



Engineering & Construction
INGEGNERIA

CODICE - CODE
R.26.IT.G.08.017.00.040.00

PAGINA - PAGE
1 di/of 1

TITOLO - TITLE

LINGUE DISPONIBILI - AVAILABLE LANGUAGE: IT

**Concessione di Coltivazione per risorse
geotermiche "Milia"**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Tomo 2

File: R.26.IT.G.08.017.00.040.00Tomo2

0	Dicembre 2011	Verifica interna rispetto requisiti contrattuali	A. Bianchi	M. Messia	S. Sciuto
REV. REV.	DATA DATE	DESCRIZIONE DESCRIPTION	VERIFICATO VERIFIED	CONTROLLATO CHECKED	ACCETTATO ACCEPTED

PROGETTO PROJECT	VALIDO PER IMPIANTI ISSUED FOR PLANTS	CODICE - CODE															
		TIPO TYPE	EMITT. ISSUER	PAESE COUNTRY	TEC. TEC.	ARGOM. AREA	IMPIANTO PLANT	SISTEMA SYSTEM	PROGRESSIVO PROGRESSIVE	REV. REV.							
		R	2	6	I	T	G	0	8	0	1	7	0	0	0	4	0

CLASSIFICAZIONE CLASSIFICATION	<input type="checkbox"/> PUBBLICO PUBLIC	<input checked="" type="checkbox"/> AZIENDALE COMPANY	<input type="checkbox"/> RISERVATO CONFIDENTIAL	<input type="checkbox"/> RISTRETTO RESTRICTED	RIF. ARCHIVIO ARCHIVE ID	00000000
-----------------------------------	---	--	--	--	-----------------------------	----------

Questo documento contiene informazioni di proprietà di Enel Green Power SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Enel Green Power SpA.
This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.

Concessione di coltivazione per risorse geotermiche "Milia"
Centrale Geotermoelettrica MONTEROTONDO 2
Studio di Impatto Ambientale
Tomo 2 - QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Codice Enel Green Power: R.26.IT.G.08.017.00.040.00

PUBBLICATO B1034413 (PAD - 1594789)

Mod. RAPP v. 7

CESI S.p.A.

Via Rubattino 54
I-20134 Milano - Italy
Tel: +39 02 21251
Fax: +39 02 21255440
e-mail: info@cesi.it
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150
P.I. IT00793580150
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2012 by CESI. All rights reserved

Indice del Tomo 2 - QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

2.1	Le opere da realizzare	2-4
2.2	Il territorio interessato dal progetto	2-5
2.2.1	Storia della concessione.....	2-6
2.3	Criteri di progettazione e scelte di localizzazione.....	2-8
2.3.1	Criteri progettuali	2-8
2.3.1.1	Generalità	2-8
2.3.1.2	Postazioni.....	2-11
2.3.1.3	Impianti a rete	2-11
2.3.1.4	Centrale geotermoelettrica.....	2-12
2.3.2	Criteri adottati per la scelta del sito di intervento	2-12
2.3.2.1	Postazione di Perforazione Monterotondo 23	2-13
2.3.2.2	Linee di trasporto dei fluidi geotermici	2-13
2.3.2.3	Centrale Geotermoelettrica Monterotondo 2	2-13
2.3.3	Misure di qualificazione paesaggistica ed architettonica	2-14
2.3.4	Relazioni geologiche	2-15
2.4	Programma attuativo.....	2-15
2.5	Descrizione del Progetto definitivo.....	2-16
2.5.1	Processo produttivo	2-16
2.5.1.1	Descrizione del processo.....	2-16
2.5.1.2	Macchinario principale di centrale.....	2-22
2.5.1.3	Impiantistica di centrale	2-23
2.5.1.4	Sistema elettrico	2-25
2.5.2	Attività e opere minerarie.....	2-26
2.5.2.1	Indagini geologiche, geofisiche e geotecniche	2-26
2.5.2.2	Perforazione dei pozzi.....	2-27
2.5.2.3	Criteri e tecnologie di perforazione.....	2-30
2.5.2.4	Realizzazione delle postazioni di perforazione e viabilità d'accesso ..	2-33
2.5.2.5	Attività di perforazione.....	2-40
2.5.2.6	Impianti di perforazione e realizzazione dei pozzi	2-47
2.5.3	Attività Impiantistica	2-49
2.5.3.1	Impianti di separazione a boccapozzo.....	2-49
2.5.3.2	Linee di trasporto dei fluidi geotermici	2-50
2.5.3.3	Centrale Geotermoelettrica Monterotondo 2	2-58
2.5.3.4	Fasi di realizzazione della centrale	2-64
2.5.4	Viabilità	2-65
2.6	Criteri e modalità di esercizio.....	2-66
2.6.1	Impianti di separazione a boccapozzo.....	2-66
2.6.2	Linee di trasporto dei fluidi geotermici	2-67
2.6.3	Centrale Geotermoelettrica.....	2-68
2.6.3.1	Prove di avviamento	2-68
2.6.3.2	Esercizio dell'impianto.....	2-68
2.7	Ripristino dei luoghi	2-68

Appendice al Tomo 2 –Tavole grafiche

- Tavola 2.3.2-1 Intervento generale - Planimetria stato di fatto
- Tavola 2.3.2-2 Intervento generale - Planimetria di progetto

Tavola 2.3.2-3	Centrale Monterotondo 2 / Postazione Monterotondo 22 Planimetria/sezioni generali – Sovrapposizione interventi
Tavola 2.5.2-1	Centrale Monterotondo 2 / Postazione Monterotondo 22 Planimetria/sezioni generali – Stato di fatto
Tavola 2.5.2-2	Centrale Monterotondo 2 / Postazione Monterotondo 22 Planimetria/sezioni generali – Progetto
Tavola 2.5.2-3	Centrale Monterotondo 2 – Planimetria di progetto
Tavola 2.5.2-4	Centrale Monterotondo 2 – Sezioni, schemi, modelli scavo
Tavola 2.5.2-5	Centrale Monterotondo 2 – Sezioni, schemi, modelli scavo
Tavola 2.5.2-6	Centrale Monterotondo 2 – Sezioni, schemi, modelli scavo
Tavola 2.5.2-7	Centrale Monterotondo 2 – Planimetrie, sezioni, prospetti fabbricato macchine e spazio visitatori
Tavola 2.5.2-8	Postazione Monterotondo 23 - Planimetria/ sezioni morfologiche stato di fatto – progetto
Tavola 2.5.2-9	Centrale Monterotondo 2 / Postazione Monterotondo 22 – Tracciato della viabilità di accesso agli impianti
Tavola 2.5.3-1	Linea di trasporto fluidi geotermici - Planimetria inquadramento interventi / sezioni tipo - Quadro 1
Tavola 2.5.3-2	Linea di trasporto fluidi geotermici - Planimetria inquadramento interventi / sezioni tipo - Quadro 2
Tavola 2.5.3-3	Linea di trasporto fluidi geotermici - Planimetria inquadramento interventi / sezioni tipo - Quadro 3
Tavola 2.5.3-4	Linea di trasporto fluidi geotermici - Planimetria inquadramento interventi / sezioni tipo - Quadro 4
Tavola 2.5.3-5	Linea di trasporto fluidi geotermici – Tracciato dell'acquedotto di reiniezione

Allegati al Tomo 2 - Relazioni geologiche

Doc. n° K6GG1501192Z	Concessione di Coltivazione MILIA - Postazione di perforazione Monterotondo 22 - Relazione geologica
Doc. n° K6GG1501193Z	Concessione di Coltivazione MILIA - Postazione di perforazione Monterotondo 23 - Relazione geologica
Doc. n° K6GG1501194Z	Concessione di Coltivazione MILIA - Linee trasporto Fluidi geotermici - Relazione geologica
Doc. n° R.608.17.00.016.0	Concessione di Coltivazione MILIA - Centrale MONTEROTONDO 2 - Relazione geologica
Doc. n° R.25.IT.G.08.017.03.001.00	Concessione di Coltivazione MILIA - Comune di Monterotondo M.mo (GR) - Indagini geognostiche in sito di aggiornamento
Doc. n° R.25.IT.G.08.017.03.001.00	Concessione di Coltivazione MILIA - Centrale "Monterotondo_2", Postazione di P."Monterotondo_22", Postazione di P."Monterotondo_23", Linee di trasporto fluidi geotermici - Comune di Monterotondo M.mo (GR) - Relazione Geologica di aggiornamento

2.1 Le opere da realizzare

Il progetto, composto da un'attività mineraria e da un'attività impiantistica, si propone di utilizzare la risorsa disponibile nel serbatoio profondo del campo geotermico di Milia.

Gli interventi proposti si possono così riassumere:

- costruzione di una centrale Geotermoelettrica a condensazione, della potenza nominale di 20 MW, denominata "Monterotondo 2", collocata in prossimità dell'attuale postazione di perforazione Monterotondo 22, dotata di impianto di abbattimento (AMIS®) per la riduzione delle emissioni di idrogeno solforato (H₂S) e di mercurio;
- realizzazione della postazione di perforazione Monterotondo 23, in località Poggio al Pevano, nell'area della ex stazione AT omonima;
- ripristino del pozzo Monterotondo 22, già realizzato presso la postazione omonima;
- perforazione di n° 9 nuovi pozzi (sia di produzione che di reiniezione): n° 4 dei nuovi pozzi saranno perforati dalla postazione Monterotondo 22 (Monterotondo 22A, 22B, 22C, 22D) e n° 5 dalla postazione Monterotondo 23 (Monterotondo 23, 23A, 23B, 23C, 23D).
- installazione di impianti per il trattamento e la separazione a boccapozzo del vapore dalla fase liquida, presso i nuovi pozzi nelle postazioni Monterotondo 22 e Monterotondo 23, in aree dedicate delle stesse postazioni;
- installazione di impianti di boccapozzo per la reiniezione nei pozzi destinati a tale uso.
- realizzazione della rete di trasporto dei fluidi geotermici, su di un tracciato di circa 3 km, per collegare i pozzi alla centrale di Monterotondo 2;
- realizzazione dell'acquedotto provvisorio dalla postazione Monterotondo 22 alla postazione Monterotondo 23 per l'approvvigionamento idrico della stessa in fase di perforazione;
- realizzazione del collegamento alla rete elettrica alta tensione;
- realizzazione dei collegamenti in fibra ottica per la trasmissione dei segnali.

Fra i pozzi realizzati, quelli non produttivi che dovessero presentare opportune caratteristiche di permeabilità, saranno utilizzati come pozzi reiniettivi; nel progetto in esame, per garantire maggiore flessibilità al sistema, sarà realizzato il collegamento, tramite acquedotto, dalla centrale di Monterotondo 2, in progetto, al pozzo Monterotondo 20 bis, facente parte della rete reiniettiva esistente nell'area limitrofa.

Tutti i pozzi suddetti avranno come obiettivo gli orizzonti produttivi profondi, ubicati a circa 3500 m di profondità nel serbatoio geotermico già individuato dal pozzo produttivo esistente, con una portata di vapore prevista di circa 20 t/h medie per ciascun pozzo.

Per quanto attiene alla viabilità, sono previste le seguenti opere:

- Adeguamento di alcuni tratti di viabilità per l'accesso all'area della centrale e della postazione Monterotondo 22;
- Realizzazione del tratto terminale della viabilità di accesso alla postazione Monterotondo 23 ed adeguamento della parte iniziale che si dirama dalla S.R. 439.

Il quadro riassuntivo della localizzazione della centrale, delle postazioni di perforazione e delle linee di trasporto dei fluidi geotermici è riportato in Figura 2.2.1-1.

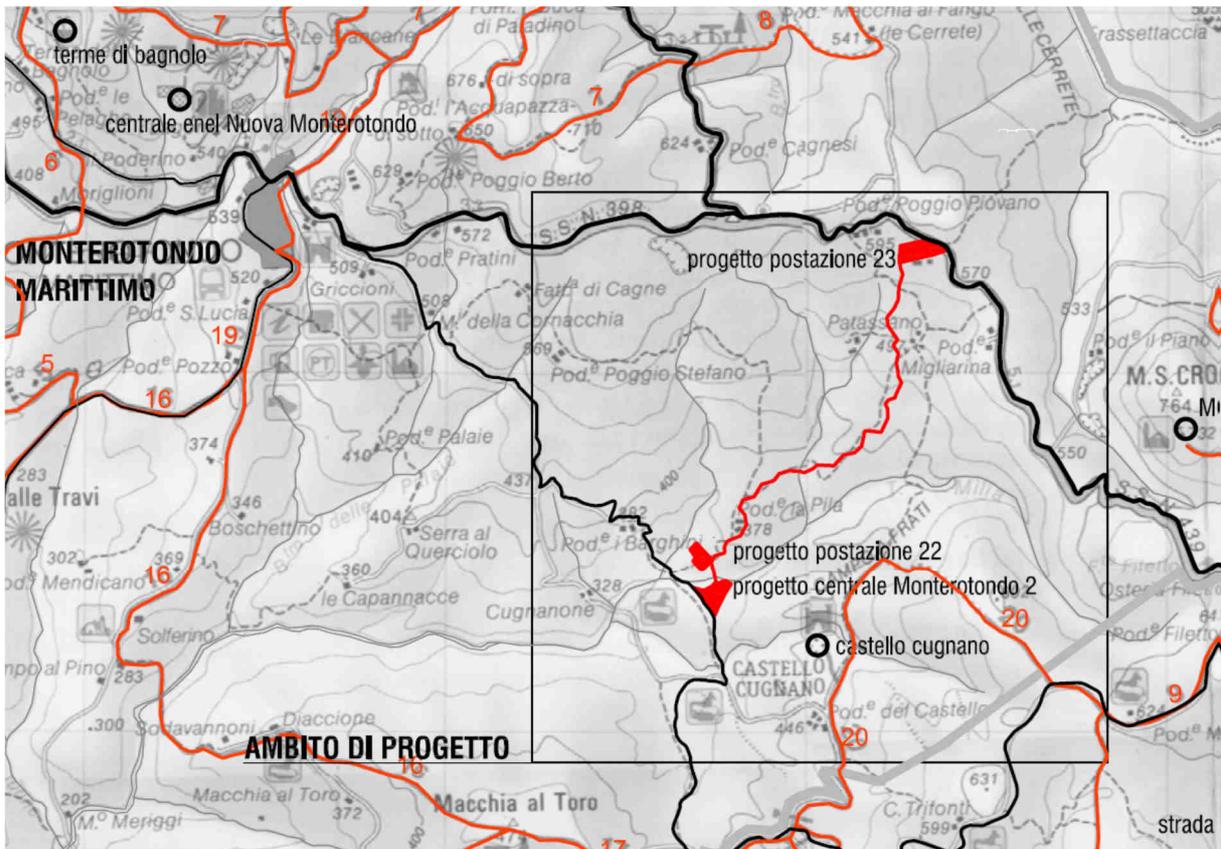


Figura 2.2.1-1– Localizzazione planimetrica di insieme delle opere previste

2.2 Il territorio interessato dal progetto

Posto quasi al limite superiore della Provincia di Grosseto, il Comune di Monterotondo Marittimo, al centro del sistema delle Colline Metallifere, si trova all'interno di un ambito territoriale collinare definito verso nord-est dalla provincia di Siena, per un breve tratto dalla provincia di Pisa, e verso sud-ovest dalla costiera Tirrenica, da cui il paese dista circa 30 chilometri. Tale appartenenza, oltre a connotare profondamente il paesaggio con un susseguirsi ravvicinato di questi particolari rilievi orografici, significa ed ha significato da sempre una forte presenza delle manifestazioni geotermiche legate al suolo ed al sottosuolo, così come nel tempo i giacimenti metalliferi sono stati fattori determinanti per determinare la struttura di questi luoghi ed orientarne lo sviluppo antropico. Una fitta mappatura degli antichi giacimenti, spesso accostata a ritrovamenti di siti archeologici, delinea trame di precedenti utilizzi delle risorse del sottosuolo.

Da un punto di vista naturalistico, il territorio è caratterizzato dalla presenza di una densa copertura boschiva, che proprio all'interno del perimetro comunale trova la linea di demarcazione tra bosco ceduo, a partire dal versante settentrionale e formazioni della macchia mediterranea dal versante meridionale fino alla costa tirrenica.

Il sistema viabilistico principale è connesso al suo interno da una rete stradale minore, resa tortuosa dalla particolare conformazione geografica dei luoghi, di cui ne accompagna lo sviluppo. Il territorio comunale di Monterotondo è attraversato, in direzione nord-sud, dalla strada regionale Sarzanese-Valdera (S.R. 439) fino a Follonica e in direzione est-ovest dalla S.R. 398 che partendo da Piombino passa per Venturina e Suvereto. Quest'ultima strada attraversa anche il nucleo abitato di Monterotondo, ed in prossimità della località Poggio Piovano incrocia la S.R. 439. Poco oltre tale incrocio, in

direzione Est e più precisamente in località Poggio Piovano, si definisce l'estremo superiore dell'ambito di progetto che è stato individuato per l'inserimento per i nuovi impianti geotermici nel comune di Monterotondo.

In prossimità della statale e sul sito della stazione elettrica dimessa, si prevede infatti di realizzare la nuova postazione di Perforazione Monterotondo 23, mentre, in prossimità della postazione già esistente (Monterotondo 22), si prevede la realizzazione della nuova Centrale Geotermoelettrica denominata "Monterotondo 2". Tale localizzazione è raggiungibile da est dalla strada sterrata esistente che si distacca dalla strada statale "Val di Cornia" in prossimità del podere Filetto.

La centrale e le postazioni di perforazione ad essa afferenti ricadono nell'ambito della Concessione di Coltivazione per fluidi geotermici denominata "Milia", che ha la stessa superficie e la stessa perimetrazione del permesso di ricerca "Macchia al Toro". L'area della concessione è rappresentata in Figura 2.2.1-1.

2.2.1 Storia della concessione

Il Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato, con D.M. 27 maggio 1998, ha conferito all'ENEL il "Permesso di Ricerca per fluidi geotermici Macchia al Toro", su un'estensione di 25,11 km², per la durata di 4 anni, successivamente prorogato per un biennio con Decreto Dirigenziale dell'Area Energia della Regione Toscana, n° 2677, del 24 maggio 2002.

In applicazione del D.Lgs. 16 marzo 1999, n. 79 di "Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica", è stata costituita la ERGA (Energie Rinnovabili Geotermiche e Alternative) S.p.A., interamente controllata dall'ENEL S.p.A. Con decorrenza 1 ottobre 1999, sono stati conferiti ad ERGA tutti i beni e i rapporti giuridici inerenti alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili di competenza dell'ENEL; pertanto, anche la titolarità del P.R. Macchia al Toro è stata trasferita a ERGA. Con deliberazione dell'Assemblea straordinaria dei soci di ERGA S.p.A. del 28 dicembre 2001, la società ERGA ha mutato la sola denominazione sociale in Enel Green Power S.p.A..

La Concessione si estende su una superficie complessiva di 25,11 km², coincidente con il Permesso di Ricerca "Macchia al Toro", suddivisa fra i Comuni di: Monterotondo Marittimo, Massa Marittima, Montieri, tutti in provincia di Grosseto. I dati dell'estensione territoriale della C.C. Milia su ogni Comune, in valore assoluto e come percentuale dell'estensione complessiva della Concessione, sono riportati nella Tabella 2.2.1-1.

Tabella 2.2.1-1 Superficie e percentuale della C.C. Milia suddivisa fra i Comuni interessati

Comune	Superficie della Concessione di Coltivazione (km ²)	Percentuale della superficie Concessione di Coltivazione
Monterotondo Marittimo	18,185	72,42 %
Massa Marittima	6,902	27,48 %
Montieri	0,025	0,10 %
Superficie complessiva della C.C. Milia	25,112	100%

Le coordinate geografiche dei vertici dell'area della Concessione di Coltivazione, rilevate graficamente sul piano topografico, sono riportate nella Tabella 2.2.1-2.

Tabella 2.2.1-2 Coordinate geografiche dei vertici della C.C. Milia

<i>Vertice</i>	<i>Longitudine W</i>	<i>Latitudine N</i>
a	1°34'00"	43°09'00"
b	1°32'00"	43°09'00"
c	1°32'00"	43°06'00"
d	1° 36'00"	43°06'00"
e	1° 38'00"	43°08'00"
f	1° 34'00"	43°08'00"

Nell'area del P.R. sono stati eseguiti gli studi e le ricerche, anche profonde previste dal programma dei lavori. In breve le attività complessivamente svolte per la ricerca della risorsa geotermica possono essere sintetizzate nella realizzazione di n° 1 pozzo di ricerca dalla postazione Monterotondo 22, la cui profondità ha superato i 4000 m, e nell'effettuazione di indagini gravimetriche e sismiche. Tali studi hanno consentito di individuare una risorsa geotermica suscettibile di essere sfruttata per la produzione di energia elettrica e cessione di calore con rilevanza d'interesse nazionale.

Pertanto Enel Green Power ha chiesto il conferimento di una Concessione di Coltivazione da denominarsi "MILIA" sulla base del toponimo maggiormente rappresentativo dell'area, che ha lo scopo di coltivare il giacimento individuato nella fase di ricerca secondo le metodologie e gli impianti illustrati nel seguito.

In accordo alla propria missione aziendale, che prevede di coniugare lo sfruttamento ottimale delle risorse con una sempre maggiore attenzione alle problematiche ambientali ed alle esigenze delle popolazioni e delle autorità locali, Enel Green Power ha elaborato il programma di lavori di coltivazione.

L'istruttoria per il passaggio in concessione di coltivazione del Permesso di Ricerca Macchia al Toro, perfezionando l'iter già avviato con il nome Concessione MILIA richiede la predisposizione dello studio di Valutazione di Impatto Ambientale.

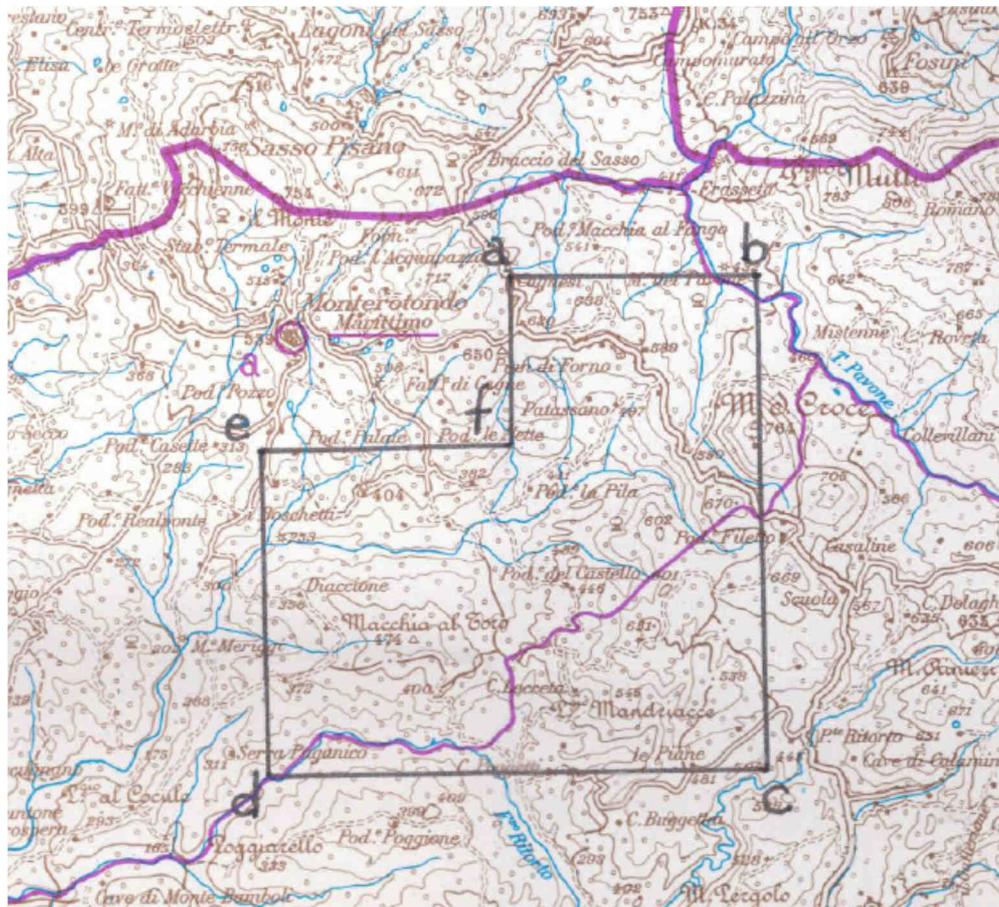


Figura 2.2.1-1– Piano topografico dell'area della Concessione di Coltivazione per risorse geotermiche da denominare convenzionalmente Milia (Foglio I.G.M. n° 119 “Massa Marittima”)

2.3 Criteri di progettazione e scelte di localizzazione

2.3.1 Criteri progettuali

2.3.1.1 Generalità

L'Enel, consapevole del significativo ruolo assunto dall'attività geotermica all'interno del complesso sistema territoriale e dell'importanza sempre maggiore assunta dalla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, quale è la geotermia, intende realizzare il progetto della nuova centrale con un impatto ambientale minimo. La proposta complessiva riguarda gli aspetti urbanistici, paesaggistici e architettonici inerenti l'intera area di coltivazione, e l'insieme degli interventi proposti va inteso come un sistema organico di azioni tendenti alla ricerca di un equilibrio tra l'attività impiantistica e le componenti del territorio in cui essa viene esercitata.

Per il raggiungimento degli obiettivi richiamati la strategia operativa impiegata prevede interventi organici che interessano tutto il complesso impiantistico e investono in maniera significativa l'area di coltivazione.

Interventi di innovazione tecnologica

Gli interventi che riguardano l'innovazione tecnologica della centrale di produzione di nuova costruzione e degli elementi impiantistici connessi e che più in generale investono l'ambito del miglioramento della qualità ambientale, consentono l'abbattimento delle emissioni e degli agenti di disturbo. Tali interventi incidono in maniera significativa sulla qualità della percezione sensoriale olfattiva e uditiva. Gli interventi più rilevanti consistono nell'utilizzazione nella centrale produttiva di un impianto di trattamento degli effluenti gassosi, per mezzo di un processo già collaudato denominato AMIS® (Abbattimento Mercurio e Idrogeno Solforato), e nell'adozione delle migliori tecniche per la realizzazione delle torri di raffreddamento. Per quanto riguarda l' AMIS®, esso contrasta soprattutto i fenomeni di disturbo olfattivo legati alle emissioni di idrogeno solforato attraverso l'abbattimento delle stesse, con conseguente miglioramento della compatibilità delle centrali geotermiche.

Interventi di realizzazione di una nuova centrale produttiva

È prevista la realizzazione della nuova centrale produttiva posta nelle adiacenze dell'esistente pozzo Monterotondo 22. Tali interventi di nuova costruzione incidono sulla qualità dello spazio costruito, degli edifici, delle strutture e infrastrutture che compongono l'intero sistema impiantistico; grande rilievo assumono le tipologie costruttive e i materiali impiegati, così come il criterio che regola le opere di scavo e riporto e le modalità di attuazione delle fasi di cantiere.

Per quanto riguarda le postazioni di perforazione, il progetto prevede, l'utilizzo di quella esistente, la realizzazione della nuova postazione Monterotondo 23. Per le reti (vapordotti, acquedotti), si prevede la realizzazione dei collegamenti tra le postazioni e la centrale, nonché un acquedotto di reiniezione.

Interventi di ripristino e di recupero ambientale.

Rientrano in questa categoria gli interventi di recupero ambientale, di ripristino delle aree occupate ai fini impiantistici e di difesa e prevenzione del suolo dal degrado e dal dissesto idrogeologico. Tali interventi investono il più ampio e delicatissimo ambito della ricerca dell'equilibrio tra le componenti idrogeologiche e geomorfologiche e le attività legate ai processi di antropizzazione. In particolare tali interventi interessano l'area complessiva della centrale di Monterotondo 2.

Prima di esplicitare e descrivere l'insieme degli interventi previsti, si sottolinea che per il raggiungimento degli obiettivi sopra richiamati, i temi di attenzione progettuale sono legati fondamentalmente alla comprensione del contesto ambientale e insediativo, al fine di individuare le strategie e le soluzioni tecniche, paesaggistiche, architettoniche e tecnologiche, che consentono l'armonizzazione delle attività minerarie e di produzione energetica con il contesto. Tutto allo scopo di coniugare aspetti solo apparentemente antitetici: la presenza degli impianti geotermici e la qualità del paesaggio in cui si inseriscono e di cui ne costituiscono parte integrante.

Una progettazione attenta ai caratteri del territorio può dunque consentire di trovare una risposta efficace ai problemi d'inserimento paesaggistico delle strutture impiantistiche.

Tali considerazioni costituiscono la base per la ricerca delle più avanzate modalità di approccio al tema complesso del rapporto tra infrastruttura e paesaggio, intendendo quest'ultimo come spazio complesso di relazioni.

In linea generale le soluzioni progettuali inerenti la qualificazione e l'inserimento paesaggistico degli interventi, fondano le proprie motivazioni principalmente all'interno del quadro delle relazioni spaziali e visive tra le strutture e il contesto ambientale, in cui si inseriscono; il tutto al fine di calibrare il peso complessivo dell'intervento rispetto ai

caratteri attuali del paesaggio e alla configurazione futura, nonché ai rapporti visivi e formali determinati, con una particolare attenzione alla percezione dell'intervento dal territorio, dai centri abitati, dai percorsi principali e secondari, e da eventuali luoghi di interesse turistico. A questo proposito grande attenzione è stata posta nella individuazione degli ambiti di intervento, soprattutto per attenuare l'impatto visivo dai centri abitati e da particolari punti paesaggistici.

L'esame delle peculiari caratteristiche del territorio di Monterotondo Marittimo e la loro intersezione ha permesso la definizione di una metodologia utile per l'identificazione dell'area maggiormente vocata all'installazione della centrale geotermica e per la nuova postazione di perforazione.

Per quanto riguarda le modalità tecniche di intervento, con riferimento agli obiettivi e ai criteri di valutazione utilizzati per l'individuazione dei siti di intervento, si richiamano alcuni concetti di base utilizzati per le diverse soluzioni progettuali, al fine di migliorare l'inserimento delle infrastrutture e strutture nel paesaggio senza tuttavia trascurare i criteri di rendimento produttivo energetico determinati dalle migliori condizioni di utilizzo della risorsa geotermica.

Ferma restando l'adesione alle norme vigenti in materia di tutela paesaggistica e ambientale e alle distanze e fasce di rispetto, la proposta progettuale indaga e approfondisce i seguenti aspetti:

- rispetto delle caratteristiche peculiari del sito, con particolare riguardo ai sistemi che compongono il paesaggio (acqua, vegetazione, uso del suolo, viabilità carrabile e percorsi pedonali, conformazione del terreno, colori);
- rispetto dell'orografia del terreno, mantenimento del profilo morfologico delle aree a monte e a valle degli scavi e, più in generale limitazione delle opere di scavo/riporto;
- massimo riutilizzo della viabilità esistente;
- realizzazione della nuova viabilità rispettando l'orografia del terreno e secondo la tipologia esistente in zona o attraverso modalità di realizzazione che tengono conto delle caratteristiche percettive generali del sito;
- impiego di materiali che favoriscono l'interazione con il paesaggio per tutti gli interventi che riguardino manufatti e sistemi vegetazionali;
- massima attenzione al contenimento delle quantità di suolo occupato e all'impatto determinato dalla realizzazione delle opere;
- massima attenzione alle modalità di redistribuzione dei terreni di scavo nel caso di nuove realizzazioni e alle modalità di ripristino della situazione "ante operam" nel caso di dismissioni;
- utilizzazione di tecniche aggiornate di ingegneria naturalistica per gli interventi di contenimento dei terreni e di modellazione dei terreni di riporto, nonché per tutti gli interventi finalizzati al consolidamento dei versanti attraverso l'introduzione di cicli di rigenerazione del manto vegetazionale realizzati con inerbimenti, cespugliamenti e rimboschimenti;
- particolare cura nell'individuazione dei sistemi di regimazione e di convogliamento delle acque meteoriche e di ruscellamento e nella realizzazione dei fossi di guardia;
- particolare riguardo per tutti gli interventi finalizzati alla reversibilità e rinaturalizzazione delle aree occupate temporaneamente da camion e autogru nella fase di cantiere;
- precisazione dei sistemi di valorizzazione e fruizione pubblica delle aree e dei beni paesaggistici circostanti, con particolare attenzione alle connessioni tra questi e le strutture impiantistiche che pure rappresentano un possibile motivo di interesse didattico e turistico.

2.3.1.2 Postazioni

Come già affermato, il progetto prevede l'adeguamento di una postazione di perforazione esistente e la costruzione di una nuova postazione. Laddove si rendono necessarie opere di scavo e rinterro, particolare importanza è stata attribuita alle opere di prevenzione e recupero ambientale che riguardano principalmente la regimazione delle acque meteoriche, sia delle aree pianeggianti sia di quelle in pendenza, in maniera da mantenere un corretto assetto idrico per evitare che si creino fenomeni di erosione dei pendii creati artificialmente. Per quanto riguarda la formazione degli stessi si provvederà alla realizzazione di pendenze molto ridotte comunque non superiori al rapporto 2:3 che consentono un migliore e sicuro recupero. Si provvederà al rimodellamento dei pendii artificiali in maniera da ottenere un buon raccordo con le aree naturali finitime.

Per quanto riguarda l'armonizzazione con l'intorno sono previsti interventi sulla vegetazione orientati alla protezione e al potenziamento delle trame vegetazionali presenti sull'area. Le formazioni boschive o le fasce ripariali che lambiscono le aree prescelte per gli interventi di nuova realizzazione, verranno potenziate, mentre sulle scarpate di contenimento dei piazzali, è prevista la piantumazione di formazioni arbustive con funzione consolidante ed antierosione.

In sintesi, nell'intento di conciliare l'esigenza di reperire nuove fonti energetiche con il necessario rispetto dell'ambiente, il progetto deve rispondere a determinate esigenze che sono:

- garantire il minor impatto possibile con l'ambiente circostante (acqua, terra, aria);
- ridurre al minimo le rimozioni di vegetazione evitando possibilmente l'abbattimento di alberi d'alto fusto;
- limitare, per quanto possibile, la vista dai centri abitati, punti panoramici, vie di grande comunicazione;
- limitare durante la costruzione le opere di sbancamento e di riporto del terreno.

È necessario anche precisare che parte delle realizzazioni sono strettamente legate all'attività di perforazione, a conclusione della quale vengono smantellate.

I criteri generali esposti devono poi essere adattati alla conformazione morfologica e vegetazionale del sito allo scopo di ottenere il migliore inserimento dell'opera nel contesto.

La combinazione di scelte, sia sul fronte dello studio morfologico che su quello vegetazionale, può dare effetti ottimali anche dal punto di vista dell'inserimento visivo, potendo realizzare interventi impiantistici con minime incidenze sul territorio.

Al fine di minimizzare le ripercussioni sul territorio, la perforazione dei nuovi pozzi sarà realizzata utilizzando tecniche di perforazione direzionale per raggiungere gli obiettivi minerari. Pertanto, oltre all'esistente postazione Monterotondo 22, sarà utilizzata solo la nuova postazione Monterotondo 23.

2.3.1.3 Impianti a rete

Per il progetto delle reti di trasporto dei fluidi geotermici sono stati seguiti i seguenti criteri di base, volti a limitarne l'impatto ambientale:

- trattandosi di nuove realizzazioni è stato scelto, per quanto possibile, di seguire la viabilità esistente;
- è stato utilizzato un solo tracciato, accorpendo più tubazioni su un unico percorso;
- gli attraversamenti, stradali e/o campestri, saranno realizzati passando sotto il piano campagna mediante cunicoli prefabbricati;
- l'altezza delle tubazioni sarà la più bassa possibile, compatibilmente con le esigenze di carattere tecnico, al fine di ridurre la visibilità;

- tutti i drenaggi saranno raccolti e trasportati alle piazzole od agli impianti, per essere smaltiti mediante reiniezione.

Le modalità progettuali e realizzative delle nuove reti sono tali da minimizzarne l'impatto visivo e paesaggistico, cercando di collocare le tubazioni ad altezza minima dal terreno; la successiva rinaturalizzazione delle sponde, anche con idonea piantumazione con essenze locali, consente di realizzare un inserimento caratterizzato dal minimo impatto. Nella scelta del tracciato più idoneo, inoltre, all'esigenza di ridurre al minimo il taglio di vegetazione e soprattutto l'abbattimento di alberi d'alto fusto, si affianca anche l'obiettivo di limitare la vista da centri abitati, punti panoramici e vie di comunicazione e la possibilità di connettersi in modo ottimale alla rete elettrica.

2.3.1.4 Centrale geotermoelettrica

Verificata l'esistenza dei presupposti fondamentali quali la disponibilità del fluido geotermico ed il titolo minerario, è stato deciso di localizzare un gruppo di produzione da 20 MW nominali. L'individuazione dell'area per l'insediamento della centrale geotermica è scaturita quindi coniugando valutazioni di carattere tecnico con i criteri di salvaguardia ambientale.

2.3.2 Criteri adottati per la scelta del sito di intervento

Per il raggiungimento degli obiettivi richiamati in premessa è risultato di primaria importanza innanzitutto individuare all'interno del territorio comunale di Monterotondo Marittimo, il sito più idoneo ove realizzare la nuova centrale geotermoelettrica.

L'attenzione progettuale si è concentrata principalmente sulla comprensione del contesto ambientale e insediativo, al fine di individuare il sito più idoneo e le soluzioni tecniche, paesaggistiche, architettoniche e tecnologiche, che consentono l'armonizzazione delle attività minerarie e di produzione energetica con il contesto; tutto allo scopo di coniugare la presenza degli impianti geotermici e la qualità del paesaggio in cui si inseriscono e di cui ne costituiscono parte integrante.

In primo luogo si è proceduto a una analisi degli elementi di interesse e dei sistemi di paesaggio che strutturano il territorio, le componenti orografiche e geomorfologiche, i boschi, i corsi d'acqua, le linee di impluvio, le emergenze architettoniche, i manufatti rurali, tenendo in debito conto gli ambiti territoriali dove è ancora significativa la struttura del sistema boschivo e agricolo di vecchio impianto, e rispettando l'apparato normativo vincolistico dei piani comunali, provinciali e regionali, e delle leggi vigenti.

Per ciascuno di questi elementi sono state individuate le fasce di rispetto o le distanze minime prescritte, e le aree maggiormente interessate da fenomeni di dissesto idrogeologico. Dall'analisi successiva alla mappatura, tralasciando le aree vincolate e quelle delicate dal punto di vista geomorfologico, è maturata la scelta del sito ove ubicare gli interventi di nuova realizzazione.

Di conseguenza, si è evitato di localizzare gli impianti produttivi all'interno di aree soggette a vincoli di natura paesistico-ambientale e storico-culturale, in aree, cioè, "critiche" sotto il profilo naturalistico e paesaggistico, nelle quali sembra inopportuna l'installazione di una centrale geotermoelettrica o una postazione di perforazione. Altresì si è evitato di interessare aree boschive e aree di allevamento, si sono salvaguardate le aree demaniali dell'azienda biologica della Comunità Montana e si è preferito ubicare gli impianti in aree libere da vegetazione ad alto fusto, non visibili dal centro abitato e dalle principali strade che attraversano il territorio comunale, prescegliendo comunque aree facilmente raggiungibili e possibilmente già interessate da interventi antropici.

La localizzazione plano-altimetrica della nuova centrale geotermoelettrica è stata quindi definita in conseguenza della valutazione e dell'accertamento dei seguenti requisiti:

- la vicinanza ai pozzi di produzione sulla Postazione Monterotondo 22;
- la morfologia decisamente favorevole, in riferimento alla stabilità del sito (zona a bassa acclività), all'assenza di fenomeni erosivi e di pericolo di esondazioni dei corsi d'acqua;
- l'assenza di copertura boschiva;
- l'assenza di panoramicità del sito dalla lunga distanza e la scarsa visibilità dalla media-breve distanza, grazie alla bassa quota altimetrica e alla orografia circostante che fa da schermatura naturale;
- la facilità di accesso, data dalla esistenza della viabilità per i mezzi pesanti;
- la lontananza da poderi abitati o immediatamente abitabili;
- la vicinanza dell'elettrodotto A.T. per il collegamento e l'immissione dell'energia prodotta nella rete elettrica nazionale;
- la compatibilità con le Leggi e con i vincoli di tutela territoriale.

Le tavole 2.3.2-1 e 2.3.2-2, in allegato, riportano le planimetrie rispettivamente dello stato di fatto e dello stato di progetto.

2.3.2.1 Postazione di Perforazione Monterotondo 23

Per quanto riguarda la postazione di perforazione di nuovo impianto denominata Monterotondo 23, la scelta è ricaduta sull'opportunità di riconvertire parte dell'area della ex stazione elettrica di Poggio a Pievano, posta a circa 580 m s.l.m., lungo la strada regionale Sarzanese - Valdera N.439.

Questa scelta consente di provvedere ad una radicale dismissione e smantellamento di tutti i tralicci facenti parte della stazione elettrica in disuso, di rimettere in uso gli edifici esistenti destinando la vecchia cabina elettrica a spazio pubblico espositivo volto alla geotermia ed il vecchio edificio quadri a ufficio e servizi per la nuova postazione; tale scelta consente di addivenire quindi ad una sostanziale riqualificazione dell'area, attualmente non produttiva.

Il piazzale attualmente occupato dalla stazione elettrica, ha dimensioni tali da consentire l'installazione degli impianti di perforazione e la predisposizione dell'impianto di separazione a boccapozzo, mentre risulta necessario reperire solo l'area destinata al trattamento dei detriti e alle vasche dei fanghi e dell'acqua. La scelta di riutilizzare un'area già fortemente antropizzata consente un grande risparmio in termini di occupazione del suolo e la riqualificazione della ex stazione elettrica costituisce sicuramente un fattore positivo anche in funzione della prevista fruizione pubblica.

2.3.2.2 Linee di trasporto dei fluidi geotermici

Le aree prescelte per l'ubicazione della nuova Centrale Geotermoelettrica Monterotondo 2 e per la nuova Postazione di Perforazione Monterotondo 23, definiscono i margini a monte e a valle entro cui deve essere realizzato l'impianto di trasporto dei fluidi geotermici di collegamento tra postazioni di perforazione e centrale di produzione. Anche in questo caso la scelta del tracciato ottimale discende da un'accurata indagine delle componenti paesaggistiche che caratterizzano questo ambito territoriale contrassegnato dalla presenza del Torrente Milia. Il tracciato prescelto salvaguarda il più possibile le aree boscate, prediligendo la possibilità di seguire le strade esistenti, il che consente di evitare il taglio di specie arboree e arbustive, che si rende necessario, in minima misura, solo nel tratto in cui il vaporedotto scavalca il torrente Milia.

2.3.2.3 Centrale Geotermoelettrica Monterotondo 2

Per quanto riguarda la centrale geotermoelettrica, la scelta è ricaduta su un'ampia radura posta alla sinistra idrografica del Torrente Milia, a quota 320 m s.l.m., nelle immediate

vicinanze della preesistente postazione di perforazione Monterotondo 22 (Tavola 2.3.2-3). L'area, come del resto gran parte del territorio comunale di Monterotondo, insiste all'interno del perimetro delle aree soggette al vincolo idrogeologico di cui al R.D.L. 3267/23, che concerne il riordinamento e la riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani, e di cui alla L.R. 10/89, che detta norme generali per l'esercizio delle funzioni amministrative in materia di agricoltura, foreste, caccia e pesca. Nonostante la vicinanza del torrente, l'area non risulta soggetta nel tempo a rischi di esondazione, è al di fuori dei perimetri dei vincoli paesaggistici (vincoli ex lege 1497/39 e categorie di beni ex lege 431/85 e ex lege 490/99), non è visibile da alcun centro abitato e, rispetto all'intorno, risulta praticamente visibile esclusivamente dalla strada che collega l'area a Monterotondo M.mo, precisamente in prossimità del podere Cugnanino posto circa 100 m più in alto. L'area risulta facilmente raggiungibile senza realizzazione di nuove strade, se si eccettuano minimi interventi di ripristino ed adattamento.

2.3.3 Misure di qualificazione paesaggistica ed architettonica

La proposta parte dalla considerazione che le qualità del paesaggio e la definizione di un modello di sviluppo sostenibile sono obiettivi fondamentali per ogni trasformazione che riguardi il territorio e pertanto assumono un ruolo prioritario anche nell'ambito della attività geotermica nel territorio di Monterotondo Marittimo. Diventa così fondamentale coniugare le attività connesse alla geotermia con le iniziative di tutti gli attori che puntano alla valorizzazione e promozione delle risorse e delle potenzialità delle aree interessate, e che preservano le caratteristiche paesaggistiche del territorio, inteso nella sua ampia qualità di contenitore di eventi ed evento esso stesso.

Pertanto, sebbene interessata al mantenimento e a un auspicabile sviluppo controllato e sostenibile dell'attività di utilizzo del potenziale geotermico, la proposta di sviluppo dell'apparato produttivo e impiantistico intende perseguire obiettivi di carattere più generale, che delineano le strategie e orientano gli interventi operativi.

Le principali azioni proposte sono dunque finalizzate a:

- migliorare le qualità ambientali con l'ausilio di tecnologie più avanzate;
- abbattere in maniera significativa le emissioni di agenti inquinanti e gli effetti di potenziali cause di disturbo (con particolare riguardo agli aspetti che interessano la sfera percettiva e creano interferenze principalmente con le attività turistiche);
- attuare interventi significativi che prevedono dismissioni, nuove realizzazioni di postazioni, centrali e reti, finalizzati al miglioramento dell'attività produttiva e al tempo stesso alla valorizzazione degli elementi storici, ambientali e paesaggistici; interventi quindi, che favoriscano lo sviluppo economico del territorio e, più in generale, che non ostacolino le iniziative e la piena realizzazione delle persone che vivono, lavorano o soggiornano nelle aree interessate;
- realizzare misure di protezione attiva del territorio, con particolare attenzione alle opere di difesa del suolo dal progredire del dissesto idrogeologico, incrementando un'attività da sempre portata avanti dalla Società;
- tutelare e potenziare l'identità del territorio, principale elemento di interesse turistico, attraverso un articolato e unitario insieme di interventi di elevata qualità paesaggistica;
- utilizzare metodologie che consentano di operare correttamente per uno sviluppo sostenibile delle trasformazioni, "leggendo" il paesaggio e rintracciando nei sistemi che lo compongono, le soluzioni più idonee;
- valutare le interferenze causate da nuove opere e interventi negli equilibri complessivi del sistema territoriale in oggetto;

- contribuire anche con l'utilizzo della risorsa geotermica e delle attività indotte a far sì che l'area di Monterotondo rientri nel circuito virtuoso regionale e nazionale dello sviluppo culturale, turistico ed economico a interessi molteplici;
- promuovere infine la conoscenza e rafforzare i valori culturali dei territori attraverso una stretta collaborazione con gli operatori didattici e turistici.

Il progetto s'inserisce dunque all'interno di un più generale programma di valorizzazione e di sviluppo locale durevole ed equilibrato del comune di Monterotondo Marittimo (GR), teso a sviluppare l'utilizzo della risorsa geotermica e al tempo stesso interessato a promuovere l'inserimento della centrale e delle opere ad essa collegate, in un possibile circuito di visita dedicato alla geotermia e ai fenomeni geotermici, elementi che possono potenziare l'interesse turistico per questo territorio.

Questo obiettivo, in generale, è stato perseguito ponendo grande attenzione all'individuazione del sito di intervento e all'inserimento paesaggistico, e al tempo stesso puntando verso "l'apertura" al pubblico delle strutture previste; nel progetto si ipotizza infatti di rendere visitabile la centrale geotermica di nuova realizzazione e di recuperare e trasformare in spazio espositivo dedicato alla geotermia, parte degli edifici della ex stazione elettrica di Poggio a Pievano, per la quale si prevede la riconversione e la trasformazione nella postazione di perforazione denominata Monterotondo 23.

Entrando nello specifico delle modalità di intervento, gli aspetti costruttivi costituiscono un dato fondamentale per la qualità del progetto in relazione al luogo.

Grande rilievo assumono le tipologie costruttive e i materiali impiegati, così come il criterio teso al bilanciamento dei materiali proveniente dalle opere di scavo e conseguente e al riutilizzo in situ per le opere di riporto, e infine le modalità di attuazione delle fasi di cantiere.

Strettamente connessi agli interventi costruttivi, vanno considerati i dispositivi messi in atto per avviare un'articolata azione di bonifica e di recupero ambientale finalizzata prevalentemente al ripristino delle aree occupate ai fini impiantistici, alla difesa e prevenzione del suolo dal degrado e dal dissesto idrogeologico, alle azioni di regimentazione delle acque piovane e di costipamento e consolidamento dei terreni con opere di ingegneria naturalistica. Tali interventi investono il più ampio e delicatissimo ambito della ricerca dell'equilibrio tra le componenti idrogeologiche e geomorfologiche e le attività legate ai processi di antropizzazione del territorio.

2.3.4 Relazioni geologiche

La fattibilità geologica delle opere sulle aree proposte per centrale, postazioni e vapordotti è stata verificata mediante appositi studi, riportati in allegato.

2.4 Programma attuativo

Il progetto si propone di utilizzare razionalmente nel tempo la risorsa disponibile nel serbatoio geotermico presente nell'area di Monterotondo Marittimo. Per questo motivo alcuni pozzi di manutenzione campo potranno essere perforati negli anni successivi per compensare il naturale declino di produzione.

Il programma di realizzazione delle opere ipotizza l'ottenimento della Concessione di Coltivazione entro un anno circa dall'avvio delle pratiche autorizzative. Il diagramma di sintesi viene mostrato in Figura 2.3.4-1, dove sono evidenziate le finestre temporali in cui avranno luogo le macro-attività di realizzazione.

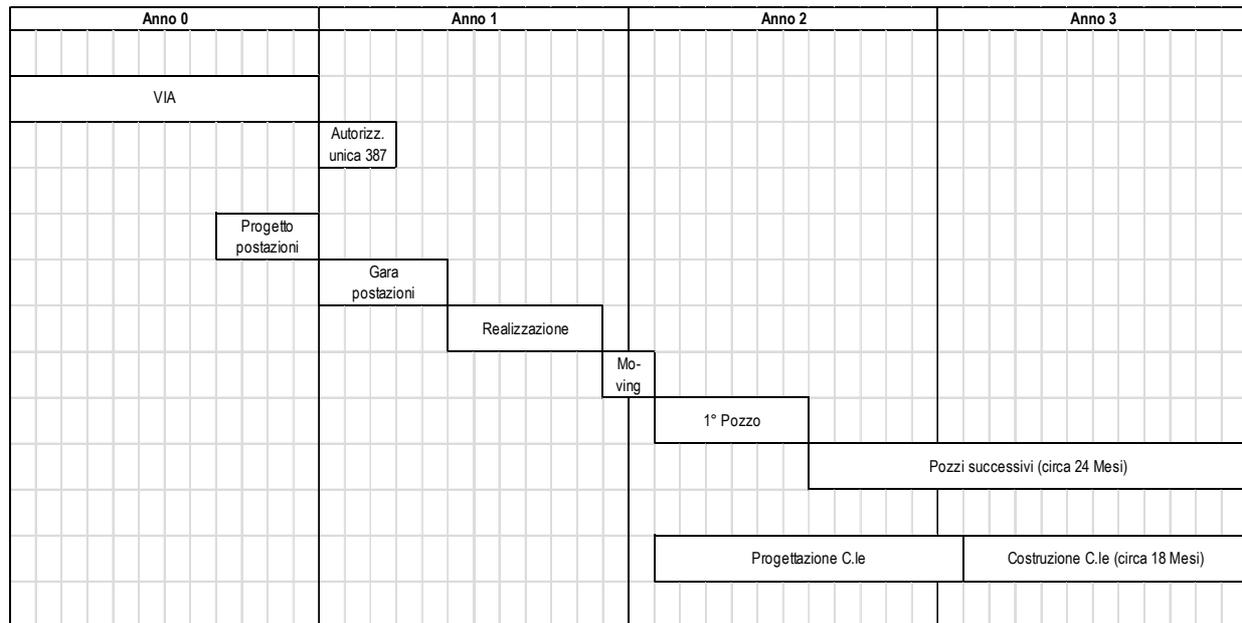


Figura 2.3.4-1– Programma cronologico di massima delle attività

2.5 Descrizione del Progetto definitivo

2.5.1 Processo produttivo

2.5.1.1 Descrizione del processo

La centrale Monterotondo 2 è stata progettata per la produzione di energia elettrica di base. L'impianto è del tipo a condensazione, con ammissione diretta del vapore geotermico in turbina, e ha una potenza di targa di 20 MW; lo schema termodinamico di base è riportato nella Figura 2.5.1-1. Il fluido geotermico che alimenta la centrale è costituito essenzialmente da una miscela di vapore d'acqua e di gas incondensabili. Il contenuto di gas e la composizione chimica possono modificarsi durante la fase di utilizzazione.

Si prevede complessivamente la perforazione di n° 9 nuovi pozzi ed il ripristino del pozzo Monterotondo 22. In funzione della reale potenzialità della risorsa geotermica reperita, si prevede la perforazione di alcuni pozzi nella fase iniziale del progetto e dei restanti dopo l'entrata in servizio della centrale, per compensare il naturale declino del campo nell'arco della vita dell'impianto e mantenere il serbatoio geotermico.

Il vapore che arriva in centrale dai pozzi produttivi tramite i vapordotti viene immesso in un sistema di separazione (due Separatori Primari, posti in parallelo, del tipo a ciclone, e a valle due Separatori Secondari, anch'essi in parallelo, muniti di demister) atto a trattenere le componenti solide e liquide del fluido. L'eventuale condensa (acqua geotermica) separata dal vapore viene inviata alla reiniezione. Successivamente il fluido, con una portata nominale di vapore e gas di circa 130 t/h, viene avviato alla turbina dove si espande cedendo energia. Il vapore entrante in turbina sarà in condizioni di saturazione.

L'espansione in turbina consente di trasformare in energia meccanica prima, e in energia elettrica poi, parte del contenuto entalpico del vapore in ingresso.

All'uscita della turbina, il fluido entra in un condensatore a miscela, nel quale viene mantenuta una pressione inferiore a quella atmosferica (circa 0,08 bar) per mezzo di un compressore (estrattore dei gas incondensabili), che ha il compito di evacuare i gas dal condensatore stesso. Il condensatore lavora pertanto in condizioni di vuoto abbastanza spinte.

Nel condensatore il fluido viene posto a contatto diretto con una portata di acqua fredda molto maggiore, pari ad alcune migliaia di t/h - proveniente dalla torre - tale da consentire la rapida condensazione di gran parte del vapore residuo. Solo una trascurabile parte di esso, corrispondente alle condizioni di equilibrio liquido-vapore alle condizioni di pressione e temperatura del condensatore, fuoriesce dalla sommità del refrigerante gas insieme ai gas incondensabili, mentre la gran parte, ormai condensata, è inviata alla torre di raffreddamento insieme alla grande portata di acqua di condensazione circolante. La condensazione del vapore avviene quindi grazie all'afflusso di acqua di raffreddamento. Il condensatore può essere concettualmente diviso in due sezioni: nella prima avviene la condensazione del vapore esausto contenuto nel fluido uscente dalla turbina e nella seconda si raffreddano ulteriormente i gas incondensabili, allo scopo di massimizzare la condensazione del vapore e contenere l'energia necessaria per la successiva compressione dei gas.

L'acqua ottenuta dalla condensazione del vapore, miscelata a quella di raffreddamento, è estratta tramite una pompa centrifuga (pompa di estrazione condensato) dal condensatore a una temperatura intorno ai 35°C e inviata alla torre di raffreddamento, del tipo a tiraggio forzato (costituita da tre celle). Nella torre avviene uno scambio termico e di materia in controcorrente tra il flusso di aria fredda ascendente e le gocce d'acqua, spruzzate dall'alto tramite appositi ugelli, che cadono nella vasca di raccolta. Il contatto dei due fluidi in controcorrente consente il passaggio di vapore dalla fase liquida alla fase gassosa, con conseguente raffreddamento della corrente di acqua, raccolta nella vasca posta alla base della torre refrigerante, alla temperatura di circa 25°C. Da qui è nuovamente utilizzata all'interno del condensatore come fluido di raffreddamento. Mediamente circa 30 m³/h di acqua sono reiniettati.

È da notare che tale portata include anche l'acqua cosiddetta "di prima pioggia". Con tale termine si intende la prima acqua piovana che cadendo sul piazzale, o in generale sulle parti pavimentate della centrale, può entrare in contatto e diluire componenti tipici della geotermia, eventualmente depositatisi a terra a causa dell'emissione del drift, cioè di goccioline liquide trascinate dall'aria nel camino della torre. Il contributo alla portata di reiniezione dato dall'acqua di prima pioggia è minimo, generalmente inferiore allo 1% del totale reiniettato.

L'acqua di prima pioggia è inviata alla reiniezione in quanto assimilabile all'acqua geotermica. Essa potrà contenere, come detto, componenti tipici della geotermia, ma non inquinanti idrocarburici: le centrali non sono infatti presidiate e tutte le attività di manutenzione sono svolte all'interno dei fabbricati. Le aree pavimentate saranno interessate soltanto dal transito sporadico di veicoli e non si prevede pertanto la presenza di idrocarburi sul piazzale.

La gestione delle acque di prima pioggia nell'ambito dell'impianto rispetterà quanto previsto dalla Legge Regionale n. 28 del 3/03/2003 (di modifica alla L.R. 20/2006) in termini di scarico in corpi idrici superficiali e/o in pubblica fognatura.

I gas uscenti dal refrigerante gas e aspirati dal compressore di centrale sono in gran parte costituiti da anidride carbonica, aria e vapore acqueo:

- il contenuto di vapore d'acqua è, come detto, quello che corrisponde all'equilibrio liquido-vapore che si stabilisce all'interno del condensatore;

- il contenuto di aria (principalmente azoto ed ossigeno) è dovuto alle infiltrazioni di aria ambiente causate dal funzionamento in condizioni di vuoto del condensatore stesso e da aria disciolta nell'acqua proveniente dalla torre di raffreddamento;
- l'anidride carbonica è il costituente principale del gas incondensabile presente nel vapore all'ingresso in centrale.

Oltre all'anidride carbonica, tale gas contiene altri componenti, presenti in concentrazioni inferiori. Tra questi rivestono importanza particolare l'idrogeno solforato (H_2S) e il mercurio (Hg). L'impianto AMIS® (Abbattimento Mercurio e Idrogeno Solforato), brevettato da ENEL, consente di eliminare gran parte di tali componenti dai gas liberati all'atmosfera.

L'acqua derivante dalla condensazione del vapore geotermico in parte evapora nella torre di raffreddamento (il 70-80%, corrispondente a circa 90-105 t/h); la parte restante (il 20-30%, pari a circa 25-40 t/h) è inviata ai pozzi di reiniezione mediante appositi acquedotti.

Il gas all'uscita del sistema di estrazione viene avviato all'impianto di trattamento AMIS® nel quale vengono rimossi mercurio e acido solfidrico. In una prima fase viene rimosso il mercurio mediante adsorbimento su letti fissi di sorbenti specifici. Successivamente viene rimosso l'acido solfidrico convertendo selettivamente l' H_2S a SO_2 mediante ossidazione catalitica ed assorbendo quasi totalmente la SO_2 prodotta nell'acqua del circuito di raffreddamento.

L'assorbimento di SO_2 provoca un abbassamento del pH dell'acqua di circolazione che favorisce la ripartizione del H_2S nel condensatore verso i gas in condensabili. Se l'ammoniaca naturalmente presente è sufficiente, è possibile ottenere un consistente abbattimento della SO_2 prodotta senza aggiunta di alcali, altrimenti, come accade normalmente nelle altre centrali dell'area di Monterotondo (Monterotondo e San Martino), è aggiunta soda.

Il mercurio viene rimosso con rendimenti superiori al 90%. La rimozione di idrogeno solforato ha rendimenti di circa il 70-80%.

Il gas in uscita dall'impianto AMIS® viene inviato alle torri refrigeranti. La percentuale di indisponibilità dell'Amis garantita da Enel è molto ridotta, inferiore al 10% delle effettive ore effettive di esercizio della centrale; in tali casi, il gas proveniente dal sistema di estrazione viene inviato direttamente ai camini delle torri per una migliore dispersione.

Nella fase di avviamento e durante le interruzioni causate da malfunzionamenti, o in occasione di piccole manutenzioni, il vapore proveniente dai pozzi è deviato verso un silenziatore posto nell'area trattamento vapore che, previa laminazione, rilascia direttamente nell'atmosfera il vapore e i gas. La deviazione del vapore verso il silenziatore avviene, qualora ricorrano le condizioni, attraverso il sistema di sfioro vapore o nel caso di insufficienza di questo sistema, attraverso il sistema di sicurezza costituito da più rami dotati ciascuno di una valvola di sicurezza.

Nel caso di fermate prolungate, la portata di fluido rilasciata in atmosfera può essere ridotta laminando direttamente i pozzi di produzione.

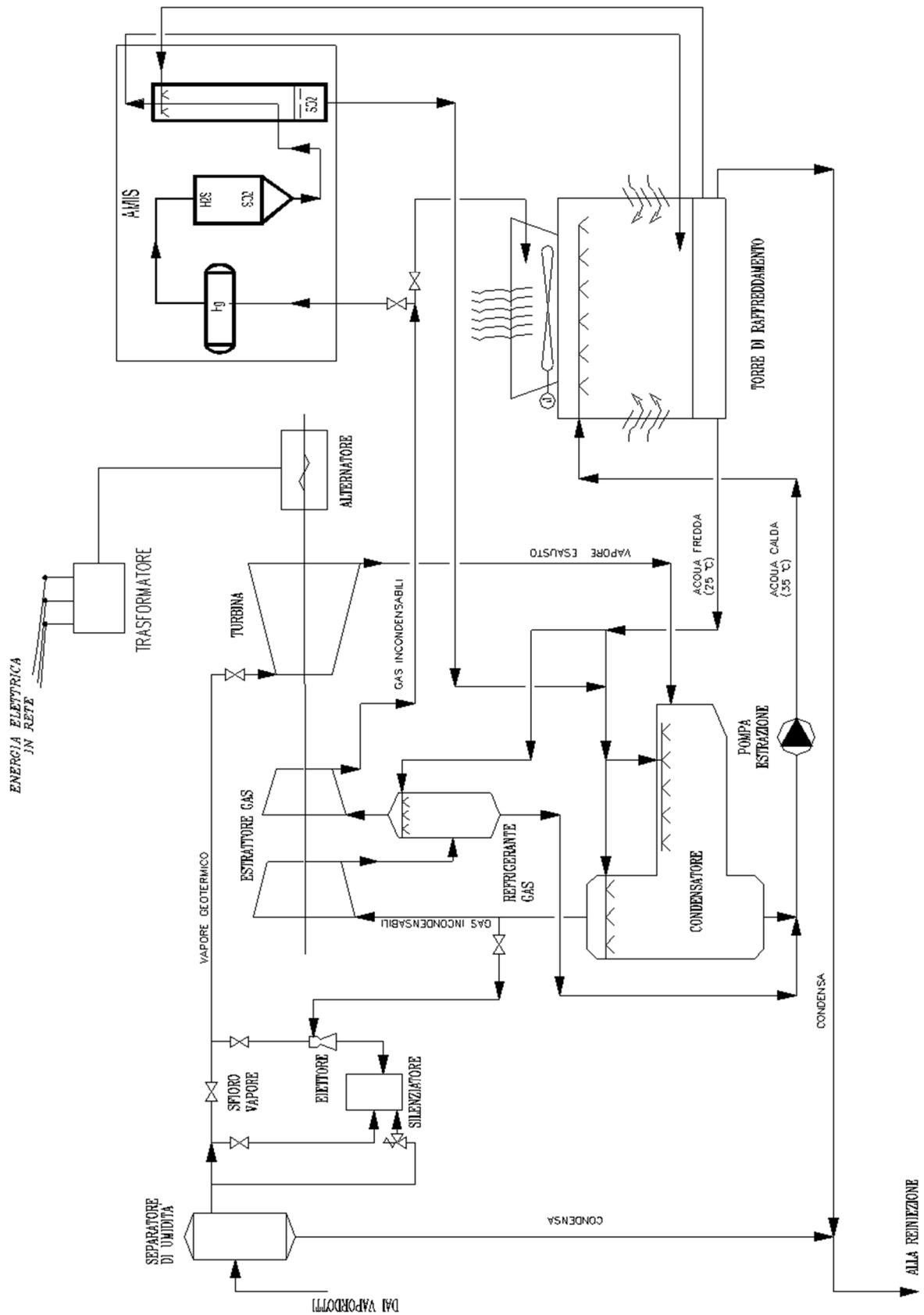


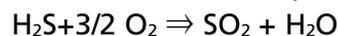
Figura 2.5.1-1 - Schema tipico per impianti geotermoelettrici (ciclo a condensazione)

2.5.1.1.1 Dettagli di funzionamento dell'impianto AMIS®

Lo schema di dettaglio dell'impianto AMIS® è riportato in Figura 2.5.1-2.

Il gas da trattare, proveniente dal compressore di centrale, ha una temperatura di circa 200°C e una pressione di circa 1 bar ass. All'ingresso dell' AMIS®, il gas viene dapprima raffreddato nel refrigerante gas, costituito da una colonna a riempimento in cui il gas entra in contatto diretto con l'acqua di raffreddamento, e successivamente inviato alla soffiante gas ad una temperatura di circa 30°C e a una pressione leggermente inferiore a quella atmosferica. Il gas compresso è inviato all'adsorbitore del mercurio, un recipiente orizzontale contenente un letto fisso al selenio o di carbone attivo impregnato di zolfo, in grado di fissare quasi quantitativamente il mercurio contenuto nel gas. All'uscita dell'adsorbitore, il gas ormai praticamente privo del mercurio viene miscelato con aria proveniente dalla Soffiante aria. È necessario, infatti, assicurare nella corrente gassosa la presenza dell'ossigeno necessario per la successiva reazione di ossidazione catalitica dell'idrogeno solforato, che avviene nel Reattore H₂S.

La miscela di gas ed aria viene inviata, ancor prima di essere alimentata al reattore H₂S, allo scambiatore carica-effluente, dove viene riscaldata fino alla temperatura necessaria (circa 220°C) all'innesco della reazione di ossidazione selettiva seguente (che avviene nel reattore grazie all'impiego di un idoneo catalizzatore):



La temperatura di ingresso al reattore di ossidazione viene controllata mediante il by-pass di parte della carica allo scambiatore.

All'avviamento dell'impianto, per raggiungere la temperatura necessaria alla reazione, è previsto l'utilizzo dell'Heater, un riscaldatore elettrico posto in mandata della Soffiante aria.

Il gas effluente dal Reattore H₂S, dopo aver ceduto parte del calore nello scambiatore carica-effluente, viene raffreddato mediante iniezione in linea di acqua di raffreddamento e successivamente inviato alla Colonna di Lavaggio.

In questa colonna il gas contatta l'acqua geotermica in controcorrente, e i componenti acidi presenti nel gas, e in particolare l'SO₂ prodotta dalla reazione di ossidazione selettiva dell'idrogeno solforato, vengono rimossi. Qualora le condizioni di pH dell'acqua non dovessero consentire un lavaggio opportuno dei componenti acidi presenti nel gas, le sue caratteristiche potranno essere rese maggiormente basiche (o meno acide) con l'iniezione di una soluzione di soda caustica, peraltro già utilizzata in geotermia negli impianti di lavaggio vapore.

La Colonna di Lavaggio è una tipica colonna a riempimento di tipo random. La portata di acqua geotermica alla colonna viene mantenuta costante e in eccesso, per assicurare comunque un lavaggio ottimale dei componenti acidi. Il gas proveniente dalla testa della Colonna di Lavaggio è convogliato alle torri di raffreddamento della centrale e quindi, attraverso le torri, all'atmosfera. L'acqua raccolta sul fondo della colonna di lavaggio viene unita all'acqua proveniente dal fondo della colonna refrigerante gas. La portata ottenuta viene inviata al condensatore.

L'alimentazione dell'acqua di raffreddamento è effettuata dalla vasca fredda delle torri.

È da notare che il personale non è di norma presente in centrale o nell'impianto AMIS® ed interviene solo per controlli saltuari e/o per avarie. Il sistema di controllo e supervisione della centrale integra l'impianto AMIS® e gestisce il processo da remoto (cioè dal posto di teleconduzione di Larderello) attraverso l'acquisizione di tutti i parametri di funzionamento.

Il sistema utilizza in automatico i vari loop di regolazione ed è in grado di agire direttamente sugli organi di manovra, quali valvole, pompe e compressori. Vengono acquisite e registrate temperature, pressioni, livelli e portate, così come alcuni parametri

che informano della produzione e dei consumi elettrici. A fronte di anomalie o malfunzionamenti il sistema è in grado di interrompere il processo e mettere in sicurezza l'impianto.

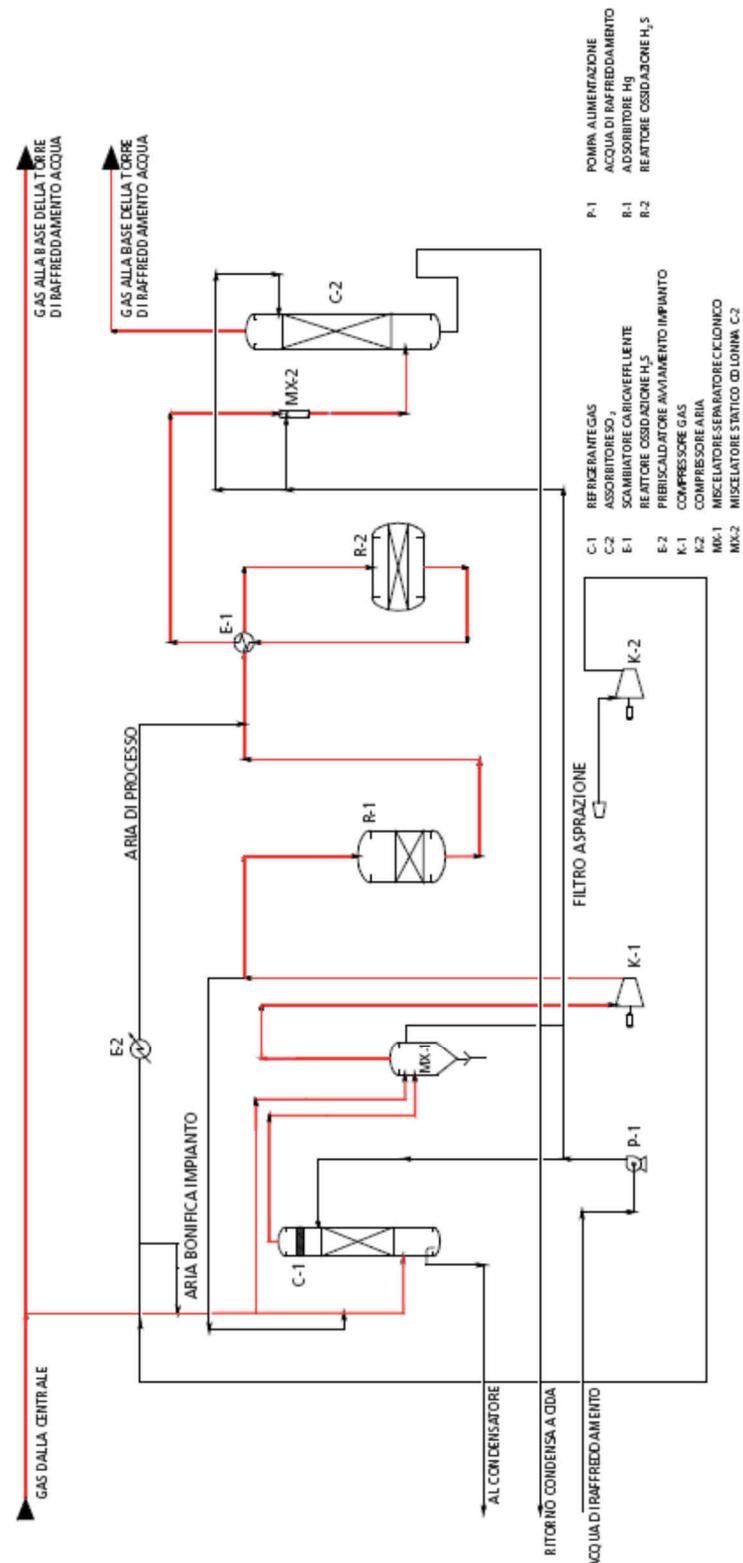


Figura 2.5.1-2 - Schema dell'impianto AMIS®

2.5.1.2 Macchinario principale di centrale

Le caratteristiche più importanti delle principali apparecchiature che saranno installate nella centrale di Monterotondo 2 sono di seguito riassunte.

Turbina: La turbina è un'unità a condensazione a corpo unico, a singolo flusso, del tipo ad azione. Essa è progettata e costruita in modo da poter funzionare nel campo di pressione da 5 a 20 bar, alla temperatura corrispondente al saturo +10°C, con una portata nominale di vapore di 130 t/h. La velocità nominale è 3000 giri al minuto primo; è accoppiata direttamente, a un'estremità d'albero, con il generatore elettrico e, all'estremità opposta, con l'estrattore gas.

Condensatore: È del tipo a miscela, direttamente collegato con lo scarico turbina; in esso avviene la condensazione della maggior parte del vapore di scarico e la refrigerazione dei gas incondensabili, prima del loro ingresso nell'estrattore gas. È progettato e costruito in acciaio inox e funziona alla pressione assoluta di circa 0,08 bar alla flangia di scarico turbina; è alimentato con acqua alla temperatura di circa 25°C, che fuoriesce con un incremento di 10°C in condizioni nominali.

Alternatore: È del tipo sincrono, trifase, ad asse orizzontale, con raffreddamento ad aria/acqua a ciclo chiuso, atto a funzionare in servizio continuo. Ha valori nominali di: potenza 23 MVA, tensione in uscita pari a 6 kV, frequenza 50 Hz; è trascinato in rotazione direttamente dalla turbina alla velocità di 3000 giri/min.; ha eccitazione di tipo statico o brushless, isolamento in Classe F ed è costruito a norme C.E.I.

Estrattore gas: È del tipo "integrally geared", cioè costituito da un moltiplicatore di velocità con le giranti dell'estrattore montate a sbalzo sugli alberi del moltiplicatore. La macchina è azionata direttamente dalla turbina, cui è collegata tramite un giunto a denti. L'estrattore ha il compito di asportare i gas incondensabili dal condensatore, mantenendo una pressione assoluta di circa 0,07 bar alla flangia di interfaccia. La compressione del gas avviene attraverso 3 o 4 stadi, ciascuno realizzato con giranti dedicate (singole o doppie), con una o due refrigerazioni intermedie. La portata di gas incondensabili di progetto è variabile da circa 5.200 a circa 10.400 kg/h.

Pompa di circolazione: È del tipo ad asse verticale, con girante immersa, idonea alla movimentazione dell'acqua di processo con una portata nominale max. di 6.400 m³/h e una prevalenza di circa 24 m c.a. La pompa è direttamente accoppiata a un motore elettrico, pure ad asse verticale di tipo asincrono, trifase, alimentata in MT (6 kV) - 50 Hz, in esecuzione stagna per servizio all'aperto, conforme alle norme C.E.I.

Torre di raffreddamento: La torre di raffreddamento assolve lo scopo di raffreddare l'acqua necessaria per la condensazione del vapore endogeno. Il funzionamento della torre si basa sul principio del raffreddamento per evaporazione: l'acqua calda, a contatto con una corrente di aria fredda non satura, evapora in quota parte, raffreddando l'acqua rimanente. La torre, a tiraggio indotto, è costituita da una struttura in legno con riempimento del tipo "a splash". La portata massima d'acqua circolante è di 6.400 m³/h e la differenza di temperatura fra ingresso e uscita è pari, nelle condizioni nominali di esercizio, a 10°C.

La tabella che segue sintetizza le caratteristiche tecniche attese per il macchinario principale della Centrale di Monterotondo 2.

Tabella 2.5.1-1 - Centrale di Monterotondo 2: dati tecnici dei macchinari principali

Parametro	Unità di misura	Valore
TURBINA		
Portata nominale vapore di ammissione	t/h	130
Contenuto di gas	%	4 - 8
Pressione vapore di ammissione	bar	18 - 20
Temperatura max. di ammissione	°C	270
Pressione vapore di scarico	bar	0,08
Numero di giri	giri/min	3000
COMPRESSORE		
Portata di gas incondensabili	kg/h	5.200 – 10.400
Pressione gas all'aspirazione	bar	0,07
Temperatura gas all'aspirazione	°C	26
Pressione gas allo scarico	bar	1,10
CONDENSATORE		
Portata acqua ingresso	t/h	6.400
Temperatura acqua ingresso	°C	25
Temperatura acqua uscita	°C	35
Temperatura gas uscita	°C	26
POMPA ACQUA		
Portata acqua raffreddamento	t/h	6.400
Prevalenza	m c.a.	24
TORRE DI RAFFREDDAMENTO		
Portata acqua raffreddamento	t/h	6.400
Temperatura acqua calda	°C	35
Temperatura acqua fredda	°C	25
Temperatura bulbo umido di progetto	°C	18,5
Potenza assorbita dai motori	kW	3 x 120
Numero di celle	n	3
Lunghezza x larghezza cella	m	14-16 x 17-19
Altezza totale	m	20 - 22
Diametro dei ventilatori	m	9-10
GENERATORE		
Potenza nominale	kVA	23.000
Tensione	kV	6
Fattore di potenza	cosφ	0,9
Frequenza	Hz	50
Numero di giri	giri/min	3000
Raffreddamento	--	aria/acqua

2.5.1.3 Impiantistica di centrale

Impianto di trattamento vapore

Il vapore che arriva in centrale dai pozzi produttivi tramite i vapordotti viene immesso in un sistema di separazione atto a trattenere le componenti solide e liquide del fluido prima che esso entri nella turbina. Tale sistema è costituito da una o più apparecchiature di forma essenzialmente cilindrica, disposte verticalmente e orizzontalmente in una apposita piattaforma sita al margine del piazzale di centrale (paragrafo 2.5.1.1). Al suddetto sistema di separazione sono collegate sia la condotta di adduzione del fluido al macchinario di produzione, sia quella di sfioro del vapore, suddivisa in più rami dotati di valvole di sicurezza, che si allaccia al silenziatore. Quest'ultimo è posto sul bordo posteriore della piattaforma anzidetta ed è costituito da una vasca in calcestruzzo

riempita quasi completamente con blocchetti in cemento e pomice a volumetria composita con sovrapposti pannelli fonoassorbenti.

Impianto AMIS®

L'impianto di abbattimento sarà del tipo AMIS® ideato e costruito da Enel Green Power e già perfettamente funzionante su numerose centrali geotermoelettriche. L'impianto AMIS® è applicabile solo alle centrali geotermiche e consente significative riduzioni delle emissioni di H₂S e di Hg. La descrizione dell'impianto è riportata al paragrafo 2.5.1.1.1).

Sistema di automazione, controllo e telecomando

Il sistema riguarda la centrale nel suo insieme inteso come la totalità degli impianti presenti oltre il sistema strettamente necessario alla produzione di energia elettrica e quindi comprende l'impianto AMIS® e il sistema di trattamento vapore.

Il sistema di controllo e supervisione della centrale è realizzato in modo da poter garantire il funzionamento dell'impianto in sicurezza anche senza il presidio locale continuo da parte del personale. L'automazione è pertanto basata sui seguenti principi:

- accentrare tutti i comandi e le informazioni logiche e analogiche relative al processo in sala controllo;
- elaborare automaticamente, a mezzo calcolatore, tutte le informazioni, onde fornire continue indicazioni e diagnostiche sullo stato dell'impianto;
- effettuare comandi automatici di intervento sull'impianto al fine di garantirne la sicurezza;
- consentire l'intervento manuale sull'impianto in ogni condizione;
- trasmettere in modo continuativo al Posto di Teleconduzione di Larderello le informazioni essenziali, e ricevere dallo stesso i comandi normali o di emergenza, onde consentire l'esercizio dell'impianto a distanza;
- consentire di attivare a distanza, a mezzo di singoli comandi, logiche sequenziali residenti sul sistema e ricevere, di ritorno, le informazioni conseguenti in forma sintetica;
- consentire a distanza, a seguito di richiesta volontaria, la visualizzazione di tutti i parametri e dati che caratterizzano lo stato dell'impianto.

Il sistema è realizzato essenzialmente da:

- strumentazione elettronica per il monitoraggio continuo del ciclo termodinamico, del macchinario e delle apparecchiature e circuiti elettrici (misura di temperature, pressioni, livelli, tensioni, correnti, vibrazioni, ecc.);
- motorizzazione di tutte le apparecchiature di intercettazione, sezionamento, regolazione, ecc., onde consentire il comando automatico e remoto;
- quadri di automazione contenenti le apparecchiature elettroniche di interfaccia con il campo, raggruppate per funzioni omogenee quali: misure elettriche e di ciclo, protezioni elettriche, comandi e blocchi, regolazioni, ecc.; contengono inoltre i circuiti atti ad interfacciare l'impianto con il PT per le funzioni di telecontrollo.
- sottosistema di acquisizione e controllo, basato sull'impiego di microprocessori, che provvede a:
 - acquisire ed elaborare, secondo logiche e procedure predefinite, tutte le informazioni provenienti dal campo,
 - eseguire automaticamente gli interventi necessari che presiedono alla sicurezza dell'impianto,
 - interfacciarsi con il sottosistema di supervisione dell'impianto;
- sottosistema di supervisione e di interfaccia con l'impianto, anche questo basato sull'impiego di microprocessori, che consente di:
 - interfacciare l'operatore con il campo per l'emissione di comandi,

- visualizzare tutte le informazioni provenienti dall'impianto (misure, allarmi, segnalazioni di stato, ecc.),
- archiviare le suddette informazioni secondo files predefiniti,
- interfacciarsi con l'esterno per le funzioni di telesupervisione.

2.5.1.4 Sistema elettrico

Stazione elettrica A.T.

Le apparecchiature AT a servizio della centrale sono le seguenti:

- un trasformatore di potenza MT/AT, che eleva la tensione del generatore alla tensione di rete;
- una terna di scaricatori in ossido di zinco, posti lato AT del trasformatore, per la protezione delle apparecchiature di centrale contro sovratensioni accidentali (es. fulmini);
- un interruttore per alta tensione, avente lo scopo e la capacità di interrompere il circuito elettrico sia in condizioni normali che in caso di guasti;
- un sezionatore rotante orizzontale, avente lo scopo di sezionare il circuito una volta interrotta la continuità elettrica da parte dell'interruttore;
- trasformatori di corrente (TA) e di tensione (TV), aventi il compito di permettere l'inserimento delle apparecchiature di misura e di protezione.

Linea elettrica AT

L'allaccio alla rete elettrica di trasmissione sarà probabilmente realizzato mediante collegamento in alta tensione della centrale Monterotondo 2 con la linea A.T. Nuova San Martino, facente parte della rete di trasmissione nazionale di Terna S.p.A.. La stazione di trasformazione sarà posizionata all'interno del piazzale di centrale. La linea elettrica, che avrà una lunghezza inferiore a 3 km, sarà soggetta ad altro iter autorizzativo nel momento in cui sarà definito con Terna S.p.A. il tipo di collegamento alla rete elettrica nazionale. Figura 2.5.1-3 se ne riporta il tracciato indicativo.

Sistema elettrico MT/BT

Saranno previsti quadri in media tensione per l'alimentazione degli ausiliari di maggior potenza e quadri in bassa tensione, derivati da un gruppo di trasformazione MT/BT, per l'alimentazione dei motori e delle altre utenze elettriche di centrale. Alcune apparecchiature di sicurezza verranno alimentate in corrente continua, derivata dal sistema BT.

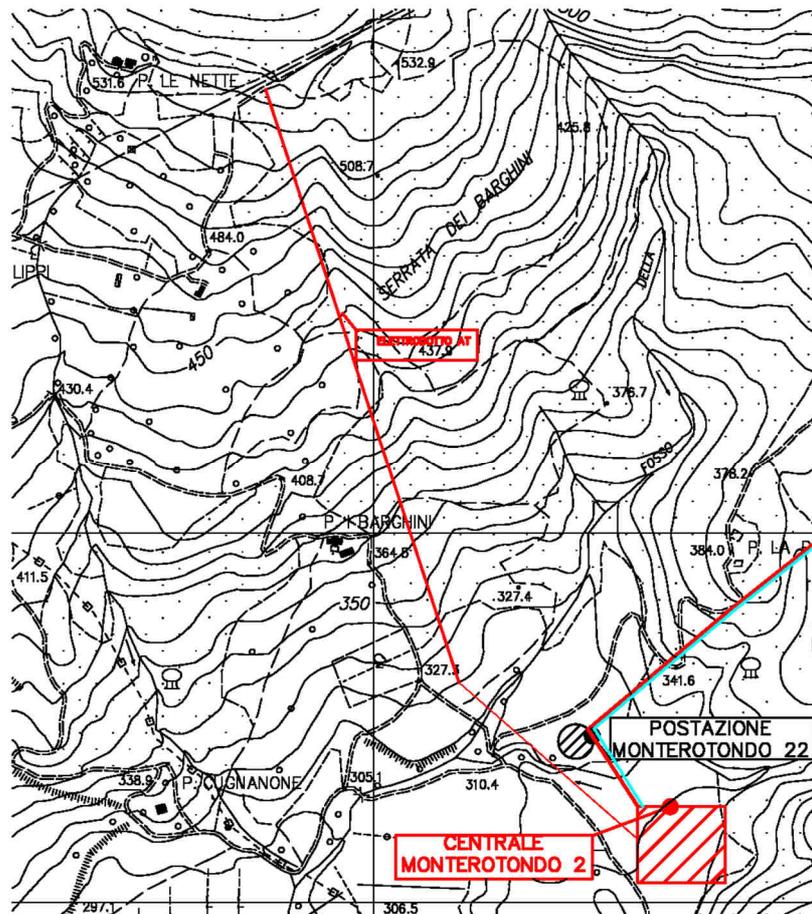


Figura 2.5.1-3 – Tracciato di massima della linea AT di collegamento alla rete

2.5.2 Attività e opere minerarie

L'attività mineraria consiste nella realizzazione di tutte le opere direttamente connesse alle esigenze della perforazione, quali: gli studi preliminari, la realizzazione di una nuova postazione e della relativa viabilità di accesso, l'adeguamento di una postazione esistente e la manutenzione della relativa viabilità, la perforazione dei pozzi geotermici e la conduzione delle prove di produzione, queste ultime necessarie per la caratterizzazione chimico-fisica del fluido reperito.

2.5.2.1 Indagini geologiche, geofisiche e geotecniche

Le indagini geofisiche previste in questa fase della ricerca comprendono essenzialmente rilievi in pozzo quali logs e profili sismici verticali convenzionali (VSP) e/o SWD. I logs (di tipo acustico, gamma-ray, di resistività, di densità, ecc.) hanno lo scopo di migliorare la taratura dei dati geofisici esistenti e di contribuire alla definizione della successione stratigrafica e della situazione idrogeologica (presenza di fratture, ecc.) dei pozzi. I profili sismici in pozzo (VSP e/o SWD) hanno l'obiettivo principale di fornire informazioni sull'assetto strutturale della porzione di serbatoio interessata dai pozzi, con particolare riferimento alla presenza di fratture anche al di sotto delle profondità raggiunte dai pozzi stessi, e di verificare le funzioni di velocità adottate nell'interpretazione delle linee sismiche di superficie e, quindi, le profondità degli obiettivi. Dopo aver valutato i risultati dei pozzi che saranno perforati, potrà essere presa in considerazione l'eventualità di

eseguire ulteriori rilievi sismici a riflessione, anche 3D, a integrazione di quelli già esistenti. Lo scopo generale di quest'attività geofisica é quello di contribuire, con sempre maggiore precisione e affidabilità, all'aggiornamento progressivo del modello geotermico dell'area d'interesse, grazie anche agli ulteriori dati acquisiti nel corso del controllo geologico dei pozzi che saranno perforati. A questo proposito, i detriti di perforazione saranno raccolti sistematicamente e verranno eseguiti anche alcuni carotaggi, particolarmente nei tratti di pozzo di maggiore interesse e in quelli ove i detriti verranno a mancare in seguito a perdite di circolazione. I campioni raccolti saranno studiati dal punto di vista stratigrafico, petrografico e mineralogico. Sempre in ambito geofisico, ma con particolare finalizzazione a tematiche di controllo ambientale, sarà continuato il monitoraggio microsismico con la rete Enel, che copre anche l'area in oggetto con n°6 stazioni disposte nelle immediate vicinanze, e verrà progettata e realizzata una rete opportuna di livellazione di alta precisione, da connettere alle reti delle concessioni vicine, per il monitoraggio di dettaglio dei movimenti del suolo. In ambito geochimico, infine, saranno eseguiti campionamenti e analisi dei fluidi prodotti dai pozzi, per caratterizzarli sia dal punto di vista termodinamico che chimico.

2.5.2.2 Perforazione dei pozzi

Le postazioni interessate dal progetto, descritte nel par. 2.5.2.4 seguente, sono:

- Monterotondo 22, esistente, da adeguare con modesti interventi;
- Monterotondo 23, da realizzare ex-novo su di un'esistente sito industriale dismesso, su cui era ospitata una stazione elettrica di trasformazione Enel;

Il progetto prevede le seguenti attività di perforazione:

- n° 4 nuovi pozzi dalla postazione MR22, denominati Monterotondo 22A, 22B, 22C, 22D e n°1 ripristino (pozzo Monterotondo 22);
- n° 5 pozzi dalla postazione MR23, denominati Monterotondo 23, 23A, 23B, 23C, 23D.

Le tematiche di seguito trattate sono sviluppate e illustrate graficamente nei seguenti elaborati grafici, riportati in allegato:

- tavole 2.5.2-1 ÷ 2.5.2-7 relative al progetto della postazione Monterotondo 22 (trattata insieme alla centrale geotermica per ragioni di prossimità),
- tavola 2.5.2-8 relativa alla postazione Monterotondo 23.

Per quanto riguarda il gruppo di pozzi relativi alla postazione Monterotondo 22, le stratigrafie sono state ricostruite utilizzando i dati del sondaggio Monterotondo 22 già perforato. Per il gruppo dei pozzi relativi alla nuova postazione Monterotondo 23, le stratigrafie sono state ricostruite in base alle conoscenze geologiche dell'area e al sondaggio superficiale Cagnesi 1.

L'assenza di rilievi sismici 3D in entrambe le aree interessate dai pozzi in oggetto, non consente di definire specifici obiettivi dal punto di vista sismico. In base alle ricostruzioni stratigrafiche e alle conoscenze del campo geotermico, si ritiene opportuno indagare le zone al contatto con le rocce intrusive attraversando il granito stesso fino alla profondità di circa 3500 - 4000m.

Per la postazione Monterotondo 22 si prevede di indirizzare il primo sondaggio verso l'interno del campo geotermico in coltivazione (direzione N). Per la postazione Monterotondo 23 si propone di effettuare il primo sondaggio verticale. In entrambi i casi, l'esito della perforazione potrà fornire ulteriori indicazioni per indirizzare i sondaggi successivi.

2.5.2.2.1 Profilo pozzi postazione Monterotondo 22 (22A, 22B, 22C, 22D)

Il profilo di tubaggio previsto per i pozzi della postazione di Monterotondo 22, tenuto conto del profilo termico dell'area e delle informazioni di carattere stratigrafico, prevede l'isolamento della formazione fino alla profondità di 2200 m. A partire da questa quota, la perforazione proseguirà in open hole al fine di consentire lo sfruttamento delle fratture produttive delle zone al contatto con le rocce intrusive ed attraversare il granito fino alla profondità di circa 3500-4000 m.

La realizzazione dei pozzi prevede le seguenti fasi:

- esecuzione di un tratto di foro \varnothing 30" da piano campagna a 100 m di profondità e successiva discesa e cementazione di un casing \varnothing 24" 1/2;
- esecuzione di un tratto di foro \varnothing 23" da 100 m fino al superamento del contatto con il basamento previsto a 760 m e successiva discesa e cementazione di un casing \varnothing 18" 5/8;
- esecuzione di un tratto di foro \varnothing 17" 1/2 da c.a. 770 m a c.a. 1100 m di profondità e successiva discesa e cementazione di un casing \varnothing 13" 3/8;
- esecuzione di un tratto di foro \varnothing 12" 1/4 da c.a. 1100 m a 2200 m di profondità e successiva discesa e cementazione di un liner \varnothing 9" 5/8 con testa hanger a c.a. 1050 m.
- esecuzione di un tratto di foro in open hole \varnothing 8" 1/2 da 2200 m a fondo pozzo.

Si prevede di indirizzare il primo sondaggio in direzione nord. In base all'esito della perforazione del primo sondaggio saranno definiti i parametri di deviazione dei sondaggi successivi.

2.5.2.2.2 Profilo pozzi postazione Monterotondo 23 (23, 23A, 23B, 23C, 23D)

Il profilo di tubaggio previsto per i pozzi della postazione di Monterotondo 23, tenuto conto del profilo termico dell'area e delle informazioni di carattere stratigrafico, prevede l'isolamento della formazione fino alla profondità di 2200 m. A partire da questa quota la perforazione proseguirà in open hole al fine di consentire lo sfruttamento delle fratture produttive delle zone al contatto con le rocce intrusive ed attraversare il granito fino alla profondità di circa 3500-4000 m.

La realizzazione dei pozzi prevede le seguenti fasi:

- esecuzione di un tratto di foro \varnothing 30" da piano campagna a 100 m di profondità e successiva discesa e cementazione di un casing \varnothing 24" 1/2;
- esecuzione di un tratto di foro \varnothing 23" da 100 m fino al superamento del contatto con la serie anidritica previsto a 550 m e successiva discesa e cementazione di un casing \varnothing 18" 5/8;
- esecuzione di un tratto di foro \varnothing 17" 1/2 da c.a. 560 m fino al superamento del contatto con il basamento previsto a 1400 m e successiva discesa e cementazione di un casing \varnothing 13" 3/8;
- esecuzione di un tratto di foro \varnothing 12" 1/4 da c.a. 1410 m a 2200 m di profondità e successiva discesa e cementazione di un liner \varnothing 9" 5/8 con testa hanger a c.a. 1360 m.
- esecuzione di un tratto di foro in open hole \varnothing 8" 1/2 da 2200 m a fondo pozzo.

Per la postazione Monterotondo 23 si prevede di effettuare il primo sondaggio verticale. In base all'esito della perforazione del primo sondaggio saranno definiti i parametri di deviazione dei sondaggi successivi.

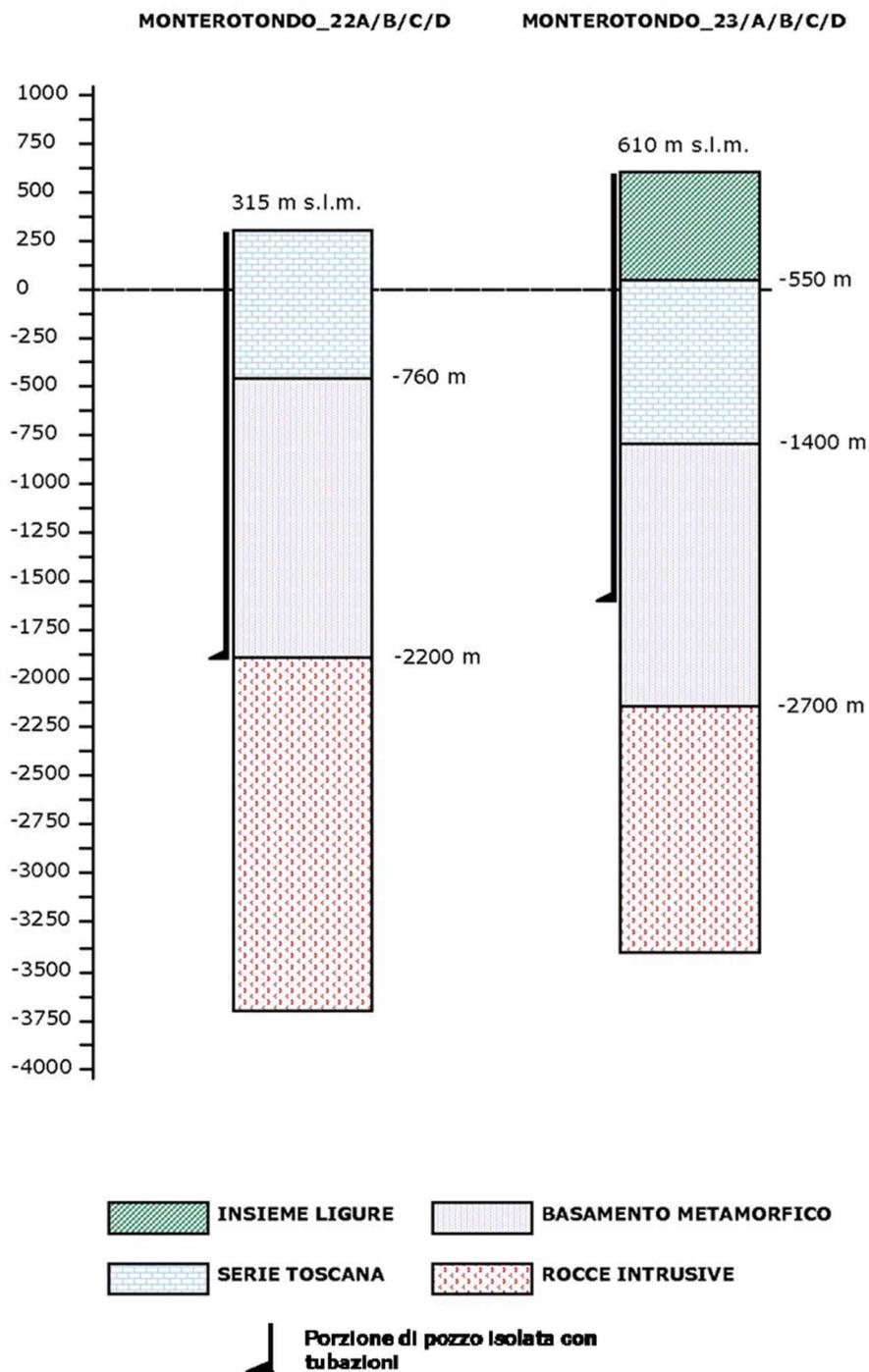


Figura 2.5.2-1 – Previsione stratigrafica e rivestimento ipotizzato dei sondaggi oggetto del presente progetto

2.5.2.3 Criteri e tecnologie di perforazione

2.5.2.3.1 Perforazione

La perforazione dei pozzi minerari avviene mediante impianti dotati di una batteria di perforazione che comprende i seguenti elementi:

- lo scalpello, che è l'utensile perforante la roccia;
- le aste di perforazione, che hanno la funzione di:
 - o sostenere i vari attrezzi che vengono calati nel pozzo stesso;
 - o trasmettere allo scalpello il peso necessario all'avanzamento e il moto di rotazione necessario alla frantumazione della roccia;
 - o trasferire il fluido di perforazione al fondo del pozzo.

Il moto di rotazione viene impresso alle aste da dispositivi tipo tavola rotary o top drive.

L'avanzamento della batteria di perforazione all'interno del foro in costruzione avviene, di norma, in presenza di un fluido di perforazione che, iniettato mediante pompe alla testa della batteria, circola attraverso le aste tubolari, fuoriesce allo scalpello e riempie la cavità del pozzo ritornando in superficie. Tale fluido ha numerose funzioni, tra le quali quella principale di riportare in superficie i detriti prodotti dalla frantumazione del terreno, consentendo lo svuotamento della cavità prodotta, sostenere le pareti del foro in attesa dei rivestimenti definitivi, lubrificare e raffreddare lo scalpello.

I fluidi di perforazione normalmente utilizzati possono essere aria, acqua o acqua opportunamente additivata e miscelata con bentonite (argilla con elevate proprietà colloidali).

Al fine di salvaguardare da possibili inquinamenti le falde idriche superficiali, utilizzabili per usi domestici o irrigui, la perforazione dei terreni permeabili superficiali viene effettuata ad acqua chiara.

Durante l'operazione di perforazione, ad intervalli di profondità prestabiliti, si procede al rivestimento del pozzo calando la colonna del casing e cementando l'intercapedine tra questa e la formazione rocciosa per mezzo di malta cementizia.

Perforazione ad acqua

Durante la perforazione del serbatoio s'incontrano frequentemente fratture che provocano l'assorbimento del fluido impiegato. Talvolta, nelle perforazioni profonde (circa 3.000 metri) si incontra un serbatoio intermedio da attraversare, per il quale si pongono gli stessi problemi appena descritti.

In questi casi come fluido di perforazione viene utilizzata solo acqua, reintegrando la parte persa per assorbimento. Con questa tecnica di perforazione, il consumo di acqua è variabile da pochi m³/h fino ad un massimo di 80 m³/h. Il valore massimo può interessare solo particolari condizioni di lavoro, relative alla perforazione del tratto finale del pozzo, in corrispondenza degli orizzonti fratturati della roccia-serbatoio e comunque per un breve periodo di tempo. Mediamente, il consumo per un impianto può essere stimato in 20 m³/h per la durata media che è di circa tre mesi.

Perforazione ad acqua con bentonite

Questa tecnica viene comunemente utilizzata durante l'attraversamento dei terreni impermeabili. I fluidi di perforazione vengono impiegati utilizzando apposite vasche poste a fianco dell'impianto di perforazione. Questo tipo di perforazione permette un efficace raffreddamento dell'utensile e un'adeguata protezione delle pareti da eventuali distacchi di roccia (rifranco).

Fluidi di perforazione bentonitici

Il fluido normalmente utilizzato nella perforazione dei pozzi è costituito essenzialmente da una miscela di acqua e bentonite, di seguito denominata "fango" che, tra le varie funzioni svolte, permette il trasporto in superficie del detrito della roccia perforata. Il

fango viene confezionato sull'impianto, miscelando circa 60 kg di bentonite (argilla montmorillonitica) per metro cubo d'acqua.

In certi casi possono venire utilizzati anche particolari additivi (es. lignosulfonato, polimero, emulsione siliconata, etc. in percentuale inferiore allo 0,5%), aventi lo scopo di mantenere adeguate le caratteristiche del fluido in funzione dei terreni attraversati dallo scalpello.

Il fango, nella circolazione all'interno del pozzo, viene a contatto con le diverse tipologie di terreno e ritorna in superficie con, in sospensione, i detriti prodotti dall'azione dello scalpello. Questi vengono separati fisicamente con un vibrovaglio, e il fluido riutilizzato nel ciclo di perforazione. Al termine della sua fase di utilizzo il detrito, le cui caratteristiche sono strettamente dipendenti dalla tipologia dei terreni attraversati durante la perforazione, confluisce nella vasca dei reflui depositandosi sul fondo.

2.5.2.3.2 Casing

Durante l'operazione di perforazione, a intervalli di profondità prestabiliti, si procede al rivestimento del pozzo mediante tubi di acciaio (i casing) e cementando l'intercapedine tra questa e la formazione rocciosa per mezzo di malta cementizia.

L'operazione di rivestimento dei pozzi geotermici è necessaria per diverse ragioni. Il rivestimento ha infatti la funzione di:

- salvaguardare e isolare dal fluido di perforazione eventuali falde idriche superficiali;
- sostenere le pareti del foro impedendone il rifranto nel tempo;
- preservare il pozzo e i suoi livelli produttivi da interferenze con fluidi presenti nei diversi livelli geologici attraversati

A tale scopo, dato che durante la perforazione si possono incontrare fluidi estremamente salini e aggressivi aventi alte temperature (maggiori di 400°C), vengono messe in opera delle tubazioni in acciaio di diametro di volta in volta adeguato all'ampiezza del foro, che decresce con la profondità. I diametri solitamente utilizzati variano da 24 pollici nei primi cento metri di pozzo, a 18" 5/8 , 13" 3/8 e 9" 5/8 nei tratti più profondi.

La colonna del casing viene opportunamente vincolata alla roccia mediante iniezione di malta cementizia nell'intercapedine tra il casing e le pareti del pozzo. Per la sicurezza e la gestione del pozzo è necessario che la malta mantenga inalterate nel tempo le proprie caratteristiche, al fine sia di proteggere dalla corrosione il casing, sia di isolare i fluidi presenti nei vari strati geologici attraversati. A tale scopo la malta viene confezionata con additivi appositi. Il cemento utilizzato per la preparazione delle malte è costituito da un clinker ferrico di cemento Portland addizionato a secco con farina di silice (rapporto cemento-silice uguale a 2,5).

Per la gestione in sicurezza e la preservazione nel tempo del manufatto è necessario che la malta impiegata per fare aderire il casing alle pareti mantenga inalterate nel tempo le proprie caratteristiche, in modo da garantire un' adeguata protezione del casing stesso dall'ambiente circostante. Infatti, durante la perforazione si possono incontrare fluidi estremamente aggressivi per salinità e temperatura (anche maggiore di 400°C), tali da compromettere nel tempo l'integrità dei materiali costituenti il casing se la malta impiegata non fornisce un isolamento dal terreno sufficientemente continuo e durevole. Per ottenere tale prestazione la malta viene confezionata con additivi appositi (agenti antischiuma, fluidificanti, ritardanti del tempo di presa, etc).

2.5.2.3.3 Prove di produzione e reiniezione

La sperimentazione dei pozzi ha i seguenti obiettivi:

- determinare le caratteristiche produttive dei pozzi;

- confermare la composizione chimica del fluido, utilizzata per definire il dimensionamento degli estrattori gas delle centrali, valutare le emissioni degli inquinanti, verificare la necessità di installare impianti per la separazione del fluido geotermico a boccapozzo;
- valutare la potenzialità del serbatoio (nel caso dei primi pozzi), allo scopo di definirne le possibilità di sviluppo, in termini di numero dei pozzi da perforare.

Prove di iniezione

Le prove di iniezione vengono di norma eseguite durante la perforazione delle formazioni che ospitano il serbatoio geotermico, quando si verificano condizioni di perdita di circolazione. Gli scopi di queste prove sono essenzialmente due: valutare la capacità produttiva dell'orizzonte perforato e individuare le zone produttive al suo interno.

Le prove si svolgono secondo il procedimento standard di seguito descritto:

- estrazione delle aste, con mantenimento della portata di fluido di perforazione usata durante la trivellazione;
- discesa di una apposita "sonda elettrica" per il rilievo di pressione e temperatura, per individuare le zone assorbenti;
- variazione a gradino della portata del fluido di perforazione (spesso riduzione a zero) e registrazione del transitorio di pressione in pozzo per 4 - 8 ore.

Dall'interpretazione del transitorio, calcolando il rapporto $\Delta Q/\Delta P$, si ricava l'iniettività e quindi, con una formula semiempirica, la portata attesa delle fratture produttive presenti nel tratto di pozzo perforato.

Prove di produzione

Le prove di produzione dei pozzi possono essere di "breve" o di "lunga durata". Esse si articolano in tre fasi: nella prima si esegue il degasamento del pozzo, nella seconda si attende che il pozzo stabilizzi l'erogazione del fluido e nella terza si effettua la caratterizzazione del pozzo.

Le prove di produzione di breve durata, circa 3÷7 giorni, devono essere effettuate su tutti i pozzi per valutare, anche se in via preliminare, le principali caratteristiche produttive di ciascuno di essi. Sono eseguite facendo erogare il pozzo attraverso un separatore silenziatore; l'eventuale liquido separato viene accumulato nella vasca di raccolta del fluido di perforazione, mentre il vapore e gli incondensabili vengono rilasciati in atmosfera.

Le prove di produzione di lunga durata richiedono alcune settimane; esse sono effettuate su alcuni dei primi pozzi perforati in un nuovo serbatoio, allo scopo di acquisire informazioni sulla sua potenzialità e valutare le caratteristiche chimico - fisiche del fluido; consentono di stimare la portata totale di fluido producibile dal campo geotermico.

Le prove di lunga durata sono generalmente eseguite montando una linea di produzione del fluido e un silenziatore, attraverso il quale il pozzo è fatto erogare. Nel caso in cui il pozzo produca una miscela bifase di acqua e vapore, prima dell'esecuzione delle prove di produzione di lunga durata è necessaria la costruzione di un separatore liquido/vapore, di una stazione di pompaggio provvisoria e di una tubazione di reiniezione provvisoria. Il liquido proveniente dal separatore viene raccolto in una vasca per essere inviato al pozzo di reiniezione, mentre il vapore e gli incondensabili sono rilasciati in atmosfera.

Nel caso di Monterotondo, essendo già note le caratteristiche del serbatoio geotermico, non sono previste prove di produzione di lunga durata.

2.5.2.3.4 Approvvigionamento idrico delle postazioni

Postazione Monterotondo 22

Il consumo di acqua complessivo necessario per la realizzazione di ogni pozzo dipende dalla durata della perforazione condotta in regime di perdita totale di circolazione e dalla portata di assorbimento, ovvero dalla profondità alla quale si incontrano orizzonti fortemente assorbenti e dalla loro relativa iniettività. Questi orizzonti, essendo tipicamente strutture di permeabilità secondaria di grandi dimensioni a carattere anisotropo non sono evidentemente conoscibili a priori, per cui i volumi di acqua richiesti non sono facilmente prevedibili. Tuttavia per pozzi realizzati dalla stessa postazione le correlazioni stratigrafiche hanno una elevata affidabilità. Sulla base dell'esperienza del pozzo "Monterotondo 22", si può prevedere che ogni pozzo da realizzare da questa postazione richieda il reperimento di 80-100.000 m³, approvvigionati nell'arco di 2-3 mesi (portata media 60 m³/h). Per l'approvvigionamento idrico necessario alla realizzazione dei pozzi in progetto sulla postazione "Monterotondo 22" (22A, 22B, 22C e 22D) si attingerà l'acqua dell'ampio acquifero freatico presente in zona, il cui livello piezometrico è stato individuato in loco a 140 m di profondità dal piano campagna. L'acqua estratta ha una temperatura media di 70 °C ed è classificata come acqua geotermica. L'acqua verrà estratta dal pozzetto di emungimento idrico sito in località La Pila, realizzato appositamente per tale scopo e già esercito durante l'esecuzione del sondaggio "Monterotondo 22". Il pozzetto, profondo 200 m con diametro finale 10" 3/4, è ubicato sul terreno asservito all'opera mineraria, ed è dotato di pompa sommersa esercibile fino a 80 m³/h di portata max.

Postazione Monterotondo 23

L'acqua necessaria per la perforazione dei pozzi della Postazione Monterotondo 23 sarà approvvigionata mediante un acquedotto provvisorio per il prelievo e trasporto di acqua dalle vasche di raccolta della postazione Monterotondo 22, alimentate dal pozzetto di emungimento asservito alla postazione stessa. Per la postazione Monterotondo 23 si rende quindi necessaria la costruzione di un acquedotto in acciaio saldato, DN 200 mm della lunghezza di circa 2,9 km, che sarà ancorato ai sostegni del vapordotto in progetto seguendone il tracciato; sulla postazione Monterotondo 22 sarà inoltre realizzata un'apposita stazione di pompaggio. L'acquedotto si svilupperà lungo un tracciato che non prevede attraversamenti di strade.

2.5.2.4 Realizzazione delle postazioni di perforazione e viabilità d'accesso

Le postazioni di perforazione dei pozzi consistono essenzialmente in piazzali al servizio dell'impianto di perforazione, dove vengono posizionati tutti i macchinari e le attrezzature logistiche necessarie per l'esecuzione del sondaggio e la prova di produzione dei pozzi. I piazzali sono costituiti da un'area riservata al piazzale di sonda, un'area riservata alle vasche di ciclo e di raccolta dei residui di perforazione, un'area destinata al futuro impianto di trattamento e separazione fluido geotermico e un'area destinata alle baracche delle maestranze e al parcheggio degli autoveicoli. Il piazzale e le opere previste sono predisposti per consentire l'esecuzione di cinque sondaggi.

La realizzazione o l'adeguamento di una postazione di perforazione, così detta perché necessaria al posizionamento e al funzionamento di un impianto di perforazione, richiede la predisposizione di idonee superfici atte ad ospitare l'impianto e le attrezzature a questo connesse, nonché a consentire la permanenza delle maestranze addette alla trivellazione dei pozzi; tali superfici consentono la perforazione di uno o più pozzi, a seconda che siano destinate a scopi di ricerca o di coltivazione. In ogni caso, la possibilità di concentrare più perforazioni in una stessa postazione permette di minimizzare il numero di queste e, conseguentemente, l'occupazione di territorio.

Dal punto di vista dell'impatto complessivo è necessario comunque precisare che si tratta di realizzazioni strettamente legate all'attività di perforazione, a conclusione della quale buona parte delle strutture vengono smantellate.

Le attività generali, relative alle postazioni per la perforazione dei nuovi pozzi, sono articolate sinteticamente nella realizzazione delle opere di seguito descritte:

- strada d'accesso all'impianto (in genere si utilizzano strade già esistenti evitando, ove possibile, di realizzarne di nuove);
- piazzale in terra battuta e finitura a macadam, con dimensioni variabili in base al tipo d'impianto utilizzato, necessario all'installazione di tutte le strutture di supporto ed alla circolazione interna dei mezzi;
- soletta in calcestruzzo armato, da realizzare all'interno del detto piazzale, parte in piano e parte in pendenza, su cui poggerà l'impianto di perforazione; in questa viene ricavata la "cantina" delle boccapozzo con i tubi guida della perforatrice;
- vasca per il deposito delle acque, adeguatamente impermeabilizzata, ricavata mediante scavo nel terreno e di forma troncopiramidale rovesciata; sarà destinata alla raccolta e stoccaggio temporaneo di tutte le acque utilizzate nel processo di perforazione;
- vasca per il deposito dei fanghi reflui della perforazione, realizzata in scavo oppure di tipo prefabbricato semplicemente poggiata sul terreno;
- area per il trattamento dei detriti della perforazione, ricavata su un piazzale pianeggiante posto a fianco del piazzale principale (il detrito viene smaltito in tempo reale, contestualmente alla sua produzione);
- rampa di raccordo tra il piazzale della postazione e l'area vasca – trattamento detriti;
- prefabbricati ad uso depositi e ricoveri personale, impianti ausiliari.

Le fasi salienti, con i tempi indicativi necessari per l'intero intervento, si possono sintetizzare nelle seguenti:

- Costruzione o adeguamento della postazione (circa 4 mesi o 2 mesi rispettivamente).
- Perforazione (circa 5 - 6 mesi).
- Montaggio dell'impianto di produzione (circa 2 - 2,5 mesi).
- Prova (circa 2 settimane).
- Esercizio con collegamento alla rete della reiniezione e recupero ambientale parziale dell'area.

2.5.2.4.1 Caratteristiche generali della viabilità, delle aree costituenti la postazione, delle opere civili e della gestione delle acque

Viabilità di accesso

Qualora il percorso di accesso alla postazione non sia già esistente o non sia di dimensioni adeguate ai mezzi pesanti che vi devono transitare, si provvede alla sua realizzazione o adeguamento. La strada di accesso alle postazioni, pur essendo di volta in volta oggetto di un progetto esecutivo redatto in funzione del percorso, presenta alcune caratteristiche standardizzate di seguito riportate:

- larghezza carreggiata: 3,5 m;
- larghezza banchine laterali: 0,5 m lato monte, 1 m lato valle;
- larghezza cunetta lato monte: 0,8 m;
- altezza cunetta lato monte: 0,4 m;
- pendenza scarpate a monte e a valle: scarpa 3 su 2 (e/o secondo quanto indicato sulla relazione geotecnica);
- raggio di curvatura minimo: 15 m;
- pendenza massima livelletta: 12% senza asfaltatura, 15% con asfaltatura.

Nelle tratte ove la visibilità, la morfologia del terreno e la vegetazione lo consentono, vengono realizzate delle piazzole di scambio per i mezzi che transitano in direzioni opposte; dette piazzole sono costituite da un allargamento della carreggiata fino a 5,25 m per una lunghezza di circa 25 m, raccordando opportunamente le due estremità alla carreggiata normale.

Di solito lo sviluppo stradale è del tipo "a mezza costa", dato che la morfologia del terreno nelle zone di intervento raramente si presenta pianeggiante. Questa circostanza permette di compensare il volume di scavo lato monte con quello di riporto lato valle, evitando così l'approvvigionamento di materiale inerte da cave di prestito.

Per realizzare il piano della livelletta secondo il progetto, dopo gli eventuali scavi e riporti, si provvede alla formazione della sovrastruttura con pavimentazione in macadam non protetto, costituito da pietrisco vagliato di pezzatura 40/70 per uno spessore rullato di 20 cm e pietrisco vagliato di pezzatura 10/20 per uno spessore rullato di 10 cm, fino allo spessore totale compattato di 30 cm, mentre le banchine, dopo la rullatura, rimangono in terra naturale (Figura 2.5.2-2).

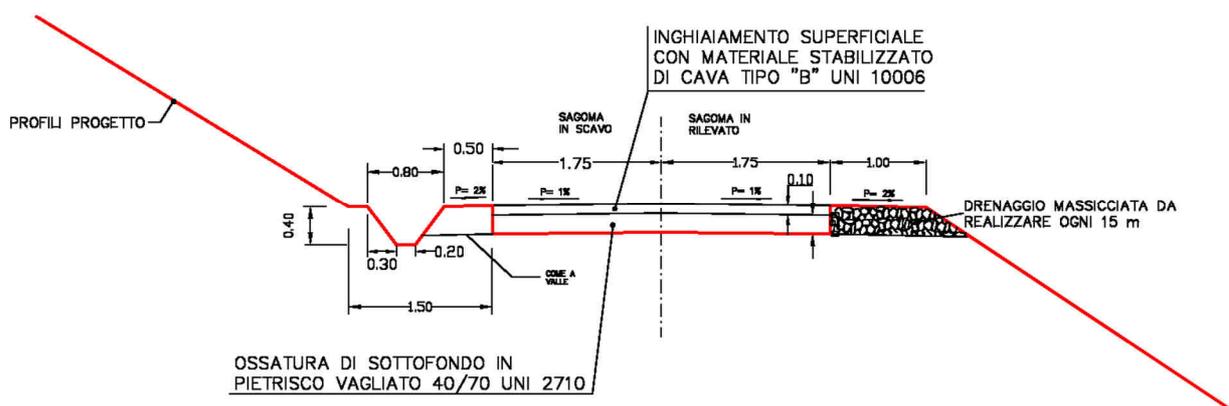


Figura 2.5.2-2 – Schema tipologico sezione viabilità

Mediamente ogni 100-200 m (a seconda della morfologia dei terreni attraversati), vengono realizzati pozzetti in calcestruzzo (interno 0,70 x 0,70 x 1,00 m) che raccolgono l'acqua meteorica e/o sorgiva delle cunette a monte e la indirizzano, tramite tubazioni in calcestruzzo vibrato (diametro 300÷500 mm), a valle nei ricettori naturali.

In presenza di fossi o di grandi compluvi, si pongono in opera condotte portanti in lamiera ondulata di acciaio zincato (diametro 1.000÷2.500 mm).

La regimazione delle acque, specialmente in presenza di terreni facilmente erodibili, viene assicurata da un sistema di canalette, anch'esse in acciaio zincato, di forma trapezoidale o semicircolare. Molto raramente vengono impiegate strutture in c.a. per il sostegno delle terre; queste vengono normalmente contenute mediante gabbionate in rete metallica zincata riempite di pietrame. Se necessario, per trattenere il terreno sui pendii, si realizzano viminate con paletti in legno e si procede alla semina di erbe e arbusti.

Infine, nei punti del tracciato stradale particolarmente pericolosi viene posto in opera il guard-rail metallico, con terminali a ventaglio e catarifrangenti regolamentari.

Le strade di accesso alle postazioni, qualora il pozzo non risulti produttivo, a meno di esplicita richiesta da parte dell'Amministrazione Pubblica per il loro mantenimento, verranno smantellate con recupero del suolo alla sua originaria destinazione d'uso.

Qualora fosse necessario, per alcuni limitati tratti di viabilità, il rifacimento della pavimentazione in conglomerato bituminoso, sarà realizzata la seguente stratigrafia: conglomerato di base cm 10, binder cm 7, tappetino cm 3. La suddetta scelta progettuale può soddisfare le esigenze sotto un duplice aspetto: il primo è quello della percorribilità della strada (anche in funzione del grado di aderenza dei pneumatici, soprattutto nei tratti in cui le pendenze longitudinali assumono valori rilevanti), il secondo aspetto invece è quello manutentivo, per il quale gli interventi hanno una frequenza molto bassa e di una lunga durata nel tempo.

Aree costituenti la postazione

La postazione è costituita da un insieme di aree, vasche e piattaforme, articolate secondo un'organizzazione plano-altimetrica funzionale alle esigenze dell'impianto di perforazione che sarà utilizzato.

L'Enel dispone di tre tipologie d'impianto, denominate MASS 6000, MR7000 ed ST6, con differenti capacità operative. Nel progetto è previsto l'utilizzo solo del MASS 6000, in grado di eseguire pozzi fino alla profondità massima di circa 5200 m, pertanto la descrizione sarà riferita solo a questo impianto. Il MASS 6000 è composto essenzialmente da una torre di trivellazione e da una serie di impianti e macchinari atti a provvedere a tutte le necessità ausiliarie (energia e cinematismi, circolazione fluidi, separazione detriti, cementazioni, etc.); pertanto, la disposizione reciproca dei componenti è determinata da numerosi vincoli, che limitano la libertà compositiva delle aree in funzione dei siti di localizzazione. Queste sono state conseguentemente ottimizzate, con le esperienze maturate negli anni, sia per contenere gli spazi e le opere edili in generale sia per salvaguardare e migliorare la sicurezza di chi vi opera. Vengono di seguito riportate le caratteristiche della postazione standard in funzione della tipologia impiantistica che si prevede di installare.

Di norma, una postazione, nell'assetto standard per la perforazione di n.3 o più pozzi, è composta dagli elementi seguenti.

- Piazzale di manovra, di forma essenzialmente rettangolare, con dimensioni di circa 100 m x 40 m; esso è collocato su un unico piano, talvolta delimitato a monte o a valle da strutture di contenimento del terreno (gabbionate o strutture prefabbricate in cls.) ed è provvisto di buona ossatura di sottofondo con inghiaatura superficiale, atta a sopportare carichi statici e dinamici consistenti; al suo interno vengono realizzate la cantina di perforazione con la messa in opera dei tubi guida verticali per i pozzi, la soletta in calcestruzzo per l'appoggio dei macchinari più prossimi alla sonda, fondazioni varie in c.a. per sostegno di altri componenti impiantistici, la vasca in calcestruzzo per il contenimento dei depositi del carburante e dei lubrificanti, le opere minori per l'illuminazione, per la regimazione e il trattamento delle acque, etc.
- Area vasche, collocata generalmente a una quota inferiore di 3-4 m rispetto a quella del piazzale di manovra; essa ha una geometria non sempre uniforme, per adattarsi alle esigenze del sito, e una superficie di circa 1800 - 2000 m²; al suo interno vengono realizzate due vasche: una in c.a. della capacità di 300 m³ destinata a recepire il flusso dei reflui di perforazione, l'altra della capacità di 1500 m³ serve, in genere, per lo stoccaggio dell'acqua industriale necessaria alla perforazione (proveniente dall'acquedotto provvisorio e dai drenaggi del piazzale). La "vasca acqua" è realizzata in terra, ha forma tronco-piramidale rovescia con pendenza delle pareti di 66,6%

- (2/3); il bordo ha larghezza non inferiore a 3 m, la superficie interna è impermeabilizzata con membrana sintetica in poliolefine (dello spessore di 1,6 mm) armata con tessuto di vetro e protetta verso il terreno con feltro poliestere in tessuto non tessuto da 300 g/m² per prevenirne lo sfondamento ad opera di elementi calcarei spigolosi.
- Area trattamento dei detriti di perforazione, collocata a valle del piazzale di manovra, in adiacenza alle due vasche di cui sopra, ma impostata a una quota inferiore di 2-3 m rispetto a quella del piazzale, a cui viene collegata con una rampa carrabile. L'area trattamento detriti è costituita da una superficie pianeggiante avente un'area di circa 680 m² pavimentata a macadam non protetto per uno spessore di circa 40 cm. In una porzione della scarpata posta tra la detta area ed il piazzale superiore ed in corrispondenza di una soletta livellata in c.a. viene realizzata una vasca della capacità di circa 170 m³, anch'essa in c.a., per la raccolta dei detriti provenienti dalla perforazione dei pozzi, i quali vengono consolidati prima del conferimento a ditte esterne autorizzate.
 - Area prefabbricati di cantiere, collocata in genere sul piazzale di manovra, nella zona prospiciente i depositi carburante/lubrificanti, consente la collocazione dei prefabbricati metallici di servizio al personale di cantiere; questi vengono semplicemente appoggiati sulla massicciata e collegati agli impianti tecnologici (acqua, scarichi, elettricità, dispersori di terra).
 - Area parcheggio automezzi, collocata in prossimità dell'accesso alla postazione, ma esternamente alla sua recinzione, ha una superficie di circa 300 - 350 m² ed è pavimentata come la strada; consente il concentrazione dei mezzi di trasporto privati necessariamente utilizzati dal personale operativo per recarsi sul luogo di lavoro.

Opere civili

Le opere civili che è necessario realizzare nell'ambito di una postazione di perforazione sono di natura molto semplice e di entità decisamente non rilevante; infatti, le attività predominanti nella costruzione della postazione sono di tipologia stradale, costituite essenzialmente da movimento di terra. Per l'alloggiamento dell'impianto di perforazione occorre comunque realizzare la cosiddetta "cantina" e alcune fondazioni e piattaforme; tali strutture, collocate tutte sotto il piano finito dei piazzali, vengono eseguite in opera con calcestruzzo armato oppure 'a sacco'; qualora le indicazioni geotecniche lo raccomandino, vengono supportate da pali o micropali di opportuna lunghezza. Infine, possono essere citate le opere di finitura, quali cunicoli e canalizzazioni varie di contenimento cavi e tubi, recinzioni, sistemi di dispersione elettrica a terra, sistemi di canalette e tubazioni per il convogliamento dei reflui di perforazione e delle acque meteoriche direttamente nelle rispettive vasche, etc.

Gestione delle acque

L'area della postazione viene interessata da un sistema di regimazione idrica impostato secondo il seguente criterio:

- le acque meteoriche provenienti dalle aree morfologicamente a monte della postazione vengono intercettate da un fosso di guardia, quindi deviate e accompagnate fino ai compluvi naturali preesistenti;
- le acque meteoriche ricadenti entro l'area della postazione vengono raccolte mediante:
 - o drenaggi dedicati alle acque di scolo delle scarpate e di infiltrazione nelle massicciate di pavimentazione, nella parte perimetrale esterna del piazzale di manovra;

- canalette in calcestruzzo per le aree pavimentate con solette di cemento armato;
- canalette in mezzo tubo prefabbricato, in terra e ulteriori drenaggi per le aree restanti;
- costruzione del bordo delle vasche con pendenza verso l'interno delle stesse;
- la canalizzazione dei fluidi dell'area della postazione viene differenziata secondo due stati tipici della stessa:
 - nella fase precedente l'allestimento del cantiere di perforazione, le acque meteoriche raccolte dalle canalette vengono indirizzate nei compluvi naturali esterni
 - nelle fasi di allestimento del cantiere di perforazione e durante la perforazione, tutte le acque provenienti dalle aree della postazione vengono - tramite pozzetti di deviazione - indirizzate alla "vasca acqua" e quindi inserite nel ciclo della perforazione.
- Le acque reflue domestiche provenienti dai servizi igienici (per un carico di circa 11 abitanti equivalenti) vengono indirizzate mediante tubazione in P.V.C. ad una vasca interrata monoblocco prefabbricata a tenuta stagna in ca.v. da 15 m³. All'occorrenza, si provvederà allo svuotamento mediante aspirazione con pompa mobile; i liquami saranno caricati su autobotte e avviati, mediante trasportatore autorizzato, all'impianto di depurazione per il successivo trattamento.

2.5.2.4.2 Attività realizzativa delle postazioni

Strada di accesso

Per l'accesso alla postazione viene ovviamente privilegiato un percorso che utilizza la viabilità esistente, limitando al minimo possibile la costruzione di nuove tratte. Spesso il percorso utilizza tratti di strade comunali o vicinali che, pur possedendo caratteristiche dimensionali adeguate alle esigenze di transito degli impianti di perforazione, si presentano in condizioni di scarsa manutenzione. In tali casi - in accordo con i titolari della strada - si provvede a effettuare tutti quegli interventi manutentivi e migliorativi adatti al caso (sterpatura degli argini, ripulitura delle cunette e delle banchine, ripristino delle opere di scolo, scarifica e reinghiaiamento della carreggiata, integrazione delle protezioni e della segnaletica, etc.), cosicché l'infrastruttura riacquista caratteristiche consone alla sua classificazione, con beneficio collettivo; questo tipo di lavori viene condotto arrecando le minime turbative al transito pubblico.

Laddove la viabilità esistente non presenti le caratteristiche dimensionali necessarie (è il caso di strade vicinali e consortili di scarso uso, oppure di percorsi in stato di abbandono), gli interventi di adeguamento si presentano di maggior consistenza. In genere necessitano di movimenti di terra - seppur modesti - per l'allargamento della sede stradale, rifacimento dell'ossatura, rifacimento delle cunette e delle opere di scolo, riprofilatura del terreno laterale previa sterpatura e taglio di piante, rifacimento delle banchine e delle protezioni, esecuzione di piste di scambio, etc.. In questi casi, per la realizzazione dei lavori occorre ridurre provvisoriamente la carreggiata di transito con regolamentazione alternata del traffico, occorre la predisposizione di piste alternative provvisorie se necessita operare sull'intera sede stradale, occorre provvedere alla deviazione temporanea di fossetti e di altre opere di regimazione idraulica, occorre, insomma, mettere in atto quegli accorgimenti provvisori che consentano di eseguire i lavori, pur minimizzando l'interferenza con l'eventuale traffico di terzi.

Nei casi in cui occorre realizzare nuove tratte di strada, l'attività realizzativa è facilmente comprensibile e l'interferenza con il traffico pubblico non si verifica; si procede alla eliminazione della presenza vegetale sulla fascia di terreno interessata dalle opere, quindi si effettuano i movimenti di terra, bilanciando gli scavi con i riporti al fine di ridurre al

minimo la movimentazione; per le ossature e le pavimentazioni viene invece reperito materiale idoneo presso le cave in esercizio.

Postazione e acquedotto

Come già accennato, le attività necessarie per la costruzione di una postazione sono di carattere prettamente edile, con prevalenza delle operazioni di sbancamento, formazione di rilevati e movimentazione di terra; in genere si esauriscono in un periodo di circa quattro mesi e vedono impegnati sul cantiere circa 4-5 mezzi d'opera (ruspe, escavatori, pale meccaniche, autobetoniere) e un maggior numero di automezzi per trasporto di terre, inerti e materiali di risulta sui percorsi dal luogo di produzione al luogo di destinazione finale.

Sulla base delle indagini geotecniche e idrogeologiche, vengono effettuati gli interventi necessari ad assicurare una corretta regimazione delle acque, sia a monte che a valle della postazione, vengono realizzate le eventuali opere di contenimento e di consolidamento del terreno, talvolta con l'ausilio di pali, micropali, trincee drenanti, microdreni, etc.

Si procede quindi alla eliminazione della copertura vegetale, costituita in genere da arbusti ed eventualmente qualche pianta isolata (il sito prescelto di norma non è coperto da bosco o da colture pregiate), allontanando dal cantiere i residui; si provvede poi alla scoticatura del terreno superficiale, accantonandolo in area adiacente al cantiere per poterlo riutilizzare successivamente con le opere di ripristino ambientale.

Si iniziano quindi i movimenti di terra per la formazione dei piani di lavoro e delle vasche; il materiale di risulta degli scavi con buoni requisiti geotecnici viene reimpiegato per la formazione dei rilevati del piazzale e degli argini di valle delle vasche, il materiale fine, anche se terroso, viene usato per la formazione delle banchine e per la copertura dei fianchi delle scarpate prima del loro inerbimento. I materiali in eccedenza vengono utilizzati in altri cantieri Enel per interventi di sistemazione morfologica o ambientale, oppure conferiti, per recupero o smaltimento, a ditte esterne autorizzate. Per la formazione delle ossature dei piazzali, per le pavimentazioni, nonché per i calcestruzzi, viene approvvigionato idoneo materiale stabilizzato e selezionato, prelevandolo dalle cave di prestito operanti nella zona di intervento.

Per i calcestruzzi si provvede, in funzione delle scelte organizzative dell'Appaltatore dei lavori o delle opportunità logistiche del sito, all'esecuzione in loco dei conglomerati mediante piccoli impianti di betonaggio, oppure all'approvvigionamento del calcestruzzo preconfezionato mediante autobetoniere.

L'impermeabilizzazione delle vasche con la membrana sintetica viene eseguita da operatori specializzati, attrezzati ed esperti particolarmente per le fasi di saldatura dei teli.

La costruzione dell'acquedotto provvisorio per l'approvvigionamento di acqua industriale ad uso della perforazione consiste essenzialmente nello stendimento di una tubazione costituita da tubi di acciaio saldati di testa o da tubi in PEAD anch'essi saldati di testa; la condotta viene poggiata direttamente sul terreno (utilizzando anche i tracciati dei vapordotti esistenti), senza interventi di movimento terra; in corrispondenza di attraversamenti di strade, accessi campestri e poderali, la tubazione viene collocata entro tubi-guaina in acciaio del diametro di 450 mm, interrati, atti a consentire il passaggio di ogni tipo di automezzo; l'attraversamento di corsi d'acqua e strade viene effettuato di norma in corrispondenza di ponti esistenti, previa apposita autorizzazione del Titolare del manufatto, sostenendo la tubazione tramite staffe metalliche applicate sui manufatti mediante tasselli espansivi.

2.5.2.5 Attività di perforazione

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova postazione ed interventi di adattamento di una postazione esistente. Per la nuova postazione verrà realizzata l'impiantistica di boccapozzo per il trattamento del vapore e l'invio dello stesso in centrale mentre, per la postazione esistente è previsto l'adeguamento dell'esistente impiantistica di boccapozzo.

2.5.2.5.1 Postazione Monterotondo 22

I disegni di progetto sono riportati nelle tavole 2.5.2-1 ÷ 2.5.2-6 in allegato.

La definizione della postazione è strettamente collegata, per quanto riguarda l'assetto complessivo delle sistemazioni e dei percorsi, al progetto unitario del sito in relazione alla realizzazione della nuova centrale. Gli interventi previsti per la postazione, il cui piazzale di sondaggio è già esistente, si possono riassumere sinteticamente nei punti seguenti:

- ampliamento del piazzale esistente e realizzazione dell'area per l'accoglimento dell'impianto per la separazione del fluido a boccapozzo necessario per l'utilizzo del fluido geotermico;
- adeguamento della cantina esistente per la perforazione di ulteriori due pozzi (da tre a cinque pozzi);
- installazione dell'impianto di perforazione
- esecuzione dei n° 4 nuovi pozzi di produzione previsti.
- ripristino del pozzo esistente.

Le ultime tre attività non necessitano di lavori di ampliamento dei piazzali esistenti.

La postazione attualmente si compone di un piazzale di sondaggio di area pari a circa 5600 m² e di una zona destinata alle vasche dei fanghi e dell'acqua, di area pari ad altrettanti 5000 m² circa.

Descrizione dell'area di intervento

La postazione Monterotondo 22 è ubicata a Sud-Est dell'abitato di Monterotondo Marittimo (GR) ed è raggiungibile dalla S.R. 439 Sarzanese Val d'Era; in prossimità del podere Filetto (circa al km 146 + 700) si imbecca la viabilità costituita da strade vicinali in terra battuta, percorrendo le quali per un tratto complessivo di circa 7 km (Tavola 2.5.2-9, in allegato), si raggiunge la postazione. Si utilizza una diramazione del percorso N 17 che si snoda all'interno dei terreni di gestione della Comunità Montana; tale diramazione è stata consolidata e allargata da Enel in occasione della predisposizione del piazzale di perforazione della postazione in oggetto.

Catastralmente l'area interessata è inclusa nel Foglio n° 22 mappale n° 26 del Comune di Monterotondo Marittimo.

Criteri dell'intervento e dati dimensionali

Poiché la Postazione di Perforazione Monterotondo_22 è localizzata in un'area in lieve pendenza e il piazzale in progetto, per ragioni tecniche, deve essere realizzato preferibilmente su piani livellati e alla stessa quota del piazzale di sondaggio, si rendono necessari lavori di rinterro che modificano lievemente il profilo morfologico del terreno. Al fine di perseguire l'obiettivo prioritario della preservazione delle componenti morfologiche e vegetazionali, per limitare le opere di scavo e rinterro e l'occupazione di suolo, in fase progettuale si è fatto in modo di ridurre al massimo la geometria del piazzale in direzione della pendenza, contenendone il più possibile le dimensioni grazie a una razionalizzazione delle componenti impiantistiche del separatore del fluido a boccapozzo.

Questa riduzione del piazzale e la scelta della posizione della sua ubicazione, permette di preservare le peculiarità del contesto; l'intervento, ubicato su un'area incolta, non

interferisce pertanto sugli ambiti vegetazionali circostanti di particolare pregio. Le scarpate e i riporti saranno realizzati con terreni stabilizzati che consentano il successivo rinerbimento e successivo cespugliamento, al fine di attivare un ciclo vegetazionale utile per schermare l'intervento. La modellazione del terreno interessa anche l'andamento della strada di accesso al piazzale di sondaggio, strada che sale dal ponte che supera il Torrente Milia, lambisce l'area delle vasche e risale in rampa verso l'attuale ingresso del piazzale, disegnando sulla sua destra e verso il torrente, un ambito utile per il parcheggio delle auto e delle corriere di eventuali visitatori e per la manovra dei mezzi pesanti, sia in fase di cantiere che in fase di esercizio; il sistema complessivo della sistemazione dei rilevati e della viabilità, definisce anche le sede di un percorso di visita esterno alle aree strettamente impiantistiche; un circuito di visita che fiancheggia il torrente, lo scavalca in un punto, e ricollegandosi alla strada che si collega alla S.R. 439, permette di osservare sia la postazione che la centrale produttiva.

Per quanto riguarda il regime delle acque, il progetto non interessa il Torrente Milia che scorre più a valle, né le aree contermini che connotano l'impiuvio con caratteristiche formazioni riparie. Il piazzale nuovo sarà protetto da fossi di guardia di raccolta delle acque meteoriche che si ricollegano a quelli già esistenti posti a monte del piazzale esistente

Il progetto prevede altresì tutta una serie di azioni finalizzate ad armonizzare l'inserimento della nuova realizzazione nel contesto.

Nella fase di scotico per la preparazione dell'area di intervento e nella definizione dei nuovi percorsi e degli spazi di movimentazione, andrà conservato ed accantonato in situ lo strato umifero che verrà reimpiegato in seguito per il ripristino delle aree.

Il terreno scavato proveniente dalle opere per la realizzazione della nuova centrale, verrà riutilizzato sia per il rinterro delle vasche alla fine delle operazioni di perforazione che per le opere di riporto necessarie a ricollegare le sezioni orografiche. In ogni caso gli scavi e riporti coincidono come volume e pertanto non vi è alcuna eccedenza di terreno da riposizionare.

Il terrapieno e le aree di protezione attorno all'impianto verranno piantumate con bande arboree ed arbustive atte a limitare la percezione dei manufatti ed ad integrare l'intervento con il sistema paesaggistico più ampio, caratterizzato da arbustive e da bosco ceduo.

L'intervento di ampliamento previsto è reso necessario per la realizzazione dell'area di accoglimento dell'impianto per la separazione a boccapozzo per l'utilizzo del fluido geotermico proveniente dai pozzi precedentemente perforati; non sono necessari lavori di ampliamento per l'installazione dell'impianto di perforazione.

L'area per l'impianto per la separazione a boccapozzo del fluido geotermico sarà ubicata in continuità con il piazzale di sondaggio esistente e impostata alla stessa quota (quota 318.5 m s.l.m.) del piazzale esistente; sulla superficie saranno realizzati i manufatti per la regimazione delle acque meteoriche e/o di falda, la pavimentazione in macadam non protetto dello spessore di cm 40.

Per la realizzazione dell'area che accoglierà l'impianto per la separazione a boccapozzo del fluido, sarà occupata una superficie di circa 1300 m², adiacente a quella del piazzale esistente che occupa una superficie di circa 5600 m². Non sono previste realizzazioni di volumetrie fuori terra o di edifici, se si eccettuano i prefabbricati di servizio che vengono montati durante le attività di sondaggio e perforazione.

Il volume geometrico complessivo del terreno movimentato per la realizzazione delle suddette opere sarà di circa 700 m³; a questi vanno aggiunte le materie di risulta derivanti dagli scavi per fognature, canalizzazioni, eventuali drenaggi, ecc. Gli esuberanti di materie inerti previsti, che ammontano a circa 300 m³, potranno essere sistemati in aree adiacenti

alla postazione e le eccedenze trasportate a discarica autorizzata. Per la formazione delle massicciate, pavimentazioni, riempimenti e drenaggi e per il confezionamento di calcestruzzi, saranno reperiti da cava di prestito circa 1200 m³ di materie aride di varia pezzatura.

A perforazione avvenuta, l'intervento verrà completato, come detto, con l'interramento di due delle tre vasche esistenti e con la rinaturalizzazione dell'intera area per il trattamento dei fanghi e dei detriti, area che nel suo insieme sarà interessata da un'azione di reinerbimento.

Complessivamente a intervento completato, l'area dell'attuale postazione che è pari a circa 10500 m² sarà ridotta, compresa l'area dell'impianto a boccapozzo, a circa 7000 m², a seguito del ripristino di circa 3500 m² corrispondenti alla parte di piazzale destinato alle vasche. Tutti gli interventi previsti si collocano oltre le fasce di rispetto previste per i corsi d'acqua, in particolare quelli prossimi al torrente Milia.

2.5.2.5.2 Postazione Monterotondo 23

Il disegno di progetto è riportato nella tavola 2.5.2-8 in allegato.

L'intervento di seguito descritto riguarda un'azione fondamentale per lo sviluppo geotermico del comune di Monterotondo Marittimo e che consiste nella realizzazione di una nuova postazione di perforazione che andrà ad aggiungersi alla preesistente postazione Monterotondo 22, dalla quale è già stato perforato un pozzo in fase di sondaggio del serbatoio geotermico profondo. Si è già detto, nel paragrafo dedicato ai criteri utilizzati per la scelta del sito, che l'attenzione si è concentrata sulla possibilità di realizzare la nuova postazione riutilizzando e ampliando l'area della ex stazione elettrica di Poggio Piegano.

Gli interventi principali consistono in:

- ampliamento del piazzale della ex stazione elettrica e nella sua trasformazione in area di sondaggio geotermico;
- realizzazione dell'area necessaria all'accoglimento dell'impianto per la separazione del fluido a bocca pozzo;
- installazione dell'impianto di perforazione e conseguente esecuzione di 5 pozzi;
- sistemazione in un'area immediatamente attigua da destinare all'area per il trattamento dei fanghi, dei detriti e per le vasche dell'acqua.

La ex stazione elettrica interessa un'area con accesso diretto dalla strada regionale Sarzanese – Valdera N. 439, ha una superficie complessiva di 17370 m² di cui solo una parte risulta spianata e corrisponde al sedime del piazzale della cabina elettrica e degli edifici; complessivamente l'area risulta in pendenza e la strada di accesso, attraversando un giardino ornamentale di pertinenza della ex stazione elettrica, collega la strada regionale al piazzale. Il piazzale ha un'area pari a circa 5600 m² e comprende anche due edifici in muratura coperti da un tetto a padiglione di embrici e coppi: uno più piccolo, a due livelli compreso il piano terra, adibito precedentemente a uffici, e uno più grande che risulta dalla combinazione di un volume a C, delle stesse caratteristiche di quello appena descritto, che abbraccia un volume a doppia altezza corrispondente alla sala macchine della cabina elettrica. Il piazzale è ingombro da tutta una serie di telai in calcestruzzo di supporto degli isolatori e dei cavi della stazione elettrica. Sia sul piazzale che immediatamente a valle fuori della parte recintata, sono presenti cinque tralicci in disuso per i quali si prevede la demolizione, mentre il sistema delle linee elettriche presenti in zona, affinché il loro attraversamento non interferisca con le attività e con le opere connesse alla postazione di perforazione da realizzare, verrà modificato con nuovi

attraversamenti aerei che presuppongono la realizzazione di cinque nuovi tralicci e con interramenti di alcuni tratti.

Descrizione dell'area di intervento

La ex stazione elettrica è ubicata a quota comprese tra i 590 m s.l.m. a livello della strada statale e i 575 m s.l.m. corrispondenti all'attuale piazzale, e dista in linea d'aria circa 3400 m dal centro abitato di Monterotondo; l'area rappresenta una delle poche pause all'interno della fitta copertura boschiva; i lembi di bosco ceduo che sono infatti presenti immediatamente a nord della statale e più a sud tutt'intorno, lasciano qui spazio a un'ampia radura parzialmente occupata da seminativi, incolti e prati pascolo, mentre più a sud, il tratto a monte del torrente Milia e dei suoi affluenti, incidono il versante lambiti da una fitta fascia di vegetazione riparia. Il sito d'intervento è appena fuori del perimetro delle aree demaniali della Comunità Montana delle Colline Metallifere.

Nei pressi dell'area d'intervento (Tavola 2.3.2-2 in allegato) insistono alcuni poderi tra i quali si segnalano, a ovest, il podere "Poggio Pievano (posto a quota 590 m e distante dal sito circa 270 m), a est un podere non identificato (posto sempre a quota 590 m e distante dal sito circa 250 m), più a sud il podere "Potassano" (posto a quota 490 m e distante dal sito circa 570 m), e il podere "Migliarina" (posto a quota 570 m e distante dal sito circa 630 m).

Complessivamente l'intervento ha un importante rilievo rispetto alla percezione visiva del luogo, ma in termini positivi, sia per gli interventi di demolizione previsti, sia per la risistemazione globale del piazzale esistente e degli edifici e sia per la sistemazione generale delle aree previste dall'ampliamento necessario per l'area delle vasche e per il trattamento dei detriti.

L'area individuata per la realizzazione degli interventi non è percepibile da lunga e media distanza; è percepibile esclusivamente dalla strada regionale ed esclusivamente nelle immediate vicinanze della postazione. La presenza del giardino della ex stazione elettrica e il bordo alberato della strada limita la visibilità della postazione e degli interventi previsti, anche dalla media e breve distanza, schermano l'intervento e ne impediscono la percezione dalla viabilità tranne che da un punto immediatamente a est dell'area, in corrispondenza di un sentiero che scende verso il torrente Milia.

Criteri progettuali, descrizione dell'intervento e dati dimensionali

A parte le operazioni relative al piazzale esistente da trasformare, l'intervento più significativo è rappresentato dalla necessità di reperire lo spazio idoneo ad allocare l'area delle vasche e del trattamento dei fanghi. Per ragioni tecniche l'ampliamento deve essere previsto immediatamente a ridosso del piazzale e verso valle, per garantire la realizzazione delle quote ottimali relative tra i due piazzali, quello di sondaggio e quello delle vasche.

Poiché la postazione è localizzata in un'area in pendenza e i piazzali per ragioni tecniche devono essere realizzati su piani livellati e a quote diverse, per la realizzazione dell'intervento si rendono necessari lavori di scavo, sbancamento e rinterro che modificano il profilo morfologico del terreno.

Al fine di perseguire l'obiettivo prioritario della preservazione delle componenti morfologiche e vegetazionali, per limitare le opere di scavo e rinterro e l'occupazione di suolo, in fase progettuale si è fatto in modo di ridurre al massimo la geometria dei piazzali in direzione della pendenza, contenendo il più possibile l'area occupata dalle vasche e dallo stoccaggio dei fanghi.

Il progetto prevede altresì tutta una serie di azioni finalizzate ad armonizzare l'inserimento della nuova realizzazione nel contesto:

- la vegetazione arborea ed arbustiva presente sul sito verrà scrupolosamente mantenuta anche nella parte del piazzale esistente ove verrà ubicato l'impianto di separazione a bocca pozzo;
- le scarpate e i riporti saranno realizzati con terreni stabilizzati che consentano il successivo rinerbimento e successivo cespugliamento, al fine di attivare un ciclo vegetazionale utile, oltre che per schermare l'intervento, anche per preservare il versante dai fenomeni franosi.

Nella fase di scotico per la preparazione dell'area di intervento e nella definizione dei nuovi percorsi e degli spazi di movimentazione, andrà conservato ed accantonato in situ lo strato umifero che verrà reimpiegato in seguito per il ripristino delle aree.

In considerazione del fatto che l'intervento insiste su una parte in pendenza, verranno impiegate opportune tecnologie di realizzazione della parete di contenimento a monte, al fine di limitare lo sbancamento alla sola proiezione della superficie dei piazzali. In particolare si farà uso di gabbionate per contenere il salto di quota tra i piazzali.

Il terreno scavato verrà riversato in sito per le opere di riporto necessarie a ricollegare le sezioni orografiche; le eccedenze verranno ridistribuite all'interno delle sistemazioni previste per tutto il sistema impiantistico generale.

Il terrapieno e le aree di protezione attorno all'impianto verranno piantumate con bande arborate ed arbustive atte a limitare la percezione dei manufatti ed ad integrare l'intervento con il sistema paesaggistico più ampio, caratterizzato da arbustive e da bosco ceduo.

Per il riutilizzo del piazzale esistente e per la sua trasformazione come area di sondaggio della postazione, sono previste opere edilizie di ampliamento necessarie all'accoglimento dell'impianto di perforazione MASS 6000E, corredato dalle apparecchiature complementari e di servizio, e alla realizzazione dell'area per l'installazione dell'impianto per la separazione del fluido a boccapozzo.

La postazione è costituita da una serie di piani posti a quote diverse, necessari al funzionamento dell'impiantistica per la perforazione dei pozzi. In particolare, la postazione di perforazione al termine dei lavori di ripristino, sarà costituita da:

- il piazzale di manovra (quota di impostazione del piano finito 575,50 m s.l.m.), per l'installazione dell'impianto di perforazione e le attrezzature di cantiere, corrispondente all'attuale piazzale più un ampliamento verso est in continuità geometrica e posto alla stessa quota, di area pari a 850 m²;
- l'area per il trattamento dei detriti provenienti dalla perforazione dei pozzi, che sarà impostata a quota 573,50, -2 m rispetto alla quota del suddetto piazzale di manovra;
- l'area vasche per il ciclo dei fluidi di perforazione, impostate a quota -3,50 metri (quota 572 m s.l.m.) rispetto alla quota del piazzale di manovra, dove saranno realizzate la vasca di accumulo dell'acqua industriale e la vasca di raccolta dei fanghi provenienti dalla perforazione dei pozzi;
- l'area per l'impianto per la separazione a boccapozzo del fluido geotermico, impostata a quota + 1,00 metri (quota 576,50 m s.l.m.) rispetto alla quota 0,00 del piazzale di manovra.

I piazzali disposti a quote diverse saranno collegati internamente all'area della postazione da raccordi in rampa carrabile, di larghezza 5 m, per consentire un facile transito ai mezzi sia in fase di cantiere che durante le fasi di perforazione.

L'area di ampliamento coinvolge una superficie totale di 5480 m², di cui 2370 m², corrispondenti all'area delle vasche; a perforazione avvenuta saranno oggetto di totale ripristino con rinterro delle vasche previa bonifica del terreno e rinaturalizzazione.

Tale area sarà direttamente raggiungibile con una rampa gradinata dall'edificio adibito a spazio musale e diventerà una pertinenza all'aperto dello spazio espositivo, una terrazza

panoramica verso la valle e verso il mare, dalla quale partirà un sentiero che si collega alla strada che costeggia il vaporedotto e consente di raggiungere la centrale di nuova costruzione.

Lo spazio espositivo è così inteso in senso ampio, in quanto l'edificio ha il compito di informare i visitatori, mentre, immediatamente all'esterno, sarà possibile visitare sia una postazione di perforazione, sia una linea di trasporto dei fluidi, sia una centrale, ossia tutto il ciclo legato alla produzione di energia elettrica da fonte geotermica. Il tutto attraverso percorsi che costeggiano splendidi boschi e attraversano prati con superbi esemplari di bovini al pascolo.

L'area complessiva occupata dall'impianto di separazione a boccapozzo avrà una superficie pari a 1650 m². Si prevede la realizzazione di 750 m³ circa di gabbionate di contenimento dei piazzali e del terreno.

Non sono previste realizzazioni di volumetrie fuori terra o di edifici, se si eccettuano i prefabbricati di servizio che vengono montati durante le attività di sondaggio e perforazione.

Il volume complessivo del terreno movimentato rappresenta le quantità di scavo, e la quantità di terreno proveniente dallo scavo che sarà sistemato per formare rilevati e scarpate a contenimento dei piazzali; a questi vanno aggiunte le materie di risulta derivanti dagli scavi per fognature, canalizzazioni, drenaggi ecc. Gli esuberanti di materie inerti provenienti dalle demolizioni saranno sistemati per i sottofondi dei piazzali e le eccedenze trasportate a discariche autorizzate. Per la formazione delle massicciate, pavimentazioni, riempimenti e drenaggi e per il confezionamento di calcestruzzi, saranno reperiti da cava di prestito circa 4500 m³ di materie aride di varia pezzatura.

Al di fuori delle superfici innanzi richiamate, non si prevedono ulteriori aree occupate dalle attività di cantiere in aggiunta a quelle previste per la sistemazione definitiva.

Per quanto riguarda la viabilità di accesso, oltre alla strada esistente, che verrà utilizzata in fase di esercizio e dai visitatori dello spazio museale, si prevede un consolidamento e una rettifica del tracciato del sentiero esistente che, posizionato a est dell'area recintata, si diparte dalla strada regionale e discende verso il torrente Milia. Il sentiero sarà ampliato e consolidato per consentire il transito dei mezzi pesanti e, prima di ricongiungersi al suo tracciato originale, permetterà ad est l'accesso alla nuova postazione e passerà a sud immediatamente a valle del piazzale vasche e trattamento detriti.

Descrizioni Tecniche

L'area di ampliamento della postazione sarà recintata con gabbionate di 2 m di altezza e l'accesso regolato da un cancello metallico carrabile (di servizio) e da un cancello pedonale (di sicurezza).

Sull'area del piazzale di manovra successivamente alla realizzazione dei massetti in conglomerato necessari alla realizzazione del piano di imposta, saranno costruite le opere basilari per l'installazione dell'impianto di perforazione, costituite da:

- la cantina in c.a. dei 5 pozzi previsti, costituita da un'area di metri 27,00 per 3,50 depressa di metri 1,00 rispetto al piano piazzale, nella quale sono collocati i 5 tubi guida dei sondaggi;
- la pavimentazione delle aree sulle quali appoggiano gli impianti, costituita da una soletta in c.a. dello spessore di cm 20, realizzata in fondazione su di una superficie di circa 1400 m²;
- la pavimentazione delle aree di transito e di appoggio degli accessori e dei servizi, della superficie di circa 3.870 m², realizzata in macadam non protetto dello spessore variabile di cm 40÷60;

- la vasca in c.a. di contenimento dei depositi dei carburanti e dei lubrificanti, pavimentata con una soletta in c.a. in fondazione di circa 104 m² (dimensioni m 13,00 x 8,00), perimetrata con un cordolo omogeneo in c.a. dello spessore di cm 30, altezza min. cm 30, formante una vasca impermeabile rispondente alla specifiche della vigente normativa antincendio;
- varie basi in c.a., in fondazione, per l'ancoraggio di tubazioni e macchinari e per lo spostamento dell'impianto;
- la rete di dispersione a terra delle correnti elettriche di guasto (dispersore), in conformità con il progetto standard Enel;
- cunicoli in c.a., in fondazione, per il sottopasso dei conduits dell'impianto nelle zone di transito degli automezzi;
- una vasca in c.a. a svuotamento periodico della capacità di 15 m³, per la raccolta dei reflui civili provenienti dai servizi igienici del personale operativo durante l'attività di perforazione; con cadenza settimanale sarà svuotata mediante aspirazione con pompa mobile. I liquami saranno caricati su autobotte e avviati all'impianto di depurazione di Larderello per il successivo smaltimento;
- il cunicolo carrabile in c.a., in fondazione, per il sottopasso della linea prove di produzione.

A valle del piazzale di manovra sarà realizzata, in un piazzale a quote variabili, l'area trattamento detriti di perforazione. Tale area è costituita da una superficie pianeggiante avente un'area di circa 680 m² pavimentata a macadam non protetto per uno spessore di circa 40 cm. In una porzione della scarpata posta tra la detta area ed il piazzale superiore ed in corrispondenza di una soletta livellata in c.a. viene realizzata una vasca della capacità di circa 170 m³, anch'essa in c.a., per la raccolta dei detriti provenienti dalla perforazione dei pozzi, i quali vengono consolidati prima del conferimento a ditte esterne autorizzate. Per l'accesso all'area degli automezzi pesanti, sarà realizzata l'apposita rampa di raccordo, anch'essa pavimentata come sopra descritto.

Per il ciclo dell'acqua industriale sarà realizzata una vasca di raccolta ricavata nel terreno della capacità di circa 1500 m³ che, tramite opportuno acquedotto di collegamento, sarà utilizzata come polmone per l'esercizio delle pompe che discrimineranno il flusso dell'acqua industriale. Sarà impostata alla quota relativa di - 3,50 metri dal piazzale di manovra, in modo da ottimizzare l'adattamento dell'opera alla morfologia del sito, favorendo inoltre la realizzazione delle linee di flusso dei fluidi di processo industriale e meteorici verso la stessa.

Tale opera sarà realizzata mediante gli scavi e i rilevati necessari all'ottenimento della forma tronco piramidale rovesciata; il bordo vasca avrà larghezza variabile, non inferiore a m 3,00, e sarà profilato in modo che il suo limite interno, coincidente con l'inizio della vasca, sia depresso di m 0,50 rispetto al limite esterno. Per impermeabilizzare la superficie interna sarà posta in opera una membrana sintetica in poliolefine (a base polipropilene) ad elevata resistenza meccanica dello spessore di mm 1,6, internamente armata con rete di tessuto di vetro. Per prevenire lo sfondamento della membrana a opera di elementi calcarei spigolosi sporgenti, questa sarà protetta verso il terreno con feltro poliestere di tessuto-non tessuto da 300 g/m².

Per il ciclo industriale dei fanghi di perforazione sarà realizzata una vasca in c.a. della capacità di circa 300 m³; sarà impostata alla quota relativa di - 3,50 metri dal piazzale di manovra, in modo da ottimizzare l'afflusso delle acque industriali e meteoriche di lavaggio del piazzale verso la stessa.

Tale opera sarà realizzata mediante lo scavo in profondità dalla suddetta quota relativa di -3,50 m, fino alla quota prevista per la realizzazione della soletta di fondo dello spessore di 30 cm, successivamente saranno realizzati i cordoli perimetrali del catino e la parete divisoria per la realizzazione del setto di decantazione con la finestra di stramazzo delle dimensioni di 50 x 50 cm; lo spessore di detti manufatti sarà di 25 cm e per il getto verrà impiegato calcestruzzo classe 250; l'altezza globale dell'opera risulterà di 230 cm.

L'area per l'impianto per la separazione del fluido geotermico, impostata a quota + 1,00 metri (quota 576,50 m s.l.m.) rispetto alla quota 0,00 del piazzale di manovra, sarà realizzata nelle adiacenze del piazzale di manovra, e occuperà una superficie di circa 1650 m²; sulla superficie così ottenuta saranno realizzate, la rampa di raccordo per la viabilità di accesso, i manufatti per la regimazione delle acque meteoriche e/o di falda, la pavimentazione in macadam non protetto dello spessore di cm 40.

2.5.2.6 Impianti di perforazione e realizzazione dei pozzi

La perforazione dei pozzi (nonché i ripristini e gli approfondimenti) saranno realizzati con un impianto MASSARENTI modello MASS 6000 E, di tipo diesel-elettrico, le cui caratteristiche sono di seguito descritte.

L'impianto MASS 6000 E può raggiungere una profondità di circa 5200 m. Ha una torre in struttura di profilati di ferro di tipo "Mast Cantilever" alta 52.50 metri e carico max. statico di 604 t; il perimetro del piano sonda è costituito da una pannellatura fonoassorbente alta 5 m (3 m al di sopra del piano e 2 m al di sotto).

La torre costituisce la struttura che sostiene gli organi necessari per il sollevamento delle aste di perforazione (argano, taglia fissa e mobile, gancio e funi) e gli organi rotanti (tavola rotary o Top Driver, asta motrice, scalpello). L'impianto è completato dal circuito dei fluidi di perforazione (composto da pompe, vasche e vibrovagli), dagli organi di sicurezza sulla testa pozzo (preventer e valvole) e da una cabina di registrazione dei parametri di perforazione e di rilevazione e segnalazione di presenza di gas (Data Unit).

La disposizione dell'impianto è rappresentata nella sottostante Figura 2.5.2-3.

In dettaglio, l'impianto è dotato dei seguenti componenti:

- quattro gruppi diesel-elettrici completamente insonorizzati (per l'argano e per il gruppo pompe), per una potenza complessiva di 2680 kW;
- un argano da 1700 HP con tiro max. di 360 t con 12 funi;
- un top driver da 750 kW;
- due pompe tipo Triplex EMSCO FB 1600 (7"x12") insonorizzate;
- un miscelatore per il fango, completo di un gruppo di vasche per lo stoccaggio e del circuito di alimentazione;
- due/quattro vibrovagli completamente insonorizzati per la separazione dei detriti dal fango;
- attrezzature di perforazione (aste pesanti, aste normali, riduzioni, alesatori, scalpelli, ecc.);
- cabina di registrazione dei parametri di perforazione e di rilevazione e segnalazione di presenza del gas.

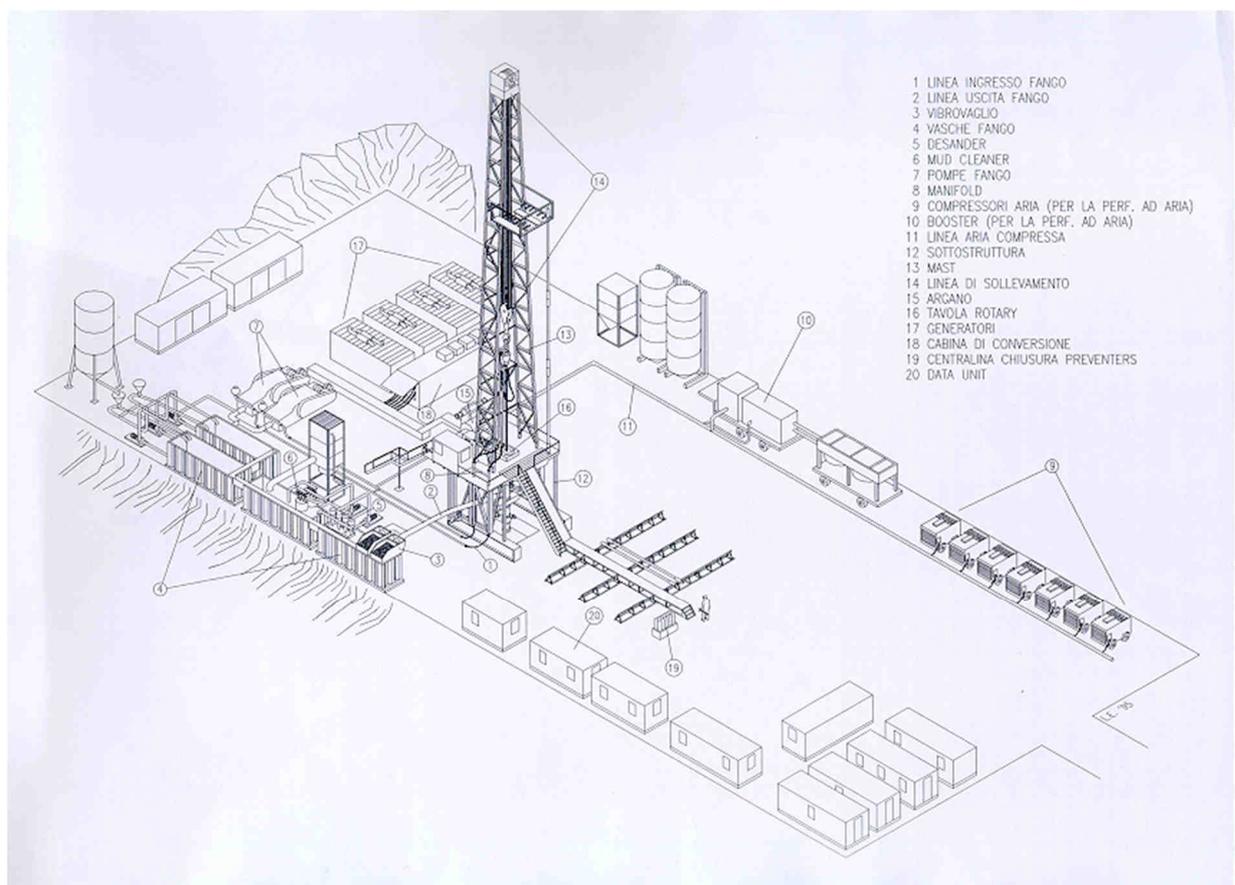


Figura 2.5.2-3– Disposizione tipica di un impianto di perforazione MASS 6000

La testa pozzo tipica delle fasi di perforazione profonda, rappresentata nella Figura 2.5.2-4, è costituita dai seguenti componenti:

- una valvola centrale a comando manuale e/o elettrico (Master Valve);
- un gruppo di preventers (dispositivi di sicurezza) con comando azionabile a distanza, sia dal piano sonda che da una centralina dedicata;
- un raccordo a quattro vie con scarichi laterali, sui quali sono montate valvole a saracinesca per smistare l'efflusso del fluido reperito;
- una testa rotante di tenuta.

Tutte le attrezzature di testa pozzo possono sopportare una pressione di almeno 3000 psi secondo la normativa API.

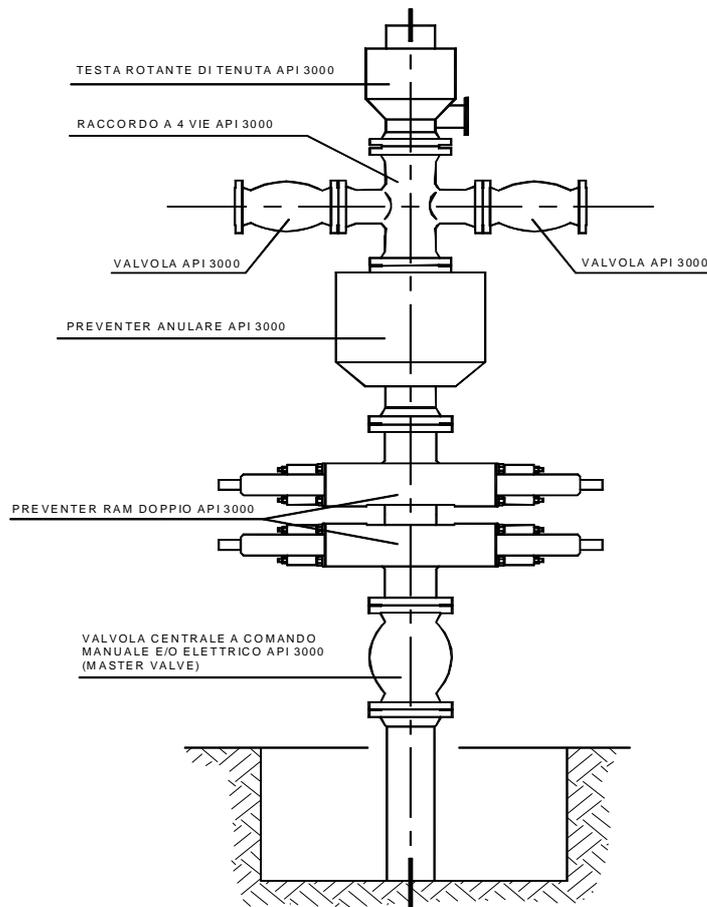


Figura 2.5.2-4 - Configurazione di Testa pozzo in fase di perforazione

2.5.3 Attività Impiantistica

2.5.3.1 Impianti di separazione a boccapozzo

L'impianto per la separazione a boccapozzo del fluido geotermico è comunemente impiegato in prossimità dei pozzi produttivi; l'impianto per la reiniezione in prossimità dei pozzi reiniettivi.

L'impianto per la separazione a boccapozzo è costituito essenzialmente da due parti: una parte per l'apertura e una per l'esercizio dei pozzi.

- La parte per l'apertura è dotata di un separatore - silenziatore di tipo atmosferico atto a ricevere il fluido geotermico, che in questa fase può contenere acqua e particolato solido. Il separatore atmosferico ha la funzione di separare l'acqua e le parti solide dal vapore e di limitare le emissioni acustiche provocate dall'espansione a pressione atmosferica del vapore.
- L'altra parte d'impianto invece ha la funzione di trattare il fluido durante il normale esercizio, cioè durante quella fase in cui i pozzi sono allacciati alla Centrale per mezzo delle linee di trasporto (vapordotti). Solitamente sono installati dei separatori in pressione per separare la fase aeriforme da quella liquida, a partire dalla miscela bifase prodotta dai pozzi.

Le tubazioni per l'apertura e quelle per l'esercizio dei pozzi possono essere collocate da parti opposte rispetto alla boccapozzo o essere dalla stessa parte (in quest'ultimo caso hanno in comune un primo tratto); il lay-out dell'impianto di boccapozzo dipende dalla direzione di uscita del vapordotto dalla postazione.

Sulla boccapozzo, oltre alla “master valve” (la valvola di chiusura principale del pozzo), sono installate altre due valvole per ciascuna linea uscente dalla boccapozzo: una valvola ha la funzione di laminazione, mentre l'altra ha la funzione di intercettazione del fluido.

I separatori sono del tipo a ciclone: sfruttando la forza centrifuga e la diversa densità della fase liquida da quella aeriforme, separano l'acqua contenuta nel fluido, che viene a sua volta convogliata in pressione verso i pozzi di reiniezione (se in prossimità) o verso la Centrale (ove tutte le acque vengono raccolte e inviate alla reiniezione).

Su ciascuna linea collegata a una boccapozzo viene installato un separatore, per svolgere la funzione descritta in precedenza. In ogni impianto è prevista l'installazione di idonee valvole di sicurezza, la cui funzione è quella di proteggere le tubazioni e le apparecchiature da eventuali sovrappressioni provocate dal pozzo stesso. Ogni linea vapore è dotata di misuratori di portata e di prese di pressione e di temperatura, per poter misurare a intervalli regolari le caratteristiche del pozzo.

È prevista anche l'installazione di un silenziatore, per poter inviare a tale apparecchiatura il vapore durante la fase di sperimentazione dei pozzi, o nel caso si verifichi una indisponibilità del vapordotto.

Tutte le tubazioni, le apparecchiature e le boccapozzo sono coibentate con lana di roccia rivestita da lamierino in alluminio (la stessa coibentazione dei vapordotti), in modo da ridurre le dispersioni termiche.

2.5.3.2 Linee di trasporto dei fluidi geotermici

Le tematiche di seguito trattate, ed in particolare le planimetrie di inquadramento degli interventi sono sviluppate e illustrate graficamente nelle tavole 2.5.3-1 ÷ 2.5.3-4, riportate in allegato. Al fine di una migliore comprensione, il tracciato è rappresentato in quattro quadri distinti.

In questo paragrafo si descrive e caratterizza la linea di trasporto dei fluidi geotermici, analizzandone il tracciato, e successivamente si esplicano le caratteristiche tecniche delle infrastrutture a rete e il procedimento costruttivo.

2.5.3.2.1 Composizione della rete e analisi del tracciato

La rete di trasporto dei fluidi geotermici rappresenta il collegamento tra la nuova postazione di perforazione Monterotondo 23 sita in prossimità della ex stazione elettrica Poggio Pievano (575.5 m s.l.m.), l'esistente postazione Monterotondo 22, e la centrale produttiva di nuova costruzione Monterotondo 2 (318.5 m s.l.m.).

La rete di collegamento tra la postazione Monterotondo 23 e la futura centrale si sviluppa da nord-est a sud-ovest nell'ambito vallivo del torrente Milia e dei fossi affluenti (il fosso della Troscia e il fosso della fonte Patassano) ed ha uno sviluppo complessivo pari a circa 2,9 km (Tavole 2.5.3-1 ÷ 2.5.3-4). Il breve tratto di collegamento tra la postazione Monterotondo 22 e la centrale ha lunghezza di circa 200 m.

La seguente tabella riassume la consistenza della rete di trasporto dei fluidi geotermici.

Tabella 2.5.3-1 – Rete di trasporto dei fluidi geotermici

Id.	Tipologia	Materiale	Lungh.	Tracciato (Δ)	Fluido trasportato / Funzione
2f	Vapordotto D.N. 600 mm	Acciaio al carbonio	2900 m	MR23 → MR2	Vapore
2g	Bifasedotto D.N. 200 mm	Acciaio al carbonio	2900 m	MR23 → MR2	Bifase

Id.	Tipologia	Materiale	Lungh.	Tracciato (Δ)	Fluido trasportato / Funzione
2h	Tubazione D.N. 150 mm	Acciaio al carbonio	2900 m	MR23 → MR2	Condense
2d	Tubazione D.N. 150 mm	Acciaio al carbonio	2900 m	MR23 → MR2	Acqua di regimazione postazione
2i	Tubazione D.N. 150 mm	Acciaio al carbonio	2900 m	MR22 → MR23	Acqua di alimentazione cantiere di perforazione (+)
-	Vapordotto D.N. 450 mm	Acciaio al carbonio	200 m	MR22 → collettore di Centrale (2f)	Vapore
-	Bifasedotto D.N. 200 mm	Acciaio al carbonio	200 m	MR22 → collettore di Centrale (2f)	Bifase
	Tubazione D.N. 200 mm	PEAD	200 m	MR2 → MR22	Acqua di reiniezione
	Tubazione D.N. 200 mm	PEAD	3500 m	MR2 → MR20b	Acqua di reiniezione
2l	Fibra ottica	-	2900 m		Collegamento postazione MR23 alla centrale MR 2 per telecontrollo
-	Fibra ottica	-	200 m		Collegamento postazione MR22 alla centrale MR2 per telecontrollo

(Δ) Abbreviazioni:

- MR2 centrale di Monterotondo 2
- MR22 postazione di perforazione Monterotondo 22
- MR23 nuova postazione di perforazione Monterotondo 23
- MR20b postazione di reiniezione Monterotondo 20 bis.

(+) al termine della perforazione questa tubazione sarà utilizzata per trasportare "l'acqua di lavaggio vapore" dalla Centrale MR2 verso la postazione MR23. In funzione della tempistica realizzativa, questa linea potrebbe essere realizzata in PEAD ed interrata

Considerato che l'infrastruttura in oggetto, per essere realizzata, tenuta in esercizio e mantenuta, deve essere ovunque raggiungibile con automezzi e macchine operatrici, nella individuazione del tracciato è stato assunto un criterio progettuale finalizzato a ridurre al minimo indispensabile l'impatto sul territorio.

Per la collocazione delle condotte sono state individuate le soluzioni più idonee per interferire nel minor modo possibile con il contesto paesaggistico attraversato; sono state inserite le lire di compensazione (loop) nei punti di minore visibilità, nelle radure con minore presenza di alberi, e sono stati previsti attraversamenti stradali in cunicolo laddove lo scavalco aereo sarebbe risultato troppo visibile.

Compatibilmente con le esigenze costruttive e operative (dilatazioni termiche delle tubazioni, ingombri dimensionali, spazi minimi di costruzione, etc.) sono state adottate in generale soluzioni tecniche e costruttive orientate al minimo impatto possibile.

Negli elaborati grafici di progetto sono state rappresentate sia le caratteristiche generali e particolari del tracciato, sia le differenti tipologie di posa delle condotte adottate in funzione della situazione in atto dei luoghi attraversati.

Il principio generale adottato nella definizione del tracciato è stato quello di attestarsi lungo margini fisici già costituiti: il limite del bosco, le recinzioni, sfruttando ed

adattandosi alle caratteristiche morfologiche del sito. Quando è possibile la linea si accosta al percorso viabilistico esistente, in maniera da ridurre al minimo la realizzazione della piste di servizio. Detto criterio progettuale che comporta maggiori oneri dal punto di vista impiantistico per l'inevitabile allungamento dei tratti, è finalizzato ad operare con il massima attenzione alla sensibilità del contesto ambientale e paesaggistico.

La conformazione orografica della valle, che in corrispondenza dei corsi d'acqua diventa molto profonda, ed il principio di attestarsi sui margini del bosco ha determinato la scelta progettuale di attraversare, in un primo tratto, un ambito di proprietà demaniale di competenza della Comunità Montana delle Colline Metallifere che vi gestisce un'attività di allevamento biologico.

L'analisi del sito, mediante rilievo diretto in loco e interpretazione delle foto aeree, ha consentito di approfondire i caratteri vegetazionali, la loro evoluzione e caratteristiche di pregio. È stato così possibile attuare precise scelte progettuali nella definizione del tracciato dei vapordotti e bifasedotti e nella definizione progettuali degli interventi puntuali, assumendo, quali criteri di base per la scelta del percorso, l'esistenza di piste, il posizionamento a margine di zone boscate, l'assenza di zone in frana o dissesto.

Analisi del tracciato

Nel primo tratto, all'uscita dalla postazione di perforazione di nuova realizzazione Monterotondo 23, il vapordotto ed il bifasedotto si attestano lungo una pista esistente che costeggia da un lato un prato-pascolo. La linea prosegue il suo tracciato sui margini del bosco ceduo misto con prevalenza di cerro che caratterizza il bordo, in forte pendenza, del fosso della Troscia. Vapordotto e pista di servizio definiranno il limite tra i prati-pascolo o pascoli cespugliati e il bordo boschivo senza in alcun modo intervenire sulla vegetazione. La linea si attesta per lunghi tratti lungo recinzioni esistenti che verranno ristrutturare e ridefinite lungo tutto il percorso. Vapordotto e bifasedotti saranno collocati ad una minima distanza dal suolo, in modo da risultare seminasposti dalla vegetazione arbustiva esistente ed emergere con il minor impatto possibile dallo sfondo del bosco. La pista di servizio da realizzarsi lungo la linea sarà delle dimensioni minime consentite. In prossimità degli allargamenti quando la linea attraversa dei prati che devono essere mantenuti funzionalmente collegati, si prevedono dei tratti interrati per permettere il passaggio dei mezzi agricoli.

Il tracciato prosegue con le medesime caratteristiche fino ad arrivare e scavalcare un ramo iniziale del torrente Milia (fosso della Fonte Patassano – tavola 2.5.3-1 punto 2). Proseguendo quindi sempre sui limiti del bosco la linea raggiunge un percorso viario esistente che serve i poderi Migliarina e Patassano e che prosegue poi come pista forestale fino al podere La Pila e l'area della nuova centrale.

Da questo punto in poi la linea costeggerà sempre il percorso esistente distaccandosi solo per piccoli tratti per ragioni tecniche. La pista esistente, nella parte descritta nel quadro 2 (Tavola 2.5.3-2) ha un'ampiezza notevole e costeggia ambiti aperti di prato pascolo o pascolo cespugliato, si ritiene quindi che per l'installazione del vapordotto non siano necessari interventi significativi sulla vegetazione. Oltrepassata la recinzione della Comunità Montana (quadro 2 e quadro 3), invece il percorso diventa notevolmente più stretto e si inoltra in un'area boscata più fitta. Nel tratto immediatamente precedente al secondo punto di attraversamento del fosso il vapordotto si distacca dalla strada e la attraversa interrato.

In questo tratto di circa 60 m l'andamento è tale da consentire in maniera ottimale e senza interventi distruttivi sulla vegetazione l'attraversamento interrato della strada e aereo del torrente.

Oltre lo scavalco del fosso, il vapordotto si ricongiunge al percorso esistente sul lato sinistro fino a raggiungere il podere La Pila, in questo tratto attraversa un bosco ed un

pascolo cespugliato. Come in precedenza in corrispondenza degli ambiti aperti si prevede di mantenere l'altezza dei supporti a +1.60 m, rispetto alla quota del piano campagna, in modo da permettere il passaggio di animali.

L'ultimo tratto della linea (quadro 4) prosegue lungo il bosco, seguendo limiti già definiti dalla postazione di sondaggio esistente fino a raggiungere la centrale dopo un ulteriore scavalco del torrente Milia.

Segue descrizione dell'ubicazione esatta dei tratti interessati.

2.5.3.2.2 Programma reiniezione zona Carboli - S.Martino

Riguardo all'attività mineraria prevista per le piazzole Monterotondo 22 e Monterotondo 23, sarà valutata, in funzione delle caratteristiche degli acquiferi geotermici attraversati e della permeabilità delle rocce che li ospitano, l'opportunità di emungere acqua geotermica dall'acquifero terminale, sovrastante il sistema geotermico profondo, da utilizzare per la ricarica del medesimo serbatoio nella zona di Carboli — S. Martino (Concessione Riosecco). Tale campo geotermico mostra infatti un naturale declino, causato da anni in utilizzo, che potrebbe essere efficacemente compensato da un apporto di questo tipo.

Qualora tale operazione risultasse tecnicamente fattibile, sarà modificato, di conseguenza, il profilo di tubaggio del pozzo prescelto allo scopo; per l'eventuale trasferimento di queste acque geotermiche potrà essere utilizzata la medesima tubazione di interconnessione tra la centrale Monterotondo 2 con il sistema di reiniezione Carboli – S. Martino (Tavola 2.5.3-5, in allegato).

2.5.3.2.3 Caratteristiche tecniche e costruttive

Con la dizione "linee di trasporto dei fluidi geotermici" si intende una infrastruttura a rete costituita, in generale, da:

- vapordotto, atto a convogliare il vapore primario dai pozzi alla centrale del diametro di 600 mm o da 450 mm;
- bifasedotto, atto a convogliare acqua per impianto di separazione e bifasedotto per scarichi di condensa del diametro rispettivo di 200 e 150 mm;
- tubazioni in acciaio, di diametro 150 mm per trasporto condense, acqua di regimazione della postazione e acqua di alimentazione cantiere di perforazione o per il trasporto dell'acqua di lavaggio del vapore;
- acquedotto di reiniezione in PEAD, di diametro 200 mm;
- acquedotto di lavaggio, di diametro 140 mm in PEAD per il trasporto dell'acqua destinata al trattamento del vapore;
- linea di telecontrollo, cavo in fibra ottica per il controllo dell'impiantistica a distanza atto a convogliare le segnalazioni di esercizio degli impianti di boccapozzo ai centri di teleconduzione.

Lo schema realizzativo tipico per le linee di trasporto è riportato in Figura 2.5.3-1, dove, per riconoscimento delle tubazioni si fa riferimento al codice identificativo riportato in prima colonna della Tabella 2.5.3-1.

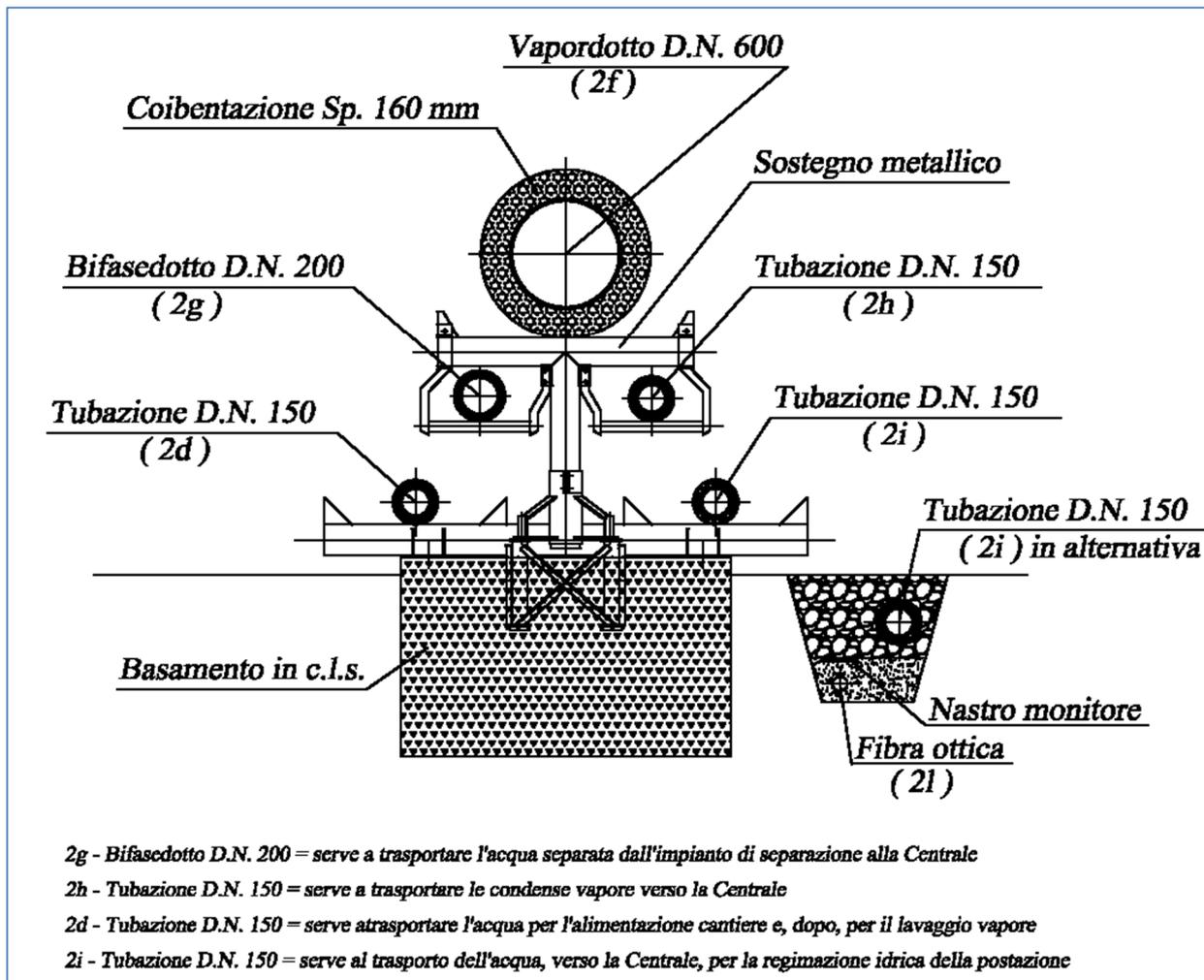


Figura 2.5.3-1 – Tipico realizzativo del sostegno delle linee di trasporto di fluidi geotermici (tratto postazione MR23 → centrale MR2)

Tutti gli elementi sopra citati trovano collocazione, sia fuori terra che interrati, entro un unico percorso che collega il pozzo geotermico agli impianti di utilizzazione dei fluidi da essi erogati. In particolare, la tubazione per la reiniezione nella postazione Monterotondo 20 bis sarà realizzata in PEAD ed interrata.

Nonostante le diverse esigenze e peculiarità tecniche delle condutture sopra elencate, l'accomunamento dei percorsi lungo un unico tracciato denota una precisa volontà progettuale, tesa essenzialmente a minimizzare l'impegno di territorio e l'impatto ambientale prodotto dalle infrastrutture a rete. Tale sforzo progettuale, unito a quello relativo alla scelta di tracciati coincidenti con percorsi viari, con margini di boschi e di campi, con cesse di servizio e con altre opportunità presenti nel territorio, consente di pervenire a risultati infrastrutturali caratterizzati da elevata qualità e buona compatibilità ambientale.

Vapordotto e bifasedotti

Le tubazioni utilizzate per il trasporto del vapore dai pozzi produttivi alla centrale, denominate comunemente "vapordotti", hanno caratteristiche finalizzate a ottimizzare le perdite di carico e a contenere le dispersioni termiche.

I vapordotti sono realizzati con tubi in acciaio del diametro di 600 mm, isolati termicamente con coppelle in lana di roccia dello spessore di 80 mm e rivestiti con un

lamierino di alluminio (spessore 0,8 mm) preverniciato con colori che possano facilitare l'inserimento ambientale del vaporedotto.

I bifasedotti sono realizzati in modo analogo ai vaporedotto, hanno però diametro compreso di 200 e 150 mm e isolamenti termici con coppelle di spessore ridotto; per svolgere la loro funzione essi vengono sempre collocati immediatamente sotto i vaporedotto, i quali, nei punti più bassi, sono dotati di scaricatori automatici per lo spurgo della condensa, che vengono a loro volta collegati al bifasedotto.

Le tubazioni vengono realizzate con percorsi fuori terra, a eccezione di brevi tratti in cunicolo, prevalentemente adottati negli attraversamenti stradali. L'esperienza acquisita fino a questo momento ha infatti evidenziato che tale soluzione è la migliore dal punto di vista dell'affidabilità d'esercizio e, quindi, della sicurezza.

Il percorso delle tubazioni deve inoltre consentire alle stesse la flessibilità necessaria a compensare le dilatazioni termiche generate dal fluido geotermico caldo (circa 200°C); tale flessibilità viene raggiunta con un percorso non lineare, o realizzando dei brevi tratti di tubazione a forma di omega ("loop").

I vaporedotto sono mantenuti rialzati rispetto al terreno da appositi sostegni in acciaio con struttura a traliccio e altezza variabile tra i 60 cm e i 160 cm.

Il tracciato del vaporedotto, che in pratica determina il tracciato delle condutture a esso associate e, quindi, dell'intera infrastruttura a rete, viene in genere predisposto secondo i seguenti criteri:

- minimizzare l'interessamento delle zone boschive esistenti;
- minimizzare gli interventi di sbancamento o di asportazione di terreno con vegetazione;
- evitare zone con forte pendenza e, quindi, con possibili problemi di stabilità;
- seguire il più possibile il percorso di strade o piste esistenti, di allineamenti naturali già presenti (limiti di campi o di boschi, siepi, etc.), compatibilmente con le esigenze progettuali;
- evitare i terreni coltivati;
- evitare le zone abitate;
- evitare zone in vista e punti panoramici.

Le tubazioni sono collocate a un'altezza dal suolo tale da conciliare il minor impatto visivo con la possibilità di saldatura delle barre di tubo.

Acquedotti di reiniezione

I reflui geotermici vengono trasportati, per mezzo di acquedotti denominati "di reiniezione", dal luogo di produzione fino ai pozzi reiniettivi, cioè ai pozzi non produttivi in grado di restituire al serbatoio geotermico il fluido suddetto.

Gli acquedotti sono realizzati generalmente con posa fuori terra (eccezionalmente, in determinati tratti aventi caratteristiche geomorfologiche di certificata stabilità, con posa interrata), collocandoli in posizione più prossima possibile all'asse del percorso dei vaporedotto; sono realizzati con tubazioni metalliche e hanno tipologia realizzativa simile a quella usata per la costruzione dei vaporedotto.

Linea di telecontrollo

L'esercizio degli impianti di boccapozzo è monitorato da un sistema automatico, che acquisisce i parametri fisici fondamentali e li trasmette direttamente al Posto di Teleconduzione che gestisce la rete mediante un cavo in fibra ottica, che viene interrato lungo il tracciato dei vaporedotto.

I cavi in fibra ottica per il telecontrollo degli impianti saranno posati, in scavo, lungo la viabilità esistente, lungo il bordo dei campi, utilizzando tracciati esistenti di vaporedotto o linee elettriche. Tale rete inoltre dovrà collegare la centrale Monterotondo 2 con la rete esistente presso le centrali di Carboli.

2.5.3.2.4 Attività realizzativa delle linee di trasporto

Realizzazione della sede di posa

La prima fase operativa necessaria per la costruzione delle linee di trasporto dei fluidi geotermici consiste nella realizzazione di una pista accessibile ai mezzi di trasporto e ai mezzi d'opera per la costruzione dei supporti delle condotte, quindi per il trasporto e lo stendimento lungo il tracciato delle barre di tubazione, successivamente per la posa in opera delle condotte sui supporti anzidetti e infine per il trasporto e montaggio del rivestimento coibente delle tubazioni.

La superficie necessaria alla costruzione delle linee di trasporto è diversa per attraversamenti di aree boscate e non:

- *aree non boscate*
 - 5 m da un lato per pista costruzione (per il passaggio dei mezzi di servizio e futura manutenzione ordinaria);
 - 3 m dall'altro lato.
- *aree boscate (al fine di ridurre al minimo il taglio delle piante)*
 - 3,5 m da un lato per pista costruzione (per il passaggio dei mezzi di servizio e futura manutenzione ordinaria);
 - 1,5 m dall'altro lato.

Mentre il vapordotto, il bifasedotto e l'acquedotto di lavaggio saranno posati fuori terra e sostenuti dai supporti del vapordotto di altezza variabile (contenuta di norma entro 0,6÷1,6 metri). L'acquedotto di reiniezione e cavi in fibra ottica per il telecontrollo degli impianti saranno interrati lungo la viabilità esistente utilizzando tracciati esistenti di vapordotti o linee elettriche.

La realizzazione della pista consiste, a seconda delle zone attraversate, nell'eventuale disboscamento, scarifica e livellamento del terreno senza, per quanto possibile, asportazione delle ceppaie, e successivo consolidamento del fondo mediante stendimento di materiale arido. In questa fase sarà posta particolare attenzione a non modificare il deflusso naturale delle acque, al fine di non creare dilavamenti e/o smottamenti.

Per l'attraversamento dei corsi d'acqua, saranno eseguiti tombamenti provvisori solo se non esistono passaggi alternativi.

Costruzione dei sostegni e delle opere d'arte

Quando il tracciato risulta percorribile ai mezzi d'opera, si procede al tracciamento topografico dei sostegni delle condotte e alla loro realizzazione. Tutti i sostegni sono vincolati a terra mediante plinti di fondazione in calcestruzzo, di volumetria semplice (generalmente parallelepipedica) e con estradosso poco superiore al piano di campagna; la loro realizzazione avviene di norma scavandone la sede con mezzo meccanico e riempiendola di calcestruzzo con l'ausilio di motobetoniere semoventi, riquadrando la parte sommitale del getto con cassaforma di limitata altezza. Preventivamente al getto viene collocato nella sede del plinto il sostegno metallico delle condotte o, in taluni casi, appositi manufatti di interfaccia per il montaggio successivo del sostegno; ove necessario, il completamento o l'aggiustaggio dei sostegni viene effettuato mediante elettrosaldature in loco.

Analogamente si procede per la realizzazione di opere d'arte, come ad esempio per l'attraversamento di strade con cunicoli di contenimento delle tubazioni; in tali casi varia solo la complessità della struttura, ma non il procedimento costruttivo: ove possibile vengono utilizzati manufatti prefabbricati in calcestruzzo armato, i quali vengono posizionati e collegati in opera su apposite solette di appoggio gettate sul fondo degli scavi. La parte superiore del cunicolo viene posta in opera a una quota inferiore di almeno 1 m rispetto alla quota del piano stradale per le strade principali; per le secondarie tale distanza viene ridotta ma adottando accorgimenti atti ad evitare il

formarsi di "scalini". I moduli costituenti il cunicolo sono progettati e realizzati in maniera da sopportare i carichi previsti per i "ponti di 1ª categoria", come indicato nella Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 384 del 14/02/1962: "Norme relative ai carichi per il calcolo dei ponti stradali". Gli imbocchi del sottopasso, sia d'ingresso che di uscita, saranno protetti con ringhiere metalliche, al fine di evitare cadute accidentali di persone e/o animali.

Tali imbocchi saranno altresì protetti con guard-rail a doppia barriera posti ai lati della carreggiata. Per l'esecuzione di queste opere si provvede a porre in atto gli accorgimenti necessari a parzializzare la percorribilità della strada o a creare brevi percorsi provvisori alternativi.

Posa delle tubazioni e coibentazione

A mano a mano che i sostegni sono stati posizionati secondo l'esatto andamento planimetrico delle tubazioni e queste si trovano stese a terra lungo il tracciato, apposite squadre di carpentieri specialisti provvedono alla posa delle barre di tubo di acciaio nella posizione di progetto e alla loro saldatura; questi operatori sono coadiuvati da speciali mezzi d'opera semoventi, dotati di piattaforme attrezzate per la saldatura metallica in quota, e da mezzi di sollevamento che imbracano le tubazioni e le mantengono in posizione fino a saldatura completata.

Dopo l'effettuazione dei controlli radiografici sulle saldature, delle prove di collaudo e di tenuta e delle altre verifiche occorrenti, sulle tubazioni di acciaio vengono montate le coppelle per l'isolamento termico, non contenenti amianto e suoi derivati, legandole reciprocamente e fasciandole con materiale impermeabile; la fase costruttiva viene quindi conclusa mediante il rivestimento delle condotte coibentate con elementi prefabbricati in lamierino di alluminio preverniciato, mutuamente collegati tramite numerose viti autofilettanti in acciaio inox.

La posa della linea di telecontrollo per gli impianti per la separazione/reiniezione a boccapozzo del fluido geotermico avviene posizionando il cavo all'interno di una fossa appositamente predisposta, avendo cura di allettare le condutture entro uno strato di materiale arido a granulometria fine; la fossa viene rinterrata non appena possibile, compatibilmente alla esecuzione rispettivamente delle giunzioni e dei collegamenti.

Messa in esercizio

Quando le tubazioni si presentano complete in opera di tutte le apparecchiature di esercizio (valvole di sezionamento, scaricatori di condensa, prese di misura per pressione e temperatura, tubazioni di trasporto degli spurghi, etc.), viene immesso in rete il fluido geotermico. Per i vapordotti questa operazione si avvia con adeguata progressione, per dar modo alla condotta di distendersi; a mano a mano che raggiunge la temperatura di esercizio, ne viene visivamente controllato il comportamento e vengono azionati e gestiti i sistemi di scarico delle condense, particolarmente copiose nelle fasi di riscaldamento delle tubazioni.

Al termine delle suddette operazioni di spurgo, di soffiaggio, di verifica e di collaudo da parte dell'unità costruttrice, le condotte vengono consegnate agli esercenti degli impianti utilizzatori.

Per gli acquedotti l'operazione di messa in esercizio risulta meno complessa; si provvede essenzialmente all'ispezione completa della condotta per verificarne la tenuta e, laddove necessario, all'eliminazione dell'aria.

Ripiegamento cantieri

Al termine delle fasi di costruzione sopra descritte, si provvede al ripiegamento del cantiere; quest'attività consiste nella rimozione di tutte le attrezzature e mezzi d'opera, delle opere provvisorie e degli sfridi di lavorazione; viene poi fatta una generale manutenzione alla pista di accesso/esercizio dell'infrastruttura, ripristinandone il fondo e

la regimazione delle acque. In questa fase vengono anche raccolti eventuali materiali di risulta delle lavorazioni, abbandonati lungo la pista.

Infine vengono attuati gli interventi previsti per la sistemazione ambientale e per la mitigazione dell'impatto visivo dell'opera.

2.5.3.3 Centrale Geotermoelettrica Monterotondo 2

Le tematiche di seguito trattate sono sviluppate e illustrate graficamente nelle Tavole 2.5.2-2 ÷ 2.5.2-7, in allegato.

L'intervento, strettamente collegato alla sistemazione della Postazione di Perforazione Monterotondo_22 appena descritta, consiste nella realizzazione di una nuova centrale geotermoelettrica di taglia 20 MW, collocata alla sinistra idrografica del Torrente Milia, dalla parte opposta, rispetto al torrente, della postazione esistente. Complessivamente l'area di intervento che racchiude sia la centrale che la postazione è caratterizzata da due ampie radure di forma pressoché triangolare e con andamento nord-sud, attraversate dal Torrente Milia che corre da est verso ovest

2.5.3.3.1 Area d'intervento

La nuova centrale si collocherà ad una quota media di 318,5 m s.l.m., sulla sinistra idrografica del Torrente Milia, al centro di una radura che scende in pendenza verso il corso d'acqua.

Il sito dista in linea d'aria circa 2800 m dal centro abitato di Monterotondo; l'area è circondata da colline dal profilo tondeggianti tipico delle Colline Metallifere e si caratterizza per la presenza del Torrente Milia che spesso, nei periodi estivi, è privo di acqua. Il torrente, dal classico andamento sinuoso, è circondato da una fascia di vegetazione riparia molto ricca per il numero di specie presenti, ed incide un territorio estremamente interessante per la composizione e la tessitura della vegetazione. La prevalenza di bosco ceduo misto pieno di eccezionali esemplari di cerri, lecci e querce, è intervallata da lembi di prato pascolo, da arbusteti, da seminativi, da piccoli appezzamenti coltivati a uliveto e da radure incolte, ambiti spesso collegati tra loro da fasce arbustive che segnano le divisioni catastali e i recinti delle aree di allevamento dell'azienda biologica della Comunità Montana delle Colline Metallifere. Il sito di intervento è appena fuori del perimetro delle aree demaniali in cui la Comunità Montana svolge le proprie attività; all'interno delle stesse aree, una fitta rete di sentieri escursionistici si snoda attraverso le aree di allevamento e attraverso i boschi secolari raggiunge i principali elementi di interesse della zona.

Nei pressi dell'area di intervento insistono alcuni poderi e i ruderi del castello di Cugnano, posto a quota 467 m, seminascosto dal fitto bosco. Tra i poderi si segnalano il podere, attualmente diroccato "Barghini" (posto a quota 370 m e distante dal sito circa 400 m), il podere, anch'esso diroccato, "La Pila", (posto a quota 385 m e distante dal sito circa 300 m), il podere "Cugnanone" (posto a quota 320 m e distante dal sito circa 680 m), e il podere "Cugnanino" (posto a quota 411 m e distante dal sito circa 900 m).

L'area individuata per la realizzazione della centrale non è percepibile da lunga e media distanza; è percepibile esclusivamente dalla strada di diretto collegamento ed esclusivamente nelle immediate vicinanze. La presenza del bosco limita la visibilità del sito, anche dalla media e breve distanza, scherma l'intervento e ne impedisce la percezione dalla viabilità principale così come dai punti circostanti più alti, come ad esempio dal castello di Cugnano.

L'area è raggiungibile dal paese attraverso una strada comunale che discende verso il podere i Barghini; ai fini del presente progetto sarà tuttavia utilizzato esclusivamente il tratto stradale che dalla strada regionale Sarzanese-Valdera, attraverso una diramazione

del percorso N. 17, si snoda all'interno dei terreni di gestione della Comunità Montana. Tale diramazione è stata consolidata e allargata da Enel in occasione della predisposizione del piazzale di perforazione della postazione Monterotondo 22 ed è perciò idonea al passaggio dei trasporti necessari (Tavola 2.5.2-9).

2.5.3.3.2 Ubicazione dell'intervento

Come già descritto in precedenza il sito individuato è una radura dalla forma all'incirca triangolare, definita ad ovest da una strada forestale (consolidata da Enel per il raggiungimento della Postazione di Perforazione Monterotondo_22), a nord dal corso del torrente Milia e ad est dal fitto bosco in gestione alla Comunità Montana.

Il progetto per la nuova centrale interessa la parte nord della radura e l'intervento di modellazione del suolo avrà inizio da un punto di dosso della strada che definisce una sorta di colmo dei piani inclinati che conformano sito. Ci si trova quindi a lavorare tra la quota alta a sud che corrisponde ad una quota media di 323 m s.l.m. ed una quota di 315 m s.l.m. a nord-ovest (in corrispondenza della strada). Altra quota determinante è quella fissata per l'imposta del piazzale che corrisponde a 318.5 m s.l.m., pari alla quota della vicina postazione di perforazione esistente. La conformazione del sito e le osservazioni fatte sulla percezione del futuro intervento hanno portato alla decisione di accedere all'area dal basso attraverso un piano inclinato che segue il naturale andamento ed attuare uno scavo capace di raccordare le quote esistenti agli estremi e definire precisamente l'area di intervento.

La prima azione progettuale è stata quindi la definizione di una nuova topografia che, pur con l'obiettivo di ricavare nel piano inclinato un piazzale a livello, risultasse integrata armonicamente con l'intorno. Lo scavo che assume la profondità di 4 m nel punto più alto, è definito su due lati da una scarpata erbosa dalla sezione variabile che si addolcisce nel punto di massimo salto di quota. L'angolo risulterà essere un raccordo morbido tra la quota 323 m s.l.m. e la quota 319 m s.l.m. e si configura come un'accelerazione delle curve di livello esistenti conservandone l'attuale andamento, sui due lati invece ci si alzerà con due leggeri terrapieni funzionali alla migliore definizione e perimetrazione dell'area di impianto. Il lato a ridosso della strada risulterà definito da un terrapieno triangolare capace di contenere la recinzione ed occultare il piazzale e l'attacco a terra dei manufatti. Il terrapieno che definisce l'impianto a sud-est oltre ad assolvere la funzione di chiusura e occultamento parziale dell'impianto, costituisce un elemento determinante per il progetto per la presenza sul suo colmo di un percorso pubblico che permette la visibilità dall'esterno dell'impianto e costituisce un tratto di un ampio circuito didattico-turistico dedicato alla geotermia nel suo complesso.

Nell'ambito ristretto il percorso unisce la strada con un guado già esistente sul torrente Milia e quindi si collega al sentiero che arriva alla Postazione di Perforazione Monterotondo_22 e al parcheggio.

Provenendo da nord la nuova centrale risulterà quindi incassata di circa 4 m, il piazzale e l'attacco a terra degli edifici, così come i raccordi, i tubi e gli impianti non risulteranno mai visibili dall'esterno. Inoltre l'impianto di separazione e l'AMIS®, posizionati in secondo piano, saranno sempre coperti dai manufatti principali. Solamente attraverso il nuovo percorso di visita, disegnato sul colmo del terrapieno, la centrale sarà visibile nella sua interezza e complessità impiantistica.

Verso il torrente si è operato con grande delicatezza e solo nell'ambito esterno all'area boscata, dove tra l'altro troviamo alcuni notevoli esemplari di leccio, ed al di fuori della fascia di rispetto del corso d'acqua. Su questo lato è stato modellato un terrapieno che si configura come un aggiustamento delle curve di livello esistenti ad eccezione di un'accentuazione della conformazione esistente che caratterizza l'angolo tra l'impianto

AMIS® e la sottostazione. Il rilievo costituisce un elemento di protezione dell'ambito fluviale nascondendo alla vista alcuni elementi dell'impianto e proteggendo il sito dalle emissioni sonore e gassose.

Sempre ai fini di operare un intervento che si raccordi il più possibile all'orografia esistente, i piazzali d'impianto, la sede per l' AMIS® e la sottostazione si articolano su piani a quote differenti collegati da rampe. Nello specifico, la quota principale è la quota 318.5 m s.l.m. costituita dal piazzale principale; sul retro della torre di raffreddamento un piano inclinato porta alla quota 320.0 m s.l.m. ed una rampa ulteriore collega il piazzale della sottostazione posto a quota 321.5 m s.l.m.

2.5.3.3.3 Descrizione dell'intervento

L'impianto generale dell'intervento sarà costituito da un piazzale principale (quota 318,50 m) atto ad accogliere i manufatti dell'edificio macchina e della torre di condensazione, un basamento per gli impianti AMIS® e vasca di stoccaggio della soda, un basamento per l'impianto di separazione del fluido bifase che si impostano alla medesima quota del piazzale, e infine la piattaforma (quota 321,5) che ospiterà la sottostazione elettrica di alta tensione e il traliccio e costituisce la parte terminale del piazzale a monte degli impianti; un sistema di viabilità interna collegherà la nuova centrale con la stazione elettrica attraverso una rampa di nuova realizzazione che sale lungo il margine orientale a fianco del terrapieno di contenimento del terreno a monte dello scavo.

L'intervento nel suo stato finale, considerando non solo le aree del piazzale ma l'insieme delle aree di movimentazione e di modellazione, coinvolgerà una superficie approssimativa di 14.700 m²; il piazzale della centrale, ove trovano posto il fabbricato macchine e le torri di raffreddamento, occupa una superficie complessiva di 6600 m²; la piattaforma per l'impianto di trattamento degli effluenti gassosi e per lo stoccaggio della soda occupano una superficie pari a 770 m² di cui circa 450 destinati all' impianto AMIS®; la piattaforma per l'impianto di separazione vapore ed il silenziatore, occupa un'area pari a circa 550 m²; la piattaforma che ospita la stazione elettrica di alta tensione occupa circa 550 m², mentre la grande rampa di accesso occupa circa 650 m². Complessivamente l'area occupata dal piazzale, dalla viabilità interna e dalle piattaforme annesse, ha una superficie di 9900 m²; le sistemazioni esterne necessarie per i raccordi morfologici tra i piazzali e le sezioni orografiche, i terrapieni e il sistema dei percorsi di visita esterni all'area della centrale, occupano una superficie complessiva di circa 5000 m² e rappresentano le aree di bordo oggetto di sistemazione paesaggistica.

Come detto, l'intervento consiste nella realizzazione di un nuovo impianto Geotermoelettrico della potenza di 20 MW nominali. Le infrastrutture principali che costituiscono l'impianto sono le seguenti:

- il fabbricato macchine-servizi a forma di parallelepipedo, destinato a contenere il gruppo di produzione (turbina-alternatore-compressore) e i locali di servizio e controllo;
- la torre di raffreddamento a condensazione del tipo a tiraggio forzato;
- l'impiantistica di ciclo ubicata all'esterno;
- la stazione elettrica A.T. per la trasformazione ed immissione dell'energia prodotta in rete.

Il piazzale che contiene le suddette infrastrutture soddisfa pure tutte le esigenze di viabilità interne, di montaggio e di manutenzione successiva dei componenti impiantistici; e provvisto di rete fognaria per la raccolta delle acque meteoriche che ricadono sulla sua superficie, di canalizzazioni perimetrali per l'allontanamento delle acque ruscellanti provenienti dalle fasce di terreno circostanti, di recinzione dell'altezza di 2 m.

2.5.3.3.4 Opere previste

Fabbricato Macchine-Quadri-Servizi

Il fabbricato sarà utilizzato per ospitare il nuovo gruppo da 20 MW e sarà costituito da un volume con struttura primaria in carpenteria metallica e tamponatura esterna di pannelli autoportanti coibentati e fonoisolanti, rivestiti sulle due facce in lamiera di alluminio colorata. I varchi di accesso saranno realizzati con portoni del tipo scorrevole su guide. La tecnologia impiegata, basata sull'assemblaggio di componenti, ha privilegiato le strutture metalliche e le tamponature su pannelli, anche per garantire il riuso degli stessi materiali in chiave di sostenibilità dell'intervento. La struttura sarà costituita da profilati in acciaio di adeguata dimensione posti a intervalli regolari, la copertura sarà del tipo a capanna con lucernario centrale. L'edificio sarà dotato delle necessarie griglie di areazione.

Il fabbricato macchine nella sua parte centrale ha dimensioni di circa 17,50 x 42,20 m con altezza di 16.5 m pari ad una superficie in pianta di 738,5 m² ed un volume pari a circa 11100 m³, mentre il volume complessivo, considerando il ponte di collegamento e l'area visitatori, le sale quadri e controllo e i servizi annessi, sarà pari a circa 17500 m³ per uno sviluppo complessivo in pianta pari a 1350 m².

Tipologia costruttiva

Il Fabbricato Macchine-Quadri-Servizi è costituito da un nuovo edificio che nella sua articolazione planimetrica e volumetrica, comprende sia gli spazi necessari per l'ubicazione e la movimentazione dei gruppi macchine, sia i locali adibiti al controllo e le sale quadri elettrici, sia i locali tecnici che ospitano trasformatori e impianti, sia uno spazio destinato ai visitatori, attrezzato con materiali espositivi e audiovisivi e collegato direttamente al percorso di visita esterno all'area di centrale.

Il volume complessivo dell'edificio è composto da un parallelepipedo rettangolare, che ospita i macchinari, a cui si affianca (dal lato opposto rispetto a quello rivolto verso le prospicienti torri refrigeranti) una sorta di quinta dalla giacitura leggermente sghemba. La quinta in effetti riveste un volume che abbraccia sul lato longitudinale e sulla testata il corpo centrale del fabbricato macchine e si protende a ponte verso est, fino a raggiungere il percorso esterno di visita posto alla quota alta del terrapieno di contenimento dello scavo del piazzale. La quinta e il volume a ponte sono sorretti da un'impalcatura metallica collegata alla struttura portante del corpo principale, che raggiunge la quota di gronda dello stesso e, al tempo stesso, schermo e sorregge l'insieme dei locali destinati alle sale controllo e quadri elettrici (disposti su due livelli) e un gruppo di scale, che, agganciato alla testata ovest collega, i diversi livelli dell'edificio. Affiancato alla testata ovest, a fianco del portellone di ingresso del fabbricato macchine, insiste un volume a che ospita uffici al piano terra e i servizi per i visitatori e il personale al primo piano. Lo spazio espositivo e informativo permette l'accesso libero ai visitatori a partire dal percorso esterno e lungo tutto il ponte sospeso fino a poter osservare l'interno del fabbricato macchine attraverso una vetrata; questa prima sezione fornisce una informazione demandata esclusivamente a sistemi di comunicazione tradizionale (cartelloni, planimetrie ecc.); da questo punto in poi la visita può continuare esclusivamente accompagnati da un responsabile della struttura impiantistica che condurrà i visitatori lungo un percorso che fiancheggia le sale controllo e permette l'attivazione di video e display interattivi, per poi raggiungere la testata ovest del fabbricato, ove si potrà sporgersi verso il macchinario esterno e le torri di raffreddamento, oppure scendere attraverso le scale nell'area impiantistica vera e propria. In questa seconda sezione sono previsti i servizi igienici di dimensioni adeguate per disabili.

L'insieme di questi elementi geometrici semplici assemblati tra loro, genera un edificio articolato che permette di tenere insieme locali dalle funzioni strettamente collegate ma

che spesso vengono trattati come volumi indipendenti e semplicemente affiancati. Questa scelta architettonica consente di concentrare tutti i volumi tecnici e quindi di liberare il più possibile il piazzale, che risulta così occupato esclusivamente da due grandi edifici paralleli, il fabbricato macchine e le torri refrigeranti.

Il volume principale è realizzato con struttura portante metallica (pilastri e travi); una orditura secondaria di controvento, collegata ai pilastri, irrigidisce la struttura e supporta il tamponamento costituito da un pacchetto di materiale insonorizzante e da pannelli di lamiera coibentata verso l'esterno. La copertura è realizzata con elementi autoportanti in fibrocemento, ad appoggio semplice e con sezione ad ala di gabbiano, che coprono l'intera luce e hanno una larghezza di 2,40 m ciascuno. Tra un elemento e l'altro è posto un cupolino traslucido, che illumina in maniera diffusa l'intero vano. Il ricambio d'aria è garantito tramite l'apertura, al piede dell'edificio, di un sistema di griglie di aerazione di entrata e, alla sommità dell'edificio, di un ulteriore sistema di griglie di uscita; entrambi i sistemi di griglie sono dotati di un dispositivo di intercettazione e abbattimento del rumore, costituito da lamelle fonoassorbenti appositamente sagomate.

Il corpo centrale del fabbricato macchine avrà un'immagine di compattezza determinata prevalentemente dal geometrico corpo principale che viene trattato con un rivestimento opaco e di colore scuro.

Apparato Refrigerante

L'impianto prevede l'installazione di una torre di raffreddamento delle dimensioni in pianta pari a circa 1000 m², un'altezza variabile compresa tra i 16 e i 18 m (misurata alla linea di gronda del tetto piano e ad esclusione dei camini che fuoriescono di 4 m) ed un volume medio pari a circa 21000 m³.

La torre di raffreddamento a condensazione del tipo a tiraggio forzato è costituita da tre corpi contigui che formano un volume essenzialmente parallelepipedo sormontato da tre elementi troncoconici allineati contenenti i ventilatori; è realizzata con basamento/vasca in cemento armato e struttura in elevazione in telaio di legno. Le pareti perimetrali sono costituite da un sandwich composto da pannellature in legno, materiale insonorizzante e rivestimento impermeabile all'esterno. La disposizione delle torri refrigeranti è prevista nella zona adiacente al fabbricato macchine e alla stessa quota di imposta. Sui lati corti del corpo principale due scale per gli interventi manutentivi consentono l'accesso alla sommità dell'apparato, le scale saranno realizzate in carpenteria metallica con schermature costituite da pannelli in grigliato metallico con funzione di sicurezza anticaduta.

Tipologia costruttiva

La Torre di Raffreddamento sarà anch'essa rivestita con lo stesso materiale metallico utilizzato per il fabbricato macchine, mentre i camini saranno verniciati del medesimo colore scuro del rivestimento. La lamiera grecata opaca e il colore grigio scuro, per contrasto metteranno in grande evidenza sia la massa imponente del fogliame degli splendidi esemplari che circondano l'area, sia il ponte espositivo che avrà, grazie al legno, un carattere di familiarità e sarà facilmente riconoscibile dall'esterno.

L'apparato refrigerante è composto da tre corpi contigui; ciascuno di questi è formato da una parte principale, costituente la cella di refrigerazione provvista di grigliature per l'ingresso dell'aria e, in basso, poggiante sul terreno, una vasca di raccolta dell'acqua refrigerata, alla quale è collegata la tubazione di aspirazione del condensatore; sopra ogni corpo è collocato un camino contenente l'elettroventilatore a pale rotanti atto a garantire il tiraggio forzato della torre. Il complesso è realizzato con basamento/vasca in cemento armato e struttura in elevazione in telaio; il tamponamento delle pareti perimetrali è costituito da pannelli che saranno alleggeriti visivamente utilizzando per il

rivestimento un pacchetto di isolamento acustico a camera in materiale traslucido. Il tutto per rendere un'immagine complessiva del fabbricato torri di semi trasparenze, legata alla suggestiva evanescenza del vapore che fuoriesce dai camini e all'acqua che precipita nella vasca di raccolta interna passando attraverso i grigliati del riempimento della torre. Il piano di copertura è costituito da pannelli pedonabili; le pareti esterne della vasca e le altre parti di basamento sono in calcestruzzo a vista. Una griglia di aerazione in legno, posta al di sopra della vasca in cemento e sviluppata lungo i lati maggiori dell'edificio, garantisce la circolazione dell'aria all'interno dell'edificio stesso.

Due scale, poste esternamente sui lati lunghi della struttura, permettono di raggiungere la copertura dal piano del piazzale, per i controlli e la manutenzione delle apparecchiature.

Le altre strutture di carattere civile sono costituite da opere in calcestruzzo armato, prevalentemente in fondazione, da vasche per il silenziamento del vapore, da skid metallici, da intralciature in carpenteria metallica, etc., che non sono da ritenersi rappresentative o significative nel contesto dell'impianto; esse sono tuttavia presenti negli elaborati grafici di progetto.

Macchinario esterno

L'impiantistica di ciclo ubicata all'esterno (Tavola 2.5.2-3) consiste essenzialmente in: condensatore, pompa di circolazione, apparecchiature di sfioro e silenziamento del vapore, impianto AMIS® per l'abbattimento delle emissioni gassose, etc. Le tubazioni, le valvole, i bulloni e tutta l'impiantistica in vista saranno verniciati con colori individuati attraverso apposito studio cromatico; per quanto riguarda i basamenti, i muri di separazione e di contenimento e tutte le opere civili necessarie al completamento saranno realizzate in cemento armato con trattamento faccia a vista.

Cabina Primaria

Lo stallo sarà posizionato in prossimità del fabbricato macchine.

Viabilità di distribuzione

Gli interventi sulla viabilità di distribuzione prevedono una rete di circolazione interna caratterizzata da sezioni di ampia dimensione e da piazzali in piano per facilitare il movimento dei vari mezzi di servizio.

La definizione delle sedi carrabili prevederà:

- realizzazione di carreggiate con idonee caratteristiche geometriche adatte al tipo e dimensione dei mezzi impiegati;
- uso di materiali idonei al tipo e all'uso, per i diversi strati, dalle fondazioni ai manti di usura;
- realizzazione di apposite opere di raccolta acque e collettamento a pozzetti di raccolta;
- creazione di banchine e marciapiedi per separare i possibili percorsi pedonali;
- tracciamento delle dorsali su cui insisteranno le varie urbanizzazioni delle reti dei sottoservizi.

Per quanto riguarda gli spazi esterni, i piazzali saranno pavimentati in asfalto, i percorsi pedonali saranno realizzati in masselli autobloccanti di cls vibrocompresso su sottofondo drenato e stabilizzato, le aree verdi saranno opportunamente invadite con seminagioni e con essenze arboree e arbustive autoctone.

L'accesso all'area di perforazione avverrà dal piazzale di centrale con apposita sede viaria di larghezza e pendenza adeguata a raccordare i dislivelli.

2.5.3.4 Fasi di realizzazione della centrale

La realizzazione dell'intervento seguirà un'articolazione delle fasi di cantiere che prevede:

1. Predisposizione dell'area di cantiere necessaria e l'adeguamento della viabilità esistente di accesso all'area.
2. Preparazione delle aree; la fase della preparazione delle aree è finalizzata alla realizzazione del piazzale, alla bonifica dei terreni di fondazione, alla regimazione idrica delle acque di falda e di superficie, alla realizzazione delle rampe di collegamento. Essa consiste nelle attività di carattere prettamente edile, con prevalenza delle operazioni di sbancamento, formazione di manufatti di contenimento, rilevati e movimentazione di terra, che vedono impegnati sul cantiere mezzi d'opera (ruspe, escavatori, pale meccaniche, trivelle, autobetoniere) e un maggior numero di automezzi per trasporto di terre, inerti e materiali di risulta. Si procede con la eliminazione della copertura vegetale e con la scoticatura del terreno superficiale, accantonandolo in area adiacente il cantiere per poterlo riutilizzare successivamente per le opere di ripristino ambientale; quindi iniziano gli sbancamenti per la formazione dei piani di posa dei rilevati e delle soprastrutture, che vengono rullati adeguatamente e bonificati ove necessario; successivamente vengono realizzati i rilevati fino al piano di sbancamento/riporto e - nelle aree di piazzale non occupate dalle infrastrutture - viene steso uno strato di soprastruttura per consentirvi la transitabilità ai mezzi d'opera. I rilevati e la soprastruttura vengono realizzati con idoneo materiale stabilizzato e selezionato, prelevato dalle cave di prestito operanti nella zona di intervento, dovendo essi assicurare la portanza dei piazzali senza cedimenti o avvallamenti; inoltre, laddove le indagini geotecniche di dettaglio individuino possibilità di deformazioni del piano di posa dei rilevati, allentamenti strutturali del terreno, inadeguati indici di compressibilità, etc., è prevista la esecuzione di trattamento stabilizzante nei primi metri di substrato, mediante jet-grouting o colonne di ghiaia o altri sistemi analoghi. Le terre provenienti dagli scavi, che non potranno essere ricollocate nelle aree adiacenti alla centrale stessa, verranno reimpiegate negli altri cantieri previsti, le eccedenze trasportate in discariche idonee.
3. Realizzazione delle opere civili; la fase delle opere civili consiste nella realizzazione di tutte le strutture di fondazione degli edifici e dei macchinari, delle vasche, dei massetti e delle pavimentazioni, dei cunicoli e dei conduits per tubazioni e per cavi elettrici; vengono inoltre eseguite le opere murarie di completamento e di finitura, le fognature superficiali, il trattamento protettivo delle strutture cementizie esposte agli agenti atmosferici e aggressivi, etc. Il cantiere edile assume dimensioni contenute, non necessitando né di particolari né di numerose attrezzature; il cantiere permane comunque fino al completamento dell'impianto per le attività di assistenza muraria e per le finiture civili. Con il ripiegamento del cantiere edile, ad avvenuto avviamento della centrale, si dispone delle condizioni per iniziare la fase della sistemazione ambientale di tutta l'area interessata dai lavori.
4. Montaggio degli edifici. Il fabbricato Macchine, come già descritto, è costituito da una struttura portante in carpenteria metallica, da un manto di copertura in elementi prefabbricati di fibrocemento e dal rivestimento in pannellature sandwich coibentate. La scelta di strutture prefabbricate consente di realizzare in cantiere solo le fasi di assemblaggio degli elementi, che avverranno procedendo con il montaggio delle membrature portanti, quindi degli elementi di copertura e successivamente dei rivestimenti, cui seguiranno le finiture e la posa degli impianti. Le torri di raffreddamento, che si assimilano a edificio solo per analogia di forma, essendo funzionalmente un macchinario, vengono analogamente montate in opera

collegando tutti i singoli elementi della carpenteria portante. Completata l'intelaiatura, vengono montate le pannellature interne costituenti l'apparato a pioggia, il gruppo elettroventilatore alla base del camino, le pannellature di rivestimento delle pareti perimetrali con le relative persiane di areazione nella parte bassa, quindi i camini sulla copertura. I collegamenti elettrici e idraulici completano le operazioni di montaggio dell'apparato refrigerante.

5. Montaggio dei macchinari. Non appena terminate le fondazioni principali dell'impianto e la copertura del Fabbricato Macchine, viene dato corso ai montaggi del macchinario elettromeccanico, di tutti gli apparati di governo, controllo e telecomando dello stesso, delle torri di raffreddamento e della stazione elettrica.
6. Seguiranno le prove di avviamento della nuova centrale.

I lavori di movimentazione terra consistono in un'opera di scavo dell'ammontare approssimativo di circa 15000 m³, di cui oltre 14000 m³ di materiale verrà reimpiegato in situ e nell'area della postazione limitrofa, per la realizzazione di dossi e terrapieni che delimitano l'area di intervento. Il restante materiale verrà utilizzato per opere di riqualificazione e rinterro delle vasche della Postazione di Perforazione Monterotondo_22.

2.5.4 Viabilità

Per l'accesso alla centrale, verrà utilizzata l'esistente strada, costituita da strade vicinali, che, dalla diramazione al km 146+700 sulla S.R. 439 "Sarzanese — Valdera" in prossimità del podere "Filetto", conduce alla postazione di sondaggio Monterotondo 22; la strada (Tavola 2.5.2-9) consente già il transito dei mezzi pesanti e non sono previsti quindi interventi di modifica, ma solo minimi interventi di adattamento e di manutenzione ordinaria. La strada si snoda all'interno dei terreni di gestione della Comunità Montana; tale diramazione è stata consolidata e allargata da Enel in occasione della predisposizione del piazzale di perforazione della postazione Monterotondo 22.

Presso la postazione Monterotondo 23 si rendono necessari l'adeguamento del tratto esistente della viabilità di accesso (circa 200 m), la realizzazione del tratto terminale per l'ingresso alla postazione e l'adeguamento della parte iniziale che si dirama dalla S.R. 439, in modo da consentire l'accesso agli automezzi per il trasporto dei materiali e dell'impianto di perforazione presso la postazione stessa.

Si è previsto di allargare la sede viabile a m 3,50, prevedendo due ipotetiche corsie di marcia della larghezza di m 1,75, con banchine laterali di m 0,50 e fossi di guardia non rivestiti a sezione trapezia della profondità di m 0,50 e basi di m 1,00 e m 0,40. Sono stati individuati brevi tratti in variante al tracciato esistente al fine di diminuire la pendenza attuale e favorire quindi la loro percorribilità ai mezzi pesanti.

Per favorire il deflusso delle acque, la sede viabile avrà una pendenza trasversale del 3%.

La pendenza geodetica intesa come risultante della pendenza longitudinale e della pendenza trasversale farà defluire le acque verso i punti di minimo del profilo stradale; in tali punti saranno previste opere di immissione e attraversamenti. L'individuazione puntuale di tali interventi ed il conseguente studio delle suddette opere saranno oggetto di studio in un grado di progettazione più elevato.

L'intervento nel suo complesso prevede:

1. lo scavo di sbancamento del terreno a margine dell'attuale sede stradale per adeguare la larghezza esistente a quella della previsione progettuale;
2. la scarificazione del terreno di superficie con asportazione di uno spessore di 30 cm di materiale;
3. il rifacimento della fondazione stradale con materiale inerte di idonea pezzatura;

4. lo scavo e la sagomatura dei fossi di guardia laterali deputati alla funzione di recettori delle acque meteoriche;
5. il rifacimento della pavimentazione in misto granulometrico frantumato meccanicamente e compattato. Tale soluzione è quella che meglio soddisfa le richieste di un intervento di manutenzione, ferma restando, come già detto, la realizzazione di opere quali fossi di guardia, attraversamenti e immissioni indispensabili per il deflusso delle acque meteoriche.

2.6 Criteri e modalità di esercizio

Stante la certificazione del Sistema di Gestione Ambientale in accordo alla ISO 14001 già acquisita dall'Unità Enel che esercisce gli impianti geotermoelettrici, anche per l'esercizio della nuova centrale Monterotondo 2 sarà esteso lo stesso S.G.A.

Similmente, poiché tutti gli impianti geotermoelettrici già in esercizio godono della certificazione EMAS, tale certificazione sarà estesa alla nuova centrale.

2.6.1 Impianti di separazione a boccapozzo

L'impianto di separazione ha la funzione di separare la fase liquida da quella aeriforme del fluido; per far questo è necessaria la sua installazione in prossimità della boccapozzo. Dopo aver terminato la perforazione e aver eseguito tutti i collegamenti necessari, si iniziano le prove di produzione del pozzo; queste possono essere divise in tre fasi: apertura, caratterizzazione del fluido e messa in esercizio.

Nella fase di apertura del pozzo, necessaria sia per la sperimentazione che per il normale esercizio, tutto il fluido viene indirizzato al separatore atmosferico. Il fluido subisce un "flash" (espansione) fino alla pressione atmosferica; il vapore e i gas incondensabili presenti nel fluido sono rilasciati in atmosfera, mentre l'acqua e i detriti separati sono raccolti in apposite vasche, svuotate periodicamente. Durante questa fase il pozzo viene collegato all'impianto di misura per consentire la caratterizzazione del fluido, sia in termini fisici di portata, temperatura e pressione, sia dal punto della composizione chimica. Il vapore separato e i gas incondensabili sono rilasciati in atmosfera tramite il silenziatore perché, in genere, l'impianto non è ancora collegato ai vapordotti. L'acqua uscente dal silenziatore viene convogliata, senza sversamenti, alle vasche sopra menzionate. Questa fase di prova si protrae mediamente per 3÷7 giorni.

A valle di questa fase inizia l'esercizio del pozzo con l'attivazione dell'impianto di separazione.

La durata di questa sperimentazione può durare da qualche giorno fino ad un mese circa.

A valle di questa sperimentazione si inizia la fase di esercizio con l'attivazione dell'impianto di lavaggio e separazione.

Impianto di lavaggio

L'impianto di lavaggio vapore viene normalmente installato presso quei pozzi il cui vapore ha un elevato contenuto di cloro ed un modesto grado di surriscaldamento.

Tale impianto serve ad iniettare una soluzione sodica, a monte dell'impianto di separazione, con lo scopo di neutralizzare chimicamente i componenti più aggressivi presenti nel fluido reperito.

L'impianto è composto da:

- serbatoi di stoccaggio soluzione sodica;
- vasca in c.a. di contenimento serbatoi;
- vasca di accumulo acqua geotermica;
- elettropompe per dosaggio ed iniezione soluzione sodica;

- sistema di miscelazione della soluzione sodica;
- valvole e tubazioni di collegamento;
- box contenente i quadri elettrici di comando;
- doccia antinfortunistica.

La soda, trasportata in loco da appositi automezzi, viene stoccata nei serbatoi e, tramite l'impiantistica predisposta, si miscela con l'acqua contenuta nella vasca; dai serbatoi di stoccaggio la soda viene aspirata dalle pompe dosatrici, che in funzione dei segnali ricevuti dalla strumentazione in campo, provvedono automaticamente a variare la portata di liquido da iniettare nella linea da loro alimentata.

Tale processo, per funzionare automaticamente, necessita di energia elettrica; è pertanto presente sia il box contenente i quadri di comando, sia quello d'interfaccia con la linea M.T./B.T. di alimentazione, sia quello di trasmissione di segnale a distanza per il telecontrollo.

Tutti i componenti contenenti o trattanti la soluzione sodica sono realizzati in modo da evitarne qualsiasi sversamento; i serbatoi sono alloggiati in una vasca in c.a. di capienza maggiore del contenuto dei serbatoi stessi; nelle immediate vicinanze delle pompe è installata una doccia, munita di autoclave, da utilizzarsi nel caso che un operatore venga accidentalmente a contatto con la soluzione sodica.

Terminate le fasi sperimentali, l'impianto viene messo in esercizio vero e proprio, predisponendo i collegamenti affinché il vapore sia convogliato verso i vapordotti e, da questi, in centrale; si aprono le valvole, e quant'altro necessario, controllando il comportamento dei vari componenti fino a che non si è raggiunta la pressione dovuta.

Terminate le fasi di messa a punto, l'impianto di separazione viene messo in esercizio.

Durante tutte le fasi di messa a punto l'impianto è presidiato da personale che ne controlla il buon funzionamento e il mantenimento delle condizioni di sicurezza.

Quando l'impianto entra a regime, i controlli si diradano, fino al raggiungimento del piano di controllo standard previsto per tali tipologie di impianti.

Il lavaggio del vapore viene effettuato iniettando nello stesso una soluzione sodica. L'approvvigionamento della soda è realizzato tramite autobotte, con frequenze di approvvigionamento variabili in funzione della composizione del fluido e delle capacità di stoccaggio previste. In genere è sufficiente un viaggio ogni 8-12 giorni.

2.6.2 Linee di trasporto dei fluidi geotermici

Per la messa in esercizio delle linee vapore si eseguono le seguenti operazioni.

In prima istanza viene effettuata la soffiatura dei vapordotti, con la quale si produce una azione cinetica sia sui residui della saldatura delle barre di tubo sia sullo strato di ruggine che si è formato sulle pareti degli stessi. Questa operazione dura alcuni minuti e viene ripetuta fino a quando la tubazione non risulta pulita.

Successivamente viene pressurizzata la linea inviando il vapore in centrale e si procede all'ispezione del vapordotto controllando che:

- gli scarichi di condensa siano perfettamente funzionanti e convogliati nel bifasedotto di raccolta;
- la tubazione sia posizionata correttamente sui sostegni;
- non esistano impedimenti ai normali spostamenti della tubazione dovuti alle variazioni di temperatura durante l'alternanza delle fasi di utilizzo.

Queste linee, generalmente e salvo guasti accidentali, non necessitano di controlli giornalieri; sarà comunque mantenuta agibile la pista per ispezioni settimanali ed eventuali interventi.

2.6.3 Centrale Geotermoelettrica

2.6.3.1 Prove di avviamento

In questa fase, della durata di circa un mese, vengono effettuate tutte le prove in bianco dei vari circuiti meccanici ed elettrici, degli apparecchi di regolazione e governo, dei sistemi di lubrificazione e di quelli oleodinamici di comando; vengono attivate le valvole, le pompe, tutti i motori e gli attuatori, vengono tarate le misure elettriche e vengono verificati i sistemi di sicurezza. Si provvede quindi all'invio del vapore nella turbina e si controlla il funzionamento complessivo della centrale.

Al termine delle prove di produzione l'impianto entra in parallelo con la rete e inizia quindi l'esercizio produttivo.

2.6.3.2 Esercizio dell'impianto

L'impianto, progettato per la produzione di energia elettrica di base, ha un periodo di funzionamento previsto durante l'anno di oltre 8000 h.

Durante la fase di avviamento e durante le interruzioni causate da fuori servizio o in occasione di piccole manutenzioni, il vapore proveniente dai pozzi viene deviato verso un silenziatore, posto al margine del piazzale di centrale, che rilascia il vapore stesso e i gas direttamente nell'atmosfera.

Nel caso di breve indisponibilità dall'impianto AMIS® il gas proveniente dal sistema di estrazione viene inviato direttamente ai camini delle torri per una migliore dispersione.

Nel caso di fermate prolungate, la portata di fluido rilasciata in atmosfera può essere ridotta o annullata laminando i pozzi di produzione e/o inviando il vapore prodotto verso altre centrali in esercizio interconnesse tramite la rete di vapordotti, oppure, come ultima possibilità, chiudendo i pozzi.

I sistemi di automazione, controllo e telecomando descritti in precedenza assolvono a tutte le funzioni essenziali, nonché al conseguimento delle condizioni di sicurezza nei casi di disservizio; pertanto, l'impianto viene gestito a distanza dal Posto di Teleconduzione di Larderello e non è quindi prevista la presenza di personale fisso in loco, se non per ispezioni e controlli di breve durata.

Le operazioni di revisione generale vengono programmate con cadenza di circa 18-24 mesi e hanno durata di circa 15 giorni continuativi, assorbendo l'operatività di circa 30 persone.

2.7 Ripristino dei luoghi

Le attività industriali che Enel propone per la coltivazione della risorsa geotermica nell'area che sarà perimetrata dalla Concessione di Coltivazione sono, come è ovvio, legate alla sussistenza del giacimento minerario ivi presente e nella fattispecie sono dipendenti dalla persistenza del fluido geotermico nel sottosuolo con caratteristiche fisiche ed entalpiche idonee al suo utilizzo per la produzione di energia elettrica.

In tale contesto l'attuazione della fase di decommissioning trova motivazione solo nell'irrimediabile decremento delle portate e delle suddette caratteristiche del fluido geotermico fino a valori non più compatibili con lo sfruttamento dello stesso in sistemi di taglia industriale, capaci di governare simultaneamente l'emungimento del campo geotermico, il trasporto dei fluidi, la loro trasformazione energetica, la restituzione dei reflui nell'orizzonte minerario, con un sistema organico di infrastrutture specifiche e di risorse operative dedicabili alle attività produttive ed a quelle manutentive dell'intero complesso. Fintanto che la risorsa mineraria giustifica la presenza di un sistema industriale per il suo sfruttamento, le infrastrutture a ciò necessarie (pozzi, condutture,

impianti di superficie) vengono costantemente adeguate, modificate e rinnovate tecnologicamente per ottenere risultati migliori e contestualmente i minori effetti negativi sull'ambiente.

Qualora si venisse a constatare la insostenibilità del sistema industriale per mancanza della risorsa mineraria il processo di decommissioning troverebbe motivazione ed attuazione, generalizzata su tutta l'area della Concessione, mediante lo smantellamento di tutte le infrastrutture impiantistiche e mediante la rimessione in pristino dei luoghi di insediamento onde pervenire - per quanto possibile - ad un rilascio dell'area in condizioni molto prossime a quelle originarie, nelle quali prevale una attività agricola di limitato pregio, con seminativi a frumento/foraggio, frequentemente affiancata a pascoli ed a incolti.

I lavori da eseguire per il conseguimento dell'obiettivo cui sopra possono essere così sintetizzati:

- a) chiusura mineraria dei pozzi, mediante riempimento del perforo con malte cementizie, smantellamento delle bocca-pozzo e dell'impiantistica di superficie, compresa l'evacuazione dei materiali dal sito;
- b) smantellamento delle reti di trasporto dei fluidi geotermici (vapordotti, acquedotti) e degli elettrodotti (Alta e Media Tensione) esterni ed afferenti all'impianto, non altrimenti utilizzabili, compresi ovviamente i relativi tralicci di sostegno, compresa l'evacuazione dei materiali dai luoghi attraversati;
- c) smontaggio dei componenti elettromeccanici dell'impianto di generazione elettrica, costituiti dal Gruppo turbogeneratore, dal condensatore, dalle pompe di circolo, dalle torri refrigeranti, dalle condotte ad essi afferenti, dai sistemi elettrici di gestione-supervisione-controllo-telecomando, dalla cavetteria di interconnessione, compresa l'evacuazione dei materiali dal sito;
- d) smontaggio della Stazione Elettrica di Alta Tensione, compresa l'evacuazione dei materiali dal sito, una volta accertata la sua non utilità per estendere o migliorare la distribuzione dell'energia elettrica alla popolazione del territorio;
- e) smontaggio completo dell' edificio (in carpenteria metallica) contenente il Gruppo turbogeneratore ed i relativi sistemi di governo, rimozione del carroponete e degli altri impianti tecnologici in esso contenuti, compresa l'evacuazione dei materiali dal sito;
- f) demolizione completa delle strutture in calcestruzzo in elevazione sui piazzali dell' impianto e dei pozzi, loro frantumazione e riutilizzo (previa verifica di incontaminazione da agenti inquinanti) per drenaggi, riempimenti aridi, etc., compresa la sistemazione a discarica dei materiali non ricollocabili nel sito;
- g) demolizione dei massetti di pavimentazione, dei marciapiedi, delle solette e delle fondazioni nastriformi superficiali, frammentazione e riutilizzo (previa verifica di incontaminazione da agenti inquinanti) per drenaggi, riempimenti aridi, etc., compresa la sistemazione a discarica dei materiali non ricollocabili nel sito;
- h) frammentazione e/o dissesto in loco delle fondazioni interrato che si presentano più massive o profonde (basamenti, plinti), soluzione di continuità delle pareti e dei fondi di vasche incassate nel terreno, previa verifica di incontaminazione da agenti inquinanti e previa rimozione ed evacuazione dei teli plastici impermeabilizzanti;
- i) rimozione delle pavimentazioni asfaltiche dei piazzali e delle relative strade di accesso (se non ritenute utili per altre utenze) nonché di altri estesi manufatti che possono ostacolare il ripristino della permeabilità del suolo, compresa la sistemazione a discarica dei materiali di risulta;
- j) rippatura delle ossature e delle massicciate di piazzali e strade al fine di renderle permeabili, ruspatura di tutte le aree dei piazzali e di quelle limitrofe onde riconferire

loro una morfologia irregolare e più prossima possibile a quella naturale delle zone circostanti;

- k) riporto e spandimento -sulle aree cui sopra- di materiale eminentemente terroso per uno spessore dai 50 ai 100 cm (maggiore nelle zone da dedicare a colture agricole), formazione di scoline e fossette di regimazione idraulica superficiale;
- l) seminagione andante di essenze erbacee ed arbustive autoctone, con prevalenza di quelle più radificanti per favorire la stabilizzazione della coltre di terreno; seminagione di ghiande di cerro, leccio, farnia, etc; impianto di specie arboree autoctone in fitocella in limitate zone ove si manifesta più urgente la espansione della copertura boschiva.

Dalle operazioni di smantellamento non risulteranno residui liquidi; i rottami di componenti metallici saranno tutti prelevati dai piazzali a cura di Ditte specializzate e conferiti a centri di recupero, le macerie di natura solida - derivanti dalla demolizione di manufatti murari fuori terra - se non riutilizzabili in loco per drenaggi, riempimenti, ecc. saranno conferite alla pubblica discarica.

È senz'altro utile, una volta espresso chiaramente l'impegno cui sarà dato corso in sede di decommissioning degli impianti, esemplificare alcune possibili riutilizzazioni delle infrastrutture che li costituiscono (talune preesistenti) che potrebbero contribuire alla valorizzazione del territorio e della economia locale e per le quali, come accennato in precedenza, varrà la pena indagare tra i possibili fruitori l'interesse ad una cessione nei loro confronti, prima di procedere alla definitiva eliminazione.

La viabilità potrebbe essere utile, talvolta determinante:

- per l'accesso ai fondi agricoli, favorendo la loro coltivazione, facilitando il transito dei macchinari -sempre più ingombranti- per la lavorazione del terreno e per la raccolta dei prodotti, consentendo anche l'impianto di colture più pregiate,
- per il controllo e la manutenzione del territorio e, in casi di emergenza, per consentire di raggiungere zone altrimenti non accessibili via terra,
- per la installazione di strutture e sistemi di avvistamento incendi, di telecomunicazione, di segnalazione,
- per la fruizione del territorio a scopo turistico/escursionistico,
- per la ricolonizzazione rurale degli agri, consentendo l'accesso ad edifici abbandonati da recuperare e/o la costruzione di nuovi insediamenti abitativi, di stalle per allevamento, di opifici per la trasformazione in derrate alimentari dei prodotti dell' agricoltura e dell'allevamento.

I piazzali già sede dei pozzi e della Centrale potrebbero essere utilizzati, anche parzialmente:

- come punti di scambio per i mezzi che percorrono le strade, la cui limitata larghezza talvolta non consente il transito di mezzi ingombranti nei due sensi di marcia,
- come parcheggio di trattori, mietitrebbie, carrelli rimorchio, autocarri, altri mezzi da trasporto o macchine operatrici,
- per allocazione di pagliai, depositi provvisori di presse di fieno e paglia, di granaglie,
- per allocazione di sistemi di apicoltura,
- per allocazione di strutture di avvistamento incendio o per altri controlli del territorio (in questi casi anche i plinti interrati possono trovare un valido riutilizzo con funzione statica per sostegno di torrette lignee o metalliche),
- per allocazione di antenne od altre apparecchiature di supporto alle telecomunicazioni, alla navigazione aerea, ecc.,
- come eliporti per situazioni di emergenza e/o per interventi di difesa del territorio.

Alcuni degli edifici, tra quelli di minor volumetria, potrebbero servire:

- ai proprietari dei fondi agricoli come deposito di attrezzi, di strumenti per la manutenzione e riparazione dei mezzi d'opera, come luogo di riparo in caso di maltempo o di soccorso in caso di malore/infortunio, come punto di ristorazione/riposo/medicazione,
- ad altri operatori per la collocazione di apparecchiature tecnologiche a servizio di sistemi per telecomunicazione , avvistamento, segnalazione, etc.
- Numerose altre possibilità di recupero e riutilizzo potranno ovviamente essere proposte ed attuate per estendere la vita utile di opere e manufatti esistenti a favore di altri operatori economici o della collettività.