

RAPPORTO

USO AZIENDALE

APPROVATO

C1008060

Cliente	Enel Produzione S.p.A. Thermal Generation Italy
Oggetto	Centrale termoelettrica "Ettore Majorana" di Termini Imerese Rifacimenti di 2 unità di produzione esistenti. Studio Preliminare Ambientale (art. 19 D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.) Risposta alla Condizione ambientale n. 3
Ordine	A.Q. 8400134283 - Attivazione n. 3500184527 del 13.05.2021
Note	WBS A1300003095

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

N. pagine 22 **N. pagine fuori testo** 0

Data 18/05/2021

Elaborato STC - Lattuada Daniele, STC - Baglivi Antonella
C1008060 3839 AUT C1008060 1829512 AUT

Verificato ENC - Mozzi Riccardo
C1008060 2809622 VER

Approvato ENC - Il Responsabile - Mozzi Riccardo
C1008060 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 2021 by CESI. All rights reserved

Pag. 1/22

Indice

1	PREMESSA	4
2	ANALISI DELLE RICOSTRUZIONI PIEZOMETRICHE 2003-2017	5
3	ELABORAZIONE DELLE MISURE PIEZOMETRICHE 2003-2021	6
3.1	Soggiacenza	6
3.2	Livello statico	7
3.3	Ricostruzioni piezometriche	8
4	ANALISI DEI TREND PIEZOMETRICI	13
5	INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON I LIVELLI PIEZOMETRICI	16
5.1	Descrizione delle opere di fondazione	16
5.2	Interferenza con i livelli piezometrici	19
6	CONCLUSIONI	21

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	18/05/2021	C1008060	Prima emissione

RIFERIMENTI

- [1] Enel Produzione S.p.A. Piano della Caratterizzazione ai sensi del D.Lgs. 152/06 – Parco Serbatoi di Levante - Area serbatoi K6 e K7. Luglio 2016.
- [2] Enel Produzione S.p.A. Caratterizzazione Ambientale Parco Serbatoi Levante Centrale Termoelettrica Ettore Majorana – Termini Imerese. Marzo 2017.
- [3] CESI. Rapporto B9021883 - *Centrale termoelettrica "Ettore Majorana" di Termini Imerese. Rifacimenti di 2 unità di produzione esistenti. Studio Preliminare Ambientale (art. 19 D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.)*. Dicembre 2019.
- [4] Parere CTVA n. 151 del 29 gennaio 2021, acquisito con prot. 13260/MATTM del 9 febbraio 2021.
- [5] Enel Produzione S.p.A. PBTIG20044 Rilievo topografico generale delle aree di intervento - Raccolta monografica dei caposaldi di riferimento della poligonale. Febbraio 2021.
- [6] Enel Produzione S.p.A. PBTIG20046 Rilievo quote boccaforo piezometri e letture livello soggiacenza falda. Marzo 2021.
- [7] Enel Produzione S.p.A. FiatAvio. Disegno Casseri, Pianta generale a Q.ta -0.7 TEC. Sezione di scavo Vassoio TI42 e TI53.dwg. Giugno 1994.

1 PREMESSA

Nell'ambito della procedura di Verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale del progetto denominato "Centrale termoelettrica "Ettore Majorana" di Termini Imerese - Rifacimenti di 2 unità di produzione esistenti", il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con Decreto n. 50 del 19/02/2021, approva l'esclusione dalla procedura di valutazione dell'impatto ambientale, subordinata al rispetto delle condizioni ambientali contenute nel Parere n. 151 del 29 gennaio 2021 della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS Sottocommissione VIA. In quest'ultimo Parere n. 151 della CTVA, acquisito con prot. 13260/MATTM del 9 febbraio 2021, sono contenute le condizioni ambientali da ottemperare.

Il presente documento fa riferimento alla Condizione ambientale n. 3, che recita:

"Tenuto conto del progressivo innalzamento del tetto della falda freatica superficiale risultante dalle misure e ricostruzioni eseguite nel periodo 2003-2016, risulta necessario eseguire ulteriori indagini idrogeologiche e acquisire misure piezometriche ante operam a monte e a valle della direzione di deflusso sotterraneo, verificando modellisticamente la possibile sussistenza di interferenze derivanti dalle attività di cantiere e dalle opere di progetto, in caso positivo progettando soluzioni di mitigazione. Le campagne di misura della superficie piezometrica della falda superficiale dovranno eseguirsi pure nella fase di cantiere verificando la rispondenza del modello implementato, e proseguire per sei mesi dall'inizio della fase di esercizio."

Si richiede l'ottemperanza alla prescrizione sopra riportata prima dell'avvio delle attività di cantiere.

Enel ha pertanto incaricato CESI S.p.A. (di seguito CESI) di predisporre un documento di risposta alla prescrizione, al fine di verificare l'effettivo innalzamento dei livelli di falda e proporre adeguate azioni di monitoraggio della stessa.

Nel presente documento sono stati esaminati e rielaborati i dati delle ricostruzioni delle superfici piezometriche eseguite e presentate nel Rapporto CESI B9021883 "Studio Preliminare Ambientale" (SPA), oggetto delle osservazioni di cui alla Condizione ambientale n. 3.

2 ANALISI DELLE RICOSTRUZIONI PIEZOMETRICHE 2003-2017

Le ricostruzioni dell'andamento delle superfici piezometriche presentate nello SPA si riferiscono ai monitoraggi dei livelli di falda effettuati nel periodo compreso tra il 2003 e il 2017:

- 10/2003, figura 4.3-11, pagina 148, fonte CESI;
- 11/2011, figura 4.3-12, pagina 149, fonte CESI;
- 07/2016, figura 4.3-13, pagina 149, fonte MWH;
- 02/2017, figura 4.3-14, pagina 150, fonte MWH, Stantec, indagini nel parco serbatoi di levante della Centrale.

Le ricostruzioni presentate mostrano una sostanziale uniformità nella distribuzione dei livelli e nella direzione di flusso prevalente orientata dall'entroterra verso la linea di costa (da Sud-Est a Nord-Ovest). Dall'analisi grafica delle ricostruzioni, si osserva che i livelli assoluti sono compresi tra 0.3 e 1.5 m s.l.m. in tutte le ricostruzioni, con variazioni comprese tra 2 e 20 cm tra i livelli minimi e massimi per ciascun piezometro (media 21 cm) verosimilmente attribuibili alle normali oscillazioni stagionali della falda, inoltre la difforme rappresentazione grafica delle isopieze negli studi effettuati negli anni, può aver indotto a una diversa interpretazione rispetto alla stagionalità su indicata.

La ricostruzione del 2017 è invece limitata al parco serbatoi di levante presente a valle idraulico. I livelli sono compresi tra 3 e 3.5 m s.l.m. evidenziando un'anomalia rispetto alle precedenti misure, probabilmente imputabile alla non univocità del caposaldo di riferimento utilizzato per determinare la quota di bocca tubo (b.t. m s.l.m.) dei piezometri e conseguentemente del livello statico assoluto della falda. Nel febbraio 2021 Enel ha eseguito un nuovo rilievo topografico di livellazione che ha consentito di correggere la quota di riferimento del caposaldo CS3 che è stato successivamente utilizzato per la determinazione delle nuove quote di b.t. m s.l.m. dei piezometri.

Nel corso dell'attività è stata rilevata anche la soggiacenza del livello di falda per disporre di misure aggiornate ed effettuare il confronto con i livelli piezometrici del periodo 2003-2017.

Le misure del 02/2021 saranno considerate come riferimento dello scenario *ante operam* rispetto all'avvio delle attività di cantiere previsto nel III trimestre 2021.

3 ELABORAZIONE DELLE MISURE PIEZOMETRICHE 2003-2021

Le ricostruzioni piezometriche presentate nello SPA sono state, nel presente documento, aggiornate e rielaborate utilizzando la nuova quota dei piezometri misurata nel corso del rilievo topografico eseguito a febbraio 2021.

3.1 Soggiacenza

Nella Tabella 1 sono riportate le misure di soggiacenza della falda misurate rispetto alla b.t. del tubo piezometrico. Le misure più recenti del 02/2021 possono essere considerate le misure della fase *ante operam* (A.O.).

Sigla	WGS84 UTM F33		N.1	N.2	N.3	N.4	A.O.
	Est	Nord	10/2003	11/2011	07/2016	02/2017	N.5
	[m]	[m]	[m da b.t.]				02/2021
PZ1	390202.2	4202881.1	-	2.07	-	-	1.82
PZ2	390208.4	4203186.3	-	2.52	-	-	2.50
PZ3	390427.0	4203252.7	-	2.56	-	2.71	2.52
PZ4	390530.3	4202840.0	-	2.44	-	-	2.18
S01	390031.6	4203199.5	2.60	2.60	2.79	-	2.55
S02	390132.1	4203187.3	2.60	2.57	2.75	-	2.53
S03	390101.2	4203140.9	2.54	2.53	2.71	-	2.45
S05	390062.2	4202958.5	2.52	2.43	2.47	-	2.22
S07	390351.0	4203243.4	2.46	2.56	2.66	-	2.51
S08	390511.1	4203264.1	2.30	2.37	-	2.54	2.33
S09	390607.3	4203272.3	2.38	2.41	-	2.65	2.51
S10	390644.7	4203205.8	1.62	1.46	1.73	1.72	1.52
S12	390653.0	4202880.6	2.04	2.03	2.09	-	-
S13	390529.2	4203175.6	1.42	1.47	1.62	1.62	1.39
PZ VC	389888.7	4203172.0	-	5.19	-	-	-

Tabella 1. Coordinate dei piezometri e soggiacenza da b.t. (15 piezometri).

PZ VC: piezometro presso la vasca ceneri. A.O.: Soggiacenza ante operam.

3.2 Livello statico

Nella Tabella 2 sono riportate le quote assolute del livello di falda misurate nei piezometri. Il livello di falda è ricavato dalla differenza tra la quota di b.t. m s.l.m. dei piezometri (rilievo 02/2021) e la soggiacenza della falda misurate rispetto alla b.t. del tubo stesso (misure del periodo 2003-2017 da Tabella 1).

Il livello piezometrico del 02/2021 può essere considerato come la misura della fase *ante operam*.

Sigla	Quota p.c.	Nuovo rilievo topografico 02/2021		A.O.					min	Max
		Quota b.t.	N.1	N.2	N.3	N.4	N.5			
			10/2003	11/2011	07/2016	02/2017	02/2021			
	[m slm]		[m slm]							
PZ1	3.15	2.91	-	0.84	-	-	1.09	0.84	1.09	
PZ2	3.17	2.92	-	0.40	-	-	0.42	0.40	0.42	
PZ3	3.20	3.00	-	0.44	-	0.29	0.48	0.29	0.48	
PZ4	3.80	3.72	-	1.28	-	-	1.54	1.28	1.54	
S01	3.19	3.09	0.49	0.49	0.31	-	0.54	0.31	0.54	
S02	3.20	3.09	0.49	0.52	0.34	-	0.56	0.34	0.56	
S03	3.15	3.09	0.55	0.56	0.39	-	0.64	0.39	0.64	
S05	3.20	3.09	0.57	0.66	0.62	-	0.87	0.57	0.87	
S07	3.12	3.01	0.55	0.45	0.35	-	0.50	0.35	0.55	
S08	2.53	2.78	0.48	0.41	-	0.24	0.45	0.24	0.48	
S09	2.59	2.86	0.48	0.45	-	0.21	0.35	0.21	0.48	
S10	2.44	2.37	0.75	0.91	0.64	0.65	0.85	0.64	0.91	
S12*	-	3.44	1.40	1.41	1.35	-	-	1.35	1.41	
S13	2.29	2.19	0.77	0.72	0.57	0.57	0.80	0.57	0.80	
PZ VC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		min	0.48	0.40	0.31	0.21	0.35			
		Max	1.40	1.41	1.35	0.65	1.54			

Tabella 2. Calcolo del livello statico della falda dalla nuova quota di b.t. m s.l.m. (14 piezometri).
S12*: quota ricavata. A.O.: Soggiacenza ante operam.

La quota di b.t. del piezometro S12 è stata ricavata¹ dalle misure delle quote effettuata da CESI in quanto non determinata con il rilievo topografico del 02/2021. Il piezometro S12 è localizzato in una porzione di impianto dove non sono presenti altri piezometri (monte idraulico), e pertanto la sua misura puntuale è necessaria per effettuare la ricostruzione piezometrica sull'intero sedime di impianto; la sua posizione è tale da attenuare eventuali differenze di quota tra quella ricavata e quella reale (non disponibile).

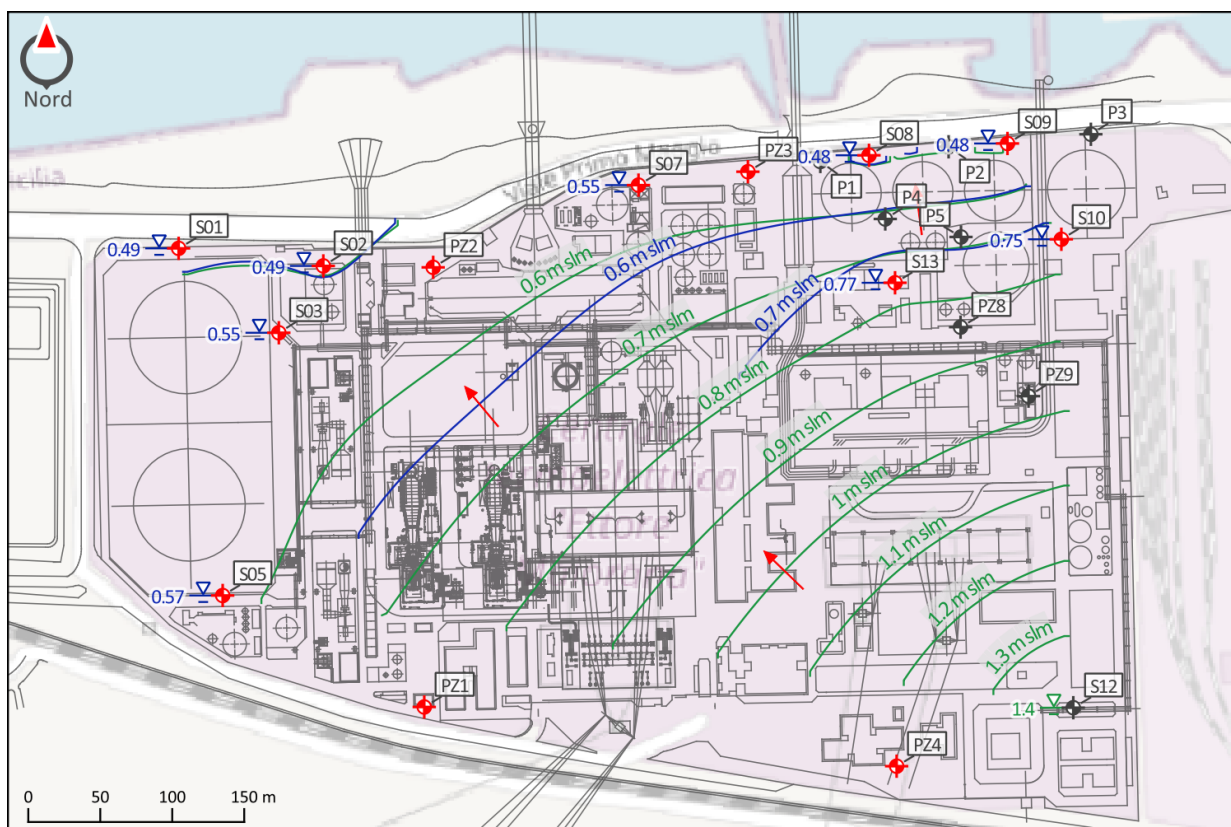
¹ La quota di b.t. utilizzata per le ricostruzioni piezometriche è la quota misurata con un rilievo topografico RTK-GPS effettuato da CESI e corretta con lo scarto medio tra le quote CESI e le nuove quote del rilievo del 02/2021. La differenza media tra le misure dei rilievi topografici è di 0.25 m e dipende dalla quota del diverso caposaldo di riferimento utilizzato.

3.3 Ricostruzioni piezometriche

Nelle figure seguenti sono illustrate le ricostruzioni piezometriche effettuate con le quote del livello statico riportate nella Tabella 2 (dal 2003 al 2021). Sono illustrate sia le curve ottenute con i piezometri quotati nel 02/2021 (colore blu) sia le ricostruzioni che includono anche il piezometro S12 (colore verde).

Le ricostruzioni sono state eseguite con un modello numerico di interpolazione geostatistica (Kriging) in grado di generare curve regolari anche utilizzando punti distribuiti irregolarmente nello spazio.

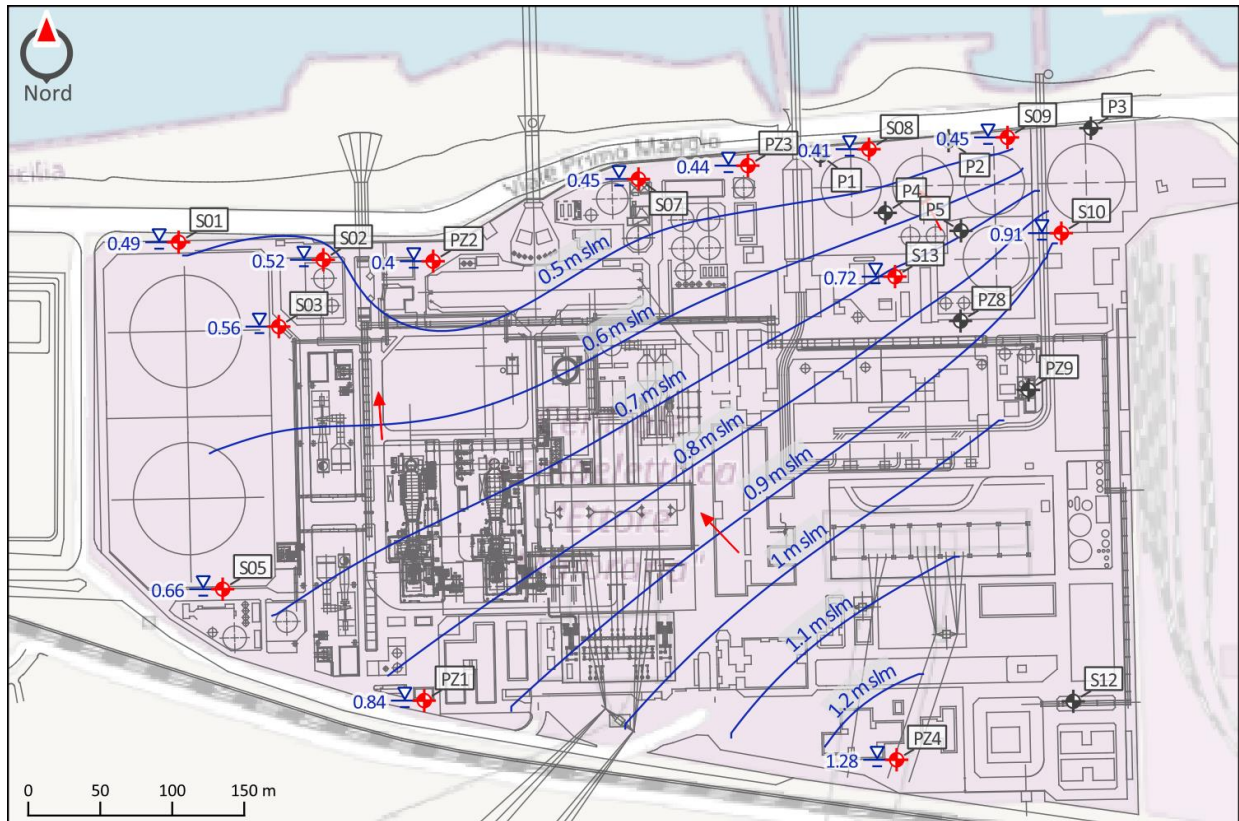
Le ricostruzioni mostrano una sostanziale uniformità nella distribuzione dei livelli e nella direzione di flusso prevalente orientata dall'entroterra verso la linea di costa (da Sud-Est a Nord-Ovest). I livelli piezometrici assoluti sono compresi tra circa 0.3/0.5 m (valle idraulico) a 1.2/1.5 m s.l.m. (monte idraulico), confermando variazioni minime e compatibili con le oscillazioni stagionali. Anche le misure del 2017, riferite solo alla zona del parco serbatoi, leggermente inferiori localmente, rientrano nel range di variabilità dei livelli.



LEGENDA

- Planimetria di impianto
- Piezometro
- Piezometro con quote aggiornate (rilievo topografico 2021)
- Piezometro utilizzato per la ricostruzione piezometrica
- Ricostruzione del livello piezometrico (m s.l.m.m.) (livello piezometrico)
- Direzione di flusso prevalente
- Ricostruzione con le sole misure nei piezometri quotati nel rilievo 02/2021
- Ricostruzione integrata con le misure nel piezometro S12

Figura 1. Ricostruzione piezometrica: 10/2003.



© OpenStreetMap contributors

LEGENDA







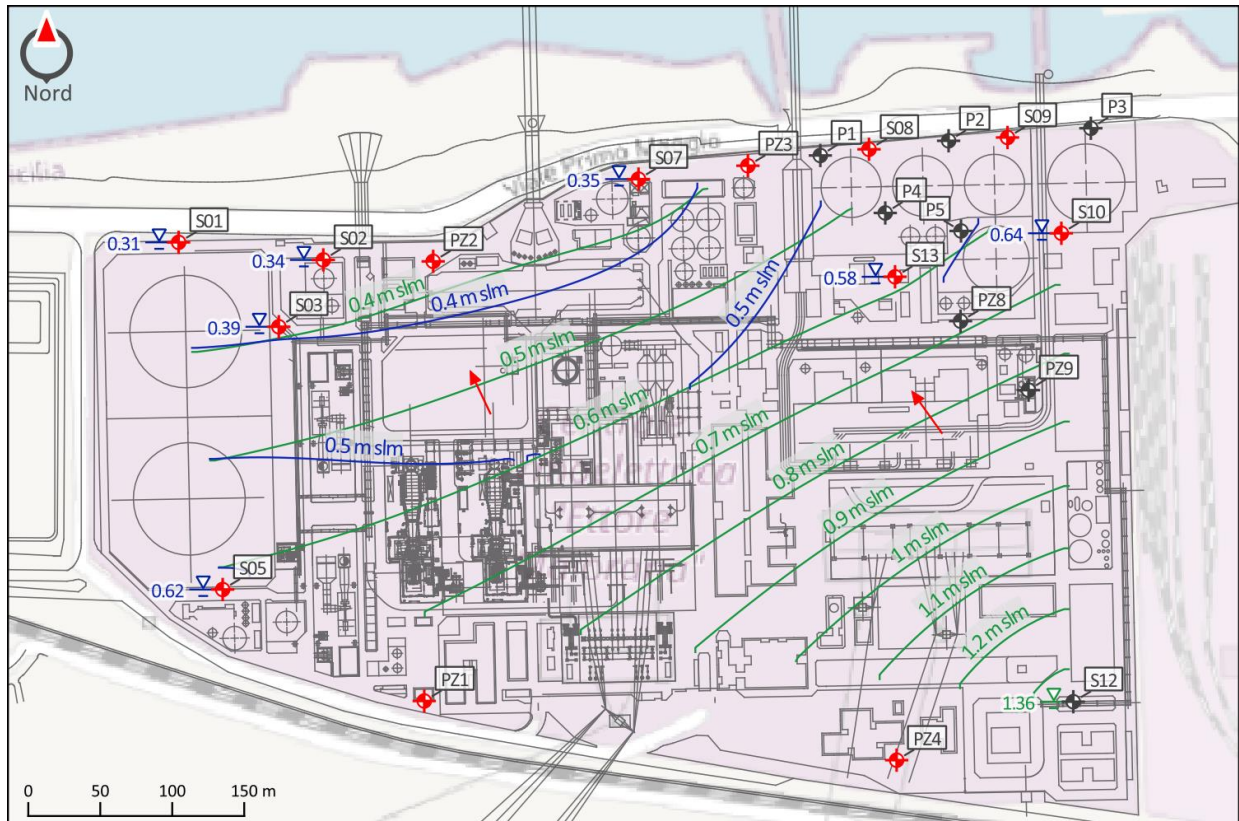
- | | |
|--|--|
|  Planimetria di impianto |  Piezometro utilizzato per la ricostruzione piezometrica |
|  Piezometro |  Ricostruzione del livello piezometrico (m s.l.m.) (livello piezometrico) |
|  Piezometro con quote aggiornate (rilievo topografico 2021) |  Direzione di flusso prevalente |

Figura 2. Ricostruzione piezometrica: 11/2011.



LEGENDA







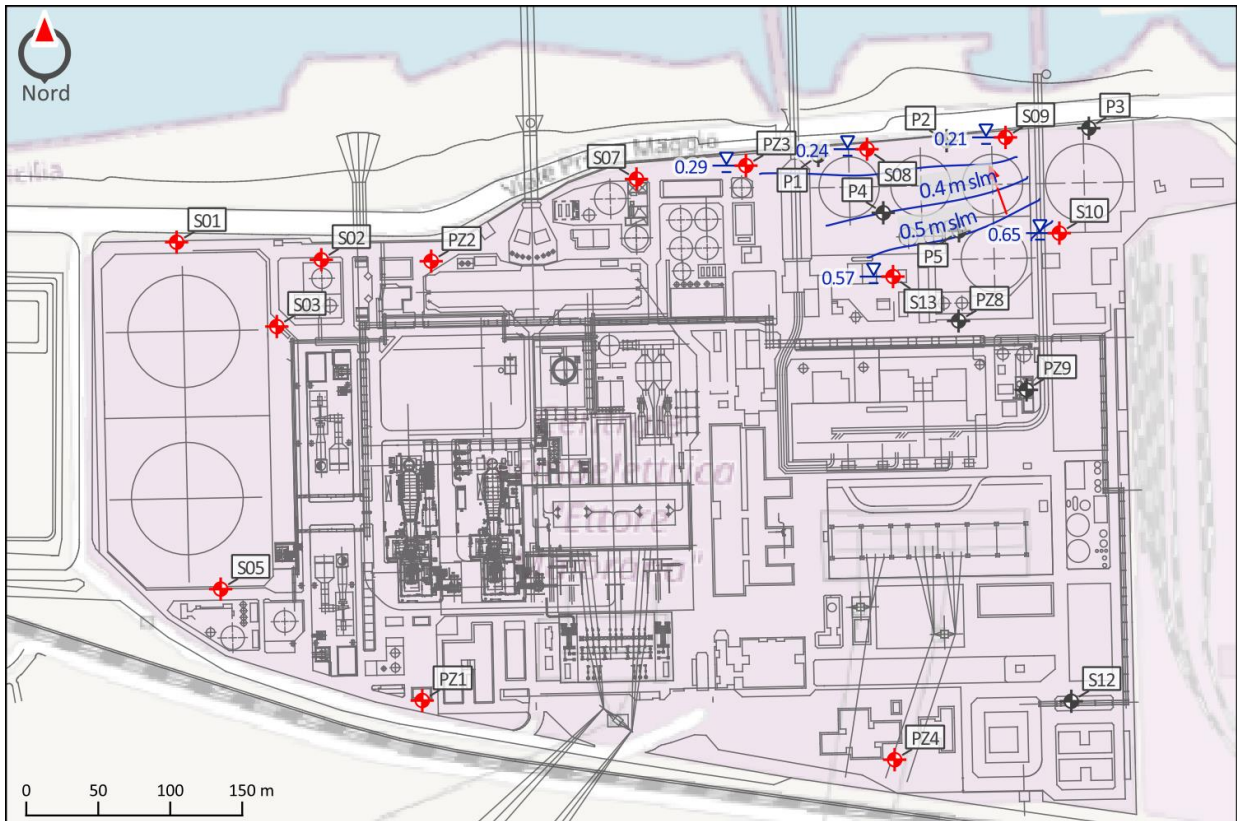
- | | |
|--|--|
|  Planimetria di impianto |  Piezometro utilizzato per la ricostruzione piezometrica |
|  Piezometro |  Ricostruzione del livello piezometrico (m s.l.m.) (livello piezometrico) |
|  Piezometro con quote aggiornate (rilievo topografico 2021) |  Direzione di flusso prevalente |
- Ricostruzione con le sole misure nei piezometri quotati nel rilievo 02/2021
■ Ricostruzione integrata con le misure nel piezometro S12

Figura 3. Ricostruzione piezometrica: 07/2016.



© OpenStreetMap contributors

LEGENDA







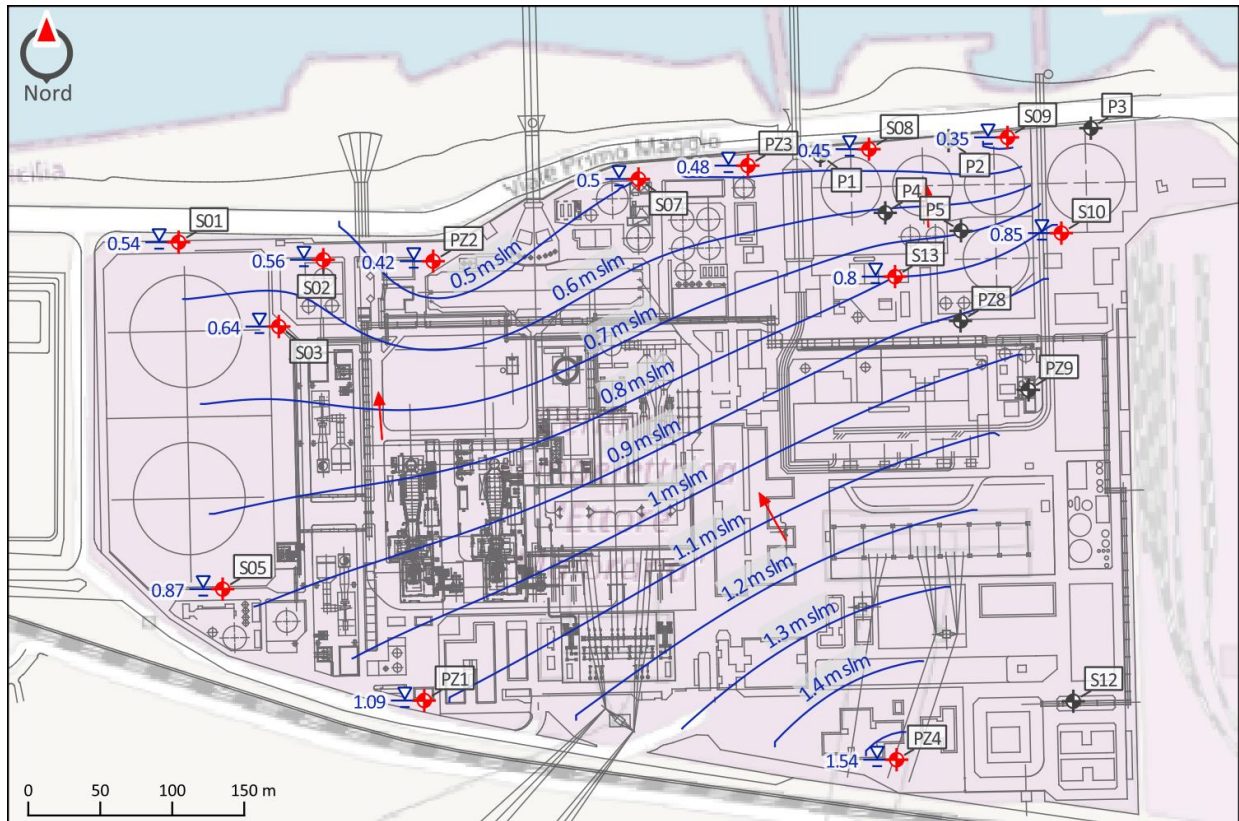
- | | |
|--|--|
|  Planimetria di impianto |  Piezometro utilizzato per la ricostruzione piezometrica |
|  Piezometro |  Ricostruzione del livello piezometrico (m s.l.m.) (livello piezometrico) |
|  Piezometro con quote aggiornate (rilievo topografico 2021) |  Direzione di flusso prevalente |

Figura 4. Ricostruzione piezometrica: 02/2017.



LEGENDA







- | | |
|--|--|
|  Planimetria di impianto |  Piezometro utilizzato per la ricostruzione piezometrica |
|  Piezometro |  Ricostruzione del livello piezometrico (m s.l.m.) (livello piezometrico) |
|  Piezometro con quote aggiornate (rilievo topografico 2021) |  Direzione di flusso prevalente |

Figura 5. Ricostruzione piezometrica: 02/2021.

4 ANALISI DEI TREND PIEZOMETRICI

Le campagne di monitoraggio dei livelli di falda sono state eseguite utilizzando una differente consistenza della rete piezometrica, per cui non è possibile effettuare un'analisi diretta dei trend. Complessivamente sono stati utilizzati 15 piezometri.

Nel seguito si farà riferimento ad un set di 10 piezometri, selezionati in base al numero di misure disponibili e per rappresentare l'intero sedime di impianto. I piezometri S10 e S13 sono stati utilizzati nei 5 monitoraggi eseguiti, mentre per gli altri piezometri sono disponibili da 2 a 4 misure.

Come si evidenzia dalla Tabella 2, complessivamente i livelli piezometrici sono compresi tra 0.21 m (valle idraulico) e 1.54 m s.l.m. (monte idraulico). Le variazioni dei livelli in ciascun piezometro sono contenute nella variabilità stagionale, comprese tra 0.24 e 0.30 m ad eccezione del piezometro S12 che presenta una variabilità di solo 0.06 m (piezometro di monte idraulico).

Nella Figura 6 è illustrato per ciascun piezometro il Box-plot dei livelli piezometrici misurati durante i monitoraggi 2003-2021 e utilizzati per la ricostruzione piezometrica.

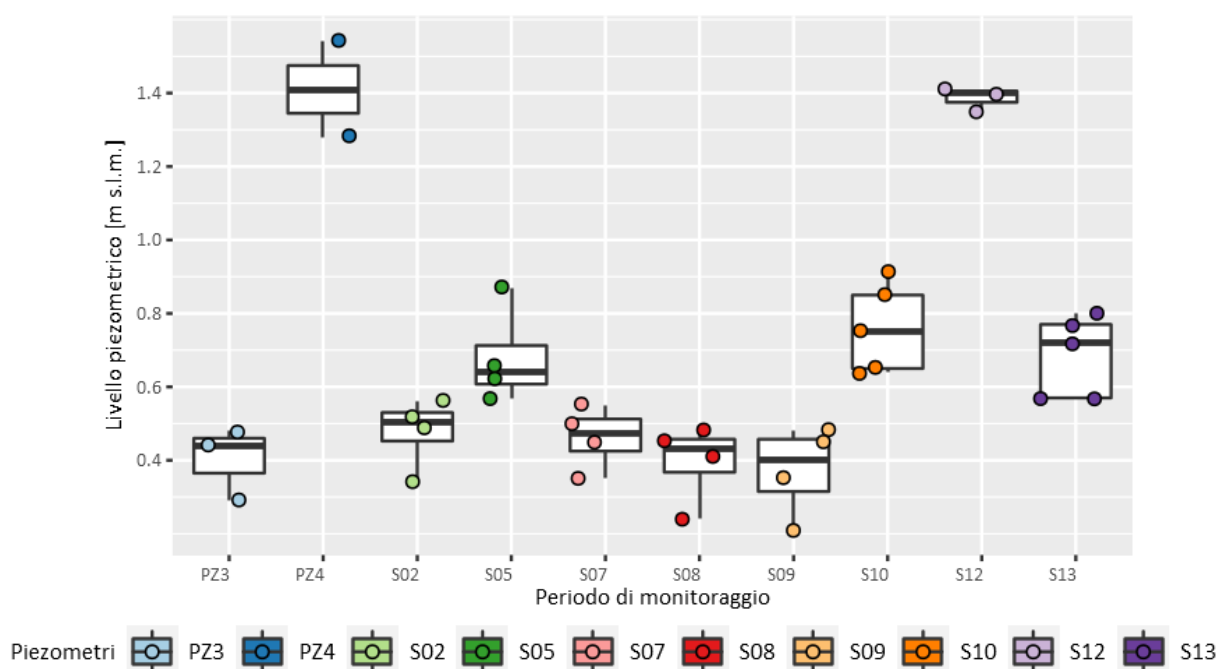


Figura 6. Box-plot dei livelli piezometri (2003-2021).

Nella Figura 7 sono illustrati i trend dei livelli piezometrici suddivisi in base alla posizione del piezometro rispetto al monte e valle idraulico:

- Piezometri di monte idraulico: **S12** mostra livelli stazionari (3 monitoraggi). Nel piezometro **PZ4** si osserva un aumento del livello (+26 cm) tra la misura del 11/2011 e l'ultimo monitoraggio di 02/2021 (2 misure).
- Piezometri centrali: **S05** mostra livelli variabili (4 monitoraggi) con un aumento di +21 cm nell'ultimo monitoraggio di 02/2021 rispetto alle misure del 2011 che avevano registrato il valore massimo. Anche **S10** e **S13** mostrano livelli correlati e variabili (5 monitoraggi) ma i livelli dell'ultimo monitoraggio di 02/2021 sono inferiori ai livelli massimi registrati o dello stesso ordine di grandezza.
- Piezometri di valle idraulico: **PZ3** e **S02** mostrano livelli correlabili e semi-stazionari (3/4 monitoraggi) con un aumento di +4 cm nell'ultimo monitoraggio di 02/2021 rispetto alle misure del 2011 che avevano registrato il valore massimo. Anche **S07**, **S08** e **S09** mostrano un andamento correlato e semi-stazionario (4 monitoraggi) con un livello nell'ultimo monitoraggio di 02/2021 inferiore al livello del 2003 (massimo). Le misure del primo monitoraggio 10/2003 confrontate con quelle dell'ultimo monitoraggio di 02/2021 mostrano valori molto simili: livello minimo 0.48 m rispetto a 0.35 m, livello massimo 0.55 m rispetto a 0.56 m e media dei livelli 0.5 m rispetto a 0.47 m.

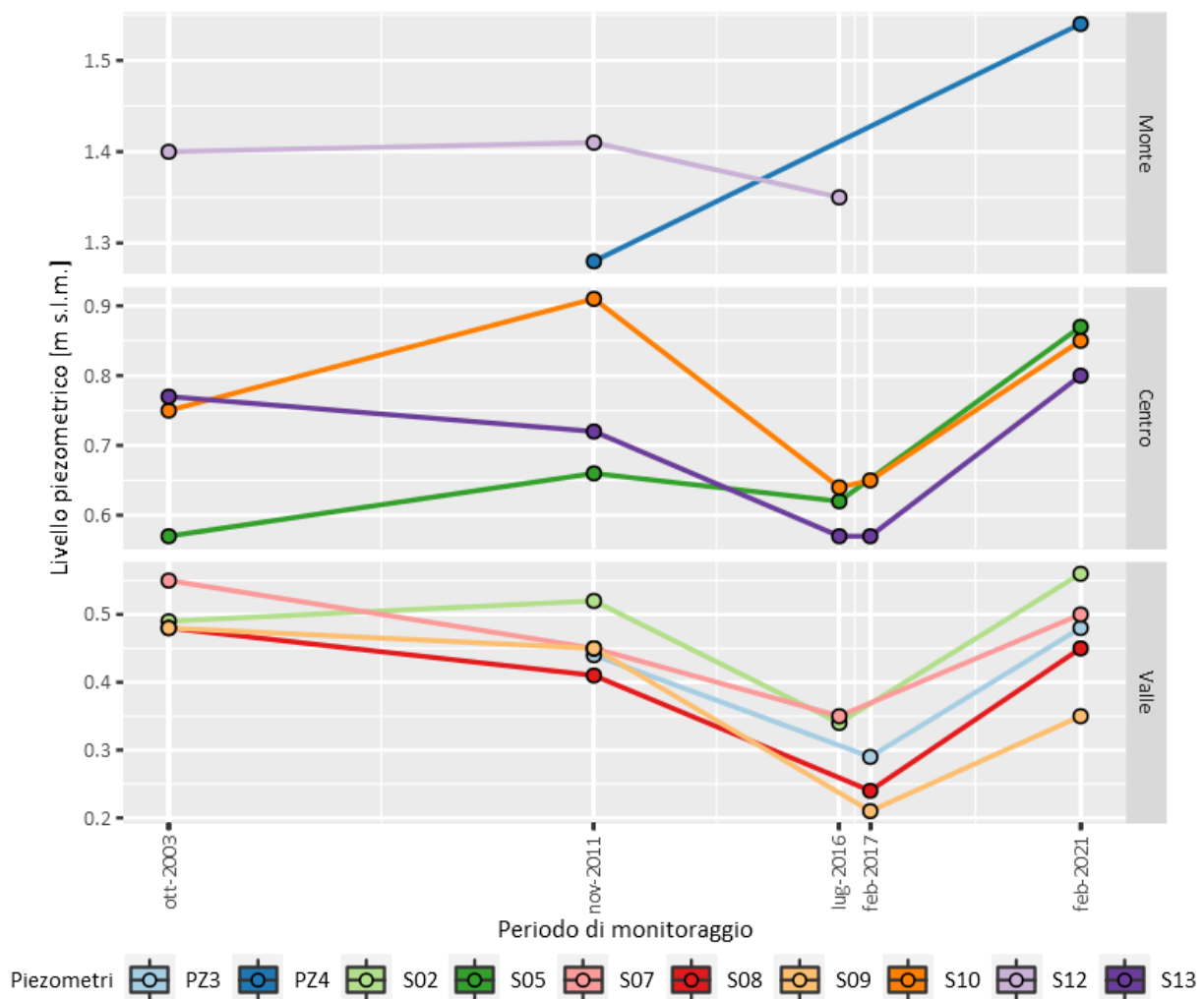


Figura 7. Andamento del livello piezometrico nei piezometri di monte, centro e valle idraulico.

Nella Figura 8 è riportato il trend dei livelli minimo e massimo nel periodo 2003-2021. Non si osserva un sostanziale incremento dei livelli nel tempo. Il livello massimo del monitoraggio 02/2021 è comunque contenuto e di 10 cm superiore ai valori del periodo 2003-2017. Il livello piezometrico minimo, riferibile ai piezometri a valle idraulico (S08, S09, PZ2, S01), si mantiene pressoché costante.

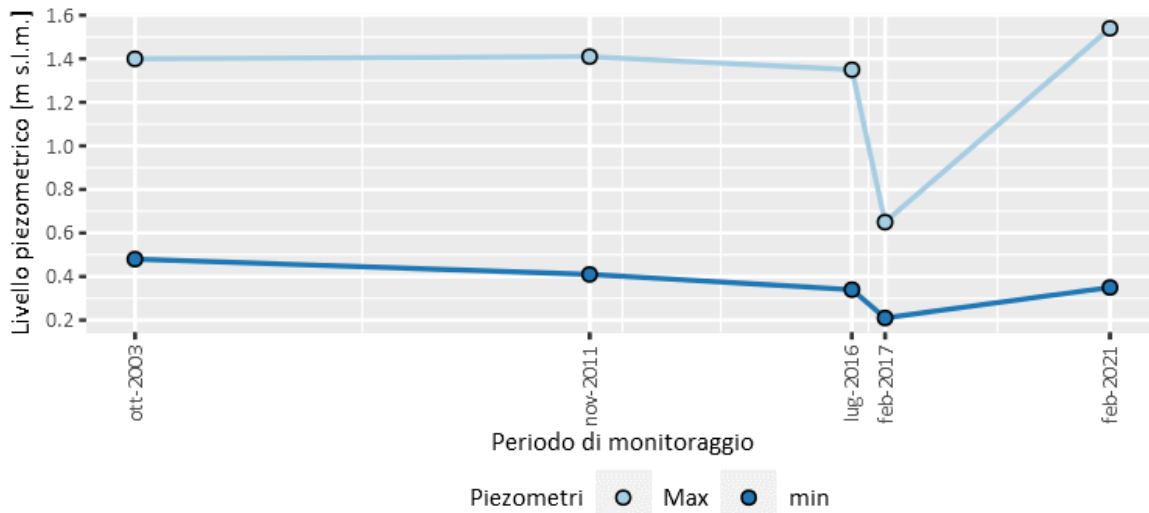


Figura 8. Andamento del livello piezometrico minimo e massimo.

Nella Figura 9 sono rappresentati i trend dei piezometri S10 e S13 che essendo gli unici piezometri monitorati in tutte le campagne di misura hanno una continuità del dato. I livelli piezometrici variano nel tempo (variazione media di 0.25 m) ma la serie storica analizzata non evidenzia un particolare trend di crescita (innalzamento).

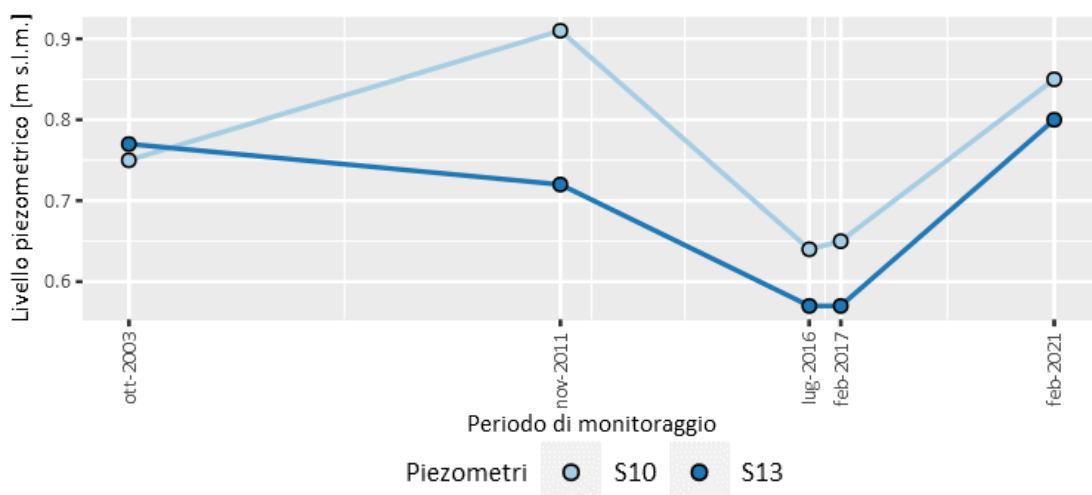


Figura 9. Andamento del livello piezometrico nei piezometri S10 e S13.

Complessivamente l'analisi dei trend evidenzia variazioni contenute tra le misure effettuate nel periodo 2003-2017, confermate dalle misure eseguite nel 02/2021, e non evidenzia un sostanziale innalzamento dei livelli di falda.

5 INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON I LIVELLI PIEZOMETRICI

Il progetto di trasformazione prevede la demolizione dei vassoi di fondazione comune delle isole produttive e la realizzazione di nuove fondazioni superficiali impostate alla quota di -1.6 m da p.c.

5.1 Descrizione delle opere di fondazione

Il vassoio di fondazione esistente consiste in una piastra di conglomerato cementizio opportunamente armato di spessore variabile che costituisce la fondazione comune a tutti gli *equipment*, strutture e manufatti presenti nell'isola produttiva di ogni singola unità, ad eccezione dei turbo-gruppi che presentano fondazioni indipendenti.

La geometria del vassoio e della fondazione del turbo-gruppo è riportata nella Figura 10, nella Figura 11 e nella Figura 12.

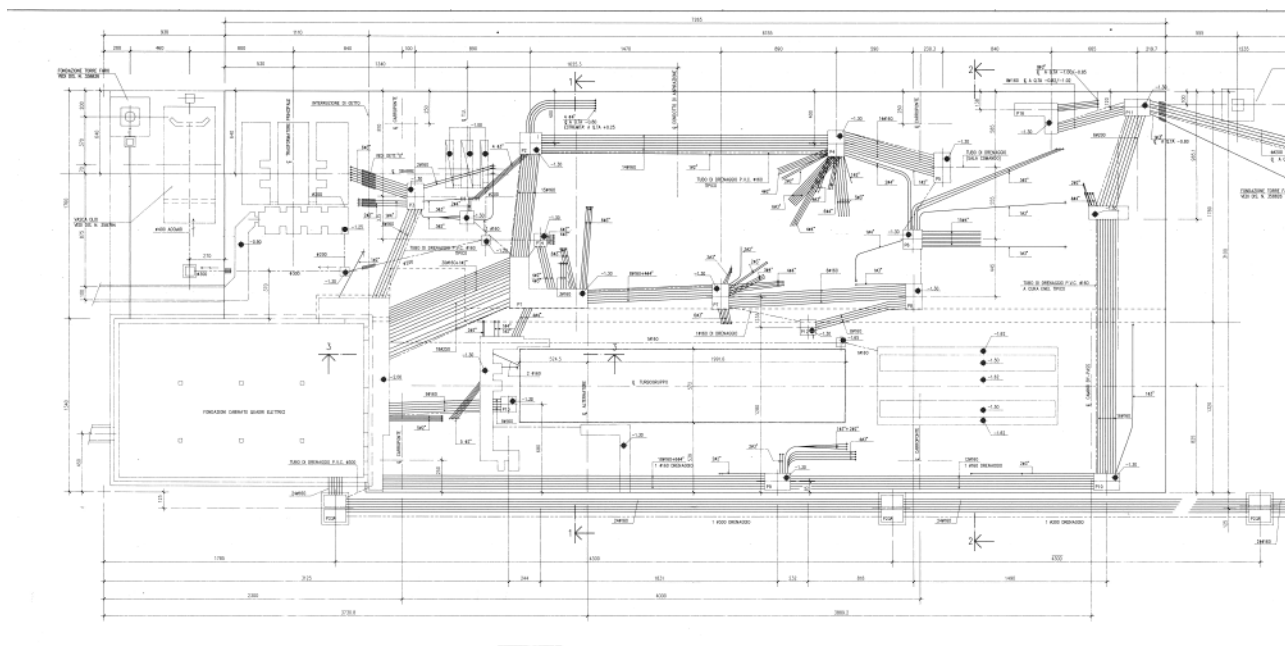


Figura 10. Vassoio tipo - pianta

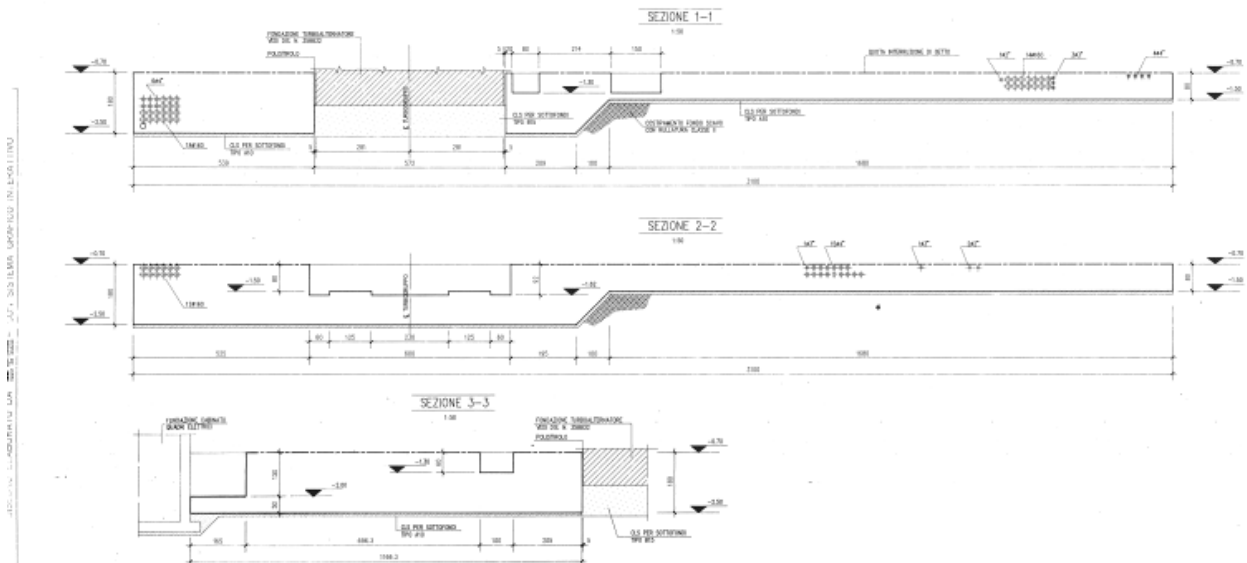


Figura 11. Vassoio tipo – sezione

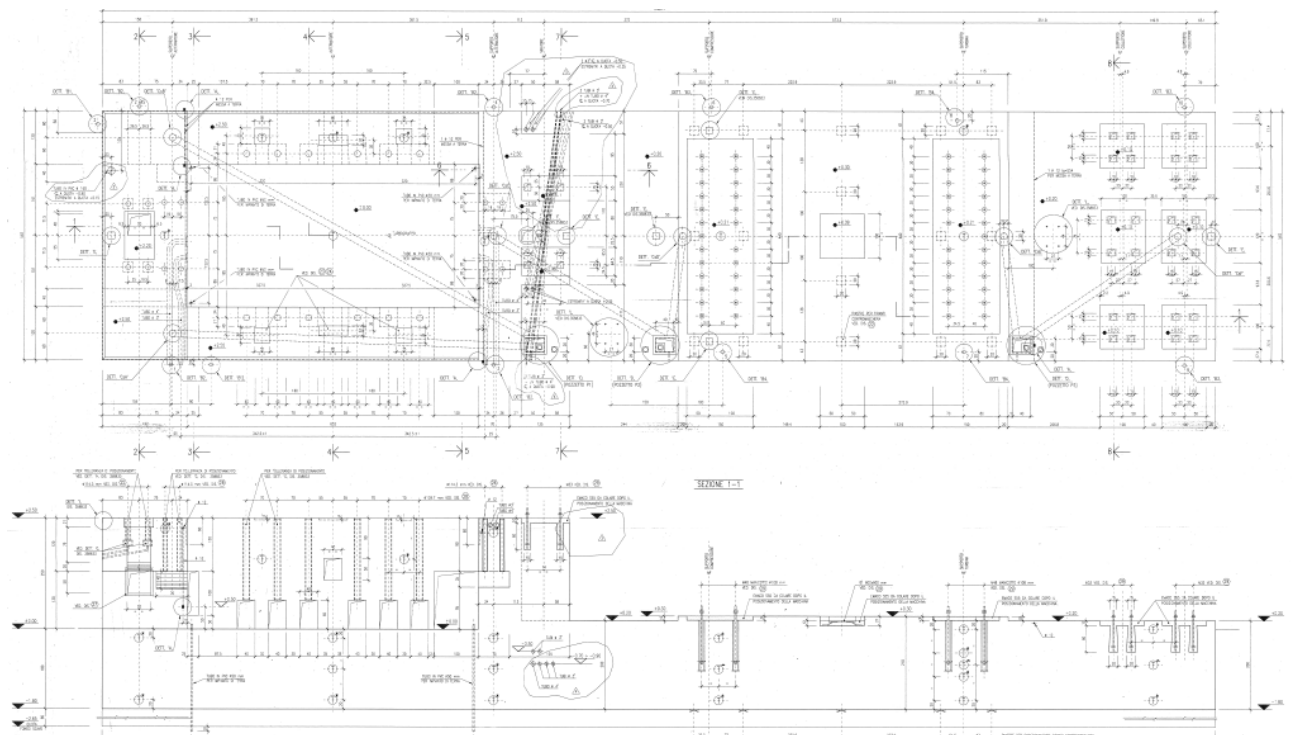


Figura 12. Fondazione Turbo-Generator

A causa della variabilità di spessore del vassoio, a valle degli interventi di demolizione si assume di eseguire attività di riporto di materiale di recupero dalle demolizioni (calcestruzzo frantumato) e livellazione del terreno fino alla quota indicativa di -1.6 m rispetto all'attuale zero d'impianto; tale livello costituirà la quota d'imposta di tutte le nuove fondazioni, ad eccezione dei futuri basamenti dei nuovi turbo-gruppi che continueranno ad essere basati a -2.6 m da p.c.

La demolizione del vassoio di fondazione, inoltre, verrà realizzata a meno di una porzione di basamento relativa al camino by-pass.

Le strutture di supporto e la canna del camino di emissione, infatti, saranno oggetto di recupero e verranno mantenuti in opera durante l'esecuzione dei lavori.

Gli interventi di demolizione saranno tali da garantire la salvaguardia della parte di fondazione necessaria e sufficiente a garantire la stabilità del camino; le opere civili da realizzare comprenderanno l'adeguamento delle armature esistenti e del basamento rimasto, il completamento del getto e l'eventuale consolidamento della fondazione indipendente ricavata dalla demolizione del vassoio. Al di sotto del suddetto basamento è prevista la realizzazione di un intervento di jet grouting finalizzato a mitigare il rischio di liquefazione che data la modesta estensione influenzerà in modo trascurabile il naturale deflusso della falda.

Il progetto di trasformazione prevede la demolizione dell'esistente vassoio di fondazione (-2.6 m da p.c) e la realizzazione di nuove fondazioni indipendenti più superficiali, ad eccezione dei futuri basamenti dei turbo-gruppi che saranno ad una profondità identica a quella esistente.

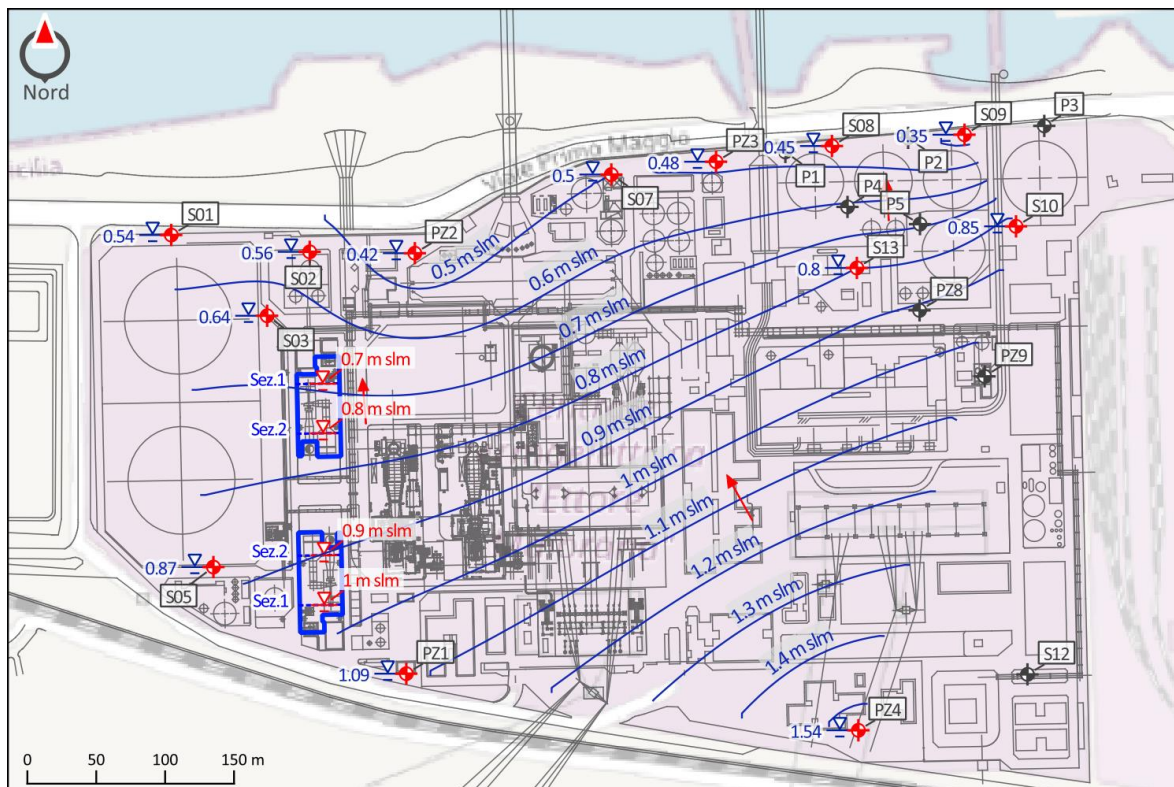
Pertanto, nello scenario finale (*post operam*) la profondità delle nuove fondazioni sarà di 1.6 m rispetto agli attuali 2.6 m (*ante operam*) e la profondità massima si manterrà invariata (2.6 m da p.c.) rispetto allo scenario attuale (*ante operam*) solo nella zona dei futuri basamenti dei turbo-gruppi.

5.2 Interferenza con i livelli piezometrici

Le aree interessate dalle opere sono evidenziate nella Figura 13. I piezometri prossimi all'area dove sono previste le nuove opere sono: PZ1 e S05 (monte idraulico) e S03 (valle idraulico).

Il monitoraggio eseguito nel 02/2021 rappresenta il monitoraggio *ante operam*.

La ricostruzione della superficie piezometrica della falda è illustrata nella Figura 13.



LEGENDA

	Planimetria di impianto		Piezometro utilizzato per la ricostruzione piezometrica
	Piezometro		Ricostruzione del livello piezometrico (m s.l.m.) (livello piezometrico)
	Piezometro con quote aggiornate (rilievo topografico 2021)		Direzione di flusso prevalente
	Aree degli interventi		Livello di falda interpolato (m s.l.m.)
	Sezione di riferimento per le demolizioni e le nuove fondazioni (1.6 e 2.6 m da p.c.). Zero di cantiere riferito al caposaldo CQ1 3.363 m s.l.m.		

Figura 13. Ricostruzione superficie piezometrica ante operam (02/2021) e aree degli interventi.

I livelli piezometrici nella situazione *ante operam*, in corrispondenza delle sezioni tipo degli interventi (sezione 1 e sezione 2), sono compresi tra 0.7 m s.l.m. (valle idraulico) e 1 m s.l.m. (monte idraulico), come illustrato nella Figura 13. La soggiacenza della falda, calcolata rispetto allo “zero di cantiere”², è compresa tra 2.4 e 2.7 m. Si precisa che tali livelli non sono misure dirette ma letture della ricostruzione piezometrica ottenuta con il modello di interpolazione.

² Lo “zero di cantiere” corrisponde alla quota del caposaldo di riferimento, rilevato nel corso del rilievo topografico del 02/2021 (3.363 m s.l.m.).

La base della fondazione comune e della fondazione turbo-gruppi esistente è posta alla profondità di 2.6 m e quindi alla stessa quota del livello di falda *ante operam*.

Il progetto prevede la realizzazione di nuove fondazioni superficiali, fino a 1.6 m e la ricostruzione dei nuovi basamenti dei turbo-gruppi alla profondità attuale di 2.6 m. È inoltre previsto un intervento di mitigazione del rischio di liquefazione mediante la tecnica della vibroflottazione, che permetterà, mediante l'utilizzo di una sonda vibrante, di migliorare le caratteristiche geotecniche del terreno aumentando lo stato di addensamento e migliorando la sua resistenza al taglio. Data la natura della tecnica si non avranno comunque effetti sul normale deflusso della falda.

Pertanto, le opere non determinano nessuna variazione sostanziale, in termini di interferenza con la falda rispetto alla situazione attuale (*ante operam*), né in quella di cantiere né in quella finale (*post operam*) in quanto le nuove fondazioni saranno più superficiali, con un franco di circa 1 m dal livello piezometrico attuale, e la riduzione delle strutture più profonde (2.6 m) determinerà una diminuzione della superficie che potrebbe essere in contatto diretto con la falda.

Sulla base delle misure effettuate non si prevede che le opere in progetto possano indurre una variazione dei livelli e delle direzioni di flusso della falda rispetto allo scenario attuale.

Le campagne di misura della superficie piezometrica della falda superficiale verranno eseguite in corso d'opera e in fase *post operam*. Le misure eseguite combinate con l'utilizzo del modello di interpolazione utilizzato nelle ricostruzioni *ante operam*, potranno confermare le osservazioni e fornire indicazioni sulle eventuali variazioni dei livelli e delle direzioni di deflusso della falda.

6 CONCLUSIONI

Come descritto nel Capitolo 1, il presente documento è presentato in risposta alla Condizione ambientale n. 3 con riferimento al Parere n. 151 del 29 gennaio 2021 della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS Sottocommissione VIA, che recita:

“Tenuto conto del progressivo innalzamento del tetto della falda freatica superficiale risultante dalle misure e ricostruzioni eseguite nel periodo 2003-2016, risulta necessario eseguire ulteriori indagini idrogeologiche e acquisire misure piezometriche ante operam a monte e a valle della direzione di deflusso sotterraneo, verificando modellisticamente la possibile sussistenza di interferenze derivanti dalle attività di cantiere e dalle opere di progetto, in caso positivo progettando soluzioni di mitigazione. Le campagne di misura della superficie piezometrica della falda superficiale dovranno eseguirsi pure nella fase di cantiere verificando la rispondenza del modello implementato, e proseguire per sei mesi dall'inizio della fase di esercizio.”

Per ottemperare alla prescrizione di cui sopra, Enel ha eseguito un nuovo rilievo topografico di livellazione nel febbraio 2021, che ha consentito di correggere la quota di riferimento del caposaldo CS3 che è stato successivamente utilizzato per la determinazione delle nuove quote di bocca tubo dei piezometri.

Enel ha incaricato CESI di esaminare la documentazione prodotta ed effettuare la rielaborazione delle ricostruzioni piezometriche presenti nello SPA, al fine di verificare l'effettivo innalzamento dei livelli di falda e proporre adeguate azioni di monitoraggio della falda.

Le ricostruzioni sono state eseguite con un modello numerico di interpolazione geostatistica (Kriging) in grado di generare curve regolari anche utilizzando punti distribuiti irregolarmente nello spazio.

Le ricostruzioni piezometriche riferite al periodo 2003-2017 sono state rielaborate sulla base delle nuove quote bocca tubo (b.t m s.l.m.) dei piezometri e mostrano una sostanziale uniformità nella distribuzione dei livelli e nella direzione di flusso prevalente orientata dall'entroterra verso la linea di costa (da Sud-Est a Nord-Ovest) anche per le ricostruzioni del 2016 e soprattutto del 2017 che evidenziava un'anomalia rispetto alle precedenti misure, probabilmente imputabile alla non univocità del caposaldo di riferimento utilizzato per determinare la quota di bocca tubo (b.t. m s.l.m.) dei piezometri.

L'analisi dei trend dei livelli piezometrici nel periodo 2003-2017, confermati da quelli del 02/2021, evidenzia variazioni contenute e compatibili con le oscillazioni stagionali e non evidenzia sostanziali innalzamenti dei livelli di falda.

Le misure del febbraio 2021 possono essere considerate come riferimento dello scenario *ante operam*, rispetto all'avvio delle attività di cantiere previsto a giugno 2021.

La base della fondazione comune esistente è posta alla profondità di 2.6 m, alla stessa quota del livello di falda *ante operam* che è compreso tra 2.4 e 2.7 m.

Il progetto prevede la realizzazione di nuove fondazioni superficiali, fino a 1.6 m di profondità e la ricostruzione dei basamenti dei turbo-gruppi fino alla profondità attuale di 2.6 m.

Pertanto, le opere non determinano nessuna variazione sostanziale, in termini di interferenza con la falda rispetto alla situazione attuale (*ante operam*), né in quella di cantiere né in quella finale (*post operam*) in quanto le nuove fondazioni saranno più superficiali, con un franco di circa 1 m dal livello piezometrico attuale, e la riduzione delle strutture più profonde della fondazione comune (2.6 m) determinerà una diminuzione della superficie che potrebbe essere in contatto diretto con la falda.

Sulla base delle misure effettuate non si prevede che le opere possano indurre una variazione dei livelli piezometrici e delle direzioni di flusso della falda rispetto allo scenario attuale. Il monitoraggio della

soggiacenza del livello di falda in corso d'opera e *post operam*, combinato con l'utilizzo del modello di interpolazione utilizzato nelle ricostruzioni *ante operam*, potrà confermare le osservazioni e fornire indicazioni sulle eventuali variazioni dei livelli e delle direzioni di deflusso della falda.

Saranno eseguiti ulteriori n. 2 monitoraggi, come rappresentato nel diagramma seguente (Figura 14):

- n. 1 monitoraggio in corso d'opera prima dell'avvio delle demolizioni;
- n. 1 monitoraggio *post operam* al termine delle attività di costruzione della fondazione del nuovo turbogruppo (unica opera che si spinge a profondità al di sotto di 2 m dall'attuale piano campagna).

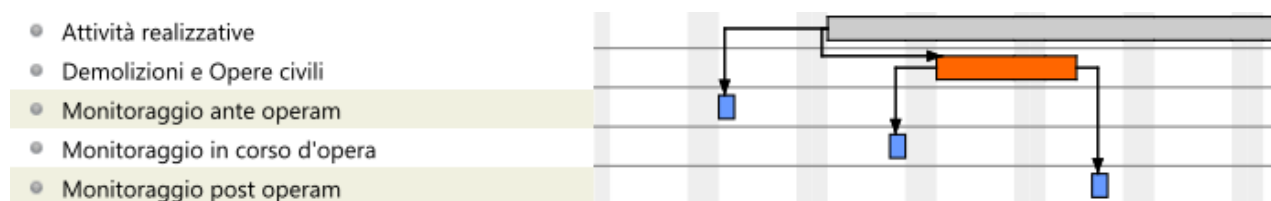


Figura 14. Cronoprogramma indicativo delle attività di monitoraggio della falda.

L'attività di monitoraggio ante operam è stata eseguita nel 02/2021.

Qualora, a valle del monitoraggio proposto in corso d'opera e relativa ricostruzione freaticometrica emergesse una potenziale interferenza tra le attività di cantiere e le opere di progetto, come richiesto nella Condizione ambientale in esame, si procederà con l'adozione di soluzioni di mitigazione dell'interferenza con la falda mediante l'utilizzo di sistemi di pompaggio temporaneo in grado di deprimere la stessa al di sotto del piano di lavoro durante la fase esecutiva. Considerati i livelli attuali di falda, gli eventuali quantitativi di acqua da aggottare sono ritenuti comunque da trascurabili a modesti.