

Fenice Edison S.p.A.

TORINO (TO)

**VALUTAZIONE DEI CONTROLLI ANALITICI
SULLE ACQUE SOTTERRANEE ESEGUITI IN
CORRISPONDENZA DELLA CENTRALE TERMICA
DI TORINO MIRAFIORI.**



ogg.			comm		20019
RELAZIONE TECNICA.			cat.	Amb	fase CO
			num.		
red.	V. Zolla	approv.	A. Di Molfetta	verif.	V. Zolla
file	20019CO-RelTec_03.docx		rev.	03	data 17/12/2020

revis. n.	data	oggetto revisione
03	17/12/20	par. 4.3.2.
02	16/12/20	par. 4.3.3.
01	15/12/20	revisione generale.
00	11/12/20	prima emissione.

INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1	Normativa di riferimento	3
1.2	Documentazione tecnica di riferimento	4
2.	DESCRIZIONE DEL SITO E DELLE ATTIVITÀ SVOLTE	5
2.1	Generalità	5
2.2	Assetto produttivo dell'impianto	7
2.2.1	Sezioni dell'impianto	7
2.2.2	Impianti ausiliari e attività tecnicamente connesse	7
2.3	Materie prime e combustibili impiegati	8
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	10
3.1	Inquadramento geologico e idrogeologico di area vasta	10
3.2	Indagini realizzate nell'area	11
3.3	Assetto litostratigrafico e idrogeologico di dettaglio	16

3.4	Risultati della modellazione numerica di flusso	18
4.	CONTROLLI ANALITICI SULLE ACQUE DI FALDA	20
4.1	Il Piano di monitoraggio delle acque sotterranee	20
4.2	Risultati del Piano di monitoraggio per l'anno 2020	23
4.3	Approfondimenti di indagine	25
4.3.1	Ripetizione delle campagne di monitoraggio	26
4.3.2	Raccolta e valutazione della serie storica dei monitoraggi.....	26
5.	VALUTAZIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI SULLA POTENZIALE ORIGINE DELLA CONTAMINAZIONE.....	31
<u>ALLEGATO 1</u>	Rapporti di prova. Campagna di monitoraggio di Marzo 2020.....	33
<u>ALLEGATO 2</u>	Rapporti di prova. Campagna di monitoraggio di Settembre 2020.	50
<u>ALLEGATO 3</u>	Rapporti di prova. Campagna di monitoraggio di Ottobre 2020.	67
<u>ALLEGATO 4</u>	Rapporti di prova. Campagna di monitoraggio di Novembre 2020.	84

1. PREMESSA

La società Fenice Edison S.p.A. è il gestore di un impianto di produzione e distribuzione di energia termica ed elettrica all'interno del comprensorio industriale di Mirafiori, ubicato nel Comune di Torino in Corso Settembrini, 90.

L'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio dell'impianto è stata da ultimo rilasciata con Decreto del Ministero dell'Ambiente n. 137/2019 del 16/05/2019.

Gli autocontrolli previsti dall'AIA comprendono l'attuazione di un Piano di monitoraggio delle acque sotterranee, esteso a n. 4 punti di campionamento (piezometri) completati in falda superficiale e rappresentativi della qualità delle acque a monte e a valle dell'impianto. La relazione tecnica descrittiva del protocollo di monitoraggio previsto è stata redatta dagli scriventi nel settembre 2014.

I monitoraggi eseguiti per l'anno 2020 hanno evidenziato alcuni superamenti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) definite dal D.Lgs. 152/2006 per le acque sotterranee, sia a monte che a valle della centrale termica. Tali superamenti non appaiono correlati all'attività dell'impianto, né tanto meno alle attività produttive svolte nel comprensorio di Mirafiori.

La Società ha pertanto richiesto alla scrivente di predisporre una relazione tecnica per la valutazione di tali risultati, che tenga conto dei dati restituiti dai precedenti autocontrolli in ambito AIA dell'impianto.

1.1 Normativa di riferimento

- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. *Norme in materia ambientale.*

1.2 Documentazione tecnica di riferimento

Per la stesura del documento è stata consultata la seguente documentazione tecnica di riferimento, richiamata nel testo con il rispettivo numero progressivo:

- [1] S.T.A. Bortolami e Di Molfetta, ottobre 2007. *“Ricostruzione del fenomeno di contaminazione della falda superficiale in atto nell'area circostante il comprensorio industriale di Fiat Mirafiori”*,
- [2] S.T.A. Bortolami e Di Molfetta, marzo 2009. *“Ricostruzione del fenomeno di contaminazione della falda superficiale in atto nell'area circostante il comprensorio industriale di Fiat Mirafiori”*;
- [3] Bortolami – Di Molfetta S.r.l., settembre 2014. *“Piano di monitoraggio della acque sotterranee in corrispondenza della centrale termoelettrica di Torino Mirafiori”*, rev. 01 del 04/09/2014.

2. DESCRIZIONE DEL SITO E DELLE ATTIVITÀ SVOLTE

2.1 Generalità

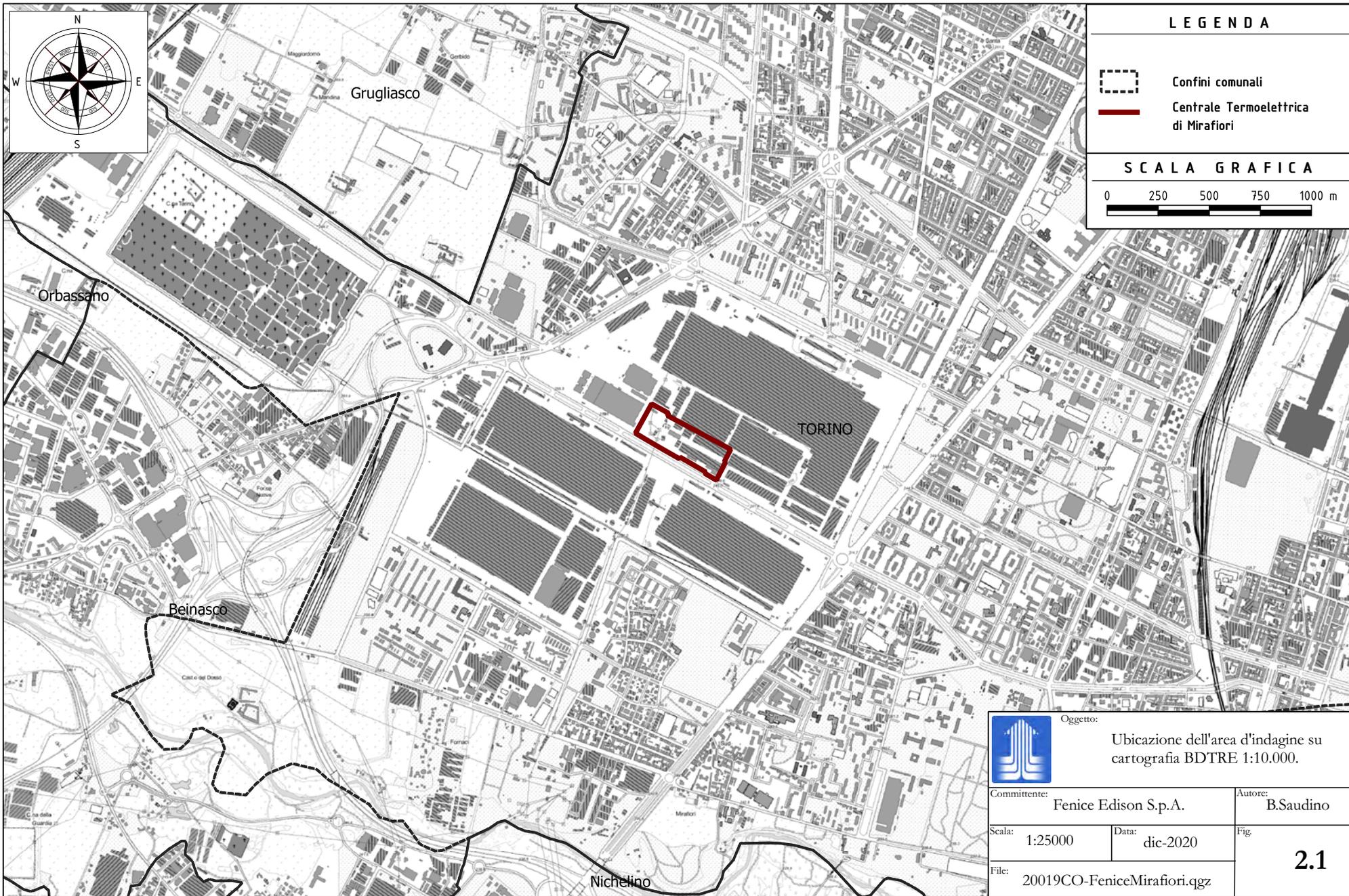
La Centrale Termoelettrica di Mirafiori si trova all'interno dell'omonimo comprensorio industriale, nel Comune di Torino (Fig. 2.1): all'interno di tale area operano diverse società interne ed esterne al Gruppo FCA, la maggior parte legate all'attività di produzione degli autoveicoli.

La Centrale Termoelettrica nasce nel 1939, anno d'inizio della costruzione del comprensorio industriale di Mirafiori. La prima sezione ad essere costruita è quella relativa alla Centrale di Alta Pressione (CAP), negli anni '50 inizia la costruzione della Centrale di Media Pressione (CMP), nel 1979 vengono costruiti le due turbine a gas (TG16), e nel 1990 i due impianti a Ciclo Combinato (CICO).

La Centrale di Mirafiori produce energia termica ed elettrica con l'ausilio degli impianti, ad essa connessi, per la produzione di acqua demineralizzata e aria compressa. Essa è costituita dalle quattro sezioni di Media Pressione, Alta Pressione, Turbine a gas e Ciclo Combinato, di cui solo le prime due (Alta e Media Pressione) risultano oggi attive; esse sono adibite principalmente alla produzione di energia termica, vapore e acqua surriscaldata, mentre le Turbine a gas e i due impianti a Ciclo Combinato producevano principalmente energia elettrica.

Il Gestore dichiara che la Centrale Termoelettrica di Mirafiori utilizza come combustibile solo gas naturale e che tutti gli impianti funzionano a ciclo continuo, ad eccezione della Centrale ad Alta Pressione che funziona per sei mesi l'anno.

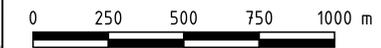
A partire dai primi anni 2000, però, i fabbisogni di energia termica ed elettrica del comprensorio sono diminuiti, per stabilizzarsi negli ultimi anni; conseguentemente le sezioni della Centrale Termoelettrica non sono più state sfruttate appieno.



LEGENDA

-  Confini comunali
-  Centrale Termoelettrica di Mirafiori

SCALA GRAFICA



Oggetto: Ubicazione dell'area d'indagine su cartografia BDTR 1:10.000.

Committente: Fenice Edison S.p.A.		Autore: B.Saudino	
Scala: 1:25000	Data: dic-2020	2.1	
File: 20019CO-FeniceMirafiori.qgz			

2.2 Assetto produttivo dell'impianto

Oggi la centrale termoelettrica ha una potenza termica installata di 381,60 MWt ed una elettrica di 59,86 MW, prodotti utilizzando solo gas naturale come combustibile. La Centrale risulta suddivisa nelle seguenti n. 2 sezioni:

- Media Pressione CMP (Sezione 1);
- Alta Pressione CAP (Sezione 2);

e nei seguenti impianti ausiliari:

- Impianto di produzione acqua demineralizzata DEMI;
- Impianto di produzione aria compressa AC_M, AC_C e AC_P.

2.2.1 Sezioni dell'impianto

La sezione CMP di Media Pressione è costituita da cinque caldaie che operano alla pressione di 23 bar e alla temperatura di 320° C, con una capacità termica totale di 300 MWt. Il vapore prodotto può essere utilizzato, in base alle esigenze produttive, per la generazione di energia elettrica tramite tre turbine a contropressione, ognuna con potenza elettrica pari a 4,8 MW.

La sezione CAP di Alta Pressione, è costituita da una caldaia che opera alla pressione di 100 bar e alla temperatura di 505° C, con una capacità termica di 81 MWt. Il vapore prodotto viene inviato in parte a tre turbine a contropressione per la produzione di energia elettrica, con una potenza elettrica complessiva di 45.46 MW, e in parte agli scambiatori di calore per la produzione di acqua surriscaldata e vapore.

2.2.2 Impianti ausiliari e attività tecnicamente connesse

Impianto di demineralizzazione. L'acqua demineralizzata è utilizzata per la produzione del

vapore e dell'acqua surriscaldata. Essa viene prodotta mediante filtrazione su resine a scambio ionico, che vengono periodicamente rigenerate utilizzando acidi e basi forti.

Impianto di produzione aria compressa. L'aria compressa viene prodotta da tre centrali, a servizio di altrettanti reparti dello stabilimento (carrozzeria, meccanica e presse). L'aria compressa da essi prodotta viene consegnata tramite un unico anello a tutto il comprensorio industriale.

2.3 Materie prime e combustibili impiegati

Il combustibile utilizzato nella Centrale Termica di Mirafiori è esclusivamente il gas naturale, con percentuale di Zolfo %S = 0 e potere calorifico inferiore PCI = 35,32 JG/10³Stdm³, che arriva alla pressione di 15 bar alla centrale di Mirafiori attraverso la cabina di decompressione sita al suo interno.

Le altre materie prime utilizzate sono costituite dai prodotti chimici utilizzati per:

- la rigenerazione delle resine a scambio ionico;
- come additivi per l'acqua demineralizzata, allo scopo di innalzare il valore di pH (alcalinizzanti), contrastare la presenza di ossigeno libero (deossigenanti) e per evitare il depositarsi di Sali insolubili (disperdenti).

Le aree di stoccaggio di materie prime e intermedi presenti all'interno della Centrale sono dettagliate in Tab. 2.1.

Tab. 2.1. Aree di stoccaggio materie prime e intermedi presenti nella Centrale di Mirafiori.

Area	Modalità	Capacità cadauno (m ³)	Materiale stoccato	Sostanze pericolose
Centrali termoelettriche	5 Serbatoi acciaio ebanitato	57	Acqua demineralizzata	No
	2 Serbatoi vetroresina	37	Acqua demineralizzata	No
	1 Serbatoio vetroresina	3	Ipoclorito di Sodio	Si
	2 Serbatoi vetroresina	3	Disperdente torri evaporative Nalco 8504	No
	3 Serbatoi acciaio inox	1.2	Alcalinizzante/deossigenante circuito caldaie Nalco 4224 Nalco 72310	Si
	3 Serbatoi acciaio inox	1.2	Disperdente circuito caldaie Nalco 72215	Si
Impianto Demi	1 Serbatoio acciaio inox	1.2	Alcalinizzante/deossigenante circuito acqua surriscaldato Nalco BT-28	Si
	2 Serbatoi vetroresina	15	Acido cloridrico	Si
	2 Serbatoi acciaio	15	Iodossido di Sodio	Si
Aria Compressa Carrozzeria	1 Serbatoio plastica	1	Ipoclorito di Sodio torre evaporativa	Si
	1 Serbatoio plastica	1	Antincrostante torre evaporativa Performax 3400	Si
Aria Compressa Presse	1 Serbatoio plastica	1	Ipoclorito di Sodio torre evaporativa	Si
	1 Serbatoio plastica	1	Antincrostante torre evaporativa Performax 3400	Si
Deposito oli	Fusti	180 (kg)	TRA 25	No
	Fusti	174 (kg)	TURB 32	No
	Fusti	150 (kg)	Renolin DTA46	No
	Fustini	17 (kg)	HTF 32	Si
	Fustini	18 (kg)	Renolin HTF 220	No
	Fustini	18 (kg)	Renolin HTF 220	No
	Fustini	18 (kg)	HTF 68	Si
	Fustini	18 (kg)	HTF 80	Si
Fustini	18 (kg)	HTF 100	Si	

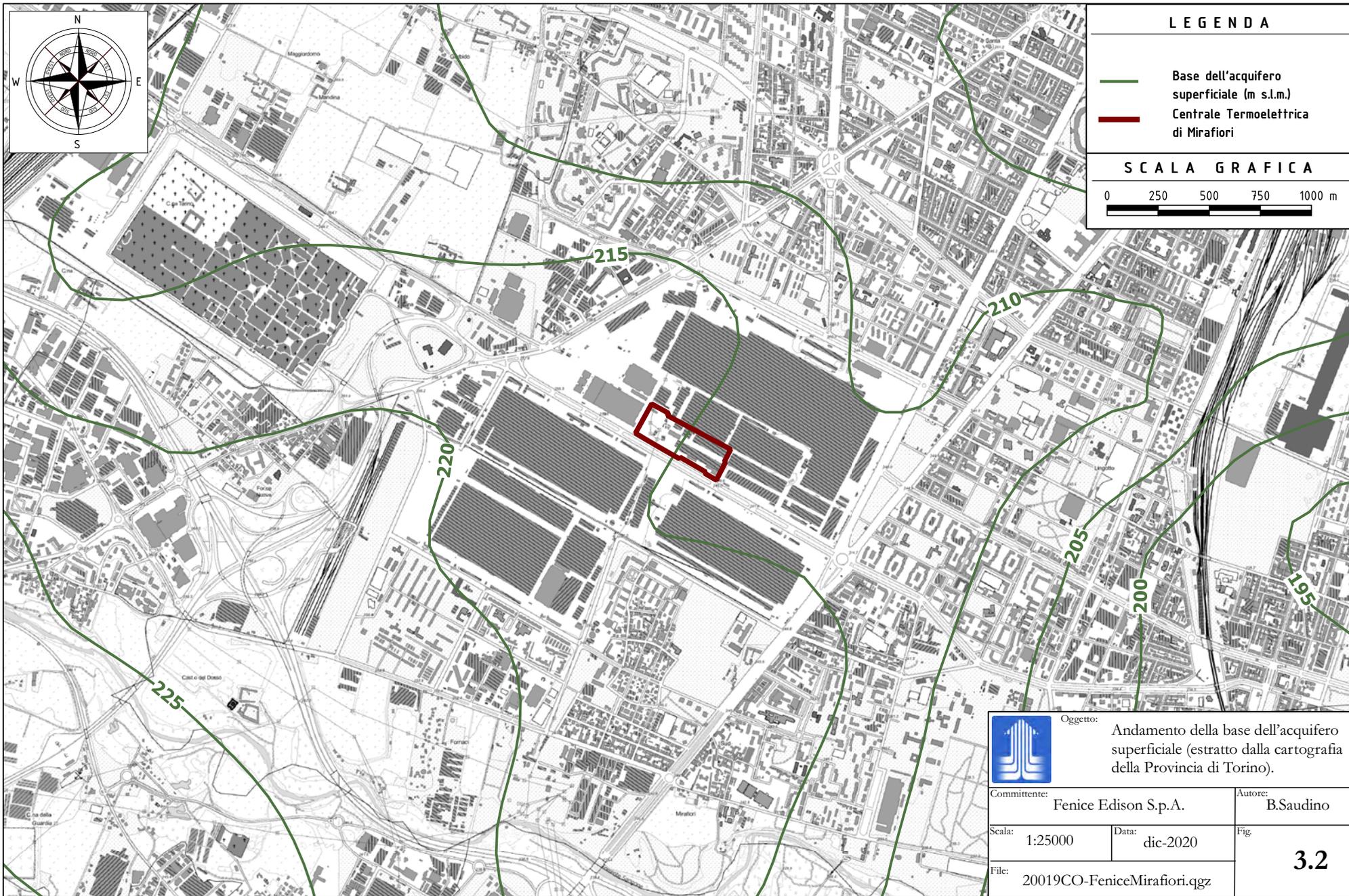
1. **Complesso I o Complesso Superficiale**, che comprende i depositi fluviali olocenici ed i depositi fluviali e fluvioglaciali del Pleistocene medio-superiore. Tali depositi sono formati essenzialmente da sabbie e ghiaie con subordinate intercalazioni limoso-argillose: si tratta pertanto di materiali molto permeabili. Questo insieme di depositi rappresenta il cosiddetto Acquifero Superficiale;
2. **Complesso II o Complesso Villafranchiano**, di età Pliocene superiore – Pleistocene medio, che è formato da un’alternanza di depositi permeabili ghiaioso-sabbiosi, contenenti un sistema di falde idriche in pressione, e di livelli limoso-argillosi impermeabili, che fanno da tetto e da letto al sistema acquifero.

In Fig. 3.2 è rappresentato l'andamento generale della base dell'acquifero superficiale, ricavato dalla cartografia elaborata per la Provincia di Torino dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Torino (aggiornamento 2012, approvato con Det. Dir. n. 900 del 3 dicembre 2012). In corrispondenza del sito in esame, la base dell'acquifero superficiale risulta posta ad una quota di circa 215 m s.l.m., corrispondente ad una profondità di circa 35 m dal piano campagna.

In Fig. 3.3 è rappresentata la carta piezometrica di area vasta della falda superficiale, elaborata dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Torino su incarico della Regione Piemonte (2004). In corrispondenza del sito di studio, il livello piezometrico risulta compreso fra 225 e 230 m s.l.m., con una soggiacenza valutabile in circa 20-25 m dal piano campagna. La direzione di deflusso è WNW-ESE e il gradiente piezometrico risulta mediamente pari a 0.35%.

3.2 Indagini realizzate nell'area

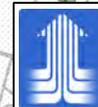
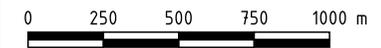
Storicamente, la rete di monitoraggio dell'acquifero superficiale all'interno del comprensorio Fiat di Mirafiori era composta da n. 9 piezometri, ubicati in prossimità di altrettanti pozzi ad uso industriale.



LEGENDA

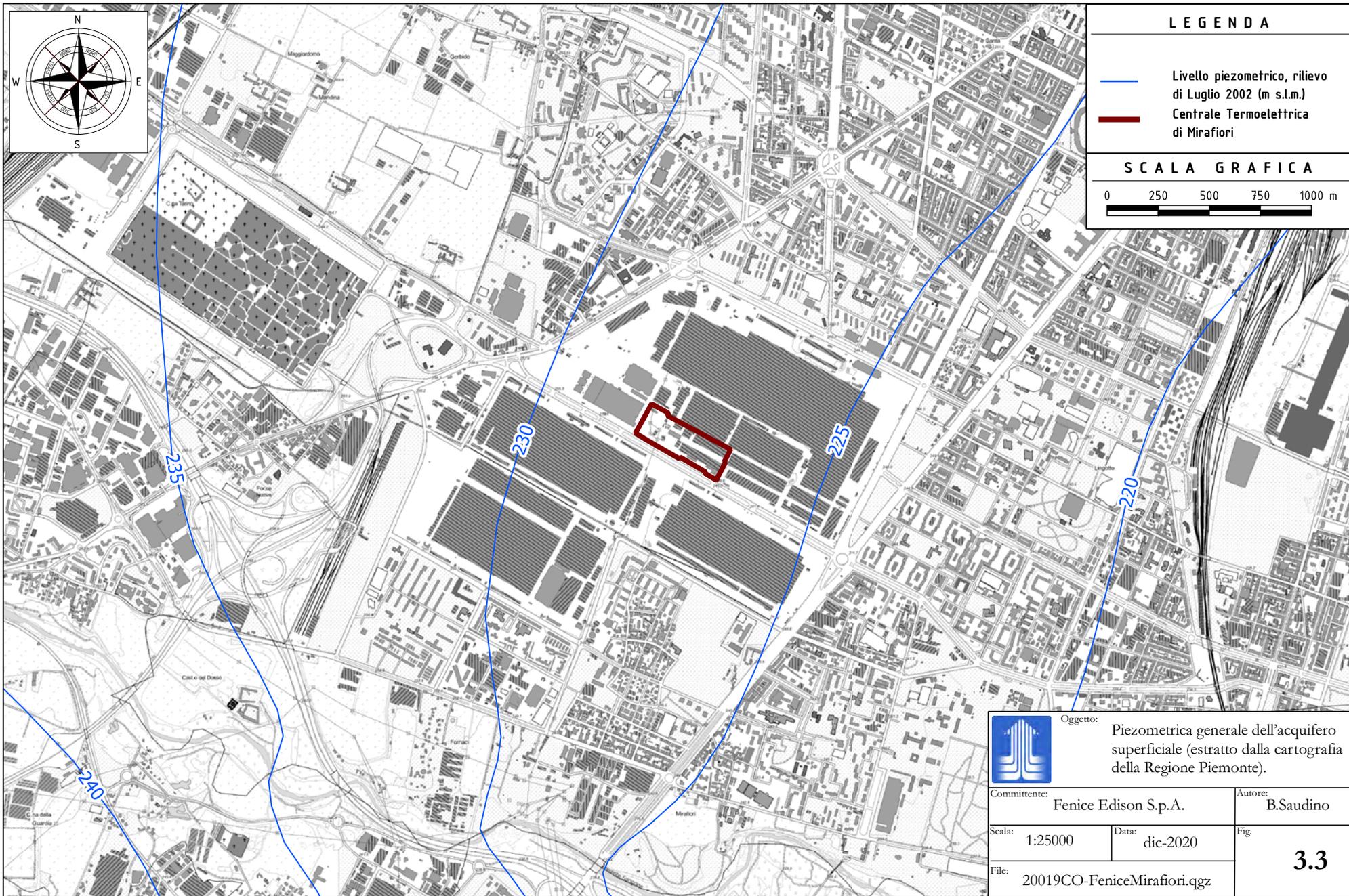
- Base dell'acquifero superficiale (m s.l.m.)
- Centrale Termoelettrica di Mirafiori

SCALA GRAFICA



Oggetto: Andamento della base dell'acquifero superficiale (estratto dalla cartografia della Provincia di Torino).

Committente: Fenice Edison S.p.A.		Autore: B.Saudino
Scala: 1:25000	Data: dic-2020	3.2
File: 20019CO-FeniceMirafiori.qgz		



LEGENDA

- Livello piezometrico, rilievo di Luglio 2002 (m s.l.m.)
- Centrale Termoelettrica di Mirafiori

SCALA GRAFICA



Oggetto: Piezometrica generale dell'acquifero superficiale (estratto dalla cartografia della Regione Piemonte).

Committente:	Fenice Edison S.p.A.	Autore:	B.Saudino
Scala:	1:25000	Data:	dic-2020
File:	20019CO-FeniceMirafiori.qgz		3.3

Nel dicembre 2005, una porzione del complesso industriale di estensione pari a circa 300.000 m² venne ceduta da Fiat alle istituzioni locali, per la costituzione di un nuovo polo tecnologico, con integrazione tra attività produttive, ricerca ed alta formazione, sostenute dal Politecnico di Torino. Con tale finalità venne creata la società TNE - Torino Nuova Economia S.p.A., partecipata da Regione Piemonte, Città di Torino, Provincia di Torino e Fiat Partecipazioni.

Nel 2007, per la caratterizzazione ambientale del primo lotto acquisito da TNE (Zona A), furono realizzati 4 piezometri di monitoraggio, perforati a carotaggio continuo. Dall'analisi dei campioni prelevati emerse una contaminazione della falda idrica superficiale da solventi clorurati (in particolare tetracloroetilene) e cromo esavalente.

Non essendo le concentrazioni rilevate attribuibili alle attività industriali ivi svolte, la caratterizzazione fu ampliata interessando un'area più vasta, sino all'ultimo limite di proprietà Fiat (rappresentato, a monte, dall'ex centro vendite dirette ubicato nel Comune di Beinasco). A tale scopo furono realizzati altri 19 piezometri, di cui solo uno perforato a carotaggio continuo, che andarono ad integrare la rete di monitoraggio già esistente. Per giungere ad una interpretazione complessiva del fenomeno in atto fu messo a punto un modello numerico di flusso e trasporto, in grado di descrivere la propagazione in falda dei contaminanti rilevati.

Nel corso del 2008 la caratterizzazione venne estesa con la perforazione a carotaggio continuo di ulteriori 17 piezometri, andando ad interessare anche le aree poste a monte della proprietà Fiat, nei comuni di Torino e di Beinasco. Nello stesso anno furono realizzati ulteriori n. 6 piezometri per la caratterizzazione delle Zone B e C dell'area TNE. Sulla base delle nuove informazioni acquisite fu aggiornato anche il modello di flusso e trasporto, che confermò la provenienza della contaminazione da aree ubicate a monte del comprensorio Fiat.

Grazie alle diverse fasi di indagine succedutesi nel tempo, in totale ad oggi il comprensorio industriale di Mirafiori possiede una rete di 55 piezometri di monitoraggio delle acque sotterranee, la cui ubicazione è rappresentata in Fig. 3.4.



LEGENDA

- Centrale Termoelettrica di Mirafiori
- Piezometria regionale (m s.l.m.)
- Piezometri di monitoraggio:
 - Piezometri preesistenti (ante 2007)
 - Caratterizzazione aree TNE - Zona A (2007)
 - Prima integrazione delle indagini sulla falda (2007)
 - Caratterizzazione aree TNE - Zone B e C (2008)
 - Seconda integrazione delle indagini sulla falda (2008-2009)

SCALA GRAFICA



		Oggetto: Piezometri di monitoraggio presenti nel comprensorio industriale di Mirafiori.
Committente: Fenice Edison S.p.A.	Autore: B.Saudino	
Scala: 1:10000	Data: dic-2020	Tav. 3.4
File: 20019CO-FeniceMirafiori.qgz		

Per una descrizione dettagliata delle indagini eseguite e delle simulazioni effettuate si rimanda alla documentazione tecnica di riferimento citata in premessa.

3.3 Assetto litostratigrafico e idrogeologico di dettaglio

Grazie ai numerosi sondaggi eseguiti è possibile ricostruire l'assetto litostratigrafico e idrogeologico locale con un buon grado di dettaglio.

I terreni attraversati appartengono al cosiddetto Complesso Superficiale, che comprende i depositi fluviali olocenici ed i depositi fluviali e fluvio-glaciali del Pleistocene medio-superiore. Tali depositi sono formati essenzialmente da sabbie e ghiaie con subordinate intercalazioni limoso-argillose: si tratta pertanto di materiali molto permeabili.

Il setto di separazione fra l'acquifero superficiale e l'acquifero profondo è dato dal livello argilloso rilevato con continuità nell'area di indagine a partire da una profondità compresa tra 31 e 41 m da p.c. e potente almeno 2 m. Tenendo conto del gradiente topografico, tale profondità corrisponde ad una quota compresa tra 217 e 227 m s.l.m., che tende ad approfondirsi procedendo da W verso E, in accordo con quanto indicato dalla "Carta della base dell'acquifero superficiale" della Provincia di Torino (Fig. 3.2).

La falda freatica è ospitata nella parte inferiore del complesso sabbioso-ghiaioso superficiale, con una soggiacenza variabile tra 25 e 35 m da p.c. In Fig. 3.5 è riportata la ricostruzione della piezometria locale, sulla base del rilievo freaticometrico eseguito nel novembre 2008 sull'intera rete di monitoraggio.

Nel settore occidentale del sito il deflusso idrico appare diretto da WSW a ENE, mentre procedendo verso est esso devia progressivamente verso sud, fino ad assumere una direzione WNW-ESE nel settore orientale del comprensorio (dove ricade la centrale termoelettrica Fenice).

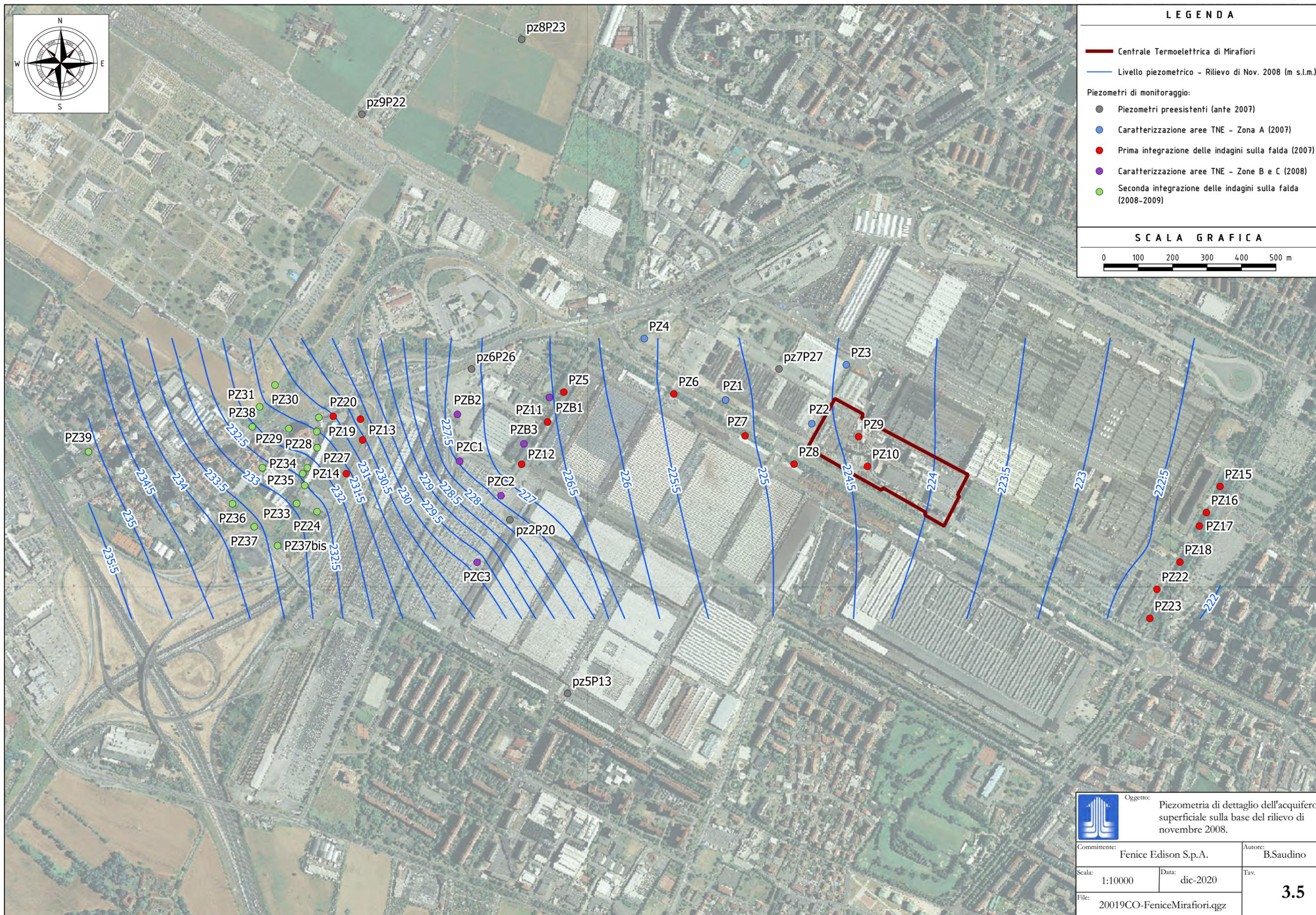
Il gradiente piezometrico presenta variazioni notevoli, risultando compreso tra 1.3% e 0.2%. Tenendo conto della quota assoluta della base dell'acquifero, è stato stimato uno spessore



LEGENDA

- Centrale Termoelettrica di Mirafiori
- Livello piezometrico - Rilievo di Nov. 2008 (m s.l.m.)
- Piezometri di monitoraggio:
 - Piezometri preesistenti (ante 2007)
 - Caratterizzazione aree TNE - Zona A (2007)
 - Prima integrazione delle indagini sulla falda (2007)
 - Caratterizzazione aree TNE - Zone B e C (2008)
 - Seconda integrazione delle indagini sulla falda (2008-2009)

SCALA GRAFICA



		Oggetto: Piezometria di dettaglio dell'acquifero superficiale sulla base del rilievo di novembre 2008.
Committente:	Fenice Edison S.p.A.	Autore: B.Saudino
Scala:	1:10000	Data: dic-2020
File:	20019CO-FeniceMirafiori.qgz	Tav. 3.5

saturo compreso fra 4.5 e 11.5 m, per un valore medio di 8 m circa.

Per quanto riguarda i parametri idrodinamici dell'acquifero, in assenza di informazioni circa eventuali prove svolte in corrispondenza dell'area di indagine, è possibile fare riferimento:

- ad una prova a portata costante eseguita nei primi anni 2000 in frazione Borgaretto di Beinasco, ad una distanza di circa 3 km a SW dal sito, che ha evidenziato una conducibilità idraulica K pari a circa $7 \cdot 10^{-4}$ m/s;
- alle prove a gradini di portata eseguite nel febbraio 2020 sui due pozzi dell'impianto geotermico del Palasport Olimpico di Torino, posto 2,3 km a ENE del sito, che hanno dato una conducibilità idraulica compresa fra $2.0 \cdot 10^{-3}$ e $6.9 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Tali valori risultano compatibili con la litologia dell'acquifero e sembrano confermare un aumento della permeabilità da Est a Ovest, in accordo con la diminuzione del gradiente idraulico evidenziata dalla piezometria (vedasi Fig. 3.5).

Per quanto riguarda la porosità efficace, sulla base delle caratteristiche litologiche dell'acquifero è possibile stimare un valore di 0.25.

3.4 Risultati della modellazione numerica di flusso

Per giungere ad una interpretazione complessiva del fenomeno di contaminazione evidenziato dalle indagini, nell'ottobre 2007 gli scriventi svilupparono su incarico di Fiat Group Automobiles un modello numerico alle differenze finite di flusso e trasporto, in grado di descrivere la propagazione in falda dei contaminanti rilevati. Lo stesso modello venne poi aggiornato nel marzo 2009, sulla base delle informazioni acquisite dalle indagini integrative svolte nel corso del 2008.

I risultati delle simulazioni eseguite sono riportati nelle relazioni tecniche [1] e [2] citate in premessa, redatte dagli scriventi e già trasmesse a suo tempo da Fiat Group Automobiles agli enti di controllo.

Il modello di flusso è stato sviluppato utilizzando il codice MODFLOW-2000, incluso nel pacchetto Visual Modflow Pro 3.1. Le simulazioni sono state condotte in un dominio bidimensionale di 5'000 m × 2'500 m, per una superficie complessiva di 12,5 km² che comprende al suo interno l'intero comprensorio di Mirafiori, inclusa naturalmente la centrale termica Fenice.

Partendo dal valore medio iniziale di conducibilità idraulica fornito dalla prova di falda svolta in frazione Borgaretto ($K = 7 \cdot 10^{-4}$ m/s), in fase di calibrazione del modello è stata definita la distribuzione di conducibilità idraulica nel dominio in grado di riprodurre più efficacemente la piezometria sperimentale, utilizzando a tale scopo il codice di ottimizzazione PEST. Nello specifico, per l'area della centrale termica Fenice è stato stimato un valore di $K = 3.50 \times 10^{-3}$ m/s, a cui corrisponde, tenuto conto del gradiente piezometrico e della porosità efficace, una velocità effettiva dell'acqua di falda di circa 2.8 m/giorno.