mediante tubi in polietilene, direttamente poggiati sul terreno senza interventi di movimento terra. L'acquedotto di approvvigionamento per la perforazione, di collegamento dalla presa alle due postazioni, avrà uno sviluppo complessivo di circa 1.900 m.

Per quanto concerne gli approvvigionamenti idrici nel periodo estivo è in fase di definizione un accordo con il gestore del servizio idrico locale il quale non fornisce il servizio durante il periodo invernale per problemi di congelamento delle tubazioni di approvvigionamento.

In considerazione delle modalità di approvvigionamento idrico sopra descritte si escludono impatti diretti sulla componente ambiente idrico. Per dettagli in merito al DMV si rimanda all'apposito allegato del Progetto definitivo (Allegato 3).

### *Interferenza con le acque sotterranee*

Le attività di progetto descritte nei capitoli precedenti implicano una potenziale interferenza con il sistema geologico e idrogeologico che caratterizza il territorio.

Come anticipato al Paragrafo 4.2.2.2 e meglio dettagliato nella Relazione Geologica (Allegato 2 al Progetto Definitivo), nell'area interessata dagli interventi in progetto è stata riconosciuta la presenza di livello potenzialmente acquifero al di sopra dei depositi pliocenici che costituiscono, senza ombra di dubbio, una base praticamente impermeabile; il livello potenzialmente acquifero è costituito da depositi ciottolosi e ghiaiosi e l'apporto idrico è di sub-alveo proveniente dal T. Senna e legato dunque alla stagionalità delle precipitazioni.

Inoltre, come descritto nel Capitolo 3, è previsto che la pressione di serbatoio sia inferiore alla pressione idrostatica e pertanto sono escluse eventuali interazioni tra falde.

Tuttavia, al fine di evitare possibili contatti tra il fluido di perforazione o il fluido geotermico ed eventuali corpi idrici superficiali, sono previste le seguenti cautele durante le operazioni di perforazione dei pozzi, peraltro già descritte nel Capitolo 3.

Le operazioni di perforazione verranno condotte 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.

Riguardo le modalità operative della perforazione, si fa presente che nella fase iniziale delle operazioni, la tecnica adottata per la perforazione dei pozzi è analoga a quelle con cui vengono realizzati i pozzetti destinati al prelievo di acqua per uso idropotabile, riducendo in questo modo il rischio di inquinamento delle falde.

In aggiunta, il profilo di tubaggio adottato per i pozzi geotermici permette un completo isolamento delle falde attraversate, sia sospese che profonde. È prevista la cementazione del casing al fine di attuare un efficace isolamento nei confronti di possibili falde superficiali. 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 eventualmente attraversate.

Per quanto riguarda la possibile contaminazione dovuta all'immissione di fluido endogeno nelle formazioni superficiali, si specifica che tale condizione si potrebbe manifestare in condizioni dinamiche solo durante la risalita di fluido geotermico durante la produzione del pozzo.

Tale rischio è eliminato direttamente dal tipo di progetto del profilo di tubaggio del pozzo, che prevede:

- 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 direzione lavori che verifichi le migliori condizioni di serraggio dei singoli tubi, registri i parametri fondamentali di avvitatura (coppia, numero di giri, tempo di avvitatura) e certifichi il rispetto delle condizioni di montaggio;
- 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.

Occorre inoltre considerare 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

È evidente che tale sistema multiplo di tubazioni, 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, costituisce 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 eventuali falde in esse contenute.

Ne consegue che le formazioni esterne alle tubazioni e le eventuali falde in esse contenute sono dunque assolutamente isolate e protette sia durante tutte le fasi di perforazione che in quelle successive di produzione.

### *Scarichi idrici*

Il progetto prevede un sistema di gestione delle acque meteoriche delle aree potenzialmente inquinabili: nel periodo di perforazione le acque di pioggia che scorrono sulla soletta impermeabilizzata della postazione saranno convogliate per gravità verso la vasca di raccolta reflui.

La vasca raccolta reflui ha un volume di 355 m<sup>3</sup> e risulta in grado di raccogliere le acque di pioggia; queste saranno smaltite insieme ai residui di perforazione da una ditta specializzata per l'invio ad idonei centri di trattamento.

La piazzola è inoltre circondata da una canaletta, di raccolta acque meteoriche, che favorisce il drenaggio delle aree inghiaiate e quindi pulite che verranno inviate alla vasca raccolta acque per il loro riutilizzo. Prima dell'avvio alla vasca, per ulteriore precauzione, queste acque sono deviate verso il pozzetto disoleatore posto in prossimità della "vasca acqua industriale". Il pozzetto disoleatore servirà le altre zone a rischio stillicidio: il deposito gasolio e l'area dei fusti lubrificanti.

In caso di eccedenza di acque nella "vasca acqua industriale", queste saranno recapitate mediante tubazione di scarico al compluvio naturale.

Data la breve durata delle attività di perforazione il cantiere non sarà dotato di servizi igienici fissi. Le acque nere provenienti dai servizi fondamentali saranno smaltite da compagnie specializzate, che provvederanno alla loro pulizia ed al prelievo dei liquami. La quantità massima di acque nere prodotta, stimabile in 40 m<sup>3</sup> a pozzo, sarà interamente smaltita con autobotte da ditta specializzata.

## **4.3.2.2 Impianto ORC e tubazioni trasporto fluido geotermico**

### *Fase di cantiere*

I consumi idrici durante la fase di costruzione dell'Impianto ORC si limitano a quelli necessari per l'umidificazione delle aree di cantiere, atta a contenere la dispersione delle polveri e per uso civile. I quantitativi di acqua prelevati saranno modesti e limitati nel tempo, forniti senza difficoltà della rete acquedottistica e/o da autocisterne.

Durante la fase di cantiere per la realizzazione dell'Impianto ORC non è previsto alcun impatto significativo sull'ambiente idrico sotterraneo.

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 livelli acquiferi superficiali significativi (per dettagli si rimanda alla Relazione Geologica riportata in Allegato 2 al Progetto Definitivo).



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.

In aggiunta il progetto prevede un sistema di gestione delle acque meteoriche delle aree potenzialmente inquinabili: nelle aree occupate dalle apparecchiature principali dell'impianto ORC sarà predisposta una rete di raccolta di acque meteoriche, che saranno inviate ad un sistema di trattamento che separa le acque di prima pioggia da quelle di seconda pioggia. Le acque saranno accumulate in una "vasca di prima pioggia", in cui le acque subiranno un trattamento di decantazione per la separazione dei solidi sospesi. In abbinamento alla vasca di prima pioggia verrà installato un disoleatore. Le acque di seconda pioggia e quelle di prima pioggia in uscita dal disoleatore verranno recapitate mediante canaletta al compluvio naturale.

### *Fase di esercizio*

L'acqua geotermica, che costituisce la vera e propria materia prima dell'impianto, viene approvvigionata dai pozzi produttivi come descritto nei precedenti paragrafi. Dal bilancio sul serbatoio geotermico risulta che la realizzazione dell'impianto non arreca consumi di fluido geotermico, bensì ne consente il recupero di calore per la produzione di energia elettrica.

Il funzionamento dell'impianto ORC necessita di modesti prelievi di acqua industriale e potabile impiegati per diverse 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.

Si prevede pertanto un consumo di pochi litri/giorno che verrà garantito mediante autobotte e pertanto si può ritenere che l'esercizio dell'impianto pilota non determini interferenze dirette sulla componente in esame.

### 4.3.2.3

#### **Elettrodotta MT**

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.

### 4.3.3 **Suolo e sottosuolo**

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. Esse si riferiscono principalmente al possibile innesco di attività sismica a seguito della reiniezione, a eventuali fenomeni locali di subsidenza, indotti dalle variazioni di pressione nel serbatoio e alle movimentazioni terra.

#### 4.3.3.1 **Sismicità indotta**

Per quanto concerne la sismicità, si specifica che è stato condotto un approfondimento (si veda Allegato 5 al Progetto Definitivo) sul possibile innesco di fenomeni microsismici eventualmente indotti dalla messa in esercizio dell'Impianto Pilota.

Nell'Allegato 5 "Caratterizzazione Sismica, Sismicità Indotta, Subsidenza e Relativi Sistemi di Monitoraggio" è riportata una trattazione delle tematiche inerenti la sismicità naturale dell'area di progetto e i possibili effetti indotti dalla reiniezione sull'attività sismica dell'area.

Dai dati raccolti e analizzati nell'Allegato 5 emerge che l'area interessata dalla realizzazione dell'Impianto Pilota ricade all'interno di un settore caratterizzato da una elevata attività sismica storicamente nota, connessa a fenomeni sia vulcanici che tettonici. Pertanto nel periodo coperto dal Database sismico (periodo 1000 - maggio 2015), si sono verificati oltre 2500 in raggio di 30 km dall'area di progetto.

La caratterizzazione in termini di classi di magnitudo è confrontabile con quella dell'intera Toscana Centro-meridionale, con oltre il 42% degli eventi sismici totali contraddistinti da valori di Magnitudo minori o uguali a 2, e il 4% circa con  $M > 4$ ; la Magnitudo massima rilevata è stata di poco superiore a 5,6.

La mappa degli epicentri conferma che l'elevata sismicità che caratterizza l'intera area di 30 km di raggio intorno a quella di realizzazione dell'Impianto Pilota ha origine nel comprensorio sismico del Monte Amiata a NO, del Graben di Radicofani a est, e del comprensorio sismico dei Monti Vulsini a SE.

All'interno dello studio condotto è stata effettuata la modellazione finalizzata alla stima della sismicità indotta potenzialmente dall'esercizio dell'Impianto Pilota Casa del Corto. I risultati di tale modellazione hanno consentito di stimare la magnitudo del massimo terremoto atteso pari a 2,4 dopo 22 anni di reiniezione e 2,8 dopo 50 anni.

Si specifica che la modellazione è stata condotta in condizioni cautelative ovvero considerando le variazioni di pressione, in particolare gli incrementi nella zona di

re-iniezione, al disotto delle soglie sperimentali osservate in molti processi industriali di iniezione di fluidi e inferiori al valore teorico.

Nonostante la probabilità di eventi sismici ad elevato contenuto energetico associati all'attività di coltivazione della risorsa geotermica, sia mediamente bassa, è previsto un sistema di controlli per verificare l'eventuale correlazione spaziale e temporale tra sismicità e attività di coltivazione.

Per dettagli in merito all'approfondimento condotto e alle caratteristiche della rete di monitoraggio prevista si rimanda all'Allegato 5 del Progetto Definitivo.

#### 4.3.3.2 Subsidenza

L'attività geotermica di estrazione di fluidi dal sottosuolo può avere ripercussioni sull'idrogeologia locale e sul regime di stress sub-superficiale dando luogo a fenomeni di subsidenza (abbassamento locale della superficie topografica) il cui livello è funzione della variazione di pressione e della rigidità delle rocce e dei terreni interessati.

Per valutare gli effetti deformativi in superficie nell'area di progetto potenzialmente generati a seguito delle operazioni di estrazione e reiniezione dei fluidi, sono state eseguite delle simulazioni numeriche utilizzando il codice Comsol Multiphysics®.

Il risultato della simulazione, dopo 22 e 50 anni, mostra che il campo deformativo legato all'attività geotermica è piuttosto blando e raggiunge una condizione di quasi stazionarietà dopo circa 20 anni di simulazione. Il valore di subsidenza massima, con centro nel dominio dei pozzi di emungimento, è risultata pari a 2 cm circa, in accompagnamento ad un sollevamento massimo, con centro nel dominio dei pozzi di reiniezione della stessa entità.

A seguito della realizzazione dell'impianto in oggetto è previsto un sistema di monitoraggio integrato come indicato al Capitolo 5.

Infine per maggiori dettagli sull'argomento si rimanda all'Allegato 5 del Progetto Definitivo.

#### 4.3.3.3 Fase di perforazione

Per la preparazione della postazione di produzione CC 1 e di reiniezione CC 2 saranno eseguite movimentazioni dei terreni.

In particolare il terreno su cui sarà realizzata la postazione CC 2 presenta zone con forte acclività e quindi il progetto ha previsto una preventiva modellazione delle quote al fine di creare un'area pianeggiante.

In considerazione, quindi, degli sbancamenti necessari per la peneplanazione, il progetto prevede la realizzazione di muri in terre armate da realizzarsi con parte del terreno escavato lungo il perimetro della piazzola.

Le volumetrie degli scavi e dei riporti stimate per le postazioni CC 1 e CC 2 sono dettagliate in Tabella 3.3.3a.

Le tavole riportanti i piani quotati e le sezioni del terreno che mostrano la conformazione dell'area della postazione CC 2 dopo i lavori di sbancamento per il livellamento della superficie sono allegate al Progetto Definitivo cui si rimanda per dettagli.

Il materiale scavato sarà temporaneamente stoccato presso l'area di cantiere; esso verrà sottoposto alle analisi di classificazione previste dalla normativa vigente e, se idoneo verrà utilizzato per livellamenti, rinterri e sistemazioni interni all'area di cantiere.

I materiali utilizzati in cantiere per la realizzazione delle opere saranno prelevati da cave e centrali di betonaggio ubicate nelle vicinanze dell'area di intervento.

L'occupazione di suolo dell'impianto di perforazione all'interno delle postazioni sarà temporanea e limitata alla fase di perforazione.

Tutte le aree soggette a rischi sversamento sono impermeabilizzate e le aree di stoccaggio segregate e cordolate come riportato al §3.3.2. Inoltre il progetto prevede un sistema di gestione delle acque meteoriche delle aree potenzialmente inquinabili: nel periodo di perforazione le acque di pioggia che scorrono sulla soletta impermeabilizzata della postazione saranno convogliate per gravità verso la vasca reflui.

La vasca raccolta reflui ha un volume di 355 m<sup>3</sup> e risulta in grado di raccogliere le acque di pioggia; queste saranno smaltite insieme ai residui di perforazione da una ditta specializzata per l'invio ad idonei centri di trattamento.

La piazzola è inoltre circondata da una canaletta, di raccolta acque meteoriche, che favorisce il drenaggio delle aree inghiaiate e quindi pulite che verranno inviate alla vasca raccolta acque per il loro riutilizzo. Prima dell'avvio alla vasca, per ulteriore precauzione, queste acque sono deviate verso il pozzetto disoleatore posto in prossimità della "vasca acqua industriale". Il pozzetto disoleatore servirà le altre zone a rischio stillicidio: il deposito gasolio e l'area dei fusti lubrificanti.

In caso di eccedenza di acque nella "vasca acqua industriale", queste saranno recapitate mediante tubazione di scarico al compluvio naturale.

In caso di esito positivo delle prove di produzione, l'area interessata dalle postazioni di produzione CC 1 e reiniezione CC 2 sarà costituita, fuori terra, dalla recinzione posta a protezione delle tre cantine in cui sono alloggiare le teste pozzo, dalle teste pozzo (che sporgono dal p.c. di circa 1,5 m) 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 descritta al §3.4.10.

## 4.3.3.4

### Impianto ORC

#### *Fase di cantiere*

L'area di lavoro interessata dalle attività di cantiere corrisponde all'area di circa 6.580 m<sup>2</sup> individuata per la realizzazione dell'impianto ORC ed è la stessa occupata dall'impianto ORC, una volta realizzato.

L'area coinvolta dagli interventi è attualmente occupata da attività agricole.

Le volumetrie degli scavi e dei riporti sono riportati in Tabella 3.5.4a.

Il materiale scavato sarà temporaneamente stoccato presso l'area di cantiere. Esso verrà sottoposto alle analisi di classificazione previste dalla normativa vigente e, se idoneo verrà utilizzato per livellamenti, rinterri e sistemazioni interni all'area di cantiere.

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.

Per quanto riguarda la tubazione di collegamento tra l'Impianto ORC e la postazione di reiniezione CC 2, gli scavi, a parte il punto di attraversamento della strada provinciale, saranno effettuati in area agricola. Pertanto il progetto prevede che il terreno scavato venga temporaneamente stoccato presso l'area di cantiere. Il terreno sarà quindi sottoposto alle analisi di classificazione previste dalla normativa vigente e, se idoneo, una parte verrà utilizzato per livellamenti, rinterri e sistemazioni interni all'area di cantiere, mentre la parte eccedente sarà smaltita ai sensi della normativa vigente. Il riempimento verrà comunque realizzato con materiale inerte di adeguate caratteristiche. Le volumetrie degli scavi e dei riporti sono riportati in Tabella 6.4.6b.

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'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 di produzione e reiniezione.

La tubazione di collegamento Impianto ORC - postazione di reiniezione CC 2 sarà totalmente interrata ad una profondità di posa tale da permettere il normale svolgimento delle attività agricole.

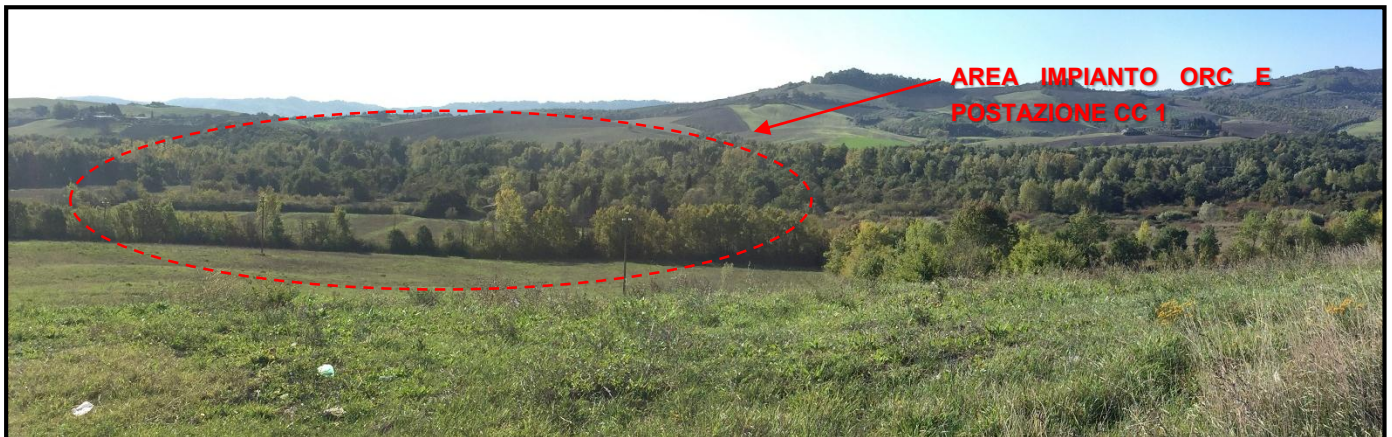
L'area individuata per la realizzazione dell'Impianto ORC e della postazione di produzione CC 1, e quella per la postazione di reiniezione CC 2, sono attualmente



occupate da colture agrarie (e sono identificate dal PRG del Comune di Piancastagnaio rispettivamente come zona E - produttiva primaria.

La superficie occupata dall'Impianto ORC è pari a circa 6.850 m<sup>2</sup>; le superfici occupate delle postazioni di produzione CC 1 e di reiniezione CC 2 sono rispettivamente di 7.800 m<sup>2</sup> e 8.500 m<sup>2</sup>.

**Figura 4.3.3.4a** Vista dell'Area dell'Impianto ORC e della Postazione di Produzione CC 1



**Figura 4.3.3.4b** Vista dell'Area della Postazione di Reiniezione CC 2



Tutti i pozzi, una volta realizzati, saranno costituiti, fuori terra, dalla recinzione posta a protezione delle cantine, dalle teste pozzo, 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; il progetto infatti non comporta un'impermeabilizzazione significativa dei terreni sui quali verrà realizzato.

## 4.3.3.5 Elettrodotto MT

### *Fase di cantiere*

Gli impatti in fase di costruzione sono fundamentalmente 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.

### *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 previsti per la linea MT in progetto, dunque tale da non comportare alcuna modifica alle caratteristiche geotecniche attuali dei suoli.

## **4.3.4** *Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi*

### **4.3.4.1** **Perforazione pozzi produttivi e reiniettivi**

I potenziali impatti sulla componente vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi, 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 e delle strade di accesso;
- 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.

La viabilità di accesso di nuova realizzazione alla postazione di reiniezione CC 2 verrà adeguata in alcuni tratti per favorire il passaggio dei mezzi. Tali attività di modesta entità non comporteranno l'asportazione e/o il danneggiamento di specie di particolare interesse conservazionistico. Anche per i tratti di adeguamento della viabilità esistente valgono le stesse considerazioni.

La tubazione di presa dell'acqua sarà appoggiata sul terreno limitatamente alle fasi di cantiere: per la sua messa in posa non verranno interessate specie di particolare interesse conservazionistico.

I siti individuati per la realizzazione delle postazioni CC 1 e CC 2 occuperanno terreni attualmente agricoli, caratterizzati dall'assenza di elementi sensibili a livello di vegetazione, fauna ed ecosistemi. Pertanto la localizzazione della postazione di produzione e di reiniezione 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 50 dB(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 le attività di perforazione sono temporanee, di durata limitata, al massimo 60 giorni per ciascun pozzo.

#### 4.3.4.2 Impianto ORC e tubazioni trasporto fluido geotermico

##### *Fase di cantiere*

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 sulla componente considerata sono riconducibili essenzialmente alle emissioni (rumore, polveri, ecc.) delle macchine operatrici e delle maestranze.

Il sito individuato per la realizzazione dell'impianto ORC è caratterizzato da un terreno attualmente agricolo quale si rileva una presenza irregolare di vegetazione erbacea ed arbustiva; tale terreno risulta inserito in un'area dove non sono presenti elementi particolarmente sensibili dal punto di vista della vegetazione, della fauna e degli ecosistemi, o di interesse conservazionistico.

Pertanto la localizzazione dell'impianto ORC è tale da non coinvolgere aree caratterizzate da vegetazione di particolare interesse.

L'analisi condotta nell'Allegato A evidenzia che le emissioni sonore risultano inferiori a 50 dB(A) già a 145 m di distanza e pertanto, in considerazione della semplicità del contesto faunistico presente, tali da non alterare il normale comportamento delle specie. Anche per quanto riguarda le emissioni polverulente le valutazioni compiute nell'Allegato C evidenziano come queste siano trascurabili, tali da interessare lo stretto ambito locale (qualche decina di metri).

L'impatto diretto sulla componente in esame indotto dalla realizzazione dell'impianto ORC in progetto risulta dunque trascurabile.

Le azioni di cantierizzazione per la realizzazione della tubazione di trasporto del fluido geotermico che collega la postazione di reiniezione CC 2 all'impianto ORC ed in particolare gli effetti da esse indotti quali ad esempio il sollevamento di polveri e le emissioni sonore potranno comportare la redistribuzione dei territori della fauna

residente nell'area (in particolare micromammiferi e 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 (in particolare lungo le strade poderali), 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, oltre ad essere di durata limitata, è paragonabile a quello normalmente provocato dai macchinari utilizzati per la lavorazione dei campi.

### *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.

Come descritto in dettaglio al Paragrafo 3.6 le scelte progettuali adottate per le opere di mitigazione inerenti la postazione di perforazione CC 1 e l'impianto ORC prevedono l'inserimento di elementi floristici in aggiunta a quelli già esistenti, che avverrà secondo una ripetitività casuale tale da far percepire la fascia vegetale quale consociazione naturale, che comprende sia essenze arboree che arbustive.

Anche la manutenzione sarà eseguita evitando tagli regolari e forme definite, privilegiando uno sviluppo naturale delle essenze.

Saranno piantumate essenze comprese tra quelle la cui presenza è stata identificata nell'area di studio, tipici della macchia mediterranea quali il cerro (*Quercus cerris*) il leccio (*Quercus ilex*) che rappresentano sempre le specie dominanti, il sorbo domestico (*Sorbus domestica*), il carpino bianco (*Carpinus betulus*) e, tra le formazioni ripariali potranno essere usati esemplari di *Populus alba* a cui si associano *Salix alba*, *P. canadensis*, *P. nigra* (var. *italica*), *Ulmus minor*, *Quercus pubescens*, *Acer campestre* e l'alloctona *Robinia pseudoacacia*.

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.

Dal punto di vista faunistico, si rileva che la presenza dell'impianto pilota 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.

In merito alla tubazione di trasporto del fluido geotermico, in considerazione della tipologia di opera, completamente interrata, si escludono impatti sulla componente durante la fase di esercizio.

### 4.3.4.3 Elettrodotto MT

#### *Fase di cantiere*

Con riferimento alle interferenze dirette della linea elettrica con la componente in oggetto si fa presente che i sostegni saranno realizzati prevalentemente in aree agricole, pertanto il cantiere per la sua realizzazione non prevede alcun interessamento di elementi floro-vegetazionali.

Dal punto di vista faunistico, si rileva che la presenza del cantiere della linea MT potrà comportare uno spostamento della fauna ivi residente: anche in questo caso 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.

I potenziali impatti sono quindi quelli connessi alle ricadute indirette relative alle emissioni in atmosfera ed alle emissioni sonore.

Nel primo caso si tratta principalmente di:

- polveri durante la fase realizzazione dell'elettrodotto;
- gas di scarico dai mezzi coinvolti nella fase di cantiere.

Le attività di cantiere saranno caratterizzate da polverosità di intensità non costante dipendente dal numero e dal tipo di macchinari e attrezzature in uso, con particolare riferimento alle macchine utilizzate la posa dei sostegni e dei conduttori aerei.

In considerazione delle attività previste si escludono effetti di rilievo sulle aree circostanti, dovuti alla dispersione delle polveri. Infatti le polveri aerodisperse durante la fase di cantiere, visti gli accorgimenti di buona pratica che saranno adottati, sono paragonabili, come ordine di grandezza, ma di entità inferiore, a quelle normalmente provocate dalle lavorazioni agricole.

Oltretutto, se si considera che le attività di cantiere sono temporanee e di ridotta durata, se ne deduce che il limitato e temporaneo degrado della qualità dell'aria sarà relativo allo stretto ambito locale (qualche decina di metri).

La presenza di mezzi di trasporto e di macchinari funzionali alla realizzazione degli interventi in progetto, determina emissioni di entità trascurabile e non rilevanti per la qualità dell'aria presente nell'area di studio considerata.

In merito al rumore prodotto questo sarà quello legato alla circolazione dei mezzi ed all'impiego di macchinari, sostanzialmente equiparabile a quello di un normale cantiere mobile realizzato per la costruzione/manutenzione dei sottoservizi, che per entità e durata si può ritenere trascurabile. Per quanto detto il disturbo da rumore in fase di realizzazione della linea MT è temporaneo e reversibile poiché si verifica in un periodo di tempo limitato, con fasi di attività non continuative. Per quanto riguarda i livelli sonori è possibile concludere che le attività di realizzazione della linea elettrica non provocano interferenze significative sul clima acustico presente nelle aree protette considerate.

### *Fase di esercizio*

L'impatto della linea elettrica, una volta realizzata, si limita all'occupazione di suolo dovuta ai sostegni, di entità contenuta, che come detto sopra riguarderà prevalentemente aree agricole. Gli attraversamenti delle aree boschive tutelate identificate nella cartografia dei piani di cui al Capitolo 2 si limitano in realtà ad interferenze con aree caratterizzate da vegetazione arbustiva a bassa densità (prive di valore conservazionistico) pertanto con un impatto non significativo. Si veda al riguardo la Relazione Paesaggistica in Allegato B.

Durante la fase di esercizio della linea elettrica MT di collegamento tra l'impianto ORC e la rete ENEL distribuzione non sono previste incidenze sulla componente atmosfera e qualità dell'aria tali da poter avere ricadute sulla componente vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi.

Durante la fase di esercizio l'elettrodotto produce rumore generato dalle microscariche elettriche che si manifestano tra la superficie dei conduttori e l'aria circostante, fenomeno conosciuto come "effetto corona".

Dati sperimentali indicano che alla distanza di 15 m dal conduttore il livello sonoro indotto è pari a circa 40 dB(A) nella condizione più sfavorevole di pioggia; in condizioni meteorologiche normali "l'effetto corona" si riduce in intensità a meno di 1/10.

Occorre peraltro rilevare che il rumore, per tale tipologia di sorgenti, si attenua con la distanza in ragione di 3 dB(A) al raddoppiare della distanza stessa e che, a detta attenuazione, va aggiunta quella provocata dalla vegetazione e/o dai manufatti.

In queste condizioni, tenendo conto dell'attenuazione con la distanza, si riconosce che già a poche decine di metri dalla linea il livello di rumore potenzialmente indotto dall'esercizio della linea elettrica è del tutto insignificante.

Per quanto riguarda la valutazione degli impatti della linea elettrica aerea in progetto sull'avifauna 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”*.

Ulteriore 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.

Date le caratteristiche del progetto, vengono quindi meno i principali fattori di rischio sopra identificati.

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.

## 4.3.5

### *Rumore*

Per la stima degli impatti indotti sulla componente rumore dalla realizzazione del progetto dell’Impianto Pilota “Casa del Corto” e relative opere connesse si rimanda all’Allegato A al presente SIA.

## 4.3.6

### *Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti*

Nella fase di perforazione dei pozzi, in quella di costruzione dell’impianto ORC ed in quella di cantiere relativa alla linea MT di collegamento alla rete di Enel Distribuzione non sono presenti apparecchiature fonte di radiazioni significative.

L’impianto ORC, 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 trasformatori, i servizi ausiliari ed i cavi interrati presenti nell’area di Centrale /o nelle postazioni CC 1 e CC 2.

Sia i trasformatori che i cavi genereranno DPA inferiori a 5 m: tali fasce di rispetto ricadono completamente all’interno del perimetro dell’impianto e/o delle postazioni.

Per quanto riguarda l’elettrodotto a 15 kV di collegamento alla rete di Enel Distribuzione, il calcolo delle DPA è disciplinato dal Decreto del 29/05/2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”. Trattandosi di una linea MT (15 kV) in cavo cordato, questa 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. Pertanto non è richiesto il calcolo delle DPA.

Per quanto invece riguarda la cabina di consegna, è stato fatto riferimento al documento ENEL “Linee guida per l’applicazione del paragrafo 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.5.08 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”. Il valore di DPA per una cabina secondaria tipo box alimentata in cavo sotterraneo a 20kV, risulta pari a 2 metri, considerando la presenza di un eventuale trasformatore; la fascia dunque ricade completamente all’interno del perimetro dell’impianto.

Si ricorda che in Centrale non è prevista la permanenza di personale. Dalle considerazioni di cui sopra è possibile concludere che il progetto determinerà impatti non significativi sulla componente in oggetto.

Inoltre, il proponente consapevole della rilevanza delle potenziali esposizioni a sorgenti di radiazioni naturali e della rilevanza di acquisire un quadro conoscitivo in merito, in particolare per le possibili incrostazioni e per i fanghi di perforazione, anche in attesa del recepimento della Direttiva 2013/59 Euratom, prevede:

- di gestire correttamente i rifiuti dell’impianto geotermico;
- di migliorare le conoscenze sulle implicazioni tra questo tipo di impianto e le possibili esposizioni radiologiche.

Sarà posta particolare cura durante la perforazione e l'esercizio dell'impianto nel controllo con spettrometria gamma l'eventuale presenza di radionuclidi nei fanghi e nelle eventuali incrostazioni che si dovessero verificare. Questo tipo di controllo potrà essere meglio concordato con l'ARPAT.

## 4.3.7 *Salute Pubblica*

### 4.3.7.1 **Perforazione pozzi produttivi e reiniettivi**

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 e tubazioni trasporto fluido geotermico**

#### *Fase di cantiere*

Analogamente a quanto detto per la fase di perforazione dei pozzi, 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 dell'impianto ORC non generi alcun impatto significativo sulla componente salute pubblica.

#### *Fase di esercizio*

Dato che:

- l'impianto ORC durante la fase di esercizio non produce emissioni in atmosfera;
- le emissioni sonore dell'impianto ORC, sia nel periodo diurno che in quello notturno, non alterano significativamente il clima acustico della zona ed in particolare quello relativo ai ricettori ubicati in vicinanza dell'area prevista per il suo insediamento;
- le emissioni elettromagnetiche delle apparecchiature dell'ORC non interessano luoghi con permanenza prolungata;

si può affermare che gli impatti dell'impianto ORC sulla componente salute pubblica siano non significativi.

### 4.3.7.3 **Elettrodotto MT**

#### *Fase di cantiere*

In fase di cantiere non sono attesi impatti sulla componente.

L'unica interazione con la componente è riconducibile alla produzione di polveri durante le attività di cantiere. Tuttavia considerando i modesti quantitativi di terre

movimentate per giorno lavorativo, le emissioni polverulente generate da tale attività sono ritenute non significative.

### *Fase di esercizio*

Le interazioni dell'elettrodotto con la componente Salute Pubblica sono riconducibili ai campi elettromagnetici generati.

Il calcolo delle DPA per un elettrodotto come quello in oggetto è disciplinato dal Decreto del 29/05/2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti". Per quanto riguarda l'elettrodotto in progetto, trattandosi di una linea MT (15 kV) 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. Pertanto non è richiesto il calcolo delle DPA.

Per quanto invece riguarda la cabina di consegna, trattandosi di una cabina di ultima generazione, si è utilizzato il documento ENEL "Linee guida per l'applicazione del paragrafo 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.5.08 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche". Il valore di DPA per una cabina secondaria tipo box alimentata in cavo sotterraneo a 20kV, risulta pertanto pari a 2 metri, considerando la presenza di un eventuale trasformatore.

Dalle considerazioni di cui sopra è possibile concludere che l'esercizio della linea elettrica MT determinerà impatti non significativi sulla componente salute pubblica (si ricorda che in Centrale non è prevista la permanenza di personale).

### **4.3.8** *Paesaggio*

Per la stima degli impatti indotti sulla componente paesaggio dalla realizzazione del progetto dell'Impianto Pilota "Casa del Corto" e relative opere connesse si rimanda alla Relazione Paesaggistica di cui all'Allegato B al presente SIA.

### **4.3.9** *Traffico e viabilità*

#### **4.3.9.1** *Viabilità*

L'accesso alle postazioni (sia CC 1 + ORC che CC 2) sarà garantito quasi esclusivamente mediante la viabilità esistente e saranno previsti opportuni adeguamenti delle strade esistenti di diverse entità.

Per quanto riguarda l'accesso all'area individuata dalla postazione di produzione CC 1 + ORC, sarà necessario effettuare l'adeguamento della strada esistente, per circa 300 m, che dall'innesto con la strada Provinciale del Monte Amiata al Km 1+IX conduce al Podere di Valle Caldina.

Per dettagli in merito agli interventi previsti si veda §3.3.2.

Per quanto riguarda l'accesso alla postazione di reiniezione CC 2, i lavori consisteranno invece nella manutenzione ordinaria dell'esistente strada vicinale "Delle Sugherelle", circa 1.300 m, che dall'innesto con la strada Provinciale del Monte Amiata al Km 0+VIII conduce verso i poderi San Enrico e San Virgilio. Il tracciato rimarrà inalterato fino a dopo il podere San Virgilio dove, dopo circa 100 m, verrà realizzato il nuovo tratto di strada per accedere al piazzale di perforazione, di lunghezza circa 130 m.

#### 4.3.9.2 Perforazione pozzi produttivi/reiniettivi

Di seguito si riporta la stima dei massimi flussi di traffico indotti durante la fase di costruzione della postazione di produzione CC 1 e della postazione di reiniezione CC 2 in funzione delle varie fasi di lavoro.

La prima fase è costituita dalla costruzione delle postazioni e dall'adeguamento della viabilità, della durata totale di circa 120 giorni in cui si stima siano necessari:

- n.141 piccole autobotti da 8 m<sup>3</sup> per la fornitura di calcestruzzo, volume stimato pari a circa 1.130 m<sup>3</sup>;
- n.2 trasporti con autocarro da 30 ton per escavatore ed una motopala.

Per la fase di montaggio dell'impianto di perforazione si stimano 27 trasporti con autocarro da 30 ton e 11 trasporti speciali.

Durante la perforazione si stima siano necessari:

- n.15 trasporti con autocarro da 30 ton per il materiale da perforazione (bentonite, tubi, cemento, materiali minori) ripartiti nei primi 30 giorni di attività;
- n.15 trasporti per il ritiro del materiale di scarto, da parte di ditte specializzate, derivante dall'attività di perforazione;
- n.5 trasporti con autocarro da 4,8 ton per operazioni di log in pozzo, gasolio e altre attività minori ogni 5 giorni per tutto il periodo delle attività;
- n.5 mezzi leggeri per il trasporto del personale operativo e di controllo delle attività 2 volte al giorno, dal cantiere alla sede di pernottamento sita nel raggio di 5 km.

Il traffico associato alle operazioni di perforazione delle postazioni è pertanto stimabile, sia in fase di preparazione delle aree che in quella di perforazione, in non più di 7 mezzi/giorno.

Tale valore non è in grado di creare variazioni del livello di servizio delle strade percorse dai mezzi per raggiungere l'area di intervento e cioè la strada Provinciale del Monte Amiata e i tratti stradali che verranno appositamente adeguati per consentire in modo agevole l'ingresso dei mezzi pesanti nell'area di cantiere.

Si fa presente che saranno attuate tutte le misure necessarie per consentire il passaggio dei mezzi senza arrecare disturbo alla normale circolazione, che saranno definiti in fase di progettazione esecutiva di concerto con le autorità locali.

## 4.3.9.3

### 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 sarà dovuto al passaggio di:

- n.58 autobotti da 8 m<sup>3</sup> per la fornitura di calcestruzzo, volume stimato pari a circa 457 m<sup>3</sup>;
- n.5 carichi leggeri per altro materiale da costruzione;
- n.4 trasporti con autocarro da 30 ton per escavatore e una motopala;
- n.21 trasporti per il vero e proprio impianto ORC.

Sulla base dei dati sopra riportati risulta che il traffico indotto dalle opere di realizzazione dell'impianto ORC è stimabile in non più di 2 mezzi/giorno.

Tale valore non è in grado di creare variazioni significative del livello di servizio della Strada Provinciale dell'Amiata afferente all'area d'impianto.

#### *Fase di esercizio*

La Centrale richiederà la supervisione da parte di personale preposto che sarà limitato a poche unità. Il traffico indotto in questa fase risulterà trascurabile ed il conseguente impatto non significativo.



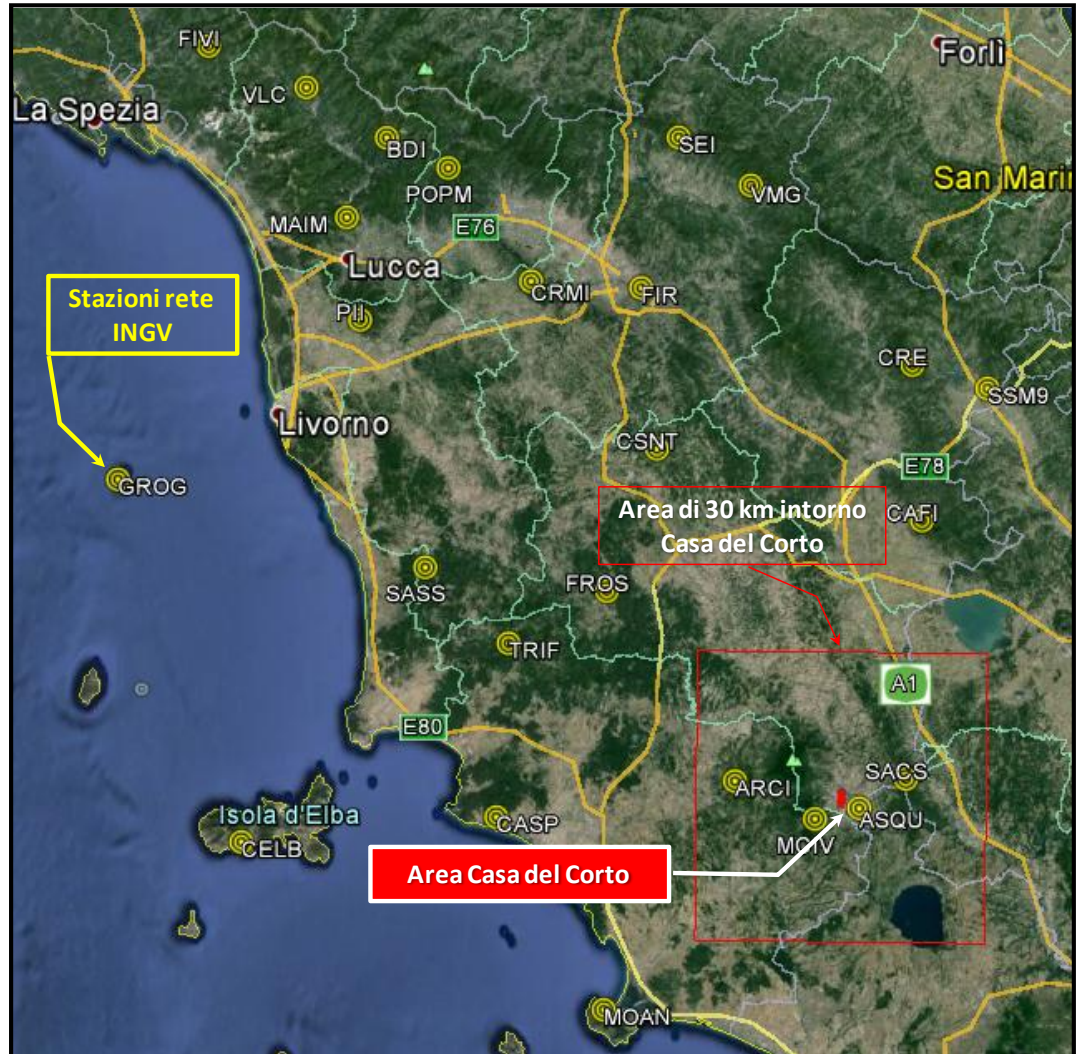
In ottemperanza alle "Linee Guida" emanate dal Gruppo di Lavoro istituito dal MISE nel Novembre 2014, benché non vincolanti, saranno eseguiti non solo un accurato e dettagliato rilevamento della sismicità nell'area interessata dalla reiniezione, ma anche un attento controllo della reiniezione stessa per ottimizzarne la gestione.

La rete per il monitoraggio continuo della sismicità sarà realizzata con caratteristiche tali da consentire il rilevamento anche dell'eventuale microsismicità ( $0 \leq M \leq 1$ ).

Tale sistema di controllo integrerà l'esistente rete nazionale gestita da INGV che è l'organo scientifico nazionale preposto al servizio di monitoraggio continuo della sismicità su tutto il territorio nazionale, per conto del Dipartimento Nazionale della Protezione Civile.

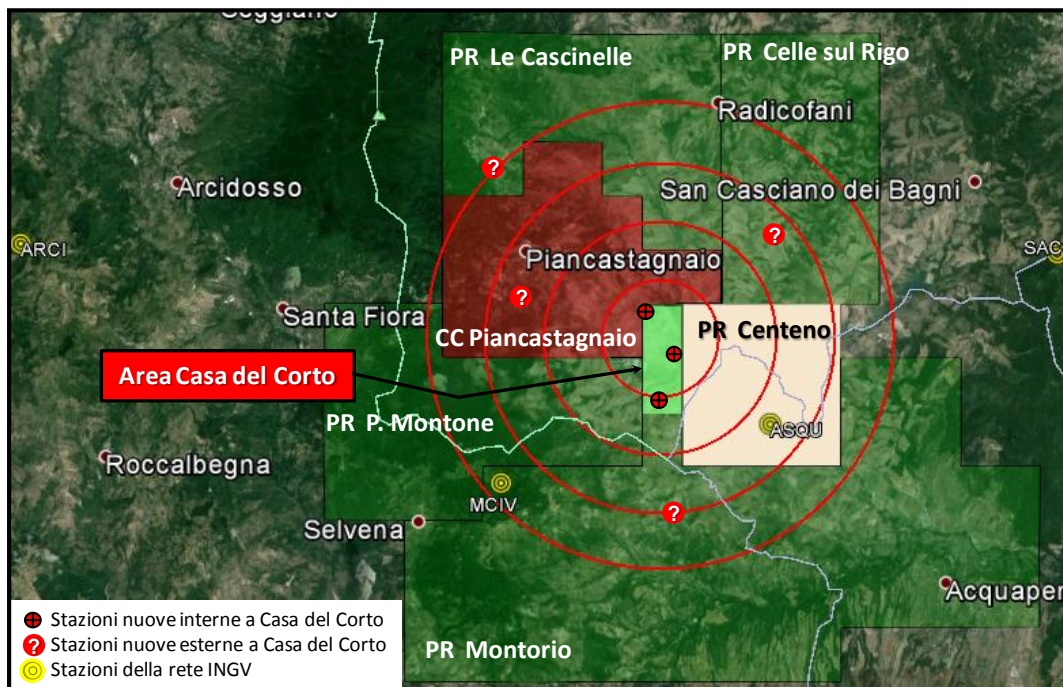
Per svolgere tale servizio INGV gestisce la Rete Sismica Nazionale (RSN) che, negli ultimi 10 anni è arrivata ad oltre 300 stazioni sismiche, 25 delle quali ubicate in Toscana (Figura 5.1a).

Figura 5.1a Stazioni sismiche in Toscana della RSN dell'INGV



In considerazione dell'elevato numero di stazioni di monitoraggio esistenti e della modesta estensione dell'area del PdR Casa del Corto, si ritiene sufficiente integrare il sistema di monitoraggio già attivo con l'installazione della Rete Microsismica di Casa del Corto (RMCdC) costituita da 7 stazioni di nuova installazione prevedibili per completarne la configurazione, di cui solo tre potranno essere ubicate all'interno dell'area stessa (Figura 5.1b).

**Figura 5.1b** Configurazione di massima della Rete Microsismica di Casa del Corto



Utilizzando stazioni della Rete INGV, sarebbe preferibile affidare la gestione della RMCdC all'INGV stesso per ovvi motivi di opportunità logistiche e gestionali; il Proponente stipulerà un'apposita convenzione con una organizzazione specializzata (esempio la stessa INGV) che si farà carico della realizzazione e gestione della rete (scelta dei siti e della strumentazione di rilevamento dati, installazione delle stazioni sismometriche, teletrasmissione e processing dei dati).

Per dettagli in merito alle caratteristiche della rete di monitoraggio prevista si rimanda all'Allegato 5 "Caratterizzazione Sismica, Sismicità Indotta, Subsidenza e Relativi Sistemi di Monitoraggio" del Progetto Definitivo.

## 5.2 CONTROLLO DELLA SUBSIDENZA

Come dettagliato nell'Allegato 5 del Progetto, è previsto un sistema di analisi e controllo dei fenomeni di deformazione superficiale del suolo potenzialmente indotti dall'esercizio dell'Impianto Pilota Geotermico in oggetto.

Il monitoraggio di tali fenomeni sarà attuato assegnando a enti/compagnie specializzate il compito di elaborare mappe inerenti allo stato di deformazione del suolo dell'area in oggetto, anche nella fase precedente all'avvio delle attività di produzione e reiniezione. A questo scopo, sarà impiegata la metodologia "Interferometria SAR" basata sull'analisi storica delle immagini da satellite.

Successivamente, al fine di monitorare le deformazioni del suolo durante la fase di coltivazione, sempre avvalendosi di enti o compagnie di Servizio specializzate, potrà essere impiegata una metodologia integrata basata sull'analisi di immagini da satellite (In-SAR) e sul sistema GPS per la sua valenza di rilevazione di movimenti laterali e non solo verticali.

A tale riguardo si sottolinea che la prima fase di analisi di immagini da satellite storiche consentirà di valutare il grado di copertura dei punti scatter naturali presenti nell'area che, se necessario, saranno opportunamente integrati. Almeno tre punti artificiali saranno comunque allestiti ed equipaggiati certamente con sistema GPS.

## 5.3

### ***MONITORAGGIO SPESSORE E INTEGRITÀ DELLE TUBAZIONI***

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 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, il progetto ha pertanto previsto un sovrassessore di corrosione di 6 mm, calcolato per un periodo di funzionamento di 30 anni.

Al fine di verificare l'andamento della corrosione e prevenire sul nascere eventuali perdite sono stati previsti controlli non distruttivi spessimetrici con tecnologia a ultrasuoni su tutta la circonferenza delle tubazioni tra i pozzi e la centrale e tra questa e i pozzi di reiniezione ogni 6 mesi.

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

## 5.4

### ***MONITORAGGIO ACUSTICO***

È 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.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

*Autori Vari, (1971).* La Toscana Meridionale. Fondamenti Geologico Minerari per una Prospettiva di Valorizzazione delle Risorse Naturali - Rend. Soc. Ital. Min. e Petr., v. XXVII - Fascicolo Speciale;

*Accaino F., Nicolich R., Tinivella U., (2006).* Highlighting the Crustal Structures of Southern Tuscany: the Contribution of the CROP18 Project. Boll. Geof. Teor. Appl. 47, pp.425-446;

*Acocella, V., 2000.* Space Accomodation by Roof Lifting During Pluton Emplacement ad Amiata Monte (Italy). Terra Nova 12, pp. 149-155;

*Baldi P., Buonasorte G., Cameli G.M., Ceccarelli A., Ridolfi A., Grassi S., Squarci P., Taffi L., (1988).* Tuscany - Latium Geothermal Province in "Atlas of "Geothermal Resources" in the European Community, Austria and Switzerland - Publication n. EUR 11026 of the Commission of the European Communities;

*Baldi P., Bellani S., Ceccarelli A., Fiordelisi A., Rocchi G., Squarci P., Taffi L. (1995).* Geothermal Anomalies and Structural Features of Southern Tuscany (Italy). - Proceedings World Geothermal Congress, Firenze, 18-31 Maggio 1995;

*Baldi P., Buonasorte G., Ceccarelli A., Ridolfi A., D'offizi S., D'amore F., Grassi S., Squarci P., Taffi L., Boni C., Bono P., Di Filippo M., Martelli M.C., Lombardi M.C. & Toro B., (1982).* Contributo alla Conoscenza delle Potenzialità Geotermiche della Toscana e del Lazio - Consiglio Nazionale delle Ricerche, PFE RF15;

*Baldi P., Bertini G., Ceccarelli A., 1993.* Geothermal Field of Central Italy – Resource Geology Special Issue, N. 16, pp. 69-81;

*Baldi P., Bellani S., Ceccarelli A., Fiordelisi A., Squarci P., Taffi L., (1994).* Correlazioni tra le Anomalie Termiche ed altri Elementi Geofisici e Strutturali della Toscana Meridionale. Studi Geologici Camerti, 1994, Vol. speciale 1, pp. 139-149;

*Baldi P., Bellani, S., Buonasorte, G., Fiordelisi, A., and Manzella, A., (1998).* Geothermal Exploration in Tuscany (Italy) for High Temperature Resources - World Renewable Energy Congress V (Florence, Italy), Part IV, pp.2733-2736;

*Barelli A., Ceccarelli A., Dini I., Fiordelisi A., Giorgi N., Lovari F., Romagnoli P., (2010).* A Review of the Mt. Amiata Geothermal System (Italy). Proceedings World Geothermal Congress 2010. Bali, Indonesia, 25-29 Aprile 2010;

*Barelli A., Corsi R., Del Pizzo G., Scali C., 1982.* A Two-Flow Model for Geothrmal Wells in the Presence of Non-Condensable Gas. Geothermics, Vol. 11 N. 3, pp. 175 – 191.

*Batini F., Bertini G., Gianelli G., Nicolich R., Pandeli E., Puxeddu M., (1986).* Deep structure of the Geothermal Region of the Monte Amiata Volcano (Tuscany, Italy). Mem. Soc. Geol. It. 35, pp.755-759;



*Batini F., Brogi A., Lazzarotto A., Liotta D., Pandeli E., (2003).* Geological Features of Larderello.Travale and Mt Amiata Geothermal Areas (Southern Tuscany Italy) - Episodes 26, pp. 239-244;

*Benelli M., Benelli M., Franci T., (2008).* La Risorsa Geotermica per Usi Elettrici in Italia: Energia, Ambiente e Accessibilità Sociale. Amici della Terra, Firenze – Onlus, 2008;

*Bernabini M., Bertini G., Cameli G.M., Dini I., Orlando L., (1995).* Gravity Interpretation of the Mt Amiata Geothermal Area (Central Italy) - Proceedings of the World Geothermal Congress, Florence, Italy, pp. 859.862;

*Bertini G., Cappetti G., Dini I., Lovari F., (1995).* Deep Drilling Results and Updating of Geothermal Knowledge of the Monte Amiata Area Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy, pp. 1283-1286;

*Bertini G., Buonasorte G., Cappeti G., Dini I., Ridolfi A., Stefani G., (2002).* Tuscan Geothermal Fields. In "Atlas of "Geothermal Resources in Europe" - Publication N. Eur 17811 of The European Commission L . 2985. S. Hurter and R. Haenel Editors, Luxemburg;

*Bertini G., Pandeli E., Principe C., Manzella A., (2008).* Tettonica Gravitativa nell'Area del Monte Amiata: analisi e commenti. Rapporto intero IGG – CNR n. 10477;

*Bonini M., Sani F., 2002.* Extension and compression in the Northern Apennines (Italy) hinterland: Evidence from the late Miocene-Pliocene Siena – Radicofani Basin and Relations with Basement Structures. TECTONICS, Vol. 21, N. 3, 1010;

*Brogi A., (2004b).* Seismic Reflection and Borehole Logs as Tools for Tectonic and Stratigraphic Investigations: New Geological Data for the Tuscan Nappe exposed in the Northeastern Monte Amiata (Northern Apennines Italy) . Boll. Soc. Geol. It. 123, pp.189-199;

*Brogi A., (2004c).* Miocene Low-Angle Normal Detachments and Upper Crust Megaboudinage in the Mt Amiata Geothermal Area (Northern Apennines Italy) - Geodinamica Acta 17, pp.375-387;

*Brogi A., (2008).* The Structure of the Mt. Amiata Volcano-Geothermal Area (Northern Apennines, Italy): Neogene-Quaternary Compression Versus Extension. Int. J. Sci. (Geol Rundsch) 2008, doi 10.1007/s00531- 007-0191;

*Brogi A., Lazzarotto A., (2002).* Deformazioni Sin-Collisionali nella Falda Toscana a Sud-Ovest del Monte Amiata (Toscana Meridionale): il sovrascorrimento di Monte Aquilaia. Boll. Soc. Geol. It. 121, pp.299-312;

*Brogi A., Liotta D., (2008).* Highly Extended Terrains, Lateral Segmentation of the Substratum, and Basin Development: the Middle - late Miocene Radicondoli Basin - Tectonics, vol. 27, TC5002, doi 10.1029/2007TC002 188, 2008;



*Brogi A., 2008.* The Structure of the Monte Amiata Volcano-Geothermal Area: Neogene-Quaternary Compression Vs Extension. Earth Science 2008; 97; pp. 677-703;

*Brogi A., Fabbrini L., 2009.* Extensional and Strike-slip Tectonics Across the Monte Amiata-Monte Cetona Transect (Northern Appennines, Italy) and Seismotectonic Implication. TECTO – 124509; n. pag 15;

*Calamai A., Cataldi R., Squarci P., Taffi L., (1970).* Geology Geophysics and hydrogeology of the Monte Amiata Geothermal Field - Geothermics 1, pp.1.9;

*Cappetti, G., D'Olimpio P., Sabatelli F., Tarquini, B. (1995).* Inhibition of Antimony Sulphide Scale by Chemical Additives: Laboratory and Field Test Results. World Geothermal Congress, Florence, Italy, May 18-31, 1995. 2503-2507.

*Cappetti G., Romagnoli P., Sabatelli F., (2010).* Geothermal Power Generation in Italy 2005-2009 Update Report. Proceeding World Geothermal Congress 2010. Bali, Indonesia 25-29 Aprile 2010;

*Corsi R., Culivicchi G., Sabatelli F., (1985).* Laboratory and field testing of calcium carbonate scale inhibitors. Symposium on Geothermal Energy, Hawaii. 1985.

*Corsi R., (1986).* Scaling and Corrosion in geothermal equipment: problems and preventive measurements. Geothermics, 15/5.

*Corsi R., (1987).* Engineering aspects of CaCO<sub>3</sub> and SiO<sub>2</sub> scaling. NATO course on "Geothermal Reservoir Engineering", Antalya, Turkey, July 1987.

*Decandia F.A., Lazzarotto A., Liotta D., (1993).* La Serie Ridotta nel Quadro dell'Evoluzione Geologica della Toscana Meridionale. Mem. Soc. Geol. It. 49, pp.181-190;

*Decandia F.A., Lazzarotto A., Liotta D., (2001).* Structural Features of Southern Tuscany Italy - Ofioliti 26, pp.287-300;

*Dini I., Ceccarelli A., Brogi A., Giorgi N., Galleni P., Rossi L., 2010.* Geological reconstruction of the Base of the Mt. Amiata Volcanic Complex - Proceedings World Geothermal Congress 2010. Bali, Indonesia, 25-29 Aprile 2010;

*Enel, (1995).* L'Energia Geotermica in Toscana e nel Lazio Settentrionale. Gaidbooks feeldtreaps World Geothermal Congress 1995, Firenze;

*Enel, (2009).* Acquiferi del Monte Amiata e Coltivazione Geotermica. Integrazioni Riassetto di Piancastagnaio;

*Enel, Eni, CNR, Enea (1988).* "Indagine d'insieme sul Territorio Nazionale" in Inventario delle Risorse Geotermiche Nazionali - Rapporto Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, Legge 9/12/1986 n. 896;

*ENEL, Eni, CNR, Enea 1987.* Inventario delle Risorse Geotermiche Nazionali – Regione Toscana – Rapporto ed Allegati;



*Ferrari L., Conticelli S., Burlamacchi L., Manetti P., 1996.* Vulcanological Evolution of the Monte Amiata, South Tuscany: New Geological and Petrochemical Data. *Vulcanologica* 8, pp. 41-56;

*Ferrari L., Tonarini S., 1985.* Radiometric Geochronology in Tuscany; Result and Problems – *Rend. S.I.M.P.*, 40, pp 111-123;

*Finetti I.R., (2006).* Basic Regional Crustal Setting and Superimposed Local Pluton-Intrusion Related Tectonics in the Larderello-Monte Amiata Geothermal Province, from integrated CROP Seismic Data - *Boll Soc Geol It* 125, pp.117-146

Fiordelisi A., Manzella A., Buonasorte G., Larsen J.C., Mackie R.L., (2000). Mt Methodology in the Detection of Deep Waterdominated Geothermal Systems - *Proceedings World Geothermal Congress 2000, Kyushu-Tohoku, Japan, May 28-June 10, 2000*

*Fournier R.O., (1973).* The solubility of amorphous silica in water at high temperature and high pressures. *American Mineralogist*, vol 62, pp. 1052-1056, 1973;

*Gianelli G., Manzella A., Puxeddu M., (1997).* Crustal Models of the Geothermal Areas of Southern Tuscany - *Tectonophysics* 281, pp.221-239;

*Gianelli G., Puxeddu M., Batini F., Bertini G., Dini I., Pandeli E., Nicolich R., (1988).* Geological Model of a Young Volcanoplutonic System: the Geothermal Region of Monte Amiata (Tuscany Italy) - *Geothermics* 17, pp.719-734;

*Gunnarson S., Arnosson A., (1987).* Amorphous silica solubility and Thermodynamic Properties of H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> in the range of 0-350°at Psat. *Geochimica et Cosmochimica Acta* Vol 64,13, July 1987.

*Lazzarotto A., (1993).* Elementi di Geologia. La Storia Naturale della Toscana Meridionale, Giusti F. Pizzi Editore Edizione fuori commercio, riservata Monte dei Paschi di Siena, 1993;

*Liotta D., (1994).* Structural Features of the Radicofani Basin along the Piancastagnaio (Mt Amiata) - S. Casciano dei Bagni (Mt Cetona) Cross Section . *Mem. Soc. Geol. It.* 48, pp.401-408;

*Marinelli G., Barberi F., Cioni R., (1993).* Sollevamenti neogenici ed intrusioni acide della Toscana e del Lazio settentrionale. *Mem. Soc. Geol. It.* 49, pp.279-288;

*Michels D. E., (1981),* CO<sub>2</sub> and Carbonate Chemistry Applied to Geothermal Engineering, Geothermal Reservoir Engineering Management Program, Earth and Science Division, Lawrence Berkley Laboratory, Report LBL-11509, pp 27

*Nirta G., Pandeli E., Principi G., Bertini G., Cipriani N., (2005).* The Ligurian Units of Southern Tuscany . *Boll. Soc. Geol. It. Spec.* 3, pp.29-54;





*Orlando L., Bernabini M., Cameli G.M., Dini I., Bertini G., (1994).* Interpretazione Preliminare del Minimo Gravimetrico del Monte Amiata. Stud. Geol. Camert. Spec. 1, pp.175-182;

*Pandeli E., Puxeddu M., Giannelli G., Bertini G., Castellucci P., 1988.* Paleozoic Sequences Crossed by Deep Drillings in Monte Amiata Geothermal Region (Italy). Bollettino della Soc. Geol. Ita. 107, pp. 593-606;

*Pandeli E., Bertini G., Castellucci P., Morelli M., Monechi S., (2005).* The Ligurian Subligurian and Tuscan Units of the Monte Amiata Geothermal Region (South-Eastern Tuscany): New Stratigraphic and Tectonic Data. Boll. Soc. Geol. It. Spec. 3, pp.55-71;

*Pruess K., 1991.* TOUGH2 – A General Purpose Numerical Simulator for Multiphase Fluid and Heat Flow. Report LBL 20400, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, USA;

*Tinivella U., Accaino F., Rossi G., Nicolich R., (2005).* Petrophysical Analysis of CROP18 Crustal Seismic Data. Boll. Soc. Geol. It. Spec. 3, pp.205-211;

*Università di Siena (2008),* Studio geostrutturale, idrogeologico e geochimico ambientale dell'area amiatina.