

## RAPPORTO

USO RISERVATO

APPROVATO

C2010954

### Cliente

Enel Produzione S.p.A.  
Enel Green Power and Thermal Generation Italy  
Power Plant North - Centrale Porto Corsini

### Oggetto

Centrale Termoelettrica "Teodora" di Porto Corsini (RA)  
PIANO DI DISMISSIONE DELLA CENTRALE "TEODORA" DI PORTO CORSINI  
**Piano di indagine ambientale**

### Ordine

A.Q. 8400134283 del 28/12/2018 – Attivazione n. 3500263951

### Note

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

### N. pagine

51

### N. pagine fuori testo

5

### Data

18/07/2022

### Elaborato

ENC - Baglivi Antonella

C2010954 1829512 AUT

### Verificato

ENC - Mozzi Riccardo

C2010954 2809622 VER

### Approvato

ENC - Il Responsabile - Mozzi Riccardo

C2010954 2809622 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 2022 by CESI. All rights reserved

## *Indice*

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE OGGETTO DI DEMOLIZIONE .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>INDIVIDUAZIONE DEI POTENZIALI CENTRI DI PERICOLO DISMESSI DA SOTTOPORRE AD INDAGINE AMBIENTALE .....</b>	<b>18</b>
5.1	Episodi ambientalmente rilevanti riscontrati in passato .....	21
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO.....</b>	<b>22</b>
6.1	Inquadramento geografico.....	22
6.2	Inquadramento naturalistico-paesaggistico.....	24
6.3	Inquadramento geomorfologico .....	24
6.4	Inquadramento geologico .....	27
6.4.1	Assetto generale.....	27
6.4.2	Assetto di dettaglio .....	30
6.5	Inquadramento idrogeologico.....	32
6.5.1	Assetto generale.....	32
6.5.2	Assetto locale .....	33
<b>7</b>	<b>SINTESI DEGLI ESITI DELLE INDAGINI AMBIENTALI PREGRESSE.....</b>	<b>34</b>
7.1	Suolo/Sottosuolo.....	36
7.2	Acque Sotterranee .....	37
7.2.1	Aspetti geochimici .....	37
<b>8</b>	<b>PIANO DELLE INDAGINI AMBIENTALI .....</b>	<b>39</b>
8.1	Impostazione metodologica .....	39
8.1.1	Numero e caratteristiche dei punti di indagine .....	39
8.1.2	Campionamenti matrice terreno - Frequenza dei prelievi in senso verticale .....	42
8.1.3	Campionamenti matrice acque sotterranee .....	43
8.1.4	Parametri da determinare.....	43
8.1.5	Restituzione dei risultati.....	45
8.2	Modalità di indagine in campo.....	46
8.2.1	Esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo.....	46
8.2.2	Campionamento dei suoli.....	47
8.2.3	Campionamento delle acque sotterranee .....	48
8.3	Metodiche analitiche.....	49
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>50</b>

ALLEGATI

**Tot. Pagg. 2**

- Allegato 1** Monitoraggio delle acque sotterranee 2010 – 2021. Campioni non conformi alle CSC per il parametro Arsenico
- Allegato 2** Serbatoi di stoccaggio materie prime, prodotti e intermedi

TAVOLE FUORI TESTO

**Tot. Pagg. 3**

- Tavola 1** Planimetria generale del sito con ubicazione dei principali elementi dell'impianto
- Tavola 2** Planimetria d'impianto con evidenziati i potenziali centri di pericolo individuati
- Tavola 3** Planimetria d'impianto con ubicazione dei punti d'indagine proposti

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	18/07/2022	C2010954	Prima emissione

## 1 PREMESSA

La Centrale Termoelettrica “Teodora” di Porto Corsini è ubicata nel territorio comunale di Ravenna, in gestione alla società Enel Produzione S.p.A. (di seguito Enel), è stata autorizzata all’esercizio con il Decreto DSA-DEC-2009-0001631 del 12/11/2009 (Rif. [3]); di recente, tale autorizzazione è stata sottoposta a riesame complessivo conclusosi con l’emissione da parte del Ministro della Transizione Ecologica (MiTE) del D.M. n. 274 del 06/07/2021 (Rif. [21]).

Il Parere Istruttorio Conclusivo n. 1297 del 21/06/2021 (Rif. [20]), rilasciato dalla Commissione Istruttorie IPPC nell’ambito della procedura di riesame dell’AIA, con la prescrizione n. 58 prevede la presentazione di un piano di dismissione del sito:

*“Entro 12 mesi dalla pubblicazione del provvedimento di riesame, si prescrive la presentazione di quanto già realizzato in merito a eventuali piani di dismissione e messa in sicurezza già presentati e un aggiornamento del piano di dismissione e di bonifica del sito omnicomprensivo dei tempi di realizzazione.*

*La documentazione dovrà essere presentata all’Autorità Competente e all’ISPRA.*

*Il progetto dovrà essere comprensivo degli interventi necessari al ripristino e alla riqualificazione ambientale delle aree liberate.*

*Nel progetto dovrà essere compreso un Piano di Indagini atte a caratterizzare la qualità dei suoli e delle acque sotterranee delle aree dismesse e a definire gli eventuali interventi di bonifica, nel quadro delle indicazioni degli obblighi dettati dal D.Lgs. n. 152/06.”*

In tale ambito, Enel ha incaricato CESI S.p.A. (in seguito CESI) di elaborare il presente Piano di Indagine ambientale, con lo scopo di addivenire alla caratterizzazione ambientale delle aree che saranno liberate dalle strutture, dagli impianti e dai fabbricati una volta dismessa la centrale.

Il presente piano fa quindi riferimento al Piano di Dismissione presentato da Enel con nota n. Enel-PRO-07/10/2011-0044112 (Rif. [6]), il quale prevede che l’area e le strutture di servizio esistenti possano essere riutilizzate (e, dunque, non smantellate del tutto) per la costruzione di nuovi impianti; non essendo però definita la destinazione futura del sito, il piano di dismissione descrive le attività necessarie ad eliminare dal sito gli impianti industriali, i fabbricati civili e le installazioni fino alla quota del piano campagna.

Come specificato nel Piano di Dismissione, il programma di dismissione ad oggi ipotizzato sarà definito progettualmente in futuro in funzione della convenienza tecnico-economica al prolungamento della vita residua dell’impianto, nonché in funzione del recupero a fini diversi di parte delle strutture impiantistiche o degli immobili presenti; anche il presente piano di indagine sarà quindi integrato/revisionato in accordo con le future eventuali integrazioni/revisioni del piano di dismissione.

La centrale di Porto Corsini non è attualmente oggetto di nessuna procedura di gestione della contaminazione ai sensi del D.Lgs. 152/06.

Il sito nel suo complesso è stato oggetto di indagini di caratterizzazione ambientale, a partire dal documento *“Caratterizzazione del suolo, sottosuolo e acque sotterranee”* redatto da URS Italia e presentato da Enel nel febbraio 2006 (Rif. [2]); il documento descrive i risultati dell’indagine svolta nel novembre 2005 nelle aree del sito su cui insistevano alcuni manufatti e fabbricati già sottoposti a demolizione, e identificati quali potenziali centri di pericolo per le matrici ambientali suolo, sottosuolo ed acque sotterranee.

L’indagine ha previsto l’esecuzione di 14 sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni di terreno. Dei 14 sondaggi, 3 sono stati attrezzati a piezometri di monitoraggio con diametro 4”; nel mese di gennaio 2006 è stato eseguito il primo campionamento delle acque sotterranee. I risultati dell’indagine, descritti nel documento Rif. [2] già citato, hanno mostrato la conformità alle CMA previste dal D.M. 471/99 per tutti i parametri ricercati su tutti i campioni.

Con l’ottenimento dell’Autorizzazione Ambientale Integrata (Decreto DSA/DEC/2009/0001631 del 12/11/2009, Rif. [3]), il Ministero dell’Ambiente ha prescritto che il monitoraggio delle acque sotterranee fosse rappresentativo delle acque a monte e a valle dell’impianto; nel luglio 2010 Enel ha quindi eseguito una verifica della rappresentatività della rete piezometrica presente (documento Rif. [4]) evidenziando la necessità di implementare la rete piezometrica.

Nel luglio 2010 sono stati realizzati due ulteriori piezometri (Pz4 e Pz5), senza prelievo di campioni di terreno; stante l’incertezza sulla direzione di flusso prevalente, i piezometri sono stati ubicati in posizione tale da permettere in ogni caso di disporre di 4 punti di monitoraggio in posizione perimetrale rispetto all’area, al fine di monitorare la qualità in entrata/uscita dal sito.

Nel mese di novembre 2010 è stato eseguito il primo campionamento delle acque sotterranee dai 5 piezometri disponibili, riscontrando una lieve non conformità alle CSC previste dalla Tab. 2, All. 5 alla Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/06 (nel frattempo entrato in vigore) per il parametro Arsenico nel Pz5, un ulteriore controllo è stato eseguito nel maggio 2011, con esiti non conformi alla CSC per l’Arsenico nei piezometri Pz2, Pz4 e Pz5.

Gli esiti del campionamento di novembre 2010 sono stati comunicati da Enel alle PPA (nota n. ENEL-PRO-23/12/2010-0053496, Rif. [5]) con la precisazione che il livello di concentrazione di Arsenico rilevato fosse allineato con lo stato generale della falda già rilevato dagli Enti di controllo (documenti Rif. [26] e [27]), e pertanto non riconducibile ad una situazione di contaminazione localizzata né a responsabilità del gestore della centrale Enel di Porto Corsini; di conseguenza la comunicazione era ricondotta all’art. 239, comma 3 del D.Lgs. 152/06, relativo alle aree caratterizzate da inquinamento diffuso.

A seguito della comunicazione Enel di cui sopra, nell’ambito delle procedure previste dall’art. 245 del D.Lgs. 152/06 la Provincia di Ravenna ha richiesto con nota avente protocollo generale n. 78956 del 11/10/2011, la verifica della situazione dell’Arsenico; Enel ha quindi predisposto il documento *“Proposta di Indagine/caratterizzazione della falda volta alla verifica della presenza delle condizioni idrogeochimiche compatibili con la mobilizzazione di Arsenico ed all’individuazione di valori di fondo naturale/antropico dell’area in cui si trova la centrale termoelettrica di Porto Corsini (RA)”* (Rif. [7]), trasmesso con lettera n. Enel-PRO-15/03/2012-0012956.

Il documento di cui sopra è stato discusso nel corso della Conferenza dei Servizi tenutasi in data 23 aprile 2012 ed approvato con provvedimento della Provincia di Ravenna n. 1659 del 16/05/2012, che disponeva la realizzazione di un ulteriore piezometro e la prosecuzione del monitoraggio sulla rete di 6 piezometri con cadenza semestrale.

Il piezometro integrativo (Pz6) è stato realizzato nel giugno 2012, con prelievo di un campione di terreno; nello stesso mese è stata eseguita la prima campagna di monitoraggio delle acque sotterranee sulla rete di 6 piezometri.

Con nota del 24/01/2013 la Provincia di Ravenna ha successivamente disposto di intensificare la frequenza dei monitoraggi delle acque di falda da semestrale a trimestrale in modo da avere un maggiore numero di dati su cui basare le valutazioni di cui sopra: Enel ha pertanto eseguito nell'anno 2013 quattro campagne di misurazione, ed ha mantenuto tale frequenza anche per l'anno 2014. A partire dal 2015 (a seguito di quanto concordato con la stessa Provincia in un incontro tecnico tenutosi il 13/02/2015) i monitoraggi hanno ripreso una cadenza semestrale, con una campagna nel periodo invernale ed una nel periodo estivo.

Le campagne di monitoraggio delle acque sotterranee eseguite dal 2012 al 2021, i cui esiti sono stati comunicati annualmente alle PP.A. con note/documenti [8]-[18] riportati nel Cap. 2, hanno sostanzialmente confermato i dati ottenuti nel biennio 2010-2011, evidenziando la conformità di tutti i parametri ricercati fatta eccezione per l'Arsenico, che ha mostrato discontinui superamenti della CSC (10 µg/l), seppur con concentrazioni mai superiori a 4 volte il limite di legge (massimo registrato pari a 39 µg/l nel piezometro Pz6 nel giugno 2014).

Il piezometro Pz6, a seguito di cessione a terzi di una porzione dell'area della Centrale su cui lo stesso ricadeva, è stato cementato da Enel nel Novembre 2016 a seguito del "nulla osta" alla chiusura disposto da ARPA Emilia-Romagna - Struttura Autorizzazioni e Concessioni (SAC) di Ravenna con determina n. DAMB/2016/4509 del 15/11/2016; le campagne di monitoraggio successive sono state pertanto svolte con prelievo di campioni da un totale di n. 5 piezometri.

Con nota n. Enel-PRO-14/07/2022-0011643 del 14 luglio 2022, Enel ha trasmesso alle PPA lo studio *"Dimostrazione dell'origine naturale dell'Arsenico nelle acque sotterranee dell'area della Centrale"* (Rif. [24], che è stato oggetto di un incontro tecnico con ARPAE, tenutosi in data 28 giugno 2022.

Il presente rapporto descrive e dettaglia pertanto le attività di indagine ambientale che si propone di eseguire nell'area della Centrale di Porto Corsini successivamente alla dismissione del sito; si prevede l'esecuzione in prossimità dei centri di pericolo di 35 sondaggi verticali, 7 dei quali da attrezzare a piezometro, da realizzare una volta completate le attività di dismissione, in modo tale da acquisire informazioni sullo stato di qualità ambientale del suolo, sottosuolo ed acque sotterranee ad integrazione dei dati già disponibili sull'area, propedeutici ai futuri utilizzi dell'area, attualmente non definiti.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### Riferimenti normativi

D.M. 25 ottobre 1999, n. 471 “Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22” e successive modificazioni e integrazioni. (GU Serie Generale n.293 del 15-12-1999 - Suppl. Ordinario n. 218)

D.Lgs. 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).

### Riferimenti tecnici

- [1] *“Edifici basamenti Turbogas, trasformatori TG, Pipe Rack – Relazione Geotecnica”*, Enel Power, Doc. 912PC 07368, Maggio 2000
- [2] *“Caratterizzazione del suolo, sottosuolo e acque sotterranee – Centrale a ciclo combinato della UB Porto Corsini”*, URS Italia, Febbraio 2006
- [3] *Decreto M.A.T.T.M. DSA/DEC/2009/0001631 del 12/11/2009 - Autorizzazione Integrata Ambientale della Centrale Termoelettrica ENEL SpA di Porto Corsini (RA)*
- [4] *“Verifica della rete piezometrica esistente – Centrale a ciclo combinato della UB Porto Corsini”*, redatto da URS Italia, Luglio 2010
- [5] *“Comunicazione del riscontro di concentrazione di As leggermente superiore alla soglia di contaminazione (CSC)” e contestuale trasmissione del documento “Relazione sul monitoraggio dei piezometri per il controllo della falda acquifera centrale Enel di Porto Corsini”*, redatto da URS Italia, Dicembre 2010 (inviati con nota n. Enel-PRO-23/12/2010-0053496)
- [6] *“Piano di dismissione della centrale termoelettrica”*, presentato da Enel con nota n. Enel-PRO-07/10/2011-0044112
- [7] *“Proposta di Indagine/caratterizzazione della falda volta alla verifica della presenza delle condizione idrogeochimiche compatibili con la mobilizzazione di Arsenico ed all’individuazione di valori di fondo naturale/antropico dell’area in cui si trova la centrale termoelettrica di Porto Corsini (RA)”* (inviato con nota n. Enel-PRO-15/03/2012-0012956)
- [8] *“Controllo della falda sotterranea. Riferimento Decreto ex DSA/DEC/2009/0001631 del 12/11/2009 di autorizzazione della Centrale Termoelettrica ENEL SpA di Porto Corsini (RA)”* (inviato con nota n. Enel-PRO-31/08/2011-0038118)
- [9] *“Centrale Termoelettrica di Porto Corsini – Indagine/caratterizzazione della falda per il parametro Arsenico (Provvedimento della Provincia di Ravenna n. 1659 del 16/05/12) – Trasmissione dei risultati dei monitoraggi svolti nel 2012”*; redatto da Enel-URS Italia, Dicembre 2012 (inviato con nota n. Enel-PRO-21/12/2012-0060421)
- [10] *“Centrale Termoelettrica di Porto Corsini – Indagine/caratterizzazione della falda per il parametro Arsenico (Provvedimento della Provincia di Ravenna n. 1659 del 16/05/12) – Trasmissione dei risultati dei monitoraggi svolti nel 2013”*; redatto da Enel-C.R.S.A. Med Ingegneria, Gennaio 2014 (inviato con nota n. Enel-PRO-14/01/2014-0001705)
- [11] *“Centrale Termoelettrica di Porto Corsini – Indagine/caratterizzazione della falda per il parametro Arsenico (Provvedimento della Provincia di Ravenna n. 1659 del 16/05/12) – Trasmissione dei risultati dei monitoraggi svolti nel 2014”*; redatto da Enel-C.S.A., Gennaio 2015 (inviato con nota n. Enel-PRO-23/01/2015-0003070)



- [12] *“Centrale Termoelettrica di Porto Corsini – Indagine/caratterizzazione della falda per il parametro Arsenico (Provvedimento della Provincia di Ravenna n. 1659 del 16/05/12) – Trasmissione dei risultati dei monitoraggi svolti nel 2015”*; redatto da Enel-C.S.A., Aprile 2016 (inviato con nota n. Enel-PRO-11/04/2016-0012546)
- [13] *“Centrale Termoelettrica di Porto Corsini – Indagine/caratterizzazione della falda per il parametro Arsenico (Provvedimento della Provincia di Ravenna n. 1659 del 16/05/12) – Trasmissione dei risultati dei monitoraggi svolti nel 2016”*; redatto da Enel-C.S.A., Febbraio 2017 (inviato con nota n. Enel-PRO-09/02/2017-0005257)
- [14] *“Centrale Termoelettrica di Porto Corsini – Indagine/caratterizzazione della falda per il parametro Arsenico (Provvedimento della Provincia di Ravenna n. 1659 del 16/05/12) – Trasmissione dei risultati dei monitoraggi svolti nel 2017”*; redatto da Enel-C.S.A., Febbraio 2018 (inviato con nota n. Enel-PRO-13/02/2018-0003363)
- [15] *“Centrale Termoelettrica di Porto Corsini – Indagine/caratterizzazione della falda per il parametro Arsenico (Provvedimento della Provincia di Ravenna n. 1659 del 16/05/12) – Trasmissione dei risultati dei monitoraggi svolti nel 2018”*; redatto da Enel- C.S.A., Maggio 2019 (inviato con nota n. Enel-PRO-06/05/2019-0007245)
- [16] *“Centrale Termoelettrica di Porto Corsini – Indagine/caratterizzazione della falda per il parametro Arsenico (Provvedimento della Provincia di Ravenna n. 1659 del 16/05/12) – Trasmissione dei risultati dei monitoraggi svolti nel 2019”*; redatto da Enel- C.S.A., Aprile 2020 (inviato con nota n. Enel-PRO-06/04/2020-0005752)
- [17] *“Centrale Termoelettrica di Porto Corsini – Indagine/caratterizzazione della falda per il parametro Arsenico (Provvedimento della Provincia di Ravenna n. 1659 del 16/05/12) – Trasmissione dei risultati dei monitoraggi svolti nel 2020”*; redatto da Enel- C.S.A., Febbraio 2021 (inviato con nota n. Enel-PRO-25/02/2021-0003072)
- [18] *“Centrale Termoelettrica di Porto Corsini – Indagine/caratterizzazione della falda per il parametro Arsenico (Provvedimento della Provincia di Ravenna n. 1659 del 16/05/12) – Trasmissione dei risultati dei monitoraggi svolti nel 2021 per il primo semestre”*; redatto da Enel - C.S.A., Agosto 2021 (inviato con nota n. Enel-PRO-11/08/2021-0012509)
- [19] *“Centrale Termoelettrica di Porto Corsini – Indagine/caratterizzazione della falda per il parametro Arsenico (Provvedimento della Provincia di Ravenna n. 1659 del 16/05/12) – Trasmissione dei risultati dei monitoraggi svolti nel 2021 per il secondo semestre”*; redatto da Enel - C.S.A., Febbraio 2022 (inviato con nota n. Enel-PRO-04/02/2022-0001912)
- [20] Commissione Istruttoria IPPC – Enel Produzione Spa – Centrale Termoelettrica di Porto Corsini – *“Autorizzazione Integrata Ambientale ID 37/10143 – Riesame - Parere Istruttorio Conclusivo”*, prot. 1297 del 21 giugno 2021
- [21] Decreto M.T.E. DEC-MIN-0000274 del 06 luglio 2021 – Riesame dell’Autorizzazione Integrata Ambientale della Centrale Termoelettrica ENEL SpA di Porto Corsini (RA)
- [22] *“Centrale Termoelettrica “Teodora” di Porto Corsini (RA) – D.M. 95/2019 – Verifica della sussistenza dell’obbligo di presentazione della Relazione di Riferimento”*, redatto da Stantec, Ottobre 2021 (inviato con nota n. Enel-PRO-20/10/2021-0016027)
- [23] Rapporto Annuale 2021, inviato con nota n. Enel-PRO-28/04/2022-0006526
- [24] *“Dimostrazione dell’origine naturale dell’Arsenico nelle acque sotterranee dell’area della Centrale”*, redatto da CESI SpA, Luglio 2022 (inviato con nota n. Enel-PRO-14/07/2022-0011643)



[25] *“Piano di dismissione della centrale termoelettrica – Revisione 2022”*, redatto da Enel, Luglio 2022

Fonti bibliografiche

[26] *“Monitoraggio sperimentale dello ione arsenico nelle acque sotterranee della media e bassa pianura veneta - Progetto Mo.Sp.As”*, ARPA Veneto, Servizio Acque Interne, Marzo 2009

[27] *“Relazione di sintesi sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee della Provincia di Ravenna – Anno 2008”*, ARPA Veneto, Sezione Provinciale di Ravenna, Novembre 2012

### 3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La Centrale di Porto Corsini è ubicata nel Comune di Ravenna in prossimità dell'area industriale Bassette, lungo il canale Candiano a Nord-Est della città di Ravenna, e sorge su un'area di circa 89 ha dei quali 18 coperti, 53 scoperti e pavimentati, 18 scoperti e non pavimentati; la centrale è stata realizzata nei primi anni Sessanta, ed era inizialmente costituita da 4 gruppi (2 da 70 MW e 2 da 156 MW) alimentati ad olio combustibile denso (OCD).

La centrale è stata alimentata con OCD fino al 2001 e successivamente è stata riconvertita a centrale a ciclo combinato con funzionamento a gas naturale. Tale attività ha comportato la dismissione e demolizione dei gruppi da 70 MW (caldaie, turbine, alternatori).

Le turbine e gli alternatori dei gruppi da 156 MW sono stati mantenuti ed integrati nei nuovi impianti, costituiti da 2 gruppi turbogas da 255 MW ciascuno.

La configurazione attuale dell'impianto è stata avviata nel 2002 ed ha potenza elettrica complessiva di 820 MWe; la produzione di energia elettrica avviene tramite l'esercizio di due unità (Gruppo E – Fase 1 e Gruppo G – Fase 2) ciascuna con potenza termica di combustione pari a 719 MWt e potenza elettrica nominale lorda di 410 MWe, ognuna costituita da una turbina a gas con alternatore, una caldaia a recupero (GVR) e una turbina a vapore con alternatore e condensatore.

Nell'assetto attuale la Centrale Termoelettrica Enel di Porto Corsini è autorizzata all'esercizio con il Decreto del Ministro della Transizione Ecologica (MiTE) n. 274 del 06/07/2021 (Rif. [21]).

Il ciclo produttivo attuale è descritto dalle seguenti attività tecnicamente connesse:

- Gruppi di generazione dell'energia elettrica E e G
- AC1 Stazione di decompressione e rete di distribuzione del gas naturale
- AC2 Caldaie ausiliarie per l'avviamento
- AC3 Impianti di emergenza gruppi elettrogeni
- AC4 Impianto antincendio
- AC5 Raccolta, trattamento e scarico acque reflue
- AC6 Impianto di acqua demineralizzata DEMI
- AC7 Impianto per la produzione di ipoclorito di sodio
- AC8 Attività di manutenzione
- AC9 Laboratorio chimico.

Nel seguito si riporta una breve descrizione dei principali elementi della centrale, con riferimento alle attività del ciclo produttivo.

#### **Gruppi di generazione dell'energia elettrica E e G**

Le due sezioni a ciclo combinato, denominate Gruppo E e Gruppo G (Fase 1 e Fase 2), sono state realizzate accoppiando turbine a gas alle turbine a vapore di due unità termoelettriche preesistenti nel sito; il ciclo combinato è costituito da due cicli termodinamici in cascata dove l'energia termica non sfruttata in uscita dal primo costituisce l'energia in ingresso del secondo.

Le principali apparecchiature che compongono ciascuna unità si possono quindi così riassumere:

- un gruppo turbogas (TG): l'aria comburente prelevata dall'esterno, opportunamente filtrata, viene preventivamente compressa e, unitamente al gas naturale, introdotta nel combustore dove i due elementi bruciano formando gas ad alta pressione e temperatura. I gas vengono

inviati nel turbogas provocandone la rotazione ed il generatore elettrico, ad esso rigidamente collegato, produce quindi energia elettrica;

- un generatore di vapore a recupero (GVR) che sfrutta l'elevata temperatura dei fumi di scarico del rispettivo turbogas (circa 570 °C) per la trasformazione dell'acqua nel vapore necessario ad alimentare la turbina a vapore (TV); i fumi, dopo aver attraversato il GVR, vengono scaricati all'atmosfera attraverso un camino alto 90 m;
- una turbina a vapore (TV) alimentata dal generatore di vapore a recupero (GVR). Il vapore introdotto nella turbina ne provoca la rotazione e il generatore elettrico, ad esso rigidamente collegato, produce quindi energia elettrica. Il vapore in uscita dalla turbina viene riportato allo stato liquido nel condensatore e reinviato al generatore di vapore per compiere un nuovo ciclo;
- due trasformatori che provvedono ad elevare la tensione dell'energia elettrica prodotta dai due generatori elettrici, collegati rispettivamente al turbogas ed alla turbina a vapore, a livello idoneo per essere immessa nella rete nazionale di trasporto;
- sala controllo per la supervisione e gestione dell'impianto.

La sorgente fredda del condensatore è assicurata dall'acqua di raffreddamento appositamente prelevata dal canale Candiano e successivamente restituita al canale Magni.

Le turbine a gas sono alimentate con gas naturale e sono dotate di combustori a secco a bassa produzione di NOx (DLN); i gas di scarico dopo aver ceduto il calore tecnicamente recuperabile nel GVR sono convogliati al rispettivo camino.

L'energia elettrica è immessa nella rete nazionale di trasporto per mezzo della stazione elettrica della centrale Teodora, da cui parte un elettrodotto dedicato.

### **AC1 Stazione di decompressione e rete di distribuzione del gas naturale**

Il gas naturale viene consegnato alla centrale Teodora da una diramazione della linea proveniente dalla rete nazionale di SNAM RETE GAS ed è fornito ad una pressione di circa 55 bar; il gas è inviato ad un apposito impianto riduttore di pressione (75 – 35 bar) per la depressurizzazione del gas fino alle condizioni di esercizio necessarie per l'immissione nel combustore del turbogas.

L'impianto è dotato inoltre degli opportuni servizi ausiliari e dei misuratori di portata fiscali previsti.

### **AC2 Caldaie ausiliarie per l'avviamento**

La centrale è dotata di due generatori di vapore ausiliari, che hanno la funzione di fornire vapore durante le fasi di avviamento dei gruppi e per esigenze di impianto in caso di fuori servizio delle unità termoelettriche.

In particolare:

- la caldaia "Cornovaglia" di marca Calortec (6,98 MWt) alimentata a gas naturale e dotata di un proprio camino di scarico per i fumi (camino 3);
- la caldaia "Cornovaglia" di marca Melgari (0,785 MWt), installata nel gennaio 2015, è alimentata a gas naturale e funziona alternativamente alla precedente.

### **AC3 Impianti di emergenza gruppi elettrogeni**

La centrale è dotata di due gruppi elettrogeni, costituiti da un motore diesel accoppiato rigidamente con l'alternatore trifase provvisto di stabilizzatore di tensione, che si avviano automaticamente in caso di mancanza di tensione sulla rete, per mantenere l'alimentazione ai servizi ausiliari e d'emergenza.

I gruppi elettrogeni sono identificati con le sigle 6GE1 e 6GE2 e sono costituiti ciascuno da un motore di marca Perkins da 1.256 KW di potenza e da un alternatore Stamford trifase coassiale da 1.500 kVA di potenza nominale continua a 50 Hz di frequenza; ogni gruppo ha potenza termica di 3,5 MW ed è provvisto di un serbatoio di riserva del gasolio di alimentazione.

### **AC4 Impianto antincendio**

L'impianto antincendio comprende una rete molto estesa di idranti, interessante tutte le zone dell'impianto esposte potenzialmente al pericolo di incendio.

Il circuito idranti è alimentato da un complesso di pompe (elettropompe ed una motopompa antincendio di emergenza con motore diesel di potenzialità totale pari a circa 280 kW) tali da assicurare una pressione costante sul circuito a 6 bar. La motopompa è provvista di un serbatoio di riserva del gasolio di alimentazione.

L'acqua necessaria all'impianto antincendio è fornita dalla rete acqua industriale della centrale, stoccata in apposito serbatoio con capacità di circa 1.000 m<sup>3</sup> (id serbatoio: s.G) in caso di ulteriore necessità l'acqua viene prelevata direttamente dal mare.

### **AC5 Raccolta, trattamento e scarico acque reflue**

L'impianto di trattamento acque reflue (ITAR) è costituito da sistemi dedicati alle diverse tipologie di acque reflue prodotte dall'impianto.

Il sistema di trattamento delle acque potenzialmente contaminate da olio e combustibile è costituito da un serbatoio BL001X con capacità di circa 1.000 m<sup>3</sup> dell'ITAR (serbatoio s.A) per la disoleazione delle acque per gravità e separazione dell'olio stratificato in superficie con sistemi galleggianti.

Il sistema di trattamento chimico-fisico, dedicato alle acque acide/alcaline, è costituito dal serbatoio BL001B di capacità pari a circa 1.000 m<sup>3</sup> (serbatoio s.B) e dalle sezioni di flocculazione, sedimentazione, correzione pH, controllo automatico finale acqua trattata, disidratazione fanghi (filtro-pressa).

Le acque trattate vengono stoccate nel serbatoio BL001A (serbatoio s.C) e successivamente inviate allo scarico.

L'impianto di trattamento acque reflue biologiche (ITAB) è costituito da un sistema di vasche di raccolta e da un impianto modulare ad ossidazione totale, costituito da 3 moduli; la vasca comune di raccolta a monte dell'impianto ha una capacità di 20 m<sup>3</sup>. Ciascun modulo è costituito dalle medesime sezioni comprensive di accumulo liquami, ossidazione, sedimentazione, accumulo fanghi. Le acque trattate, in uscita dall'impianto di trattamento acque reflue biologiche (ITAB), sono rilanciate al serbatoio BL001B delle acque acide-alcaline per il trattamento chimico-fisico.

### **AC6 Impianto di acqua demineralizzata DEMI**

L'impianto di demineralizzazione, che ha lo scopo di produrre acqua idonea all'uso nei cicli termici delle unità produttive della centrale, consiste in un impianto ad osmosi inversa associato ad

elettrodeionizzatori; in aggiunta, è presente un impianto con colonne a scambio ionico per il recupero parziale delle acque utilizzate nel ciclo termico.

L'acqua demineralizzata prodotta viene stoccata in due appositi serbatoi con capacità di circa 1.000 m<sup>3</sup> cadauno (serbatoi s.F).

#### **AC7 Impianto per la produzione di ipoclorito di sodio**

L'impianto di additivazione cloro nell'acqua di raffreddamento ha lo scopo di evitare lo sporcamento biologico nei circuiti acqua di raffreddamento principale e dei servizi.

Il processo adottato per l'impianto di dosaggio nella centrale si basa sulla produzione di ipoclorito a partire da acqua di mare mediante parziale elettrolisi del cloruro di sodio contenuto nell'acqua di mare grezza; l'impianto è quindi costituito di una serie di celle elettrolitiche.

Nella **Tavola 1** allegata al presente documento è riportata la planimetria generale della centrale, con indicazione dei principali elementi che la costituiscono.

## 4 DESCRIZIONE DELLE OPERE OGGETTO DI DEMOLIZIONE

Gli interventi di smantellamento descritti nel *“Piano di dismissione della centrale termoelettrica – Revisione 2022”* (Rif. [25]), riguardano gli impianti industriali, i fabbricati civili e le installazioni fino alla quota del piano campagna; le scelte progettuali del presente piano di indagine sono quindi basate sul presupposto della demolizione dell’intera centrale, e la descrizione delle opere che saranno oggetto di demolizione coincide con quella degli elementi costitutivi della centrale, di cui al capitolo precedente.

Va comunque precisato che qualora a fine vita dell’impianto siano identificati utilizzi specifici per l’area o sia definita una progettualità per il suo riutilizzo/riqualificazione o, altresì, intervengano significative evoluzioni normative, il piano di dismissione ed il presente piano di indagine ambientale dovranno necessariamente essere rivisti alla luce di suddette condizioni, allo stato attuale non ipotizzabili.

In funzione dei futuri scenari di riutilizzo o sviluppo del sito, oltre che delle modalità operative previste per la demolizione, il piano di dismissione identifica le posizioni:

- per le quali è prevista la messa in sicurezza preliminare alla demolizione, per la rimozione delle sostanze e delle miscele pericolose;
- da mantenere in servizio in quanto funzionali alle attività di demolizione e/o alla gestione del sito fino al riutilizzo;
- da smantellare / demolire / smontare per riutilizzo, per le quali la demolizione avverrà fino a piano campagna senza procedere alla demolizione delle pavimentazioni.

### **Posizioni da mettere in sicurezza prima della demolizione**

Il piano di dismissione identifica le parti di impianto che saranno messe in sicurezza prima delle demolizioni, con lo scopo di rimuovere dai depositi e dai circuiti le sostanze e miscele pericolose con potenziale rischio per l’ambiente o la salute:

- sistema di alimentazione gasolio, con particolare riferimento allo svuotamento e bonifica dei serbatoi del deposito oli minerali;
- montanti elettrici di gruppo, con estrazione e allontanamento degli oli FS6;
- trasformatori ed ausiliari elettrici, con svuotamento dell’olio;
- turbine a gas, con rimozione dell’olio dalle casse olio turbina;
- alternatori e sistema di raffreddamento ad idrogeno, con svuotamento del sistema olio tenute idrogeno;
- gruppi elettrogeni, con bonifica del serbatoio di gasolio);
- deposito ammoniaca, con svuotamento e messa in sicurezza dei serbatoi, stazione di scarico autobotti e relative tubazioni e apparecchiature;
- compressori aria servizi e strumenti;
- impianto di produzione acqua demineralizzata;
- sistema acqua servizi;
- sistema batterie 110 Vcc e 220 Vcc;
- stazione decompressione metano, tubazioni e struttura pipe-rack;
- impianto trattamento acque biologiche (ITAB),
- impianto produzione ipoclorito di sodio.

La messa in sicurezza consentirà di garantire l’assenza di eventuali sversamenti o dispersioni delle sostanze e miscele pericolose durante l’esecuzione delle operazioni di demolizione.

### **Posizioni da mantenere in esercizio durante la demolizione**

Gli asset per i quali è previsto il mantenimento in servizio durante la demolizione sono i seguenti:

- cabina elettrica BT;
- impianto di dislocazione e gestione acque meteoriche;
- edifici servizi ausiliari, deposito temporaneo rifiuti e uffici;
- rete punti di campionamento delle acque sotterranee (piezometri);
- impianto di illuminazione e impianto di distribuzione FM;
- sistema di controllo accessi e di videosorveglianza.

In funzione di futuri assetti del sito, gli asset di cui sopra potranno essere demoliti una volta terminate le attività di demolizione sulle altre posizioni della centrale.

### **Posizioni da demolire**

Come specificato in precedenza, alla dismissione della centrale e in fase di progettazione definitiva della demolizione saranno valutate le possibilità di recupero / riutilizzo di parte delle strutture impiantistiche e/o degli edifici; per le strutture destinate al mantenimento, la demolizione non sarà spinta fino al ripristino dello stato originario e si procederà alla verifica dell'eventuale situazione di contaminazione delle matrici ambientali e alla valutazione della situazione strutturale volta ad escludere ogni potenziale rischio per l'ambiente e la salute.

Allo stato attuale del programma di dismissione, il piano di indagine è basato sul presupposto che:

- la demolizione riguardi tutti gli impianti produttivi, oltre ai dispositivi ed apparecchiature ausiliari ed alle relative opere civili;
- le attività di indagine ambientale saranno svolte al termine delle demolizioni.

Le posizioni interessate dalle demolizioni sono quindi riportate nel seguito, raggruppate in funzione delle attività di demolizione da svolgere e delle possibili criticità connesse:

Posizioni	Attività per la demolizione
Cabinati TG e sala macchine: turbine, alternatori e trasformatori delle unità a gas generatori di vapore a recupero e ausiliari, comprese le relative opere civili turbine, alternatori e trasformatori delle unità a vapore condensatori e componenti del ciclo termico Ciminiere Edifici compressori aria Edificio caldaie ausiliarie Edifici uffici, laboratorio, magazzini e officina, comprese le rispettive pertinenze Parcheggi, strade, piazzali Stazione trattamento gas naturale	Smontaggio di: Apparecchiature Macchinari Opere metalliche sostegno carri ponte Carriponte Strutture metalliche Demolizione di: Opere in c.a. e/o muratura



Posizioni	Attività per la demolizione
Edificio spogliatoi e portineria Locale autorimessa Cunicoli per cavi e tubazioni Opere idrauliche di presa e restituzione, comprese le apparecchiature elettromeccaniche Impianti ausiliari (antincendio, aria compressa, caldaie ausiliarie, etc.) Circuiti acqua raffreddamento e relative pompe Depositi rifiuti	
Impianti chimici (DEMI e ITAR) Impianto trattamento acque biologiche (ITAB), Impianto produzione ipoclorito di sodio Pipe rack	Smontaggio di: Apparecchiature Impianti Strutture metalliche Demolizione di: Opere in c.a. e/o muratura
Serbatoi gasolio e tubazioni Vasche e serbatoi vari Rete fognaria	Smontaggio di: Strutture metalliche Demolizione di: Opere in c.a. e/o muratura
Trasformatori Cavi in olio fluido	Svuotamento da olio Smontaggio e recupero del ferro e del rame
Edificio di controllo, sala apparecchiature elettriche e opere civili Stazione elettrica Condotti sbarre in SF6 Cabina campionamento fumi (SME) Impianti di illuminazione esterna	Disconnessione e strip-out cavi elettrici Rimozione cavidotti MT interrati Rimozione rete di terra Rimozione pali illuminazione

**Tabella 1** – Piano dismissione. Elenco posizioni e attività previste

Le possibili criticità connesse con gli smontaggi e le demolizioni di cui alla Tabella 1 sono riepilogabili come segue:

Impianti chimici (DEMI e ITAR):

- sostanze chimiche;
- metalli venuti a contatto o contenenti materiale potenzialmente inquinante.

Serbatoi e vasche:

- sostanze idrocarburiche e acque contaminate da olii e carburanti.

Trasformatori e cavi ad olio fluido:

- olio diatermico.

Per quanto riguarda i serbatoi di stoccaggio di materie prime, prodotti e intermedi, in Allegato 2 si riporta la Tabella C.13 della Scheda C consegnata dal Gestore con la richiesta di aggiornamento del “piano di indagine ambientale; l’ubicazione delle singole posizioni è riportata nelle Tavole 1 e 2.

La messa in sicurezza degli impianti prima delle demolizioni, descritta in precedenza, consentirà di prevenire e mitigare le criticità di cui sopra.

Ciascun intervento di demolizione/decostruzione sarà costituito dalle fasi principali sottoelencate (si tratta necessariamente di un elenco di massima di macro-fasi, che potranno essere svolte tutte o solo in parte, in funzione della specifica sezione di impianto che si andrà a dismettere):

- smontaggio pannelli di tamponatura;
- rimozione coibentazione dalle apparecchiature;
- demolizione ciminiera;
- asportazione macchinario e arredi;
- demolizione apparecchiature elettriche;
- taglio carpenterie e parti in pressione;
- smontaggio strutture portanti;
- demolizione opere murarie e in calcestruzzo;
- demolizione pavimentazioni in conglomerato bituminoso.

Le demolizioni riguarderanno tutti gli impianti, edifici e installazioni fino alla quota del piano campagna; non è prevista la rimozione delle strutture interrato quali basamenti, fondazioni, solette e platee, strade, pavimentazioni, reti fognarie, cavidotti, etc.

La rimozione di tali strutture potrà essere prevista se al momento della dismissione non saranno stati individuate possibili modalità di riutilizzo per il sito; in questo caso, le attività di demolizione verranno effettuate prevedendo la rimozione anche di manufatti interrati, e saranno seguite dal ripristino del piano campagna con riporto di materiale idoneo, realizzazione di aree verdi e comunque in base al piano di successivo riutilizzo dell'area.

## 5 INDIVIDUAZIONE DEI POTENZIALI CENTRI DI PERICOLO DISMESSI DA SOTTOPORRE AD INDAGINE AMBIENTALE

Come già ricordato nel capitolo precedente, il piano di dismissione, non essendo definita la destinazione futura del sito, prevede l'eliminazione dal sito di tutti gli impianti industriali, i fabbricati civili e le installazioni fino alla quota del piano campagna.

Nel presente capitolo vengono descritti i vari centri di pericolo (CP) individuati intersecando le seguenti informazioni:

- i dati relativi alle attività svolte presso i vari settori della centrale necessari al funzionamento e alla manutenzione della centrale stessa, così come descritti nel Capitolo 3;
- i dati riguardanti l'utilizzo e lo stoccaggio di prodotti e sostanze definite pericolose dal D.M. 95/2019 e riassunte nel documento "Verifica della sussistenza dell'obbligo di presentazione della Relazione di Riferimento", redatto da Stantec (Rif. [22]);
- i dati provenienti dalla planimetria delle reti fognarie, impianti di trattamento e scarichi idrici.

Nella seguente tabella vengono descritti i vari centri di pericolo individuati con i criteri sopra descritti, presso i quali verranno collocati i punti di indagine proposti.

ID	Descrizione	Sostanze pericolose presenti/presunte	Possibili analiti associati
CP01	<b>Vasca oli.</b> Vasca di rilancio dei fluidi trasportati dalla fognatura oleosa è posizionata nei pressi nell'area deposito rifiuti nel settore di Nord-Ovest dell'impianto.	Fluidi oleosi	Idrocarburi, IPA
CP02	<b>Edificio autorimessa, ex officina, torre di smontaggio ed ex magazzino.</b> Posizionato sul lato Ovest dell'impianto all'interno del quale avvenivano lavorazioni meccaniche e di manutenzione veicoli.	Oli, carburanti lubrificanti, solventi.	Idrocarburi, BTEXS, IPA, Solventi Clorurati
CP03	<b>Piazzola di scarico ammoniacale</b>	Ammoniaca	pH, Metalli
CP04	<b>Serbatoi ammoniacale</b>	Ammoniaca	pH, Metalli
CP05	<b>Edificio reagenti chimici ITAR e DEMI.</b> Situato all'interno dell'impianto di trattamento acque reflue, all'interno vengono stoccati i chemicals necessari alle operazioni di trattamento acque	Acido Cloridrico, Cloruro Ferrico, Soda Caustica, Calce, Polielettrolita, Ipoclorito di sodio, Antincrostante	pH, Metalli
CP06	<b>Box reagenti impianto DEMI.</b> Situato all'esterno dell'impianto DEMI.	Acqua ossigenata, Antiscalante, Polielettrolita, Cloruro di sodio	pH, Metalli
CP07	<b>Serbatoi di servizio gasolio.</b> Quattro serbatoi adibiti allo stoccaggio di gasolio di alimentazione dei gruppi elettrogeni di emergenza, motopompa antincendio e	Gasolio	Idrocarburi, BTEXS, IPA

**RAPPORTO**

USO RISERVATO

APPROVATO

C2010954

ID	Descrizione	Sostanze pericolose presenti/presunte	Possibili analisi associati
	rifornimento muletti. Posizionati nei pressi del cabinato pompe antincendio a Sud della stazione elettrica e al di fuori dell'area sezione turbogas TGE e TGG.		
CP08	<b>Serbatoio acque oleose 1.000 m<sup>3</sup> s.A.</b> Posizionato a Est del CP05. Raccoglie le acque provenienti dalla fognatura oleosa.	Fluidi oleosi	Idrocarburi, IPA, PCB
CP09	<b>Serbatoio acque acide/alcaline 1.000 m<sup>3</sup> s.B.</b> Posizionato a Sud del CP08. Raccoglie le acque provenienti dalla fognatura acida/alcalina.	Acque acide/alcaline	pH, Metalli
CP10	<b>Edificio compressori con annesso deposito olii.</b> Posizionato a Nord-Ovest dell'edificio Sala Macchine, contiene i compressori per generare aria servizi e strumenti per il funzionamento dell'impianto. All'interno dell'edificio si trova un locale depositi olii necessari al funzionamento dei compressori.	Oli, lubrificanti	Idrocarburi, BTEXS, IPA, Solventi Clorurati
CP11	<b>Edificio sala macchine gruppi a vapore.</b> Situato nella zona centrale dell'impianto contiene i gruppi vapore TV3 e TV4. Possibile presenza di sostanze necessarie alla manutenzione.	Oli, lubrificanti	Idrocarburi, BTEXS, IPA, Solventi Clorurati
CP12	<b>Vasca raccolta sgrigliato e accumulo acque lavaggio.</b> Situata al confine Nord della centrale, possibile presenza di oli.	Fluidi oleosi	Idrocarburi, IPA
CP13	<b>Edificio produzione ipoclorito.</b> Situato a Est dell'edificio compressori CP10.	Ipoclorito	pH, Metalli
CP14	<b>Trasformatori principali gruppi a vapore.</b> Posizionati a Sud dell'edificio Sala Macchine CP11.	Olio diatermico	PCB, Idrocarburi, IPA
CP15	<b>Stazione elettrica.</b> Posizionata nella zona Sud della centrale, possono essere presenti olii e residui di PCB.	Olio diatermico	PCB, Idrocarburi, IPA
CP16	<b>Vasca rilancio acque meteo.</b> Riceve le acque provenienti dalla superficie di alloggiamento della Stazione elettrica; possibile presenza di olii e PCB.	Olio diatermico	PCB, Idrocarburi, IPA
CP17	<b>Deposito fusti oli lubrificanti ed isolanti.</b> Posizionato a Nord-Est dell'edificio Sala macchine CP11.	Olii	Idrocarburi, IPA, PCB

ID	Descrizione	Sostanze pericolose presenti/presunte	Possibili analisi associati
CP18	<b>Area stoccaggio prodotti e reagenti (Ammoniaca e Carboidrazide).</b> Posizionato a Nord-Est dell'edificio Sala macchine CP11.	Ammoniaca, Carboidrazide	pH, Metalli, Ammine
CP19	<b>Serbatoi additivi chimici Trattamento condensato.</b> Posizionato a Nord-Est dell'edificio Sala macchine CP11.	Cloruro ferroso, Acido cloridrico, Soda caustica	pH, Metalli
CP20	<b>Trasformatore rete locale.</b> Posizionato a Sud-Est dell'edificio Sala macchine CP11.	Olio diatermico	Idrocarburi, IPA, PCB
CP21	<b>Pozzetto trappola olio trasformatori.</b> Posizionato a Sud-Est dell'edificio Sala macchine CP11.	Olio diatermico	Idrocarburi, IPA, PCB
CP22	<b>Vasca scarichi.</b> Posizionato tra l'impianto di trattamento biologico e il collettore di scarico delle acque di raffreddamento. Collegato con la raccolta delle acque meteoriche dalla stazione elettrica (CP16).	Fluidi oleosi	Idrocarburi, IPA, PCB
CP23	<b>Area serbatoi trattamenti chimici ciclo termico interno alla sala macchine.</b> Posizionata all'interno dell'edificio Sala macchine CP11, nel confine Est dell'edificio, contiene i chemicals necessari al condizionamento del ciclo vapore.	Carboidrazide, Soda caustica, Ammoniaca	pH, Metalli
CP24	<b>Gruppi elettrogeni.</b> Posizionati ai confini Nord-Ovest e Sud-Ovest dei turbogas CP28.	Oli, lubrificanti, carburanti, solventi	Idrocarburi, BTEXS, IPA, Solventi Clorurati
CP25	<b>Officina.</b> Posizionata nel quadrante Sud-Est dell'impianto.	Oli, lubrificanti, carburanti, solventi	Idrocarburi, BTEXS, IPA, Solventi Clorurati
CP26	<b>Vasche rilancio scarichi ammoniacali.</b> Posizionate a Sud delle due turbine a gas all'interno del CP28.	Ammoniaca	pH, Metalli
CP27	<b>Vasca scarichi oleosi.</b> Posizionata nell'area di Sud-Est della centrale raccoglie le acque appartenenti al circuito "fogna oleosa" proveniente dall'area imprese esterne.	Fluidi oleosi	Idrocarburi, BTEXS, IPA, Solventi Clorurati
CP28	<b>Area turbogas e GVR.</b> Posizionata nel quadrante di Nord-Est dell'impianto. Possibile presenza di sostanze necessarie alla manutenzione.	Olii, lubrificanti	Idrocarburi, BTEXS, IPA, Solventi Clorurati
CP29	<b>Trasformatori principali e trasformatori di unita turbogas.</b> Posizionati a Est del CP28.	Olio diatermico	PCB, Idrocarburi, IPA

ID	Descrizione	Sostanze pericolose presenti/presunte	Possibili analiti associati
CP30	<b>Locali officina e carpenteria.</b> Aree appartenenti alle ditte esterne di manutenzione posizionate nell'area di Sud-Est dell'impianto.	Olii, lubrificanti, carburanti, solventi	Idrocarburi, BTEXS, IPA, Solventi Clorurati
CP31	<b>Vasca rilancio acque oleose.</b> Posizionata a sud dell'impianto DEMI. Raccoglie le acque contenenti oli provenienti dall'area di stoccaggio ammoniaca e area serbatoi s.A s.B e s.C	Fluidi oleosi	Idrocarburi, BTEXS, IPA, Solventi Clorurati
CP32	<b>Vasca raccolta acque acide/alcaline.</b> Posizionata a Ovest del Serbatoio s.C, raccoglie le acque relative all'area serbatoi s.B e s.C	Acque acide/alcaline	pH, Metalli
CP33	<b>Serbatoio olio riserva turbina.</b> Posizionato tra la sala compressori CP10 e la sala macchine. Serbatoio fuori terra da 28 m <sup>3</sup> con bacino di contenimento contenente olio lubrificante per le turbine a vapore.	Olio lubrificante	Idrocarburi, IPA

**Tabella 2** – Centri di pericolo individuati

I centri di pericolo sono riportati nella planimetria di **Tavola 2**, la cui legenda riporta l'indicazione degli analiti da ricercare sulle matrici ambientali (terreno e acque) in associazione con la tipologia di sostanza interessata.

## 5.1 Episodi ambientalmente rilevanti riscontrati in passato

Nel passato non sono stati registrati episodi ambientalmente rilevanti e non sono noti sversamenti o, più in generale, eventi accidentali in grado di provocare un peggioramento dello stato di qualità delle matrici ambientali (suolo/sottosuolo e acque sotterranee) rispetto alla situazione contestuale alla caratterizzazione del sito (Rif. [2], [5], [8 - 19]).

## 6 INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO

Le informazioni inerenti all'assetto geologico e idrogeologico generale e locale sono state tratte, oltre che fonti bibliografiche, dai seguenti documenti:

- *"Edifici basamenti Turbogas, trasformatori TG, Pipe Rack – Relazione Geotecnica"*, Enel Power, Doc. 912PC 07368, Maggio 2000 (Rif. [1]);
- *"Caratterizzazione del suolo, sottosuolo e acque sotterranee – Centrale a ciclo combinato della UB Porto Corsini"*, URS Italia, Febbraio 2006 (Rif. [2]);
- *"Verifica della rete piezometrica esistente – Centrale a ciclo combinato della UB Porto Corsini"*, URS Italia, Luglio 2010 (Rif. [4]).

### 6.1 Inquadramento geografico

La centrale termoelettrica Enel "Teodora" di Porto Corsini è ubicata nel territorio comunale di Ravenna, situato all'estremità orientale della pianura emiliano-romagnola, e confinante a Nord con i comuni di Comacchio e Argenta, ad Ovest con i comuni di Alfonsine, Bagnacavallo e Russi, a Sud con quello di Cervia, Forlì, Bertinoro e Cesena ed a Est con il Mare Adriatico. Il territorio comunale copre una superficie di 654,88 km<sup>2</sup>.

L'estensione in lunghezza del territorio comunale in direzione Nord-Sud da Torre di Bellocchio a Mensa è di 46 km; l'estensione in larghezza in direzione Ovest-Est da Traversara alla foce dei Fiumi Uniti è di 23 km. La linea di costa si sviluppa per un totale di 37 km.

Il territorio risulta completamente pianeggiante, costituito da una pianura alluvionale costiera generata dai depositi di numerosi fiumi e torrenti provenienti dall'Appennino emiliano-romagnolo; le quote altimetriche variano tra il livello del mare e la quota di 20 m s.l.m. circa.

Dal punto di vista topografico l'area è ricompresa:

- nel foglio IGM n° 89 alla scala 1:100.000, nel foglio IGM n. 223 in scala 1:50.000 e nella tavoletta IGM n. 223 SE in scala 1: 25.000 della Carta Topografica d'Italia;
- nella sezione CTR n. 223120 in scala 1:10.000

Più in dettaglio il sito si inserisce nella frazione di Porto Corsini nel Comune di Ravenna, all'interno dell'area industriale Bassette del porto di Ravenna, e risulta ubicato circa 9 km a NE del centro cittadino e circa 1,7 dalla linea di costa posta a W, corrispondente a quella prospiciente l'abitato di Marina di Ravenna.

Il contesto urbanistico al contorno è rappresentato dal Porto di Ravenna, costituito dal complesso delle aree produttive e commerciali che si affacciano sul Canale Candiano, via d'acqua navigabile che si sviluppa per circa 11 km e che collega l'abitato di Ravenna (ove si trova il porto-darsena cittadino) al mare. L'area portuale comprende l'intera area demaniale del Canale Candiano, includendo le dighe foranee a mare e parte della zona umida Piombone. Vi si svolgono attività relative al trasporto merci, al turismo e al diporto nautico. È l'unico porto commerciale dell'Emilia-Romagna e uno dei principali scali del mare Adriatico per traffico merci. L'intera area portuale rientra sotto la direzione dell'"Autorità di sistema portuale del mare Adriatico centro-settentrionale".

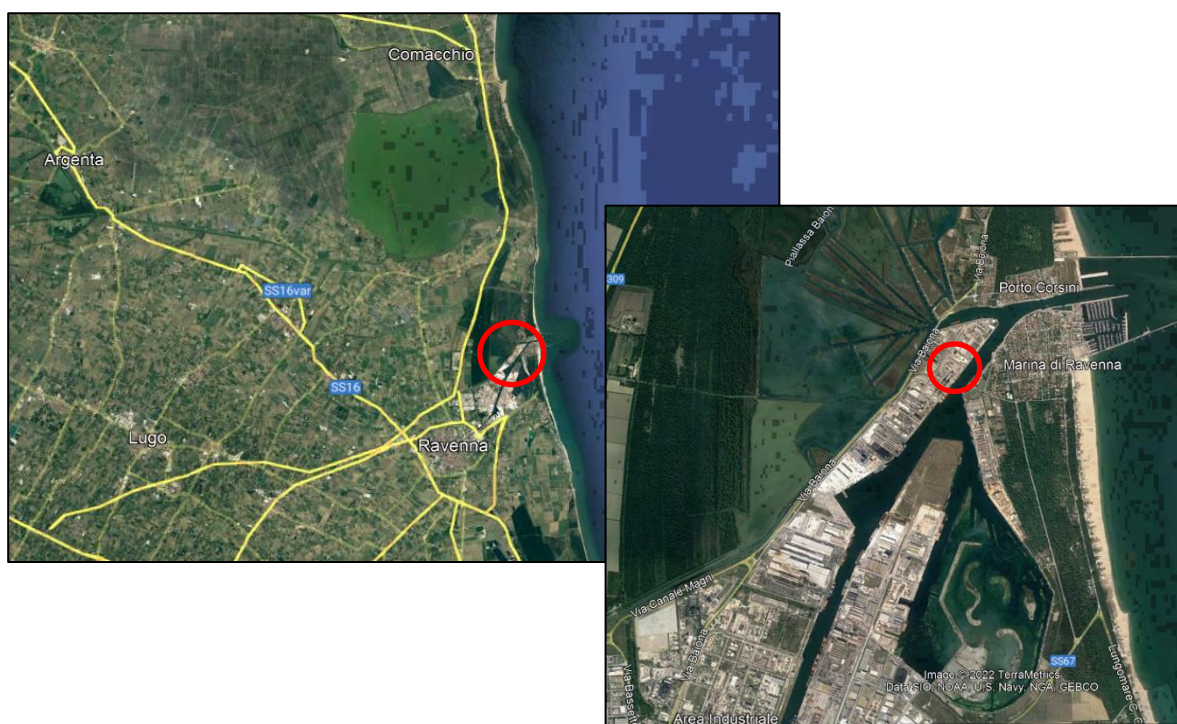
La centrale Enel risulta ubicata nel settore settentrionale dell'area industriale portuale ed affacciata direttamente sul bordo settentrionale del Canale Candiano, poco a Nord della diramazione di quest'ultimo che alimenta la zona umido-salmastra della Pialassa Piombone; si estende su un'area pressoché pianeggiante di circa 89 ha e presenta in pianta una forma rettangolare con asse maggiore orientato NE-SW. La quota del piano campagna si attesta a 0,6-1,0 m s.l.m.

All'interno del contesto industriale/portuale l'area risulta così delimitata:



- a NW dalla strada di penetrazione del complesso industriale, accessibile da Via Baiona, a sua volta collegata alla SS 309 Romea;
- a SE dal tratto portuale navigabile Canale Candiano;
- a NE e SW da altri insediamenti industriali

Le seguenti Figure 1 e 2 forniscono l'inquadramento geografico generale e di dettaglio dell'area in esame.



**Figura 1:** Inquadramento geografico generale dell'area (GoogleEarth®)



**Figura 2:** Dettaglio dell'area della centrale termoelettrica Enel (GoogleEarth®)

## 6.2 Inquadramento naturalistico-paesaggistico

Dal punto di vista paesaggistico il territorio in cui il sito è inserito ospita una porzione rilevante del Parco regionale del Delta del Po dell'Emilia-Romagna e le aree naturali che lo caratterizzano sono costituite principalmente da ambienti palustri e lagunari di interesse internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar del 1971.

Nella zona a nord della città si trova la parte meridionale delle Valli di Comacchio, la riserva naturale Sacca di Bellocchio, le aree umide di Punta Alberete, il fiume Reno, la Valle Mandriole o Valle della Canna, la Pineta di San Vitale e le Pialassa della Baiona e delle Risega, mentre a sud si trovano la Pineta di Classe e la Pialassa dei Piomboni.

L'area è caratterizzata dalla presenza di numerosi siti appartenenti alla rete "Natura 2000" istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE (direttiva "Habitat") per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario; in particolare nell'area insistono i seguenti SIC (Siti Interesse Comunitario) classificati anche come ZPS (Zone di Protezione Speciale) ai sensi della direttiva 79/409:

- Area SIC e ZPS IT4070003 "Pineta di San Vitale", a Ovest,
- Area SIC e ZPS IT4070004 "Pialasse Baiona, Risega e Pontazzo", a Nord ed a Ovest,
- Area SIC e ZPS IT4070005 "Pineta di Casalborsetti, Pineta Staggioni, Duna di Porto Corsini", a Nord.

La Pialassa Baiona rientra nelle aree protette, ai sensi della legge 394/91, in qualità di *zona umida di interesse internazionale* (sito Italy 7IT032). Tali zone sono costituite da aree acquitrinose, paludi, torbiere oppure zone naturali o artificiali d'acqua, permanenti o transitorie, comprese zone di acqua marina la cui profondità, in regime di bassa marea, non superi i sei metri che, per le loro caratteristiche, possono essere considerate di importanza internazionale ai sensi della Convenzione Internazionale di Ramsar (recepita in Italia dal DPR 448 del 13/03/1976).

Successivamente la Pialassa Baiona è stata inclusa nelle "aree sensibili" previste dal D.Lgs. 152/99 (mod. 258/00): "*Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento*", quale area che richiede specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento.

L'area della Centrale Enel risulta ricompresa all'interno del Piano Regolatore (stralcio del PRG comunale) di pertinenza del distretto industriale/portuale di Ravenna, adottato con delibera del Comitato Portuale n. 9 del 9.03.2007 ed approvato con delibera della Giunta Provinciale n. 20 del 3.02.2010.

Dal punto di vista paesaggistico tuttavia, ai sensi degli Artt. 5.3-5.7-5.11 del PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) della Provincia di Ravenna, nella proposta di Piano Urbanistico Generale (PUG) del Comune di Ravenna assunta con D.G.C. n. 14 del 14 gennaio 2022 (Tavola "QC\_1-2 - Piani e vincoli sovraordinati-Tutele paesaggistico ambientali") l'area in oggetto, così come l'intera area paludoso-salmastra circostante, risulta inserita nelle "Zone di protezione delle acque sotterranee costiere".

## 6.3 Inquadramento geomorfologico

Il territorio comunale di Ravenna si estende su una superficie complessiva di 654,88 km<sup>2</sup>. Dal punto di vista morfologico si caratterizza per la presenza di un paesaggio completamente pianeggiante con andamento totalmente omogeneo compreso tra le quote di 20 m s.l.m. ed il livello del mare stesso.

Tale paesaggio e la varietà di forme associate sono da mettere in relazione con l'evoluzione geologico-strutturale antica e recente dell'area. La morfologia del territorio è quella tipica di una pianura alluvionale intensamente antropizzata, con alvei fluviali pensili aventi argini rialzati e rinforzati dall'uomo nel corso dei secoli scorsi per consentire il deflusso incanalato e proteggere le aree abitate e coltivate

dalle frequenti esondazioni dovute alle improvvise piene dei fiumi, che trovavano facile e rapida espansione nelle zone tra un corso d'acqua e l'altro, talora particolarmente depresse.

Gli argini fluviali ed i rilevati stradali sono gli unici rilievi della parte interna del territorio comunale, mentre nella zona costiera si hanno in alcune ristrette fasce occupate modesti rilievi, che raggiungono al massimo alcuni metri, determinati dalla presenza dei cordoni litorali dunosi, che presentano un andamento lungo la direttrice SSW-NNE, sub-parallela alla linea di costa.

Numerosi corsi d'acqua appenninici, che prendono tutti origine fuori comune o fuori provincia, sfociano in mare dopo aver transitato nel territorio comunale di Ravenna. Si tratta del Fiume Reno, del Lamone, del Montone e del Ronco (che a sud del capoluogo sono stati fatti confluire a formare i "Fiumi Uniti"), del Bevano e del Savio. Complessivamente i bacini idrografici sottesi da tali corsi d'acqua hanno una superficie notevolmente maggiore (circa 7.100 km<sup>2</sup>) sia rispetto a quella del territorio comunale che a quella dell'intera provincia di Ravenna; durante gli episodi di piena improvvisa, infatti le limitate sezioni degli alvei di pianura contengono a fatica le elevate portate fluenti.

Trattandosi di un territorio interamente pianeggiante tali corsi d'acqua nei secoli scorsi sono stati contenuti entro alte e consistenti arginature, con elevazione fino a 12 m da piano campagna, per impedire che venissero allagate le zone circostanti. In molti casi si hanno tratti ad alveo pensile, in cui si hanno sensibili dislivelli tra il livello medio del pelo libero dell'acqua ed il piano campagna nei territori limitrofi.

Le direzioni prevalenti di deflusso sono da SW, così come determinato dalla esposizione predominante del versante appenninico romagnolo, mentre nel tratto terminale verso il mare l'orientazione degli alvei tende a disporsi da W verso E.

Esistono nel territorio comunale anche numerosi specchi d'acqua e zone umide, tra cui le Valli di Comacchio, di Ponte Alberete, la Valle delle Canne, alcune grosse cave e le zone delle cosiddette "Pialasse", che si caratterizzano il paesaggio posto sia a Nord che a Sud dell'area industriale portuale.

Le Pialasse ravennati sono lagune costiere salmastre che occupano vaste aree depresse parallele al litorale. Le lagune sono sostanzialmente due, entrambe in comunicazione col porto canale di Ravenna: la Pialassa "Piombone", situata a sud del canale Candiano ed estesa fino alla strada statale n. 67, e la Pilassa "Baiona" più ampia, posta a nord del canale ed estesa verso N fino al corso del F. Lamone.

Le Pialasse rappresentano gli ultimi bacini di acqua salmastra presenti nel Ravennate; l'ecosistema originario risulta gravemente snaturato da pesanti interventi di industrializzazione ubicati ai loro margini (di cui il principale è rappresentata dalla zona industriale del porto), e risulta interessato da diffusi fenomeni di inquinamento. Nonostante ciò, tali aree conservano ancora un rilevante interesse paesaggistico ed un discreto valore naturalistico, come testimoniato dal fatto che la Pialassa Baiona risulta compresa all'interno di un SIC.

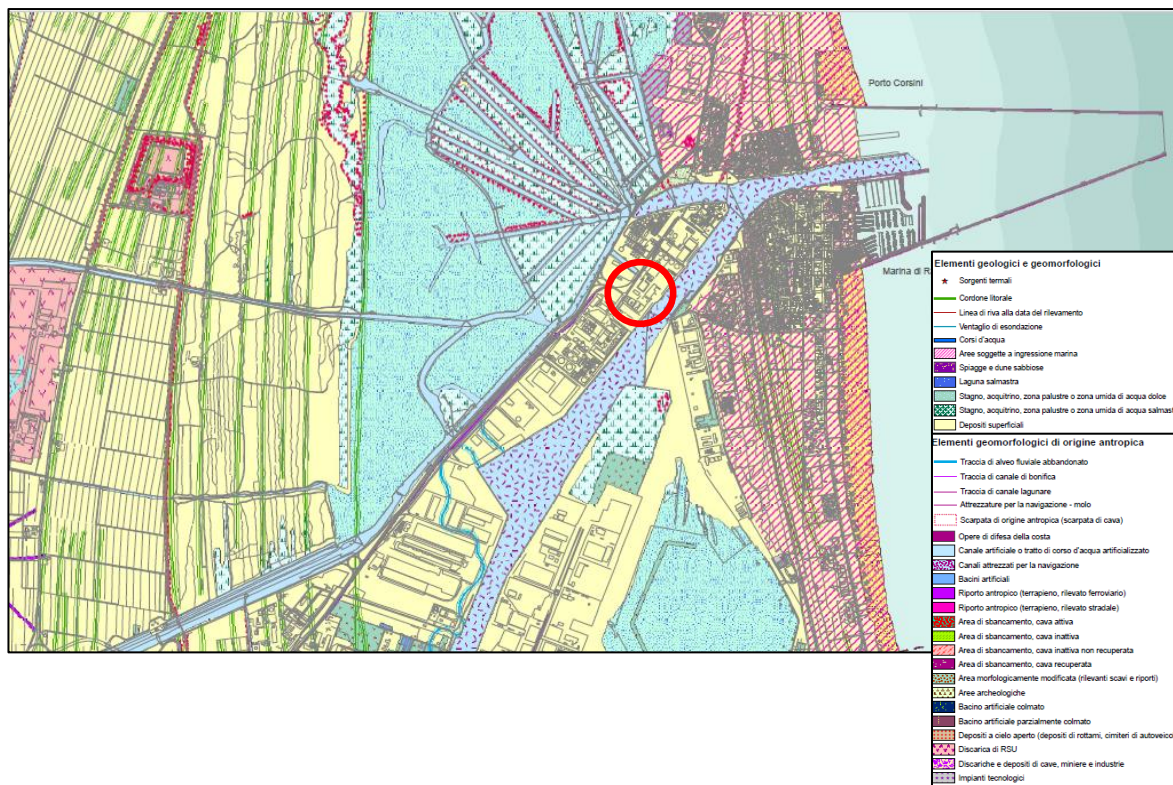
Dal punto di vista geomorfologico, le attuali Pialasse sono i residui della grande laguna all'interno della quale sorgeva nell'antichità la città di Ravenna e non sono in senso stretto né valli né lagune, poiché subiscono il flusso della marea come le lagune (essendo collegate al mare tramite una rete di canali), ma risultano divise da quest'ultimo da una striscia di terra (tombolo) continua. La fitta rete di canali converge nel Canale della Baiona, collegato a sua volta al Canale Candiano: i canali sono stati così costruiti per facilitare l'ingresso delle correnti di marea nella zona portuale e sfruttare il flusso/riflusso delle acque di mare al loro interno, impedendo ai detriti in sospensione di depositarsi e favorendo il trasporto solido all'esterno dei due moli foranei, evitando così fenomeni di interrimento progressivo del porto e dei canali navigabili.

Nella seguente Figura 3, tratta dalla proposta di Piano Urbanistico Generale (PUG) del Comune di Ravenna assunta con D.G.C. n. 14 del 14 gennaio 2022 e disponibile sul sito web istituzionale dell'amministrazione comunale, è riportata l'ubicazione dell'area in studio posta lungo il bordo



settentrionale del Canale navigabile Candiano; sono apprezzabili i due specchi di acqua salmastra ("Pialassa Baiona" e "Pialassa Piombone") poste rispettivamente a Nord e Sud del canale navigabile, l'estesa rete di canali di marea disposti a ventaglio all'imbocco della Pialassa Baiona nonché gli estesi cordoni dunari che caratterizzano sia la zona prossimale alla costa che la porzione del territorio posta a W delle aree umide di cui sopra.

La litologia prevalente indicata per l'area su cui ricade la centrale Enel è identificata con "depositi superficiali".



**Figura 3: Carta geomorfologica dell'area in studio**  
(PUG 2020 Ravenna, Quadro Conoscitivo, Tav. 5.10.7 Nord)

Dal punto di vista idrografico l'area ricade nel territorio di competenza dell'"Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli", istituita con L.R. n.14 del 29/03/1993 in attuazione della Legge 18/05/1989 n.183 ed a cui fanno capo i bacini del Fiumi Lamone, Fiumi Uniti, Canale Candiano, Bevano, Savio e Rubicone. Il territorio di competenza si colloca nella porzione centrale dell'area romagnola che dallo spartiacque appenninico scende e occupa il versante nord-est fino al mare Adriatico.

Dal punto di vista della classificazione degli ambiti territoriali omogenei, l'area rientra nella "Zona della costa", caratterizzata dalla presenza di aree di notevole valore paesaggistico-naturalistico (particolarmente nei comuni di Cervia e Ravenna), quali le pinete, le valli e le saline, spesso tuttavia in adiacenza o frammiste a fasce di urbanizzazione dai notevoli problemi urbanistici od ambientali, con particolare riferimento a fenomeni di inquinamento e depauperamento della falde idriche, con quest'ultimo identificato come principale causa del progressivo abbassamento del livello di falda e del progredire del fenomeno dell'ingressione salina verso l'entroterra.

Una menzione particolare merita il fenomeno della subsidenza, che nella zona della pianura ravennate è particolarmente intenso in particolar modo per l'emungimento di acqua dal sottosuolo ed in misura molto marginale e più localizzata per la coltivazione dei giacimenti di gas a terra ed a mare in piattaforma. Negli ultimi 30 - 40 anni, infatti, il territorio della zona di Ravenna ha subito notevoli abbassamenti,

specialmente nell'area della zona industriale, dove è più alta la concentrazione di pozzi. Specialmente nei primi anni '70 le velocità di abbassamento hanno raggiunto alcuni cm/anno, mentre attualmente il fenomeno risulta molto ridotto, per l'applicazione di una serie di misure e di provvedimenti volti ad un più razionale sfruttamento delle risorse sotterranee, non arrivando tuttavia ad annullarsi completamente.

Sulla base dei dati sovraordinati del PAI dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli il Piano Urbanistico Generale (PUG) del Comune di Ravenna assunto con D.G.C. n. 14 del 14 gennaio 2022 classifica dal punto di vista idraulico l'area in studio come segue:

- *P2 (pericolosità fluviale poco frequente  $T_R$  100-200 anni)* - Tavola "QC\_5-7-3 – Pericolosità idraulica",
- *R1 (a basso rischio)* - Tavola "QC\_5-7-4 – Rischio idraulico".

## 6.4 Inquadramento geologico

L'area in studio è inquadrata all'interno della seguente cartografia geologica nazionale e regionale:

- Foglio n. 89 "Ravenna" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000,
- Foglio n. 223 "Ravenna" della Carta Geologica d'Italia (progetto CARG) in scala 1:50.000;

### 6.4.1 Assetto generale

Il territorio dell'area in studio appartiene al settore romagnolo del bacino sedimentario padano, formato da una successione ciclica di depositi marini, deltizi, lagunari, palustri ed alluvionali di età pliocenico-quadernaria, che costituiscono il riempimento del bacino di avanfossa compreso tra la catena appenninica a Sud e la catena Alpina a Nord. Tale successione sedimentaria poggia su un substrato che presenta elementi tettonici profondi aventi struttura complessa. Tali elementi, ricostruiti principalmente tramite prospezioni geofisiche effettuate per la ricerca di idrocarburi, presentano una configurazione a pieghe con asse parallelo alle principali linee strutturali appenniniche (NW-SE). La geometria del substrato ha condizionato la successiva sedimentazione di copertura, che presenta spessori variabili, con massimi in corrispondenza delle depressioni (sino a 3.000 m) e minimi sulle strutture positive (circa 1.500 m.).

L'evoluzione sedimentaria plio-quadernaria del bacino padano registra una generale tendenza regressiva identificata al margine appenninico (Ricci Lucchi et al., 1982) da depositi marini di ambiente via via meno profondo fino ai depositi continentali

Sulla base degli studi promossi dalla Regione Emilia-Romagna è stata definita l'architettura stratigrafica a scala regionale dei depositi continentali della pianura emiliano-romagnola, attraverso l'uso della stratigrafia sequenziale e delle unità a limiti inconformi (unconformity bounded units) (Regione Emilia Romagna, ENI-AGIP, 1998).

Il riconoscimento di una chiara superficie di inconformità di significato regionale ha consentito l'identificazione di due cicli sedimentari principali, di cui uno marino (Qm) e uno di tipo continentale (Qc).

I depositi del Quaternario continentale della pianura emiliano-romagnola (Qc) sono stati raggruppati in un'unica unità stratigrafica di carattere maggiore, il c.d. "Supersistema Emiliano-Romagnolo", il cui limite inferiore con le sottostanti unità del ciclo marino (Sabbie di Imola, Gruppo del Santerno) affiora solamente a ridosso del margine appenninico oppure nelle aree intravallive collinari (Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP, 1998).

A sua volta il Supersistema emiliano romagnolo è stato suddiviso in due sub-sistemi:

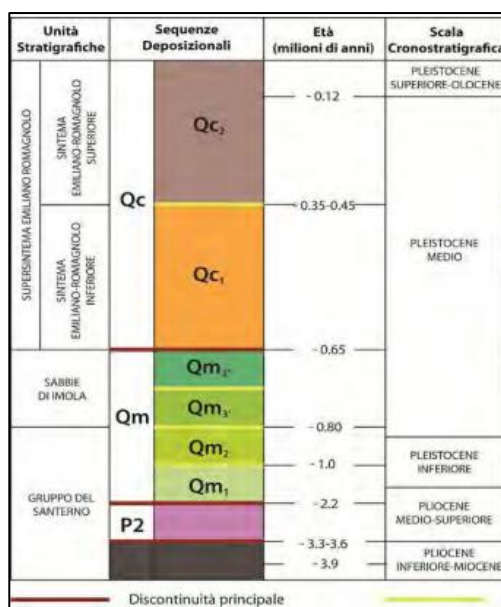
- Sistema emiliano-romagnolo inferiore (Qc<sub>1</sub>), che comprende le unità stratigrafiche di ambiente continentale, sedimentate all'incirca tra 650 mila e 350/450 mila anni fa (Pleistocene Medio),

indicato nella cartografia regionale con la sigla AEI (Alloformazione emiliano-romagnola Inferiore); È un corpo geologico cuneiforme, sottile verso il margine e via via più grosso verso il Po, povero di ghiaie e di paleosuoli, formato in piana alluvionale con depressioni palustri, a dominanza di colore grigio-verde nelle peliti. Per la posizione stratigrafica sopra le Sabbie di Imola, ritenute di età Pleistocene Medio (Ioniano), il limite inferiore di AEI viene datato al Pleistocene Medio parte inferiore (circa 650 ka);

- Sintema emiliano-romagnolo superiore (Qc<sub>2</sub>), comprendente i depositi continentali depositi da 350/450 mila anni fa fino al presente (Pleistocene medio-superiore/Olocene), indicato con la sigla cartografica AES (Alloformazione emiliano-romagnola Superiore) Anche questo è un corpo cuneiforme a spessore di pochi metri al margine appenninico e di oltre 200 m nel sottosuolo a N. È più ricco di ghiaie e di paleosuoli rispetto ad AEI, e ha una dominante di colore giallo-bruno.

Lo spessore complessivo del Supersintema emiliano-romagnolo è pari a circa 600-700 m, mentre lo spessore medio dei due sub-sintemi si aggira sui 300 m circa.

La seguente Figura 4 riporta lo schema stratigrafico e la suddivisione stratigrafico-sequenziale dei depositi plio-quaternari del bacino padano di riferimento per l'intera area emiliano-romagnola.



**Figura 4:** Schema stratigrafico e suddivisione stratigrafico-sequenziale dei depositi plio-quaternari del bacino padano

(Servizio Geologico d'Italia, Progetto CARG, Note illustrative al Foglio 223 Ravenna)

La AES-Qc<sub>2</sub> risulta costituita da depositi alluvionali, deltizi, litorali e marini organizzati in successioni cicliche con spessore di alcune decine di metri, ed è a sua volta suddivisa in unità di rango inferiore (subsintemi, tra cui i termini meno profondi sono rappresentati da quelli di Ravenna, Villa Verucchio e Bazzano) limitati nel sottosuolo da bruschi contatti tra depositi trasgressivi marino-marginali e palustri su depositi di conoide e di piana alluvionale. La successione di cicli trasgressivo-regressivi è formata da argille, limi, sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale, e, limitatamente al settore costiero, da sabbie litorali. Ciascun subsintema è limitato da un orizzonte trasgressivo basale di alcuni metri caratterizzato da argille generalmente ricche in materia organica tipiche di ambiente alluvionale/lagunare, mentre progredendo verso l'alto i litotipi vedono prelevare depositi sabbiosi di ambiente costiero, soprattutto in corrispondenza della attuale linea di costa.



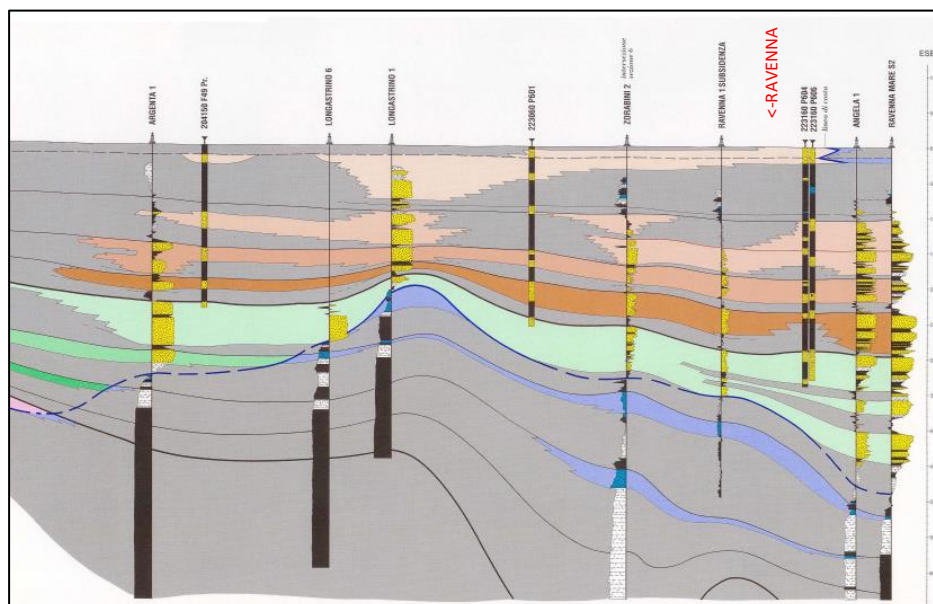
Il limite inferiore di tutta la sequenza alluvionale dell'AES è rappresentato da una superficie di discontinuità di carattere regionale non affiorante, attribuibile a erosione fluviale, che incide in discordanza i depositi marini preesistenti che costituiscono l'unità della "Sabbie di Imola". Il limite superiore di AES è rappresentato dal piano campagna regionale.

L'elemento stratigrafico sommitale di AES è rappresentato dal "Subsintema di Ravenna" (AES8 nella cartografia adottata a livello regionale), che presenta anch'esso limite inferiore inconforme (marcato da una superficie di discontinuità che materializza una lacuna stratigrafica di circa 15.000 anni su base radiometrica) sul sottostante "Subsintema di Villa Verucchio" (AES7); AES8, di spessore complessivo pari a circa 28-29 m, risulta costituito da sedimenti sabbiosi, argillosi e limosi di ambiente alluvionale, deltizio e litorale organizzati in corpi lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi, di spessore plurimetrico.

La seguente Figura 5 raffigura un estratto della sezione geologica (n. 32, Banca dati Servizio Geologico Emilia-Romagna, portale Web-GIS) dell'area del territorio ravennate; nell'area di interesse, la sezione risulta ubicata con direzione NW-SE e passante per il centro dell'abitato di Ravenna, quindi circa a 7-8 km a Sud del sito in oggetto.



Inquadramento della sezione n. 32 rispetto al sito Centrale Enel



**Figura 5:** Sezione geologica interpretativa dell'area della pianura ravennate (Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, geoportale web)

Dal punto di vista degli ambienti deposizionali (Figura 6), procedendo dal mare verso l'entroterra, l'area risulta in generale caratterizzata da depositi di cordone litorale e duna eolica lungo la linea di costa, cui fanno seguito depositi lagunari e di palude salmastra, che costituiscono il sottosuolo su cui risulta impostata l'area in studio; segue una ulteriore fascia, sub-parallela alla costa, rappresentata nuovamente da depositi dunari-eolici che costituiscono l'ambiente di transizione ai depositi di origine fluviale-alluvionale (colore blu in figura), che interessano l'intero entroterra ravennate e romagnolo.





**Figura 6:** Carta geologica di sintesi dell'area della pianura ravennate  
(Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, geoportale web)

#### 6.4.2 Assetto di dettaglio

In merito all'assetto geologico locale, nel sottosuolo ravennate, ad una profondità di circa 80 m è stato possibile osservare che le faune marine fossili del Pleistocene superiore (Tirreniano) tendono a scomparire passando attraverso forme di ambiente lagunare, a sedimenti di ambiente sia terrestre che di acqua dolce. Lo spessore dei sedimenti continentali depositatisi in questa zona durante la regressione Wurmiana si aggira sui 50 m.

Si tratta in prevalenza di limi argillosi con intercalazioni di argille e sabbie. In definitiva, durante la regressione Wurmiana, a seguito dell'abbassamento del livello marino, l'alto Adriatico si era trasformato in una vasta piana alluvionale.

Con il miglioramento climatico si generò un generale ritiro dei ghiacciai ed un aumento del livello marino che durante questa generale trasgressione si arrestò contro le prime colline a sud di Rimini. Nel corso della massima espansione della trasgressione Olocenica (5.000-6.000 anni fa), la linea di costa raggiunse posizioni nell'entroterra ravennate distanti una ventina di km da quella attuale. Pertanto, tutta una vasta area attorno a Ravenna fu occupata dal mare fino a circa 2.000 anni fa, quando ebbe inizio una generale regressione che portò, sia pure con alterne vicende, la linea di costa all'attuale posizione. Nel territorio ravennate la trasgressione è contrassegnata dalla presenza di limo dello spessore di poco più di un metro di ambiente lagunare, cui segue sabbia di ambiente litorale. Queste sabbie segnano il passaggio della linea di costa che, dopo aver raggiunto le posizioni più occidentali, durante la fase della massima espansione della trasgressione, si ritirò su una posizione di qualche km più arretrata. Su questa nuova posizione la spiaggia si stabilizzò per qualche migliaio di anni, dando vita ad un corpo sabbioso spesso fino a 25 m; in questo corpo sabbioso si inseriscono anche strati ghiaiosi a causa di particolari condizioni di trasporto delle correnti di riva. Ad ovest di tale corpo sabbioso si ebbe invece una sedimentazione di limo sabbioso, limo, argilla e torba per l'instaurarsi di un ambiente prima lagunare poi vallivo. Infine, ad est dello stesso corpo sabbioso, dove la sedimentazione avveniva via via in mare aperto sempre più lontano dalla costa, si aveva il deposito di limo sabbioso, limo o argilla.

In questa zona i terreni soprastanti alla trasgressione olocenica sono prevalentemente sabbiosi con locali intercalazioni ghiaiose, i terreni sottostanti sono, invece, di natura in prevalenza argillosa limosa.

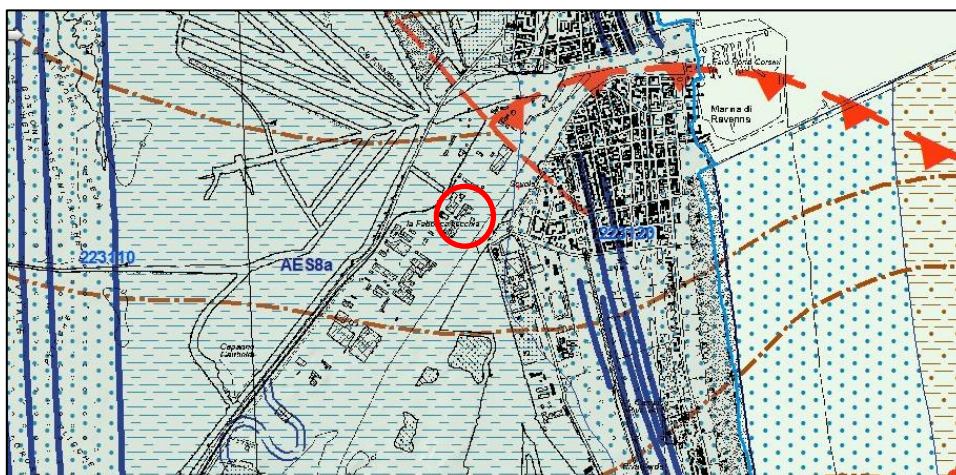
Più nel dettaglio l'area in studio risulta localizzata sui depositi appartenenti alla c.d. "Unità di Modena" (identificati nella cartografia regionale con la sigla AES8a), che costituisce la parte sommitale del Subsistema di Ravenna e che presenta uno spessore massimo di 5-6 m; l'età di tali depositi è molto recente e viene inquadrata tra l'età tardo-romana ed il presente.

L'unità di Modena non presenta grosse differenze, a livello litologico, rispetto ai caratteri generali del subsistema di Ravenna di cui costituisce la parte stratigraficamente più alta e recente, generalmente affiorante o sub-affiorante. La si individua principalmente su base morfologica (attraverso l'andamento del microrilievo) oppure risulta riconoscibile nel sottosuolo per la presenza alla base di un orizzonte sovraconsolidato (paleo suolo romano).

Le litologie sub- superficiali presenti, costituite da depositi alluvionali quaternari, vanno dalle sabbie medie, talora grossolane nell'intorno dei corsi d'acqua, alle argille limose laminate nelle zone interfluviali e di palude. Esiste un'estesa fascia costiera, larga fino a 7-8 km circa, costituita da alternanze di depositi sabbiosi di cordone litorale e dune eoliche parallele alla linea di costa con intervallati limi e sabbie fini derivanti dalla deposizione in ambiente paludoso-salmastro tra un cordone e l'altro.

Al tetto dell'unità di Modena si rinviene localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore grigio-giallastro, che, dalle banche dati regionali (geoportale del Servizio Geologico dell'Emilia-Romagna) risulta classificato per l'area del sito come *"MCB1/GLS3 - Complesso dei suoli MARCABO' franco limosi / GALISANO argilloso limosi, a substrato limoso e sabbioso"* di ambiente di pianura costiera.

La seguente Figura 7 riporta uno stralcio della carta geologica di dettaglio in scala 1:10.000 ricavata dal geoportale del Servizio Geologico dell'Emilia-Romagna.



**Figura 7:** Carta geologica di dettaglio in scala 1:10.000 dell'area in studio  
(Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, geoportale web)

Nell'area, come già descritto, risulta impostata nell'Unità di Modena (AES8a); in particolare ricade su depositi di "palude salmastra e laguna di retrocordone", a tessitura fine argilloso-limosa, con ambiente deposizionale di "piana costiera, fronte deltizia e piana di sabbia". Appena ad Est del sito viene identificato un passaggio, ascrivibile al medesimo ambiente di deposizione, a litologie sabbiose di cordone dunare litorale, in accordo con l'inquadramento di sintesi che era stato mostrato in Figura 6.

La cartografia identifica la presenza di strutture tettoniche profonde incerte (linee di faglia e sovrascorrimento) attribuibili al Tortoniano (Miocene medio-superiore) e stima il tetto dei depositi marini pliocenici (isobate di colore marrone) a profondità comprese tra i 3.500 e i 4.000 m sulla verticale dell'area in studio.

Alla scala del sito della centrale Enel dati di dettaglio sono stati ricavati nel corso delle indagini di Investigazione Iniziale previste dal Piano di Caratterizzazione eseguite nel Novembre 2005 ai sensi dell'ex D.M. 471/99.

Le indagini, consistite nella realizzazione di sondaggi e piezometri a carotaggio continuo, hanno permesso di indagare i primi 10 m. (prof. massima raggiunta) di sottosuolo, da cui è stata ricavata la seguente sequenza stratigrafico-litologica:

- **Materiale di riporto:** costituito da sabbie, ghiaie e ciottoli centimetrici fino a profondità comprese tra 1 e 2 m dal p.c.; terreno ascrivibile a materiale di riporto è stato localmente rinvenuto anche a profondità maggiori;
- **Sabbie fini:** presenti fino a circa 9 m da p.c., di colore grigio e/o nocciola, talora con resti di materia organica, fittamente intercalate sia in senso areale che verticale a livelli decimetrici o centimetrici di limi e limi argillosi poco addensati;
- **Limi e limi argillosi:** coesivi, debolmente consolidati, di prevalente colore nero-grigiastro, presenti con carattere di sostituzione discontinua del soprastante livello a dominante sabbiosa tra circa 9 e 10 m da p.c.

## 6.5 Inquadramento idrogeologico

### 6.5.1 Assetto generale

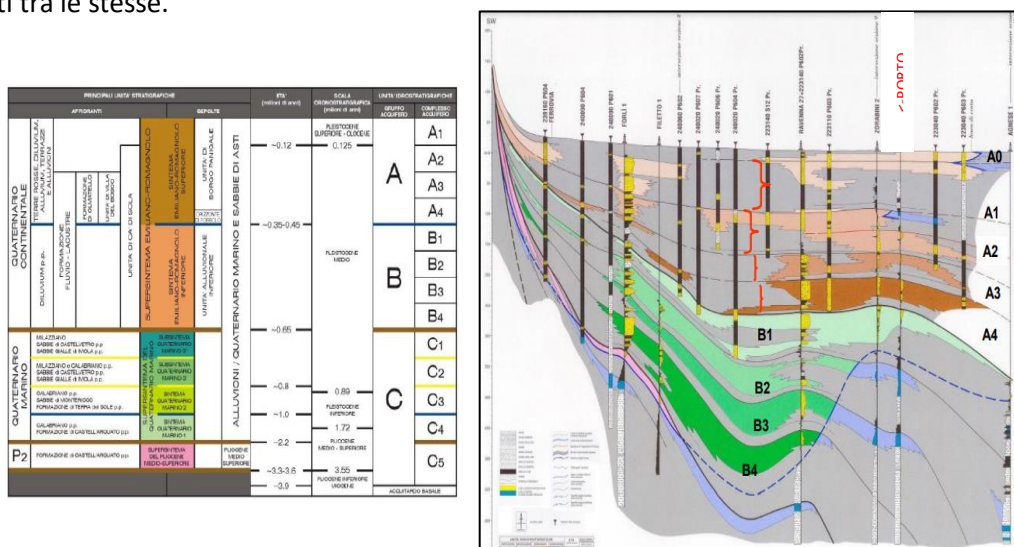
Le caratteristiche degli acquiferi del territorio in esame vanno inquadrare nel modello evolutivo tridimensionale, sia idrogeologico che stratigrafico, dell'intera Pianura Padana Emiliano-Romagnola.

A riguardo, secondo gli studi della Regione Emilia-Romagna Eni-Agip ("Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna", 1998) si distinguono, sia in superficie che nel sottosuolo tre Unità Idrostratigrafiche di rango superiore (UIS), denominate Gruppi Acquiferi A, B e C, a loro volta suddivise in unità, gerarchicamente inferiori, denominate Complessi di Acquiferi.

Esse affiorano sul margine meridionale del Bacino Idrogeologico della Pianura per poi immergersi verso nord al di sotto dei sedimenti depositati dal fiume Po e dai suoi affluenti negli ultimi 20.000 anni, contenenti acquiferi di scarsa estensione e potenzialità (Acquifero Superficiale).

Ciascun Gruppo Acquifero risulta idraulicamente separato, almeno per gran parte della sua estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti grazie a livelli argillosi di spessore plurimetrico sviluppati a scala regionale, denominati Barriere di Permeabilità Regionali. Il loro limite inferiore è dato dall'Acquitardo Basale, formato da unità complessivamente impermeabili.

Con riferimento all'assetto geologico generale dell'area già rappresentato nelle Figure 4 e 5 del § 6.3.1, la seguente figura riporta le principali unità idrostratigrafiche (Gruppi Acquiferi e Complessi Acquiferi) che costituiscono il sottosuolo della pianura emiliano-romagnola, ed una sezione idrogeologica schematica (orientazione SW-NE, dal margine appenninico verso la costa) in cui sono evidenziati i rapporti tra le stesse.



**Figura 8:** Schema e sezione idrostratigrafica del sottosuolo della pianura emiliano romagnola (Eni-Agip-Regione Emilia-Romagna, 1998)



Si nota immediatamente la correlazione tra il Gruppo Acquifero A ed i sedimenti attribuiti al Sintema emiliano-romagnolo Superiore (AES), così come, a profondità superiori ai 300 m da p.c., quella tra il Gruppo Acquifero B e le formazioni geologiche attribuite al Sintema emiliano-romagnolo Inferiore (AEI); è ben visibile, inoltre, la presenza di complessi acquitardi (in grigio) che separano i diversi Gruppi Acquiferi.

L'area in studio, corrispondente all'incirca a quella di Porto Corsini ed evidenziata sulla traccia di sezione, è interessata dalla presenza dell'Acquifero Superficiale (AO), la cui profondità della base, identificata dal tetto del primo livello acquitardo, viene stimata tra 10 e 20 m dal p.c.

### 6.5.2 Assetto locale

Nel territorio di interesse le ricostruzioni stratigrafiche di dettaglio mostrano, entro l'intervallo di sottosuolo esaminato, la presenza di una falda freatica superficiale impostata nell'Acquifero AO" costituito localmente da sedimenti sabbiosi e sabbioso limosi, alimentata dall'infiltrazione diretta e nettamente influenzata dal regime dei canali navigabili e scolmatori presenti sia a Nord che a Sud dell'area in studio.

Il campo di moto del freatico è condizionato dal sistema idrico superficiale principale, connesso principalmente nell'area in studio dal livello dei canali navigabili (Canale Candiano, Canale Baiona che alimenta la Pialassa Baiona a nord della centrale) che esercitano funzioni di alimentazione e drenaggio sulla falda superficiale, con variazioni locali e repentine legate al livello dell'onda di marea da cui risultano influenzati giornalmente.

Dal punto di vista idrogeologico l'area presenta quindi le caratteristiche tipiche di un ambiente costiero, evidenziando in generale un gradiente piezometrico molto ridotto e una direzione di deflusso fortemente variabile nel tempo.

Le ricostruzioni piezometriche a scala del sito, ricavate dai dati freatimetrici raccolti da Enel nel corso delle campagne di monitoraggio della falda acquifera sottostante l'area della centrale termoelettrica svolte tra il 2006 e il 2021, possono essere così riassunti:

Soggiacenza media (m da b.p.)	Livello piezometrico medio (m s.l.m.)	Livello piezometrico massimo registrato (m s.l.m.)	Livello piezometrico minimo registrato (m s.l.m.)
0,59	0,25	0,60	-0.20

**Tabella 3:** valori piezometrici rappresentativi per l'area della Centrale Enel "Teodora" di Porto Corsini

La geometria della superficie di falda, definita inizialmente nel gennaio 2006 a seguito delle prime indagini di caratterizzazione, e basata sulla triangolazione di n. 3 piezometri di monitoraggio, mostrava un orientamento SW-NE con direzione di flusso verso NE.

A seguito della realizzazione di ulteriori 3 piezometri (dei quali poi uno dismesso in quanto ricadente in area ceduta a terzi), e quindi della possibilità di disporre di un maggior numero di punti per la triangolazione delle quote di falda, le direzioni di deflusso calcolate hanno mostrato, come previsto ed anticipato sopra sulla base del contesto in cui l'area è inserita, un andamento molto incostante che non permette di definire su base storica una direzione prevalente di movimento delle acque sotterranee sottostanti il sito.

I dati chimico-fisici acquisiti in campo (misure multi-parametriche) in occasione delle campagne di monitoraggio delle acque sotterranee hanno inoltre evidenziato, con particolare riferimento ai valori di conducibilità elettrica, presenza di acque di intrusione marina, dato che appare del tutto correlabile alla posizione del sito ed alla quota piezometrica media di cui sopra.

La disamina dell'assetto piezometrico dell'area della Centrale sarà esposta più in dettaglio nel successivo Capitolo 7, relativo ai dati ambientali pregressi disponibili.

## 7 SINTESI DEGLI ESITI DELLE INDAGINI AMBIENTALI PREGRESSE

Le prime attività di indagine nell'area della Centrale Termoelettrica a ciclo combinato di Enel Produzione S.p.A. di Porto Corsini risalgono al mese di Novembre 2005, periodo nel quale sono state realizzate le attività previste dalla specifica tecnica *"Caratterizzazione del suolo, sottosuolo e acque sotterranee-Piano di Investigazione"*

L'investigazione ha interessato le aree del sito su cui insistevano alcuni manufatti e fabbricati già sottoposti a demolizione, e identificati quali potenziali centri di pericolo per le matrici ambientali suolo, sottosuolo ed acque sotterranee.

La suddetta caratterizzazione, realizzata da URS Italia S.p.A. su incarico Enel ed i cui esiti sono descritti nel documento [2] indicato nel Capitolo 2, è stata condotta attraverso l'esecuzione di un totale 14 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino alla profondità di 10,0 m dal piano campagna (S1C÷S11C, Pz1C÷Pz3C) con contestuale prelievo di un totale di n. 46 campioni di terreno e n. 3 campioni di terreno superficiale (top soil) che sono stati destinati ad analisi chimiche di laboratorio. Tre sondaggi (Pz1C÷Pz3C) sono stati attrezzati a piezometri di monitoraggio con diametro 4"; il primo campionamento delle acque sotterranee, a seguito dello sviluppo delle colonne piezometriche, è stato eseguito nel mese di gennaio 2006.

Gli esiti delle indagini hanno evidenziato, per quanto riguarda la matrice terreno:

- la piena conformità di tutti i parametri ricercati nel set analitico standard adottato (Metalli, BTEX, IPA, Idrocarburi Totali C<sub>≤12</sub> e C<sub>>12</sub>) per tutti i 46 campioni prelevati (suolo superficiale e suolo profondo);
- la piena conformità, per tutti i campioni prelevati entro il primo metro (suolo superficiale) dei parametri "aggiuntivi" PCB e Amianto;
- la piena conformità, per i 3 campioni di terreno prelevati nel "Top Soil" dei parametri PCB e PCDD/PCDF.

I 3 campioni di acque sotterranee prelevati dai piezometri Pz1C÷Pz3C hanno mostrato anch'essi valori conformi ai limiti di legge previsti dal D.M. 471/99 all'epoca vigente per i parametri ricercati (Metalli, IPA, Idrocarburi Totali, BTEX).

Nel 2009 Enel ha ottenuto il provvedimento di Autorizzazione Integrata Ambientale (Decreto DSA/DEC/2009/0001631 del 12/11/2009, Rif. [3]), in cui è stato prescritto, nell'ambito del "Piano di Controllo e Monitoraggio-Emissioni in acqua" che *"I piezometri devono essere in grado di valutare l'acqua sotterranea a monte e a valle dell'impianto."*

Allo scopo di ottemperare a tale prescrizione nel mese di luglio 2010 Enel ha eseguito una verifica della rappresentatività della rete piezometrica presente, le cui conclusioni sono riportate nel documento URS Italia *"Relazione di verifica della rete piezometrica esistente"* (Rif. [4]); le considerazioni avanzate, legate alla verifica di una direzione di deflusso lievemente diversa da quella ottenuta nel corso della prima fase di indagini sopra descritta, hanno evidenziato la necessità di implementare la rete piezometrica allo scopo di meglio definire la geometria di falda sottostante il sedime della Centrale Enel.

Si è proceduto pertanto a realizzare (20-21 luglio 2010) due ulteriori piezometri di monitoraggio (Pz4 e Pz5), perforati e successivamente completati con le medesime modalità già adottate per i tre esistenti, tuttavia senza prelievo di campioni di terreno; stante l'incertezza sulla direzione di flusso prevalente, i piezometri sono stati ubicati in posizione tale da permettere in ogni caso di disporre di 4 punti di monitoraggio in posizione perimetrale rispetto all'area, al fine di monitorare la qualità in entrata/uscita dal sito.

Nel successivo mese di agosto è stato eseguito il rilievo freaticometrico della falda, e successivamente, a novembre, il campionamento delle acque della falda superficiale nei 5 punti di monitoraggio disponibili;

le attività sono descritte nel documento URS *“Relazione sul monitoraggio dei piezometri per il controllo della falda acquifera centrale Enel di Porto Corsini”* (Rif. [5]).

Gli esiti analitici ottenuti hanno evidenziato per le acque sotterranee una lieve non conformità alle CSC previste dalla Tab. 2, All. 5 alla Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/06 (nel frattempo entrato in vigore) per il parametro Arsenico in Pz5; la presenza di Arsenico è stata ricondotta alle caratteristiche proprie dell’acquifero costiero (modesta circolazione e condizioni anossiche) anche sulla base dei contenuti dello studio di ARPA Veneto *“Monitoraggio sperimentale dello ione arsenico nelle acque sotterranee della media e bassa pianura veneta”* - Progetto Mo.Sp.As (2009 – Rif. [26] Capitolo 2) sui valori di fondo naturale di tale metallo negli acquiferi costieri che interessano la costa poco a nord del territorio ravennate. Tale assunto era già stato peraltro fatto proprio dalla stessa ARPA Emilia-Romagna, Dip. di Ravenna, nel documento *“Relazione di sintesi sulla qualità delle acque sotterranee profonde della provincia di Ravenna – anno 2008”* (2012 – Rif. [27] Capitolo 2) in cui venivano evidenziati dei superamenti del limite di arsenico in alcuni pozzi sottolineandoli come una caratteristica propria delle acque presenti nella zona.

In data 23 dicembre 2010 Enel ha trasmesso la relazione tecnica URS di cui sopra alle PPA (nota n. ENEL-PRO-23/12/2010-0053496 (Rif. [5]), dando comunicazione degli esiti delle analisi sulle acque, facendo riferimento agli studi citati in precedenza (Rif. [26] e [27]) e dichiarando come il livello di concentrazione di Arsenico rilevato fosse allineato con lo stato generale già rilevato dagli Enti di controllo, e pertanto non riconducibile ad una situazione di contaminazione localizzata né a responsabilità del gestore della centrale Enel di Porto Corsini; di conseguenza la comunicazione era ricondotta all’art. 239, comma 3 del D.Lgs. 152/06, relativo alle aree caratterizzate da inquinamento diffuso.

Nel merito, ARPA Ravenna in data 04/02/2011 ha prodotto alcune osservazioni (nota prot. n. PGRA/2011/875), sulla scorta delle quali Enel, con nota n. ENEL-PRO-31/08/2011-0038118 del 31 agosto 2011 ha comunicato gli esiti dei controlli analitici sulle acque sotterranee per il 2011 (maggio 2011), inserendo tra i destinatari il Settore Ambiente e Territorio della Provincia di Ravenna, come richiesto da ARPA.

I rapporti di prova delle analisi chimiche sui campioni prelevati nel maggio 2011, di cui sopra, su richiesta della Provincia di Ravenna (nota n. 78956 del 11/10/2011) sono stati trasmessi da Enel al Comune, alla stessa Provincia e ad ARPA con nota n. Enel-PRO-23/11/2011-0051761.

A seguito di quanto richiesto dalla Provincia di Ravenna con nota avente protocollo generale n. 78956 del 11/10/2011, nell’ambito delle procedure previste dall’art. 245 del D.Lgs. 152/06 Enel ha predisposto il documento *“Proposta di Indagine/caratterizzazione della falda volta alla verifica della presenza delle condizioni idrogeochimiche compatibili con la mobilitazione di Arsenico ed all’individuazione di valori di fondo naturale/antropico dell’area in cui si trova la centrale termoelettrica di Porto Corsini (RA)”* (Rif. [7]), trasmesso con lettera n. Enel-PRO-15/03/2012-0012956.

Il documento di cui sopra è stato discusso nel corso della Conferenza dei Servizi tenutasi in data 23 Aprile 2012 ed approvato con provvedimento della Provincia di Ravenna n. 1659 del 16/05/2012, che disponeva in sintesi quanto segue:

- a) la verifica iniziale, propedeutica alla realizzazione di un ulteriore piezometro da collocare in area di proprietà a monte rispetto all’andamento della falda, della freaticimetria dei n. 5 piezometri esistenti al fine di confermare o meno la principale direzione di deflusso della falda rilevata negli anni precedenti;
- b) che la perforazione del nuovo piezometro fosse spinta a 10 m dal p.c. come quelli già esistenti e che fossero prelevati almeno due campioni di terreno da sottoporre ad analisi per la ricerca del parametro Arsenico;

- c) che il monitoraggio periodico della falda fosse proseguito su n. 6 piezometri e con frequenza semestrale (anziché annuale come prescritto nell'AIA);
- d) che, oltre all'Arsenico ed ai parametri prescritti in AIA, fossero raccolti in campo, attraverso misure multiparametriche, i parametri chimico-fisici (pH, potenziale redox, conducibilità, temperatura e ossigeno disciolto).

Il piezometro integrativo (Pz6) è stato realizzato nel Giugno 2012. L'analisi chimica condotta sull'unico campione di terreno prelevato in corso di perforazione ha evidenziato conformità alla relativa CSC per il parametro Arsenico.

Con nota del 24/01/2013 la Provincia di Ravenna ha successivamente disposto di intensificare la frequenza dei monitoraggi delle acque di falda da semestrale a trimestrale in modo da avere un maggiore numero di dati su cui basare le valutazioni di cui sopra: Enel ha pertanto eseguito nell'anno 2013 quattro campagne di misurazione, ed ha mantenuto tale frequenza anche per l'anno 2014. A partire dal 2015 (a seguito di quanto concordato con la stessa Provincia in un incontro tecnico tenutosi il 13/02/2015) i monitoraggi hanno ripreso una cadenza semestrale, con una campagna nel periodo invernale ed una nel periodo estivo.

Le campagne di monitoraggio delle acque sotterranee eseguite dal 2012 al 2021, i cui esiti sono stati comunicati annualmente alle PP.A. con note/documenti [8]-[18] riportati nel Cap. 2, hanno sostanzialmente confermato i dati ottenuti nel biennio 2010-2011, evidenziando la conformità di tutti i parametri ricercati fatta eccezione per l'Arsenico, che ha mostrato discontinui superamenti della CSC (10 µg/l), seppur con concentrazioni mai superiori a 4 volte il limite di legge (massimo registrato pari a 39 µg/l nel piezometro Pz6 nel giugno 2014).

Si precisa che il piezometro Pz6, a seguito di cessione a terzi di una porzione dell'area della Centrale su cui lo stesso ricadeva, è stato cementato da Enel nel Novembre 2016 a seguito del "nulla osta" alla chiusura disposto da ARPA Emilia-Romagna - Struttura Autorizzazioni e Concessioni (SAC) di Ravenna con determina n. DAMB/2016/4509 del 15/11/2016; le campagne di monitoraggio successive sono state pertanto svolte con prelievo di campioni da un totale di n. 5 piezometri.

Nell'ambito del riesame del provvedimento AIA, le PP.A. hanno richiesto ad Enel, in data 06/08/2020, la presentazione di una relazione che, in considerazione degli esiti dei monitoraggi effettuati sulla falda, desse evidenza della provenienza naturale del parametro Arsenico nell'acqua di falda.

In risposta alla suddetta richiesta, Enel ha presentato, in data 18/09/2020, la nota "Centrale Termoelettrica "Teodora" Porto Corsini – Allegato E.5 Eventuali criticità riscontrate nell'attuazione di prescrizioni contenute nell'attuale PMC" che, tuttavia, è stata ritenuta non esaustiva.

Pertanto, in data 14/07/2022 Enel ha inviato con nota n. Enel-PRO-14/07/2022-0011643 il documento "Dimostrazione dell'origine naturale dell'Arsenico nelle acque sotterranee dell'area della Centrale" redatto da CESI SpA (Rif. [24]).

Nei paragrafi che seguono si riporta una breve riepilogo dei dati di caratterizzazione rilevati nel tempo per le matrici ambientali suolo/sottosuolo e acque sotterranee a scala dell'intero sito, utili alla predisposizione del piano di indagine che sarà descritto nel successivo Capitolo 8.

## **7.1 Suolo/Sottosuolo**

Come anticipato nei paragrafi precedenti, per quanto riguarda il suolo/sottosuolo, le due diverse indagini di caratterizzazione nelle quali è avvenuto il prelievo di campioni di terreno e top soil (novembre 2005, giugno 2012), non hanno evidenziato alcun superamento dei limiti di legge (CLA ex D.M. 471/99 - CSC ex D.Lgs. 152/06 previste per siti a destinazione d'uso commerciale/industriale) per tutti i parametri ricercati e previsti dai set analitici applicati.



## 7.2 Acque Sotterranee

Per quanto riguarda la matrice acque sotterranee, i primi dati disponibili risalgono alla realizzazione dei piezometri Pz1, Pz2 e Pz3, che sono stati campionati per la prima volta il 12 Gennaio 2006 senza mostrare alcun superamento dei limiti di legge (CLA ex D.M. 471/99 - CSC ex D.Lgs. 152/06) per tutti i parametri ricercati e previsti dai set analitici applicati.

Con la realizzazione dei piezometri Pz4 e Pz5, avvenuta nel luglio 2010, il monitoraggio delle acque sotterranee eseguito nel mese di novembre 2010 sui 5 piezometri disponibili ha fatto rilevare la conformità di tutti i parametri ricercati; l'unica eccezione era costituita dalla non conformità alla CSC prevista dalla Tab. 2, All. 5 alla Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/06 per il parametro Arsenico in Pz5, con una concentrazione di 13,8 mg/l rispetto alla CSC di 10 mg/l.

Nel periodo tra giugno 2012 e giugno 2016 la rete piezometrica è stata integrata con il piezometro Pz6, successivamente chiuso per l'avvenuta cessione a terzi dell'area in cui era collocato.

Le non conformità rilevate per il parametro Arsenico nell'ambito dei monitoraggi eseguiti tra il 2011 e il 2021 sono riportate nel prospetto riepilogativo in **Allegato 1**.

L'Arsenico è risultato non conforme alla CSC in uno o più punti di controllo in occasione di 19 delle 26 campagne effettuate; il maggior numero di non conformità è stato riscontrato sul piezometro Pz3 (14 esiti non conformi su 26), seguito dal piezometro Pz4 (9 superamenti su 26). I piezometri Pz1, Pz2 e Pz5 hanno fatto rilevare rispettivamente 1, 3 e 5 non conformità sui 26 campionamenti eseguiti.

### 7.2.1 Aspetti geochimici

La presenza dell'Arsenico, riscontrata e confermata dalle campagne di indagine e monitoraggio di cui sopra, è stata oggetto di indagini di dettaglio in conformità con quanto previsto dall'AIA (prescrizione n. 23 del capitolo 11.8 "Controllo delle acque sotterranee" del PIC allegato al Decreto 274/2021); in particolare, in occasione delle campagne di monitoraggio, contestualmente al prelievo dei campioni di acque sotterranee è stato eseguito il rilievo in campo dei parametri chimico-fisici (pH, potenziale redox, conducibilità, temperatura e ossigeno disciolto) utili a verificare la presenza delle condizioni idrogeochimiche dell'acquifero, compatibili con la mobilitazione di Arsenico, oltre che all'individuazione di valori di fondo naturale/antropico dell'area in cui si trova la centrale.

In relazione ai superamenti riscontrati per il parametro Arsenico la Sezione ARPAE di Ravenna, a conoscenza della mobilitazione di Arsenico nella falda presente nell'area della Centrale, ha comunicato ad Enel con nota prot.n.PGRA/2011/875 del 04/02/2011 quanto segue: *"viste le caratteristiche geologiche del territorio in cui è insediato lo stabilimento, la falda può presentare valori superiori alla tab. 2 Allegato 5 al Titolo V, Parte IV del D.Lgs.n.152/06 e smi per Fe, As, Mn oltre a solfati per la vicinanza del mare. Per i tre metalli sopra citati si può sottolineare che Fe e Mn sono derivati dall'origine torbosa del terreno. Inoltre, la forte presenza di Fe in una falda comunque molto stressata da emungimenti, soprattutto in passato, ha determinato l'arricchimento in As (come riportato nel libro I quaderni ARPA "Presenza e diffusione dell'arsenico nel sottosuolo e nelle risorse idriche italiane"). Attualmente sono in corso studi per l'individuazione dei valori di fondo da attribuirsi alla falda."*

Le medesime considerazioni erano già presenti nei documenti:

- studio ARPA Veneto *"Monitoraggio sperimentale dello ione arsenico nelle acque sotterranee della media e bassa pianura veneta"* - Progetto Mo.Sp.As (2009 – Rif. [26] Capitolo 2) sui valori di fondo naturale di tale metallo negli acquiferi costieri che interessano la costa poco a nord del territorio ravennate;
- documento ARPA Emilia-Romagna, Dip. di Ravenna *"Relazione di sintesi sulla qualità delle acque sotterranee profonde della provincia di Ravenna – anno 2008"* (2012 – Rif. [27])

Capitolo 2) in cui venivano evidenziati dei superamenti del limite di arsenico in alcuni pozzi sottolineandoli come una caratteristica propria delle acque presenti nella zona.

In considerazione di tali elementi, con la nota n. ENEL-PRO-23/12/2010-0053496 (Rif. [5]) del 23 Dicembre 2010, Enel ha comunicato alle PPA che il livello di concentrazione di Arsenico rilevato è allineato con lo stato generale già rilevato dagli Enti di controllo, e pertanto non riconducibile ad una situazione di contaminazione localizzata né a responsabilità del gestore della centrale Enel di Porto Corsini.

A conferma di quanto sopra, ed in riscontro della prescrizione n. 23 del Parere Istruttorio Conclusivo del riesame della VIA (Rif. [20], con nota n. Enel-PRO-14/07/2022-0011643 del 14 luglio 2022, Enel ha trasmesso alle PPA lo studio *“Dimostrazione dell’origine naturale dell’Arsenico nelle acque sotterranee dell’area della Centrale”* (Rif. [24], che è stato oggetto di un incontro tecnico con ARPAE, tenutosi in data 28 giugno 2022. Lo studio ha confermato la presenza delle condizioni idro-geochimiche compatibili con la mobilitazione del parametro Arsenico ed all’individuazione di valori di fondo naturale/antropico dell’area della centrale.

## 8 PIANO DELLE INDAGINI AMBIENTALI

Nel seguito vengono illustrate e dettagliate le attività di indagine che si propone di eseguire presso le aree ed i centri di pericolo oggetto di demolizione, individuati al precedente capitolo 5.

In particolare, nel presente Piano di Indagine, redatto in conformità a quanto prescritto dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., vengono descritte le modalità di esecuzione dei punti d'indagine proposti, di formazione dei campioni in campo, di conservazione e le metodiche analitiche che si propone di utilizzare.

### 8.1 Impostazione metodologica

Presso le aree oggetto d'indagine, si propone una caratterizzazione ambientale mediante sondaggi a carotaggio continuo, che saranno disposti secondo un "criterio ragionato", ed ubicati in corrispondenza dei potenziali centri di pericolo individuati, una volta completata la demolizione di tutte le strutture e locali fuori terra.

In particolare, il Piano delle Indagini che si intende eseguire prevede la realizzazione di sondaggi verticali a modesta profondità, in funzione della presenza delle acque di falda, prevista entro i primi 0,6 m da p.c. sulla base dei dati pregressi disponibili.

#### 8.1.1 Numero e caratteristiche dei punti di indagine

Ai fini delle presenti indagini ambientali si propone di realizzare:

- **n. 34 sondaggi a carotaggio continuo**, per il prelievo di campioni di suolo insaturo;
- **n. 7 sondaggi a carotaggio continuo, da attrezzare a piezometro di monitoraggio**, con prelievo di campioni di suolo insaturo e per il successivo prelievo di campioni di acqua sotterranea.

I sondaggi saranno realizzati con tecnica di perforazione a rotazione a carotaggio continuo, da eseguirsi a secco.

In particolare, con riferimento alla planimetria dei centri di pericolo (Tavola 2), si prevede di realizzare:

- 10 sondaggi in corrispondenza dei centri di pericolo correlabili ai trasformatori, con particolare riferimento alla possibile presenza di olio diatermico: trasformatori (CP14, CP20, CP29), stazione elettrica (CP15), vasca e pozzetto raccolta acque e perdite (CP16, CP21);
- 10 sondaggi (due dei quali da attrezzare a piezometro) in corrispondenza dei centri di pericolo con presenza di olii, lubrificanti, carburanti, solventi correlabili alla lubrificazione o pulizia o manutenzione di parti meccaniche: edificio sala macchine gruppi vapore (CP11), officine (CP02, CP25, CP30), area turbogas (CP28);
- 4 sondaggi in corrispondenza dei centri di pericolo correlabili alla presenza di olii, lubrificanti, carburanti, solventi correlabili agli stoccaggi delle medesime sostanze: edificio compressori e stoccaggio oli (CP10), deposito oli (CP17) e serbatoi olio turbina (CP33);
- 4 sondaggi, rispettivamente 2 in corrispondenza dei serbatoi adibiti allo stoccaggio di gasolio per l'alimentazione dei gruppi elettrogeni, 1 in corrispondenza della motopompa antincendio e 1 in corrispondenza del serbatoio rifornimento dei muletti (CP07); due dei sondaggi possono essere considerati rappresentativi anche delle posizioni occupate dai gruppi elettrogeni (CP24);
- 5 sondaggi (quattro dei quali da attrezzare a piezometro) in corrispondenza delle vasche di raccolta delle acque oleose (CP01, CP12, CP27 e CP31) e del serbatoio un serbatoio s.A facente parte del sistema di trattamento delle acque reflue (CP08);
- 1 sondaggio in corrispondenza della vasca di raccolta acque acide/alcaline (CP32) e della vasca di rilancio delle acque oleose (CP31);

- 1 sondaggio in corrispondenza del serbatoio s.B facente parte del sistema di trattamento chimico-fisico (CP09);
- 1 sondaggio in corrispondenza dell'edificio di produzione dell'ipoclorito (CP13);
- 3 sondaggi in corrispondenza degli stoccaggi di reagenti chimici per gli impianti ITAR e DEMI (CP05), per il trattamento del condensato (CP19) e per il trattamento chimico del ciclo termico (CP23);
- 2 sondaggi (uno dei quali da attrezzare a piezometro) in corrispondenza delle vasche di rilancio degli scarichi ammoniacali, in prossimità dei gruppi turbogas (CP26).

L'ubicazione prevista per i piezometri di nuova realizzazione, che integra la rete piezometrica attuale, ha lo scopo di completare le conoscenze sullo stato di qualità ambientale delle acque sotterranee sia all'interno del sito (Pz9, Pz10 e Pz12) sia in corrispondenza dei limiti della proprietà (Pz7, Pz8, Pz11, Pz13).

In considerazione dell'assenza di una direzione di flusso prevalente delle acque sotterranee, come già specificato nel par. 6.5.1, la rete dei Punti di Conformità del sito sarà costituita dai piezometri esistenti Pz1, Pz2 e da quelli di nuova realizzazione Pz7, Pz8, Pz11, Pz13, garantendo il controllo delle acque sotterranee in prossimità dei limiti di proprietà.

In particolare:

- Pz1, esistente, si trova in prossimità del confine Sud-Ovest del sito, in corrispondenza dei locali officine e carpenteria ditte esterne (CP30);
- Pz2, esistente, è ubicato in un'area libera nel vertice Sud dell'area;
- Pz11 e Pz13, da realizzare, sono collocati lungo il limite Nord-Ovest del sito, confinante con Via Baiona, l'uno (Pz11) all'altezza della stazione elettrica e l'altro (Pz13) in corrispondenza e della vasca scarichi oleosi (CP16);
- Pz8, da realizzare, è collocato sul lato Sud-Est, in prossimità del Canale Candiano ed in corrispondenza della vasca raccolta sgrigliato e raccolta acque di lavaggio (CP12);
- Pz7, da realizzare, è collocato lungo il confine Nord-Est, nell'area occupata dalle ex officine (CP02);
- Pz3, Pz4, Pz5, esistenti, e Pz9, Pz10, Pz12, da realizzare, sono collocati all'interno del sito; Pz3 si trova tra l'officina (CP3) e la stazione elettrica (CP15); Pz4 e Pz5 sono collocati in aree libere nel settore Nord-Est del sito; Pz9 è ubicato sul sedime del serbatoio s.A (CP08), Pz10 e Pz12 nell'area attualmente occupata dalla sala macchine e dai turbogas.

La perforazione dei sondaggi verrà spinta fino a profondità sufficiente (circa 1 m da p.c.) ad attraversare lo spessore dell'insaturo, che sulla base dei dati disponibili risulta essere compreso tra 40 e 80 cm da p.c.; la perforazione sarà quindi spinta fino alla frangia capillare, salvo l'eventuale riscontro di evidenze di contaminazione.

Per quanto riguarda i sondaggi da attrezzare a piezometro di monitoraggio, si prevede di spingere la perforazione fino a 10,0 m dal p.c., in analogia a quanto fatto nel corso delle indagini pregresse; tale profondità di perforazione consentirà la creazione di un battente d'acqua minimo di 4 m all'interno del piezometro, per permettere il prelievo di campioni rappresentativi di acque sotterranee secondo i dettami tecnici di cui all'Allegato 2, Parte IV, Titolo 5 del D.Lgs. 152/06.

Per tutti i punti d'indagine proposti saranno comunque possibili in corso d'opera modifiche rispetto alla profondità prevista, in funzione delle condizioni idro-stratigrafiche riscontrate in corso d'opera.

Nella seguente Tabella 4 si riepilogano, per singolo punto d'indagine, il relativo centro di pericolo da investigare, la profondità di perforazione, la tipologia di sondaggio; la Tabella 5 riporta invece le specifiche di completamento a piezometro.

**RAPPORTO**

USO RISERVATO

APPROVATO

C2010954

ID punto indagine	Coordinate punto UTM WGS84		Potenziale centro di pericolo	Profondità
	N	E		m da p.c.
S12	2302748,097	4929425,715	Vasca Oli (CP01)	1,0
S13	2302724,454	4929436,971	Edificio autorimessa (CP02)	1,0
S14	2302632,627	4929508,955	Edificio ex magazzino (CP02)	1,0
S15	2302611,118	4929409,183	Edificio reagenti chimici ITAR e DEMI (CP05)	1,0
S16	2302592,154	4929429,27	Vasche rilancio acque oleose e acide (CP31, CP32)	1,0
S17	2302573,847	4929405,936	Serbatoio acque oleose s.A (CP09)	1,0
S18	2302652,244	4929334,429	Edificio compressori e deposito oli (CP10)	1,0
S19	2302634,181	4929353,004	Serbatoio olio turbina (CP33)	1,0
S20	2302630,381	4929317,428	Edificio produzione ipoclorito (CP13)	1,0
S21	2302536,727	4929415,996	Serbatoi gasolio (CP07) – Stazione elettrica	1,0
S22	2302556,318	4929368,164	Stazione elettrica (CP15)	1,0
S23	2302531,36	4929362,268	Stazione elettrica (CP15)	1,0
S24	2302530,755	4929335,338	Stazione elettrica (CP15)	1,0
S25	2302578,394	4929338,326	Trasformatori gruppi vapore (CP14)	1,0
S26	2302571,73	4929329,782	Trasformatori gruppi vapore (CP14)	1,0
S27	2302575,65	4929305,122	Edificio sala machine gruppi vapore (CP11)	1,0
S28	2302601,019	4929264,626	Deposito fusti oli lubrificanti ed isolanti (CP17)	1,0
S29	2302592,5	4929271,34	Deposito fusti oli lubrificanti ed isolanti (CP17)	1,0
S30	2302578,865	4929281,145	Serbatoi additivi chimici trattamento condensato (CP19)	1,0
S31	2302558,609	4929307,911	Trasformatore rete locale (CP20)	1,0
S32	2302547,323	4929307,957	Pozzetto trappola olio trasformatori (CP21)	1,0
S33	2302563,921	4929280,393	Area serbatoi trattamenti chimici ciclo termico (CP23)	1,0
S34	2302484,095	4929383,815	Vasca rilancio acque meteo (CP16)	1,0
S35	2302529,82	4929282,549	Serbatoi gasolio (CP07) – Gruppi turbogas	1,0
S36	2302578,434	4929244,43	Serbatoi gasolio (CP07) – Gruppi turbogas	1,0
S37	2302575,846	4929229,285	Serbatoi gasolio (CP07) – Gruppi turbogas	1,0
S38	2302475,954	4929312,1	Officina (CP25)	1,0
S39	2302510,429	4929259,646	Vasche rilancio scarichi ammoniacali (CP26)	1,0
S40	2302522,264	4929196,051	Area turbogas TGG (CP28)	1,0
S41	2302487,1	4929218,461	Area turbogas TGE (CP28)	1,0
S42	2302494,531	4929172,595	Trasformatori principali e trasformatori di unita TGG (CP29)	1,0
S43	2302461,928	4929198,292	Trasformatori principali e trasformatori di unita TGE (CP29)	1,0
S44	2302418,672	4929195,863	Locali officina e carpenteria (CP30)	1,0
S45	2302390,932	4929215,79	Locali officina e carpenteria (CP30)	1,0
TS4	2302612,078	4929248,366	Area non pavimentata	0,1
TS5	2302531,36	4929362,268	Area non pavimentata	0,1
TS6	2302469,186	4929282,788	Area non pavimentata	0,1
TS7	2302689,552	4929373,175	Area non pavimentata	0,1
TS8	2302647,06	4929462,161	Area non pavimentata	0,1
PZ7	2302677,895	4929472,886	Edificio ex officina (CP02)	10,0



ID punto indagine	Coordinate punto UTM WGS84		Potenziale centro di pericolo	Profondità
	N	E		m da p.c.
PZ8	2302684,944	4929307,08	Vasca raccolta sgrigliato e stoccaggio acque lavaggio (CP12)	10,0
PZ9	2302587,299	4929396,766	Serbatoio acque oleose s.A (CP08)	10,0
PZ10	2302603,492	4929340,448	Edificio sala macchine gruppi vapore (CP11)	10,0
PZ11	2302507,107	4929422,736	Vasca scarichi (CP34)	10,0
PZ12	2302540,928	4929233,623	Vasche rilancio scarichi ammoniacali (CP26)	10,0
PZ13	2302424,227	4929289,279	Vasca scarichi oleosi (CP27)	10,0

La profondità massima dei singoli punti d'indagine potrebbe subire delle modifiche in fase operativa in funzione del livello locale della falda e delle condizioni sito-specifiche che saranno riscontrate in campo.

**Tabella 4** – Criterio di definizione dei punti d'indagine proposti.

ID punto indagine	Profondità	Completamento a Piezometro			
	m da p.c.	Diametro tubazione	Tipologia tubazione	Tratto cieco	Tratto microfessurato
PZ7	10,0	4"	PVC atossico	0 – 0,5 m	0,5 - 10 m
PZ8	10,0	4"	PVC atossico	0 – 0,5 m	0,5 - 10 m
PZ9	10,0	4"	PVC atossico	0 – 0,5 m	0,5 - 10 m
PZ10	10,0	4"	PVC atossico	0 – 0,5 m	0,5 - 10 m
PZ11	10,0	4"	PVC atossico	0 – 0,5 m	0,5 - 10 m
PZ12	10,0	4"	PVC atossico	0 – 0,5 m	0,5 - 10 m
PZ13	10,0	4"	PVC atossico	0 – 0,5 m	0,5 - 10 m

**Tabella 5** – Modalità di completamento dei piezometri da realizzare

L'ubicazione definitiva di tutti i singoli punti andrà comunque verificata in sede di cantiere, con l'identificazione di tutti i possibili sottoservizi presenti nelle aree interessate a valle delle demolizioni previste, e in funzione della situazione logistica. Nel merito, l'eventuale esecuzione di prescavi esplorativi preliminari sarà valutata in campo dal personale tecnico Enel congiuntamente con il geologo di campo preposto alla supervisione delle attività.

L'ubicazione indicativa dei punti di indagine proposti è riportata in **Tavola 3**.

### 8.1.2 Campionamenti matrice terreno - Frequenza dei prelievi in senso verticale

In considerazione del livello piezometrico medio di 0,25 m s.l.m., riportato nella Tabella 3, si prevede che lo spessore dell'insaturo attraversato dai sondaggi sarà compreso tra 40 e 80 cm circa; di conseguenza il prelievo dei campioni di suolo insaturo in corrispondenza di ogni punto d'indagine avverrà mediante il prelievo di un campione medio composito rappresentativo dello spessore insaturo, corrispondente alla frangia capillare.

Nel caso in cui, localmente, l'insaturo attraversato dovesse superare lo spessore di un metro, la frequenza di prelievo dei campioni di suolo insaturo sarà in linea di massima determinata come segue:

1. un campione composito da 0,0 a 1,0 m da p.c.;
2. un campione composito o puntuale, a seconda dello spessore disponibile, in corrispondenza della frangia capillare, cioè all'interno della zona di oscillazione della falda o comunque dell'interfaccia zona satura/zona insatura.

Considerando la previsione del Piano di Dismissione di non procedere alla rimozione delle strutture interrato, e non conoscendo nel dettaglio le geometrie delle medesime, la frequenza di prelievo potrà essere modificata in campo nel caso in cui la perforazione intercettasse un manufatto interrato.

Ai campioni previsti sarà possibile aggiungerne altri a giudizio, in particolare nel caso in cui si manifestino evidenze visive o organolettiche di alterazione, contaminazione o presenza di materiali estranei, ecc.

Si prevede inoltre il prelievo di n. 5 campioni di Top Soil (TS4 – TS8, profondità di campionamento 0 – 0,10 m) ubicati all'interno dell'area della centrale, in corrispondenza di aree non pavimentate, con lo scopo di aggiornare i dati raccolti con l'indagine pregressa di cui al capitolo 7.

Oltre ed in aggiunta ai campioni sopra riportati, nei casi in cui durante la realizzazione delle indagini ambientali si dovesse riscontrare la presenza di materiale di riporto, così come definito dall'art. 41 della Legge 98/2013<sup>1</sup>, sarà effettuato il prelievo di campioni da sottoporre all'esecuzione del test di cessione, ai sensi dell'art. 9 del D.M. 05/02/1998.

I campioni acquisiti a tale scopo saranno del tipo “*tal quale*”, cioè senza vagliatura per la separazione della frazione superiore a 2 cm.

La massa dei campioni prelevati è stata tale da garantirne la rappresentatività, anche in relazione alla granulometria prevalente e alla pezzatura dei materiali più grossolani (indicativamente alcuni kg), secondi i criteri della norma UNI 10802.

### **8.1.3 Campionamenti matrice acque sotterranee**

A seguito della conclusione della perforazione dei piezometri e dell'attesa del tempo necessario alla stabilizzazione del livello piezometrico, si procederà ad eseguire l'attività di sviluppo dell'opera di monitoraggio, volta a garantire il corretto assestamento dell'anello drenante e la chiarificazione dell'acqua all'interno della colonna piezometrica.

Tale attività sarà eseguita tramite pompaggio con emungimento a portata non superiore ai 25-30 l/m, e comunque adatta alla granulometria dei terreni intercettati.

A seguito dell'attività di sviluppo dei piezometri, atteso il tempo necessario alla stabilizzazione delle condizioni idrodinamiche dell'acquifero nel suo immediato intorno (tipicamente 5-7 gg) si potrà procedere con le attività di spurgo a basso flusso propedeutiche al campionamento.

Il campionamento riguarderà l'intera rete piezometrica disponibile sul sito (piezometri di nuova realizzazione e piezometri già esistenti), per un totale di 12 campioni.

### **8.1.4 Parametri da determinare**

La selezione delle sostanze indicatrici da determinare nei suoli ha tenuto conto dalla natura e composizione chimica delle sostanze o miscele presenti negli impianti e nelle apparecchiature, dei prodotti/residui di lavorazione che vengono stoccati e movimentati nella centrale, e dei relativi residui presenti nella rete di raccolta e trattamento delle acque reflue; in particolare:

- olio diatermico e olio SF<sub>6</sub>, presenti all'interno dei trasformatori, di alcune apparecchiature elettriche e dei cavi della stazione elettrica (PCB, Idrocarburi, IPA);
- sostanze idrocarburiche (carburanti, olii lubrificanti, solventi) correlabili alla lubrificazione o pulizia o manutenzione di parti meccaniche: edificio sala macchine gruppi vapore, officine, area

<sup>1</sup> Definizione di “matrici materiali di riporto” di cui all'art. 41 della Legge 98/2013: “... (omissis) ... costituite da una miscela eterogenea di materiale di origine antropica, quali residui e scarti di produzione e di consumo, e di terreno, che compone un orizzonte stratigrafico specifico rispetto alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche naturali del terreno in un determinato sito, e utilizzate per la realizzazione di riempimenti, di rilevati e di reinterri.”

turbogas, e aree di stoccaggio delle medesime sostanze (Idrocarburi, BTEXS, IPA, Solventi clorurati);

- sostanze idrocarburiche (gasolio) stoccate nei serbatoi dedicati allo stoccaggio di gasolio per l'alimentazione dei gruppi elettrogeni, della motopompa antincendio e del rifornimento dei muletti (Idrocarburi, BTEXS, IPA);
- sostanze associabili alle aree di provenienza delle acque raccolte dal sistema di raccolta e trattamento delle acque oleose (Idrocarburi, IPA, PCB, Solventi clorurati);
- sostanze associabili alle aree di provenienza delle acque raccolte dal sistema di raccolta e trattamento delle acque acide/alcaline (Metalli);
- prodotti e reagenti stoccati per i trattamenti ITAR, DEMI, condensato, ciclo termico, produzione ipoclorito, stoccaggio ammoniaca (Metalli);

I parametri di cui sopra coincidono con quelli ricercati in occasione delle indagini pregresse, di cui al capitolo 7; pertanto, nei campioni di suolo che verranno raccolti in fase di realizzazione del piano di indagine verranno determinati i parametri analitici mostrati nella seguente tabella sinottica.

	TERRENI		
Parametri	Top Soil (0-0,1 m)	Suolo superficiale insaturo / Frangia capillare (0-1m)	Riferimento normativo
Residuo a 105°C, pH			Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, Titolo 5 D.Lgs. 152/06
Metalli (Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Vanadio, Zinco)	-	X	
TPH C<12	-	X	
TPH C>12	-	X	
BTEXS	-	X	
IPA (da 25 a 38)	-	X	
PCB	-	X	
Σ PCCD/PCDF	X	-	
Amianto	X	-	
In tutti i campioni è prevista la ricerca dello scheletro (frazione >2mm) e del residuo a 105 C° come previsto dalla normativa vigente			

**Tabella 6 – Panel analitico da applicare alla matrice terreno**

La ricerca nei campioni di terreno di composti estremamente volatili quali i Solventi Clorurati ed Alogenati risulta poco o per nulla rappresentativa; si ritiene opportuno prevederne la ricerca per la sola matrice acque sotterranee, come sarà specificato nel seguito.

Per la matrice acque sotterranee, che saranno campionate dai piezometri preesistenti (PZ1 – PZ5) e da quelli di nuova realizzazione (PZ7 – PZ13), si propone la ricerca dei parametri ricorrenti monitorati nell'ambito delle campagne di monitoraggio svolte durante la caratterizzazione del sito; si ritiene di poter escludere la ricerca degli IPA non tabellati dal D.Lgs. 152/06, che erano stati ricercati in occasione dei monitoraggi pregressi.

Rispetto al set analitico di cui alle indagini pregresse sono stati aggiunti, a seguito delle considerazioni fatte in precedenza in merito alle sostanze presenti nei centri di pericolo, i Solventi Clorurati e i PCB.

Il set analitico proposto è riportato nella seguente tabella.

ACQUE SOTTERRANEE		
Specie chimiche	Parametri	Riferimento normativo
Metalli	Alluminio, Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Vanadio, Zinco	Tabella 2, Allegato 5, Parte IV, Titolo 5 D.Lgs. 152/06
Solventi Organici Aromatici	BTEXS	
Idrocarburi	Idrocarburi totali (come <i>n-esano</i> )	
	IPA (da 29 a 38)	
Alifatici clorurati cancerogeni	Clorometano, Triclorometano, Cloruro di vinile, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Esaclorobutadiene	
Alifatici clorurati non cancerogeni	1,1-Dicloroetano, 1,2-Dicloroetilene, 1,2-Dicloropropano, 1,1,2-Tricloroetano, 1,2,3-Tricloropropano, 1,1,2,2-Tetracloroetano	
Alifatici alogenati cancerogeni	Tribromometano, 1,2-Dibromometano, Dibromoclorometano, Bromodiclorometano	
PCB	PCB	

**Tabella 7** – Set analitico proposto per la matrice acque sotterranee

In caso di presenza di materiale di riporto, sarà eseguito sui campioni “*tal quale*” il test di cessione con riferimento ai parametri analitici di cui all’Allegato 3 al D.M. 05/02/1998:

- Rame
- Zinco
- Berillio
- Cobalto
- Nichel
- Vanadio
- Arsenico
- Cadmio
- Cromo totale
- Piombo
- Selenio
- Mercurio.

### 8.1.5 Restituzione dei risultati

Le analisi sui campioni di terreno verranno condotte sulla frazione secca passante il vaglio dei 2 mm.

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 valori analitici ottenuti saranno confrontati rispettivamente con:

- *terreni*: siti ad uso industriale/commerciale, di cui alla Tabella 1, Colonna B dell’Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06;
- *acque sotterranee*: Tabella 2 dell’Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006;
- *materiali di riporto*: limiti dell’Allegato 3 al D.M. 05.02.98.

## 8.2 Modalità di indagine in campo

Per quanto concerne le modalità di esecuzione delle indagini e le procedure di campionamento dei terreni e delle acque di falda, in ogni fase saranno seguite le indicazioni fornite dal D.Lgs. 152/2006, ed in particolare i dettami di cui all'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta.

### 8.2.1 Esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo

Le operazioni di sondaggio saranno eseguite rispettando alcuni criteri di base essenziali al fine di rappresentare correttamente la situazione esistente in sito, in particolare:

- le perforazioni saranno condotte in modo da garantire il campionamento in continuo di tutti i litotipi, garantendo il minimo disturbo del suolo e del sottosuolo;
- durante le operazioni di perforazione, l'utilizzo delle attrezzature impiegate, la velocità di rotazione e quindi di avanzamento delle aste e la loro pressione sul terreno sarà tale da evitare fenomeni di attrito e di surriscaldamento, il dilavamento, la contaminazione e quindi l'alterazione della composizione chimica e biologica del materiale prelevato;
- la ricostruzione stratigrafica e la profondità di prelievo nel suolo sarà determinata con la massima accuratezza possibile, non peggiore di 0,1 m;
- il campione prelevato sarà conservato con tutti gli accorgimenti necessari per ridurre al minimo ogni possibile alterazione;
- nell'esecuzione dei sondaggi, sarà adottata ogni cautela al fine di non provocare la diffusione di inquinanti a seguito di eventi accidentali ed evitare fenomeni di contaminazione indotta, generata dall'attività di perforazione (trascinamento in profondità del potenziale inquinante o collegamento di livelli di falda a diverso grado di inquinamento).

Nel corso degli interventi di prelievo dei campioni, tutto il materiale estratto sarà esaminato e tutti gli elementi che lo caratterizzano saranno riportati su un apposito rapporto.

In particolare, sarà segnalata la presenza nei campioni di contaminazioni evidenti (evidenze organolettiche).

Per le perforazioni saranno impiegate attrezzature del tipo a rotazione, con caratteristiche idonee all'esecuzione di perforazioni del diametro di almeno 100 mm, sia in materiale lapideo che non lapideo.

I carotaggi saranno eseguiti a secco, evitando l'utilizzo di fluidi e quindi l'alterazione delle caratteristiche chimiche dei materiali da campionare. Solo in casi di assoluta necessità, ad es. solette in CLS o consistenza dei terreni in grado di impedire l'avanzamento (trovanti, strati rocciosi), sarà consentita la circolazione temporanea ad acqua pulita, sino al superamento dell'ostacolo. Si riprenderà, quindi, la procedura a secco.

Le corone e gli utensili per la perforazione a carotaggio saranno scelti di volta in volta in base alle necessità evidenziatesi e saranno impiegati rivestimenti e corone non verniciate.

Al fine di evitare il trascinamento in profondità di contaminanti di superficie, oltre che per evitare franamenti delle pareti del foro nei tratti non coesivi o non lapidei, la perforazione potrà essere eseguita impiegando una tubazione metallica provvisoria di rivestimento. Tale tubazione provvisoria, avente un diametro adeguato al diametro dell'utensile di perforazione, sarà infissa dopo ogni manovra fino alla profondità ritenuta necessaria per evitare franamenti. Saranno adottate modalità di infissione tali che il disturbo arrecato al terreno sia contenuto nei limiti minimi.

Prima di ogni sondaggio, le attrezzature saranno lavate con acqua in pressione e/o vapore acqueo per evitare contaminazioni artefatte.

Prima e durante ogni operazione saranno messi in atto accorgimenti di carattere generale per evitare l'immissione nel sottosuolo di composti estranei, quali:

- la rimozione dei lubrificanti dalle zone filettate;
- l'eliminazione di gocciolamenti di oli dalle parti idrauliche;
- la pulizia dei contenitori per l'acqua;
- la pulizia di tutte le parti delle attrezzature tra un campione e l'altro.

Il materiale, raccolto dopo ogni manovra, sarà estruso senza l'utilizzo di fluidi e quindi disposto in un recipiente che permetta la deposizione delle carote prelevate senza disturbarne la disposizione stratigrafica. Sarà utilizzato un recipiente di materiale inerte (PVC), idoneo ad evitare la contaminazione dei campioni prelevati. Per evitare la contaminazione tra i diversi prelievi, il recipiente per la deposizione delle carote sarà lavato, decontaminato e asciugato tra una deposizione e l'altra. Il materiale estruso sarà riposto nel recipiente in modo da poter ricostruire la colonna stratigrafica del terreno perforato.

Ad ogni manovra, sarà annotata la descrizione del materiale recuperato, indicando colore, granulometria, stato di addensamento, composizione litologica, ecc., riportando i dati in un apposito modulo. Tutti i campioni estratti saranno sistemati, nell'ordine di estrazione, in adatte cassette catalogatrici in plastica da 5 m, distinte per ciascun sondaggio, nelle quali verranno riportati chiaramente e in modo indelebile i dati di identificazione del perforo e dei campioni contenuti e, per ogni scomparto, le quote di inizio e termine del campione contenuto.

Ciascuna cassetta catalogatrice sarà fotografata, completa delle relative indicazioni grafiche di identificazione. Le foto saranno eseguite prima che la perdita di umidità abbia provocato l'alterazione del colore dei campioni estratti.

Per ogni perforo verrà compilata la stratigrafia del sondaggio stesso secondo le usuali norme AGI.

Le cassette verranno trasferite presso un deposito in luogo chiuso, e ivi conservate per rimanere a disposizione del Committente e/ degli Enti di Controllo.

Al termine delle operazioni, i perfori dei sondaggi verranno chiusi in sicurezza mediante miscela cemento-bentonite per tutta la profondità, in modo da evitare la creazione di vie preferenziali per la migrazione dell'acqua di falda e di eventuali contaminanti.

Tutte le attività di perforazione saranno eseguite in campo sotto la costante supervisione di un geologo.

### **8.2.2 Campionamento dei suoli**

Per quanto concerne le modalità e le procedure di campionamento dei suoli, andranno seguite le indicazioni fornite dal D.Lgs. 152/2006.

Per ogni posizione di prelievo, prima di definire le precise profondità di prelievo, dovrà preventivamente essere esaminato il rilievo stratigrafico di massima, allo scopo di evidenziare le variazioni fra gli strati della sezione da campionare. Si dovrà porre 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 terreno di riempimento con terreno naturale. Ogni campione di terreno prelevato e sottoposto alle analisi sarà costituito da un campione rappresentativo dell'intervallo di profondità scelto. Il prelievo dei campioni verrà eseguito immediatamente dopo la deposizione della carota nella cassetta catalogatrice. I campioni saranno riposti in appositi contenitori, sigillati e univocamente siglati.

In tutte le operazioni di prelievo dovrà essere rigorosamente mantenuta la pulizia delle attrezzature e dei dispositivi di prelievo, che deve essere eseguita con mezzi o solventi compatibili con i materiali e le sostanze di interesse, in modo da evitare fenomeni di contaminazione incrociata o perdita di rappresentatività del campione.

Gli incrementi di terreno prelevati verranno trattati e confezionati in campo a seconda della natura e delle particolari necessità imposte dai parametri analitici da determinare. Il prelievo degli incrementi di



terreno e ogni altra operazione ausiliaria (separazione del materiale estraneo, omogeneizzazione, suddivisione in aliquote, ecc.) dovranno essere eseguite seguendo le indicazioni contenute nell'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e in accordo con la Procedura ISO 18400-102:2017 *Soil Quality – Sampling*, nonché con le linee guida del Manuale UNICHIM n° 196/2 Suoli e falde contaminati – Campionamento e analisi.

Il materiale prelevato sarà preparato scartando in campo i ciottoli ed il materiale grossolano di diametro superiore a circa 2 cm, quindi sottoponendo il materiale a quartatura/omogeneizzazione e suddividendolo infine in due aliquote, delle quali:

1. una destinata alle determinazioni quantitative eseguite dal laboratorio di parte;
2. una destinata all'archiviazione, a disposizione dell'Ente di Controllo, per eventuali futuri approfondimenti analitici, da custodire a cura del Committente.

Un terzo eventuale replicato, quando richiesto, verrà confezionato in contraddittorio solo alla presenza dell'Ente di Controllo.

Per l'aliquota destinata alla determinazione dei composti volatili, non viene prevista la preparazione di una seconda aliquota.

Le aliquote ottenute saranno immediatamente poste in un contenitore refrigerato alla temperatura di 4 °C e così mantenute durante tutto il periodo di trasposto e conservazione, fino al momento dell'analisi di laboratorio.

Oltre ed in aggiunta ai campioni sopra riportati, nei casi in cui durante la realizzazione delle indagini ambientali si dovesse riscontrare la presenza di materiale di riporto, così come definito dall'art. 41 della Legge 98/2013<sup>2</sup>, sarà effettuato il prelievo di campioni da sottoporre all'esecuzione del test di cessione, ai sensi dell'art. 9 del D.M. 05/02/1998.

I campioni acquisiti a tale scopo saranno del tipo *"tal quale"*, cioè senza vagliatura per la separazione della frazione superiore a 2 cm.

La massa dei campioni prelevati è stata tale da garantirne la rappresentatività, anche in relazione alla granulometria prevalente e alla pezzatura dei materiali più grossolani (indicativamente alcuni kg), secondi i criteri della norma UNI 10802.

### **8.2.3 Campionamento delle acque sotterranee**

Come previsto dalle specifiche tecniche dell'Allegato 2 al Titolo V Parte IV del D.Lgs. 152/06 e in analogia alle modalità operative già adottate nel corso delle attività di caratterizzazione svolte sul sito, il campionamento delle acque sotterranee avverrà pertanto con prelievo in regime dinamico a mezzo di elettropompa sommersa previo spurgo a basso flusso (circa 10 l/min), per un tempo sufficiente al ricambio di circa 3-5 volumi della colonna d'acqua contenuta nei piezometri.

Durante lo spurgo a basso flusso saranno monitorati, per mezzo di sonda multiparametrica, i seguenti parametri:

- pH;
- Potenziale Redox;
- Temperatura;
- Ossigeno disciolto;
- Conducibilità elettrica.

<sup>2</sup> Definizione di "matrici materiali di riporto" di cui all'art. 41 della Legge 98/2013: "... (omissis)... costituite da una miscela eterogenea di materiale di origine antropica, quali residui e scarti di produzione e di consumo, e di terreno, che compone un orizzonte stratigrafico specifico rispetto alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche naturali del terreno in un determinato sito, e utilizzate per la realizzazione di riempimenti, di rilevati e di reinterri."

Il confezionamento del campione avverrà comunque solo a seguito del raggiungimento di entrambe le seguenti condizioni:

- stabilizzazione dei parametri suddetti (ovvero che i valori misurati, per tre misure consecutive e ad intervalli di 3 minuti ciascuna, non si discostino del 10%);
- ottenimento di un campione con torbidità inferiore a 50 NTU.

Laddove lo spurgo non avesse raggiunto entrambi gli standard, il tecnico in campo proseguirà l'attività.

Per la tubazione di mandata della pompa di campionamento sarà preferito l'utilizzo di materiale Rilsan atossico, in particolare nel tratto dalla testa pompa all'estremità in cui avverrà il prelievo del campione.

Le acque derivanti dalle operazioni di sviluppo e spurgo saranno gestite in accordo con i tecnici Enel.

### 8.3 Metodiche analitiche

Le analisi chimiche saranno effettuate adottando metodiche analitiche ufficiali UNICHIM, CNR-IRSA e EPA o comunque in linea con le indicazioni del D.Lgs. 152/2006, anche per quanto attiene i limiti inferiori di rilevabilità che, sia per i campioni di terreno che di acque sotterranee, saranno pari ad almeno 1/10 delle CSC previste dalle Tabelle 1 (Col. B) e 2 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006.

## 9 CONCLUSIONI

La Centrale Termoelettrica “Teodora” di Porto Corsini nel Comune di Ravenna, in gestione alla società Enel Produzione S.p.A. (di seguito Enel), è autorizzata all’esercizio del Ministro della Transizione Ecologica (MiTE) del D.M. n. 274 del 06/07/2021 (Rif. [21]); Il Parere Istruttorio Conclusivo n. 1297 del 21/06/2021 (Rif. [20]), rilasciato dalla Commissione Istruttorio IPPC nell’ambito della procedura di riesame dell’AIA, con la prescrizione n. 58 prevede la presentazione di un piano di dismissione del sito comprensivo di un piano di indagini

*“atte a caratterizzare la qualità dei suoli e delle acque sotterranee delle aree dismesse e a definire gli eventuali interventi di bonifica, nel quadro delle indicazioni degli obblighi dettati dal D.Lgs. n. 152/06”.*

Di conseguenza Enel, al fine di fornire uno specifico riscontro alla prescrizione di cui sopra, ha incaricato CESI S.p.A. di elaborare il presente Piano di Indagine con lo scopo di addivenire alla caratterizzazione ambientale delle aree che saranno liberate dalle strutture, dagli impianti e dai fabbricati una volta dismessa la centrale.

Il sito nel suo complesso è già stato oggetto di indagini di caratterizzazione ambientale del suolo e delle acque sotterranee, a partire dal documento “Caratterizzazione del suolo, sottosuolo e acque sotterranee” presentato da URS per conto di Enel nel febbraio 2006.

Le indagini sulle matrici suolo e sottosuolo del novembre 2005 e giugno 2012 hanno consentito di verificare la conformità alle CMA previste dal D.M. 471/99 (poi D.Lgs. 152/06) per tutti i parametri ricercati su tutti i campioni di terreno prelevati.

Le diverse campagne di monitoraggio delle acque sotterranee, succedutesi tra il 2010 ed il 2021, hanno evidenziato la conformità dei campioni di acque sotterranee alle CSC previste dalla Tab. 2, All. 5 alla Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/06, con l’eccezione del parametro Arsenico che ha mostrato discontinui superamenti della CSC (10 µg/l).

La presenza dell’Arsenico è stata oggetto di indagini di dettaglio in conformità con quanto previsto dall’AIA (prescrizione n. 23 del capitolo 11.8 “Controllo delle acque sotterranee” del PIC allegato al Decreto 274/2021) utili a verificare la presenza delle condizioni idrogeochimiche dell’acquifero, compatibili con la mobilitazione di Arsenico, oltre che all’individuazione di valori di fondo naturale/antropico dell’area in cui si trova la centrale. Le concentrazioni dell’Arsenico nelle acque sotterranee a livello regionale e locale erano state oggetto anche di studi e considerazioni da parte di ARPA Veneto e ARPA Emilia-Romagna, che confermavano la presenza del metallo come una caratteristica propria delle acque sotterranee della zona.

In considerazione di tali elementi, con la nota n. ENEL-PRO-23/12/2010-0053496 (Rif. [5]) del 23 dicembre 2010, Enel ha comunicato alle PPA che il livello di concentrazione di Arsenico rilevato è allineato con lo stato generale già rilevato dagli Enti di controllo, e pertanto non riconducibile ad una situazione di contaminazione localizzata né a responsabilità del gestore della centrale Enel di Porto Corsini.

In relazione agli asset costituenti la centrale, sono stati individuati i potenziali centri di pericolo, presso i quali concentrare le indagini ambientali proposte, riepilogabili come segue:

- trasformatori e apparecchiature elettriche con oli;
- edifici e impianti interessati dall’uso di olii, lubrificanti e solventi per la lubrificazione e la pulizia, con le relative aree di stoccaggio;
- serbatoi di stoccaggio gasolio per l’alimentazione dei gruppi elettrogeni, della motopompa antincendi e del rifornimento dei muletti;

- sistemi di raccolta, movimentazione e trattamento delle acque reflue;
- aree di deposito di reagenti chimici.

Il Piano delle Indagini che si intende eseguire prevede la realizzazione di sondaggi verticali a carotaggio continuo da realizzare a seguito delle attività di demolizione delle strutture fuori terra; complessivamente si prevede di realizzare i seguenti punti di indagine:

- **n. 34 sondaggi fino alla profondità 1,0 m da p.c.**, per il prelievo di campioni di suolo e sottosuolo insaturo;
- **n. 7 sondaggi fino alla profondità 10,0 m da p.c.**, per il prelievo di campioni di suolo e sottosuolo insaturo, **da attrezzare a piezometri di monitoraggio per il prelievo di campioni di acque sotterranee.**

I sondaggi saranno realizzati con la tecnica di perforazione per rotazione a secco con carotaggio continuo.

In particolare, si prevede di realizzare sette nuovi piezometri all'interno del sito, ad integrazione della rete piezometrica esistente, sia in prossimità dei limiti della proprietà, al fine di garantire una rete di punti di conformità in considerazione dell'assenza di una direzione di flusso prevalente delle acque sotterranee.

La selezione delle sostanze indicatrici da determinare nelle matrici terreno ed acque ha tenuto conto dalla natura e composizione chimica dei prodotti, sottoprodotti e scarti che venivano stoccati e movimentati nelle parti di impianto oggetto di caratterizzazione, di eventuali sostanze correlabili alla normale gestione di tale tipologia di stabilimento industriale sia di composti rinvenuti nelle pregresse fasi di caratterizzazione dell'intera area della Centrale.

Pertanto, nei campioni di *terreno* che verranno raccolti in fase di realizzazione del piano di indagine verranno determinati i seguenti parametri analitici:

- Metalli;
- Idrocarburi Aromatici Policiclici;
- Idrocarburi Leggeri ( $C \leq 12$ );
- Idrocarburi Pesanti ( $C > 12$ );
- BTEXS;
- PCB;
- PCDD/PCDF (top soil);
- Amianto (top soil);
- pH;
- Residuo a 105 °C.

Nei campioni di acque sotterranee il panel analitico sarà invece il seguente:

- Metalli;
- BTEXS;
- Idrocarburi Totali (n-esano);
- IPA;
- Alifatici clorurati cancerogeni e non;
- Alifatici alogenati cancerogeni;
- PCB.