

## RAPPORTO

USO RISERVATO APPROVATO B9014329

**Cliente** Enel Produzione S.p.A.

UB Centro Presidio di Montalto di Castro

**Oggetto** Centrale Alessandro Volta di Montalto di Castro - Piano di Caratterizzazione

**Ordine** Accordo Quadro n. 8400134283

### Note

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

PAD B9014329 (2668549) - USO RISERVATO

**N. pagine** 36

**N. pagine fuori testo** 14

**Data** 01/08/2019

**Elaborato** ERS - Baglivi Antonella, ERS - Cambiaghi Massimo

B9014329 1829512 AUT

B9014329 3230 AUT

**Verificato** ERS - Mozzi Riccardo

B9014329 2809622 VER

**Approvato** ERS - Cambiaghi Massimo (Project Manager)

B9014329 3230 APP

### 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 2019 by CESI. All rights reserved

## *Indice*

<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>6</b>
<b>3 INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO.....</b>	<b>9</b>
3.1 Inquadramento geografico e geomorfologico.....	9
3.2 Inquadramento geologico.....	11
3.2.1 Inquadramento generale .....	11
3.2.2 Assetto locale.....	13
3.3 Inquadramento idrogeologico e idrografico .....	15
3.3.1 Inquadramento generale .....	15
3.3.2 Assetto locale.....	18
3.4 Limiti normativi in funzione della destinazione d'uso .....	18
<b>4 SINTESI DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE PREGRESSE .....</b>	<b>20</b>
4.1 INDAGINI 2016 .....	20
4.1.1 Campioni di terreno.....	20
4.1.2 Campioni di top-soil.....	21
4.1.3 Campioni di acqua sotterranea .....	21
4.2 INDAGINI 2018 .....	22
4.2.1 Campioni di terreno.....	22
4.2.2 Acqua di falda.....	26
<b>5 ULTERIORI INDAGINI DI APPROFONDIMENTO GIA' PROPOSTE NELLA RELAZIONE TECNICA DELLE INDAGINI SVOLTE NEL 2018 (RAPPORTO CESI B8005448) .....</b>	<b>32</b>
5.1 Area stazione di spinta gasolio .....	32
5.2 Area vasca trasformatori .....	32
<b>6 ULTERIORI PUNTI DI INDAGINE PER COMPLETARE LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO A SEGUITO DELLE PRESCRIZIONI CONTENUTE NEL PARERE ISTRUTTORIO CONCLUSIVO DEL 21 DICEMBRE 2018 .....</b>	<b>35</b>
6.1 Frequenza dei prelievi in senso verticale .....	35
6.2 Parametri da determinare .....	36
6.3 Restituzione dei risultati.....	36

**TAVOLE FUORI TESTO**

Tot. pagg. 14

<b>B6017472 - Tavola 1</b>	Ubicazione dei punti di indagine: sondaggi, piezometri, top-soil
<b>B6017472 - Tavola 2</b>	Terreni - ubicazione dei punti di sondaggio dove si è verificato il superamento della CSC per il parametro Idrocarburi Pesanti C>12
<b>B6017472 - Tavola 3</b>	Terreni - ubicazione dei punti di sondaggio dove si è verificato il superamento della CSC per il parametro Arsenico
<b>B6017472 - Tavola 4</b>	Acque sotterranee - ubicazione dei piezometri dove si è verificato il superamento della CSC per i Metalli
<b>B6017472 - Tavola 5</b>	Acque sotterranee - ubicazione dei piezometri dove si è verificato il superamento delle CSC per gli Alifatici Clorurati
<b>B8005448 - Tavola 1</b>	Planimetria dell'impianto con ubicazione dei punti di indagine realizzati: sondaggi e piezometri
<b>B8005448 - Tavola 2</b>	Terreni – Ubicazione dei punti di sondaggio dove sono stati prelevati campioni "Non Conformi" alle CSC
<b>B8005448 - Tavola 2a</b>	Terreni – Stazione Spinta Gasolio: ubicazione dei punti di sondaggio dove sono stati riscontrati valori "Non Conformi" alle CSC
<b>B8005448 - Tavola 2b</b>	Terreni – Vasca Trasformatori: ubicazione dei punti di sondaggio dove sono stati riscontrati valori "Non Conformi" alle CSC
<b>B8005448 - Tavola 3</b>	Acque sotterranee - Ubicazione dei piezometri dove sono stati riscontrati valori "Non Conformi" alle CSC
<b>B8005448 - Tavola 4</b>	Ubicazione delle indagini integrative proposte: area stazione spinta gasolio
<b>B8005448 - Tavola 5</b>	Area di indagine con mappatura OIP presso la vasca trasformatori
<b>Tavola 1</b>	Ubicazione dei nuovi punti di indagine

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	01/08/2019	B9014329	Prima emissione

## PREMESSA

Enel, in data 07/09/2019, ha trasmesso il Piano di dismissione per la Centrale termoelettrica di Montalto, in ottemperanza alla prescrizione di cui al paragrafo 9.11 del Decreto AIA n. 516 del 16/09/2011.

In data 21/12/2018, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ha trasmesso il **Parere Istruttorio Conclusivo relativo alla dismissione della CTE Enel "Alessandro Volta" di Montalto di Castro – Procedimento ID 107/9646** (PIC) in cui, tra l'altro, si richiede la definizione di un "piano di caratterizzazione dell'intero sito, suolo, sottosuolo ed acque sotterranee".

Il presente documento risponde alle richieste del Ministero, proponendo un Piano di Caratterizzazione che tiene conto anche delle indagini già svolte sul sito e dell'iter ex art. 242 D.Lgs. 152/06 in corso.

Nell'ambito del progetto Futur-e, Enel ha affidato alla società CESI S.p.A. l'esecuzione di una campagna di indagini volontarie (giugno-luglio 2016) dalle quali sono emersi alcuni superamenti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) riportate nell'Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06, a carico del terreno e delle acque sotterranee in corrispondenza di alcuni sondaggi e piezometri realizzati in Sito (Rapporto CESI B6017472 del 13/09/2016).

Di tale riscontro Enel ha dato immediata notifica agli Enti di controllo (Comune di Montalto di Castro e Provincia di Viterbo), con una comunicazione emessa il 15 settembre 2016, in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 242, comma 3, del citato D.Lgs. 152/06.

In ragione di ciò, in ottemperanza a quanto previsto dall'art.242 del citato decreto, Enel ha redatto il Piano di Caratterizzazione (PdC) in osservanza ai requisiti previsti dall'Allegato 2 alla Parte Quarta del Titolo V del D.Lgs. 152/2006. Detto piano è stato redatto dalla società ERM Italia S.p.A. e discusso in sede di Conferenza dei Servizi (CdS) del 25/11/2016 e successivamente integrato in base a quanto dibattuto nella conferenza menzionata nonché in base al contenuto della Nota ARPA n. 0087603 del 22/11/2016 e nella Nota ARPA n.0025532 del 03/04/2017.

Il PdC in Revisione 2 corredato delle opportune modifiche ed integrazioni è stato inviato alle Amministrazioni competenti il 07/06/2017 ed è stato valutato positivamente in sede di Conferenza di Servizi del 19/07/2017.

Le indagini previste dal PdC in Revisione 2 approvato, sono state eseguite dal 29 gennaio 2018 al 22 febbraio 2018 e i risultati sono stati dettagliatamente descritti nel Rapporto CESI B8005448 del 04/09/2018 trasmesso agli Enti con Lettera ptot. ENEL-PRO-20/09/2018-0017551 in data 20/09/2018.

La relazione, oltre che i risultati delle indagini svolte, contiene anche la descrizione degli interventi di MISE messi in atto a seguito della contaminazione rinvenuta nelle acque di falda del piezometro MW4 ed una proposta di ulteriori indagini da effettuare allo scopo di ottenere una più esaustiva rappresentazione della potenziale contaminazione delle due sub-aree denominate "Stazione spinta gasolio" e "Vasca trasformatori".

## 1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

CESI. Rapporto B6017472 del 13/09/2016. *Centrale "Alessandro Volta" di Montalto di Castro - Relazione delle indagini svolte sui suoli e le acque di falda.*

Enel. *Notifica della potenziale contaminazione* del 15.09.2016.

Nota ARPA n. 0087603 del 22/11/2016.

Nota ARPA n.0025532 del 03/04/2017.

ERM Italia S.p.A. Rapporto Rif. 0372215 del 30/05/2017. *Piano di caratterizzazione Centrale Enel Alessandro Volta, Montalto di Castro. Stazione di spinta gasolio e vasca trasformatori. Revisione 2.*

Comune di Montalto di Castro. *Verbale della Conferenza dei Servizi del 19/07/2017.*

Thermal Generation Italy. Nota ENEL-Pro\_02/02/18-0002527 del 02/02/2018. *Incontro tecnico del 01/02/2018 avutosi presso sede di ARPA Lazio a Viterbo in merito alle attività di caratterizzazione delle aree "stazione spinta gasolio e vasca trasformatori".*

Comune di Montalto di Castro. *Verbale di Tavolo Tecnico del 01/06/2018.*

CESI. Rapporto B8005448 del 04/09/2018. *Centrale "Alessandro Volta" – Piano di Caratterizzazione: Stazione Spinta Gasolio e Vasca Trasformatori. Relazione tecnica delle indagini svolte e proposta indagini integrative.*

ENEL Piano di dismissione: *"Fermata in sicurezza e messa fuori servizio delle sezioni a vapore e dei turbogas della Centrale di Montalto di Castro del 28/08/2018 "* trasmesso il 07/09/2018.

## 2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La Centrale Enel Alessandro Volta di Montalto di Castro è costituita da n. 4 unità a vapore e da n. 8 unità turbogas. Un'area è inoltre dedicata ad un impianto fotovoltaico. Sul sito insistono anche delle strutture (esclusivamente opere civili) appartenenti all'ex-impianto nucleare, che non è mai entrato in funzione (ERM Italia S.p.A., 2017).

In Figura 1 si riporta l'ubicazione Centrale Alessandro Volta e la perimetrazione dell'area di proprietà Enel.



**Figura 1 - Ubicazione e Perimetro dell'area di proprietà Enel di Montalto di Castro**  
(Fonte immagine: Enel: Dossier Informativo)

Di seguito, in ordine cronologico, è riportata una sintesi dell'evoluzione storica del Sito:

- 1972: fu individuato il Sito con l'ipotesi di realizzarvi un impianto nucleare per la produzione di energia elettrica;
- 1979: si ebbe il nulla osta per la realizzazione di un impianto nucleare, costituito da due unità ad acqua bollente da 1.000 MW ciascuna;
- 1985: iniziò il montaggio del reattore della prima unità;
- 1987: i lavori alla centrale di Montalto vennero sospesi successivamente al disastro di Černobyl, a seguito del referendum che portò alla vittoria del "no" al nucleare in Italia;
- 1988: fu emanato un decreto per la costruzione di un impianto termoelettrico sul Sito;
- 1989: avvio della costruzione dell'impianto;
- 1992: avvenne il primo parallelo degli otto turbogas;
- 1995 – 1998 : periodo in cui entrarono in servizio i gruppi a vapore;
- 1999: entrata in esercizio della Centrale nel suo assetto definitivo;
- 2004: riduzione della produzione dell'impianto, attestandosi attorno a 12.000 GWh all'anno



- 2009: ulteriore riduzione di produzione (1.600 GWh all'anno ) ed entrata in funzione dell'impianto fotovoltaico, con una produzione stabilizzata di 8,5÷9 GWh all'anno;
- 2011: la produzione fu ridotta fino a 200 GWh;
- 2012: la Centrale di Montalto è stata chiamata in servizio, in conseguenza alla crisi Russia-Ucraina e al suo impatto sulle forniture di gas;
- 2013: la Centrale è stata inclusa nel piano "emergenza gas" ma non è mai stata chiamata in servizio;
- 2015: su richiesta di Enel, il Ministero per lo Sviluppo Economico ha autorizzato la messa fuori servizio delle unità a vapore n. 3 e 4;
- 2016: il Ministero per lo Sviluppo Economico ha autorizzato la messa fuori servizio anche delle unità a vapore n. 1 e 2.

La Centrale Alessandro Volta di Montalto di Castro comprende quattro sezioni termoelettriche alimentate con Olio Combustibile Denso (OCD) a scarsissimo tenore di zolfo, e/o Gas Naturale (GN), e otto turbogas alimentati con GN. Il ciclo termico di ciascuna sezione a vapore era integrato con il ciclo di due turbogas.

Tutte le sezioni impiegavano OCD e/o GN, tranne che nelle fasi di avviamento, nelle quali venivano usate modeste quantità di gasolio.

La Centrale Termoelettrica aveva una potenza complessiva di 3600 MW ed era collegata mediante 4 elettrodotti da 380 kV alla rete elettrica nazionale.

Il processo di produzione di energia elettrica era integrato da attività accessorie, tecnicamente connesse, e da dispositivi ed apparecchiature ausiliarie, che assicuravano il corretto funzionamento dell'impianto in condizioni di sicurezza:

- sistema di prelievo e restituzione dell'acqua di mare usata per il raffreddamento del ciclo termico;
- sistema di raccolta, trattamento e scarico delle acque reflue;
- produzione e stoccaggio acqua demineralizzata reintegro ciclo termico;
- impianto antincendio;
- caldaie ausiliarie;
- gruppi elettrogeni di emergenza;
- laboratorio chimico;
- attività manutentive;
- gestione dei rifiuti.

Il Sito è dotato di un impianto per il trattamento biologico delle acque provenienti dai servizi igienici annessi agli insediamenti civili (uffici, spogliatoi, mensa), dislocati nell'area destinata ad uffici, officine e laboratori e da un impianto per il trattamento delle acque reflue (ITAR), prodotte dalle attività della Centrale e provenienti dalle aree interne della stessa.

L'ITAR a sua volta è costituito da tre diverse linee di trattamento dedicate ed asservite da specifiche reti fognarie che ricevono dalle varie zone del Sito le seguenti tipologie di rifiuti:

1. Acque inquinate da oli: provenienti da acque meteoriche raccolte nei parchi combustibili, nel deposito oli lubrificanti, nelle aree dei trasformatori elettrici, all'arrivo oleodotto, nella stazione travaso e spinta olio combustibile, nell'area deposito oli esausti e nelle restanti aree che possono essere interessate da possibili sversamenti di olio;

2. Acque acide e alcaline: acque provenienti dalle aree di stoccaggio acido cloridrico e soda caustica con relative piazzole di caricamento da autobotti, dall'impianto filtrazione condensato e relativi drenaggi pavimenti di ciascun gruppo a vapore, dal laboratorio chimico di avviamento dei due edifici servizi ausiliari, dall'impianto di evaporazione dell'edificio servizi industriali e dall'impianto di produzione del biossido di cloro, nell'edificio clorazione;
3. Acque ammoniacali: acque provenienti essenzialmente dalle aree di strippaggio dei DeNOx e dai serbatoi di stoccaggio dell'ammoniaca.

I reflui biologici, raccolti in un'apposita rete fognaria, confluiscono in una vasca di raccolta per il successivo processo di depurazione.

I reflui prodotti dalla Centrale venivano rilasciati nell'ambiente attraverso 16 scarichi che, a seconda della loro natura, confluivano in tre diversi corpi idrici superficiali: Mar Tirreno, Rio Platino e Fosso Tafone. La provenienza e il trattamento di ciascuno scarico avveniva secondo quanto riportato nella Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) rilasciata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) il 16.09.2011.

Nel Sito sono presenti 11 camini tra cui:

- 1 ciminiera principale alta 200 m, con quattro canne con un diametro di 6,7 m ciascuna, da cui fuoriuscivano le emissioni derivanti dal processo di combustione delle 4 caldaie relative ai gruppi vapore;
- 2 ciminiere alte 100 m, con quattro canne con un diametro di 5,3 m ciascuna, da cui fuoriuscivano le emissioni derivanti dal processo di combustione di 4 turbogas, quando l'impianto operava in assetto ripotenziato;
- 8 ciminiere alte 35 m (camini by-pass), con un diametro di 6,5 m ciascuna, associate a ciascuno degli 8 turbogas quando operavano in assetto semplice, cioè prima dell'installazione dei generatori di vapore a recupero (GVR).

I limiti di emissione da rispettare all'uscita dei camini erano quelli fissati dal Decreto del Ministero dell'Industria, Commercio e Artigianato del 13.03.92



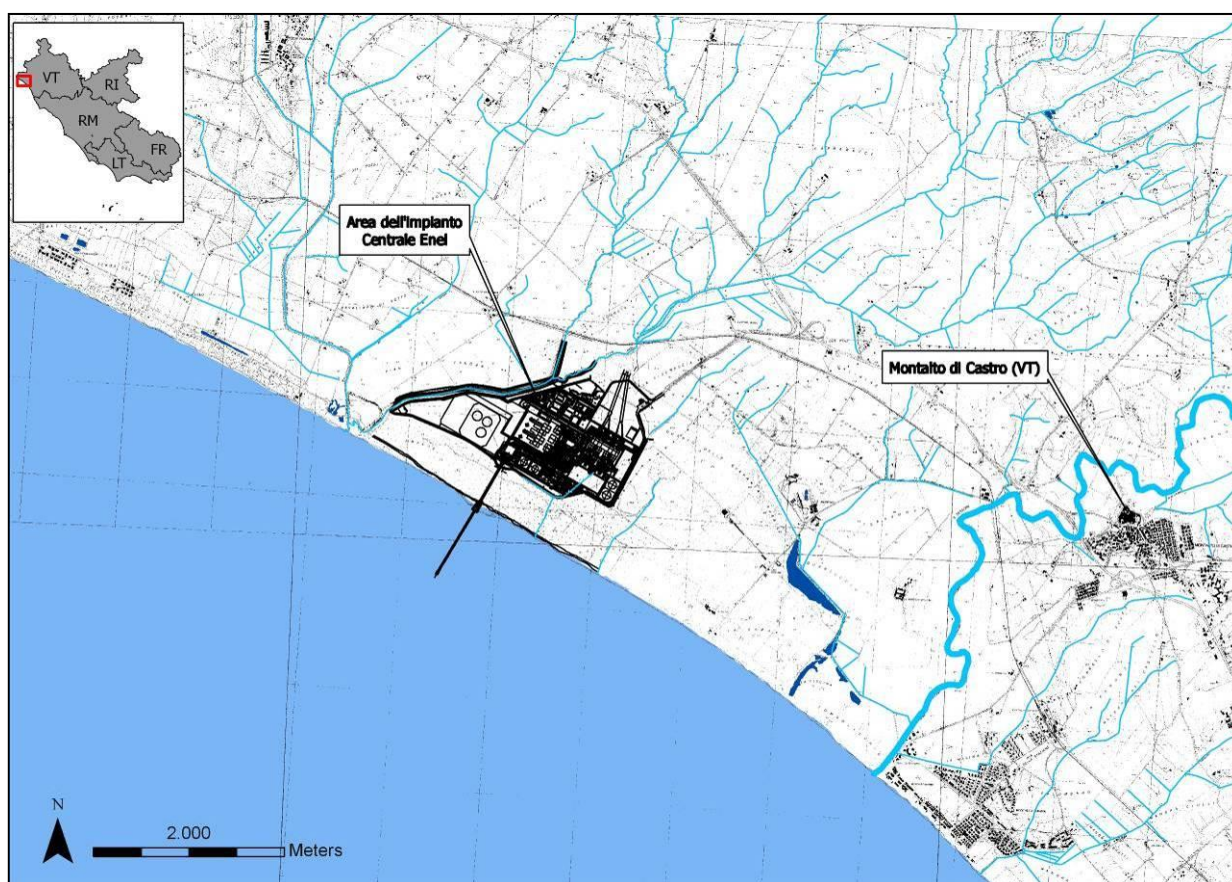
## 3 INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO

### 3.1 Inquadramento geografico e geomorfologico

L'area di proprietà di Enel oggetto del presente documento è situata nel Comune di Montalto di Castro (Provincia di Viterbo, Regione Lazio). Il Sito Enel occupa complessivamente una superficie di circa 130 ha (incluso Area di Impianto ed Area Esterna).

L'accesso al Sito avviene attraverso una strada lunga circa 2 km che collega il Sito stesso alla S.S. 1 Aurelia.

La Figura seguente riporta l'inquadramento geografico del sito.



**Figura 2 - Localizzazione geografica della centrale Enel di Montalto di Castro (VT).**

Il contesto geomorfologico in cui s'inserisce il sito della Centrale Enel è contraddistinto da un tratto di fascia costiera del litorale laziale settentrionale e dalla retrostante fascia collinare interna.

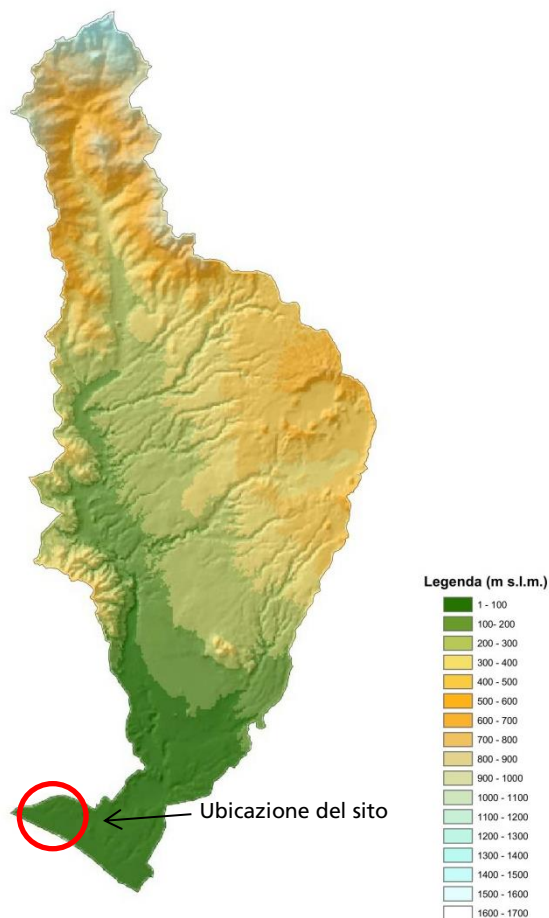
Questo tratto litorale, esteso per circa 80 Km, presenta una forma arcuata, con concavità rivolta verso SO. La fascia costiera è di tipo roccioso all'estremità dell'arco litoraneo (Argentario e Capo Linaro) e per il resto prevalentemente sabbiosa.

I rilievi, presenti nella retrostante fascia collinare, presentano quote progressivamente crescenti verso l'entroterra. Allontanandosi dalla linea di costa verso l'interno, infatti, il terreno assume un andamento collinare divenendo, oltre i 10 Km e sino ad un massimo di 50 Km, montuoso in direzione da NO a SE.

Nella Figura 3 è mostrato l'assetto morfologico del bacino idrografico del fiume Fiora, all'interno del quale ricade la Centrale Enel di Montalto di Castro.

La morfologia dell'area vasta, su cui ricade il sito d'impianto, è caratterizzata dalla presenza di vasti terrazzi quaternari (con elevazioni massime intorno a 25-26 metri s.l.m.), che danno origine ad ampie superfici sub-pianeggianti dolcemente degradanti verso la costa, incise da alcuni piccoli corsi d'acqua, per lo più tributari del Fiora, che tendono a disporsi secondo un orientamento ricorrente SW-NE.

Tutta l'area costiera è caratterizzata da modeste pendenze, quasi sempre minori del 5 %, tranne nelle zone poste a valle delle rotture di pendio, che mostrano una maggiore acclività che comunque non supera, se non in pochi casi, il 10% di pendenza.



**Figura 3 – Carta delle fasce altimetriche del bacino del Fiora**  
(fonte: Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Fiora)

La realizzazione dell'impianto ha comportato una considerevole alterazione morfologica del territorio circostante la centrale. Attualmente, il sito s'impone su 3 gradoni principali ricavati, per scavo e riporto di materiale, a partire dalla morfologia originaria, con quote comprese tra circa:

- 13-12 metri s.l.m., nell'area degli uffici di centrale;
- 7-8 metri s.l.m., nella zona dove sono localizzati gli impianti di produzione, il parco combustibili e l'edificio dell'ex-centrale nucleare;
- 5-6 metri s.l.m., nel settore prospiciente la linea di costa.

## 3.2 Inquadramento geologico

### 3.2.1 Inquadramento generale

Il sito è ubicato nella terminazione meridionale dell'Appennino settentrionale. L'attuale assetto geologico-strutturale dell'area vasta è il risultato del susseguirsi e del sovrapporsi di diversi eventi geodinamici che hanno interessato questa regione a partire dal Miocene superiore (Messiniano).

La geologia dell'area costiera è costituita quasi esclusivamente da depositi olocenici alluvionali, di spiaggia e di piana costiera, alle spalle dei quali si sviluppano i terrazzi fluviali pleistocenici, che sovrastano i depositi del ciclo neoautoctono; tali depositi ricoprono in discordanza le successioni del substrato alloctono della serie toscana.

La successione neoautoctona affiorante inizia alla base con termini limoso-argillosi, localmente ghiaiosi, e gessi del Miocene superiore (Messiniano), che trasgrediscono direttamente sul substrato. Seguono i termini argilloso-limosi delle "argille azzurre plioceniche" che sono intercalate da importanti fasi regressive caratterizzate dalla presenza di corpi ghiaioso-sabbiosi o calcarenitici in discordanza sui termini precedenti.

I termini del Pleistocene inferiore sono in facies molto variabile e nelle zone più prossime alla costa sono costituiti da sedimenti prevalentemente argilloso-limosi. I termini più pelagici sono costituiti da sequenze argilloso-limose fossilifere con, alla base, livelli trasgressivi sabbioso-conglomeratici, affioranti lungo i versanti della valle del Fiume Fiora in corrispondenza dell'abitato di Montalto di Castro. A tali depositi sono spesso intercalati livelli sabbioso-ghiaiosi in facies trasgressiva, discordanti sul substrato.

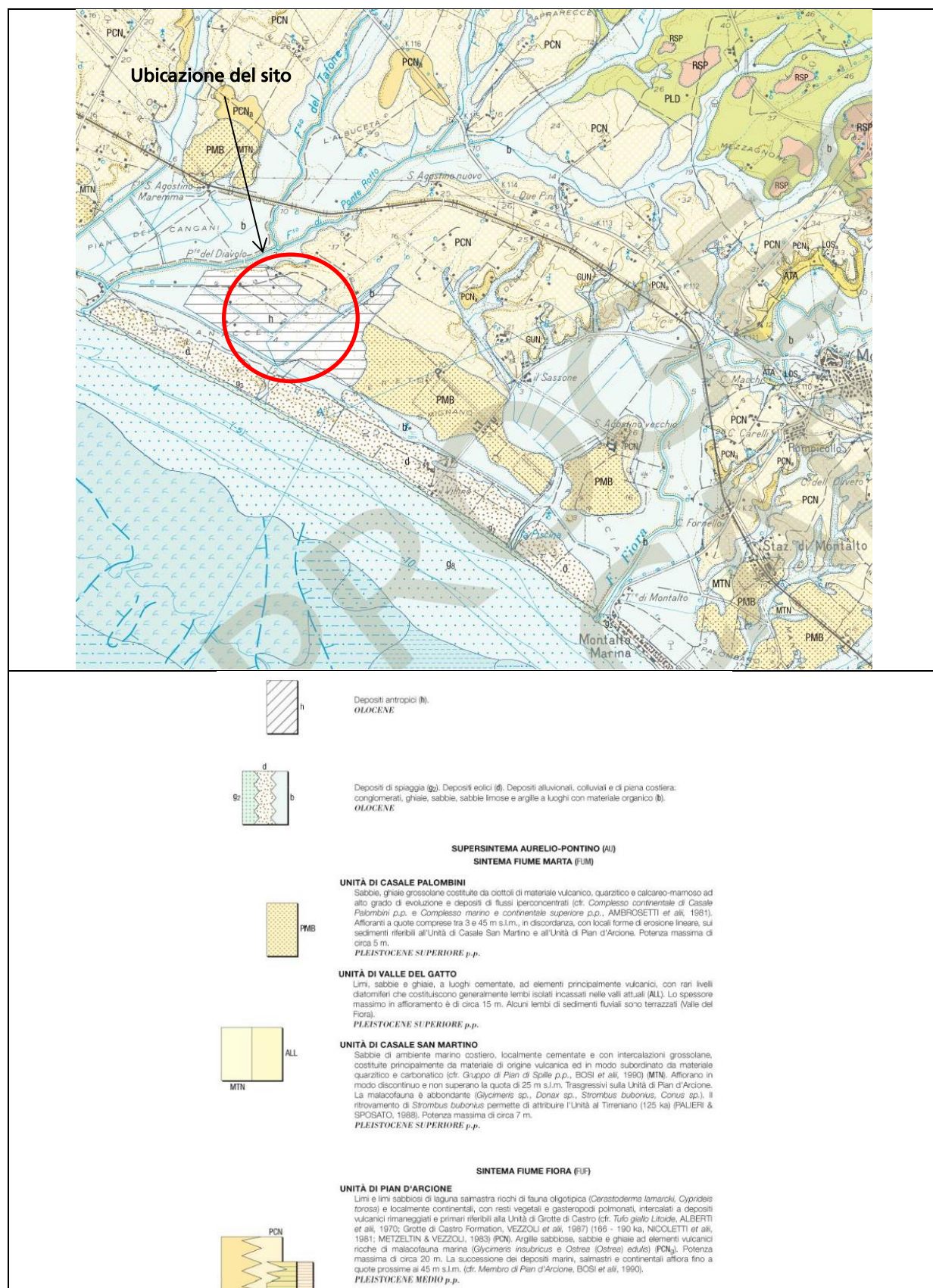
I depositi del ciclo neoautoctono risultano delimitati: a nord-ovest dall'alto strutturale del Gruppo Monti Romani, costituito in massima parte da terreni filladico-quarzitici del Paleozoico superiore e da lembi della serie Toscana (Triassico-Cretacico); verso est dalle vulcaniti Vulsine; verso sud e sud-est dai Monti della Tolfa, in cui affiorano le formazioni flyschoidi cretacico-mioceniche e le ignimbriti dell'apparato vulcanico tolfetano.

I termini del Quaternario (Pleistocene medio e superiore) rappresentano i principali terrazzi dell'area e sono costituiti prevalentemente da depositi sabbioso-ghiaiosi, in facies variabile da continentale a marino-costiera, caratterizzati dalla presenza di altissime percentuali di minerali vulcanici.

I termini olocenici sono rappresentati esclusivamente da depositi di spiaggia, depositi eolici e da depositi alluvionali, colluviali e di piana costiera, costituiti da sedimenti conglomeratici, ghiaiosi, sabbiosi, sabbioso-limosi ed argillosi, oltre che da depositi antropici.

Nella figura seguente si riporta lo stralcio della Carta Geologica d'Italia (scala 1:50.000), elaborata nell'ambito del Progetto CARG, relativo al Foglio 353 "Montalto di Castro".





**Figura 4 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia (Foglio 353: Montalto di Castro) – scala 1:50.000**  
(fonte: [http://www.isprambiente.gov.it/MEDIA/carg/353\\_MONTALTO/Foglio.html](http://www.isprambiente.gov.it/MEDIA/carg/353_MONTALTO/Foglio.html))

Dallo stralcio sopra riportato si evince che, l'area d'impianto ricade su *Deposti antropici (h* in legenda), riconducibili alle fasi di realizzazione dell'impianto, sovrastanti l'*Unità di Casale Palombini (PMB)* del Pleistocene superiore, costituita da sabbie e ghiaie grossolane a ciottoli di materiale vulcanico, quarzítico e calcareo-marnoso ad alto grado di evoluzione e depositi di flussi iperconcentrati, avente potenza massima di circa 5 metri.

Tale formazione è in discordanza stratigrafica sulla sottostante *Unità di Pian d'Arcione (PCM)* del Pleistocene medio, appartenete all'Unità del Sistema Fiume Fiora e costituita da limi e limi sabbiosi di laguna salmastra e localmente continentali, intercalati a depositi vulcanici rimaneggiati e primari, aventi potenza massima di 20 metri.

Il modello geologico dell'area vasta mostra che la successione, al di sotto dell'*Unità di Pian d'Arcione*, prosegue con i depositi dell'*Unità di Lestra dell'Ospedale (LOS<sub>a</sub>)* del Pleistocene medio (sabbie ad elementi vulcanici) e quindi dell'*Unità di Arrone (ATA)* del Pleistocene inferiore (argille e argille sabbiose di ambiente marino costiero).

Si segnala che, in minor misura, la proprietà Enel ricade su *Depositi alluvionali, colluviali e di piana costiera (b)*, affioranti esclusivamente nel settore occidentale esterno all'area d'impianto, su cui sorge l'attuale impianto fotovoltaico.

### 3.2.2 Assetto locale

Le indagini di caratterizzazione complessivamente eseguite in sito hanno permesso di ricostruire l'assetto geologico relativo ai primi metri di sottosuolo (fino a circa 20 m da p.c.). Poiché, le indagini in oggetto hanno interessato sia l'area afferente agli impianti produttivi della Centrale Termoelettrica Enel A. Volta (denominata Area impianto) sia l'area del fotovoltaico posta esternamente ad essa (denominata: Area esterna all'impianto), la descrizione stratigrafica di seguito riportata è suddivisa per queste due sub-aree.

#### 3.2.2.1 Area impianto

La correlazione stratigrafica tra i vari punti d'indagine è influenzata dalle caratteristiche morfologiche del sito d'impianto, che si sviluppa su 3 gradoni principali, e da una marcata eterogeneità litologica (sia verticale che laterale) che vede l'alternanza più o meno fitta di orizzonti a prevalente frazione sabbiosa e sabbioso-limosa e livelli a maggiore componente argillosa e argilloso-limosa, sovrapposti apparentemente senza un preciso ordine stratigrafico e passanti lateralmente attraverso frequenti eteropie di facies.

Nel complesso, è possibile individuare un assetto lito-stratigrafico locale caratterizzato dalla seguente successione:

- **terreno di riporto** (da p.c. fino a circa 1,0/5,0 m da p.c.): costituito da materiale grossolano caratterizzato prevalentemente da clasti eterogenei di natura calcareo-marnosa in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa;
- **litozona sabbioso-limosa** (da circa 1,0/5,0 m fino a 20,0 m da p.c.): caratterizzata da livelli di sabbie medio-grossolane e sabbie medio-fini limose alternate a orizzonti limoso-argillosi, argilloso-limosi e argilloso-sabbiosi, di spessore metrico. Tale livello ospita la falda acquifera superficiale.

Nel seguito si riporta la successione lito-stratigrafica di dettaglio delle due sub-aree Stazione di Spinta Gasolio e Vasca Trasformatori.

#### Stazione di Spinta Gasolio

L'assetto lito-stratigrafico locale è di seguito schematizzato:

- da 0,0 m a 1,4/3,4 m da p.c. - **Terreno di riporto**, presente al di sotto di una pavimentazione in asfalto, è costituito da sabbia debolmente limosa o limo sabbioso con ghiaia. A profondità comprese tra 1,0 e 2,0 m da p.c. si segnala la presenza di una soletta in cls;
- da 1,4/3,4 m a 6,0/6,8 m da p.c. - **Sabbia debolmente limosa** con locale presenza di sabbia medio-grossolane;
- da 6,0/6,8 m a 7,5 m da p.c. (massima profondità d'indagine) - **Sabbie argillose e argille limose**.

### Vasca Trasformatori

L'assetto lito-stratigrafico locale è di seguito schematizzato:

- da 0,0 m a 0,4/1,4 m da p.c. - **Terreno di riporto**, costituito da sabbia con ghiaia a tratti debolmente limosa. Nelle aree pavimentate in asfalto, è sovente presente uno strato di riporto stabilizzato grossolano dello spessore massimo di 70 cm. Localmente (sondaggi SB31 e S24) lo strato di riporto si spinge fino ad una profondità massima di 2,6 m da p.c.
- da 0,4/1,4 m a 2,6/3,2 m da p.c. - **Sabbia debolmente limosa** tendenzialmente medio-grossolana e a tratti medio-fine;
- da 2,6/3,2 m a 3,4/4,2 m da p.c. - **Limo sabbioso** a luoghi debolmente ghiaioso o sabbioso;
- da 3,4/4,2 m a 7,5 m da p.c. - **Argilla limosa** debolmente sabbiosa;
- da 7,5 m a 9,4 m da p.c. - **Limo argilloso sabbioso** passante a sabbia fine limosa;
- da 9,4 m a 14,5 m da p.c. - **Sabbia medio-grossolana** debolmente limosa;
- da 14,5 m a 16,3 m da p.c. - **Limo argilloso**;
- da 16,3 m a 18,0 m da p.c. (massima profondità d'indagine) - **Argilla**.

### *3.2.2.2 Area di proprietà esterna all'impianto.*

Tale settore è costituito da un'area sub-pianeggiante posta a circa 3,0 metri s.l.m..

Nel dettaglio l'assetto geologico locale di tale settore è caratterizzato dalla seguente successione stratigrafica:

- **terreno vegetale o di riporto** (da p.c. fino a circa 0,6/1,4 m da p.c.): costituito da materiale grossolano (ciottoli) in matrice sabbiosa o sabbie grossolane con ghiaia e rari ciottoli;
- **litozona limoso-argillosa** (da circa 0,6/1,4 m fino a 10,0 m da p.c.): alternanza composta da termini limoso-argillosi e argilloso-limosi, con intercalazioni di sabbie limose e sabbie medie. Lo strato è ricco di sostanza organica (frustoli carboniosi e torba).
- **litozona sabbioso-ghiaiosa** (da circa 10,0 m fino a 20,0 m da p.c.): livello caratterizzato da sabbie medio-grossolane a tratti debolmente limose. Tra 12,3 e 13,4 m da p.c. si segnala la presenza di un livello intercalato di ghiaie eterometriche e poligeniche.

In corrispondenza delle verticali dei sondaggi P01 e P02, la successione sopra descritta passa lateralmente ad un'alternanza di strati più marcatamente sabbioso-limosi e limoso-sabbiosi, di spessore metrico. Tale successione sembra afferire a quella riscontrata in corrispondenza dell'area impianto.



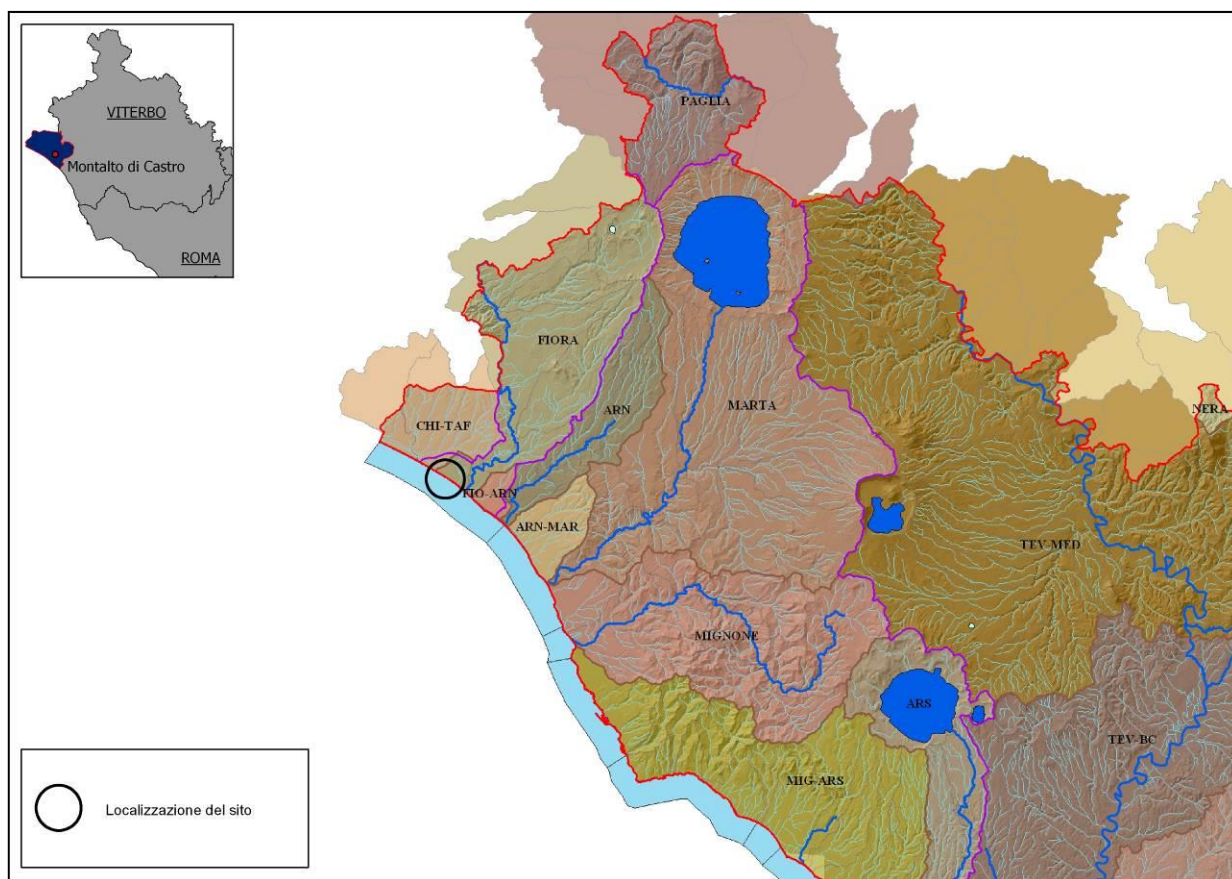
## 3.3 Inquadramento idrogeologico e idrografico

### 3.3.1 Inquadramento generale

L'idrografia dell'area vasta è caratterizzata dalla presenza del Fiume Fiora che, nascendo dal versante meridionale del Monte Amiata, sfocia nel Mar Tirreno dopo aver effettuato un percorso di circa 80 Km in direzione N-S.

La circolazione idrica superficiale è fondamentalmente alimentata nel periodo estivo da acquiferi di natura vulcanica posti ad alta quota. I più importanti sono costituiti da due grossi complessi acquiferi vulcanici molto fratturati e permeabili che, avendo una notevole capacità di accumulo, danno luogo a un discreto rilascio di acqua durante la stagione estiva. Tali acquiferi sono stati individuati come corpi idrici significativi dalla Regione Toscana e sono identificati con le denominazioni: "*Acquifero del Monte Amiata*" e "*Acquifero delle Vulcaniti di Pitigliano*".

Riguardo l'assetto idrogeologico a scala di bacino, nell'ambito del Piano Regionale di Tutela delle Acque (PRTA) della Regione Lazio, l'area in esame ricade all'interno del bacino idrografico del "*Fiora*", avente un'estensione totale pari a circa 41.000 ettari.

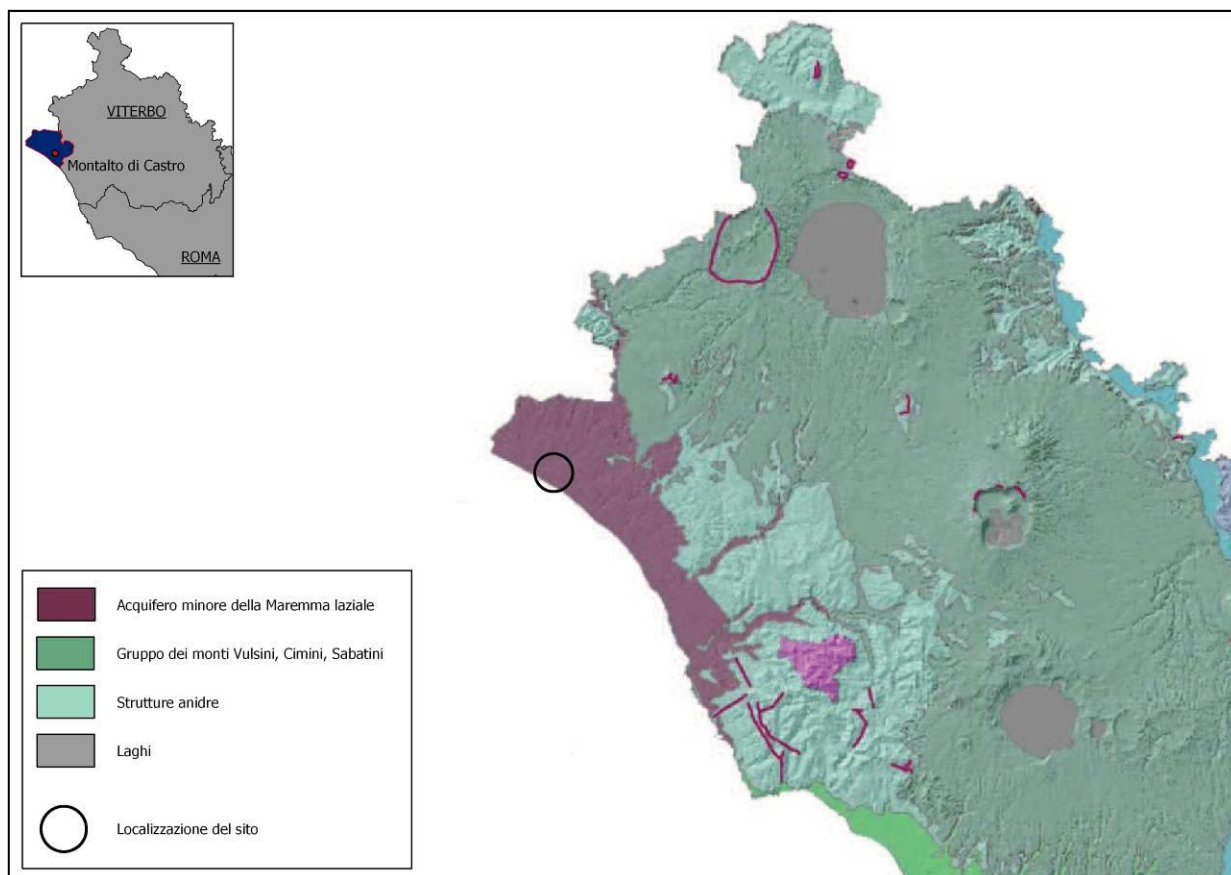


**Figura 5 – Stralcio della Carta dei Bacini Idrografici della Regione Lazio**  
(fonte: Piano Regionale di Tutela delle Acque)

Diversi sono i corpi idrici sotterranei significativi che risultano di pertinenza di questo bacino idrografico. In particolare il PRTA annovera i seguenti acquiferi:

1. Gruppo dei Monti Vulsini, Cimini, Sabatini;
2. Acquifero minore della Maremma laziale.

La struttura idrogeologica denominata *Acquifero minore della Maremma laziale*, rappresenta l'acquifero d'interesse per il sito della C.le Enel di Montalto di Castro.

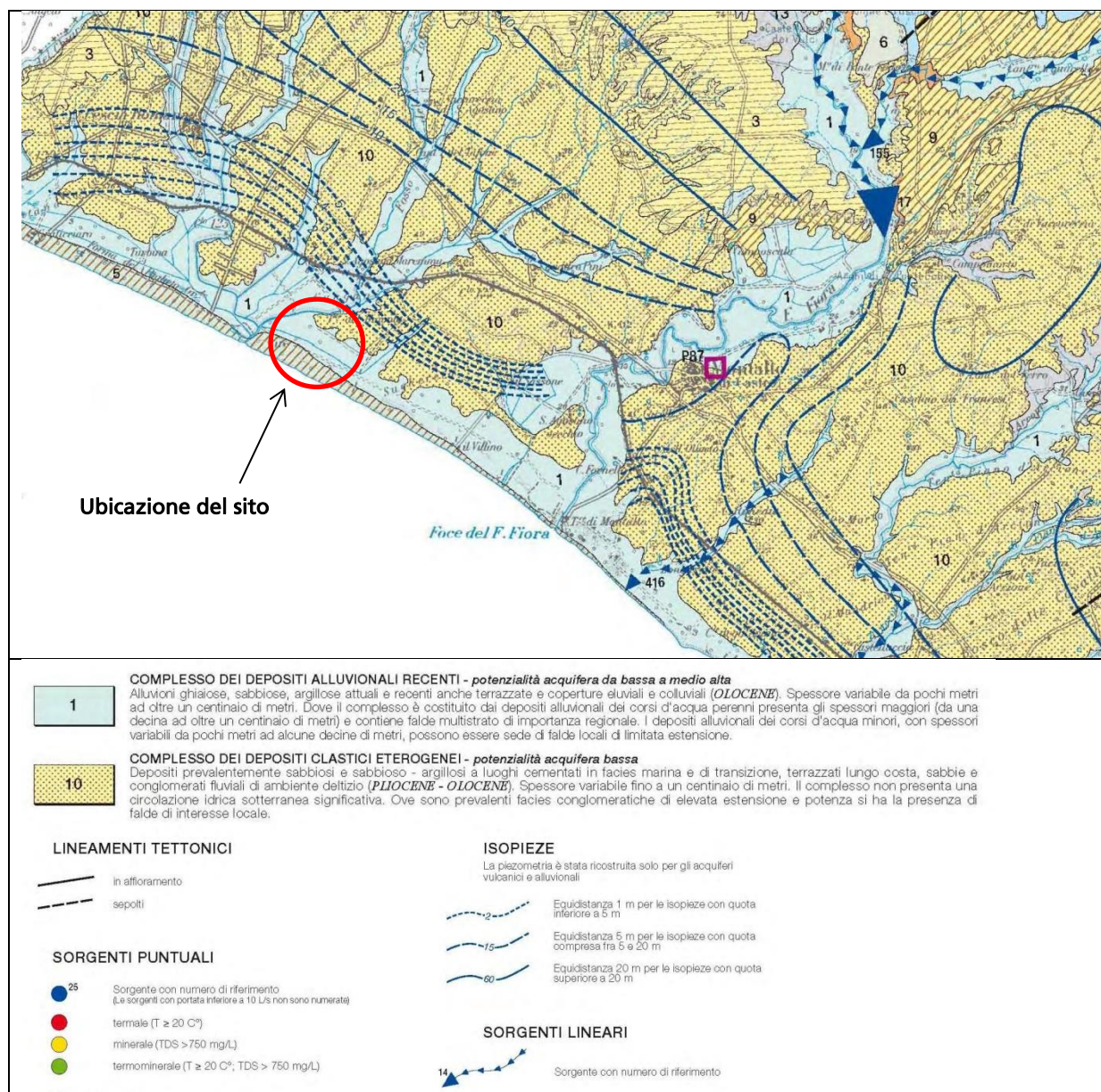


**Figura 6 – Stralcio della Carta delle Strutture Idrogeologiche della Regione Lazio**  
(fonte: Piano Regionale di Tutela delle Acque)

Dalle informazioni reperite nel PRTA, tale acquifero, appartenente alla più vasta struttura idrogeologica del *Gruppo dei monti Vulsini, Cimini, Sabatini*, è caratterizzato da una circolazione idrica estremamente variabile in funzione sia della granulometria dei depositi sia dei pur limitati scambi con le strutture idrogeologiche adiacenti.

Nella figura seguente si riporta lo stralcio della Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio (Foglio 4 – scala 1:100.000), che diversamente da quanto sopra riportato, indica per il sito in esame la presenza di due complessi idrogeologici.





**Figura 7 – Stralcio della Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio (scala 1:100.000)**  
(fonte: [http://www.regione.lazio.it/prl\\_ambiente/?vw=documentazioneDettaglio&id=8672](http://www.regione.lazio.it/prl_ambiente/?vw=documentazioneDettaglio&id=8672))

Coerentemente con il modello geologico dell'area vasta (vedi par. 3.2.1), lo stralcio sopra riportato indica per il sito in esame i seguenti complessi idrogeologici:

- **Complesso dei depositi alluvionali recenti:** caratterizzato da alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti, anche terrazzate, e coperture eluviali e colluviali (*Olocene*). Lo spessore è variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Ove è costituito da depositi alluvionali dei corsi d'acqua perenni, il complesso presenta spessori maggiori e contiene falde multistrato di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori possono essere sede di falde locali di limitata estensione. Tale complesso è caratterizzato da una potenzialità acquifera da bassa a medio alta;
- **Complesso dei depositi clastici eterogenei:** caratterizzato da depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso-argillosi a luoghi cementati in facies marina e

di transizione, terrazzati lungo costa, sabbie e conglomerati fluviali di ambiente deltizio (Pliocene – Olocene). Lo spessore è variabile fino ad un centinaio di metri. Il complesso non presenta circolazione idrica sotterranea significativa. Ove sono prevalenti facies conglomeratiche di elevata estensione e potenza si ha la presenza di falde d'interesse locale. Tale complesso è caratterizzato da una potenzialità acquifera bassa.

L'andamento delle isopieze, riportato nella figura di cui sopra, mostra una direzione generale di deflusso idrico sotterraneo orientata dall'entroterra verso il mare, mediamente da NE verso SO.

### 3.3.2 Assetto locale

La attività d'indagine ambientale complessivamente svolte in sito hanno permesso di rilevare la presenza di una falda acquifera superficiale contenuta entro la litozona sabbioso-limosa, costituente il sedime su cui si imposta l'impianto.

L'assetto stratigrafico caratterizzante la litozona sabbioso-limosa, che vede l'alternanza di sabbie limose e limi sabbiosi e la presenza di livelli o lenti a maggiore componente argilloso-limosa, determina l'esistenza di orizzonti a diverse permeabilità relative.

Tale assetto si riflette sulla circolazione idrica sotterranea, con porzioni chiaramente sature in corrispondenza dei livelli più permeabili prevalentemente sabbiosi e con orizzonti a minore stato di saturazione in corrispondenza dei litotipi limoso-sabbiosi. Inoltre, la presenza di strati argilloso-limosi, pur determinando localmente situazioni di semi-confinamento della falda, non costituiscono di fatto livelli impermeabili (*acquitclade*) della falda stessa, essendo caratterizzati da una limitata estensione laterale e da una tessitura non francamente argillosa (trattasi di argille limose, spesso debolmente sabbiose o limi argillosi e argilloso-sabbiosi).

Pertanto, nel complesso il sistema idrogeologico mostra un tipico assetto di falda multi-strato, assimilabile ad un unico corpo acquifero a prevalente carattere freatico, con permeabilità differenziata.

Le misure piezometriche, eseguite nel Febbraio 2018 sull'intera rete piezometrica d'impianto, mostrano un livello statico che si attesta mediamente intorno a 5,0 m da p.c., con quote comprese tra un minimo di 1,8 m ed un massimo di 9,9 m da p.c. (corrispondenti a quote assolute comprese tra 1,6 m e 3,5 m s.l.m.).

La ricostruzione dell'andamento locale della falda, ottenuta dall'elaborazione delle succitate misure piezometriche (vedi par. 4.2.2.2), evidenzia una direzione prevalente di deflusso orientata dall'entroterra verso la linea di costa (mediamente da circa NE a SO – vedi Figura 8), conformemente con la direzione generale di deflusso delle acque sotterranee dell'area vasta.

## 3.4 Limiti normativi in funzione della destinazione d'uso

La normativa di riferimento per la bonifica dei terreni contaminati a livello nazionale è costituita dai disposti della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

Tale Decreto definisce, in relazione alla specifica destinazione d'uso del sito, due livelli di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) per gli inquinanti organici ed inorganici nel terreno, il cui superamento richiede un'analisi di rischio sito-specifica.

I valori di CSC per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo si differenziano in base alla destinazione d'uso e sono indicati Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo 5 della Parte Quarta dello stesso D.Lgs. 152/2006:

- verde pubblico, verde privato e residenziale (colonna A),
- industriale e commerciale (colonna B).

Gli strumenti urbanistici in vigore nell'area oggetto dello studio sono costituiti dal Piano Regolatore Vigente, approvato con Deliberazione della Giunta Regione Lazio n. 4248 del 20/11/1974 e la successiva Variante generale al PRG vigente adottata con deliberazione del Consiglio Comunale n. 40 del 19/05/2009.

L'intero sedime della Centrale termoelettrica di Enel Produzione S.p.A., identificato dalla particella n.607 al foglio n.37 del Catasto, ricade entro la zonizzazione definita:

Zone F3 Impianti tecnologici.

Considerati gli strumenti urbanistici vigenti, i valori limiti di riferimento nel caso in esame sono quelli relativi alla destinazione d'uso commerciale/industriale, elencati nella colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo 5 della Parte Quarta del D. Lgs. 152/06.

## 4 SINTESI DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE PREGRESSE

### 4.1 INDAGINI 2016

Le indagini sono state eseguite nel periodo giugno-luglio 2016. Complessivamente sono stati realizzati:

- n° 35 sondaggi con profondità compresa tra 4,3 e 15 metri da piano campagna, per il prelievo di campioni di terreno;
- il prelievo di n° 100 campioni di terreno;
- n° 5 prelievi di terreno superficiale (top-soil);
- la realizzazione di 6 nuovi piezometri per il monitoraggio delle acque di falda;
- il campionamento delle acque di falda presso i 6 realizzati nel corso delle presenti attività di indagine e 8 piezometri preesistenti.

L'ubicazione dei punti di indagine è riportata nella allegata B6017472 - Tavola 1.

#### 4.1.1 Campioni di terreno

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative sui campioni di terreno, 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), posti a confronto con i valori di Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC) specificati dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. hanno evidenziato i seguenti superamenti:

- Arsenico, in n° 7 campioni provenienti da 6 sondaggi diversi;
- Idrocarburi C>12, in n° 4 campioni provenienti da 3 sondaggi diversi.

La tabella seguente sintetizza i punti di indagine dove si è verificato almeno un superamento delle CSC per i suoli.

		Arsenico mg/kg	Idrocarburi C>12 mg/kg
<i>CSC (All. 5 tab.1 col. B)</i>		<i>50</i>	<i>750</i>
Campione	Profondità [m da p.c.]		
S04-1	0,0 – 1,0	51,4	
S07-1	0,0 - 1,0	55,0	
S07-2	2,0 - 3,0	65,9	
S08-3	3,0 - 4,0		1.857
S11-1	0,0 – 1,0	67,9	
S12-1	0,0 – 1,0	51,6	
S20-1	0,0 – 1,0	59,1	
S21-1	0,0 – 1,0	113,1	
S24-3	3,0 - 4,0		1.371
S28-2	2,0 - 3,0		1.210
S28-3	3,7 - 4,7		5.264

**Tabella 1** – Indagini 2016 - Sintesi dei superamenti delle CSC nei campioni di terreno

Nelle allegata B6017472 - Tavola 2 e B6017472 – Tavola 3 è rappresentata graficamente la sintesi dei superamenti delle CSC riscontrati nei campioni di terreno prelevati.



## 4.1.2 Campioni di top-soil

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative sui campioni di terreno, 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 nel Rapporto di Prova dell'Allegato 3, a confronto con i valori di Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC) specificati dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Tutti i campioni sono risultati conformi alle CSC per i suoli a destinazione d'uso commerciale e industriale previste dal D.Lgs.152/06 e s.m.i.

## 4.1.3 Campioni di acqua sotterranea

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative sul campione di acqua della falda superficiale posti a confronto con i limiti di riferimento previsti dal D.lgs 152/2006 per le acque sotterranee (Tabella 2, Allegato 6 alla Parte Quarta) hanno evidenziato i seguenti superamenti:

- Arsenico in quattro piezometri
- Ferro in un piezometro
- Manganese in sette piezometri
- Triclorometano in due piezometri
- 1,1 Dicloroetilene in tre piezometri
- Tetracloroetilene (PCE) in un piezometro
- 1,2,3-Tricloropropano in due piezometri

La Tabella seguente riassume i parametri per i quali si è evidenziato il superamento delle rispettive CSC.

	As	Fe	Mn	Triclorometano	1,1 Dicloroetilene	Tetracloroetilene (PCE)	1,2,3-Tricloropropano
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
<b>CSC DLgs 152/2006</b>	<b>10</b>	<b>200</b>	<b>50</b>	<b>0,15</b>	<b>0,05</b>	<b>1,1</b>	<b>0,001</b>
<b>Piezometro</b>							
P01				0,90			
P02			1936,2				0,003
P03bis			576,3				
S03			359,8		0,80	1,79	
PMC1	13			0,22	0,082		0,003
PMC3	16		527,9				
PMC4					0,899		
PMC5	14						
PMC6			534,9				
PMC7		672	224,7				
PMC8	14		58,5				

**Tabella 2 - Indagini 2016 - Sintesi dei superamenti delle CSC nelle acque sotterranee**

Nelle allegate B6017472 - Tavola 4 e B6017472 – Tavola 5 è rappresentata graficamente la sintesi dei superamenti delle CSC riscontrati nei campioni di terreno prelevati.

## 4.2 INDAGINI 2018

A seguito dei risultati delle indagini 2016, è stato predisposto da ERM nel maggio 2017 un Piano di Caratterizzazione delle due sub-aree denominate "Stazione spinta gasolio" e "Vasca trasformatori" in cui erano state ritrovati superamenti di Idrocarburi nei terreni.

Il dettaglio operativo delle attività è stato concordato durante l'incontro di Tavolo Tecnico tenutosi tra Enel e ARPA Lazio il giorno 1 Febbraio 2018 (comunicazione Enel protocollo 0002527 del 02/02/2018).

Le indagini sono state eseguite nel periodo 29 gennaio - 22 febbraio 2018. Complessivamente sono stati realizzati:

- n° 18 sondaggi con profondità compresa tra 5 e 20 metri da piano campagna, per il prelievo di campioni di terreno (n° 12 sondaggi come previsto dal Piano di Caratterizzazione e n° 6 sondaggi aggiuntivi richiesti da Enel in corso d'opera, a seguito delle evidenze di contaminazione emerse);
- il prelievo di n° 56 campioni di terreno per le determinazioni chimiche quantitative;
- il prelievo di n° 9 campioni di terreno per la determinazione dei parametri sito-specifici in vista di una eventuale elaborazione dell'Analisi di Rischio.

Al fine di caratterizzare la falda acquifera superficiale del sito, sono stati effettuati:

- la realizzazione n° 7 piezometri, installati entro alcuni dei perfori di sondaggio di cui al punto precedente (MW1, MW2, MW3, MW4, MW5, MW6, MW7);
- il prelievo di n° 19 campioni di acque di cui 5 da piezometri di nuova realizzazione<sup>1</sup> e 14 da piezometri che costituiscono la rete di monitoraggio preesistente (PMC1, PMC2, PMC3, PMC4, PMC5, PMC6, PMC7, PMC8, P01, P02, P03bis, S01, S02, S03);
- il prelievo di n° 1 campione di prodotto organico in fase libera surnatante;
- l'esecuzione di 3 prove di "slug-test" da altrettanti piezometri.

L'ubicazione dei punti di indagine è riportata nella allegata B8005448 – Tavola 1.

### 4.2.1 Campioni di terreno

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative sui campioni di terreno, 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) posti a confronto con i valori di Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC) specificati dal D.lgs. 152/2006 per i siti a destinazione d'uso "*commerciale ed industriale*" (colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo 5 della Parte IV, del D.Lgs. 152/2006) hanno evidenziato i seguenti superamenti:

- Arsenico, in n° 5 campioni prelevati da 5 punti di indagine diversi;
- Berillio in n° 4 campioni prelevati da 3 punti di indagine diversi;

<sup>1</sup> Durante la campagna di prelievo delle acque non è stato possibile procedere al campionamento dei piezometri:

- MW4 per la presenza di prodotto organico in fase libera
- MW6 per la presenza di una miscela gassosa potenzialmente esplosiva (concentrazione CH<sub>4</sub> > LEL) nel tubo piezometrico.

Entrambe le situazioni sono state verificate dai tecnici ARPA Lazio, come descritto nel verbale del 14/02/2018 riportato in Allegato 2.

- Idrocarburi Leggeri C<12, in n° 1 campione;
- Idrocarburi Pesanti C>12, in n° 16 campioni prelevati da 9 punti di indagine diversi;

La Tabella seguente sintetizza i punti di indagine dove si è verificato almeno un superamento delle CSC per i suoli.

		Arsenico	Berillio	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
<b>CSC (All. 5 tab.1 col. B)</b>		<b>50</b>	<b>10</b>	<b>250</b>	<b>750</b>
Campione	Profondità [m da p.c.]				
MW1-1	0,1-1,0	75	--	--	--
MW2-1	0,1-1,0	60	--	--	--
MW3-1	0,1-1,0	--	--	--	1.155
MW4-3	4,0-5,0	--	--	--	49.730
MW7-1	0,1-1,0	60	--	--	--
SB31-1	0,1-1,0	--	--	--	878
SB31-2	2,0-2,6	--	--	--	3.182
SB31-3	2,6-3,6	--	--	--	1.766
SB33-2	2,8-3,2	--	--	--	2.626
SB33-3	3,6-4,0	--	--	--	7.254
SB33-4	4,2-4,8	--	--	--	7.933
SB34-1	0,0-0,7	51	--	--	2.545
SB34-2	3,0-4,0	--	--	--	18.474
SB34-3	4,5-5,5	--	--	--	5.491
SB35-3	4,3-5,3	--	13	--	--
SB40-2	2,5-3,5	--	12	--	--
SB40-3	3,5-4,5	--	12	--	--
SB41-1	0,1-0,8	51	--	--	--
SB41-3	3,7-4,7	--	10	--	--
SB42-2	2,5-3,5	--	--	--	17.553
SB42-3	3,7-4,7	--	--	--	43.538
SB43-2	1,6-2,6	--	--	307	--
SB44-3	2,5-3,5	--	--	--	780
SB45-2	2,0-3,0	--	--	--	948
SB45-3	3,0-4,0	--	--	--	1.419

**Tabella 3 – Indagini 2018 - Sintesi dei superamenti delle CSC) nei campioni di terreno**

Applicando la trattazione prevista dalle Linee Guida ISPRA 52/2009 per valutare la conformità con i valori limite, tenendo conto di:

- Incertezza Estesa di misura,
- Numero di Gradi di Libertà utilizzati per il calcolo dell'incertezza,
- Fattore di Copertura,

i superamenti della CSC registrati per i parametri:

- Arsenico nei campioni SB34-1 ed SB41-1,
- Berillio nel campione SB41-3,

– Idrocarburi Pesanti C>12 nel campione SB44-3, risultano essere "Non Non Conformi".

A seguito di questa verifica e delle motivazioni espresse in precedenza relativamente ai tenori di Arsenico che sono da attribuirsi ad una origine geologica, nella tabella seguente sono riportati i soli valori effettivamente "Non Conformi" ai limiti normativi.

		Arsenico	Berillio	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
CSC (All. 5 tab.1 col. B)		50	10	250	750
Campione	Profondità [m da p.c.]				
MW1-1	0,1-1,0	Non Non Conforme <sup>2</sup>	--	--	--
MW2-1	0,1-1,0	Non Non Conforme Errore II	--	--	--
MW3-1	0,1-1,0	--	--	--	1.155
MW4-3	4,0-5,0	--	--	--	49.730
MW7-1	0,1-1,0	Non Non Conforme Errore II	--	--	--
SB31-1	0,1-1,0	--	--	--	878
SB31-2	2,0-2,6	--	--	--	3.182
SB31-3	2,6-3,6	--	--	--	1.766
SB33-2	2,8-3,2	--	--	--	2.626
SB33-3	3,6-4,0	--	--	--	7.254
SB33-4	4,2-4,8	--	--	--	7.933
SB34-1	0,0-0,7	Non Non Conforme <sup>3</sup>	--	--	2.545
SB34-2	3,0-4,0	--	--	--	18.474
SB34-3	4,5-5,5	--	--	--	5.491
SB35-3	4,3-5,3	--	13	--	--
SB40-2	2,5-3,5	--	12	--	--
SB40-3	3,5-4,5	--	12	--	--
SB41-1	0,1-0,8	Non Non Conforme Errore II	--	--	--
SB41-3	3,7-4,7	--	Non Non Conforme Errore II	--	--
SB42-2	2,5-3,5	--	--	--	17.553
SB42-3	3,7-4,7	--	--	--	43.538
SB43-2	1,6-2,6	--	--	307	--
SB44-3	2,5-3,5	--	--	--	Non Non Conforme Errore II
SB45-2	2,0-3,0	--	--	--	948
SB45-3	3,0-4,0	--	--	--	1.419

**Tabella 4 – Indagini 2018 - Sintesi dei valori "non conformi" alle CSC nei campioni di terreno**

Nelle allegate B8005448 – Tavola 2, B8005448 – Tavola 2a e B8005448 – Tavola 2b è rappresentata graficamente la sintesi dei valori "Non Conformi" alle CSC per i siti a destinazione d'uso "commerciale e industriale" riscontrati nei campioni di terreno prelevati.

<sup>2</sup> Valori da attribuirsi alla natura geologica dei suoli.

<sup>3</sup> ISPRA. Manuali e Linee Guida n. 152/2009. L'analisi di conformità con i valori di legge: il ruolo dell'incertezza associata a risultati di misura.

I risultati delle determinazioni dei **parametri sito-specifici** sui campioni di terreno prelevati, sono sintetizzati di seguito.

Campione	Profondità <i>m da p.c.</i>	Livello	F.O.C. <i>% s.s.</i>	pH	Kd Arsenico <i>l/kg</i>	Kd Berillio <i>l/kg</i>
MW1-1	0,1-1,0	Insaturo	1,5	7,5	938	--
MW1-2	4,0-4,5	Insaturo	<0,1	--	--	--
MW1-3	12,7-13,7	Saturo	0,18	--	--	--
MW2-1	0,1-1,0	Insaturo	1,2	6,5	1.154	--
MW2-2	3,7-4,5	Insaturo	<0,1	--	--	--
MW2-3	7,0-8,0	Saturo	<0,1	--	--	--
MW6-1	0,0-1,0	Insaturo	0,68	--	--	--
MW6-2	13,2-14,0	Insaturo	0,11	--	--	--
MW6-3	16,0-17,0	Saturo	<0,1	--	--	--
MW7-1	0,1-1,0	Insaturo	--	7,0	10.000	--
SB34-1	0,0-0,7	Insaturo	--	7,0	560	--
SB35-3	4,3-5,3	Insaturo	--	7,0	--	4.333
SB40-2	2,5-3,5	Insaturo	--	7,0	--	120.000
SB40-3	3,5-4,5	Insaturo	--	7,0	--	120.000
SB41-1	0,1-0,8	Insaturo	--	7,0	389	--
SB41-3	3,7-4,7	Insaturo	--	--	--	100.000

**Tabella 5 - Valori determinati per i parametri sito-specifici**

*s.s. = risultato sul campione secco a 105°C*

*t.q. = risultato sul campione umido*

I risultati della speciazione degli idrocarburi secondo il protocollo MADEP sono riportati nella tabella seguente.

Campione	Profondità <i>m da p.c.</i>	Alifatici C5-C8 <i>%</i>	Alifatici C9-C12 <i>%</i>	Alifatici C12-C18 <i>%</i>	Alifatici C19-C36 <i>%</i>	Aromatici C9-C10 <i>%</i>	Aromatici C11-C22 <i>%</i>
MW3-1	0,1-1,0	0,0	1,8	23,5	61,1	0,0	13,6
MW4-3	4,0-5,0	0,0	0,0	52,5	44,3	0,0	3,2
SB31-1	0,1-1,0	0,0	0,0	36,8	55,5	0,0	7,7
SB31-2	2,0-2,6	0,3	6,4	46,5	37,0	0,0	9,8
SB31-3	2,6-3,6	0,3	5,4	51,6	35,0	0,0	7,7
SB33-2	2,8-3,2	0,0	0,6	4,3	93,2	0,0	1,9
SB33-3	3,6-4,0	0,0	0,3	5,5	91,3	0,0	2,8
SB33-4	4,2-4,8	0,0	0,3	5,3	91,7	0,0	2,7
SB34-1	0,0-0,7	0,0	0,7	45,1	52,4	0,0	1,7
SB34-2	3,0-4,0	0,0	0,1	54,9	41,9	0,0	3,1
SB34-3	4,5-5,5	0,2	0,3	50,1	44,8	0,0	4,7
SB42-2	2,5-3,5	0,0	0,1	49,5	46,8	0,0	3,7
SB42-3	3,7-4,7	0,0	0,1	47,9	48,3	0,0	3,8
SB43-2	1,6-2,6	0,0	31,7	45,3	20,1	0,6	2,3
SB44-3	2,5-3,5	0,0	2,6	67,3	24,6	0,0	5,5
SB45-2	2,0-3,0	0,0	0,6	61,7	32,8	0,0	4,9
SB45-3	3,0-4,0	0,0	12,6	52,5	32,0	0,0	2,9

**Tabella 6 – Distribuzione percentuale degli idrocarburi secondo MADEP**

## 4.2.2 Acqua di falda

### 4.2.2.1 Misure in sito di conducibilità idraulica (slug-test)

Allo scopo di acquisire informazioni relative alla conducibilità idraulica (permeabilità) dell'acquifero nelle immediate vicinanze dei piezometri, sono stati eseguiti 3 prove di slug-test.

Si definisce slug-test una prova eseguita in maniera da produrre una istantanea variazione del livello statico all'interno di un piezometro e misurare, in funzione del tempo, il conseguente recupero del livello originario.

Sono stati eseguiti test in risalita o con carico crescente, producendo una brusca diminuzione di livello e monitorando la conseguente risalita che si crea per il flusso dall'acquifero verso il pozzo.

La variazione del livello è stata ottenuta meccanicamente mediante l'introduzione ed il recupero di cilindri metallici di volume noto; successivamente, sono state effettuate misure del livello di falda fino al raggiungimento del livello iniziale.

L'interpretazione dei dati è stata eseguita mediante l'impiego di software specialistici basati su analisi di regressione lineare applicato ad acquiferi freatici.

Nella tabella seguente sono riportati i valori ottenuti. Il dettaglio delle misure è riportato nell'Allegato 1.

Piezometro	Soggiacenza (m da b.t.)	Conducibilità idraulica K (m/s)		
		Risalita	Abbassamento	Media
S03	-5.25	8,62E-03	6,57E-03	7,60E-03
MW2	-4,60	1,51E-02	7,55E-03	1,13E-02
MW3	-3.90	1,65E-02	1,99E-02	1,82E-02

**Tabella 7 – Valori di permeabilità idraulica determinati mediante slug test**

### 4.2.2.2 Misure di soggiacenza della falda

E' stato effettuato il rilievo freaticometrico presso tutti i piezometri sottoposti a prelievo. La misura del livello statico dell'acqua all'interno dei piezometri è stata effettuata per mezzo di un freaticometro, con precisione migliore di 1 cm. Nel piezometro MW7 non è stato possibile eseguire la misura per la presenza di una miscela gassosa potenzialmente esplosiva (concentrazione  $CH_4 > LEL$ ) nel tubo piezometrico, di conseguenza l'area è stata transennata da Enel e interdetta all'accesso del personale. La situazione di potenziale esplosività si è protratta fino al 14 marzo 2018 data in cui i controlli hanno restituito una concentrazione  $CH_4 < LEL$ . Il personale continua ad effettuare periodici controlli al fine del monitoraggio della potenziale esplosività del piezometro in oggetto. Nella tabella seguente si riportano i valori di soggiacenza misurati.

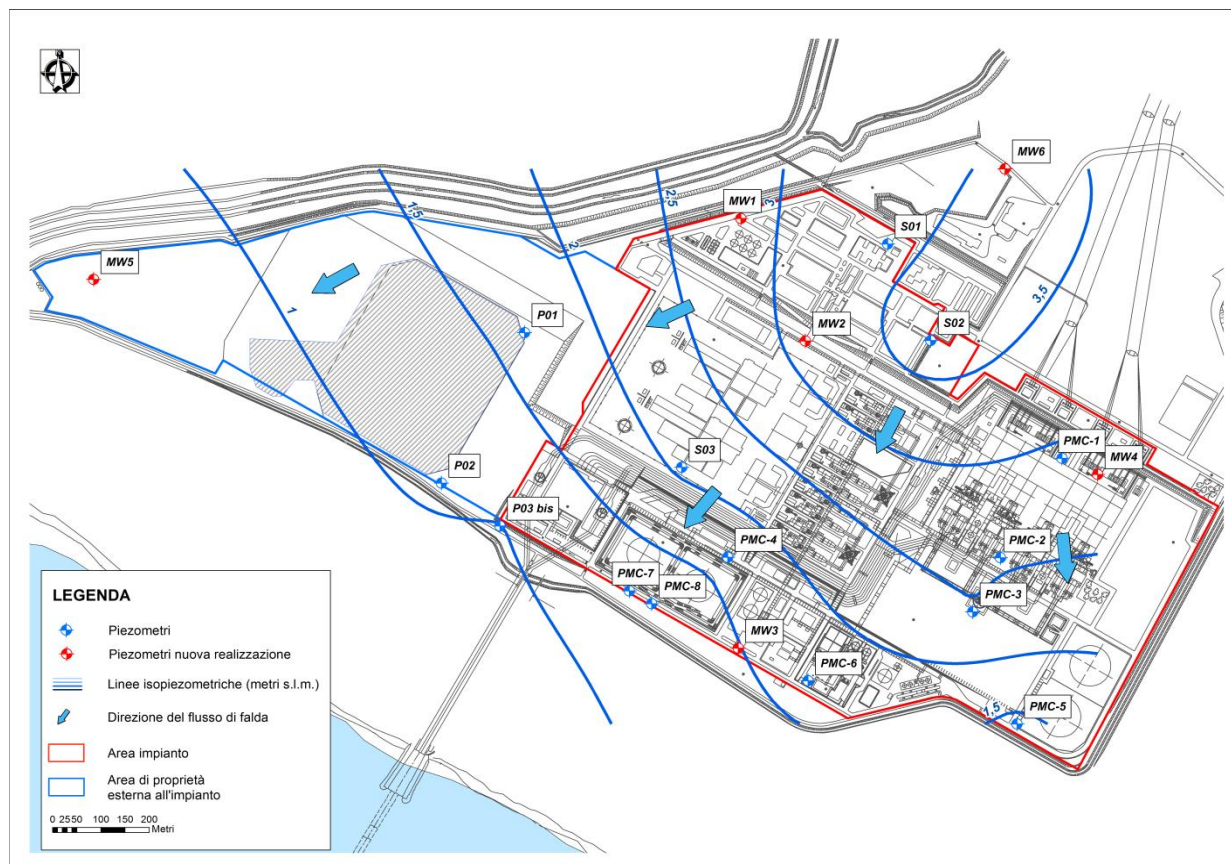
Piezometro	Quota di bocca tubo (m s.l.m.)	Soggiacenza (m da b.t.)	Elevazione della falda (m s.l.m.)
MW1	11,65	-8,81	2,84
MW2	7,55	-4,40	3,15
MW3	5,28	-3,79	1,49
MW4	7,60	-4,57	2,83



Piezometro	Quota di bocca tubo (m s.l.m.)	Soggiacenza (m da b.t.)	Elevazione della falda (m s.l.m.)
MW5	2,90	-2,30	0,60
MW6	13,39	-9,85	3,54
MW7	n.d.	n.d.	n.d.
P01	3,39	-1,76	1,63
P02	3,25	-2,14	1,11
P03bis	3,19	-2,21	0,98
PMC1	7,71	-4,80	2,91
PMC2	7,77	-5,23	2,54
PMC3	7,96	-5,48	2,48
PMC4	5,87	-4,27	1,60
PMC5	8,11	-6,72	1,39
PMC6	6,65	-4,95	1,70
PMC7	5,89	-4,62	1,27
PMC8	5,57	-4,32	1,25
S01	12,55	-9,18	3,37
S02	12,46	-8,72	3,74
S03	7,10	-5,02	2,08

**Tabella 8 – Valori di soggiacenza ed elevazione della falda**

La ricostruzione della superficie piezometrica è rappresentata nella Figura seguente; la ricostruzione è stata prodotta mediante rappresentazione vettoriale, ottenuta dalla stima della variabile spaziale ai nodi di una griglia e alla successiva individuazione, per interpolazione, delle isolinee. Il metodo geostatistico per la stima del valore della variabile è il kriging ordinario (KO) (Matheron, 1970), uno stimatore lineare, combinazione lineare dei valori della variabile noti in prossimità dell'entità da stimare.



**Figura 8 – Ricostruzione della superficie e direzione di scorrimento della falda superficiale**

#### 4.2.2.3 Interventi di MISE adottati a seguito della contaminazione rinvenuta nelle acque di falda del piezometro MW4

Nell'ambito delle attività previste dal piano di indagini, è stata riscontrata evidenza di contaminazione nel piezometro MW4 osservando la presenza di prodotto di natura idrocarburica in fase separata nelle acque di falda.

Pertanto Enel si è immediatamente attivata per avviare le attività di Messa in Sicurezza di Emergenza incaricando CESI di effettuare una misura dello spessore di prodotto surnatante nel piezometro MW4. Il giorno 12/02/2018 la presenza di prodotto in fase separata presente in falda si attestava a circa 17,5 cm di spessore; il giorno 14/02/2018 la misura è stata ripetuta in presenza dei tecnici di ARPA Lazio Sezione Provinciale di Viterbo osservando uno spessore di circa 21 cm come precisato nel verbale di ARPA Lazio del 14/02/2018 e riportato in Allegato 2 al presente documento.

In data 12/02/2018 i tecnici CESI hanno prelevato un campione di prodotto libero per la determinazione del suo profilo gascromatografico.

Enel S.p.A. si è attivata per mettere in atto le seguenti misure di "Messa in sicurezza d'emergenza", comunicate con nota Enel-PRO\_20/02/2018-003834, così come definito dall'articolo 240 del Titolo 5 della Parte IV del D.lgs. 152/06.

A partire dal giorno 20 febbraio 2018, sono state condotte delle operazioni di rimozione della miscela acqua-prodotto mediante lo spurgo del piezometro e successiva misura tramite sonda ad interfaccia dei livelli di prodotto residuo nel piezometro. Il personale CESI ha effettuato la misura della profondità dell'interfaccia olio/acqua e dello spessore del

prodotto in condizione statica. I tecnici Enel hanno svuotato periodicamente il piezometro (attendendo circa due/tre ore da uno spurgo all'altro). Tali operazioni vengono ripetute ciclicamente in base agli esiti dei controlli del prodotto residuo nel piezometro. La miscela acqua-prodotto è accumulata in un serbatoio da 1.000 litri, caratterizzata e successivamente smaltita come rifiuto secondo la normativa vigente.

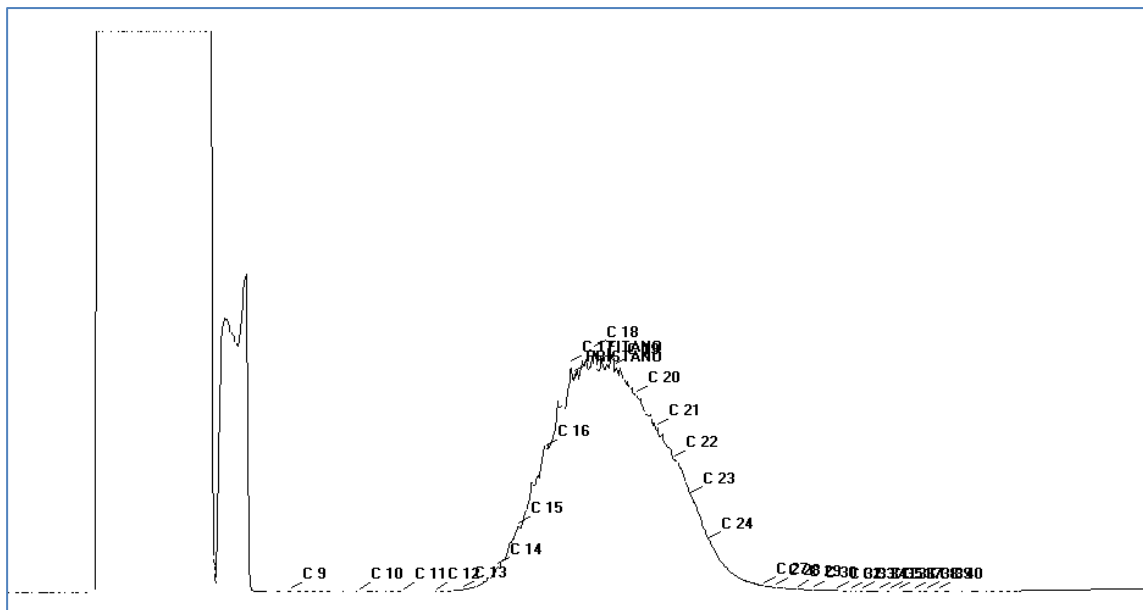
#### 4.2.2.4 Campioni di prodotto surnatante

Nell'ambito delle attività previste dal piano di indagini, è stata riscontrata evidenza di contaminazione nel piezometro MW4 ed è stata osservata la presenza di prodotto di natura idrocarburica in fase libera nelle acque di falda. In data 12/02/2018 i tecnici CESI hanno prelevato un campione di prodotto libero per la sua caratterizzazione.

Il campione è stato diluito con n-esano e sottoposto ad analisi gas-cromatografica accoppiata a rivelatore a ionizzazione di fiamma (GC-FID).

Il prodotto surnatante si caratterizza come una miscela complessa di idrocarburi di derivazione petrolifera, principalmente compresi tra C15 e C24 e praticamente priva degli idrocarburi più leggeri con C<14; questa composizione conferma la sua identificazione come un olio isolante dielettrico, così come viene suggerito dalle circostanze del suo rinvenimento.

Nella Figura seguente si riporta il cromatogramma del campione analizzato.



**Figura 9 – Cromatogramma del prodotto surnatante campionato dal piezometro MW4**

#### 4.2.2.5 Campioni di acqua sotterranea

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative sul campione di acqua della falda superficiale sono riportati nei Rapporti di Prova dell'Allegato 7, posti a confronto con i limiti di riferimento previsti dal D.lgs 152/2006 per le acque sotterranee (Tabella 2, dell'Allegato 5 al Titolo 5 della Parte IV, del D.Lgs. 152/2006) hanno evidenziato i seguenti superamenti:

- Antimonio in un piezometro,
- Arsenico in cinque piezometri,
- Ferro in quattro piezometri,

- Manganese in nove piezometri,
- Triclorometano in tre piezometri,
- 1,1 Dicloroetilene in due piezometri.

La Tabella seguente riassume i parametri per i quali si è evidenziato il superamento delle rispettive CSC.

	Sb	As	Fe	Mn	Triclorometano	1,1 Dicloroetilene
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
<b>CSC DLgs 152/2006</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>200</b>	<b>50</b>	<b>0,15</b>	<b>0,05</b>
<b>Piezometro</b>						
MW1	--	51	770	1.228	--	--
MW3	--	--	--	341	--	--
MW5	--	82	17.536	2.333	--	--
MW6	5,4	--	--	77	--	--
P01	--	--	--	--	0,33	--
P02	--	--	--	2.303	--	--
P03 bis	--	--	--	822	--	--
PMC1	--	18	--	--	--	--
PMC2	--	--	--	--	0,25	--
PMC3	--	14	493	622	--	--
PMC4	--	--	--	--	--	0,17
PMC5	--	--	--	--	--	--
PMC6	--	--	--	812	--	--
PMC7	--	--	201	231	--	--
PMC8	--	13	--	--	--	--
S01	--	--	--	--	0,18	--
S03	--	--	--	--	--	0,09

**Tabella 9 - Indagini 2018 - Sintesi dei superamenti delle CSC nelle acque sotterranee**

Anche nel caso delle acque sotterranee, applicando la trattazione prevista dalle Linee Guida ISPRA 52/2009 per valutare la conformità con i valori limite i superamenti della CSC registrati per i parametri:

- Antimonio nel campione MW06,
- Triclorometano nel campione S01,
- 1,1 Dicloroetilene nel campione S03,

risultano essere "Non Conformi".

A seguito di questa verifica e tenendo conto di quanto espresso nel corso del Tavolo Tecnico del 01/06/2018 circa la presenza di Arsenico nelle acque di falda, oltre che delle considerazioni espresse relativamente ai tenori di Ferro e Manganese nelle acque della

falda da attribuirsi a fenomeni di mobilitazione causati dalle particolari condizioni idrochimiche dell'acquifero, nella tabella seguente sono riportati i soli valori effettivamente "Non Conformi" ai limiti normativi.

	Sb	As	Fe	Mn	Triclorometano	1,1 Dicloroetilene
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
CSC DLgs 152/2006	5	10	200	50	0,15	0,05
Piezometro						
MW1	--	Non Non Conforme <sup>4</sup>	Non Non ConformeErro	Non Non ConformeErro	--	--
MW3	--	--	--	Non Non ConformeErro	--	--
MW5	--	Non Non ConformeErrore	Non Non ConformeErro	Non Non ConformeErro	--	--
MW6	Non Non Conforme <sup>5</sup>	--	--	Non Non ConformeErro	--	--
P01	--	--	--	--	0,33	--
P02	--	--	--	Non Non ConformeErro	--	--
P03 bis	--	--	--	Non Non ConformeErro	--	--
PMC1	--	Non Non ConformeErro	--	--	--	--
PMC2	--	--	--	--	0,25	--
PMC3	--	Non Non ConformeErro	Non Non ConformeErro	Non Non ConformeErro	--	--
PMC4	--	--	--	--	--	0,17
PMC5	--	--	--	--	--	--
PMC6	--	--	--	Non Non ConformeErro	--	--
PMC7	--	--	Non Non ConformeErro	Non Non ConformeErro	--	--
PMC8	--	Non Non ConformeErro	--	--	--	--
S01	--	--	--	--	Non Non ConformeErro	--
S03	--	--	--	--	--	Non Non ConformeErro

Tabella 10 – Indagini 2018 - Sintesi dei valori "Non Conformi" alle CSC nelle acque sotterranee

Nella allegata B8005448 - Tavola 3 è rappresentata graficamente la sintesi dei valori "Non Conformi" alle CSC riscontrati nei campioni di acque sotterranee prelevati.

<sup>4</sup> Valori da attribuirsi alla condizioni idrochimiche dell'acquifero.

<sup>5</sup> ISPRA. Manuali e Linee Guida n. 152/2009. L'analisi di conformità con i valori di legge: il ruolo dell'incertezza associata a risultati di misura.

## 5 ULTERIORI INDAGINI DI APPROFONDIMENTO GIA' PROPOSTE NELLA RELAZIONE TECNICA DELLE INDAGINI SVOLTE NEL 2018 (RAPPORTO CESI B8005448)

A seguito delle risultanze delle indagini precedentemente descritte, si è ritenuto opportuno predisporre indagini aggiuntive aventi lo scopo di meglio circoscrivere le sorgenti di contaminazione da idrocarburi.

### 5.1 Area stazione di spinta gasolio

Si propone l'esecuzione di n° 5 sondaggi aggiuntivi, con il prelievo di campioni di terreno da destinare alle determinazioni chimiche.

La disposizione dei nuovi punti di indagine è illustrata nella allegata B8005448 - Tavola 4. Ulteriori sondaggi potranno venire eseguiti nel caso che dai punti di indagine previsti emergessero evidenze ulteriori di contaminazione, in modo da giungere comunque ad una delimitazione dell'area sorgente.

### 5.2 Area vasca trasformatori

Allo scopo di circoscrivere l'area e la profondità dei terreni impattati dalla presenza di olio dielettrico nell'intorno della Vasca Trasformatori, verrà eseguita una mappatura mediante l'utilizzo di una tecnica di screening denominata Optical Image Profiler (OIP).

I rilievi OIP verranno eseguiti per mezzo di sondaggi condotti con una sonda strumentata in grado di rilevare prodotti petroliferi (Light Non-Aqueous Phase Liquid – LNAPL) quali gli idrocarburi e gli oli lubrificanti. Il sistema OIP utilizza una sorgente di luce UV per indurre la fluorescenza degli Idrocarburi Poli aromatici (IPA) dei prodotti petroliferi contenuti nei terreni. La luce di fluorescenza viene registrata da una fotocamera inserita nella punta di perforazione. Le misure permettono di ricostruire il profilo della presenza di idrocarburi in funzione della profondità.

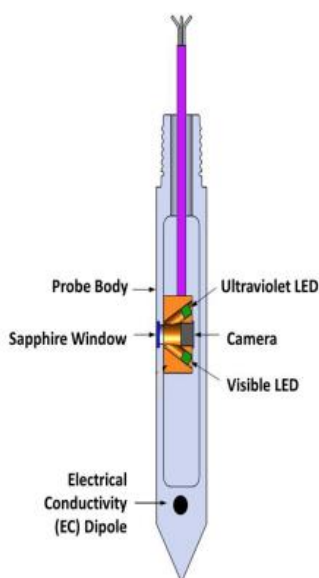


Figura 10 – Rappresentazione schematica della sonda OIP



Nell'area illustrata nella tavola B8005448 - Tavola 5, verrà eseguita una mappatura tramite sonda OIP con una elevata densità di punti di indagine, tale da permettere di definire la distribuzione tridimensionale della contaminazione e di individuare il limite dell'area contaminata in modo da permettere di posizionare opportunamente alcuni punti di sondaggio a carotaggio continuo con lo scopo di:

- prelevare campioni di terreno per verificare, per mezzo di analisi chimiche quantitative, la effettiva assenza di contaminazione nelle zone esterne al *plume*;
- installare piezometri di monte e valle idraulico (più precisamente 1 di monte e almeno 3 di valle) per definire l'esatta direzione di scorrimento della falda alla scala dell'area di indagine (in considerazione dei fattori di disturbo legati alle numerose strutture interrate esistenti) e per il monitoraggio della falda superficiale nelle zone immediatamente esterne al *plume*.

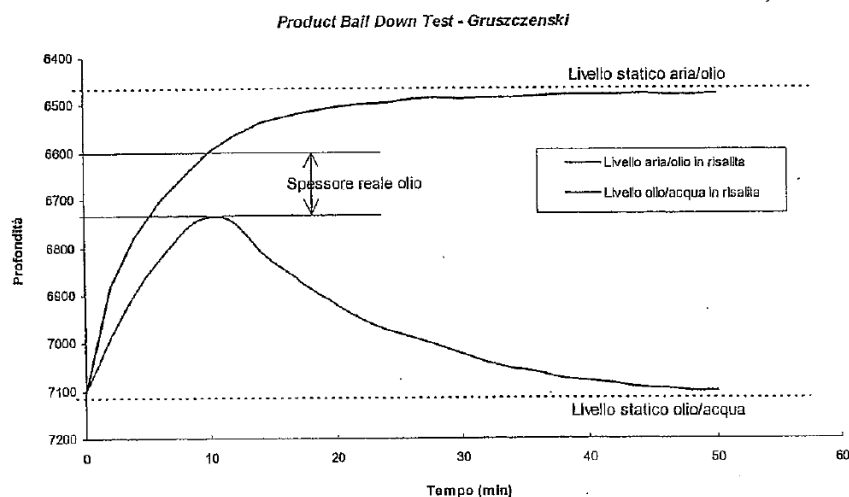
A mero titolo esemplificativo, nella figura seguente si riporta l'ipotetica ubicazione dei sondaggi di verifica dell'assenza di contaminazione (sondaggi SB61, SB62, SB63 e SB64). Il piezometro di monte sarà ubicato indicativamente nell'intorno del punto di indagine SB40. I piezometri di valle saranno ubicati indicativamente in corrispondenza dei sondaggi SB61 - SB64.



Figura 11 – Esempificazione ipotetica dei punti di indagine di verifica

Numero e posizione dei punti di indagine OIP, potranno essere definiti unicamente in campo, in funzione delle risultanze delle indagini stesse (estensione effettiva del *plume*) e saranno condizionati dalla elevata densità di servizi interrati e impedimenti logistici esistenti nell'area da indagare.

Inoltre, allo scopo di valutare lo spessore reale del prodotto surnatante e la capacità di recupero del prodotto stesso, nel piezometro MW4 verrà eseguita una prova di Bail Down (Hughes, Gruszczenski). La prova consiste nell'estrazione contemporanea di acqua e olio surnatante presente nel piezometro (fino a raggiungere la rimozione totale del prodotto oppure fino a che non si notino ulteriori variazioni di spessore dello stesso) e prosegue con lo studio della variazione temporale tra i livelli di interfaccia aria/olio e acqua/olio, nell'atto della ricarica del piezometro stesso. Il test sarà considerato concluso quando i livelli all'interno del piezometro si sono stabilizzati per 3 rilievi consecutivi oppure hanno raggiunto il 90% della misura iniziale. I valori rilevati durante la prova in campo verranno riportati su un grafico tempi-livelli e i diversi punti plottati nel grafico andranno a rappresentare due curve, come mostrato nella figura seguente.



**Figura 12** – Grafico esemplificativo di elaborazione dei dati derivanti da un Bail Down Test

Com'è possibile osservare dalla figura di cui sopra, la curva del livello surnatante/acqua in risalita presenta tipicamente un punto di flesso, determinato da un andamento iniziale crescente e un tratto finale decrescente. La variazione di pendenza della curva indica il momento in cui lo spessore dell'olio surnatante nel piezometro eguaglia il suo valore reale. La differenza fra l'ordinata del punto di inflessione e la misura della profondità dell'interfaccia aria/surnatante allo medesimo istante indica lo spessore reale del prodotto surnatante.

Nello stesso piezometro MW4 verrà inoltre prelevato un campione del prodotto surnatante per la determinazione di alcune caratteristiche chimico-fisiche quali ad esempio, viscosità, densità, ecc.

L'insieme delle informazioni raccolte sull'estensione e volume del *plume* di contaminazione, sull'idrogeologia locale, sulle capacità di recupero del prodotto e sulle sue caratteristiche chimico-fisiche, permetteranno la progettazione dell'intervento di bonifica.

## 6 ULTERIORI PUNTI DI INDAGINE PER COMPLETARE LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO A SEGUITO DELLE PRESCRIZIONI CONTENUTE NEL PARERE ISTRUTTORIO CONCLUSIVO DEL 21 DICEMBRE 2018

Oltre e in aggiunta alle indagini integrative definite in conseguenza dei risultati delle indagini del 2018 e illustrate nel precedente par. 5, a seguito della richiesta di definizione di un "piano di caratterizzazione dell'intero sito, suolo, sottosuolo ed acque sotterranee" del sito contenuta nel **Parere Istruttorio Conclusivo relativo alla dismissione della CTE Enel "Alessandro Volta" di Montalto di Castro – Procedimento ID 107/9646**, è stata definita l'ubicazione di ulteriori punti di indagine per completare la caratterizzazione del sito.

Gli ulteriori punti di indagine ubicati a tale scopo sono riportati nella allegata Tavola 1:

- 20 sondaggi ubicati nell'Area di impianto;
- 3 sondaggi ubicati nell'Area di proprietà esterna all'impianto (denominati S39, S44, S45).

In particolare, dei 20 nuovi punti di indagine ubicati nell'Area di impianto, 16 sono ubicati all'interno dei bacini di contenimento dei serbatoi di combustibile.

Non si prevede la realizzazione di ulteriori piezometri poiché si ritiene che i 20 piezometri attualmente presenti in sito si ritengono più che sufficienti per caratterizzare lo stato di qualità delle acque di falda sia in ingresso e in uscita dal sito che al suo interno.

Come per le indagini eseguite nel 2016 e nel 2019, i sondaggi saranno realizzati con la tecnica di perforazione per rotazione a secco con carotaggio continuo.

La profondità dei sondaggi sarà tale da raggiungere la frangia capillare della falda superficiale, posta a profondità variabile da 4,0 a 6,0 metri di profondità dal piano campagna, a seconda dei diversi settori dell'area di indagine. La perforazione sarà arrestata entro i primi 50 cm di terreno saturo.

A valle delle demolizioni autorizzate con il DM 55/3/2017 rilasciato dal Ministero dello Sviluppo Economico, si valuterà l'esecuzione di ulteriori indagini per la caratterizzazione delle aree di impronta delle parti di impianto oggetto di demolizione.

### 6.1 Frequenza dei prelievi in senso verticale

La frequenza di prelievo dei campioni di terreno in corrispondenza di ogni sondaggio, in senso verticale, sarà in linea di massima determinata come segue:

1. un campione composito da 0,0 a 1,0 metri da p.c.;
2. un campione composito di un metro in corrispondenza della frangia capillare, cioè all'interno della zona di oscillazione della falda o comunque dell'interfaccia zona satura / zona insatura;
3. un campione composito di un metro intermedio tra i due.

Prima di definire le precise profondità di prelievo, si procederà ad esaminare il rilievo stratigrafico di massima, allo scopo di evidenziare le variazioni fra gli strati della sezione da campionare. Si porrà cura a che ogni campione sia rappresentativo di una e una sola unità litologica, evitando di mescolare nello stesso campione materiale proveniente da strati di natura diversa o materiale del riporto con terreno naturale.

## 6.2 Parametri da determinare

Nei campioni di terreno raccolti saranno determinati i seguenti parametri analitici.

- Composti Inorganici: Sb, As, Be, Cd, Co, Cr tot, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Tl, V, Zn (parametri da 1 a 12 e da 14 a 16 della Tab. 1, Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta, D.lgs: 152/2006)
- Alifatici Clorurati cancerogeni e non cancerogeni ( parametri da 39 a 53 )
- Alifatici Alogenati cancerogeni (parametri da 54 a 57)
- Idrocarburi (parametri da 94 a 95)
- Contenuto di acqua
- Scheletro (frazione >2 mm).

Nei campioni in emergeranno eccedenze rispetto alle CSC per gli idrocarburi C<12 o C>12 nei siti a destinazione d'uso Industriale/Commerciale, si procederà alla speciazione degli idrocarburi stessi, secondo il protocollo MADEP.

Nei campioni in cui emergeranno eccedenze rispetto alle CSC per i parametri As e Be nei siti a destinazione d'uso Industriale/Commerciale, si procederà alla determinazione del Coefficiente di Ripartizione  $K_d$ .

## 6.3 Restituzione dei risultati

Le analisi sui campioni di terreno, ad eccezione delle determinazioni sui composti volatili, saranno condotte sulla frazione secca passante il vaglio dei 2 mm.

Relativamente alle sostanze volatili, data la particolarità delle sostanze, non può essere eseguita la setacciatura e l'analisi, pertanto, sarà condotta sul campione tal quale.

Ai fini del confronto con i valori delle CSC previsti dal D.lgs. 152/06, nei referti analitici verrà riportata la concentrazione riferita al totale (comprensivo dello scheletro maggiore di 2 mm e privo della frazione maggiore di 2 cm, da scartare in campo).

I campioni destinati alla determinazione dei parametri sito-specifici saranno formati come campioni «tal quale», senza la separazione dei materiali grossolani.

## TAVOLE FUORI TESTO

<b>B6017472 - Tavola 1</b>	Ubicazione dei punti di indagine: sondaggi, piezometri, top-soil
<b>B6017472 - Tavola 2</b>	Terreni - ubicazione dei punti di sondaggio dove si è verificato il superamento della CSC per il parametro Idrocarburi Pesanti C>12
<b>B6017472 - Tavola 3</b>	Terreni - ubicazione dei punti di sondaggio dove si è verificato il superamento della CSC per il parametro Arsenico
<b>B6017472 - Tavola 4</b>	Acque sotterranee - ubicazione dei piezometri dove si è verificato il superamento della CSC per i Metalli
<b>B6017472 - Tavola 5</b>	Acque sotterranee - ubicazione dei piezometri dove si è verificato il superamento delle CSC per gli Alifatici Clorurati
<b>B8005448 - Tavola 1</b>	Planimetria dell'impianto con ubicazione dei punti di indagine realizzati: sondaggi e piezometri
<b>B8005448 - Tavola 2</b>	Terreni – Ubicazione dei punti di sondaggio dove sono stati prelevati campioni "Non Conformi" alle CSC
<b>B8005448 - Tavola 2a</b>	Terreni – Stazione Spinta Gasolio: ubicazione dei punti di sondaggio dove sono stati riscontrati valori "Non Conformi" alle CSC
<b>B8005448 - Tavola 2b</b>	Terreni – Vasca Trasformatori: ubicazione dei punti di sondaggio dove sono stati riscontrati valori "Non Conformi" alle CSC
<b>B8005448 - Tavola 3</b>	Acque sotterranee - Ubicazione dei piezometri dove sono stati riscontrati valori "Non Conformi" alle CSC
<b>B8005448 - Tavola 4</b>	Ubicazione delle indagini integrative proposte: area stazione spinta gasolio
<b>B8005448 - Tavola 5</b>	Area di indagine con mappatura OIP presso la vasca trasformatori
<b>Tavola 1</b>	Ubicazione dei nuovi punti di indagine