

RAPPORTO

USO RISERVATO

APPROVATO

C4017827

Cliente Enel Green Power Italia S.r.l.

Oggetto Concessione "Travale".
Realizzazione nuove postazioni geotermiche "Montieri_7", "Radicondoli_35",
"Radicondoli_36".
Studio statistico finalizzato alla determinazione dei Valori di Fondo Naturale (VFN) dei suoli - Postazione Montieri 7.

Ordine A.Q. JA10125351 - Attivazione n. 3500626896 del 24.09.2024

Note Codice EGP: GRE.EEC.R.26.IT.G.13405.49.013
Codice PAUR: M07013_DefVFN

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 48 **N. pagine fuori testo** 181

Data 17/12/2024

Elaborato C4017827 1793913 AUT **STC - Gatto Cesare ,** C4017827 3219906 AUT **STC - Grattacaso Gaia ,** C4017827 2721036 AUT **STC - Raduazzo Alessandro**
Davide Boschi

Verificato C4017827 4991 VER **ENC - Stigliano Giuseppe Paolo**

Approvato C4017827 2809622 APP **ENC - Il Responsabile - Mozzi Riccardo**

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 2024 by CESI. All rights reserved

Pag. 1/48

PAD C4017827 (3097431) - USO RISERVATO

Mod. RAPP v. 17

Indice

1	PREMESSA	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
3	INQUADRAMENTO AMBIENTALE DELL'UNITÀ DI CAMPIONAMENTO	9
3.1	Inquadramento geografico.....	9
3.2	Uso del suolo	10
3.3	Destinazione d'uso urbanistica e limiti normativi per i suoli	10
3.4	Valutazione delle pressioni antropiche (attuali e storiche)	11
3.5	Assetto geologico locale.....	14
3.6	Assetto idrogeologico locale	18
3.7	Assetto geomorfologico	20
3.8	Assetto pedologico locale.....	21
4	SINTESI DEI RISULTATI ANALITICI OTTENUTI PER I SUOLI	24
4.1	Risultati delle analisi di caratterizzazione delle TRS.....	24
4.2	Risultati delle analisi del piano di indagine integrativo per la determinazione dei VFN.....	25
4.3	Confronto tra i risultati della caratterizzazione ambientale delle TRS e di quella del piano di indagine per i VFN	27
4.4	Risultati delle rianalisi dei campioni di caratterizzazione delle TRS.....	28
5	MODELLO CONCETTUALE DELL'UNITÀ DI CAMPIONAMENTO	31
5.1	Modello geologico-stratigrafico e idrogeologico	31
5.2	Identificazione dei parametri di interesse caratteristici dell'UdC.....	32
5.3	Potenziati fonti naturali	32
5.4	Valutazione della numerosità campionaria e completezza del set di dati.....	33
6	ORGANIZZAZIONE DELLA BASE DATI	34
7	METODOLOGIE UTILIZZATE	35
7.1	Approccio statistico utilizzato	35
7.2	Trattamento dei dati non-detected	38
7.3	Identificazione degli <i>outlier</i>	38
8	ELABORAZIONE STATISTICA DEI DATI.....	40
8.1	Analisi della distribuzione dei parametri di interesse	40
9	PROPOSTA DEI VALORI DI FONDO NATURALE (VFN) INDIVIDUATI DA PARAMETRI STATISTICI ..	44
10	CONCLUSIONI.....	46

ELENCO TAVOLE FUORI TESTO

Tot. Pagg. 5

Tavola 1	Ubicazione dei punti di indagine realizzati
Tavola 2a	Arsenico: ubicazione dei superamenti delle CSC nei terreni insaturi
Tavola 2b	Antimonio: ubicazione dei superamenti delle CSC nei terreni insaturi
Tavola 2c	Cobalto: ubicazione dei superamenti delle CSC nei terreni insaturi

ELENCO ALLEGATI FUORI TESTO

Tot. Pagg. 176

Allegato 1 – Biochemie Lab S.r.l. - Rapporti di Prova. Risultati delle analisi condotte sui campioni di suolo prelevati nell'ambito delle indagini integrative per la determinazione del VFN

Allegato 2 – Biochemie Lab S.r.l. - Rapporti di Prova. Risultati delle rianalisi condotte sui campioni di suolo prelevati nell'ambito delle indagini di caratterizzazione delle TRS

Allegato 3 – Dataset. Concentrazioni utilizzate ai fini della determinazione dei VFN dei suoli (file in formato .xls)

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
00	17/12/2024	C4017827	Prima emissione

1 PREMESSA

Nell'ambito dell'iter autorizzativo di PAUR (per la Concessione di Coltivazione fluidi geotermici denominata "Travale") avviato dalla Regione Toscana su istanza di Enel Green Power Italia S.r.l. (di seguito denominata EGPI) per la realizzazione di tre nuove postazioni di manutenzione campo geotermico ("Montieri_7", "Radicondoli_35", "Radicondoli_36") e delle relative opere a rete di collegamento, EGPI ha presentato agli Enti competenti il Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo per ciascuno dei tre siti (per la postazione Montieri 7: *"Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo ai sensi del D.P.R. 120/2017 (art. 9) in forma preliminare e criteri di gestione delle terre da scavo come rifiuto ai sensi della parte IV del D.Lgs.152/2006 e ss.mm.ii."* - documento ISMES S.p.A. prot. GRE.EEC.R.28.IT.G.13405.00.007.00 del 14/12/2023 - Rif. [1]).

Il Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo (di seguito TRS) è stato redatto con riferimento al Capo II del D.P.R. 120/2017, relativo a cantieri di grandi dimensioni sottoposti a VIA; il documento contiene il Piano di caratterizzazione dei suoli al fine di accertarne i requisiti ambientali al riutilizzo, redatto ai sensi dell'art. 4, comma 2, lettera d) del D.P.R. 120/2017.

Le indagini di caratterizzazione ambientale delle TRS, svolte a novembre 2023 mediante la realizzazione di n. 10 sondaggi geognostici (AMB01÷AMB10) a carotaggio continuo, i cui risultati sono contenuti nel documento ISMES S.p.A. prot. GRE.EEC.R.26.IT.G.08015.00.023 CTr021_RAAmb del 24/04/2024 (Rif. [2]), hanno fatto riscontrare la non conformità alle CSC previste dalla Tabella 1 dell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. (Colonna A e/o B) per alcuni metalli (Sb, As, Co) e per gli Idrocarburi pesanti (C>12), per i quali è stata ipotizzata l'origine naturale delle concentrazioni rilevate nei suoli, considerando il contesto geologico, geochimico e minerario nel quale si inserisce la postazione Montieri 7.

In relazione ai superamenti dei limiti normativi riscontrati, in data 07/05/2024, EGPI ha notificato il rilevamento di superamenti delle CSC nei terreni ai sensi dell'art. 245 del D.Lgs.152/06 e ss.mm.ii. (nota prot. ENEL-EGP-07/05/2024-0011984 del 07/05/2024 - Rif. [3]), allegando alla stessa la Relazione Tecnica sull'esito delle indagini di caratterizzazione delle TRS (Rif. [2]). Nella stessa comunicazione, inoltre, EGPI ha richiesto ad ARPAT un incontro tecnico finalizzato a presentare i dati a disposizione e a proporre, avvalendosi di quanto previsto dall'art. 11, comma 1 del D.P.R. 120/2017, di ricondurre le non conformità ai limiti normativi, rilevate nei suoli, al Valore di Fondo Naturale dell'area, ed infine a condividere le linee essenziali del modello concettuale sulla base del quale presentare il Piano di indagine per la determinazione dei Valori di Fondo Naturale (nel seguito VFN), così come previsto dal suddetto art. 11 del D.P.R. 120/2017.

Il Tavolo Tecnico con ARPA Toscana (Settore VIA/VAS – Direzione tecnica, Dipartimento di Siena e Dipartimento di Grosseto - AV Sud) si è svolto, in modalità videoconferenza, in data 28/05/2024 (Rif. [4]).

Successivamente, EGPI ha incaricato CESI S.p.A. (in seguito CESI) di elaborare il documento *"Piano di Indagine per la definizione dei Valori di Fondo Naturale (ai sensi dell'art.11 D.P.R. 120/2017)"* (Rif. [5]),

così come previsto dall'art. 11, comma 1 del D.P.R. 120/2017 e dalla procedura indicata nella Linea Guida SNPA 174/2018, integrato con quanto richiesto dagli Enti in occasione del Tavolo Tecnico del 28/05/2024 (Rif. [4]), finalizzato alla formulazione del Modello Concettuale preliminare ed alla definizione del piano di indagine per il completamento del set di dati disponibili, necessario per la fase di analisi statistica funzionale alla determinazione dei VFN.

Ai fini del piano di indagine per la determinazione dei VFN nei suoli, allo scopo di definire i limiti spaziali dello studio in relazione alle finalità e al contesto geo-ambientale, il sito della postazione Montieri 7 è stato identificato con l'Unità di Campionamento (UdC) oggetto dello studio. La nomenclatura adottata per l'UdC, che costituisce il contesto di riferimento oggetto del presente studio, fa quindi riferimento alla denominazione della stessa postazione, ovvero UdC "Montieri 7".

La proposta d'indagine per l'UdC "Montieri 7" (Rif. [5]), trasmessa con nota prot. n. 17051 del 24/06/2024, è stata ritenuta condivisibile nella nota ARPAT prot. 67149 del 26/08/2024 (Rif. [6]), nell'ambito della quale sono state formulate ulteriori prescrizioni inerenti principalmente la necessità di prevedere una parte dei sondaggi proposti nelle vicinanze, ma all'esterno dell'area di realizzazione della postazione geotermica, rimandando in corso d'opera la definizione della loro ubicazione.

A seguito di idonei sopralluoghi, atti a verificare l'effettiva fattibilità delle perforazioni in corrispondenza delle ubicazioni previste, le indagini sono state eseguite nei giorni 10÷11/09/2024 presso il sito della postazione Montieri 7.

Le attività sono state quindi svolte in contraddittorio con ARPA Toscana (Dipartimento di Grosseto) nelle giornate 10÷11/09/2024, ai fini della validazione della campagna d'indagine; nell'ambito di tali attività è stata condivisa con ARPA Toscana (Dipartimento di Grosseto) anche l'ubicazione dei sondaggi in area esterna alla postazione.

I risultati del piano di accertamento per la definizione dei Valori di Fondo Naturale, contenuti nel documento CESI prot. C4015055 del 25/10/2024 (Rif. [8]), hanno evidenziato sui n. 22 campioni di terreno prelevati la non conformità:

- per il parametro Arsenico alle CSC di Colonna A in n. 8 campioni e alle CSC di Colonna B in n. 7 campioni;
- per il parametro Antimonio alle CSC di Colonna A in n. 6 campioni e alle CSC di Colonna B in n. 3 campioni;
- per il parametro Cobalto alle CSC di Colonna A in n. 1 campione;

mentre hanno mostrato la conformità alle CSC per il parametro Idrocarburi Pesanti ($C > 12$) in tutti i campioni prelevati.

I Rapporti di Prova sono stati anticipati da EGPI agli Enti con nota prot. ENEL-EGI-14/10/2024-0027823 del 14/10/2024 (Rif. [7]). Successivamente, con nota prot. ENEL-EGI-04/12/2024-0032675 è stata trasmessa la Relazione Tecnica delle indagini integrative svolte a settembre 2024 (Rif. [8]).

Il presente documento ha pertanto lo scopo di presentare gli esiti dello studio statistico finalizzato all'identificazione dei VFN e la proposta di VFN dei suoli della postazione "Montieri 7", identificata quale Unità di Campionamento sulla base del suo contesto geologico, geomorfologico e geochimico.

Come suggerito dalla LG SNPA 174/2018, il numero minimo di osservazioni su cui basare la procedura per la determinazione dei VFN, necessario a garantire la significatività statistica del valore determinato, è compreso fra 10 e 30, in funzione dello scopo dell'indagine. Come previsto dal Piano di Indagine per la determinazione dei VFN (Rif. [5]) e come concordato con gli Enti preposti, la numerosità minima adottata ai fini del presente studio è di 30 osservazioni.

Per l'UdC "Montieri 7", la numerosità campionaria è stata raggiunta considerando i n. 16 campioni prelevati nell'ambito delle attività di caratterizzazione delle TRS di novembre 2023 e i n. 22 campioni prelevati nell'ambito dell'indagine integrativa di settembre 2024, per un totale di n. 38 campioni di suolo.

Il confronto tra i superamenti riscontrati per i metalli sui campioni dell'indagine integrativa e quelli risultanti dalle indagini di caratterizzazione delle TRS, ha evidenziato la necessità di condurre approfondimenti sulle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno di quest'ultima indagine, in considerazione delle diverse metodiche analitiche adottate nelle due circostanze.

Gli approfondimenti analitici di cui sopra, che hanno comportato l'analisi delle seconde aliquote dei campioni prelevati nell'ambito delle indagini per la caratterizzazione delle TRS, hanno consentito la confrontabilità tra le due serie di dati e di individuare il set di dati da utilizzare per:

- la determinazione dei VFN per i parametri di interesse caratterizzati da superamenti dei limiti di riferimento;
- l'individuazione ed il trattamento di eventuali *outlier* in relazione ai parametri di interesse.

I dati raccolti non hanno invece consentito di confermare l'origine naturale delle non conformità rilevate nel corso della prima campagna di indagini per il parametro Idrocarburi pesanti C>12, che pertanto non è oggetto di studio del VFN.

Sulla base delle risultanze analitiche di cui sopra, nelle more di acquisire i risultati analitici dei campioni prelevati in contraddittorio da ARPAT e la successiva validazione dei dati di parte trasmessi, si è quindi proceduto con lo studio della loro distribuzione statistica e con la determinazione dei Valori di Fondo Naturale dei suoli dell'UdC "Montieri 7", che costituisce oggetto del presente documento.

Il presente studio è stato condotto in riferimento alla Linea Guida SNPA (174/2018) "*Linea Guida per la Definizione dei Valori di Fondo per i Suoli e per le Acque Sotterranee*" ed è stato articolato nei seguenti Capitoli, in cui sono descritte nel dettaglio le fasi seguite per la definizione dei VFN:

- Inquadramento ambientale dell'Unità di Campionamento (Capitolo 3);
- Sintesi dei risultati analitici ottenuti per i suoli (Capitolo 4);
- Modello Concettuale dell'Unità di Campionamento (Capitolo 5);
- Organizzazione della base dati (Capitolo 6);
- Analisi statistica del Dataset (Capitolo 7);
- Metodologie utilizzate (Capitolo 8);
- Elaborazione statistica dei dati (Capitolo 9);
- Proposta dei Valori di Fondo Naturale (VFN) individuati da parametri statistici (Capitolo 10);
- Conclusioni (Capitolo 11).

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Riferimenti normativi e Linee Guida

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 “*Norme in materia ambientale*” e successive modificazioni e integrazioni (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96).

Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120 “*Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164*” (G.U. n. 183 del 7 agosto 2017)

ISPRA (2018) – “*Determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee*”. Manuali e Linee Guida n. 174/2018.

Riferimenti tecnici

- [1] Enel Green Power Italia S.r.l. *Concessione “Travale”. Postazione Geotermica Montieri 7. Progetto Definitivo. Piano Preliminare di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo ai sensi del DPR 120/2017 (art.9) in forma preliminare e criteri di gestione delle terre da scavo come rifiuto ai sensi della parte IV del DLgs 152/06 e ss.mm.ii.* GRE.EEC.R.28.IT.G.13405.00.007.00 del 14/12/2023, presentato in istanza di PAUR (prot.n.001382 del 19/01/2024).
- [2] Enel Green Power Italia S.r.l. *Concessione “Travale”. Postazioni Geotermiche Montieri 7, Radicondoli 35 e Radicondoli 36. Progetto definitivo. Relazione tecnica sull'esito delle indagini ambientali di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo ai sensi del D.P.R. 120/2017.* GRE.EEC.R.26.IT.G.08015.00.023 CTr021_RAAmb del 24/04/2024, presentato in istanza di PAUR (prot.n.001382 del 19/01/2024).
- [3] Enel Green Power Italia (EGP and TGx Italy – Operation & Maintenance Geothermal Italy). *Comunicazione ai sensi dell'articolo 245 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. di rilevamento superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) nei terreni – Nuove Postazioni di Manutenzione Campo Montieri 7, Radicondoli 35 e Radicondoli 36 ubicate nella Concessione di Coltivazione “Travale”, nei Comuni di Radicondoli (SI) e Montieri (GR) – Procedimento autorizzativo PAUR (Regione Toscana) n.ID: 2199.* Nota prot. ENEL-EGP-07/05/2024-0011984 del 07/05/2024.
- [4] ARPA Toscana - Settore VIA/VAS – Direzione tecnica, Dipartimento di Siena e Dipartimento di Grosseto - AV Sud. Verbale riunione del 28/05/2024.
- [5] CESI S.p.A. Rapporto C4009046 del 21/06/2024. *Concessione “Travale”. Realizzazione nuove postazioni geotermiche Montieri 7, Radicondoli 35, Radicondoli 36. Piano di Indagine per la determinazione dei Valori di Fondo Naturale (ai sensi dell'art. 11 D.P.R. 120/2017) - APPENDICE 1: Postazione Montieri 7.*
- [6] ARPA Toscana - Settore VIA/VAS – Direzione tecnica, Dipartimento di Siena e Dipartimento di Grosseto - AV Sud. *Considerazioni in merito ai piani di indagine per definire i valori di fondo naturale Montieri 7, Radicondoli 35 e 36.* Nota n. 67149 del 26 agosto 2024.
- [7] Enel Green Power Italia S.r.l. [ID:2199] *PAUR ai sensi art. 27 bis del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. e art. 73 bis della L.R. 10/2010 relativamente al progetto “Concessione di Coltivazione Travale - Nuove Postazioni di Manutenzione Campo Montieri_7, Radicondoli_35, Radicondoli_36” nei comuni di Montieri (GR) e Radicondoli (SI). Proponente: Enel Green Power Italia S.r.l. Caratterizzazione delle aree interessate da movimenti terra e determinazione del Valore di Fondo Naturale (VFN) ex art. 11 del D.P.R. 120/2017: Trasmissione esiti indagini postazioni e Rapporti di Prova Nota.* prot. ENEL-EGI-14/10/2024-0027823 del 14/10/2024.

- [8] CESI S.p.A. Rapporto C4015055 del 25/10/2024. *Concessione "Travale". Realizzazione nuove postazioni geotermiche Montieri 7, Radicondoli 35, Radicondoli 36. Piano di indagine per la determinazione del Valore di Fondo Naturale (ai sensi dell'art. 11 D.P.R. 120/2017) - Postazione Montieri 7. Relazione tecnica indagine integrativa - settembre 2024.*

3 INQUADRAMENTO AMBIENTALE DELL'UNITÀ DI CAMPIONAMENTO

Le informazioni riportate nel presente capitolo relative all'UdC Montieri 7 sono tratte dai documenti ISMES S.p.A. prot. GRE.EEC.R.26.IT.G.08015.00.023 CTr021_RAAmb del 24/04/2024 (Rif. [2]) e CESI C4009046 del 21/06/2024 (Rif. [5]).

3.1 Inquadramento geografico

La postazione Montieri 7 si trova nel territorio del Comune di Montieri (GR), nella zona delle Colline Metallifere toscane, corrispondente al settore compreso tra Siena e il Mar Tirreno.

Nella figura seguente è possibile osservare l'ubicazione relativa della postazione geotermica Montieri 7, posta a circa 2 km dalla postazione di Radicondoli 35 e circa 6,5 km da quella di Radicondoli 36.

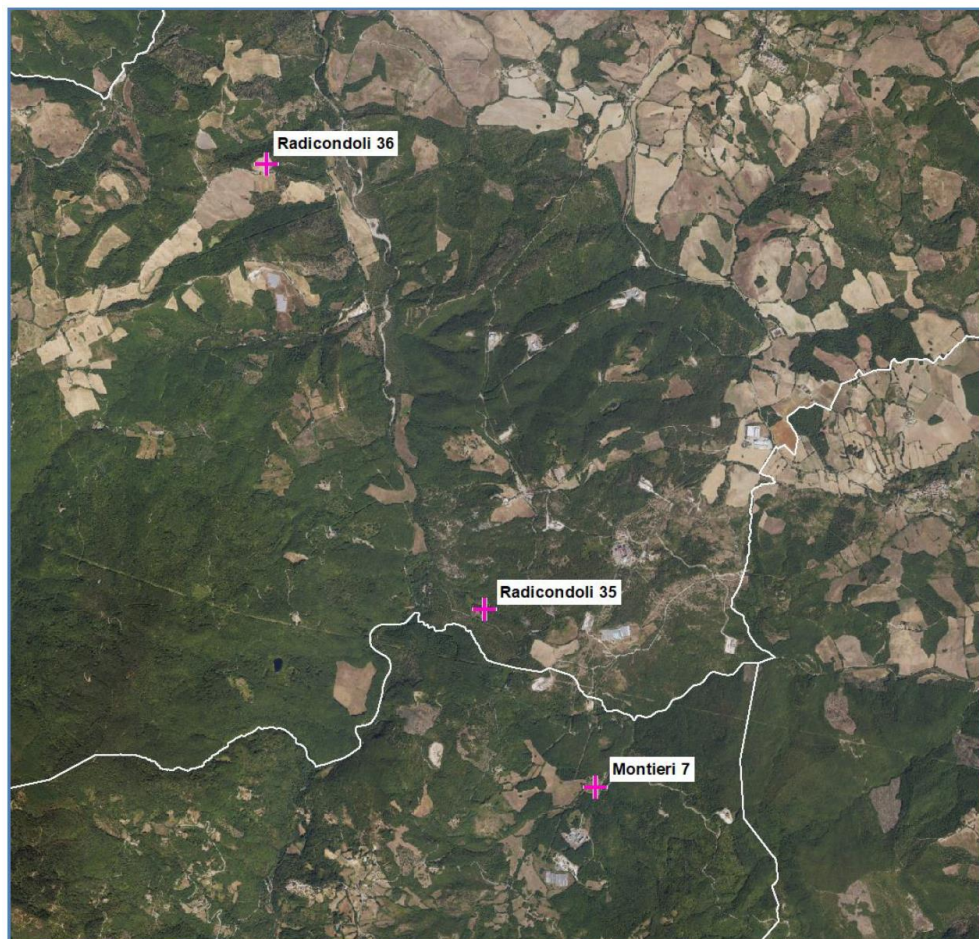


Figura 1– Ubicazione delle tre Postazioni: Radicondoli 36, Radicondoli 35 e Montieri 7 con indicati in bianco i confini comunali.

Ortofoto OFC 2023 (GSD 20cm) fornite dalla Regione Toscana

Nella tabella seguente sono riportati i riferimenti cartografici del sito; le coordinate geografiche, nel sistema Gauss Boaga Datum ROMA 1940 fuso Ovest, sono relative al punto di origine degli assi X e Y della postazione, corrispondente al centro del pozzo, tra i 5 previsti, più distante dall'ingresso della postazione stessa.

Postazione	Coordinate U.T.M. Gauss Boaga		Riferimento (pozzo)	Sezione CTR 1:10.000
	E	N		
Montieri 7	166.5921,88	4.782.261,46	MON_07	307010

Tabella 1 – Riferimenti cartografici della postazione.

3.2 Uso del suolo

L'area destinata alla realizzazione della postazione Montieri 7 è sub-pianeggiante, caratterizzata dalla convergenza di quattro corsi d'acqua, con debole pendenza (8-9°) verso il Torrente Saio (a nord e ovest) e delimitata a est dalla strada vicinale di Travale; l'area si presenta vegetata in modo disomogeneo con una zona erbosa circondata da una fitta vegetazione.

Per quanto concerne la copertura e l'uso del suolo prevalenti del sito della futura postazione Montieri 7, la cartografia della Regione Toscana (vedi Figura 2) riporta per la maggior parte della superficie della postazione un uso a *seminativi irrigui e non irrigui (210)*, mentre per l'area dell'ingresso alla postazione e della viabilità di accesso e per il tracciato delle relative linee fluidi sono indicati *boschi di latifoglie (311)*.

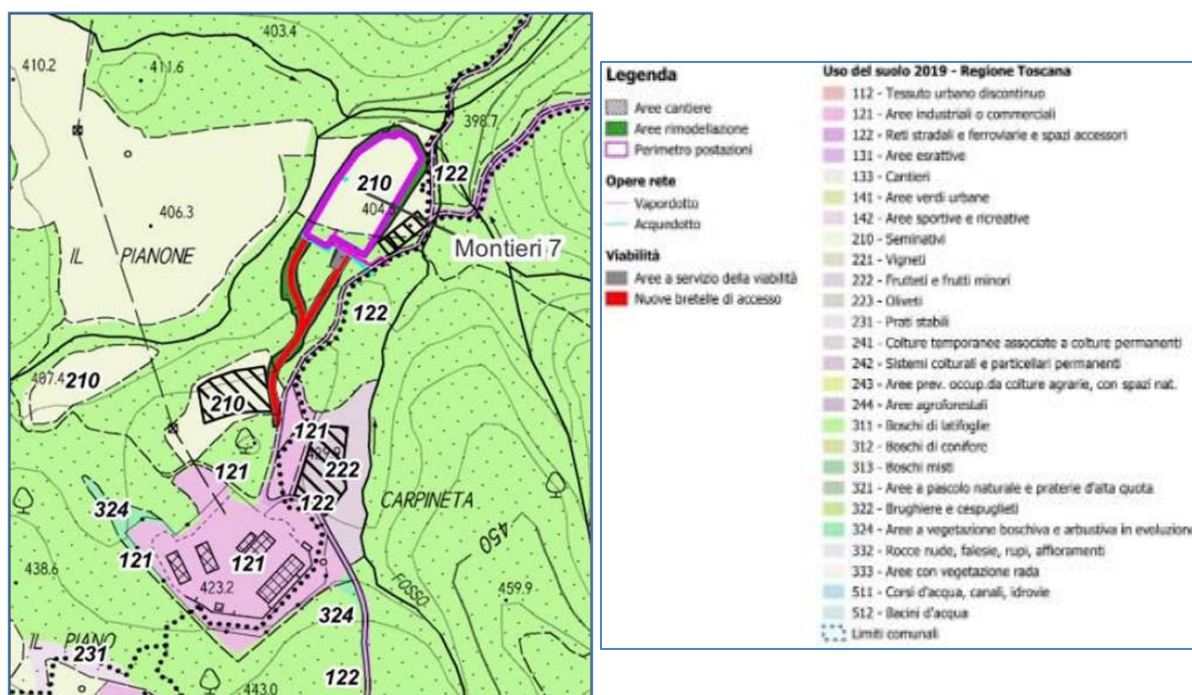


Figura 2 – Copertura e uso del suolo per l'area della postazione Montieri 7.
(Regione Toscana, SIPT-Database pedologico, Portale Geoscopio)

Le aree di cantiere e accumulo temporaneo interessano superfici con i medesimi usi di cui sopra (210 e 311), con l'eccezione dell'area di accumulo temporaneo delle TRS "C" che insiste su un'area ad uso *Frutteti e frutti minori (222)*.

3.3 Destinazione d'uso urbanistica e limiti normativi per i suoli

Il Piano Operativo Intercomunale (2014) identificata per la postazione Montieri 7 le seguenti destinazioni d'uso: "Aree rurali" e "Area Rurale a Destinazione Speciale (ARDS) n. 3 di Montieri (zona serricola, destinata ad attività florovivaistica)".

Ai fini della gestione delle terre di scavo secondo il D.P.R. 120/2017, i terreni interessati dagli scavi sarebbero da attribuire a “siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale” di cui alla colonna A della Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.; tale assunzione vale anche per i terreni a destinazione speciale di Montieri 7, sui quali è previsto, ma non attuato, un uso del suolo di tipo produttivo.

Si evidenzia tuttavia che l’autorizzazione alla realizzazione ed esercizio della nuova Postazione comporterà l’avvio sul relativo sito di una attività produttiva, consistente nell’attività di ricerca mineraria e di coltivazione della risorsa geotermica nell’ambito della Concessione Travale.

In tal senso la gestione delle terre da scavo potrà fare riferimento alla destinazione d’uso di fatto prevista, corrispondente a “siti ad uso Commerciale e Industriale” di cui alla colonna B della Tabella 1, Allegato 5, sopra citato.

3.4 Valutazione delle pressioni antropiche (attuali e storiche)

L’analisi relativa alla localizzazione delle attività antropiche alla scala della postazione è stata condotta attraverso la consultazione del Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana (SIRA), relativamente alle seguenti categorie INSPIRE con i relativi dataset:

- Risorse energetiche:
 - Centrali geotermiche.
- Produzione e impianti industriali:
 - Aziende a rischio di incidente rilevante
 - Aree agricole per spandimento fanghi
 - Impianti di gestione dei rifiuti
 - Impianti soggetti ad autorizzazione ambientale integrata
 - Impianti di potenza a biocombustibile
 - Impianti di gestione dei rifiuti
 - Impianti di depurazione.

Nell’area comprendente la postazione in progetto sono presenti infrastrutture legate alla coltivazione della risorsa geotermica rappresentate da vapordotti, acquedotti, postazioni di perforazione e da n. 2 centrali geotermoelettriche esistenti, come mostrato nella Figura 3:

- Centrale “Travale 3”: ubicata nel Comune di Montieri ad una distanza di 0,5 km dalla nuova postazione Montieri 7;
- Centrale “Travale 4”: ubicata nel Comune di Montieri ad una distanza di 0,7 km dalla nuova postazione Montieri 7.



Figura 3 – Ubicazione delle Centrali geotermiche nell’areale della postazione Montieri 7.
(Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana - SIRA)

Alla medesima scala di osservazione, non si rileva la presenza di insediamenti produttivi e impianti industriali quali aziende a rischio incidente rilevante, impianti gestione rifiuti, impianti soggetti ad AIA.

La consultazione delle schede dell'inventario dei siti minerari della Regione Toscana (BD_RIMI, Regione Toscana - Banca Dati Risorse Minerarie (BD_RIMI)) ha permesso di constatare che nel bacino imbrifero sotteso alla postazione geotermica in progetto, sono presenti tre siti minerari di diversa epoca storica, tutti abbandonati ma comunque censiti all'interno del database regionale. In particolare, sono censite coltivazioni di mineralizzazioni sia tipo "Lagoni" collegate ai soffioni boraciferi (Travale MIN-193), sia a solfuri misti (Poggio Mutti-Gerfalco MIN_138 e Montieri MIN_117). Per le caratteristiche geologiche e giacimentologiche dei tre siti minerari indentificati, estratte dalle schede dell'inventario del BD_RIMI, si rimanda al paragrafo 6.2 del documento EGPI "Concessione "Travale". Postazioni Geotermiche Montieri 7, Radicondoli 35 e Radicondoli 36. Progetto definitivo. Relazione tecnica sull'esito delle indagini ambientali di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo ai sensi del D.P.R. 120/2017" (Rif. [2]).

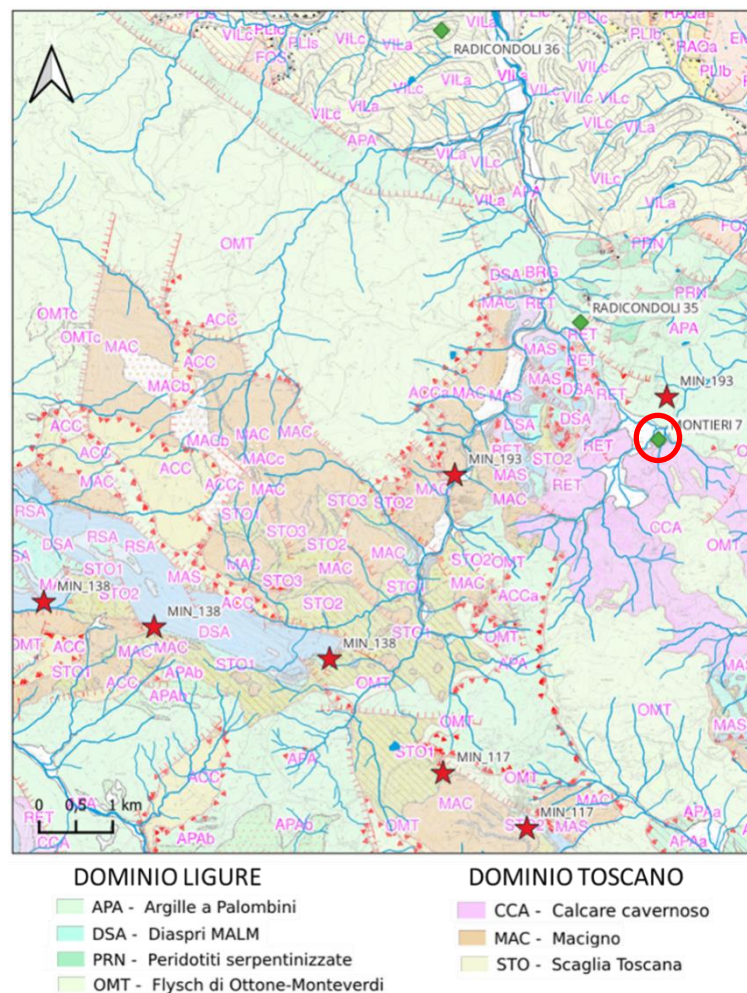
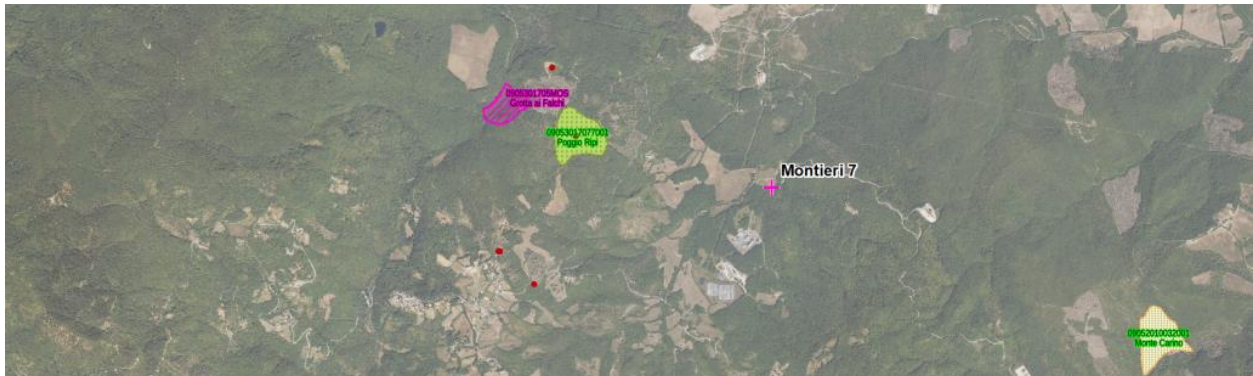


Figura 4 – Ubicazione dei siti minerari censiti dalla Regione Toscana (stella rossa, BD_RIMI) in relazione alla postazione geotermica Montieri 7 in progetto (cerchio rosso) e assetto geologico dell'area in esame.
(estratto da DB geologico della Regione Toscana).

Dal portale Geoscopio della Regione Toscana sono state altresì reperite ulteriori informazioni concernenti la presenza di siti censiti dal Piano Regionale Cave nell'areale di riferimento della postazione. L'analisi ha permesso di identificare i seguenti siti (vedi Figura 5):

- Giacimento di rocce sedimentarie per inerti artificiali (ID 0905317077001, Poggio Ripi): ubicato nel Comune di Montieri ad una distanza di circa 1,2 km dalla postazione Montieri 7;

- Area di reperimento materiali ornamentali storici (ID 0905301705MOS, Grotta ai Falchi): ubicata nel Comune di Montieri ad una distanza di circa 2 km dalla postazione Montieri 7;
- Cave inattive, di cui n.4 nel Comune di Montieri ad una distanza minima di 1,5 km dalla postazione Montieri 7;
- Giacimento potenziale di gessi e alabastri per uso industriale e da costruzione nel Comune di Chiusdino, ad una distanza di circa 2,8 km dalla postazione Montieri 7.



Legenda: Piano Regionale Cave





-  Giacimenti
-  Giacimenti potenziali
-  Area reperimento Materiali storici (classe di tutela art.32 comma 3, lett. B)
-  Siti inattivi

Figura 5 – Ubicazione dei giacimenti/siti inattivi nell'areale della postazione Montieri 7.
(Regione Toscana, SIPT-Piano Regionale Cave e DB_Geologico, Portale Geoscopio)

L'analisi di dettaglio delle pressioni antropiche potenziali, passate e presenti, è stata inoltre approfondita mediante l'esecuzione di sopralluoghi e la consultazione delle foto aeree storiche disponibili sul portale Geoscopio della Regione Toscana (funzione "Historia Loci") che risalgono fino al volo GAI del 1954.

In occasione dei sopralluoghi, condotti sia a novembre 2022 che a gennaio 2023, è stato verificato che il sito della postazione Montieri 7 si presenta privo d'insediamenti antropici (a conferma degli usi attestati) e si caratterizza per la presenza di una copertura vegetale prevalentemente naturale ed una morfologia che non mostra segni di modifiche attribuibili ad interventi antropici.

La porzione sud-ovest della postazione e la viabilità di accesso interessano un'area boscata. Non sono state rilevate evidenze di contaminazione dei terreni superficiali né la presenza di possibili sorgenti di contaminazione all'interno del sito.

Dall'osservazione delle foto aeree storiche, l'area non risulta essere stata interessata da insediamenti industriali/produttivi ma sempre dedicata a seminativo e/o pascolo.

Le sole evidenze di attività antropiche diverse sono mostrate dalle foto aeree relative ai voli degli anni 2010, 2013, 2016 e 2023 (Figura 6); nell'area indicata con un cerchio rosso nella Figura 6 sono presenti negli anni 2010 e 2013 segni interpretabili come tracce del transito di mezzi d'opera o agricoli, non più presenti nel 2016; nelle foto del 2013, 2016 e 2023 sono osservabili piste di transito di mezzi d'opera o agricoli che attraversano il prato. Le tracce sono probabilmente riconducibili alla realizzazione del vaporedotto (osservabile sul limitare del prato, a destra della foto) o allo stoccaggio e movimentazione di legname.

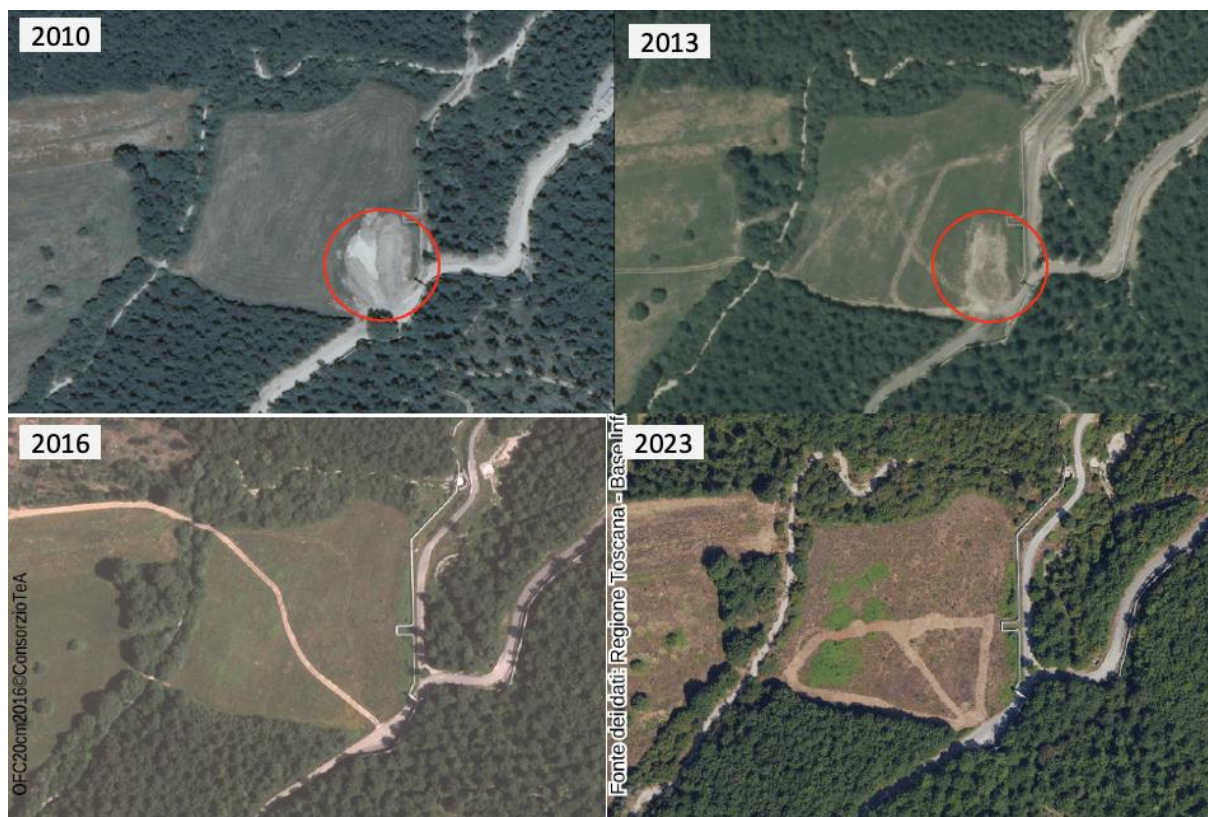


Figura 6 – Ortofoto 2010, 2013, 2016 e 2023.
(Regione Toscana, Portale Geoscopio, “funzione Historia Loci”)

3.5 Assetto geologico locale

Il sito si trova in corrispondenza di un’area pianeggiante caratterizzata dalla convergenza di quattro corsi d’acqua (T. Saio e tre fossi minori, Fosso del Lato, Fosso della Fonte e Fosso dei Lagoni) i cui depositi alluvionali, unitamente ai depositi di versante limitrofi, coprono le unità geologiche che caratterizzano l’area, determinandone una scarsità di affioramenti utili alla descrizione delle rispettive litofacies.

Dal punto di vista geologico-strutturale, l’area è interessata dalla presenza di un importante lineamento a carattere regionale che vede l’Unità delle Argille a Palombini (APA) del Dominio Ligure interno a diretto contatto con l’Unità dei Calcari Cavernosi (CCA), appartenenti alla Falda Toscana.

I Calcari Cavernosi sono presenti nella porzione meridionale dell’area in studio e definiscono i principali modesti rilievi dell’area, modellati dall’incisione dei principali fossi presenti.

In particolare, la postazione Montieri 7 con annessa viabilità di accesso è posizionata in parte sui depositi alluvionali del Torrente Saio ed in parte sulla copertura eluviale, colluviale e detritica che copre i Calcari Cavernosi, che definiscono una dorsale in modesto rilievo che si estende in direzione SSO verso le Centrali di Travale 3 e 4.

I Calcari Cavernosi sono rappresentati localmente da calcari brecciati o da brecce calcaree di colore grigio scuro, più chiaro per alterazione, da compatti a molto fragili secondo il grado di alterazione, con struttura prevalentemente vacuolare o a cellette, tipica della formazione. I Calcari Cavernosi non affiorano direttamente nell’area di imposta della postazione e della viabilità di accesso; sono visibili in sporadici affioramenti lungo la viabilità ordinaria che collega il sito in esame con le vicine Centrali di Travale 3 e 4. Tali affioramenti evidenziano differenti stati di alterazione, ove quella più spinta comporta la completa

argillificazione del materiale originario con produzione di una coltre eluviale di spessore variabile e di incerta valutazione.

La Formazione delle Argille a Palombini caratterizza i rilievi ubicati a N e NO dell'area di postazione. La formazione si riscontra, in ammasso, costituita da argilloscisti grigio scuri, argilliti siltose e marne. A questi litotipi si alternano calcilutiti silicee (Palombini) grigie, piuttosto chiare, specialmente se alterate, talora scure e, talvolta, arenarie e siltiti dure di colore marrone. Il contatto con il sottostante Calcare Cavernoso è di tipo tettonico. Non sono presenti affioramenti nelle immediate vicinanze del sito, ma sono state riscontrate, in facies pelitica ed assetto giaciturale N355°/22°, lungo il taglio stradale della viabilità dalle Centrali di Travale 3-4 alla Centrale di Chiusdino 1 e lungo il greto del Fosso del Lato.

I terreni di copertura quaternari sono rappresentati da alluvioni attuali e recenti e da materiale di natura eluviale/colluviale.

Le alluvioni attuali si riscontrano principalmente nel greto del T. Saio ove si presentano prevalentemente ciottolose, con clasti anche decimetrici, ghiaiose e sabbiose. Il letto del torrente è scavato nei terreni sciolti di copertura, analogamente a quanto osservabile nel letto dei fossi tributari.

Le alluvioni recenti non risultano tuttavia direttamente osservabili in quanto risultano ricoperte dal suolo agrario.

Il bacino imbrifero del Torrente Saio, che si estende a S-SSE rispetto alla postazione Montieri 7, risulta impostato quasi esclusivamente nella formazione dei Calcari Cavernosi e, limitatamente ad alcuni immissari di ordine gerarchico inferiore (posti nelle porzioni altimetricamente più elevate del bacino), nella Formazione del Flysch di Ottone-Monteverdi (Dominio Ligure) e subordinatamente in quella del Macigno, afferente alla Falda Toscana. Gli alvei dei fossi minori precedentemente citati, il cui bacino imbrifero presenta dimensioni arealmente più contenute e limitate all'immediato intorno dell'area in studio, risultano invece tutti impostati unicamente all'interno dei Calcari Cavernosi.

Gran parte della superficie della postazione e tutta la viabilità di accesso prevista è caratterizzata inoltre dalla presenza dei prodotti di alterazione eluvio-colluviale del substrato litico, con spessori stimati anche ragguardevoli. La potenza delle coltri eluviali può essere infatti molto variabile essendo in relazione al processo di alterazione che ha interessato il Calcare Cavernoso. Laddove esposta per incisione delle acque di ruscellamento la coltre presenta granulometrie pelitiche di moderata consistenza di colore giallastro ocreo e spessore plurimetrico. Le porzioni di coltre colluviale o detritica conservano al loro interno elementi relitti di Calcare Cavernoso anche di dimensioni decimetriche.

L'assetto geologico sopra descritto è raffigurato nella figura seguente, in cui, oltre alle unità del substrato sono evidenziati i depositi quaternari di copertura.

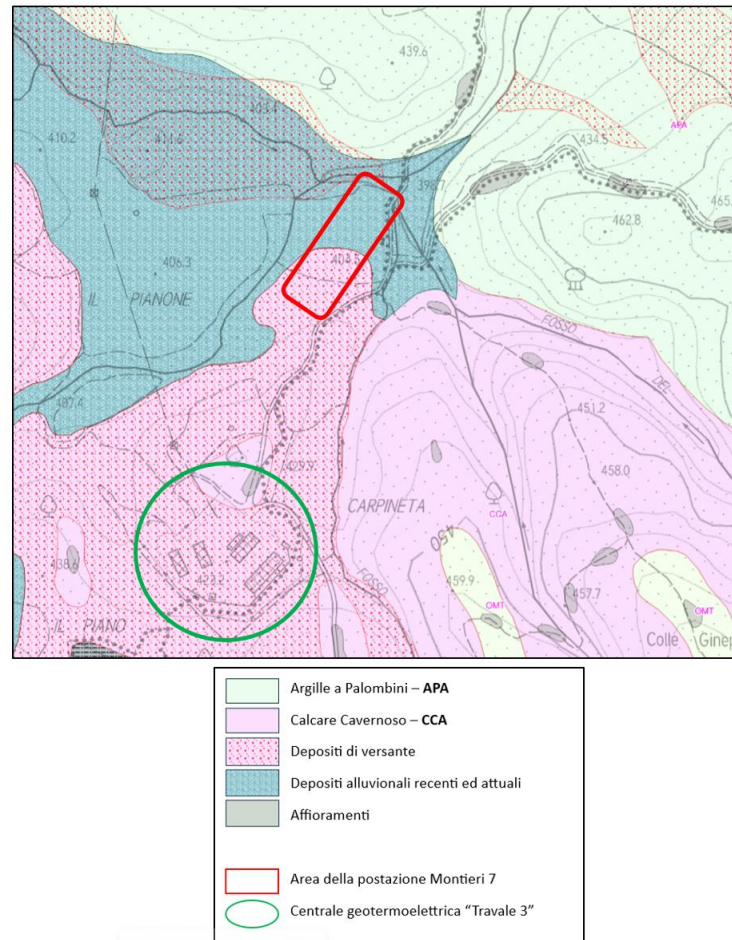


Figura 7 – Carta geologica di dettaglio dell'area della postazione Montieri 7. Con cerchio verde è mostrata l'ubicazione della vicina centrale geotermoelettrica "Travale 3".

(Regione Toscana – Portale Geoscopio - Database Geologico)

L'assetto strutturale dell'area, caratterizzato da una faglia a basso angolo che mette a contatto le Argille a Palombini con i Calcari Cavernosi retici, è rappresentato nel profilo geologico di Figura 8, ove le due Formazioni sono indicate rispettivamente con colore azzurro e rosa.

Il profilo, estratto dalla sezione n. 307010 del Foglio 307 in scala 1: 50.000 "Roccastrada" risulta situato a circa 400 m a SE della postazione Montieri 7 ma non presenta tuttavia sostanziali differenze rispetto alla situazione afferente l'area della postazione stessa, se non nel merito della copertura alluvionale che ricopre la formazione dei Calcari Cavernosi.

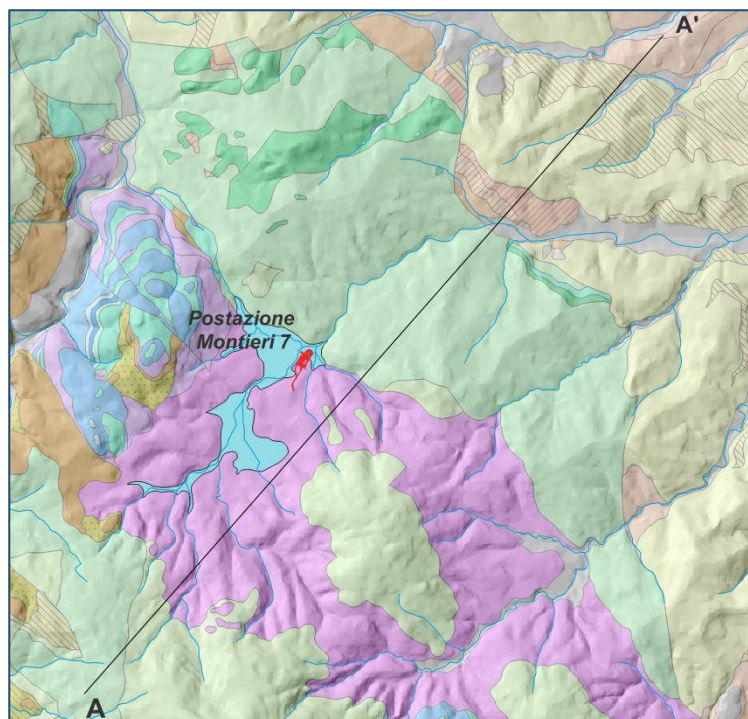


Figura 8 – Profilo geologico in prossimità dell’area in esame (estratto dalla sezione 307010 del Foglio 307 Roccastrada).

(Regione Toscana – Portale Geoscopio - Database Geologico)

La caratterizzazione litostratigrafica del sito è riportata nella Relazione Geologica del Progetto Definitivo della postazione (documento EGPI “Concessione “Travale”. *Postazione Geotermica Montieri 7. Progetto Definitivo. Postazioni e linee fluidi. Relazione Geologica*” – Doc. prot. GRE.EEC.R.28.IT.G.13405.00.001.00 del 26/07/2023 - presentato in istanza di PAUR al prot. n. 001382 del 19/01/2024) sulla base dei dati raccolti con la campagna di indagini eseguita da Enel nel 1996, nel merito delle attività di progettazione della Centrale Geotermoelettrica “Travale 3” (la cui ubicazione è stata mostrata nella Figura 7); ulteriori dati sono stati raccolti attraverso una campagna di indagini geognostiche dedicata alla completa caratterizzazione lito-stratigrafica e geotecnica dell’area della nuova postazione e della annessa viabilità di accesso (Rif. *Progetto Definitivo. Postazione: Rapporto indagini geognostiche* – Doc. EGPI prot. GRE.EEC.R.25.IT.G.13405.49.002.00 del 08/03/2024), realizzata da EGPI nell’ambito della progettazione esecutiva delle opere civili previste.

L'indagine del 1996 ha evidenziato la presenza di potenti coltri detritiche e alluvionali, di potenza anche decametrica, che ricoprono il basamento costituito dai Calcari Cavernosi e che sono rappresentate nel profilo geologico di dettaglio per l'area della postazione manutenzione campo geotermico in progetto, elaborato nella Relazione Geologica del Progetto e presentato nella Figura seguente.

Il profilo mostra l'assetto tettonico-stratigrafico che definisce il modello geologico di riferimento per l'area di Montieri, caratterizzato, nel substrato, dal sormonto della Formazione delle Argille a Palombini sull'unità Retica dei Calcari Cavernosi, con presumibile fascia di disturbo tettonico. Nel dettaglio l'area di postazione non interessa direttamente nessuna delle due unità in quanto al contatto diretto si interpongono appunto i depositi di versante indistinti dalla porzione eluviale di alterazione del substrato carbonatico. Sono rappresentati inoltre i depositi alluvionali recenti del Torrente Saio che concorrono, prevalentemente, a definire il toponimo "il Pianone", dove è allocata la postazione.

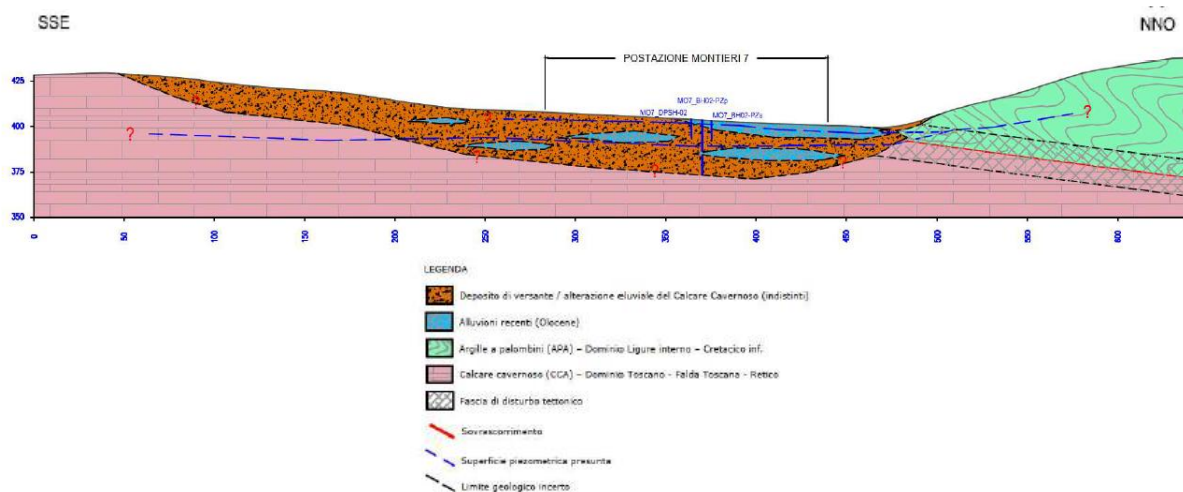


Figura 9 – Profilo geologico/modello geologico per l'area della postazione Montieri 7.

Nel profilo interpretativo sopra riportato sono state indicate le posizioni approssimative delle verticali di perforazione previste nell'ambito delle indagini geognostiche eseguite presso il sedime della postazione Montieri 7 (Rif. *Progetto Definitivo. Postazione: Rapporto indagini geognostiche* – Doc. EGPI prot. GRE.EEC.R.25.IT.G.13405.49.002.00 del 08/03/2024); i logs stratigrafici dei due sondaggi perforati fino a 30 m dal p.c. confermano il modello geologico rappresentato, che vede la presenza di una coltre di depositi quaternari di spessore pluri-decametrico, senza intercettazione del substrato localmente costituito dai Calcari Cavernosi. Il modello geologico sarà in ogni caso aggiornato dalla relazione tecnica interpretativa dei dati raccolti con le indagini geognostiche, in corso di predisposizione.

Dalla descrizione stratigrafica i terreni intercettati risultano costituiti da argille limose prevalenti, alternate a limi argillosi e talora limi sabbiosi di colore dal marrone-grigiastro, al grigio-verdastro, al giallastro, con screziature varicolore ocra, marrone e arancio; la matrice è interessata dalla presenza di clasti da millimetrici a decimetrici eterogenei principalmente calcarei o calcareo-marnosi, subangolari, con grado di alterazione da scarso a medio in superficie fino ad elevato in profondità.

3.6 Assetto idrogeologico locale

Sulla base della cartografia idrogeologica a corredo del Piano Strutturale intercomunale dell'Unione dei Comuni "Colline Metallifere" (Figura 10), la permeabilità del sito in esame presenta distinzioni fortemente correlate alla natura tessiturale dei corpi litologici di appartenenza; in particolare, vengono riconosciuti i seguenti corpi acquiferi:

- Acquifero nei corpi detritici superficiali*, riferito ai depositi di versante olocenici, cui viene riconosciuta una permeabilità primaria molto elevata (P-AA);
- Acquifero nei depositi alluvionali recenti*: sono riferiti al sedimento ghiaioso-sabbioso olocenico alluvionale dei corsi d'acqua. Ad essi viene riconosciuta una permeabilità primaria elevata (PA);
- Acquifero dei calcari mesozoici della Falda Toscana (i.e. Calcari Cavernosi)*, cui viene attribuita una permeabilità secondaria molto elevata (S-AA);
- Acquitardo delle Argille a Palombini* con permeabilità secondaria bassa (S-B).

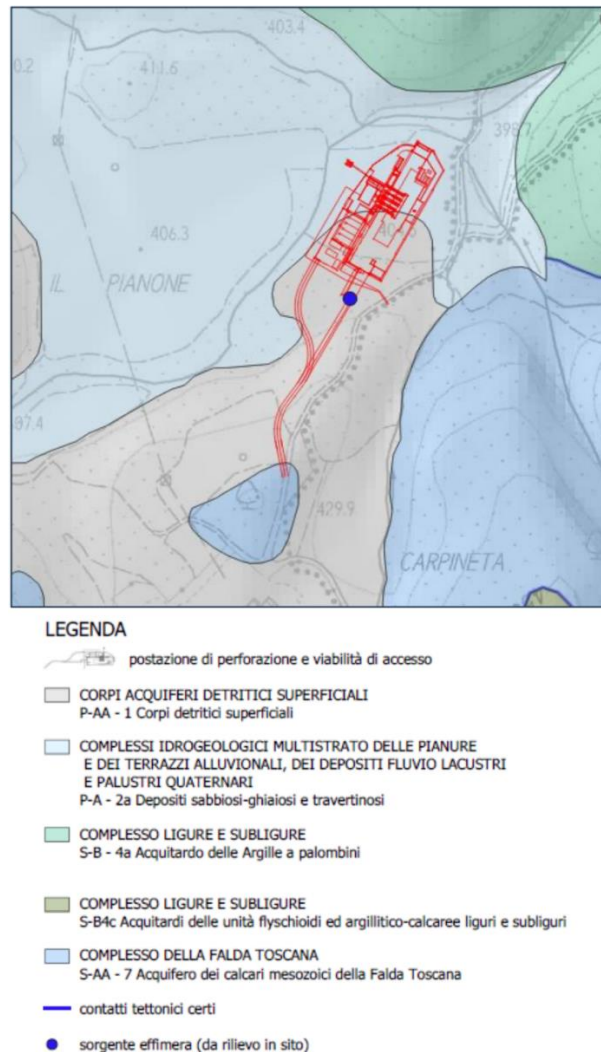


Figura 10 – Carta idrogeologica di sintesi per l'area della postazione Montieri (indicata in rosso).
(Piano Strutturale Intercomunale Unione Comuni Colline Metallifere, Tavola G05.E)

In accordo con l'assetto stratigrafico definito per l'area della postazione, caratterizzato da un potente orizzonte di depositi olocenici (depositi alluvionali e di versante eluvio-colluviali) sostanzialmente indifferenziati, si ritiene che i corpi acquiferi a) e b) di cui sopra costituiscano localmente un unico acquifero; l'osservazione dell'assetto litostratigrafico dei sondaggi realizzati, con livelli ghiaiosi anche potenti intervallati da potenziali acquitardi argillo-limosi, rende comunque verosimile la presenza di un sistema multifalda con livelli acquiferi sospesi separati da livelli più profondi.

L'acquifero dei Calcari Cavernosi, che riveste il maggiore interesse idrogeologico in relazione alla sua potenziale produttività, non è mai stato intercettato con le indagini geognostiche realizzate.

I rilievi freaticimetrici eseguiti in corrispondenza dei piezometri superficiali e profondi realizzati nell'ambito delle indagini geognostiche per la progettazione della nuova postazione (Rif. *Progetto Definitivo. Postazione: Rapporto indagini geognostiche* – Doc. EGPI prot. GRE.EEC.R.25.IT.G.13405.49.002.00 del 08/03/2024) indicano una soggiacenza media della falda di circa 4,0 m e 8,8 m dal p.c., rispettivamente. Nell'ipotesi della presenza di livelli acquiferi sospesi, giustificata dall'assetto multifalda di cui sopra, la Relazione Geologica di progetto (Rif. *Progetto Definitivo. Postazioni e linee fluidi. Relazione Geologica* – Doc. EGPI prot. GRE.EEC.R.28.IT.G.13405.00.001.00 del 26/07/2023) adotta il principio di cautela assumendo la presenza di un livello saturo a 2 m da p.c., con conseguente possibile interferenza con gli scavi che saranno generati durante la realizzazione della postazione Montieri 7.

Le prove di permeabilità in foro (di tipo Lefranc a carico variabile) eseguite a diverse profondità all'interno dell'orizzonte dei depositi quaternari, nel corso della perforazione di alcuni dei sondaggi geognostici di cui sopra, hanno restituito comunque valori di permeabilità bassi o molto bassi, con ordini di grandezza generalmente compresi tra $10^{-8} < k < 10^{-7}$ m/sec, che evidenziano la presenza di abbondante frazione fine limo-argillosa nella matrice, come osservato in tutti i logs stratigrafici delle indagini eseguite (Rif. *Progetto Definitivo. Postazione: Rapporto indagini geognostiche* – Doc. EGPI prot. GRE.EEC.R.25.IT.G.13405.49.002.00 del 08/03/2024).

3.7 Assetto geomorfologico

L'assetto geomorfologico del sito di progetto della futura postazione Montieri 7 è schematicamente rappresentato nei profili di Figura 11, secondo la direttrice valliva SO-NE (4,4 km), e la direttrice ad essa trasversale NO-SE (2,492 km). La postazione è collocata in corrispondenza di un'ampia radura sub-pianeggiante, posta a 400 m circa di quota, la cui origine è associabile ai depositi di riempimento alluvionale dei principali corsi d'acqua confluenti poco a nord-est del sito, con particolare riferimento al Torrente Saio ed al Fosso della Fonte.

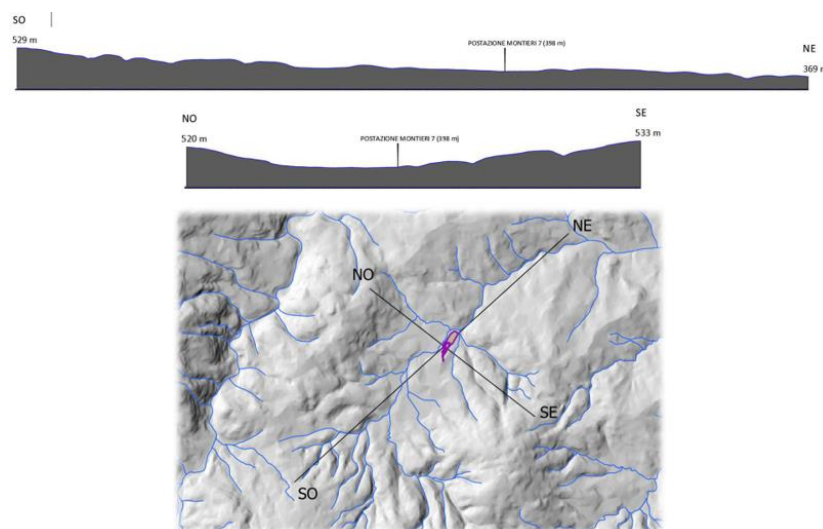


Figura 11 – Profili morfologici per l'area della postazione Montieri 7.

Il sito di imposta dell'opera in progetto non interferisce con i versanti nelle vicinanze, che sono comunque caratterizzati da energia di rilievo contenuta, data la scarsa consistenza litoide propria delle formazioni che costituiscono il substrato locale (Argille a Palombini e Calcari Cavernosi). Il sito in esame ricade all'interno di un'area caratterizzata da subsidenza con velocità maggiori o uguali a 2 mm/anno.

La carta delle pendenze contenuta nello studio geologico a supporto del Piano Operativo Intercomunale classifica l'area della postazione manutenzione campo in progetto in *Classe 1: pendenza 0% - 10%*.

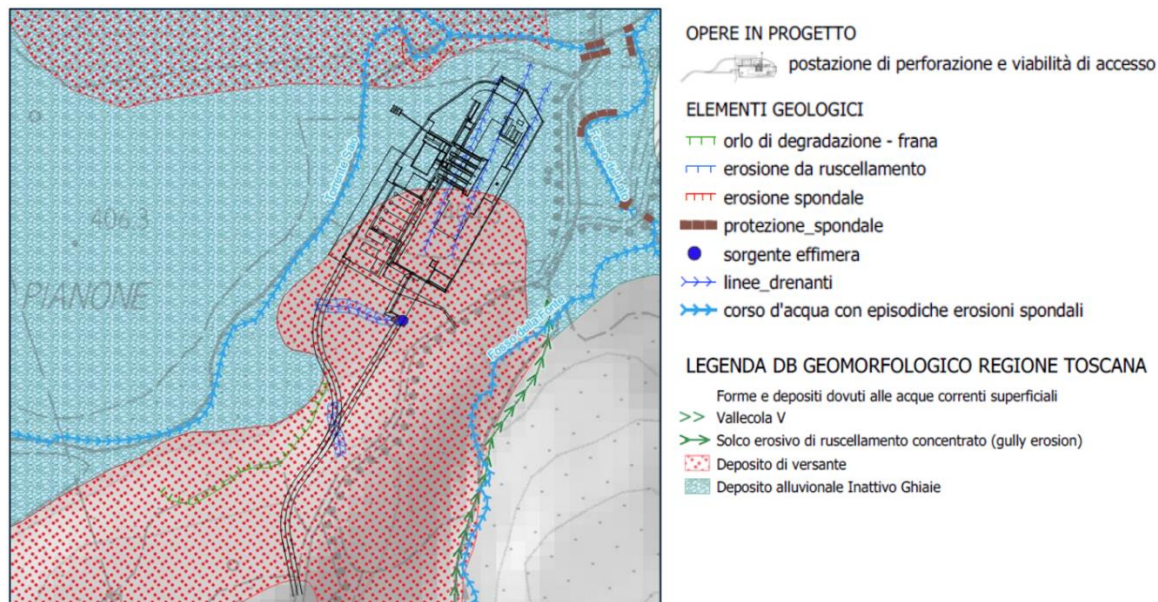


Figura 12 – Stralcio della carta geomorfologica dell'area della postazione.
(Regione Toscana – Portale Geoscopia - Database Geomorfologico)

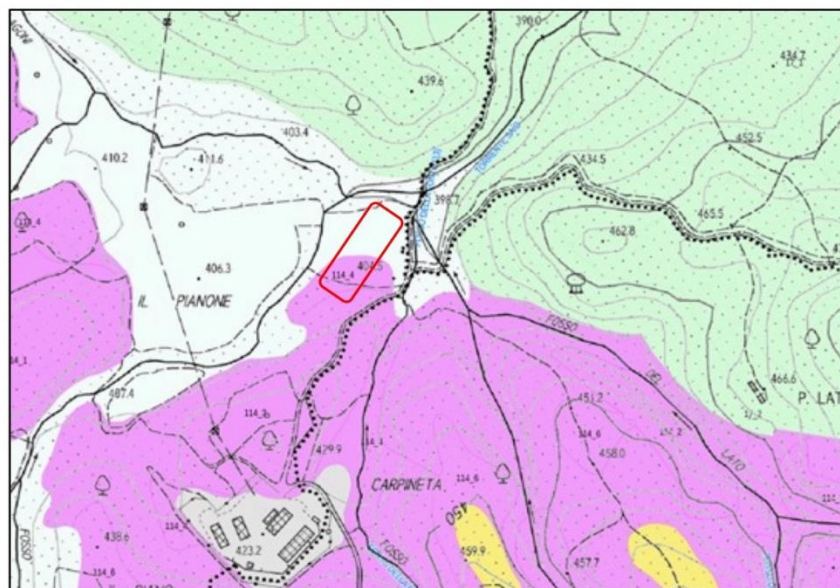
La carta geomorfologica dell'area, riportata in Figura 12, evidenzia come l'unico elemento morfologico interferente sia rappresentato da un modesto displuvio che interseca la viabilità di accesso alla postazione compreso tra i due corsi d'acqua Torrente Saio e Fosso della Fonte, in corrispondenza della cui confluenza si incunea la postazione stessa. Si tratta comunque generalmente di pendenze assai modeste. Pendenze localmente più accentuate sono riscontrabili nelle vicinanze della sponda destra del T. Saio con particolare riferimento ad un orlo inattivo di degradazione o frana interferente con il ramo ovest della viabilità di accesso, ed a improvvisi cambi di pendenza legati agli antichi processi erosivi del Saio a spese dei Calcari Cavernosi.

I depositi di versante, costituiti da coltri eluvio-colluviali, risultano facilmente erodibili da parte delle acque di ruscellamento, come attestano i solchi di erosione presenti. La causa di questi solchi di ruscellamento si ritiene essere in parte dovuta all'effetto drenante della strada che, in assenza di una cunetta di drenaggio, concentra il deflusso verso alcuni punti preferenziali con definizione ed accentuazione dei solchi stessi.

Nell'area non si sono riscontrate manifestazioni di instabilità legata a processi gravitativi, che la cartografia IFFI ed il database Geomorfologico della Regione Toscana indentificano in aree poste a distanza significativa da quella in esame; alcune criticità risultano invece correlate alla pericolosità idraulica, determinata dalla presenza di corsi d'acqua nelle adiacenze del sito.

3.8 Assetto pedologico locale

Le aree sulle quali insisteranno la postazione e la viabilità di accesso di Montieri 7, come mostrato nella Figura 13, sono classificate utilizzando quattro diverse Unità di Paesaggio; secondo la codifica del database pedologico regionale l'area della postazione interessa le UdP 149_1 e 114_4, mentre l'area ove è prevista la realizzazione della viabilità di accesso ricade nelle UdP 114_1 e 114_3.



- 149_1**
Fondovalle molto debolmente pendenti, su depositi alluvionali attuali o recenti a granulometria prevalentemente franca.
Uso del suolo: seminativo non irriguo e presenza secondaria di vigneto, colture permanenti.
- 114_1**
Versanti con vallecicole, a morfologia complessa, da moderatamente a fortemente pendenti [...], su calcare cavernoso.
Uso del suolo: bosco ceduo.
- 114_3**
Zone pianeggianti o debolmente pendenti, corrispondenti spesso a depressioni carsiche ed in particolare a doline a fondo piatto, su calcare cavernoso.
Uso del suolo: a seminativo, pascolo e bosco misto, secondario.
- 114_4**
Ampie zone colluviali, debolmente pendenti, su detrito calcareo
Uso del suolo: seminativo

Figura 13 – Unità di paesaggio identificate per l'area della postazione Montieri 7 (riquadro in rosso).
(Regione Toscana, SIPT-Database pedologico, Portale Geoscopio)

La geometria in carta delle unità di paesaggio rispecchia quella delle unità geologiche rappresentate nella carta geologica di Figura 7, che mostra la distinzione tra i depositi alluvionali e i depositi di versante eluvio-colluviali impostati sulla formazione dei Calcarei Cavernosi.

Alle diverse Unità di Paesaggio di cui sopra, il database regionale identifica i suoli associati; le tipologie pedologiche maggiormente frequenti sono le seguenti:

- UdP 149_1, fondovalle molto debolmente pendenti: *suoli di tipo "VER1"*;
- UdP 114_1, versanti con vallecicole: *suoli di tipo "CGO1"*;
- UdP 114_3, zone pianeggianti o debolmente pendenti: *suoli di tipo "PUC1"*;
- UdP 114_4, ampie zone colluviali, debolmente pendenti: *suoli di tipo "OST1"*.

Le tipologie pedologiche di cui sopra sono caratterizzate da profili da moderatamente profondi a molto profondi, con spessori dell'ordine di 1,5 – 3 m; la tessitura è franca per i suoli di tipo VER1, e da franco limoso argillosa ad argillosa per le altre tipologie; i suoli VER1, CGO1 e PUC1 sono ben drenati, mentre sono mal drenati i suoli OST1.

I suoli VER1, PUC1 e OST1 hanno caratteristiche idrauliche analoghe, con conducibilità idraulica moderatamente bassa con prevalenza dei flussi in senso orizzontale, mentre i suoli CGO1 hanno

conducibilità idraulica alta con prevalenza dei flussi in senso verticale; per i suoli di tipo VER1 è segnalata una capacità molto alta di trattenere o inattivare i potenziali inquinanti.

4 SINTESI DEI RISULTATI ANALITICI OTTENUTI PER I SUOLI

4.1 Risultati delle analisi di caratterizzazione delle TRS

Come accennato in premessa, il Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo predisposto per la postazione Montieri 7 (Rif. [1]) ha definito il Piano di caratterizzazione ambientale delle TRS ai sensi del D.P.R. 120/2017.

La campagna di indagine, svolta nel corso del mese di novembre 2023, è stata realizzata mediante la perforazione di n. 10 sondaggi geognostici a carotaggio continuo a secco (Ø 101mm), di cui sette ubicati all'interno del sedime della futura postazione (MO7_AMB_01÷MO7_AMB_07), uno all'esterno dello stesso sul lato sud-est (MO7_AMB_08) e due in prossimità delle aree destinate alla costruzione della viabilità di accesso (MO7_AMB_09 e MO7_AMB_010), per il prelievo di n. 16 campioni di suolo insaturo, per la determinazione dei parametri analitici d'interesse.

Come previsto dal Piano di Utilizzo delle TRS (Rif. [1]) tutti i campioni di suolo sono stati prelevati in triplice aliquota, di cui una è stata inviata al laboratorio incaricato delle analisi e una è stata conservata presso i laboratori EGPI per eventuali approfondimenti analitici successivi.

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative (eseguite dal lab. Isogea S.r.l. incaricato da ISMES S.p.A.) sui n. 16 campioni di suolo prelevati nell'ambito delle indagini di caratterizzazione ambientale delle TRS hanno mostrato, in alcuni casi, la non conformità dei seguenti parametri analitici:

- Cobalto, Idrocarburi pesanti (C>12) se riferiti alle CSC di Colonna A;
- Antimonio, Arsenico se riferiti alle CSC di Colonna B (ed in un numero minore di casi a quelle di Colonna A).

Nella tabella sottostante si riepilogano i risultati analitici per i quali è stato riscontrato almeno un superamento delle CSC nel suolo.

Sondaggio	Campione (prof. m da p.c.)	As [mg/kg]	Sb [mg/kg]	Co [mg/kg]	C>12 [mg/kg]
	CSC Col. A	20	10	20	50
	CSC Col. B	50	30	250	750
AMB_01	C1 (0-1)	55,2	37,0	-	-
	C2 (1-2)	73,1	40,2	-	-
AMB_02	C1 (0-1)	109,0	155,0	-	-
AMB_03	C1 (0-1)	57,0	15,0	-	-
	C2 (1-2)	48,5	10,7	-	-
	C3 (2-3)	36,2	-	-	196,0
AMB_04	C1 (0-1)	125,0	33,6	-	77,2
AMB_05	C1 (0-1)	89,2	77,0	-	89,5
AMB_06	C1 (0-1)	65,4	84,4	-	66,0
	C2 (1-2)	57,6	91,2	-	-
AMB_07	C1 (0-1)	47,5	15,0	-	-
AMB_08	C1 (0-1)	155,0	80,0	-	-
AMB_09	C1 (0-1)	55,0	56,4	-	-
	C2 (1-2)	48,4	96,5	-	-
AMB_010	C1 (0-1)	100,0	85,7	-	-
	C2 (1-2)	112,0	98,0	85,9	-

Tabella 2 – Sintesi dei superamenti delle CSC (Colonna A/B nel suolo) nei campioni di suolo prelevati per la caratterizzazione delle TRS (lab. Isogea S.r.l.).

Per maggiori dettagli e approfondimenti in merito alle attività eseguite ed ai loro risultati si rimanda comunque integralmente ai contenuti del documento redatto da ISMES GRE.EEC.R.26.IT.G.08015.00.023 *“Enel Green Power Italia S.r.l. - Postazioni geotermiche Montieri 7, Radicondoli 35 e Radicondoli 36 - Progetto definitivo - Relazione sull’esito delle indagini ambientali”* (Rif. [2]).

L’ubicazione dei sondaggi geognostici realizzati nell’area della postazione Montieri 7 è mostrata nella planimetria di **Tavola 1** allegata al presente documento.

4.2 Risultati delle analisi del piano di indagine integrativo per la determinazione dei VFN

Le attività di indagine eseguite per il completamento del set di dati analitici disponibili (derivanti dalla caratterizzazione delle TRS) da analizzare e da validare da parte di ARPAT, ai fini della determinazione dei Valori di Fondo Naturale, sono state realizzate in linea con quanto previsto nel documento C4009046 *“Piano di Indagine per la definizione dei Valori di Fondo Naturale (ai sensi dell’art.11 D.P.R. 120/2017)”* (Rif. [5]), secondo quanto indicato dall’art. 11, comma 1 del D.P.R. 120/2017.

La campagna di indagine, svolta nel corso del mese di settembre 2024, è stata realizzata mediante la perforazione di n. 13 sondaggi geognostici a carotaggio continuo a secco (Ø 101mm), di cui 6 ubicati all’interno del sedime della futura postazione (MO7_AMB13÷MO7_AMB17, MO7_AMB21), 5 esternamente all’area di intervento, come richiesto da ARPAT Dipartimento di Grosseto (MO7_AMB16, MO7_AMB_19, MO7_AMB_22÷MO7_AMB_24) e due finalizzati alla ripetizione dei campionamenti relativi ai sondaggi MO7_AMB_03 e MO7_AMB_05 eseguiti nell’ambito delle indagini di Caratterizzazione delle TRS di novembre 2023, per approfondimenti relativi al parametro Idrocarburi pesanti (MO7_AMB03bis e MO7_AMB_05bis), ed infine n. 6 saggi di scavo ubicati all’interno del sedime della futura postazione (MO7_AMB11, MO7_AMB12, MO7_AMB18÷MO7_AMB20), per un totale di 19 punti d’indagine, dai quali sono stati prelevati n. 22 campioni di suolo insaturo, per la determinazione dei parametri analitici d’interesse.

Come previsto dal Piano di indagine (Rif. [5]) tutti i campioni di suolo sono stati prelevati in triplice aliquota, di cui una è stata inviata al laboratorio incaricato delle analisi, una è stata conservata presso i laboratori EGPI e una è stata messa a disposizione di ARPAT. Personale tecnico di ARPA Toscana (dip.to di Grosseto), infatti, ha assistito ai campionamenti e provveduto al prelievo in contraddittorio di n. 4 campioni di suolo (dei sondaggi MO7_AMB_03bis, MO7_AMB_05bis) per la validazione della campagna d’indagine; ulteriori n. 8 campioni di terreno sono stati successivamente acquisiti presso i laboratori Enel di Larderello (dai sondaggi MO7_AMB_12, MO7_AMB_14, MO7_AMB_16, MO7_AMB_19, MO7_AMB_22, MO7_AMB_23, MO7_AMB_24).

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative (eseguite dal lab. Biochimie Lab S.r.l. incaricato da EGPI) sui n. 22 campioni di suolo prelevati nell’ambito delle indagini integrative per la determinazione dei VFN hanno mostrato in alcuni casi la non conformità dei seguenti parametri analitici:

- Cobalto con riferimento alla CSC di Colonna A;
- Antimonio, Arsenico con riferimento alle CSC di Colonna B (e a quelle di colonna A per alcuni campioni).

Nella tabella sottostante si riepilogano i risultati analitici per i quali è stato riscontrato almeno un superamento delle CSC nel suolo.

Sondaggio	Campione (prof. m da p.c.)	As [mg/kg]	Sb [mg/kg]	Co [mg/kg]
	CSC Col. A	20	10	20
	CSC Col. B	50	30	250
AMB_12	C1 (0-1)	26,4	-	-
	C2 (1-2)	27,3	-	-

Sondaggio	Campione (prof. m da p.c.)	As [mg/kg]	Sb [mg/kg]	Co [mg/kg]
	CSC Col. A	20	10	20
	CSC Col. B	50	30	250
	C3 (2-3)	25,9	-	-
AMB_13	C1 (0-1)	55,6	36,9	-
AMB_14	C1 (0-1)	53,0	29,3	-
AMB_15	C1 (0-1)	53,0	34,2	-
AMB_16	C1 (0-1)	34,2	11,0	-
AMB_17	C1 (0-1)	36,8	-	-
AMB_18	C1 (0-1)	31,4	12,8	-
AMB_19	C1 (0-1)	62,6	28,5	20,6
	C2 (1-2)	44,0	-	-
AMB_20	C1 (0-1)	77,9	61,1	-
AMB_21	C1 (0-1)	76,6	28,8	-
AMB_24	C1 (0-1)	28,4	15,4	-

Tabella 3 – Sintesi dei superamenti delle CSC (Colonna A/B nel suolo) nei campioni di suolo prelevati nell'ambito del piano di indagine integrativo per la definizione dei VFN (lab. Biochemie Lab S.r.l.).

Per maggiori dettagli e approfondimenti in merito alle attività eseguite ed ai loro risultati si rimanda comunque integralmente ai contenuti del documento redatto da CESI prot. C4015055 del 25/10/2024 "Piano di indagine per la determinazione del Valore di Fondo Naturale (ai sensi dell'art. 11 D.P.R. 120/2017) - Postazione Montieri 7. Relazione tecnica indagine integrativa - settembre 2024" (Rif. [8]).

L'ubicazione dei sondaggi geognostici complessivamente realizzati nell'area della postazione Montieri 7 (comprensivi di quelli relativi alle indagini di caratterizzazione delle TRS) è mostrata nella planimetria di **Tavola 1** allegata al presente documento. Mentre nelle **Tavola 2a-2c** si riporta l'ubicazione dei sondaggi in corrispondenza dei quali sono state osservate eccedenze rispetto alle CSC (Col. A e B) per As, Sb e Co rispettivamente.

In relazione al parametro Idrocarburi pesanti (C>12), si evidenzia come la totalità dei campioni, compresi i ricampionamenti eseguiti in corrispondenza dei sondaggi MO7_AMB_03bis e MO7_AMB_05bis, abbia restituito valori inferiori alle CSC (Col. A/Col. B); non è quindi stato possibile eseguire gli ulteriori approfondimenti analitici finalizzati alla discriminazione dei singoli composti idrocarburi presenti e alla determinazione della loro origine (ad es. combustibili, materiale vegetale), così come originariamente previsto dal documento CESI C4009046 del 21/06/2024 (Rif. [5]).

In attesa degli esiti analitici da parte del laboratorio ARPA Toscana sui campioni dell'indagine di caratterizzazione integrativa effettuata in contraddittorio, le non conformità riscontrate riguardano i 4 campioni prelevati durante l'indagine di caratterizzazione delle TRS, descritti nel documento ISMES S.p.A. prot. GRE.EEC.R.26.IT.G.08015.00.023 CTr021_RAmb del 24/04/2024 (Rif. [2]).

Ne consegue la necessità di non poter considerare come di origine naturale le non conformità per il parametro Idrocarburi pesanti (C>12) rilevate sui campioni prelevati nel novembre 2023: MO7_AMB03 (2-3 m), MO7_AMB04 (0-1 m) MO7_AMB05 (0-1 m), MO7_AMB06 (0-1 m).

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative condotte dal laboratorio Biochemie Lab S.r.l., incaricata da EGPI, sui campioni di suolo prelevati nell'ambito delle indagini integrative per la determinazione dei VFN, espressi come sostanza secca e riferita al totale (comprensivo dello scheletro maggiore di 2 mm e privo della frazione maggiore di 2 cm, scartata in campo), sono riportati nei Rapporti di Prova dell'**Allegato 1**. Nello stesso **Allegato 1**, sono altresì riportati i risultati delle determinazioni analitiche sul passante a due millimetri con espressione finale del risultato riferendosi alla totalità dei

materiali secchi, non comprensiva dello scheletro, finalizzati allo studio per la determinazione dei VFN, come richiesto da ARPAT con la nota prot. 67149 del 26/08/2024 (Rif. [6]).

4.3 Confronto tra i risultati della caratterizzazione ambientale delle TRS e di quella del piano di indagine per i VFN

Nella tabella seguente, per i parametri per i quali è stato riscontrato almeno un superamento delle CSC di Colonna A, si riporta il confronto tra i risultati delle analisi condotte sui campioni di suolo prelevati per la caratterizzazione delle TRS (a cura del laboratorio Isogea S.r.l.) e quelli ottenuti dalle analisi previste dal piano di indagine integrativo per la determinazione dei VFN (a cura del laboratorio Biochimie Lab S.r.l.).

Sondaggio	Campione (prof. m da p.c.)	As [mg/kg]	Sb [mg/kg]	Co [mg/kg]
	CSC Col. A	20	10	20
	CSC Col. B	50	30	250
Indagini di Caratterizzazione TRS (lab. Isogea S.r.l.)				
AMB_01	C1 (0-1)	55,2	37,0	-
	C2 (1-2)	73,1	40,2	-
AMB_02	C1 (0-1)	109,0	155,0	-
	C1 (0-1)	57,0	15,0	-
AMB_03	C2 (1-2)	48,5	10,7	-
	C3 (2-3)	36,2	-	-
AMB_04	C1 (0-1)	125,0	33,6	-
AMB_05	C1 (0-1)	89,2	77,0	-
AMB_06	C1 (0-1)	65,4	84,4	-
	C2 (1-2)	57,6	91,2	-
AMB_07	C1 (0-1)	47,5	15,0	-
AMB_08	C1 (0-1)	155,0	80,0	-
AMB_09	C1 (0-1)	55,0	56,4	-
	C2 (1-2)	48,4	96,5	-
AMB_10	C1 (0-1)	100,0	85,7	-
	C2 (1-2)	112,0	98,0	85,9
Indagini di Integrative per VFN (lab. Biochimie Lab S.r.l.)				
AMB_12	C1 (0-1)	26,4	-	-
	C2 (1-2)	27,3	-	-
	C3 (2-3)	25,9	-	-
AMB_13	C1 (0-1)	55,6	36,9	-
AMB_14	C1 (0-1)	53,0	29,3	-
AMB_15	C1 (0-1)	53,0	34,2	-
AMB_16	C1 (0-1)	34,2	11,0	-
AMB_17	C1 (0-1)	36,8	-	-
AMB_18	C1 (0-1)	31,4	12,8	-
AMB_19	C1 (0-1)	62,6	28,5	20,6
	C2 (1-2)	44,0	-	-
AMB_20	C1 (0-1)	77,9	61,1	-
AMB_21	C1 (0-1)	76,6	28,8	-
AMB_24	C1 (0-1)	28,4	15,4	-

Tabella 4 – Confronto tra i risultati delle analisi condotte sui campioni di suolo prelevati per la caratterizzazione ambientale delle TRS (lab. Isogea S.r.l.) e di quelle effettuate sui campioni prelevati nell'ambito del piano di indagine integrativo per la definizione dei VFN (lab. Biochimie Lab S.r.l.).

Nelle seguenti tabelle, per i parametri risultati eccedenti le CSC, sono poste a confronto le concentrazioni minime, massime e medie ottenute per tutti i campioni analizzati utilizzando metodiche analitiche differenti.

ARSENICO							
Indagine	N. campioni con C>CSC	N. campioni totali	Conc. Min [mg/Kg]	Conc. Max [mg/Kg]	Conc. Media [mg/Kg]	CSC/A [mg/Kg]	CSC/B [mg/Kg]
TRS	16	16	36	155	79	20	50
VFN	14	18	7	78	39		

Tabella 5 – Arsenico: confronto delle concentrazioni minime, massime e medie tra i campioni TRS (lab. Isogea S.r.l.) e VFN (lab. Biochemie Lab S.r.l.).

ANTIMONIO							
Indagine	N. campioni con C>CSC	N. campioni totali	Conc. Min [mg/Kg]	Conc. Max [mg/Kg]	Conc. Media [mg/Kg]	CSC/A [mg/Kg]	CSC/B [mg/Kg]
TRS	15	16	10	155	62	10	30
VFN	9	18	6	61	19		

Tabella 6 – Antimonio: confronto delle concentrazioni minime, massime e medie tra i campioni TRS (lab. Isogea S.r.l.) e VFN (lab. Biochemie Lab S.r.l.).

COBALTO							
Indagine	N. campioni con C>CSC	N. campioni totali	Conc. Min [mg/Kg]	Conc. Max [mg/Kg]	Conc. Media [mg/Kg]	CSC/A [mg/Kg]	CSC/B [mg/Kg]
TRS	1	16	6	86	16	20	250
VFN	1	18	<1	21	10		

Tabella 7 – Cobalto: confronto delle concentrazioni minime, massime e medie tra i campioni TRS (lab. Isogea S.r.l.) e VFN (lab. Biochemie Lab S.r.l.).

Il confronto tra i risultati delle due campagne di indagine ha evidenziato per i parametri As, Sb e Co che le concentrazioni sia minime, che massime e medie risultano significativamente diverse tra le due popolazioni di dati.

Il confronto tra i dati riportati nelle tabelle sopra esposte ha evidenziato, pertanto, la necessità di condurre approfondimenti sulle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno prelevati nell'indagine precedente (caratterizzazione TRS), in considerazione delle diverse metodiche analitiche adottate nelle due indagini.

Tali approfondimenti analitici hanno comportato le analisi (eseguite dal laboratorio Biochemie Lab S.r.l. incaricato da EGPI) delle seconde aliquote dei campioni prelevati nell'ambito delle indagini per la caratterizzazione delle TRS, i cui risultati sono riportati ed esposti nel paragrafo seguente.

4.4 Risultati delle rianalisi dei campioni di caratterizzazione delle TRS

Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle analisi delle seconde aliquote dei campioni prelevati nell'ambito delle indagini per la caratterizzazione delle TRS, che sono state eseguite dal laboratorio Biochemie Lab S.r.l. nell'ottobre 2024, utilizzando le stesse metodiche analitiche adottate nelle indagini integrative per la determinazione del VFN. In particolare, sono riportati i risultati relativi ai parametri che hanno mostrato almeno un superamento delle CSC nel suolo

Il set di parametri oggetto di rianalisi ha previsto la determinazione di alcuni metalli ed in particolare di: Zn, Cr, Ni, Sb, As, Cd, Co, Pb, Cu.

Sondaggio	Campione (prof. m da p.c.)	As [mg/kg]	Sb [mg/kg]	Co [mg/kg]
	CSC Col. A	20	10	20
	CSC Col. B	50	30	250
AMB_01	C1 (0-1)	83	22	30
	C2 (1-2)	82	22	28
AMB_02	C1 (0-1)	136	65	22
AMB_03	C1 (0-1)	88	27	30
	C2 (1-2)	56	16	23
	C3 (2-3)	46	11	-
AMB_04	C1 (0-1)	83	39	-
AMB_05	C1 (0-1)	76	33	-
AMB_06	C1 (0-1)	31	-	-
	C2 (1-2)	-	-	-
AMB_07	C1 (0-1)	29	-	-
AMB_08	C1 (0-1)	53	23	-
AMB_09	C1 (0-1)	52	27	-
	C2 (1-2)	-	-	-
AMB_10	C1 (0-1)	180	83	21
	C2 (1-2)	127	66	-

Tabella 8 – Sintesi dei superamenti delle CSC (Colonna A/B nel suolo) nei campioni di suolo prelevati per la caratterizzazione delle TRS (rianalisi a cura lab. Biochemie Lab S.r.l.).

Nelle seguenti tabelle, per i parametri risultati eccedenti le CSC, sono poste a confronto le concentrazioni minime, massime e medie ottenute utilizzando le medesime metodiche analitiche per i campioni prelevati nelle due indagini.

ARSENICO							
Indagine	N. campioni con C>CSC	N. campioni totali	Conc. Min [mg/Kg]	Conc. Max [mg/Kg]	Conc. Media [mg/Kg]	CSC/A [mg/Kg]	CSC/B [mg/Kg]
TRS	14	16	4	180	72	20	50
VFN	14	18	7	78	39		

Tabella 9 – Arsenico: confronto delle concentrazioni minime, massime e medie tra i campioni TRS e VFN (lab. Biochemie Lab S.r.l.).

ANTIMONIO							
Indagine	N. campioni con C>CSC	N. campioni totali	Conc. Min [mg/Kg]	Conc. Max [mg/Kg]	Conc. Media [mg/Kg]	CSC/A [mg/Kg]	CSC/B [mg/Kg]
TRS	12	16	3	83	29	10	30
VFN	9	18	6	61	19		

Tabella 10 – Antimonio: confronto delle concentrazioni minime, massime e medie tra i campioni TRS e VFN (lab. Biochemie Lab S.r.l.).

COBALTO							
Indagine	N. campioni con C>CSC	N. campioni totali	Conc. Min [mg/Kg]	Conc. Max [mg/Kg]	Conc. Media [mg/Kg]	CSC/A [mg/Kg]	CSC/B [mg/Kg]
TRS	6	16	<1	30	17	20	250
VFN	1	18	<1	21	10		

Tabella 11 – Cobalto: confronto delle concentrazioni minime, massime e medie tra i campioni TRS e VFN (lab. Biochemie Lab S.r.l.).

Il confronto tra i dati riportati nelle tabelle sopra esposte ha evidenziato che le rianalisi condotte sui campioni TRS, utilizzando le medesime metodiche analitiche applicate ai campioni VFN, hanno portato ad un maggior allineamento tra le due famiglie di dati, rispetto alla situazione precedente. In particolare:

- le discordanze analitiche, tra gli esiti delle prime analisi (a cura Isogea S.r.l.) condotte sui campioni TRS e delle rianalisi (a cura Biochemie Lab S.r.l.) condotte sulle seconde aliquote dei campioni prelevati nella medesima campagna, risultano evidenti in riferimento alle concentrazioni minime, massime e medie determinate nei due cicli di analisi (così come evidenziato nelle Tabelle 5÷7 di confronto), per tutti i parametri che hanno mostrato eccedenze ai limiti normativi. In particolare, per i parametri non conformi (As, Sb e Co), le differenze tra il primo ciclo di analisi e il secondo di rianalisi sono significative, mostrando concentrazioni massime e medie che differiscono di circa il doppio;
- di contro, le concentrazioni minime, massime e medie derivanti dalle rianalisi condotte sui campioni TRS e dalle analisi eseguite sui campioni prelevati nelle indagini integrative VFN, utilizzando le medesime metodiche analitiche (a cura Biochemie Lab S.r.l.), risultano maggiormente confrontabili (così come evidenziato nelle Tabelle 9÷11 di confronto), evidenziando, pertanto, un allineamento in termini di livelli di concentrazione rilevata.

L'ubicazione dei sondaggi geognostici complessivamente realizzati nell'area della postazione Montieri 7 (comprensivi di quelli relativi alle indagini di caratterizzazione delle TRS) è mostrata nella planimetria di **Tavola 1** allegata al presente documento. Mentre nelle **Tavola 2a÷2c** si riporta l'ubicazione dei sondaggi in corrispondenza dei quali sono state osservate eccedenze rispetto alle CSC (Col. A e B) per As, Sb e Co rispettivamente; si specifica che, le tavole riportano i superamenti dei limiti normativi riscontrati dalle analisi condotte da Biochemie Lab S.r.l., sia sui campioni prelevati per la caratterizzazione ambientale delle TRS che su quelli prelevati nell'ambito del piano di indagine per la determinazione dei VFN, utilizzando le medesime metodiche analitiche.

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative condotte da Biochemie Lab S.r.l. sulle seconde aliquote dei campioni di suolo prelevati nell'ambito delle indagini per la caratterizzazione delle TRS, espressi come sostanza secca e riferita al totale (comprensivo dello scheletro maggiore di 2 mm e privo della frazione maggiore di 2 cm, scartata in campo), sono riportati nei Rapporti di Prova dell'**Allegato 2**. Nello stesso **Allegato 2**, sono altresì riportati i risultati delle determinazioni analitiche sul passante a due millimetri con espressione finale del risultato riferendosi alla totalità dei materiali secchi, non comprensiva dello scheletro, finalizzati allo studio per la determinazione dei VFN, come richiesto da ARPAT con la nota prot. 67149 del 26/08/2024 (Rif. [6]).

Pertanto, come anticipato nella nota ENEL-EGI-14/10/2024-0027823 (Rif. [7]), a valle degli approfondimenti analitici condotti sui campioni della prima indagine di caratterizzazione delle TRS, visti i risultati ottenuti utilizzando le stesse metodiche analitiche, indicate e richieste da ARPAT, confrontabili con quelli delle successive indagini per la determinazione dei VFN, per i parametri As, Sb e Co, si è proceduto con la valutazione statistica dei dati per la definizione dei Valori di Fondo Naturale utilizzando le risultanze analitiche delle rianalisi condotte dei campioni TRS e quelle delle analisi condotte sui campioni VFN, nell'attesa di ricevere i risultati analitici dei campioni prelevati in contraddittorio da ARPAT e la validazione dei dati di parte trasmessi.

5 MODELLO CONCETTUALE DELL'UNITÀ DI CAMPIONAMENTO

Con lo scopo di identificare i presupposti del piano di indagine volto ad acquisire i dati necessari al completamento del set di dati propedeutici allo studio dei VFN, è stato formulato il Modello Concettuale preliminare del sito (riportato al capitolo 3 del documento C4009046 del 21/06/2024 - Rif. [5]), attraverso fasi di studio successive, di seguito richiamate:

- definizione del modello geologico-stratigrafico e idrogeologico;
- definizione dei parametri di interesse;
- potenziali fonti naturali e considerazioni sull'origine naturale dei superamenti dei limiti normativi riscontrati a carico dei suoli;
- analisi delle pressioni antropiche;
- valutazione della numerosità campionaria /completezza del set di dati e definizione degli obiettivi dell'indagine integrativa.

Nel seguito si riporta l'aggiornamento dei diversi aspetti che costituiscono il Modello Concettuale dell'UdC "Montieri 7", sulla base dei risultati conseguiti nell'ambito dell'indagine integrativa oggetto del documento C4015055 del 25/10/2024 (Rif. [8]).

5.1 Modello geologico-stratigrafico e idrogeologico

Dal punto di vista geologico-strutturale, l'area è interessata dalla presenza di un importante lineamento a carattere regionale che vede l'unità delle Argille a Palombini (APA) del Dominio Ligure interno a diretto contatto con l'unità dei Calcari Cavernosi (CCA), appartenenti alla Falda Toscana.

In particolare, la postazione in studio con annessa viabilità di accesso è posizionata in parte sui depositi alluvionali del Torrente Saio ed in parte sulla copertura eluviale, colluviale e detritica che copre i Calcari Cavernosi, che definiscono una dorsale in modesto rilievo che si estende in direzione SSO verso le Centrali di Travale 3 e 4.

Il modello geologico preliminare, presentato nella Relazione Geologica di progetto descrive la presenza di una coltre di depositi quaternari di spessore pluri-decametrico, senza intercettazione del substrato localmente costituito dai Calcari Cavernosi.

Dalla descrizione stratigrafica i terreni intercettati dalle indagini eseguite nell'ambito della progettazione presso il sedime della postazione (Rif. *Progetto Definitivo. Postazione: Rapporto indagini geognostiche* – Doc. EGPI prot. GRE.EEC.R.25.IT.G.13405.49.002.00 del 08/03/2024), spinte fino alla profondità di 26-29 m da p.c., risultano costituiti da argille limose prevalenti, alternate a limi argillosi e talora limi sabbiosi di colore dal marrone-grigiastro, al grigio-verdastro, al giallastro, con screziature varicolore ocra, marrone e arancio; la matrice è interessata dalla presenza di clasti da millimetrici a decimetrici eterogenei principalmente calcarei o calcareo-marnosi, subangolari, con grado di alterazione da scarso a medio in superficie fino ad elevato in profondità.

L'assetto lito-stratigrafico desunto dalle indagini di caratterizzazione delle TRS condotte in sito, sintetizzate al Par. 3.1 del documento C4009046 del 21/06/2024 (Rif. [5]), risulta così strutturato:

- 0,2÷0,8 m da p.c.: strato vegetale pedogenizzato, costituito da alternanze di sabbia limosa, da debolmente argillosa ad argillosa con livelli debolmente ghiaiosi;
- da 0,2÷0,8 m a 1,0÷2,0 m da p.c.: terreni alluvionali e/o eluvio-colluviali costituiti in prevalenza da limo argilloso, a tratti debolmente sabbioso, debolmente ghiaioso;
- oltre 2,0 m da p.c.: terreni alluvionali e/o eluvio-colluviali costituiti da limo sabbioso, talora argilloso e con rari clasti eterogenei.

La presenza di acque di falda non è stata rilevata entro la massima profondità indagata con i sondaggi geognostici eseguiti sia nell'ambito dell'indagine di caratterizzazione delle TRS che dell'integrazione di indagine.

L'osservazione dell'assetto litostratigrafico dei sondaggi realizzati, con livelli ghiaiosi anche potenti intervallati da potenziali acquitardi argillo-limosi, rende verosimile la presenza di un sistema multifalda con livelli acquiferi sospesi separati da livelli più profondi.

5.2 Identificazione dei parametri di interesse caratteristici dell'UdC

I risultati delle rianalisi condotte sulle seconde aliquote dei n. 16 campioni di terreno prelevati nell'ambito delle indagini di caratterizzazione ambientale delle TRS e i risultati delle analisi condotte sui n. 22 campioni di terreno prelevati nell'ambito dell'indagine integrativa per la determinazione dei VFN hanno fatto riscontrare la non conformità alle CSC per i seguenti parametri:

- Colonna A: **Cobalto, Idrocarburi pesanti TPH C>12;**
- Colonna B: **Antimonio, Arsenico.**

	Indagine Caratterizzazione TRS*	Indagine Integrativa VFN
Colonna A	Cobalto, Idrocarburi pesanti	Cobalto
Colonna B	Antimonio, Arsenico	Antimonio, Arsenico

* Esiti delle ripetizioni delle analisi condotte dal lab. Biochimie Lab S.r.l.

Tabella 12 – Parametri risultati non conformi alle CSC.

L'integrazione di indagine ha confermato i parametri analitici per i quali erano già state osservate non conformità alle CSC (As, Sb e Co), che sono oggetto dello studio statistico finalizzato alla determinazione dei VFN, come vedremo nel seguito; per le motivazioni già esposte non sono invece stati inseriti nello studio per la determinazione dei valori di fondo gli Idrocarburi pesanti C>12 (vedi par. 4.2).

Sulla base dei risultati analitici di cui sopra, per l'UdC Montieri 7 sono quindi identificati i seguenti parametri di interesse:

- Antimonio;
- Arsenico;
- Cobalto.

5.3 Potenziali fonti naturali

Le concentrazioni di **Arsenico, Cobalto e Antimonio** possono essere correlate a fattori geologici, come ad esempio la presenza di mineralizzazioni idrotermali e conseguenti anomalie di concentrazioni di metalli al contatto tra Calcare Cavernoso e flysch, notoriamente presenti nell'area oggetto di studio.

In particolare, come anche evidenziato nel Paragrafo 3.4 del Rapporto CESI C4009046 del 21/06/2024 (Rif. [5]), nell'area circostante la postazione Montieri 7 sono censite coltivazioni minerarie, oggi abbandonate, di mineralizzazioni sia tipo "Lagoni" collegate ai soffioni boraciferi, sia a solfuri misti.

Il documento "Relazione tecnica sull'esito delle indagini ambientali di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo (ex D.P.R. 120/2017)" (Rif. [2]), relativo alle tre postazioni in progetto (Montieri 7, Radicondoli 35 e Radicondoli 36), riporta una caratterizzazione geochemica basata sui dati del Database Geochemico Regionale (DGR - GeoBasi), sia alla scala dell'areale comprendente le tre postazioni, sia alla scala delle singole postazioni; per il sito della postazione Montieri 7 l'analisi è stata effettuata per gli elementi As, Co, Sb, che nell'ambito delle indagini di caratterizzazione delle TRS avevano fatto riscontrare concentrazioni non conformi alle CSC di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 5, Titolo V Parte Quarta del D.Lgs.

152/06, confermate sia dalle indagini integrative per la determinazione del VFN sia dalla rianalisi dei campioni di caratterizzazione delle TRS.

Rinviando al documento di cui sopra per i dettagli dell'analisi, nella tabella seguente vengono riportati i valori medi di concentrazione rilevati dalle indagini di caratterizzazione delle TRS e dalle indagini integrative, posti a confronto con quelli restituiti dal database regionale GeoBasi per i sedimenti fluviali con riferimento ad un areale di 64 km² di estensione, comprendente le tre postazioni in progetto, e ad un areale ristretto di 2,5 km² intorno alla postazione Montieri 7.

Parametro	Geobasi Scheda elemento	Geobasi Selezione area		Indagini 2023* e 2024
	Concentrazione media nel suolo	Concentrazione media nell'areale dei 3 siti	Concentrazione media nell'areale ristretto	Concentrazione media rilevata
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
Arsenico	5 ¹	102,5	100,3	45,0
Cobalto	0,1-50 ²	20,1	14,9	14,0
Antimonio	0,5 ¹	26,0	48,8	23,3

Fonti: 1: Reimann and de Caritat (1998); 2: Hamilton (1994).

* Esiti delle ripetizioni delle analisi condotte dal lab. Biochimie Lab S.r.l..

Tabella 13 – Concentrazioni medie dei metalli dal portale Geobasi, e confronto con le concentrazioni rilevate dalle indagini di caratterizzazione delle TRS e Integrativa per lo studio del VFN.

Come già evidenziato nel documento ISMES S.p.A. prot. GRE.EEC.R.26.IT.G.08015.00.023 CTr021_RAAMB del 24/04/2024 (Rif. [2]), **la presenza degli elementi considerati è riconducibile a causa di origine naturale (geogenica) e le concentrazioni medie relative ai risultati analitici delle indagini di caratterizzazione delle TRS e delle indagini integrative per la determinazione dei VFN risultano compatibili con il contesto geochimico in cui il sito si inserisce.**

5.4 Valutazione della numerosità campionaria e completezza del set di dati

Come suggerito dalla LG SNPA 174/2018, il numero minimo di osservazioni su cui basare la procedura per la determinazione del fondo, necessario a garantire la significatività statistica del valore determinato, è compreso fra 10 e 30, in funzione dello scopo dell'indagine. Come è concordato con gli Enti preposti (Rif. [4]) e previsto dal Piano di Indagine integrativo (Rif. [5]), la numerosità minima adottata nel presente studio è di 30 osservazioni.

Considerando quindi i n. 16 campioni prelevati nell'ambito delle attività di caratterizzazione delle TRS di novembre 2023, e i n. 22 campioni prelevati nell'ambito dell'indagine integrativa di settembre 2024, per l'UdC in esame la numerosità campionaria minima è stata raggiunta. Si ritiene, pertanto, che il set di dati risulti completo ai fini dell'elaborazione statistica per la determinazione dei VFN.

In definitiva, i dati complessivamente raccolti hanno consentito di raggiungere la numerosità campionaria minima per l'analisi dei dati prevista dalla LG SNPA 174/18, finalizzata:

- alla determinazione dei VFN per i parametri di interesse;
- all'individuazione di eventuali outlier.

6 ORGANIZZAZIONE DELLA BASE DATI

Come già detto in precedenza, il dataset della matrice terreni utilizzato ai fini della determinazione dei VFN è costituito da n. 38 punti di misura, 16 relativi alla prima campagna di caratterizzazione delle TRS, condotta sul sito nel novembre 2023, e 22 punti relativi alla campagna integrativa in cui sono stati prelevati campioni di terreno specificatamente per le analisi dei VFN.

Le principali informazioni contenute nel dataset sono:

- Anagrafica del punto di indagine: tipo di indagine (TRS o VFN), Unità di Campionamento (UdC) di appartenenza, coordinate geografiche del punto, profondità di campionamento (metri da piano campagna);
- Data del campionamento;
- Valori di concentrazione dei parametri di interesse, espressi in mg/kg s.s., quali Antimonio (Sb), Arsenico (As), Cobalto (Co) valutati nella concentrazione relativa al passante a 2 millimetri sia riferendosi alla totalità dei materiali secchi, non comprensiva dello scheletro, sia alla totalità dei materiali secchi, comprensiva dello scheletro.

Il Dataset utilizzato ai fini della determinazione dei VFN contenente le informazioni sopra indicate è riportato in **Allegato 3**.

7 METODOLOGIE UTILIZZATE

Lo studio per la determinazione dei Valori di Fondo Naturale (VFN) dei suoli del sito della postazione Montieri 7 è stato sviluppato in riferimento alle Linee Guida SNPA e nello specifico alla *“Linea guida per la determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee”* (174/2018).

Lo studio condotto è stato articolato nelle seguenti 3 fasi:

Fase1 - Analisi dei dati disponibili

In questa fase si è proceduto all’analisi della documentazione e dei dati disponibili, tenendo conto delle indicazioni fornite dalla Linea Guida prodotta da SNPA per la definizione dei VFN.

Fase 2 - Analisi del dataset utilizzabile per la definizione di valori di fondo naturali (VFN)

In particolare, con riferimento ai dati disponibili dei parametri d’interesse si è proceduto con le seguenti verifiche:

- verifica della completezza delle serie di misure;
- verifica dei valori estremi;
- verifica dei valori di concentrazione inferiori ai limiti di quantificazione (LOQ) o ai limiti di rilevabilità (LOD) della metodica analitica adottata.

Fase 3 - Analisi dei dati e definizione dei VFN

- definizione del set di dati da utilizzarsi per la determinazione dei VFN;
- valutazione delle soglie VFN.

7.1 Approccio statistico utilizzato

Il procedimento delineato dalla Linea Guida SNPA (174/2018) per la definizione dei VFN è schematizzato nella figura seguente.

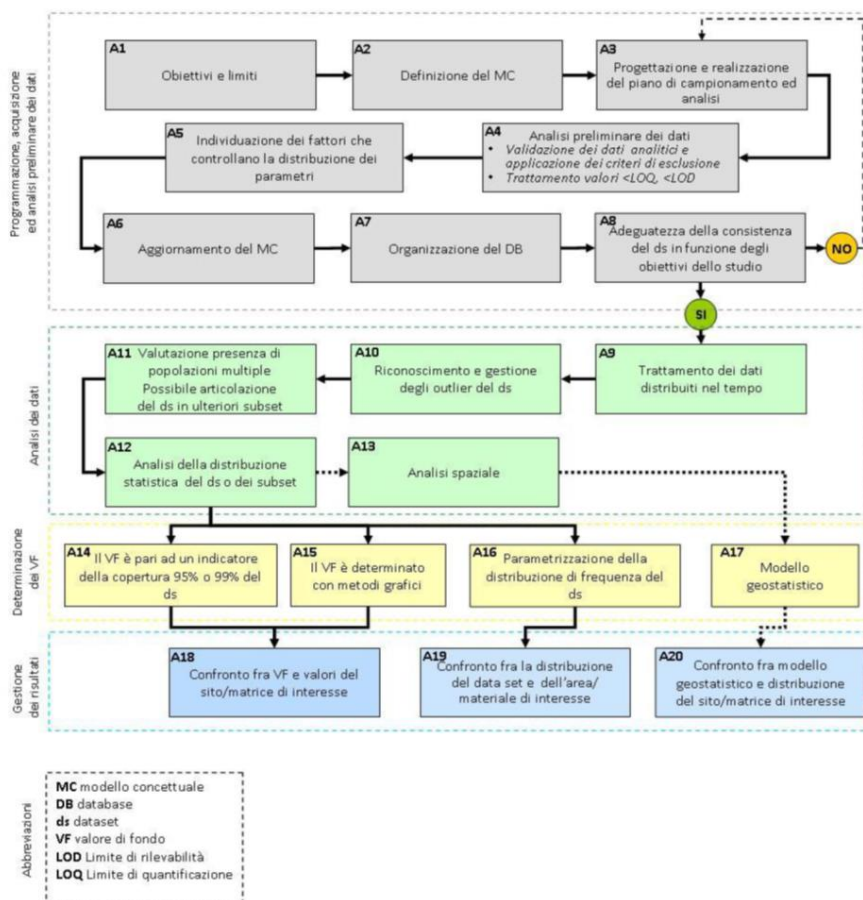


Figura 14 – Schema di riferimento per la definizione dei VFN nei suoli in base alla Linea Guida SNPA.

Alla luce di questo schema e ai fini dell'analisi dei parametri di interesse, le tematiche richiamate nei box da A4 fino al box A20 sono state oggetto di approfondimento.

Nella fase di analisi preliminare dei dati, è stato controllato il dataset delle misure disponibili, verificandone la coerenza e validando le premesse del Piano di Indagine che prevedeva che lo stesso fosse popolato con i dati provenienti dalla prima campagna di indagine (TRS) e dalla campagna integrativa (VFN).

In presenza di valori inferiori al limite di quantificazione (LOQ) o al limite di rilevabilità (LOD) del metodo analitico utilizzato, la LG SNPA 174/2018 propone diversi metodi di sostituzione di questi valori. Per il presente lavoro, è stato utilizzato il metodo di sostituzione semplice che consiste nel sostituire i valori LOQ o LOD con un valore di concentrazione pari rispettivamente a $\frac{1}{2}$ LOQ e $\frac{1}{2}$ LOD.

Successivamente si è proceduto alla valutazione ed eventuale esclusione di valori estremi ("outliers"), poiché non caratterizzanti la popolazione oggetto dello studio e alla valutazione della possibile presenza di popolazioni multiple nei dati.

Infine, sono stati definiti i relativi Valori di Fondo Naturale (VFN), coerentemente con quanto raccomandato nella LG SNPA, che, in funzione del contesto ambientale e della quantità e qualità dei dati, prevede, nel caso di un congruo numero di osservazioni che mostrino una distribuzione normale di cui sia ragionevolmente certa l'origine naturale, che il VF possa essere calcolato considerando il valore 99° percentile o il valore massimo, per ogni sostanza che abbia mostrato almeno un superamento dei limiti normativi definiti dal D.Lgs. 152/06 per i suoli (di cui alla Tabella 1, Colonna A, Allegato 5, Titolo V, Parte

IV del D.Lgs. 152/06). Inoltre, si specifica che i VFN proposti sono stati affiancati da altri stimatori quali l'Upper Tolerance Limit (UTL 95%), l'Upper Prediction Limit (UPL 95%) e l'Upper Simultaneous Limit (USL 95%), che ne consentono di valutare la variabilità.

L'approccio statistico "classico", infatti, permette di verificare che i valori raccolti siano distribuiti sul sito in modo non aggregato o localizzato, ma siano ragionevolmente distribuiti in modo omogeneo e diffuso su tutta l'area. Inoltre, consente di stimare, a partire dal campione statistico, valori numerici rappresentativi della popolazione del fondo. Ogni stima, ottenuta mediante inferenza statistica, può essere associata ad un intervallo di confidenza, con un limite inferiore e superiore, che indica il range entro cui ci si aspetta che il valore reale della popolazione si trovi con una certa probabilità.

A tal fine, sono stati valutati i limiti superiori delle soglie VFN mediante la stima dell'Upper Tolerance Limit (UTL 95%), dell'Upper Prediction Limit (UPL 95%) e dell'Upper Simultaneous Limit (USL 95%), parametri più comunemente utilizzati per valutare la variabilità di una popolazione statistica, le cui definizioni sono riportate di seguito.

UTL (Upper Tolerance Limit al 95% di confidenza): è il termine che definisce superiormente l'intervallo di tolleranza (Tolerance interval, TI, inferiormente limitato da LTL). L'intervallo di tolleranza definisce l'intervallo entro cui, con una certa confidenza (ad es. il 95%), ricade una percentuale specificata della popolazione campionata (ad es. la confidenza del 95% indica il 95% di possibilità che l'intervallo contenga il "vero" parametro (es. media, p-esimo percentile) della popolazione). L'altro parametro che definisce l'intervallo di tolleranza è la copertura, ovvero la proporzione del campione che l'intervallo presumibilmente contiene. A titolo esemplificativo il parametro UTL95%-90% indica il valore al quale al 95% di possibilità è contenuto il parametro 90 percentile.

UPL (Upper Prediction Limit al 95% di confidenza): UPL (Upper Prediction Limit) è il termine che definisce superiormente l'intervallo di "previsione" ("Prediction Interval", PI inferiormente delimitato dal LPL) ovvero l'intervallo entro il quale ci si attende che un valore possa ricorrere con una probabilità del 95%. Il PI rappresenta l'intervallo entro cui, con una data confidenza, ci si attende che cada una singola osservazione ($k=1$) o più osservazioni simultaneamente ($k=2, 3, \dots, n$), campionate dalla stessa popolazione da cui è stato tratto il campione su cui è stato computato il PI.

USL (Upper Simultaneous Limit al 95% di confidenza): è un parametro statistico utilizzato per definire un valore massimo che copre simultaneamente tutte le osservazioni di un dataset con una certa probabilità. In altre parole, un USL del $(1 - \alpha) * 100\%$ garantisce che tutte le osservazioni nel dataset di fondo siano coperte con una probabilità del $(1 - \alpha) * 100\%$. Questo parametro è particolarmente utile quando si vuole stabilire un limite superiore per i valori di un dataset, assicurando che tutte le misurazioni rientrino entro questo limite con un alto livello di confidenza. $(1 - \alpha) * 100\%$ rappresenta il livello di confidenza. Ad esempio, se α è 0,05 (5%), allora $(1 - \alpha) * 100\%$ è 95%, il che significa che si è certi al 95% che tutte le osservazioni del dataset siano coperte dal limite simultaneo superiore (USL) e quindi che saranno inferiori o uguali a questo limite.

In particolare, l'analisi statistica dei dati dei parametri d'interesse è stata caratterizzata dai seguenti passaggi:

- studio preliminare dei dati disponibili (controllo numerosità campionaria, trattamento dei *non-detected* e identificazione degli outlier);
- analisi distribuzione dati;
- verifica della normalità della distribuzione attraverso il test di Shapiro-Wilk¹.

¹ Il test di Shapiro-Wilk è un test statistico utilizzato per verificare se un campione di dati proviene da una distribuzione normale. È particolarmente utile quando si vuole determinare la normalità di un dataset, che è un presupposto fondamentale per le analisi statistiche.

Tutte le analisi statistiche sono state eseguite con il software USEPA ProUCL versione 5.2.00 (5.2)².

7.2 Trattamento dei dati non-detected

Come già accennato, in accordo con la Linea Guida SNPA i valori inferiori al limite di quantificazione (LOQ) o al limite di rilevabilità (LOD) del metodo analitico con il quale sono stati determinati, sono stati sostituiti con un valore di concentrazione pari rispettivamente a $\frac{1}{2}$ LOQ o $\frac{1}{2}$ LOD.

Con riferimento al Dataset riportato in **Allegato 3**, i dati *non-detected* (ND) sono stati riscontrati esclusivamente per il parametro Cobalto e rappresentano il 3% dei dati totali. La LG SNPA suggerisce di prendere in considerazione solo i parametri che presentino un numero di valori al di sotto della soglia di rilevabilità inferiore al 15% delle misure disponibili, condizione sempre verificata nel caso del dataset di Montieri 7.

7.3 Identificazione degli outlier

La distribuzione dei valori e la possibile presenza di *outlier* è stata analizzata attraverso il metodo del grafico a scatola (Figura 15), o metodo “*box plot*”, che definisce come sono distribuiti i dati attorno al loro valore mediano. La linea nera all’interno del rettangolo (scatola o box) indica appunto il valore mediano (ovvero il 50° percentile) mentre la base inferiore e superiore del rettangolo rappresentano rispettivamente il 25° e il 75° percentile (I e III quartile), all’interno dei quali sono comprese il 50% delle misure. Accanto a questi parametri statistici fondamentali, il *box plot* deriva altri valori importanti per l’identificazione dei valori anomali; con il termine gradino (step) si indica 1,5 volte la differenza fra il valore corrispondente al 75° percentile e quello al 25° percentile (definito, spazio interquartile o ITQ, ovvero la distanza tra 25° e 75° percentile). I valori posti in corrispondenza del gradino sopra la base superiore del rettangolo e del gradino sotto la base inferiore definiscono rispettivamente un limite superiore ed un limite inferiore. I limiti superiore e inferiore non sono di norma visualizzati sul grafico *box plot*, mentre sono riportati i valori adiacenti (cioè rispettivamente il primo valore inferiore al limite superiore, e il primo valore superiore al limite inferiore). Sono i valori esterni a questi limiti ad essere visualizzati come “*outlier*”. In genere, si considerano *outlier* solo i valori che risultano sia minori del 25° percentile - 3 volte l’interquartile (ITQ) oppure maggiori del 75° percentile + 3 volte l’interquartile (ITQ). Nel caso non vi siano *outlier* (verso i valori massimi e/o verso i valori minimi), i valori adiacenti superiore e inferiore coincideranno rispettivamente con i valori massimo e minimo delle osservazioni del dataset.

² US EPA 2022: ProUCL Version 5.2.00 Technical Guide. Statistical Software for Environmental Applications for Data Sets with and without Nondetect Observations.

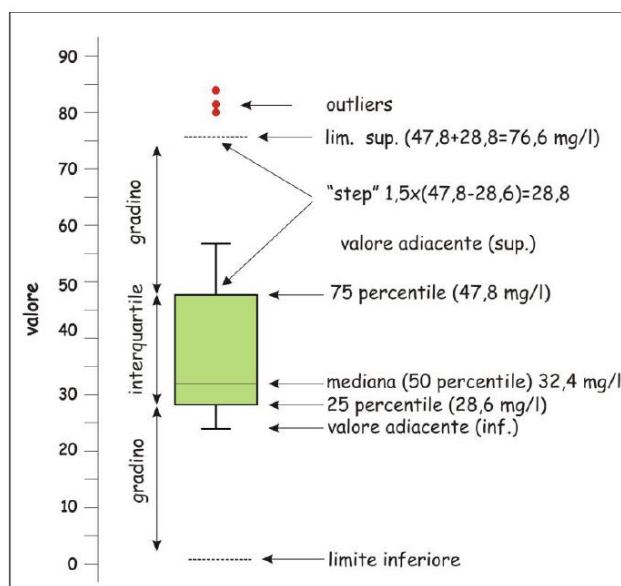


Figura 15 – Esempio di grafico a scatola (o boxplot) dove oltre ad essere rappresentati i quartili che definiscono le dimensioni della scatola vengono anche rappresentati i limiti assunti in prima approssimazione (1.5 volte il range interquartile, ITQ) per identificare gli outlier.

Di seguito si riportano i criteri in base ai quali nel presente studio i valori estremi sono stati mantenuti ai fini del calcolo dei VFN o sono stati esclusi.

Si precisa a tale riguardo che, sono stati mantenuti:

- i valori $> 75^{\circ} \text{ Percentile} + 1,5 \cdot \text{ITQ}$ = valori anomali, considerati non estremi;
- i valori $< 25^{\circ} \text{ Percentile} - 1,5 \cdot \text{ITQ}$ = valori anomali, considerati non estremi.

Sono stati, invece, esclusi:

- i valori $< 25^{\circ} \text{ Percentile} - 3 \cdot \text{ITQ}$ = valori estremi (outliers);
- i valori $> 75^{\circ} \text{ Percentile} + 3 \cdot \text{ITQ}$ = valori estremi (outliers).

Quali eccezioni alle regole di esclusione sono stati presi in considerazione i seguenti elementi:

- assenza di valori estremi dopo trasformazione dei dati (i.e., trasformazione logaritmica);
- presenza di simmetria tra valori estremi nel range alto e nel range basso dei valori.

8 ELABORAZIONE STATISTICA DEI DATI

8.1 Analisi della distribuzione dei parametri di interesse

Le analisi delle distribuzioni statistiche contenute nel presente capitolo sono state effettuate sulla base dei criteri precedentemente riportati e sono state condotte sia sulle concentrazioni valutate sulla frazione fine (passante al vaglio 2 mm) che sulle concentrazioni riferite alla totalità dei materiali secchi, comprensive dello scheletro.

Le Figure 16 (fraz. < 2 mm) e 17 (concentrazioni comprensive di scheletro) mostrano i grafici a scatola ("box plot") che rappresentano la distribuzione complessiva delle misure presenti nel dataset.

I grafici a scatola riportati nelle figure sopra citate mostrano chiaramente la presenza di soli valori anomali (i.e. valori maggiori o minori di 1,5 volte l'interquartile (ITQ), rappresentati nei grafici dal pallino) e l'assenza di valori estremi (i.e. valori maggiori o minori di 3 volte l'interquartile (ITQ), rappresentati nei grafici dall'asterisco).

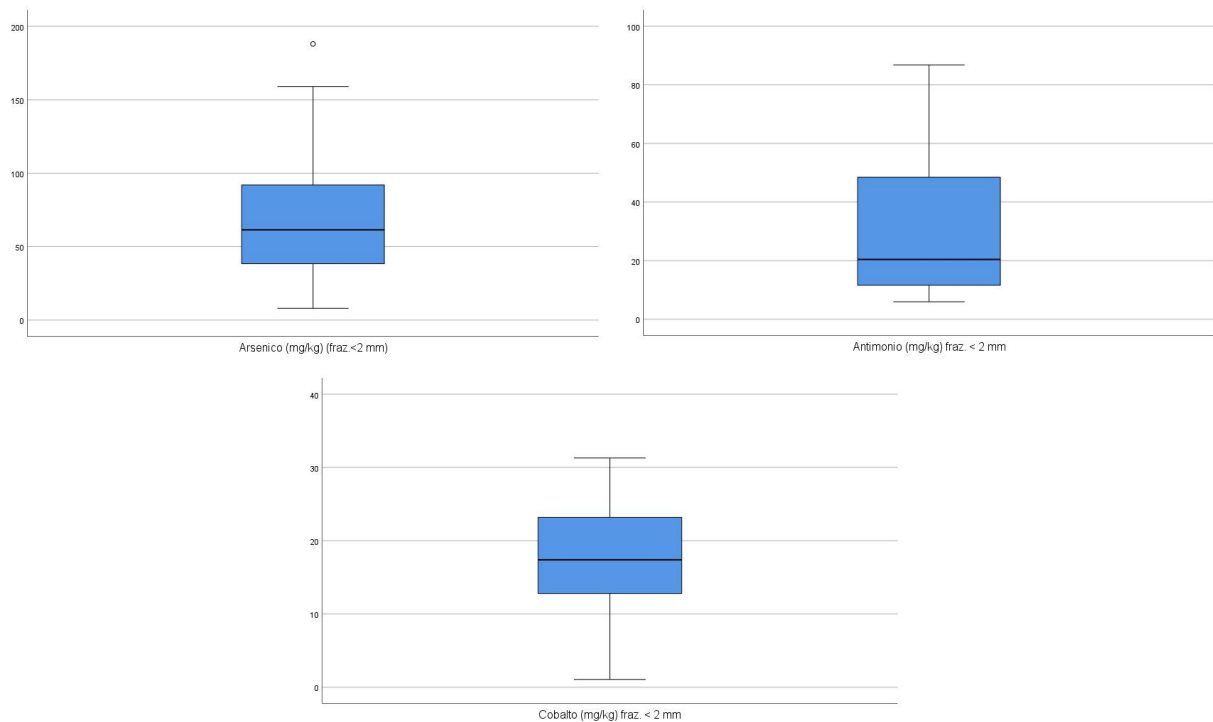


Figura 16 – Box plot: distribuzioni delle concentrazioni dei parametri As, Sb e Co sulla frazione fine (< 2mm).



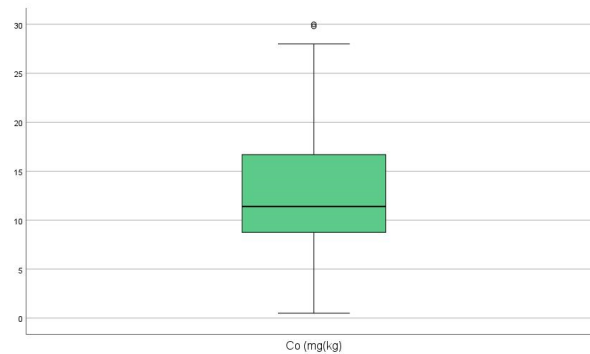


Figura 17 – Box plot: distribuzioni delle concentrazioni dei parametri As, Sb e Co sulla frazione fine (< 2mm), comprensiva di scheletro.

In Tabella 14 e Tabella 15 si riportano le principali statistiche descrittive dei parametri oggetto dello studio, rispettivamente valutati sulla frazione fine (passante al vaglio 2 mm) e sulla totalità dei materiali secchi comprensiva di scheletro, e le proprietà statistiche principali ed eventuali dati *non-detected* (valori <LOQ o <LOD).

Parametro	N	Cmin (mg/Kg)	Cmax (mg/Kg)	Cmedia (mg/Kg)	Deviazione Std.	Dati n.d.
Arsenico	34	7,99	188,00	72,75	44,72	
Antimonio	34	5,96	86,80	31,54	24,18	
Cobalto	34	1,07	31,30	17,68	7,27	1

Tabella 14 – Statistiche descrittive delle concentrazioni di As, Sb e Co valutate sulla frazione fine (2mm).

Parametro	N	Cmin (mg/Kg)	Cmax (mg/Kg)	Cmedia (mg/Kg)	Deviazione Std.	Dati n.d.	Superamenti
Arsenico	34	4,16	180,00	54,01	38,40		Tabb. A, B
Antimonio	34	3,10	83,20	23,29	20,01		Tabb. A, B
Cobalto	34	0,50	30,00	13,21	7,39	2	Tab. A

Tabella 15 – Statistiche descrittive delle concentrazioni di As, Sb e Co Co valutate sulla frazione fine (< 2mm), comprensiva di scheletro.

Come precedentemente enunciato, in accordo con la Linea Guida SNPA (174/2018) i valori inferiori al limite di quantificazione (LOQ) o al limite di rilevabilità (LOD) del metodo analitico con il quale sono stati determinati, sono stati sostituiti con un valore di concentrazione pari rispettivamente a $\frac{1}{2}$ LOQ o $\frac{1}{2}$ LOD.

La normalità dei dati è stata quindi testata attraverso il test di normalità di Shapiro-Wilk ad un livello di significatività del 5% ($P < 0,05$). L'unica distribuzione riscontrata normale al test è stata quella delle concentrazioni di Cobalto nella frazione fine (passante al vaglio 2 mm), tutte le altre distribuzioni sono risultate significative al test di normalità ($P < 0,05$).

Nelle Figure 18-23 vengono rispettivamente mostrati gli istogrammi di frequenza e i grafici Q-Q plot relativi alla distribuzione dei 3 parametri di interesse (As, Sb, Co).

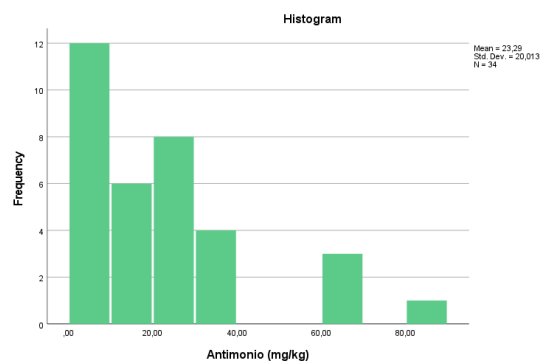
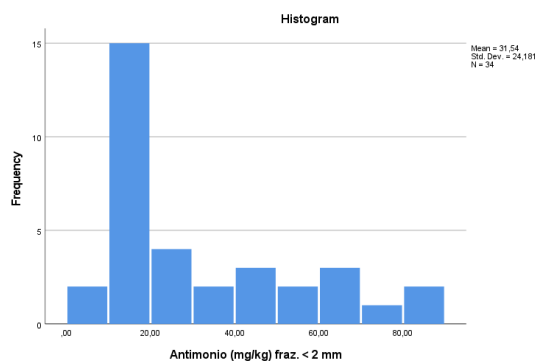


Figura 18 – Istogrammi di frequenza dei valori di concentrazione di Antimonio (Sb) relativi al passante al vaglio 2 mm (a sinistra) e al totale comprensivo di scheletro (a destra).

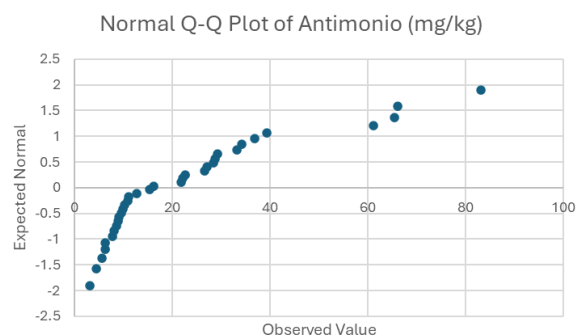
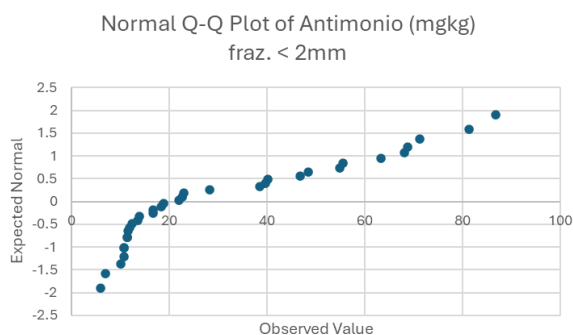


Figura 19 – Grafici Q-Q plot dei valori di concentrazione di Antimonio (Sb) relativi al passante al vaglio 2 mm (a sinistra) e al totale comprensivo di scheletro (a destra).

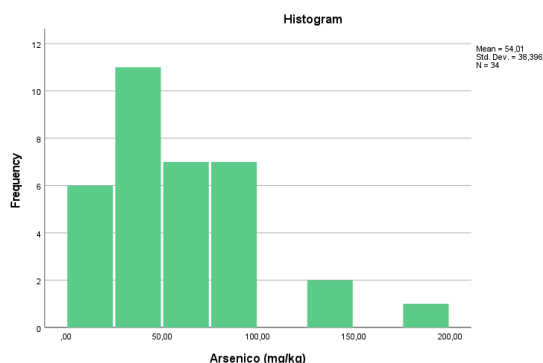
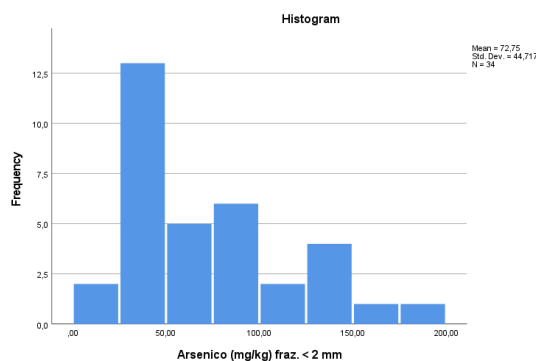


Figura 20 – Istogrammi di frequenza dei valori di concentrazione di Arsenico (As) relativi al passante al vaglio 2 mm (a sinistra) e al totale comprensivo di scheletro (a destra).

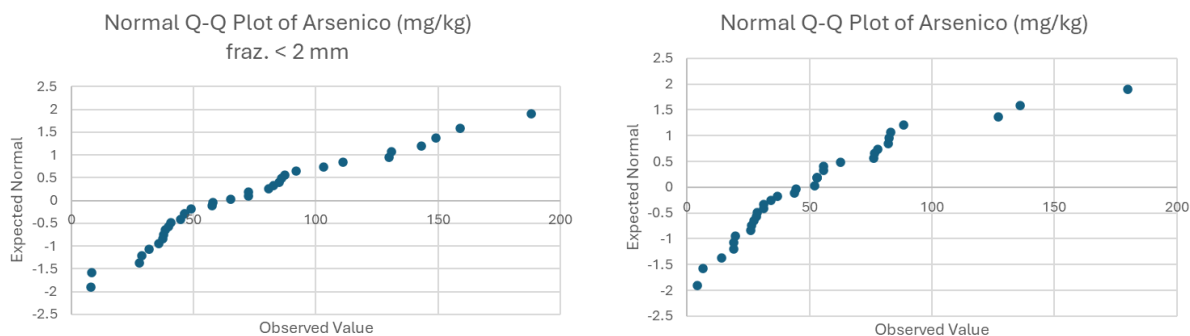


Figura 21 – Grafici Q-Q plot dei valori di concentrazione di Arsenico (As) relativi al passante al vaglio 2 mm (a sinistra) e al totale complessivo di scheletro (a destra).

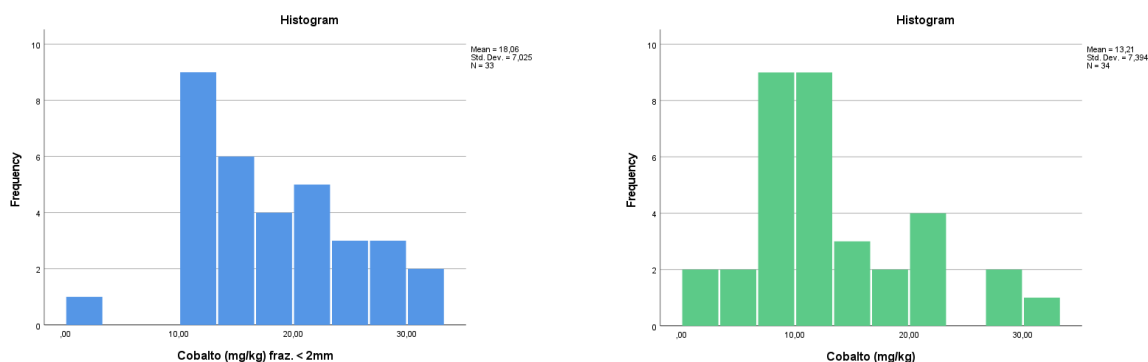


Figura 22 – Istogrammi di frequenza dei valori di concentrazione di Cobalto (Co) relativi al passante al vaglio 2 mm (a sinistra) e al totale complessivo di scheletro (a destra).

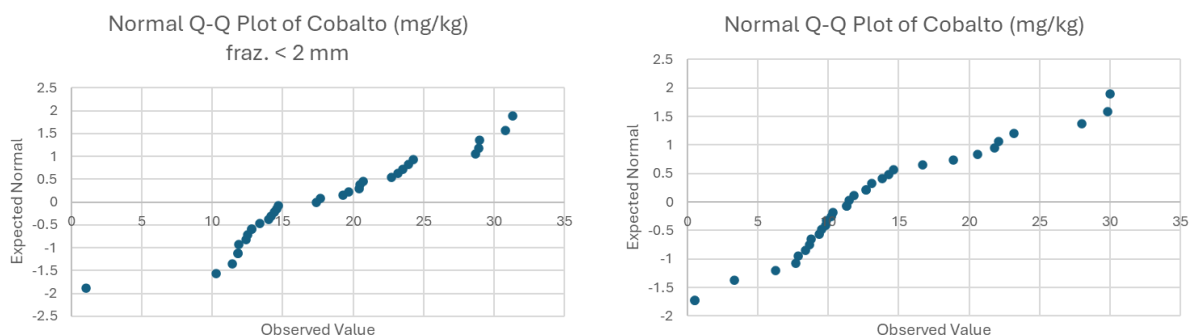


Figura 23 – Grafici Q-Q plot dei valori di concentrazione di Cobalto (Co) relativi al passante al vaglio 2 mm (a sinistra) e al totale complessivo di scheletro (a destra).

Gli istogrammi di frequenza sopra riportati sostanzialmente confermano la mancanza di simmetria della maggior parte delle distribuzioni e il risultato del test di normalità; unica eccezione è rappresentata dalla distribuzione delle concentrazioni di Cobalto valutate sul passante al vaglio 2 mm che, come già sopra affermato, mostrano una distribuzione normale (Figura 22).

I grafici Q-Q plot consentono di verificare la relativa uniformità delle distribuzioni e l'assenza di popolazioni multiple di dati all'interno del dataset investigato.

9 PROPOSTA DEI VALORI DI FONDO NATURALE (VFN) INDIVIDUATI DA PARAMETRI STATISTICI

Coerentemente con quanto raccomandato nella LG SNPA 174/2018, sono riportati, per ogni parametro d'interesse (ovvero i parametri che hanno evidenziato almeno un superamento delle CSC previste per i suoli, di cui alla Tabella 1, Colonna A, Allegato 5, Titolo, Parte IV del D.Lgs. 152/06), i principali indicatori statistici utili alla determinazione dei valori di fondo (90° percentile, 95° percentile, 99° percentile, valore massimo). Inoltre, si specifica che i VFN proposti sono stati affiancati da altri stimatori quali l'Upper Tolerance Limit (UTL 95%), l'Upper Prediction Limit (UPL 95%) e l'Upper Simultaneous Limit (USL 95%), che ne consentono di valutare la variabilità.

In particolare, nel caso in esame, quale valore di VFN si propone:

- il valore di concentrazione corrispondente al 99-mo percentile (99p) degli N valori costituenti il dataset, nel caso questi mostrino una distribuzione non normale;
- il valore di concentrazione massimo (Cmax) degli N valori costituenti il dataset, nel caso che questi mostrino una distribuzione normale.

La determinazione dei VFN dei suoli è stata condotta in riferimento ai parametri As, Sb e Co (parametri eccedenti le CSC/Col. A e B) ed è stata effettuata:

- sulle concentrazioni determinate sul passante a due millimetri con espressione finale del risultato riferendosi alla totalità dei materiali secchi, non comprensiva dello scheletro, come richiesto da ARPAT con la nota prot. 67149 del 26/08/2024;
- sulle concentrazioni determinate sul passante a due millimetri con espressione finale del risultato riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva dello scheletro, ai fini del confronto con le CSC.

Le Tabelle 16 e 17 riassumono i VFN individuati per Antimonio, Arsenico e Cobalto che nei terreni del sito in oggetto avevano evidenziato superamenti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Tabella 1, Colonna A e B, dell'Allegato 5, Parte IV del D. Lgs 152/2006 e i relativi limiti superiori (UTL 95%, UPL 95%, USL 95%). Si sottolinea che, i valori di concentrazione riportati nel seguito sono approssimati al numero di decimali con cui è definito il limite di legge, in relazione a quanto previsto dalla Linea Guida SNPA 34/2021 dell'ottobre 2021.

Parametro	90P [mg/Kg]	95P [mg/Kg]	99P [mg/Kg]	Cmax [mg/Kg]	Stat	VFN [mg/Kg]	95%UTL [mg/Kg]	95%UPL [mg/Kg]	95%USL [mg/Kg]
Arsenico	139	153	178	188	99P	178	170	150	198
Antimonio	69	75	85	87	99P	85	87	83	87
Cobalto	29	30	31	31	Cmax	31	33	30	38

Tabella 16 – sintesi dei Valori di Fondo Naturale individuati per le concentrazioni di As, Sb e Co riferite alla sola frazione passante a 2mm. Sono riportati anche i valori del 90°, 95° e 99° percentile, il valore massimo e le soglie superiori di riferimento (UTL 95%, UPL 95% e USL 95%). Il valore proposto come VFN è indicato in grassetto.

Parametro	CSC [mg/Kg]		90P [mg/Kg]	95P [mg/Kg]	99P [mg/Kg]	Cmax [mg/Kg]	Stat	VFN [mg/Kg]	95%UTL [mg/Kg]	95%UPL [mg/Kg]	95%USL [mg/Kg]
	A	B									
Arsenico	20	50	87	130	166	180	99P	166	180	147	180
Antimonio	10	30	55	66	78	83	99P	78	83	70	83

Parametro	CSC [mg/Kg]		90P [mg/Kg]	95P [mg/Kg]	99P [mg/Kg]	Cmax [mg/Kg]	Stat	VFN [mg/Kg]	95%UTL [mg/Kg]	95%UPL [mg/Kg]	95%USL [mg/Kg]
	A	B									
Cobalto	20	250	23	29	30	30	99P	30	29	26	34

Tabella 17 – Sintesi dei Valori di Fondo Naturale individuati per le concentrazioni di As, Sb e Co comprensive di scheletro e loro confronto con le concentrazioni soglia (CSC) previste dal D. Lgs 152/2006 (Colonne A e B). Sono riportati anche i valori del 90°, 95° e 99° percentile, il valore massimo e le soglie superiori di riferimento (UTL 95%, UPL 95% e USL 95%). **Il valore proposto come VFN è indicato in grassetto.**

Risulta, inoltre, rilevante osservare come i limiti superiori delle stime dei VFN, calcolati con diversi metodi statistici al 95% di confidenza (UTL 95%, UPL 95% e USL 95%), consentano di confermare la robustezza delle stime dei VFN proposti e ne traccino un limite superiore anch'esso rappresentativo del valore di fondo naturale. Tali parametri statistici, infatti, permettono di effettuare previsioni e valutazioni sulle concentrazioni massime dei parametri d'interesse, considerando la possibilità che eventuali valori superiori ai VFN proposti possano comunque essere ascrivibili ad origine naturale.

10 CONCLUSIONI

Nell'ambito delle indagini per la caratterizzazione ambientale delle TRS che saranno prodotte e riutilizzate nel sito della futura postazione di manutenzione campo geotermico "Montieri_7", eseguite nel novembre 2023 mediante la realizzazione di n. 10 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, sono stati osservati superamenti delle CSC (di cui alla Tabella 1, Colonna A e B, Allegato 5, Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06), sia a carico del suolo superficiale che profondo, relativamente ad alcuni parametri analitici ricercati (Arsenico, Antimonio, Cobalto e Idrocarburi Pesanti), per i quali è stata ipotizzata un'origine naturale considerando il contesto geologico, geochimico e minerario nel quale si inserisce la postazione Montieri 7.

In relazione ai superamenti dei limiti normativi riscontrati, in data 07/05/2024, EGPI ha notificato il rilevamento di superamenti delle CSC nei terreni, ai sensi dell'art. 245 del D.Lgs.152/06 e ss.mm.ii., e predisposto un Piano di Indagine integrativo finalizzato all'accertamento ed alla determinazione dei Valori di Fondo Naturale (VFN), nel quadro normativo definito dall'art. 11, comma 1 del D.P.R. 120/2017.

Le attività d'indagine previste dal suddetto Piano, la cui proposta tecnica è stata ritenuta condivisibile da ARPAT (nota prot. 67149 del 26/08/2024), ha previsto l'esecuzione di ulteriori n. 19 punti d'indagine integrativi (ubicati sia internamente che esternamente al perimetro d'intervento) che sono stati realizzati a settembre 2024, in contraddittorio alla presenza di tecnici di ARPAT (Dipartimento di Grosseto), ai fini della validazione della campagna d'indagine.

Ai fini del piano di indagine per la determinazione del VFN nei suoli, allo scopo di definire i limiti spaziali dello studio in relazione alle finalità e al contesto geo-ambientale, il sito della postazione Montieri 7 è stato identificato con l'"Unità di Campionamento" (UdC) oggetto dello studio. La nomenclatura adottata per l'UdC, che costituisce il contesto di riferimento oggetto del presente studio, fa quindi riferimento alla denominazione della stessa postazione, ovvero UdC "Montieri 7".

I risultati del piano di accertamento per la definizione dei Valori di Fondo Naturale, contenuti nel documento CESI prot. C4015055 del 25/10/2024 hanno confermato i parametri analitici che, nella fase di caratterizzazione delle TRS, avevano già evidenziato il superamento dei limiti normativi (Arsenico, Antimonio, Cobalto) fatta eccezione per il parametro Idrocarburi Pesanti ($C > 12$) per il quale hanno mostrato la conformità alle CSC in tutti i campioni prelevati. Pertanto, tale parametro non è stato oggetto di studio del VFN.

Tuttavia, il confronto tra i dati ottenuti dalla caratterizzazione delle TRS e dall'indagine integrativa per la determinazione dei VFN ha evidenziato la necessità di condurre approfondimenti analitici sui campioni della prima indagine, in considerazione delle diverse metodiche analitiche adottate nelle due campagne. Tali approfondimenti hanno comportato l'analisi (eseguita dallo stesso laboratorio analitico e utilizzando le stesse metodiche applicate alle analisi dei campioni prelevati per i VFN,) delle seconde aliquote dei campioni prelevati nell'ambito delle indagini per la caratterizzazione delle TRS, i cui risultati hanno portato ad un maggior allineamento tra le due famiglie di dati e a confermare i superamenti dei limiti normativi già osservati sui campioni dell'indagine integrativa per la determinazione dei VFN, relativi ai parametri Arsenico, Antimonio, Cobalto.

Dall'analisi del contesto geologico e geochimico dell'area, si ritiene che la presenza degli elementi considerati (As, Sb e Co) sia riconducibile a causa di origine naturale (geogenica) e che le concentrazioni medie complessivamente rilevate risultino compatibili con il contesto geochimico in cui il sito si inserisce.

Pertanto, come anticipato nella nota ENEL-EGI-14/10/2024-0027823, sulla base dei risultati analitici delle indagini di caratterizzazione delle TRS (rianalisi di ottobre 2024) e delle indagini integrative per la determinazione del VFN, nelle more di ricevere i risultati del contraddittorio ARPAT e la validazione dei dati di parte trasmessi, si è proceduto allo studio statistico finalizzato alla determinazione dei VFN dei

suoli della postazione “Montieri_7”, che è stato condotto in accordo alla Linea Guida SNPA (174/2018) “Linea Guida per la Definizione dei Valori di Fondo per i Suoli e per le Acque Sotterranee”.

Ai fini della determinazione dei VFN nei suoli, il sito di Montieri 7 è stato identificato con l’“Unità di Campionamento” (UdC) oggetto dello studio. La nomenclatura adottata per l’UdC, che costituisce il contesto di riferimento oggetto del presente studio, fa quindi riferimento alla denominazione della stessa postazione, ovvero UdC “Montieri 7”.

Per l’UdC “Montieri 7”, la numerosità campionaria (n. 38 campioni di suolo insaturo), ottenuta considerando i n. 16 campioni prelevati nell’ambito delle attività di caratterizzazione delle TRS di novembre 2023 e i n. 22 campioni prelevati nell’ambito dell’indagine integrativa di settembre 2024, si ritiene statisticamente significativa e sufficiente ai fini della determinazione dei VFN, in linea con quanto previsto dalla LG SNPA 174/2018.

La determinazione dei VFN dei suoli è stata condotta in riferimento ai parametri As, Sb e Co (parametri che hanno mostrato almeno un superamento delle CSC/Col. A) ed è stata effettuata:

- sulle concentrazioni determinate sul passante a due millimetri con espressione finale del risultato riferendosi alla totalità dei materiali secchi, non comprensiva dello scheletro, come richiesto da ARPAT con la nota prot. 67149 del 26/08/2024;
- sulle concentrazioni determinate sul passante a due millimetri con espressione finale del risultato riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva dello scheletro, ai fini del confronto con le CSC.

Lo studio statistico ha condotto alla determinazione di Valori di Fondo Naturale per i suoli dell’UdC “Montieri 7”. Il parametro statistico descrittore del fondo naturale è rappresentato dal:

- 99° percentile dei valori costituenti il dataset nel caso di distribuzione statistica non normale;
- la concentrazione massima dei valori costituenti il dataset nel caso di distribuzione statistica normale.

Nella seguente tabella sono riportati i Valori di Fondo Naturale (VFN) proposti per i suoli dell’UdC “Radicondoli 35” per i parametri eccedenti le CSC (Col. A/B).

Unità di campionamento (UdC)	As [mg/kg]	Sb [mg/kg]	Co [mg/kg]
Montieri_7	VFN fraz. < 2mm (senza scheletro)		
	178	85	31
	VFN comprensivo di scheletro		
	166	78	30

ELENCO TAVOLE FUORI TESTO

Tavola 1	Ubicazione dei punti di indagine realizzati
Tavola 2a	Arsenico: ubicazione dei superamenti delle CSC nei terreni insaturi
Tavola 2b	Antimonio: ubicazione dei superamenti delle CSC nei terreni insaturi
Tavola 2c	Cobalto: ubicazione dei superamenti delle CSC nei terreni insaturi

ALLEGATO 1

Biochemie Lab S.r.l.

Rapporti di Prova

Risultati delle analisi condotte sui campioni di suolo prelevati nell'ambito delle indagini integrative per la determinazione del VFN

Tot. pagg. 107

ALLEGATO 2

Biochemie Lab S.r.l.

Rapporti di Prova

Risultati delle rianalisi condotte sui campioni di suolo prelevati nell'ambito delle indagini di caratterizzazione delle TRS

Tot. pagg. 65

ALLEGATO 3

Dataset

Concentrazioni utilizzate ai fini della determinazione dei VFN dei suoli
(file in formato .xls)

Tot. pagg. 4