

STUDIO ASSOCIATO

ASTE
GIUDIZIARIE®

ASTE
GIUDIZIARIE®

GEOLOGIA

di Carmignani e Seghieri

ASTE
GIUDIZIARIE®

ASTE
GIUDIZIARIE®

COMUNE DI PONTE BUGGIANESE

(Provincia di PISTOIA)

ASTE
GIUDIZIARIE®

ESITI PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE E STIMA SOMMARIA COSTI FUTURA ATTIVITA' DI BONIFICA

ASTE
GIUDIZIARIE®



Loc. Albinatico – via Porrione
Identificativo SISBON PT-1149

Febbraio 2025

TECNICO PROGETTISTA

Dott. Geol. Andrea Carmignani

COMMITTENTE

Studio Associato di Geologia di CARMIGNANI e SEGHIERI
Sede legale : via Turati, 15/1 ALTOPASCIO (LU) P. IVA 01664030465
Uffici: via Savorniana, 3 – 51019 PONTE BUGGIANESE (PT)
tel. e fax 0572-635589 cell. 335-5652208 e-mail andreacarmignani@interfree.it

Publicazione ufficiale ad uso esclusivo personale - è vietata ogni
ripubblicazione o riproduzione a scopo commerciale - Aut. Min. Giustizia PDG 21/07/2009

ASTE
GIUDIZIARIE®

ASTE
GIUDIZIARIE®

ASTE
GIUDIZIARIE®

ASTE
GIUDIZIARIE®

Sommario

1. PREMESSA.	2
2. PIANO DI INVESTIGAZIONE 2018: Indagini geognostiche ed analisi di laboratorio 3	
3. ESITI DELLE INDAGINI EFFETTUATE – campagna 2018	5
3.1 - <i>Terreni.</i>	5
3.2 - <i>Acque sotterranee.</i>	7
4. INDAGINI ESEGUITE NEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE 2023.	8
4.1 – <i>Indagini geognostiche</i>	8
4.2 – <i>Protocollo analitico</i>	10
5. CONTRIBUTO ARPAT SUL PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE.	25
6. INDAGINI INTEGRATIVE – Descrizione e computo sommario	25
7. INTERVENTO DI BONIFICA – Descrizione e computo sommario	26
8. CONCLUSIONI.	28

1. PREMESSA.

Il presente elaborato riferisce gli esiti del Piano della Caratterizzazione del sito ubicato in località Albinatico nel Comune di Ponte Buggianese ed iscritto in anagrafe SISBON con il codice PT-1149 effettuato dal 18 al 29 settembre del 2023.

Il Piano è stato realizzato tenendo conto di quanto indicato nel Verbale della Conferenza dei Servizi del 31/10/2022 e delle relative prescrizioni dei contributi Arpat ed USL.

Scopo della presente relazione è stato anche quello di definire, nei limiti delle incertezze dettate dalla mancanza di un modello concettuale definitivo, un probabile costo delle operazioni di bonifica a carico delle matrici suolo, sottosuolo e acque sotterranee.

Il sito in esame è situato in località Albinatico nel Comune di Ponte Buggianese a margini di via Porrione del Terzo.

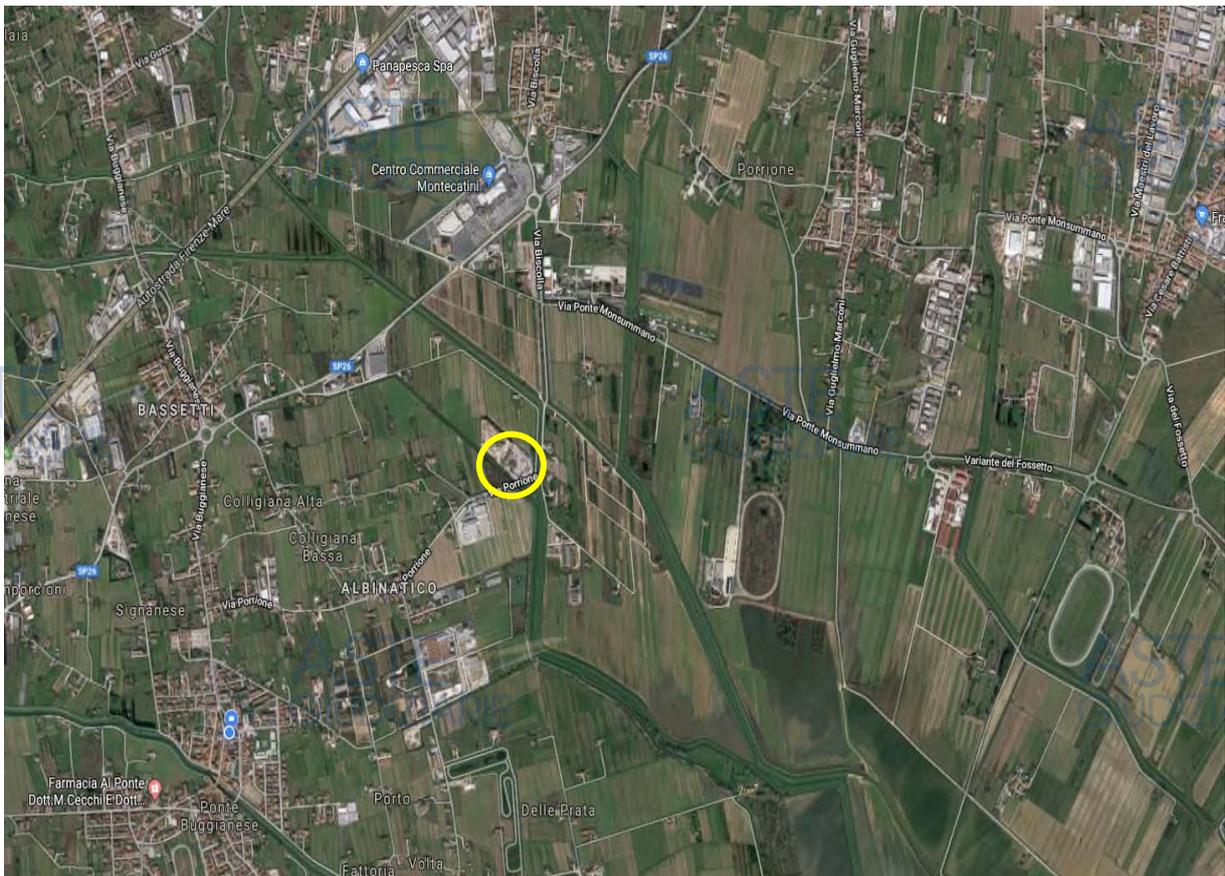


Fig. 1 – Vista aerea area area oggetto di indagine.-

Per il sito attualmente è prevista una destinazione d'uso commerciale/industriale, pertanto si farà riferimento alla Tabella 1 colonna B - Allegato 5 - Parte IV – D. Lgs. 152/06.



Fig 2– Vista aerea area di dettaglio.-

2. PIANO DI INVESTIGAZIONE 2018: Indagini geognostiche ed analisi di laboratorio

Al fine di verificare la qualità ambientale delle matrici all'interno del sito oggetto di studio è stata programmata ed eseguita nell'anno 2018 una campagna di indagini geognostiche a mezzo sondaggi a carotaggio continuo e a distruzione finalizzata al campionamento del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee.

Le indagini del piano di investigazione effettuate avevano avuto lo scopo di verificare la compatibilità dei terreni in situ alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (d'ora in poi CSC) ad uso commerciale/industriale e alle CSC di cui al D.Lgs. 152/06 parte IV, titolo V, allegato 5, tabella 2 (acque sotterranee) per i contaminanti di origine petrolifera in relazione all'attività specifica svolta sul sito.

Le indagini effettuate all'epoca sono state ubicate come indicato nella planimetria allegata.

Il posizionamento dei punti di indagine aveva tenuto conto delle specifiche attività effettuate sul sito; in particolare:

- la zona indagata dai sondaggi C10 e C11 risulta a margine di una cisterna interrata contenente gasolio;
- la zona indagata dai sondaggi C6 e C7 interessa un'area adibita a parcheggio di autocisterne e rimorchi contenenti prodotti petroliferi (gasolio ed olio combustibile prevalente);

le zone indagate dai sondaggi C8, C12, C13 e C 14 riguardano aree occasionalmente adibite a parcheggio mezzi e autocisterne;

- la zona indagata dal sondaggio C9 risulta a margine di una cabina elettrica;
- La zona indagata dai sondaggi C1, C2, C3, C4 e C5 riguarda l'area a margine delle vasche di trattamento delle acque scolanti sui piazzali.

I parametri analitici ricercati furono:

1. Idrocarburi C<12 avente CSC pari a 250 mg/kg;
2. Idrocarburi C>12 avente CSC pari a 750 mg/kg;
3. PCB avente CSC pari a 5 mg/kg solo per il punto di campionamento C9 posizionato nelle immediate vicinanze della cabina elettrica.

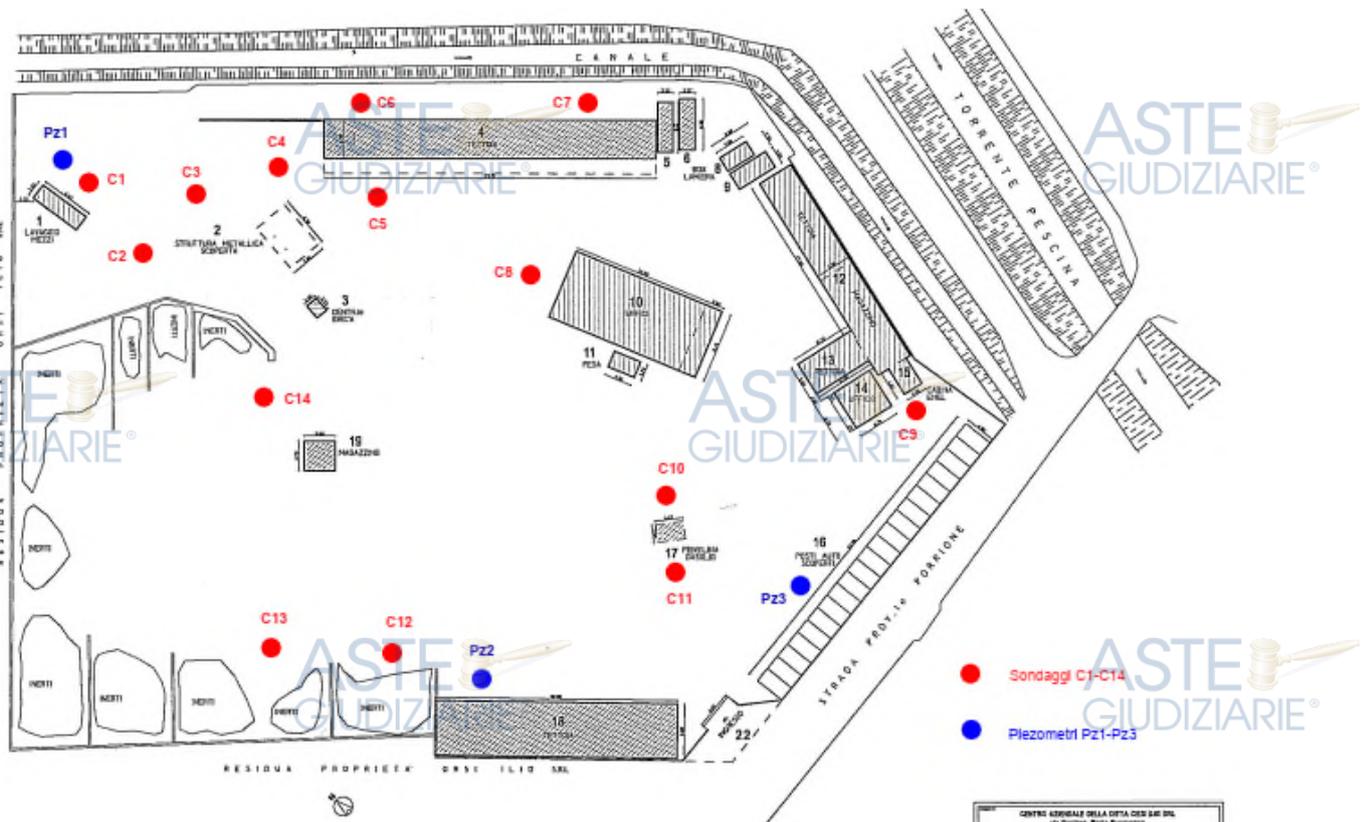


Fig. 3 – Posizionamento dei punti di indagine.-

Stante l'assetto idrogeologico della zona, illustrato nei precedenti paragrafi, il piezometro Pz1 costituisce monte idrogeologico per il sito ed i piezometri Pz2 e Pz3 i punti di valle idrogeologico.

3. ESITI DELLE INDAGINI EFFETTUATE – campagna 2018*

3.1 - Terreni.

I campioni di terreno, prelevati da tecnici specializzati del Laboratorio di Scandicci (FI), sono stati sottoposti ad accertamento analitico, secondo la strategia precedentemente indicata; i risultati sono riassunti nella tabella seguente.

Sondaggio Campione	Idrocarburi C<12 (mg/kg)	Idrocarburi C<12 (mg/kg)	PCB (mg/kg)
	CSC 250 mg/kg	CSC 750 mg/kg	CSC 5 mg/kg
C1-1 (0,00÷-1,00)	NR	618	-
C1-2 (-1,00÷-3,00)	NR	NR	-
C2-1 (-0,50÷-1,50)	NR	96	-
C2-2 (-2,00÷-3,00)	NR	82	-
C3-1 (-0,50÷-1,00)	NR	9	-
C3-2 (-1,00÷-2,00)	NR	NR	-
C4-1 (-0,20÷-1,00)	NR	61	-
C4-2 (-1,00÷-2,00)	NR	10	-
C5-1 (-1,00÷-2,00)	NR	20	-
C5-2 (-2,00÷-3,00)	NR	NR	-
C6-1 (-1,00÷-2,00)	NR	2.369	-
C6-2 (-2,00÷-3,50)	NR	1.556	-
C6-3 (-3,50÷-4,00)	NR	1.354	-
C7-1 (-2,30÷-3,00)	9,9	1.673	-
C7-2 (-3,00÷-4,00)	6,1	294	-
C8-1 (-1,00÷-2,00)	NR	NR	-
C8-2 (-2,00÷-3,00)	NR	129	-
C9-1 (-1,40÷-2,00)	NR	74	0,0005
C9-2 (-2,00÷-3,00)	NR	43	0,0007
C10-1 (-1,00÷-2,00)	NR	72	-
C10-2 (-2,00÷-3,00)	NR	NR	-
C10-3 (-3,00÷-4,00)	NR	6	-
C11-1 (-1,20÷-2,00)	NR	306	-
C11-2 (-2,00÷-3,00)	NR	77	-
C11-3 (-3,00÷-4,00)	10,8	3.320	-
C12-1 (-1,25÷-2,00)	NR	309	-
C12-2 (-2,00÷-3,00)	NR	471	-
C12-3 (-3,00÷-4,00)	NR	1.249	-
C13-1 (-1,00÷-2,00)	NR	6	-
C13-2 (-2,00÷-3,00)	NR	600	-
C13-3 (-3,00÷-4,00)	NR	403	-
C14-1 (-1,00÷-2,00)	NR	42	-
C14-2 (-2,00÷-3,00)	NR	5	-

Tab. 1 – Campioni effettuati e risultati ottenuti - 2018.-

Come appariva evidente dai risultati della precedente tabella e dall'ubicazione dei punti di indagine, era stato possibile delineare il seguente modello concettuale preliminare del sito:

1. Punto di campionamento C6 con potenziale contaminazione su tutto l'orizzonte indagato ad esclusione del terreno di riporto, ossia nell'intervallo da $-1,00 \div -4,00$ m da p.c. e punto di campionamento C7 con potenziale contaminazione nel solo orizzonte da $-2,30 \div -3,00$ m da p.c.
2. Punto di campionamento C11 con potenziale contaminazione nel solo orizzonte da $-3,00 \div -4,00$ m da p.c.
3. Punto di campionamento C12 con interessamento (ossia concentrazioni individuate inferiori alle CSC corrispondenti) da $-1,25 \div -3,00$ m da p.c. e con potenziale contaminazione nell'orizzonte tra $-3,00 \div -4,00$ m da p.c. - pari a 1.249 mg/kg di Idrocarburi C>12.

La situazione di contaminazione appena descritta permise di formulare, limitatamente alla matrice terreno, il seguente modello concettuale:

- nei campioni C6 e C7 è stata individuata una contaminazione immediatamente al di sotto dello strato di riporto superficiale, e nel solo campione C6 registrata fino a $-4,00$ m da p.c.. Questa contaminazione è stata accertata nell'area dello stabilimento ove vengono parcheggiati i semirimorchi autocisterna, pertanto la contaminazione potrebbe essere ascritta a successive, continue e limitate perdite dalle autocisterne stesse, che hanno nel tempo trasportato gasolio;
- nel campione C11 è stato individuato un interessamento dei terreni da immediatamente al di sotto dei terreni di riporto fino alla quota da $-3,00$ m da p.c. e uno stato di contaminazione ad una quota compresa tra $-3,00 \div -4,00$ m da p.c.. I predetti campioni sono stati prelevati in prossimità della pensilina di carico gasolio per le autocisterne dell'azienda, pertanto questi idrocarburi sono certamente appartenenti alla classe dei gasoli. Il gasolio comunemente utilizzato nei motori diesel o per combustione è costituito da una miscela di idrocarburi compresi in un campo di temperatura di ebollizione ben determinato e associabile a idrocarburi alifatici aventi un numero di atomi di carbonio compresi da 13 a 20 e con un contenuto di idrocarburi aromatici massimo pari al 30%. Gli aromatici contenuti nei gasoli contengono proporzioni maggiori di policiclici a 2 (naftalene) e tre anelli (fenantrene);

- nel punto di indagine C12 la contaminazione è fortemente concentrata in un limitato strato di terreno di potenza decimetrica (al massimo 50 cm) e presenta anche un certo interessamento degli strati superiori. Tale area veniva sporadicamente utilizzata come parcheggio dei mezzi (autocisterne) e potrebbe quindi essere stata interessata da un accidentale sversamento. Durante la fase di caratterizzazione la sostanza individuata nello strato contaminato era risultata molto differente dalle altre matrici individuate e l'esperienza del sottoscritto l'aveva assimilata a torba nella quale forse poteva essersi concentrato altro materiale organico, presumibilmente gasolio, che ne aveva modificato la plasticità.

3.2 - Acque sotterranee.

Per quanto riguarda le **acque sotterranee** le risultanze analitiche avevano evidenziato quanto riportato nella seguente tabella, ossia l'assenza di uno stato di contaminazione in quanto nessuna concentrazione misurata superava le corrispondenti CSC per acque sotterranee.

Viene confermato che il Pz1 costituisce monte idrogeologico ed i piezometri Pz2 e Pz3 costituiscono il valle idrogeologico, proprio perché mostrano un "interessamento" da idrocarburi con valori comunque ampiamente inferiori alle CSC.

Parametro	Pz1 (µg/l)	Pz2 (µg/l)	Pz3 (µg/l)	CSC (µg/l)
Idrocarburi Totali	NR	130	200	350
Benzo[a]Antracene	NR	NR	NR	0,1
Benzo[a]Pirene	NR	NR	NR	0,01
Benzo[b]Fluorantene	NR	NR	NR	0,1
Benzo[k]Fluorantene	NR	NR	NR	0,05
Benzo[g,h,i]Perilene	NR	NR	NR	0,01
Crisene	NR	NR	NR	5
DiBenzo[a,h]antracene	NR	NR	NR	0,01
Indeno[1,2,3-cd] Pirene	NR	NR	NR	0,1
Pirene	NR	NR	NR	50
IPA Totali	NR	NR	NR	0,1

Tab. 2 – Risultanze analitiche acqua sotterranea.-

Dalle misure di livello freaticometrico effettuato possiamo evidenziare che benché durante la perforazione dei sondaggi non si fosse evidenziata alcuna traccia di acqua, la misura del livello freaticometrico statico aveva fatto registrare nei tre piezometri quote in un intorno ristretto di - 3,00 m da p.c.; questa informazione riveste importanza fondamentale in quanto permise di affermare

all'epoca che la presenza di idrocarburi nelle acque era dovuta al fatto che strati contaminati di terreno erano sostanzialmente "a bagno" nella falda. Il fatto che non si erano registrati superamenti delle CSC per le acque sotterranee era da attribuire al fatto che tali idrocarburi erano in larga misura poco solubili in acqua e quindi di natura alifatica ad elevato numero di atomi di carbonio.

4. INDAGINI ESEGUITE NEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE 2023.

4.1 – Indagini geognostiche

Lo scopo del PdC è stato quello di andare a definire la sorgente di contaminazione sia in senso qualitativo (matrici ambientali contaminate e famiglie di contaminanti presenti), che in senso quantitativo (entità della contaminazione) relativamente alle dimensioni ed alla massima concentrazione dei contaminanti.

In tal senso, visto anche l'esito del piano di investigazione 2018 che aveva individuato tre potenziali sorgenti nell'area, sono state realizzate le seguenti indagini geognostiche:

- **N. 4 sondaggi ambientali a carotaggio continuo.** spinti fino alla profondità di – 4 m da p.c.; la profondità è stata scelta in funzione della soggiacenza della falda individuata a circa – 3.0 m dal locale piano di campagna/piazzali. In accordo con i tecnici ARPAT intervenuti in cantiere, sono stati formati campioni di terreno naturale presenti al di sotto del riporto, per cui su ognuno dei sondaggi sono stati prelevati n. 2 campioni.

Sulle carote di sondaggio sono stati inoltre prelevati campioni sottoposti ad analisi granulometrica al fine di individuare la corretta litologia degli intervalli indagati.

I campioni prelevati ed avviati al laboratorio di riferimento risultavano i seguenti:

Sondaggio	Campioni	Profondità (m da p.c.)
S1	C1	1,00 ÷ - 2,00
	C2	2,00 ÷ - 3,00
S2	C1	2,00 ÷ - 3,00
	C2	3,00 ÷ - 4,00
S3	C1	2,00 ÷ - 3,00
	C2	3,00 ÷ - 4,00
S4	C1	1,60 ÷ - 2,50
	C2	2,50 ÷ - 3,40

Nella seguente planimetria viene indicato il posizionamento dei nuovi sondaggi realizzati (2023)

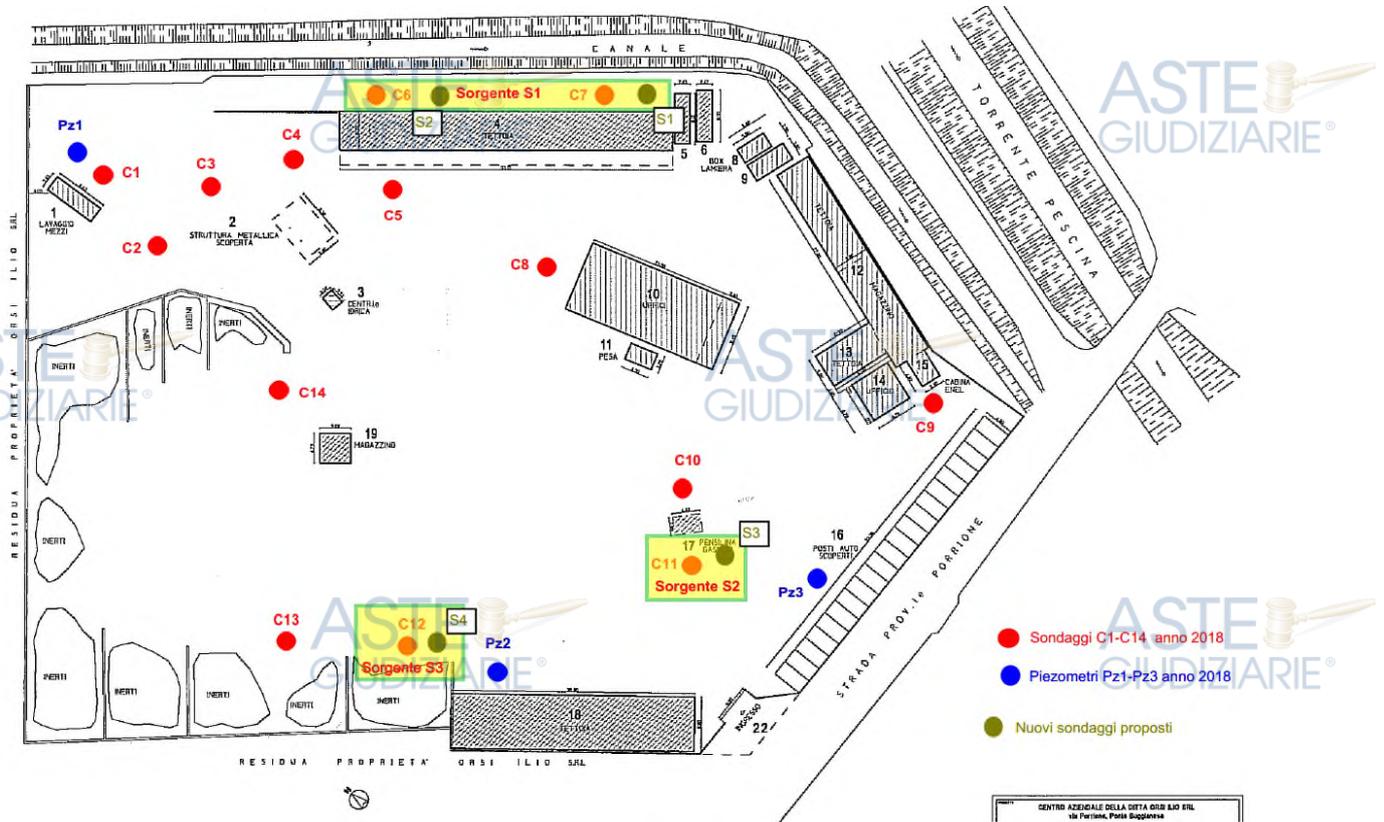


Fig. 4 -- Ubicazione nuovi sondaggi .-

Il campionamento delle acque sotterranee è stato effettuato in corrispondenza dei 3 piezometri esistenti previo spurgo delle stesse; lo spurgo è stato effettuato estraendo almeno 5 volte il volume delle acque contenute nel piezometro.

Le acque prodotte durante le operazioni di spurgo sono state stoccate in cisternette da 1 m³.

Piezometro	Campioni
PZ1	C1
PZ2	C1
PZ3	C1

4.2 – Protocollo analitico

In accordo con quanto prescritto nella fase di approvazione del Piano di Caratterizzazione, il **protocollo analitico dei terreni** che è stato applicato risulta il seguente:

- Umidità.
- frazione granulometrica.
- Metalli (As, Cd, Co, Ni, Pb, Cu, Zn, Hg, Cr_{tot}).
- Idrocarburi C>12 e C<12.
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).

Per quanto riguarda il protocollo analitico sui campioni di **acqua sotterranea** lo stesso ha previsto la ricerca dei seguenti contaminanti:

- Temperatura
- pH
- conducibilità
- Idrocarburi totali come n-esano.
- Metalli (As, Cd, Co, Ni, Pb, Cu, Zn, Hg, Cr tot)
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).

Le metodiche analitiche seguite dal laboratorio per la ricerca dei contaminanti individuati nei rispettivi set analitici della matrice terreno e acqua sotterranea sono state metodiche analitiche validate da Enti di standardizzazione riconosciuti.

4.3 – Esiti piano di caratterizzazione terreni

I campioni di terreno, prelevati da tecnici specializzati del Laboratorio di Scandicci (FI), sono stati sottoposti ad accertamento analitico, secondo la strategia precedentemente indicata; i risultati sono riassunti nelle tabelle seguenti.

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*	Limiti**
1	Metalli					
2	Arsenico	mg/kg s.s.	4,1	0,1	20	50
3	Berillio	mg/kg s.s.	0,5	0,1	2	10
4	Cadmio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	2	15
5	Cobalto	mg/kg s.s.	3,5	0,1	20	250
6	Cromo	mg/kg s.s.	37,9	0,1	150	800
7	Cromo VI	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	2	15
8	Mercurio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	1	5
9	Nichel	mg/kg s.s.	16,5	0,1	120	500
10	Piombo	mg/kg s.s.	26,6	0,1	100	1000
11	Rame	mg/kg s.s.	72,7	0,1	120	600
12	Selenio	mg/kg s.s.	n.r.	0,3	3	15
13	Vanadio	mg/kg s.s.	30,0	0,1	90	250
14	Zinco	mg/kg s.s.	33,0	0,1	150	1500
15	Idrocarburi					
16	Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	10	250
17	Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	615	5	50	750
18	Composti aromatici					
19	Benzene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,1	2
20	Etilbenzene	mg/kg s.s.	0,01	0,01	0,5	50
21	Stirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,5	50
22	Toluene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,5	50
23	Xileni	mg/kg s.s.	0,08	0,01	0,5	50
24	Sommatoria aromatici (da riga 20 a 23)	mg/kg s.s.	0,09	0,01	1	100
25	Composti aromatici policiclici					
26	Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
27	Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
28	Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
29	Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
30	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
31	Crisene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	5	50
32	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
33	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
34	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
35	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
36	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
37	Indenopirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	5
38	Pirene	mg/kg s.s.	0,02	0,02	5	50
39	Sommatoria aromatici policiclici (da riga 26 a 35)	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	10	100
40	Altri composti					
41	Mtbe	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	10 ⁽¹⁾	250 ⁽¹⁾

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*	Limiti**
1	Metalli					
2	Arsenico	mg/kg s.s.	4,0	0,1	20	50
3	Berillio	mg/kg s.s.	1,0	0,1	2	10
4	Cadmio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	2	15
5	Cobalto	mg/kg s.s.	9,5	0,1	20	250
6	Cromo	mg/kg s.s.	63,4	0,1	150	800
7	Cromo VI	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	2	15
8	Mercurio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	1	5
9	Nichel	mg/kg s.s.	46,0	0,1	120	500
10	Piombo	mg/kg s.s.	18,2	0,1	100	1000
11	Rame	mg/kg s.s.	35,2	0,1	120	600
12	Selenio	mg/kg s.s.	n.r.	0,3	3	15
13	Vanadio	mg/kg s.s.	36,4	0,1	90	250
14	Zinco	mg/kg s.s.	45,0	0,1	150	1500
15	Idrocarburi					
16	Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	10	250
17	Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	1403	5	50	750
18	Composti aromatici					
19	Benzene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,1	2
20	Etilbenzene	mg/kg s.s.	0,01	0,01	0,5	50
21	Stirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,5	50
22	Toluene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,5	50
23	Xileni	mg/kg s.s.	0,09	0,01	0,5	50
24	Sommatoria aromatici (da riga 20 a 23)	mg/kg s.s.	0,10	0,01	1	100
25	Composti aromatici policiclici					
26	Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
27	Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
28	Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
29	Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
30	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
31	Crisene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	5	50
32	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
33	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
34	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
35	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
36	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
37	Indenopirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	5
38	Pirene	mg/kg s.s.	0,04	0,02	5	50
39	Sommatoria aromatici policiclici (da riga 26 a 35)	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	10	100
40	Altri composti					
41	Mtbe	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	10 ⁽¹⁾	250 ⁽¹⁾

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*	Limiti**
1	Metalli					
2	Arsenico	mg/kg s.s.	4,5	0,1	20	50
3	Berillio	mg/kg s.s.	1,5	0,1	2	10
4	Cadmio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	2	15
5	Cobalto	mg/kg s.s.	16,8	0,1	20	250
6	Cromo	mg/kg s.s.	98,2	0,1	150	800
7	Cromo VI	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	2	15
8	Mercurio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	1	5
9	Nichel	mg/kg s.s.	79,2	0,1	120	500
10	Piombo	mg/kg s.s.	25,2	0,1	100	1000
11	Rame	mg/kg s.s.	22,9	0,1	120	600
12	Selenio	mg/kg s.s.	n.r.	0,3	3	15
13	Vanadio	mg/kg s.s.	51,3	0,1	90	250
14	Zinco	mg/kg s.s.	60,9	0,1	150	1500
15	Idrocarburi					
16	Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	10	250
17	Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	12	5	50	750
18	Composti aromatici					
19	Benzene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,1	2
20	Etilbenzene	mg/kg s.s.	0,02	0,01	0,5	50
21	Stirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,5	50
22	Toluene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,5	50
23	Xileni	mg/kg s.s.	0,10	0,01	0,5	50
24	Sommatoria aromatici (da riga 20 a 23)	mg/kg s.s.	0,12	0,01	1	100
25	Composti aromatici policiclici					
26	Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
27	Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
28	Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
29	Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
30	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
31	Crisene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	5	50
32	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
33	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
34	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
35	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
36	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
37	Indenopirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	5
38	Pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	5	50
39	Sommatoria aromatici policiclici (da riga 26 a 35)	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	10	100
40	Altri composti					
41	Mtbe	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	10 ⁽¹⁾	250 ⁽¹⁾

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*	Limiti**
1	Metalli					
2	Arsenico	mg/kg s.s.	5,6	0,1	20	50
3	Berillio	mg/kg s.s.	1,6	0,1	2	10
4	Cadmio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	2	15
5	Cobalto	mg/kg s.s.	16,0	0,1	20	250
6	Cromo	mg/kg s.s.	97,1	0,1	150	800
7	Cromo VI	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	2	15
8	Mercurio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	1	5
9	Nichel	mg/kg s.s.	76,9	0,1	120	500
10	Piombo	mg/kg s.s.	24,4	0,1	100	1000
11	Rame	mg/kg s.s.	26,2	0,1	120	600
12	Selenio	mg/kg s.s.	0,5	0,3	3	15
13	Vanadio	mg/kg s.s.	55,2	0,1	90	250
14	Zinco	mg/kg s.s.	64,5	0,1	150	1500
15	Idrocarburi					
16	Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	10	250
17	Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	103	5	50	750
18	Composti aromatici					
19	Benzene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,1	2
20	Etilbenzene	mg/kg s.s.	0,02	0,01	0,5	50
21	Stirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,5	50
22	Toluene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,5	50
23	Xileni	mg/kg s.s.	0,10	0,01	0,5	50
24	Sommatoria aromatici (da riga 20 a 23)	mg/kg s.s.	0,12	0,01	1	100
25	Composti aromatici policiclici					
26	Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
27	Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
28	Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
29	Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
30	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
31	Crisene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	5	50
32	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
33	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
34	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
35	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
36	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
37	Indenopirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	5
38	Pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	5	50
39	Sommatoria aromatici policiclici (da riga 26 a 35)	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	10	100
40	Altri composti					
41	Mtbe	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	10 ⁽¹⁾	250 ⁽¹⁾

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*	Limiti**
1	Metalli					
2	Arsenico	mg/kg s.s.	4,4	0,1	20	50
3	Berillio	mg/kg s.s.	1,2	0,1	2	10
4	Cadmio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	2	15
5	Cobalto	mg/kg s.s.	13,3	0,1	20	250
6	Cromo	mg/kg s.s.	102,9	0,1	150	800
7	Cromo VI	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	2	15
8	Mercurio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	1	5
9	Nichel	mg/kg s.s.	61,2	0,1	120	500
10	Piombo	mg/kg s.s.	26,2	0,1	100	1000
11	Rame	mg/kg s.s.	54,5	0,1	120	600
12	Selenio	mg/kg s.s.	0,3	0,3	3	15
13	Vanadio	mg/kg s.s.	41,1	0,1	90	250
14	Zinco	mg/kg s.s.	64,0	0,1	150	1500
15	Idrocarburi					
16	Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	10	250
17	Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	386	5	50	750
18	Composti aromatici					
19	Benzene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,1	2
20	Etilbenzene	mg/kg s.s.	0,01	0,01	0,5	50
21	Stirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,5	50
22	Toluene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,5	50
23	Xileni	mg/kg s.s.	0,09	0,01	0,5	50
24	Sommatoria aromatici (da riga 20 a 23)	mg/kg s.s.	0,10	0,01	1	100
25	Composti aromatici policiclici					
26	Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
27	Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
28	Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	0,02	0,02	0,5	10
29	Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
30	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
31	Crisene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	5	50
32	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
33	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
34	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
35	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
36	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
37	Indenopirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	5
38	Pirene	mg/kg s.s.	0,03	0,02	5	50
39	Sommatoria aromatici policiclici (da riga 26 a 35)	mg/kg s.s.	0,02	0,02	10	100
40	Altri composti					
41	Mtbe	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	10 ⁽¹⁾	250 ⁽¹⁾

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*	Limiti**
1	Metalli					
2	Arsenico	mg/kg s.s.	5,5	0,1	20	50
3	Berillio	mg/kg s.s.	1,6	0,1	2	10
4	Cadmio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	2	15
5	Cobalto	mg/kg s.s.	16,9	0,1	20	250
6	Cromo	mg/kg s.s.	97,5	0,1	150	800
7	Cromo VI	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	2	15
8	Mercurio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	1	5
9	Nichel	mg/kg s.s.	83,9	0,1	120	500
10	Piombo	mg/kg s.s.	25,7	0,1	100	1000
11	Rame	mg/kg s.s.	36,5	0,1	120	600
12	Selenio	mg/kg s.s.	0,3	0,3	3	15
13	Vanadio	mg/kg s.s.	52,3	0,1	90	250
14	Zinco	mg/kg s.s.	70,1	0,1	150	1500
15	Idrocarburi					
16	Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	10	250
17	Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	298	5	50	750
18	Composti aromatici					
19	Benzene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,1	2
20	Etilbenzene	mg/kg s.s.	0,02	0,01	0,5	50
21	Stirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,5	50
22	Toluene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,5	50
23	Xileni	mg/kg s.s.	0,10	0,01	0,5	50
24	Sommatoria aromatici (da riga 20 a 23)	mg/kg s.s.	0,12	0,01	1	100
25	Composti aromatici policiclici					
26	Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
27	Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
28	Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
29	Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
30	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
31	Crisene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	5	50
32	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
33	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
34	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
35	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
36	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
37	Indenopirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	5
38	Pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	5	50
39	Sommatoria aromatici policiclici (da riga 26 a 35)	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	10	100
40	Altri composti					
41	Mtbe	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	10 ⁽¹⁾	250 ⁽¹⁾

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*	Limiti**
1	Metalli					
2	Arsenico	mg/kg s.s.	4,8	0,1	20	50
3	Berillio	mg/kg s.s.	1,0	0,1	2	10
4	Cadmio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	2	15
5	Cobalto	mg/kg s.s.	13,0	0,1	20	250
6	Cromo	mg/kg s.s.	64,6	0,1	150	800
7	Cromo VI	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	2	15
8	Mercurio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	1	5
9	Nichel	mg/kg s.s.	53,7	0,1	120	500
10	Piombo	mg/kg s.s.	25,0	0,1	100	1000
11	Rame	mg/kg s.s.	56,6	0,1	120	600
12	Selenio	mg/kg s.s.	n.r.	0,3	3	15
13	Vanadio	mg/kg s.s.	37,3	0,1	90	250
14	Zinco	mg/kg s.s.	56,6	0,1	150	1500
15	Idrocarburi					
16	Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	10	250
17	Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	17	5	50	750
18	Composti aromatici					
19	Benzene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,1	2
20	Etilbenzene	mg/kg s.s.	0,01	0,01	0,5	50
21	Stirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,5	50
22	Toluene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,5	50
23	Xileni	mg/kg s.s.	0,08	0,01	0,5	50
24	Sommatoria aromatici (da riga 20 a 23)	mg/kg s.s.	0,09	0,01	1	100
25	Composti aromatici policiclici					
26	Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
27	Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	0,02	0,02	0,1	10
28	Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	0,03	0,02	0,5	10
29	Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
30	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
31	Crisene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	5	50
32	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
33	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
34	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
35	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
36	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
37	Indenopirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	5
38	Pirene	mg/kg s.s.	0,02	0,02	5	50
39	Sommatoria aromatici policiclici (da riga 26 a 35)	mg/kg s.s.	0,05	0,02	10	100
40	Altri composti					
41	Mtbe	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	10 ⁽¹⁾	250 ⁽¹⁾

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*	Limiti**
1	Metalli					
2	Arsenico	mg/kg s.s.	5,3	0,1	20	50
3	Berillio	mg/kg s.s.	1,3	0,1	2	10
4	Cadmio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	2	15
5	Cobalto	mg/kg s.s.	15,1	0,1	20	250
6	Cromo	mg/kg s.s.	82,2	0,1	150	800
7	Cromo VI	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	2	15
8	Mercurio	mg/kg s.s.	n.r.	0,1	1	5
9	Nichel	mg/kg s.s.	66,2	0,1	120	500
10	Piombo	mg/kg s.s.	23,5	0,1	100	1000
11	Rame	mg/kg s.s.	33,1	0,1	120	600
12	Selenio	mg/kg s.s.	n.r.	0,3	3	15
13	Vanadio	mg/kg s.s.	43,5	0,1	90	250
14	Zinco	mg/kg s.s.	61,0	0,1	150	1500
15	Idrocarburi					
16	Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	n.r.	1,0	10	250
17	Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	22	5	50	750
18	Composti aromatici					
19	Benzene	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	0,1	2
20	Etilbenzene	mg/kg s.s.	0,02	0,01	0,5	50
21	Stirene	mg/kg s.s.	0,07	0,01	0,5	50
22	Toluene	mg/kg s.s.	0,01	0,01	0,5	50
23	Xileni	mg/kg s.s.	0,15	0,01	0,5	50
24	Sommatoria aromatici (da riga 20 a 23)	mg/kg s.s.	0,25	0,01	1	100
25	Composti aromatici policiclici					
26	Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
27	Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	0,02	0,02	0,1	10
28	Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	0,04	0,02	0,5	10
29	Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
30	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	0,02	0,02	0,1	10
31	Crisene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	5	50
32	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
33	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
34	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
35	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
36	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
37	Indenopirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	5
38	Pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	5	50
39	Sommatoria aromatici policiclici (da riga 26 a 35)	mg/kg s.s.	0,08	0,02	10	100
40	Altri composti					
41	Mtbe	mg/kg s.s.	n.r.	0,01	10 ⁽¹⁾	250 ⁽¹⁾

4.4 – Esiti piano di caratterizzazione acque sotterranee

I campioni di acqua sotterranea prelevati dai 3 piezometri esistenti dai tecnici specializzati del Laboratorio di Scandicci (FI), sono stati sottoposti ad accertamento analitico, secondo la strategia precedentemente indicata; i risultati sono riassunti nelle tabelle seguenti.

PZ1 (soggiacenza – 2.67 m da pc)

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*
1	Temperatura	°C	19,2	-	-
2	pH	Unità pH	6,9	-	-
3	Conducibilità a 20°C	µS/cm	2140	-	-
4	Potenziale Redox	mV	-155	-	-
5	<i>Metalli</i>				
6	Arsenico	µg/L	46	1	10
7	Berillio	µg/L	n.r.	1	4
8	Cadmio	µg/L	1	0,5	5
9	Cobalto	µg/L	4	1	50
10	Cromo	µg/L	n.r.	1	50
11	Cromo VI	µg/L	n.r.	1	5
12	Mercurio	µg/L	n.r.	0,3	1
13	Nichel	µg/L	5	1	20
14	Piombo	µg/L	9	1	10
15	Rame	µg/L	n.r.	1	1000
16	Selenio	µg/L	3	1	10
17	Vanadio	µg/L	6	1	-
18	Zinco	µg/L	8	1	3000
19	<i>Composti organici aromatici</i>				
20	Benzene	µg/L	n.r.	0,1	1
21	Etilbenzene	µg/L	n.r.	0,1	50
22	Stirene	µg/L	n.r.	0,1	25
23	Toluene	µg/L	n.r.	0,1	15
24	p-xilene	µg/L	n.r.	0,1	10
25	<i>Policiclici Aromatici</i>				
26	Benzo (a) antracene	µg/L	n.r.	0,01	0,1
27	Benzo (a) pirene	µg/L	n.r.	0,001	0,01
28	Benzo (b) fluorantene	µg/L	n.r.	0,01	0,1
29	Benzo (k) fluorantene	µg/L	n.r.	0,005	0,05
30	Benzo (g,h,i) perilene	µg/L	n.r.	0,001	0,01
31	Crisene	µg/L	n.r.	0,01	5
32	Dibenzo (a,h) antracene	µg/L	n.r.	0,001	0,01
33	Indeno (1,2,3-cd) pirene	µg/L	n.r.	0,01	0,1
34	Pirene	µg/L	0,02	0,01	50
35	IPA totali (sommatoria riga 28,29,30,33)	µg/L	n.r.	0,01	0,1
36	<i>Altre sostanze</i>				
37	Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	µg/L	250	50	350
38	MTBE	µg/L	n.r.	0,1	40 ⁽¹⁾

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*
1	Temperatura	°C	20,5	-	-
2	pH	Unità pH	6,6	-	-
3	Conducibilità a 20°C	µS/cm	1123	-	-
4	Potenziale Redox	mV	-94	-	-
5	<i>Metalli</i>				
6	Arsenico	µg/L	8	1	10
7	Berillio	µg/L	n.r.	1	4
8	Cadmio	µg/L	n.r.	0,5	5
9	Cobalto	µg/L	n.r.	1	50
10	Cromo	µg/L	n.r.	1	50
11	Cromo VI	µg/L	n.r.	1	5
12	Mercurio	µg/L	n.r.	0,3	1
13	Nichel	µg/L	4	1	20
14	Piombo	µg/L	4	1	10
15	Rame	µg/L	6	1	1000
16	Selenio	µg/L	n.r.	1	10
17	Vanadio	µg/L	2	1	-
18	Zinco	µg/L	13	1	3000
19	<i>Composti organici aromatici</i>				
20	Benzene	µg/L	n.r.	0,1	1
21	Etilbenzene	µg/L	n.r.	0,1	50
22	Stirene	µg/L	n.r.	0,1	25
23	Toluene	µg/L	n.r.	0,1	15
24	p-xilene	µg/L	n.r.	0,1	10
25	<i>Policiclici Aromatici</i>				
26	Benzo (a) antracene	µg/L	0,01	0,01	0,1
27	Benzo (a) pirene	µg/L	0,005	0,001	0,01
28	Benzo (b) fluorantene	µg/L	n.r.	0,01	0,1
29	Benzo (k) fluorantene	µg/L	n.r.	0,005	0,05
30	Benzo (g,h,i) perilene	µg/L	0,004	0,001	0,01
31	Crisene	µg/L	n.r.	0,01	5
32	Dibenzo (a,h) antracene	µg/L	n.r.	0,001	0,01
33	Indeno (1,2,3-cd) pirene	µg/L	n.r.	0,01	0,1
34	Pirene	µg/L	0,52	0,01	50
35	IPA totali (sommatoria riga 28,29,30,33)	µg/L	n.r.	0,01	0,1
36	<i>Altre sostanze</i>				
37	Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	µg/L	9200	50	350
38	MTBE	µg/L	n.r.	0,1	40 ⁽¹⁾

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*
1	Temperatura	°C	20,5	-	-
2	pH	Unità pH	6,6	-	-
3	Conducibilità a 20°C	µS/cm	1772	-	-
4	Potenziale Redox	mV	-138	-	-
5	<i>Metalli</i>				
6	Arsenico	µg/L	68	1	10
7	Berillio	µg/L	n.r.	1	4
8	Cadmio	µg/L	n.r.	0,5	5
9	Cobalto	µg/L	1	1	50
10	Cromo	µg/L	n.r.	1	50
11	Cromo VI	µg/L	n.r.	1	5
12	Mercurio	µg/L	n.r.	0,3	1
13	Nichel	µg/L	5	1	20
14	Piombo	µg/L	8	1	10
15	Rame	µg/L	n.r.	1	1000
16	Selenio	µg/L	n.r.	1	10
17	Vanadio	µg/L	5	1	-
18	Zinco	µg/L	7	1	3000
19	<i>Composti organici aromatici</i>				
20	Benzene	µg/L	n.r.	0,1	1
21	Etilbenzene	µg/L	n.r.	0,1	50
22	Stirene	µg/L	n.r.	0,1	25
23	Toluene	µg/L	n.r.	0,1	15
24	p-xilene	µg/L	n.r.	0,1	10
25	<i>Pol ciclici Aromatici</i>				
26	Benzo (a) antracene	µg/L	n.r.	0,01	0,1
27	Benzo (a) pirene	µg/L	n.r.	0,001	0,01
28	Benzo (b) fluorantene	µg/L	n.r.	0,01	0,1
29	Benzo (k) fluorantene	µg/L	n.r.	0,005	0,05
30	Benzo (g,h,i) perilene	µg/L	n.r.	0,001	0,01
31	Crisene	µg/L	n.r.	0,01	5
32	Dibenzo (a,h) antracene	µg/L	n.r.	0,001	0,01
33	Indeno (1,2,3-cd) pirene	µg/L	n.r.	0,01	0,1
34	Pirene	µg/L	0,02	0,01	50
35	IPA totali (sommatoria riga 28,29,30,33)	µg/L	n.r.	0,01	0,1
36	<i>Altre sostanze</i>				
37	Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	µg/L	420	50	350
38	MTBE	µg/L	0,2	0,1	40 ⁽¹⁾

4.5– Commenti sui risultati delle analisi di laboratorio sulle matrici terreno e acque sotterranee

Così come risulta verificabile attraverso l'analisi dei risultati riassunti nelle tabelle precedentemente rappresentate, per quanto riguarda la matrice terreni questi risultano tutti conformi alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui al D.Lgs. 152/06 parte IV, titolo V, allegato 5 Tabella 1 Colonna B (siti ad uso commerciale/industriale) ad esclusione del campione S1C2 laddove eccede il parametro idrocarburi C>12.

Relativamente alle acque sotterranee occorre innanzitutto puntualizzare che tecnici l'ausilio di una specifica strumentazione hanno rilevato presenza di prodotto surnatan gasolio) in corrispondenza del piezometro Pz2; ciò ha determinato l'elevata concentrazione di idrocarburi totali rilevato.

Un modesto superamento delle CSC di cui al D.Lgs. 152/06 parte IV, titolo V, allegato 2 (acque sotterranee) si rileva anche in corrispondenza del piezometro Pz3.

Per quanto riguarda i superamenti di Arsenico, questi sono stati individuati sia a valle idrogeologico con più o meno le stesse concentrazioni; inoltre tali anomalie sono frequenti in ambiente riducente come valori geogenici.

4.6- Dismissione cisterna di gasolio

In ottemperanza a quanto previsto nel parere ARPAT, nell'ambito delle opere di caratterizzazione è stata bonificata e quindi estratta una cisterna di gasolio presente in fase di piano preliminare era stata individuata tra le potenziali sorgenti di contaminazione. Una volta estratta la cisterna e ripulito lo scavo dai terreni con alterazioni visive e testimoni di potenziale contaminazione, abbiamo effettuato dei campionamenti sul fondo dello scavo (profondità di 3.20 m corrispondente al livello piezometrico locale) i risultati sono riassunti nelle tabelle seguenti.

PARETE EST

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*	Lim
1	Idrocarburi					
2	Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	149	1,0	10	25
3	Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	5584	5	50	75
4	Composti aromatici policiclici					
5	Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	0,03	0,02	0,5	1
6	Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	0,03	0,02	0,1	1
7	Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	0,05	0,02	0,5	1
8	Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	1
9	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	0,02	0,02	0,1	1
10	Crisene	mg/kg s.s.	0,04	0,02	5	5
11	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	1
12	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	1
13	Dibenzo(a,j)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	1
14	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	1
15	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	1
16	Indenopirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	5
17	Pirene	mg/kg s.s.	0,49	0,02	5	5
18	Sommatoria aromatici policiclici (da riga 5a 14)	mg/kg s.s.	0,17	0,02	10	10

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*	Limiti**
1	Idrocarburi					
2	Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	91,1	1,0	10	250
3	Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	4796	5	50	750
4	Composti aromatici policiclici					
5	Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
6	Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
7	Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	0,02	0,02	0,5	10
8	Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
9	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
10	Crisene	mg/kg s.s.	0,02	0,02	5	50
11	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
12	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
13	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
14	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
15	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
16	Indenopirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	5
17	Pirene	mg/kg s.s.	0,45	0,02	5	50
18	Sommatoria aromatici policiclici (da riga 5a 14)	mg/kg s.s.	0,04	0,02	10	100

PARETE OVEST

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*	Limiti**
1	Idrocarburi					
2	Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	71,8	1,0	10	250
3	Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	3901	5	50	750
4	Composti aromatici policiclici					
5	Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
6	Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
7	Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
8	Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
9	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
10	Crisene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	5	50
11	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
12	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
13	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
14	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
15	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
16	Indenopirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	5
17	Pirene	mg/kg s.s.	0,41	0,02	5	50
18	Sommatoria aromatici policiclici (da riga 5a 14)	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	10	100

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*	Limiti**
1	Idrocarburi					
2	Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	27,5	1,0	10	250
3	Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	698	5	50	750
4	Composti aromatici policiclici					
5	Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
6	Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
7	Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
8	Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
9	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
10	Crisene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	5	50
11	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
12	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
13	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
14	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
15	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
16	Indenopirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	5
17	Pirene	mg/kg s.s.	0,06	0,02	5	50
18	Sommatoria aromatici policiclici (da riga 5a 14)	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	10	100

FONDO SCAVO

Riga	Parametri	Unità di misura	Valore riscontrato	Limite di rilevabilità	Limiti*	Limiti**
1	Idrocarburi					
2	Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	48,9	1,0	10	250
3	Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	3930	5	50	750
4	Composti aromatici policiclici					
5	Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
6	Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
7	Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
8	Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,5	10
9	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
10	Crisene	mg/kg s.s.	0,02	0,02	5	50
11	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
12	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
13	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
14	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
15	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	10
16	Indenopirene	mg/kg s.s.	n.r.	0,02	0,1	5
17	Pirene	mg/kg s.s.	0,09	0,02	5	50
18	Sommatoria aromatici policiclici (da riga 5a 14)	mg/kg s.s.	0,02	0,02	10	100

4.7- Commenti sui risultati delle analisi di laboratorio sui campioni prelevati sullo scavo di alloggiamento della cisterna dismessa

Gli accertamenti analitici effettuati hanno rilevato generici superamenti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui al D.Lgs. 152/06 parte IV, titolo V, allegato 5 Tabella 1 Colonna B (siti ad uso commerciale/industriale) per il parametro idrocarburi C>12.

5. CONTRIBUTO ARPAT SUL PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE.

A seguito della presentazione degli esiti della caratterizzazione abbiamo ricevuto il contributo di ARPAT con la relativa validazione delle analisi di laboratorio eseguite.

Si riportano di seguito le relative considerazioni conclusive:

Gli accertamenti analitici effettuati da entrambi i laboratori hanno permesso di rilevare superamenti delle CSC degli idrocarburi pesanti C>12 nel suolo profondo nel sondaggio S1 in corrispondenza dell'area sorgente di contaminazione identificata con la sigla S1. Anche tre pareti e il fondo dello scavo effettuato per la rimozione della cisterna di gasolio risultano contaminate da idrocarburi C>12.

Per quanto riguarda le acque sotterranee è stata rilevato il superamento della CSC degli idrocarburi totali (costituiti da idrocarburi pesanti) nei piezometri PZ2 e PZ3. Le elevate concentrazioni riscontrate in PZ2 sono dovute alla presenza di prodotto surnatante. Nel piezometro PZ2 in fase di campionamento è stata verificata dai tecnici ARPAT, con sonda interfaccia acqua/olio, la presenza di prodotto surnatante che ha determinato gli elevati valori (76000 µg/L per ARPAT) degli idrocarburi. Tale piezometro è ubicato in un'area adibita in passato a parcheggio di mezzi e autocisterne.

Per quanto riguarda i superamenti della CSC dell'Arsenico rilevati nei piezometri PZ1 (monte idrogeologico) e PZ3 (valle idrogeologica) appare condivisibile quando indicato nella relazione trasmessa dalla parte con nota ns prot. n. 14515 del 22/02/2024 in merito ad un'origine geogenica di tali superamenti che risultato piuttosto frequenti in ambienti riducenti. La presenza di un ambiente riducente viene confermata anche dal potenziale redox negativo misurato durante i prelievi sia dal laboratorio Lorica che da ARPAT.

Visto quanto sopra si richiede alla parte di provvedere a quanto segue:

• effettuare indagini ambientali integrative nell'area circostante al piezometro PZ2 al fine di definire l'estensione dell'area contaminata e di individuare la sorgente di contaminazione;

• fornire spiegazioni in merito alle possibili cause dei superamenti delle

rilevati

• ricercare nelle prossime campagne di monitoraggio delle acque sotterranee anche i parametri

6. INDAGINI INTEGRATIVE – Descrizione e computo sommario

Il modello concettuale emerso dal Piano di Investigazione 2018 e dal Piano di Caratterizzazione del 2023 ha evidenziato in particolare la criticità relativa al probabile sversamento di idrocarburi pesanti in corrispondenza dell'area di ubicazione del Piezometro Pz2.

Facendo seguito a quanto richiesto da ARPAT si intende eseguire una serie di operazioni finalizzate ad una più precisa definizione dell'estensione dell'area contaminata ed in particolare:

- Saggi con escavatore meccanico al fine di individuare criticità visive e/o olfattive ed identificare l'estensione del "plume" di contaminazione
- Realizzazione di un nuovo piezometro possibilmente all'esterno dell'area oggettivamente contaminata o comunque al confine della proprietà (Punto di Conformità)
- Nuovo campionamento delle acque sotterranee prelevate dai piezometri

Per tale attività di indagine integrativa, che andrebbe ovviamente a definire un modello concettuale ben più preciso rispetto all'attuale livello di conoscenza ed auspicata da ARPAT, riteniamo plausibile un costo variabile dai **€ 15.000,00 ai € 20.000,00** comprensivi di oneri e compensi professionali.

7. INTERVENTO DI BONIFICA – Descrizione e computo sommario

Alla luce del modello concettuale preliminare attualmente definito ed in assenza delle indagini integrative di cui al punto precedente, è comunque plausibile definire il percorso del progetto operativo di bonifica e stimarne seppur sommariamente i relativi costi.

a) Intervento di bonifica area alloggiamento cisterna.

Allo stato attuale le verifiche eseguite sul fondo scavo e sulle pareti hanno rilevato concentrazioni di idrocarburi C>12 ben superiori alle CSC di normativa; in considerazione della presenza di falda attorno a - 3.00 m dal piano piazzale riteniamo debba essere eseguito un ulteriore modesto approfondimento fino a questa profondità fino ad intercettare acqua sotterranea, quindi eseguire una scarificazione delle pareti, il tutto finalizzato a contenere le concentrazioni di idrocarburi su valori prossimi o inferiori a quelli rilevati nel campione S1C2 (1400 mg/Kg).

Per tali operazioni, comprensive dell'attività di scavo, dei campionamenti, delle analisi di laboratorio e del conferimento dei terreni contaminati (quelli già presenti e quelli derivanti dalle attività descritte innanzi) in impianto di recupero autorizzato (probabile CER 170504) è stimabile un costo variabile da **€ 15.000,00 a € 18.000,00** comprensivi di oneri e compensi professionali.

b) Intervento di bonifica terreni suolo e sottosuolo

Una volta eseguite le operazioni di pulizia della zona di alloggiamento della cisterna interrata, pensiamo che la potenziale contaminazione sui terreni possa essere tranquillamente gestita nell'ambito di una Analisi di Rischio sitospecifica, poiché riteniamo che, alla luce della tipologia di area, del suo futuro utilizzo di tipo produttivo-industriale-direzionale e degli eventuali ricettori, al netto della problematica acqua sotterranea che descriveremo più avanti, saranno calcolate CSR (Concentrazioni Soglia di Rischio) superiori rispetto alle concentrazioni in sorgente per il parametro C>12, definendo conseguentemente il sito NON contaminato relativamente alle matrici suolo e sottosuolo. Per tale attività i costi professionali possono essere stimati attorno a € **6.000,00** compresi oneri.

c) Intervento di bonifica acque sotterranee

L'aspetto legato a tali operazioni risulta quello più difficilmente stimabile alla luce della mancata definizione del modello concettuale sia in ordine all'estensione della contaminazione (presenza di surnatante – possibilità di migrazione della contaminazione anche all'esterno del sito ecc...) che in ordine alle effettive concentrazioni di contaminante in sorgente.

Detto questo, tenendo conto di esperienze pregresse su tali tipologie di attività di bonifica, riteniamo plausibile la seguente scelta progettuale finalizzata essenzialmente alla rimozione di NAPL (Non-Aqueous Phase Liquids).

Il trattamento dell'acquifero mediante tecnologia SER (Surfactant Enhanced Remediation) mediante i surfattanti tipo Ivey-sol®. La Ivey-sol® Surfactant Technology è una tecnologia brevettata, che utilizza una specifica formulazione di surfattanti non ionici biodegradabili in grado di desorbire in maniera selettiva dalla matrice solida i contaminanti di interesse (i.e. adsorbiti e/o assorbiti) e rendere miscibili in fase liquida i NAPL.

L'applicazione dei prodotti Ivey-sol® può essere condotta tramite la tecnica denominata Push-Pull® con il fine di rimuovere la contaminazione assorbita sulla matrice solida, disciolta nell'acquifero e presente in frangia capillare. Il prodotto viene miscelato con acqua in proporzioni che variano in base alla contaminazione presente nel sito (il rapporto Ivey-sol® / Acqua varia in genere da 1:50 a 1:25) e l'immissione avviene per gravità in piezometri fenestrati alle profondità a cui occorre effettuare l'intervento (si consiglia di utilizzare piezometri con diametro 4 pollici). La fase di pompaggio viene avviata trascorso un tempo precedentemente stimato (ore o giorni) in base alle caratteristiche sito-specifiche. L'obiettivo del pompaggio è la rimozione della massima parte del tensioattivo iniettato che nel frattempo avrà agito sui contaminanti rendendoli maggiormente miscibili in acqua e quindi più disponibili per la rimozione.

Tali attività di iniezione e rimozione dovranno essere eseguite secondo diversi cicli (almeno 6-8 cicli).

Al netto delle note incertezze descritte è possibile stimare un costo di progettazione, applicazione, rimozione, analisi chimiche e conferimento presso impianto autorizzato dei rifiuti liquidi variabile da **€ 180.000,00 a € 230.000,00** comprensivi di oneri.

Intendiamo sottolineare che nel caso di contaminazione della matrice acqua sotterranea, a certificazione ottenuta per quanto riguarda suolo e sottosuolo, la presentazione e l'approvazione di un Progetto Operativo di Bonifica consente la regolare gestione e la lavorazione sull'area ed eventualmente il rilascio di autorizzazioni edilizie (senza cambio di destinazione di uso). L'obiettivo della bonifica è in primo luogo quello di ottenere il raggiungimento di concentrazioni pari o inferiori alle CSC normative ai cosiddetti punti di conformità che nella fattispecie sono individuabili ai confini di proprietà a valle idrogeologica. Le attività di bonifica possono avere anche una durata di diversi anni durante la quale saranno predisposti monitoraggi delle acque sotterranee a cadenza semestrale o annuale.

8. CONCLUSIONI.

Nei limiti delle incertezze dettate dalla mancanza di un modello concettuale definitivo, il presente elaborato riporta, oltre agli esiti del piano di caratterizzazione relativo al sito

ubicato in località Albinatico nel Comune di Ponte Buggianese ed iscritto in anagrafe SISBON con il codice PT-1149 e della validazione di ARPAT, un sommario computo del costo delle operazioni di bonifica a carico delle matrici suolo, sottosuolo e acque sotterranee.

Dal confronto tra la caratterizzazione del 2018 e quella del 2021 emergono le seguenti considerazioni:

- a) Per quanto attiene la matrice suolo e sottosuolo ci sono delle chiare correlazioni tra le due campagne, per cui il quadro conoscitivo non risulta mutato; i livelli di contaminazione più accentuati sono stati individuati, come era presumibile, nell'ambito dei terreni prossimi all'area di alloggiamento della cisterna interrata contenente gasolio. Riteniamo che questa situazione comunque risulti facilmente risolvibile e con impegno economico modesto (Analisi di Rischio ed eventualmente asportazione di terreni nei pressi della sorgente primaria – cisterna).
- b) Relativamente alla matrice acqua sotterranea, la campagna di monitoraggio del 2021 ha evidenziato **una problematica non presente nel 2018** relativamente alla presenza di prodotto surnatante (probabile gasolio) in corrispondenza del piezometro Pz2; ciò ha

determinato l'elevato valore di concentrazione di idrocarburi totali rilevato. Tale circostanza, **che va attribuita ad un probabile sversamento avvenuto nel periodo tra le due campagne di indagine (tra il 2018 ed il 2021)**, comporterà una attività di bonifica piuttosto impegnativa anche sotto il profilo economico.

Il contributo ARPAT di validazione delle analisi di caratterizzazione indicava la necessità di addivenire alla determinazione di un modello concettuale definitivo ai fini della corretta progettazione dell'intervento di bonifica delle acque sotterranee, il tutto attraverso una serie di approfondimenti di indagine che sono stati quantificati nell'ordine di **€ 15.000,00-€20.000,00** comprensivi di oneri e compensi professionali.

I costi di bonifica a carico delle matrici suolo e sottosuolo sono stati quantificati come di seguito:

- Bonifica area alloggiamento cisterna **€ 15.000,00-18.000,00**
- Analisi di Rischio sitospecifica **€ 6.000,00**
compresi oneri e compensi professionali.

Per quanto attiene i costi di bonifica della matrice acqua sotterranea, **nei limiti delle incertezze dettate dalla mancanza della definizione di un modello concettuale definitivo (estensione del "plume" di contaminazione e tenore delle concentrazioni del contaminante)**, è stato stimato un importo variabile da **€ 180.000,00 a € 230.000,00** comprensivo di oneri e compensi professionali.

Altopascio, febbraio 2025

Dott. Geol. Andrea Carmignani

Allegati:

- Parere ARPAT sulla validazione dei dati

ARPAT - AREA VASTA CENTRO - Dipartimento di Pistoia

Via Baroni, 18 - 51100 - Pistoia

N. Prot.: vedi *segnatura informatica* cl.: PT.01.23.18/13.3 del *vedi segnatura informatica* a mezzo: PEC

a

Dott. Geol: Andrea Carmignani
PEC: andrecarmignani@pec.epap.it

Comune di Ponte Buggianese
Area 3 Servizi Tecnici
PEC: comune.pontebuggianese@postacert.toscana.it

Regione Toscana
Direzione Tutela dell'Ambiente ed Energia
Settore Bonifiche e Siti Orfani PNRR – UFFICIO COMUNE
per l'esercizio delle finzioni delle province e della Città
metropolitana in materia di bonifica dei siti inquinati
PEC: regionetoscana@postacert.toscana.it

Provincia di Pistoia
Area Tecnica
Pianificazione TPL Valorizzazione delle Risorse del
Territorio e del Patrimonio Provinciale
PEC: provincia.pistoia@postacert.toscana.it

e pc

Azienda USL Toscana Centro
Dipartimento della prevenzione
Zona Val di Nievole
PEC: prevenzione.uslcentro@postacert.toscana.it

Oggetto: **Sito SISBON PT-1149 "Orsi Ilio Srl in liquidazione" via Porrione 139 Ponte Buggianese (PT) – Trasmissione accertamenti analitici settembre-ottobre 2023 su matrici suolo e acqua sotterranea**

ITER PROCEDIMENTO

- Il sito in oggetto in passato veniva utilizzato della società _____ per attività di recupero, lavorazione e vendita di inerti;
- 2013: il sito viene concesso in affitto alla società _____ che si occupava di trasporto di prodotti petroliferi;
- 2018: vengono effettuate indagini per valutare la presenza di criticità ambientali dovute all'attività della società _____; rilevati in alcune aree del sito superamenti delle CSC del suolo, di cui col. B All. 5 Tit. V P. IV D. Lgs. 152/06 e s.m.i, e assenza di contaminazione delle acque sotterranee;
- 11/03/2019: la società _____ presenta la notifica di potenziale contaminazione ai sensi del D. Lgs 152/06 Art. 245 "Notifica da parte del proprietario o altro soggetto non responsabile";
- 17/06/2021: Il tecnico incaricato Geol. Andrea Carmignani trasmette agli Enti il Piano di Caratterizzazione (PdC);

- 31/10/2022: la CdS approva con prescrizione il PdC che prevede la caratterizzazione delle matrici ambienti suolo/sottosuolo e acqua sotterranea.

ACCERTAMENTI SU MATRICE SUOLO

Con nota ns prot. n. 67064 del 08/09/2023 il tecnico incaricato Geol. Andrea Carmignani ha trasmesso agli Enti il cronoprogramma relativo alle operazioni di caratterizzazione e di campionamento del sito in oggetto.

L'attività di campionamento del suolo è stata effettuata in contraddittorio con il personale tecnico di questo Dipartimento nei seguenti giorni:

- 18/09/2023: prelievo di n. 2 campioni di suolo profondo da ognuno dei quattro sondaggi (S1, S2, S3, S4) realizzati nelle porzioni di sito potenzialmente contaminate, per un totale di 8 campioni;
- 02/10/2023: prelievo di n. 4 campioni dalle pareti e n. 1 dal fondo dello scavo realizzato per la rimozione di una cisterna di gasolio interrata.

I quattro sondaggi sono stati realizzati nelle porzioni di sito dove nel 2018, durante l'esecuzione del piano di investigazione, erano state individuate possibili sorgenti di contaminazione delle matrici ambientali.

I campionamenti sono stati effettuati da personale tecnico del laboratorio incaricato

Nei campioni di suolo prelevati dai sondaggi sono stati ricercati da ARPAT e da Lorica i parametri previsti dal PdC, tra cui: Metalli, Composti aromatici, IPA, Idrocarburi C \leq 12 e Idrocarburi C $>$ 12. Il parametro MTBE è stato ricercato solamente dal laboratorio Lorica.

Nei campioni prelevati presso lo scavo effettuato per la rimozione della cisterna di gasolio è stato ricercato un set analitico ridotto comprendente: Idrocarburi C \leq 12, Idrocarburi C $>$ 12 e IPA.

Nelle tabelle 1 e 2 sono riportati i risultati analitici ottenuti dai due laboratori rispettivamente sui campioni prelevati dai sondaggi (campioni S1C1, S1C2, S2C1, S2C2, S3C1, S3C2, S4C1, S4C2) e in corrispondenza dello scavo effettuato per la rimozione della cisterna (campioni identificati con le sigle FS, PN, PS, PW, PE). Gli IPA sono stati riportati in tabella 1 solamente come sommatoria dei composti inseriti in tabella 1 con i numeri da 25 a 34. Gli IPA non inseriti in tabella sono risultati inferiori ai rispettivi limiti di quantificazione e/o ai limiti normativi.

I risultati analitici sono stati confrontati con le concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) definite in Col. B, Tab. 1, All. 5, Tit. V, P. IV del D. Lgs 152/06 per i siti ad uso commerciale e industriale. I valori di MTBE sono stati confrontati con il limite proposto da ISS con Parere del 2001 n. 57058 IA/12 riportato nel D.M. 31/15. Nelle tabelle i valori analitici superiori ai rispettivi limiti normativi sono riportati in rosso in carattere grassetto ed evidenziati in giallo.

I risultati analitici riportati in tabella 1 mostrano:

- assenza in tutti i punti campionati di superamenti dei limiti di riferimento di metalli, composti organici aromatici, idrocarburi C $<$ 12, MTBE e IPA;
- superamento della CSC degli idrocarburi pesanti C $>$ 12 solamente nel campione S1C2 prelevato dal sondaggio S1 nel suolo profondo ad una profondità compresa tra 2 e 3 m dal p.c.

I risultati analitici riportati in tabella 2, relativi all'area di scavo della cisterna di gasolio, mostrano:

- superamento della CSC degli idrocarburi C $>$ 12 nel campione di fondo scavo e in quelli prelevati da tutte le pareti esclusa quella sud;
- superamento della CSC degli idrocarburi C $<$ 12 rilevato solamente dal laboratorio ARPAT nei campioni prelevati in corrispondenza delle pareti est e ovest dello scavo.

Tabella 1. Risultati analitici ottenuti da entrambi i laboratori sui campioni di suolo prelevati in corrispondenza dei sondaggi.

Campione	Profondità da-a (m)	Laboratorio	Arsenico mg/kg s.s.	Cadmio mg/kg s.s.	Cobalto mg/kg s.s.	Cromo mg/kg s.s.	Cromo VI mg/kg s.s.	Rame mg/kg s.s.	Mercurio mg/kg s.s.	Nichel mg/kg s.s.	Piombo mg/kg s.s.	Vanadio mg/kg s.s.	Zinco mg/kg s.s.	Idrocarburi C<12 mg/kg s.s.	Idrocarburi C>12 mg/kg s.s.	Benzene mg/kg s.s.	Etilbenzene mg/kg s.s.	Toluene mg/kg s.s.	Xileni mg/kg s.s.	MTBE mg/kg s.s.	IPA totali mg/kg s.s.
S144	1-2	ARPAT	4,9	<0,5	4,2	37,6	<0,5	75,5	<0,1	15,6	31	27	36,1	2	750	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	-	0,058
		Lorica	4,1	<0,1	3,5	37,9	<1	72,7	<0,1	16,5	26,6	30	33	<1	615	<0,01	0,01	<0,01	0,08	<0,01	0,09
S145	2-3	ARPAT	5,2	<0,5	10,1	66,3	<0,5	45,7	<0,1	45,1	26,6	39,4	52,7	1,8	1750	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	-	0,086
		Lorica	4	<0,1	9,5	63,4	<1	35,2	<0,1	46	18,2	36,4	45	<1	1403	<0,01	0,01	<0,01	0,09	<0,01	0,1
S146	2-3	ARPAT	5,4	<0,5	15,5	102	<0,5	24,2	<0,1	72,2	32,8	53,1	64,6	<1	49	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	-	0,09
		Lorica	4,5	<0,1	16,8	99,2	<1	22,9	<0,1	79,2	25,2	51,3	60,9	<1	12	<0,01	0,02	<0,01	0,1	<0,01	0,12
S147	3-4	ARPAT	5,5	<0,5	14,4	96,8	<0,5	23,4	<0,1	68,4	50,8	49,3	62,4	<1	160	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,05
		Lorica	5,6	<0,1	16	97,1	<1	26,2	<0,1	76,9	24,4	55,2	64,5	<1	103	<0,01	0,02	<0,01	0,1	<0,01	0,12
S148	2-3	ARPAT	5,4	<0,5	13,4	110	<0,5	50,9	<0,1	61,3	31,9	37,7	68,1	<1	460	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	-	0,13
		Lorica	4,4	<0,1	13,3	102,9	<1	54,5	<0,1	61,2	26,2	41,1	64	<1	386	<0,01	0,01	<0,01	0,09	<0,01	0,1
S149	3-4	ARPAT	5,2	<0,5	15,4	113	<0,5	26,9	<0,1	72,1	33,3	63,7	66,1	1,3	380	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,05
		Lorica	5,5	<0,1	16,9	97,5	<1	36,5	<0,1	83,9	25,7	52,3	70,1	<1	298	<0,01	0,02	<0,01	0,1	<0,01	0,12
S150	1,6-2,5	ARPAT	6,2	<0,5	13,1	90,3	<0,5	62,9	<0,1	53,3	36,4	62	62,8	<1	68	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	-	0,25
		Lorica	4,8	<0,1	13	64,6	<1	56,6	<0,1	53,7	25	37,3	56,6	<1	17	<0,01	0,01	<0,01	0,08	<0,01	0,09
S151	2,5-3,4	ARPAT	6,2	<0,5	14,2	103	<0,5	31,2	<0,1	63,9	34,4	63,1	64,5	<1	54	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	-	0,15
		Lorica	4,8	<0,1	13	64,6	<1	56,6	<0,1	53,7	25	37,3	56,6	<1	22	<0,01	0,02	0,01	0,15	<0,01	0,25
Liquori (riferimento 1))			50	15	250	800	15	600	5	500	1000	250	1500	250	750	2	50	50	50	250(2)	100

(1) D.S. Col. B Tab. 2 All. 5 Tit. V Part. IV D. Lgs 152/06

(2) Decreto ISS del 2001 n. 57058 IA/12

Tabella 2. Risultati analitici ottenuti da entrambi i laboratori sui campioni di suolo prelevati in corrispondenza dello scavo effettuato per la rimozione della cisterna di gasolio.

Punto prelievo	Campione	Profondità da-a (m)	Laboratorio	Idrocarburi C<12		Idrocarburi C>12		IPA totali mg/kg s.s.
				mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	
Fondo scavo	FS	3,2	ARPAT	170	2300	0,06	0,06	
			Lorica	48,9	3930	0,02	0,02	
Parete est	PE	2,5-3,0	ARPAT	410	5700	0,095	0,095	
			Lorica	149	5684	0,17	0,17	
Parete nord	PN	2,5-3,0	ARPAT	240	3900	0,099	0,099	
			Lorica	91,1	4796	0,04	0,04	
Parete ovest	PW	2,5-3,0	ARPAT	380	3800	0,072	0,072	
			Lorica	71,8	3901	<0,02	<0,02	
Parete sud	PS	2,5-3,0	ARPAT	66	750	0,088	0,088	
			Lorica	27,5	698	<0,02	<0,02	
CSC (col. B Tab. 1 All. 5 Tit. V P. IV D. Lgs 152/06)			250	750	100	100		

ACCERTAMENTI SU MATRICE ACQUA SOTTERRANEA

Il campionamento dei 3 piezometri (PZ1, PZ2, PZ3) presenti in sito è stato effettuato in data 19/09/2023. Il piezometro PZ1 costituisce il monte idrogeologico, mentre i piezometri PZ2 e PZ3 sono ubicati a valle idrogeologica rispetto alle aree in cui in passato venivano svolte le attività. PZ3 è ubicato a pochi metri di distanza dalla cisterna di gasolio; mentre PZ2 è ubicato a pochi metri di distanza dall'area sorgente S3. Tutti e tre i piezometri presentano profondità di 10 m dal p.c.

Il campionamento delle acque di falda è stato effettuato da personale tecnico del laboratorio Lorica in modalità dinamica con pompa a basso flusso dopo adeguato spurgo volumetrico.

Nei campioni di acqua sotterranea stati ricercati da entrambi i laboratori i seguenti parametri: Metalli, Composti organici aromatici, IPA, Idrocarburi totali e MTBE. Il laboratorio Lorica non ha ricercato i seguenti metalli: Argento, Alluminio, Berillio, Ferro, Manganese, Antimonio, Tallio, Boro. ARPAT invece non ha ricercato il Vanadio.

ARPAT ha inoltre misurato nei campioni di acqua sotterranea in campo, contestualmente ai campionamenti, i parametri chimico-fisici pH, temperatura, conducibilità e ossigeno disciolto. Anche Lorica ha misurato i parametri suddetti ad esclusione dell'ossigeno disciolto.

In tabella 3 sono riportati i risultati analitici ottenuti dai due laboratori sui campioni prelevati dai 3 piezometri presenti in sito. Gli IPA in tabella sono stati riportati solamente come sommatoria dei composti inseriti in tabella 1 con i numeri da 25 a 34. Gli IPA non inseriti in tabella sono risultati inferiori ai rispettivi limiti di quantificazione e/o ai limiti normativi.

I risultati analitici riportati in tabella 3 mostrano:

- superamento della CSC degli idrocarburi totali (costituiti da idrocarburi pesanti) nel piezometro PZ3 con valori poco superiori rispetto alla CSC;
- superamento della CSC degli idrocarburi totali (costituiti da idrocarburi pesanti) con valori molto elevati nel piezometro PZ2 (9200 µg/L per Lorica e 76000 µg/L per ARPAT);
- superamento della CSC dell'Arsenico nei piezometri PZ1 (monte idrogeologico) e PZ3 (valle idrogeologica);
- superamento delle CSC del Ferro e del Manganese rilevato in tutti i piezometri (analiti ricercati solamente da ARPAT).

Tabella 3. Risultati analitici ottenuti dai due laboratori sui campioni di acqua sotterranea.

Parametri	UdM	PZ1		PZ2		PZ3		Limiti ⁽¹⁾
		ARPAT	Lorica	ARPAT	Lorica	ARPAT	Lorica	
Argento	µg/L	< 0,5	-	< 0,5	-	< 0,5	-	10
Alluminio	µg/L	< 20	-	29	-	< 20	-	200
Arsenico	µg/L	52	46	9,4	8	78	68	10
Berillio	µg/L	< 0,4	< 1	< 0,4	< 1	< 0,4	< 1	4
Cadmio	µg/L	< 0,2	1	< 0,2	< 0,5	< 0,2	< 0,5	5
Cobalto	µg/L	4,3	4	1,2	< 1	1,2	1	50
Cromo	µg/L	< 2,5	< 1	< 2,5	< 1	< 2,5	< 1	50
Cromo VI	µg/L	< 0,5	< 1	< 0,5	< 1	< 0,5	< 1	5
Rame	µg/L	6,4	< 1	9	6	< 2	< 1	1000
Ferro	µg/L	68000	-	9800	-	56000	-	200
Mercurio	µg/L	< 0,1	< 0,3	< 0,1	< 0,3	< 0,1	< 0,3	1
Manganese	µg/L	14000	-	2100	-	11000	-	50
Nichel	µg/L	5,3	5	4,7	4	7,3	5	20
Piombo	µg/L	< 1	9	1,1	4	< 1	8	10
Antimonio	µg/L	< 0,5	-	< 0,5	-	< 0,5	-	5
Selenio	µg/L	1,2	3	< 0,5	< 1	< 0,5	< 1	10
Tallio	µg/L	< 0,2	-	< 0,2	-	< 0,2	-	2
Zinco	µg/L	12	8	65	13	< 10	7	3000
Boro	µg/L	77	-	47	-	100	-	1000
Benzene	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
Toluene	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	15
m+p-Xilene	µg/L	< 0,2	< 0,1	< 0,2	< 0,1	< 0,2	< 0,1	10
Etilbenzene	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	50
Stirene	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	25
Idrocarburi totali	µg/L	120	250	76000	9200	660	420	350
IPA totali	µg/L	< 0,001	< 0,01	0,0065	< 0,01	< 0,0001	< 0,01	0,1
MTBE	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,21	0,2	40 ⁽²⁾

⁽¹⁾ CSC di Tab. 2 All. 5 Tit. V Part. IV D. Lgs 152/06

⁽²⁾ Parere ISS del 12/09/2006 n. 45848

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Gli accertamenti analitici effettuati da entrambi i laboratori hanno permesso di rilevare superamenti delle CSC degli idrocarburi pesanti C>12 nel suolo profondo nel sondaggio S1 in corrispondenza dell'area sorgente di contaminazione identificata con la sigla S1. Anche tre pareti e il fondo dello scavo effettuato per la rimozione della cisterna di gasolio risultano contaminate da idrocarburi C>12.

Per quanto riguarda le acque sotterranee è stata rilevato il superamento della CSC degli idrocarburi totali (costituiti da idrocarburi pesanti) nei piezometri PZ2 e PZ3. Le elevate concentrazioni riscontrate in PZ2 sono dovute alla presenza di prodotto surnatante. Nel piezometro PZ2 in fase di campionamento è stata verificata dai tecnici ARPAT, con sonda interfaccia acqua/olio, la presenza di prodotto surnatante che ha determinato gli elevati valori (76000 µg/L per ARPAT) degli idrocarburi. Tale piezometro è ubicato in un'area adibita in passato a parcheggio di mezzi e autocisterne.

Per quanto riguarda i superamenti della CSC dell'Arsenico rilevati nei piezometri PZ1 (monte idrogeologico) e PZ3 (valle idrogeologica) appare condivisibile quando indicato nella relazione trasmessa dalla parte con nota ns prot. n. 14515 del 22/02/2024 in merito ad un'origine geogenica di tali superamenti che risultato piuttosto frequenti in ambienti riducenti. La presenza di un ambiente riducente viene confermata anche dal potenziale redox negativo misurato durante i prelievi sia dal laboratorio Lorica che da ARPAT.

Visto quanto sopra si richiede alla parte di provvedere a quanto segue:

- effettuare indagini ambientali integrative nell'area circostante al piezometro PZ2 al fine di definire l'estensione dell'area contaminata e di individuare la sorgente di contaminazione;
- fornire spiegazioni in merito alle possibili cause dei superamenti delle CSC di Ferro e Manganese rilevati da ARPAT.
- ricercare nelle prossime campagne di monitoraggio delle acque sotterranee anche i parametri Ferro e Manganese.

Distinti saluti.

Dipartimento ARPAT di Pistoia

Il Responsabile

Alessio Vannucchi¹

Elenco allegati:

- Rapporti di prova n. 5349-5356 del 06/10/2023;
- Rapporti di prova n. 5826-5833 del 06/10/2023;
- Rapporti di prova n. 5897-5901 del 07-08/10/2023;
- Rapporti di prova n. 6158-6162 del 07-08/10/2023;
- Rapporti di prova n. 5457-5459 del 11/10/2023;
- Rapporti di prova n. 4996-4998 del 14/10/2023.

¹ Documento informatico sottoscritto con firma digitale ai sensi del D.Lgs 82/2005. L'originale informatico è stato predisposto e conservato presso ARPAT in conformità alle regole tecniche di cui all'art. 71 del D.Lgs 82/2005. Nella copia analogica la sottoscrizione con firma autografa è sostituita dall'indicazione a stampa del nominativo del soggetto responsabile secondo le disposizioni di cui all'art. 3 del D.Lgs 39/1993.