



# COMUNE DI SANTA MARIA CAPUA VETERE

Provincia di Caserta



## Sito Orfano "EX MATTATOIO COMUNALE SANTA MARIA CAPUA VETERE": PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA DI SUOLI

AGGIORNAMENTO (Fase I) DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DI CUI AI DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e AGGIORNAMENTO (Fase II) DELLA ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA DI CUI ALLA CONVENZIONE DI SERVIZI prot. 2015 0765794 del 10/11/2015

### Fase I: aggiornamento PdC

All. 2, Titolo V, Parte IV del D.lgs 152/06



pH3 Engineering s.r.l. Unipersonale  
via Calò D'Ullio n. 2 - 98123 - MESSINA (ME)  
Tel. 090 2925712 - info@ph3srl.it

**Il Direttore Tecnico:**  
ing. Salvatore Zaccaro

**Il Progettista:**  
ing. Silvia De Marco

pH3 Engineering S.r.l.  
Unipersonale  
Autore Progettazione Unica  
Direttore Tecnico  
Ing. Salvatore Zaccaro



**Il Gruppo di lavoro:**  
ing. Sara Tascone  
arch. Mariarosà Mazzeo  
per. ind. Fabio Morganti

**Responsabile Unico del  
Procedimento:**  
ing. Giancarlo D'Aco

**Titolo Elaborato:**

MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE  
E PIANO DI INDAGINE

**Numero Elaborato:**

ER.01

**Codice Elaborato:**

PDC ER 01

**scala:**

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Verifica	Approvazione
0	09/2025	Prima Emissione	S. De Marco	S. De Marco	S. Zaccaro
1					
2					
3					

**Nome file:**

ER.01 - Modello  
concettuale preliminare e  
piano di indagine

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
 Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
 (Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
 Fase I: aggiornamento PdC*

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>5</b>
1.1	DOCUMENTI IN INGRESSO .....	5
<b>2</b>	<b>STRUTTURA DEL PRESENTE AGGIORNAMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO DEL SITO .....</b>	<b>7</b>
4.1	GENERALITÀ .....	7
4.2	INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO E ASSETTO VINCOLISTICO .....	8
4.3	CONTESTO GEOLOGICO-IDROGEOLOGICO .....	8
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI .....</b>	<b>10</b>
5.1	GENERALITÀ .....	10
5.2	RILIEVO DRONE DELLE AREE .....	11
<b>6</b>	<b>INDAGINI E STUDI PREGRESSI: PIANO DI CARATTERIZZAZIONE (2006-2008) E ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA (2015) .....</b>	<b>13</b>
6.1	INDAGINI ESEGUITE .....	13
6.2	STATO DI QUALITÀ DEI SUOLI .....	14
6.3	STATO DI QUALITÀ DELLE ACQUE.....	15
6.4	RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA .....	15
<b>7</b>	<b>AGGIORNAMENTO PIANO DI INDAGINI.....</b>	<b>19</b>
7.1	PROCEDURA PER STABILIRE SE UN SITO È CONTAMINATO .....	19
7.2	FINALITÀ.....	20
7.3	AGGIORNAMENTO DEL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE DEL SITO .....	20
7.3.1	Generalità sul Modello Concettuale Preliminare .....	20
7.3.2	Sorgente primaria di contaminazione .....	21
7.3.3	Sorgente secondaria di contaminazione.....	22
7.3.4	Meccanismi di trasporto.....	22
7.3.5	Modalità di esposizione e bersagli dell'inquinamento .....	22
7.4	PIANO DI INDAGINI AMBIENTALI FINALIZZATO ALLA CARATTERIZZAZIONE .....	23
7.4.1	Generalità .....	23
7.4.2	Punti di sondaggio: numero, localizzazione e allestimento a piezometro .....	23
7.4.3	Indagini suoli e acque: numero campioni, protocolli analitici e punto di conformità falda .....	24
7.4.4	Indagini sul soil gas.....	26
7.4.5	Parametri sitospecifici .....	26
<b>8</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE .....</b>	<b>27</b>
8.1	PRESCRIZIONI GENERALI .....	28
8.2	ATTIVITÀ PRELIMINARI DI CAMPO.....	29
8.3	ATTREZZATURE .....	30
8.4	MODALITÀ ESECUTIVE .....	30
8.5	INDICAZIONI ACCESSORIE ALLA ESECUZIONE DELLE INDAGINI .....	30
8.6	CAMPIONAMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....	32

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
 Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
 (Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015

Fase I: aggiornamento PdC

8.7	CAMPIONAMENTO DEI TERRENI .....	34
8.8	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA E DATI TECNICI .....	37
8.9	ESECUZIONE DELLE MISURAZIONI PIEZOMETRICHE .....	38
8.10	ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO DEL SOIL GAS .....	38
8.11	PULIZIA DEGLI STRUMENTI .....	40
8.11.1	<i>Tecniche e modalità esecutive finalizzate ad evitare possibili fonti di inquinamento e minimizzare l'impatto ambientale durante l'esecuzione dei carotaggi .....</i>	<i>40</i>
8.11.2	<i>Tecniche e modalità esecutive finalizzate ad evitare possibili fonti di inquinamento e minimizzare l'impatto ambientale durante la posa dei piezometri .....</i>	<i>42</i>
8.11.3	<i>Tecniche e modalità esecutive finalizzate ad evitare possibili fonti di inquinamento e minimizzare l'impatto ambientale durante lo sviluppo dei piezometri .....</i>	<i>43</i>
8.11.4	<i>Tecniche e modalità esecutive finalizzate ad evitare possibili fonti di inquinamento e minimizzare l'impatto ambientale durante il prelievo dei campioni di terreno .....</i>	<i>43</i>
8.11.5	<i>Tecniche e modalità esecutive finalizzate ad evitare possibili fonti di inquinamento e minimizzare l'impatto ambientale durante il prelievo di campioni di acque sotterranee .....</i>	<i>44</i>
8.12	CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI .....	44
8.13	MODELLO STANDARD DEL CHAIN OF CUSTODY .....	44
8.14	ELABORAZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI DATI .....	45
8.15	SMALTIMENTO DEL MATERIALE PRELEVATO .....	46
<b>9</b>	<b>PRIME INDICAZIONI SULLA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA .....</b>	<b>46</b>
9.1	PIANIFICAZIONE DELLA SICUREZZA .....	46
9.2	INDIVIDUAZIONE, ANALISI E VALUTAZIONE DEI RISCHI IN RIFERIMENTO ALL'AREA E ALL'ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE NONCHÉ ALLE LAVORAZIONI INTERFERENTI .....	47
9.2.1	<i>Rischio chimico .....</i>	<i>47</i>
9.2.2	<i>Rischio rumore .....</i>	<i>47</i>
9.2.3	<i>Rischio incendi .....</i>	<i>48</i>
9.3	LAVORAZIONI INTERFERENTI .....	48
<b>10</b>	<b>CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ .....</b>	<b>48</b>
FIGURA 1 - INDIVIDUAZIONE AREA OGGETTO DI INTERVENTO SU ORTOFOTO [FONTE: GOOGLE EARTH] .....		7
FIGURA 2 – PLANIMETRIA DEL SITO E INDIVIDUAZIONE DEGLI EDIFICI ESISTENTI [FONTE: PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE REDATTO DA ARPAC NEL FEBBRAIO 2006] .....		7
FIGURA 3 – STRALCIO DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DEL 2006 (CD. FIGURA 4) SUL TEMA DEL CONTESTO GEOLOGICO [FONTE: PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE REDATTO DA ARPAC NEL FEBBRAIO 2006] .....		9
FIGURA 4 – STRALCIO DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DEL 2006 (CD. FIGURA 5) SUL TEMA DEL CONTESTO IDROGEOLOGICO [FONTE: PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE REDATTO DA ARPAC NEL FEBBRAIO 2006] .....		10
FIGURA 5 – AREA DI VOLO DEL DRONE .....		12
FIGURA 6 – RISULTATI DEL RILIEVO DRONE DELLE AREE: DA SX ORTOFOTO, DEM E NUVOLA DI PUNTI .....		13
FIGURA 7 – INDAGINI AMBIENTALI ESEGUITE IN CAMPO NELL'ANNO 2008 SULLA SCORTA DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE REDATTO DALL'ARPAC NEL FEBBRAIO 2006 E APPROVATO DAL MATTM IN SEDE DI CONFERENZA DEI SERVIZI DECISORIA IL 28 FEBBRAIO 2006 [FONTE: ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA REDATTA DA ARPAC NEL NOVEMBRE 2015] .....		13
FIGURA 8 – SUPERAMENTI DEI LIMITI DI NORMA NEI SUOLI (INDAGINI DEL 2008) [FONTE: ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA REDATTA DA ARPAC NEL NOVEMBRE 2015] .....		14
FIGURA 9 – SUPERAMENTI DEI LIMITI DI NORMA NELLE ACQUE DI FALDA [FONTE: ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA REDATTA DA ARPAC NEL NOVEMBRE 2015] .....		15

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
 Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
 (Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
 Fase I: aggiornamento PdC

FIGURA 10 – ELENCO DEI PARAMETRI SITO SPECIFICI UTILIZZATI NELL'ADR ESEGUITA DA ARPAC NEL 2015 [FONTE: ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA REDATTA DA ARPAC NEL NOVEMBRE 2015] .....	16
FIGURA 11 – CSR SUOLO SUPERFICIALE CASO 1 AdR ANNO 215 [FONTE: ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA REDATTA DA ARPAC NEL NOVEMBRE 2015] .....	16
FIGURA 12 – CSR SUOLO PROFONDO CASO 1 AdR ANNO 215 [FONTE: ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA REDATTA DA ARPAC NEL NOVEMBRE 2015] .....	17
FIGURA 13 – CSR SUOLO SUPERFICIALE CASO 2 AdR ANNO 215 [FONTE: ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA REDATTA DA ARPAC NEL NOVEMBRE 2015] .....	17
FIGURA 14 – CSR SUOLO PROFONDO CASO 2 AdR ANNO 215 [FONTE: ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA REDATTA DA ARPAC NEL NOVEMBRE 2015] .....	17
FIGURA 15 – CSR SUOLO SUPERFICIALE CASO 3 AdR ANNO 215 [FONTE: ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA REDATTA DA ARPAC NEL NOVEMBRE 2015] .....	17
FIGURA 16 – CSR SUOLO PROFONDO CASO 3 AdR ANNO 215 [FONTE: ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA REDATTA DA ARPAC NEL NOVEMBRE 2015] .....	18
FIGURA 17 – SCHEMATIZZAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE .....	21
FIGURA 18 - NUMERO PIEZOMETRI IN FUNZIONE DELLE DIMENSIONI DEL SITO SECONDO LA NORMA D.M. 471/99 .....	24
FIGURA 19 – PARAMETRI SITO SPECIFICI PER LA DEFINIZIONE DELL'EVENTUALE ANALISI DI RISCHIO DI II LIVELLO (FONTE: DOCUMENTO DI RIFERIMENTO PER LA DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI SITO-SPECIFICI UTILIZZATI NELL'APPLICAZIONE DELL'ANALISI DI RISCHIO AI SENSI DEL D.LGS. 152/2006 DEL GIUGNO 2008).....	27



*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
Fase I: aggiornamento PdC

# 1 PREMESSA

Il presente documento propone un **aggiornamento del Piano di Caratterizzazione** già redatto (anno 2006) dall'ARPAC – Agenzia Regionale Protezione Ambientale Campania ed eseguito (anno 2008) ed i cui risultati analitici sono già confluiti in una Analisi di Rischio Sito Specifica (anno 2015), anch'essa redatta da ARPAC, per il sito "Ex Mattatoio Comunale" in Via Jan Palach, Santa Maria Capua Vetere.

Tale aggiornamento rientra nel più ampio contesto degli interventi di bonifica dei suoli che il Comune, n.q. di Soggetto Attuatore dell'intervento stesso, vuole mettere in atto presso il sito in oggetto, della cui progettazione esecutiva è risultata aggiudicataria la pH3 Engineering s.r.l. Unipersonale, così come da comunicazione a mezzo pec del 23 luglio 2025.

L'obiettivo del presente aggiornamento è quello di ridefinire i parametri ambientali e sito-specifici in modo da poter aggiornare anche l'AdR e addivenire ad obiettivi di bonifica che tengano conto:

1. Di quanto riportato in chiusura della suddetta AdR del 2015:

*<<[...] si ritiene che al fine di valutare l'effettiva necessità di bonifica e le più idonee strategie per attuarla potrebbe essere utile adottare una o più delle seguenti azioni:*

- 1. accertarsi dell'effettiva necessità di attivare i percorsi di volatilizzazione, anche attraverso indagini mirate alla speciazione degli idrocarburi;*
- 2. individuare i congeneri dei PCB realmente presenti;*
- 3. misure dirette dei vapori provenienti dai suoli e utilizzo di dati di campo (misure di soil gas, campionamenti dell'aria indoor e outdoor) per la verifica dei risultati ottenuti con l'applicazione modellistica;*
- 4. fare riferimento ad un modello concettuale realmente rappresentativo di quelle che saranno le eventuali modifiche da apportare in base all'effettivo utilizzo del sito;*
- 5. eseguire una campagna di monitoraggio delle acque sotterranee al fine di verificarne l'attuale stato di contaminazione e di verificare l'effettiva lisciviazione in falda dei contaminanti presenti nel suolo;*
- 6. verificare che la presenza di analiti in concentrazioni superiori alle CSC possa essere ascrivibile a valori di fondo, anche sulla base di dati disponibili nelle aree prossime a quella di interesse.*

*Si evidenzia, che in ogni caso dovrà essere implementata una nuova analisi di rischio in caso di modifiche allo scenario attuale quali ad esempio: costruzione di edifici, cambio di destinazione d'uso, rifacimento pavimentazione, ecc.>>*

2. Del notevole lasso di tempo intercorso dalla definizione della AdR del 2015;
3. Del parziale mutamento dell'assetto dei luoghi.

Gli obiettivi di bonifica così determinati permetteranno di impostare il vero e proprio progetto di bonifica dei suoli ai sensi del D. Lgs. 152/2006, Parte IV, Titolo V.

## 1.1 Documenti in ingresso

Le indagini che verranno proposte in questa sede sono state individuate assumendo come informazioni di input quelle contenute, rispettivamente, ne:

- il Piano di Caratterizzazione ambientale redatto da ARPAC nel febbraio 2006;
- l'Analisi di Rischio sito-specifica redatta da ARPAC nel novembre 2015.

Appare indispensabile richiamare, anche, il riferimento al:

- Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati dell'APAT

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*  
Fase I: aggiornamento PdC

## 2 STRUTTURA DEL PRESENTE AGGIORNAMENTO

ER	01	<i>Modello concettuale preliminare e piano di indagine</i>
EG	01	<i>Inquadramento territoriale</i>
EG	02	<i>Tavola dei vincoli</i>
EG	03	<i>Rilievo fotografico</i>
EG	04	<i>Restituzione rilievo topografico: ortofoto con piano quotato</i>
EG	05	<i>Restituzione rilievo topografico: sezioni significative</i>
EG	06	<i>Planimetria di ubicazione delle indagini pregresse e superamenti</i>
EG	07	<i>Planimetria di ubicazione dei sondaggi ambientali e geognostici</i>
EG	08	<i>Quadro d'insieme punti di caratterizzazione</i>

## 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

La caratterizzazione ambientale di un sito è identificabile con l'insieme delle attività che permettono di ricostruire i fenomeni di contaminazione a carico delle matrici ambientali, in modo da ottenere informazioni di base su cui prendere decisioni realizzabili e sostenibili per la messa in sicurezza e/o bonifica del sito.

Lo strumento legislativo che regola gli aspetti riguardanti la caratterizzazione dei siti è il **D. Lgs n. 152 del 03.04.2006 e ss.mm.ii. recante "Norme in materia ambientale"** ed in particolare l'**Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta** del decreto "*Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati*". Tale allegato indica, nella fattispecie, quali sono le azioni, per lo più obbligatorie, da intraprendere per la *predisposizione del piano di indagini ambientali finalizzato alla definizione dello stato ambientale del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee*.

Si specifica, inoltre, che si sono presi a riferimento:

- il Piano Regionale delle Bonifiche della regione Campania, così come aggiornato con DGR n. 809/2023 (pubbl. BURC 1/2024);
- l'Accordo del 30/11/2023 per la realizzazione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei Siti Orfani ricadenti nel territorio della Regione Campania tra il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, la Regione Campania e – tra gli altri – il Comune di Santa Maria Capua Vetere.

**Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli**  
 Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
 (Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015

Fase I: aggiornamento PdC

## 4 INQUADRAMENTO DEL SITO

### 4.1 Generalità

Il compendio dell'ex Mattatoio Comunale è ubicato nel settore centro-settentrionale del territorio di Santa Maria Capua Vetere e si inserisce in un contesto periurbano al margine di viabilità locale.

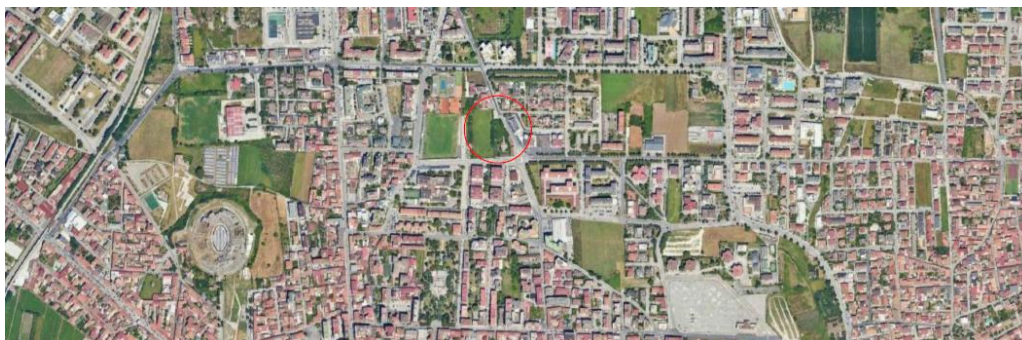


Figura 1 - Individuazione area oggetto di intervento su ortofoto [fonte: Google Earth]

L'area presenta un perimetro planimetrico trapezoidale e una superficie complessiva di circa 4.150 m<sup>2</sup>, di cui all'incirca 1.250 m<sup>2</sup> risultano coperti da corpi edilizi risalenti alle fasi di esercizio del macello; la restante porzione è pavimentata e destinata a piazzale. I fronti principali insistono su Via Jan Palach, con i varchi di accesso, e su Via Vittorio Emanuele II, mentre il confine occidentale è contiguo ad ambiti agrari. All'interno del perimetro si distinguono quattro fabbricati principali, indicati convenzionalmente come Edifici A, B, C e D, tutti ad un piano fuori terra, oltre a due manufatti minori (E-F) connessi ai servizi; nel settore nord-occidentale è presente l'area dell'ex impianto di trattamento reflui. Sono stati inoltre segnalati locali serbatoi presso l'edificio A (presunto combustibile) e presso l'edificio C (acqua di processo).

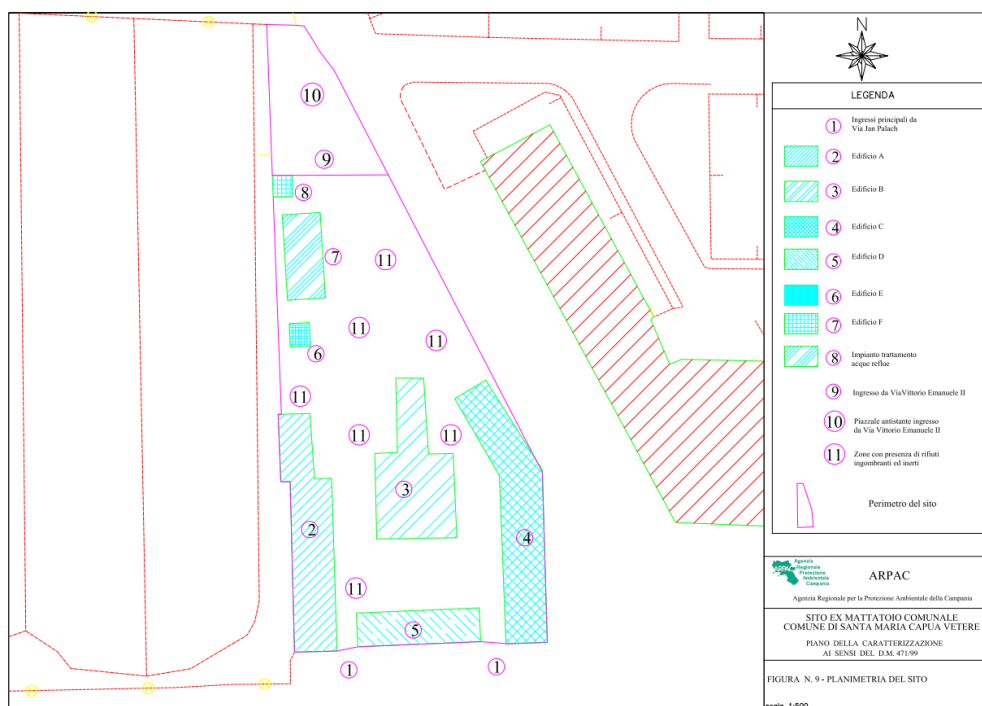


Figura 2 – Planimetria del sito e individuazione degli edifici esistenti [fonte: Piano di Caratterizzazione ambientale redatto da ARPAC nel febbraio 2006]

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
Fase I: aggiornamento PdC

L'assetto funzionale è coerente con l'originaria destinazione a mattatoio comunale, attività esercitata stabilmente dalla metà dell'Ottocento fino ai primi anni Ottanta; successivamente i locali sono stati utilizzati per usi municipali (depositi/uffici) e quindi dismessi.

## 4.2 Inquadramento cartografico e assetto vincolistico

Il preciso assetto cartografico delle aree oggetto di interesse è puntualmente riportato nell'elaborato grafico EG.01 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE, cui si rimanda per il dettaglio grafico. Qui si riporta l'elenco sintetico di quanto pertinente:

- Tavoletta IGM 172 II SO in scala 1.25.000,
- Carta Tecnica Regionale in scala 1: 10.000 Foglio n°430124,
- Ambito di Trasformazione Sportiva nell'ambito del PUC – Piano Urbanistico Comunale adottato con Delibera di Giunta Comunale n. 223 del 21/12/2022, integrato a seguito delle osservazioni accolte von Delibera di Giunta Comunale n. 144 del 23/06/2023 e adeguato alla luce dei pareri di competenza degli Enti sovraordinati.

Quanto all'assetto vincolistico, invece, dalla verifica puntuale sull'argomento è emerso che il sito oggetto di intervento non è interessato da particolari vincoli di tutela. Per maggiore dettaglio si rimanda all'elaborato EG.02 – TAVOLA DEI VINCOLI.

## 4.3 Contesto geologico-idrogeologico

È da considerarsi che:

- configurandosi il presente documento come un *aggiornamento* del Piano di Caratterizzazione redatto da ARPAC nell'anno 2006 (ed eseguito in campo nel successivo 2008);
- non afferendo al tema della geologia-idrogeologia le considerazioni riportate in chiusura della AdR del 2015 (in questo documento testualmente riportate in Premessa),
- non prevedendo la prestazione aggiudicata l'espletamento di nuove indagini geologiche,

si intendono integralmente richiamate le informazioni riportate nel Piano di Caratterizzazione del 2006 in merito all'assetto geologico:

*L'area del casertano oggetto di interesse rientra in quella vasta area attraversata dal basso Volturno, nota come Piana Campana.*

*Tale struttura presenta la forma di un rettangolo molto allungato che si sviluppa in direzione NW-SE. Internamente è interessata da una serie di allineamenti di monti calcareo-dolomitico-mesozoici, distribuiti da SE a NO, che comprende i massicci calcarei del M.te Massico a NW, dei M.ti di Caserta e di Avella, di Sarno a N-E, dei M.ti Lattari a SE.*

*È caratterizzata nella parte centrale da una serie di terreni appartenenti alle alluvioni del Volturno costituite da sedimenti limosi e sabbiosi-argillosi, terreni umiferi e colmate delle bonifiche dello stesso fiume Volturno.*

*Le vulcanoclastiti, costituite da alternanze di pozzolane, sabbie, pomici e tufi, che generalmente presentano un alto grado di permeabilità, si rinvengono anche rimaneggiate nei depositi alluvionali.*

*I terreni più superficiali (Figura 4), affioranti nell'area in esame, comprendono essenzialmente depositi alluvionali, principalmente sabbie ed argille sabbiose e piroclastiti di età pleistocenica.*

*I litotipi piroclastici sono in genere in giacitura primaria ed hanno una regolare stratificazione, secondo un'alternanza di ceneri e pomici, frutto di una attività esplosiva ritmica; trattasi quindi della fase ignimbritica del sistema vulcanico dei Campi Flegrei, il cui deposito viene denominato Tufo Grigio Campano.*

*Nel comune di Santa Maria Capua Vetere affiorano terreni costituiti da livelli di pozzolane, pomici e lapilli stratificati di spessore variabile. La successione al di sotto del suolo agrario è rappresentata nella parte sommitale da strati poco competenti che rappresentano i lembi marginali dei prodotti del II e III periodo flegreo denominati Tassi, succeduti dalla tipica facies ignimbritica del tufo grigio campano (I periodo flegreo).*



**Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli**  
 Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
 (Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015

Fase I: aggiornamento PdC

*L'assetto geologico costruito sulla base di dati stratigrafici, vede uno spessore di circa 40 m di tufo poggiare su di un'alternanza di vulcanoclastiti sciolte di varia granulometria, alcuni metri di depositi limo-argillosi ed ancora materiali detritico-piroclastici più o meno grossolani ed alluvioni con spessori relativi anche molto variabili da una zona all'altra, fino a profondità che generalmente superano i 100 m, sotto i quali si rinviene il substrato calcareo.*

In merito all'assetto idrogeologico, invece, il Piano di Caratterizzazione del 2006 riportava quanto segue:

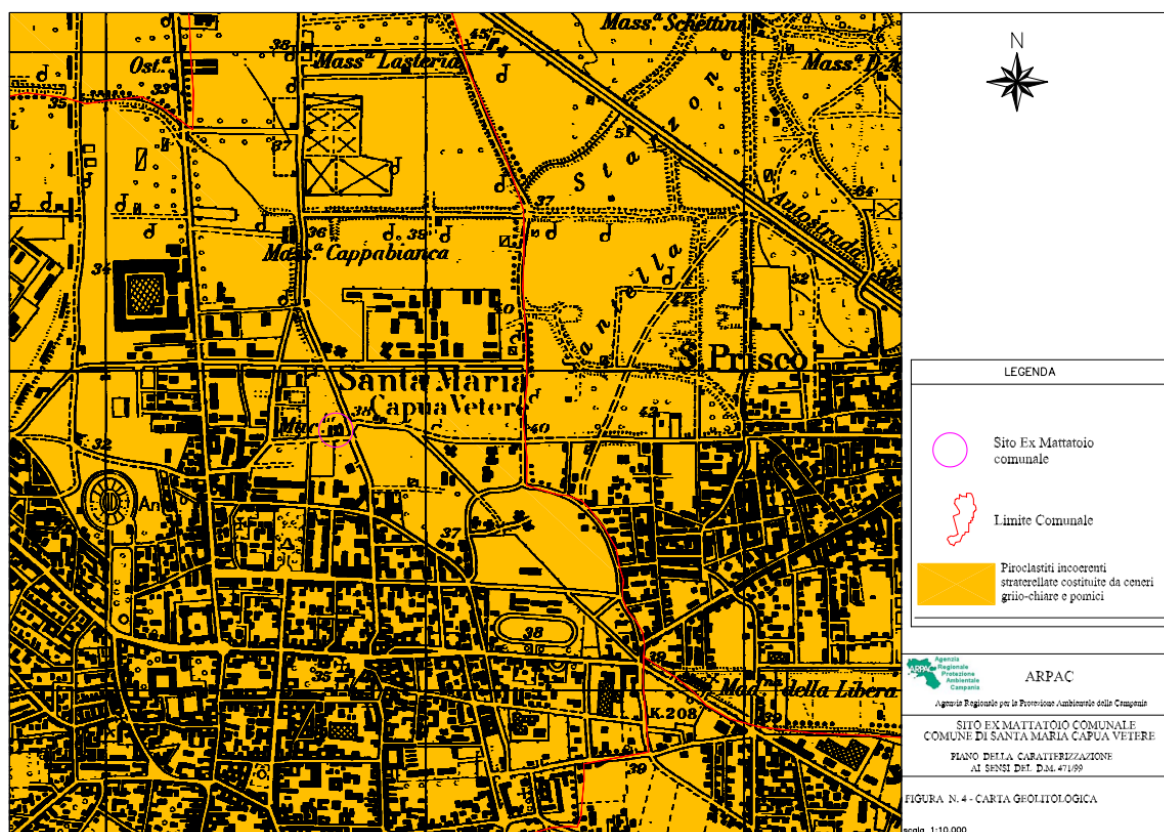
*Dal punto di vista idrogeologico, l'area in esame fa parte della ben nota unità idrogeologica della Piana del Volturno - Regi Lagni. L'acquifero principale è rappresentato dai depositi sedimentari e piroclastici sciolti con granulometria da media a medio-grossolana, sottostanti l'Ignimbrite Campana, la base dell'acquifero si trova intorno ai 150 metri.*

*Al di sopra di questi livelli, sono talora presenti spessori ridotti di materiali sciolti, anch'essi sede di falde di tipo freatiche, il cui livello piezometrico si instaura intorno ai 20 metri s.l.m. (Figura 5), con un'alimentazione quasi esclusivamente meteorica, la direzione di deflusso è NordEst-SudOvest.*

*Per la falda profonda invece, la ricarica è legata agli apporti pluviometrici, laddove non sussistono condizioni di confinamento, o travasi sotterranei con origine nei rilievi carbonatici o vulcanici.*

Tali informazioni riguardanti l'assetto idrogeologico, essendo trascorso un notevole lasso temporale tra la loro determinazione e la data attuale, non possono essere assunte come informazione certa nella loro interessa ma va considerato che, verosimilmente, l'andamento della falda sia rimasto immutato mentre la sua profondità rispetto al piano campagna vada rideterminata a seguito dell'esecuzione delle indagini di cui al presente aggiornamento.

In conclusione, in ogni caso, si riportano di seguito, in sequenza, le Figure 4 e 5 di cui al Piano di Caratterizzazione del 2006, relative ai temi, rispettivamente, dell'assetto geologico e idrogeologico:



**Figura 3 – Stralcio del Piano di Caratterizzazione del 2006 (cd. Figura 4) sul tema del contesto geologico [fonte: Piano di Caratterizzazione ambientale redatto da ARPAC nel febbraio 2006]**

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
 Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
 (Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015

Fase I: aggiornamento PdC

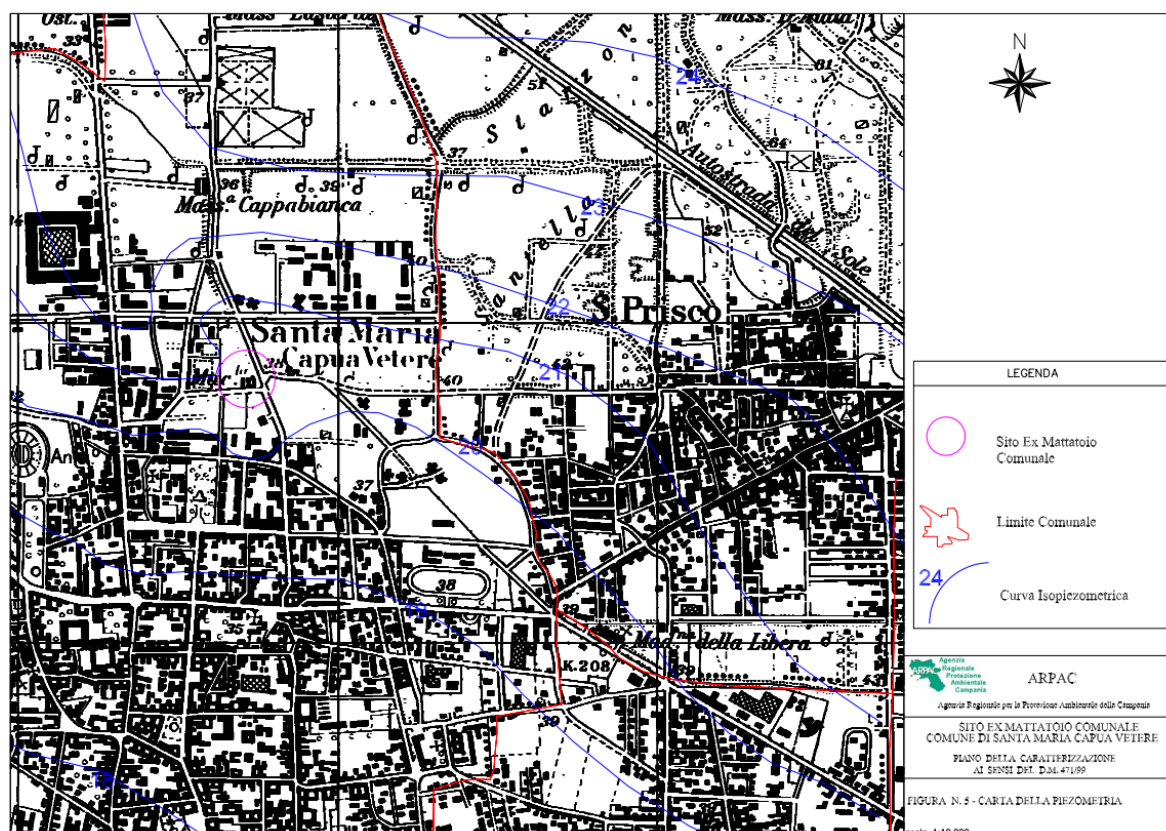


Figura 4 – Stralcio del Piano di Caratterizzazione del 2006 (cd. Figura 5) sul tema del contesto idrogeologico [fonte: Piano di Caratterizzazione ambientale redatto da ARPAC nel febbraio 2006]

## 5 DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI

### 5.1 Generalità

Sulle aree in oggetto sono stati eseguiti n. 2 sopralluoghi conoscitivi, propedeutici alla redazione del presente documento e degli elaborati grafici che formano anch'essi il presente aggiornamento. I due sopralluoghi sono avvenuti nelle date del 31/07/2025 e 26/08/2025. In occasione del primo, si è proceduto ad una ricognizione speditiva dei luoghi, alla presenza di referente del Comune; durante il secondo sopralluogo, invece, si è proceduto ad effettuare un rilievo puntuale delle aree a mezzo di drone e strumentazione di misura, per come si relazionerà nel seguito.

In linea generale, il sito si presentava come atteso sulla base della documentazione in ingresso e cioè in evidente stato di abbandono ma, a differenza di quanto riportato nei documenti risalenti agli anni scorsi, privo di rifiuti ingombranti e/o materiali di vario tipo (es. transenne) depositate all'interno dei locali. Gli edifici, per lo più tutti privi di infissi (presente qualche grata in ferro), risultano in pessimo stato di conservazione (coperture divelte e/o pericolanti) ed ampiamente vandalizzati con graffiti di vario genere alle pareti, segno che nel tempo il sito ha visto l'ingresso di persone non autorizzate. All'interno di taluni di essi sono ancora presenti apparecchiature meccaniche verosimilmente risalenti alle attività di macellazione svolte in passato.

La pavimentazione delle aree e piazzali tra i vari edifici si presenta in asfalto rovinato dal tempo, scolorito e in molti tratti crepato. Alcuni degli edifici presentano copertura con tetto a doppia falda con copertura in tegole che, in diversi punti, risultano divelte e la falda sfondata.

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
Fase I: aggiornamento PdC

Come visibile dagli inquadramenti cartografici, l'area oggetto di interesse confina ad est e nord con la via Vittorio Emanuele, dalla quale risulta separata dai corpi di fabbrica stessi e da un muro di cinta; sul lato sud confina con la via Jan Palach, dalla quale è separata – anche in questo caso – dai corpi di fabbrica appartenenti al sito; sul lato ovest, invece, l'area confina con un lotto di terreno ineditato dal quale è separato per mezzo di una rete metallica in cattivo stato di conservazione e divelta in alcuni punti.

Si segnala, infine, che in occasione del primo sopralluogo il sito era interessato da una notevole presenza di vegetazione infestante di vario taglio che, invece, all'atto del secondo sopralluogo, risultava assente. In questa seconda occasione è stato rilevato che i piezometri risalenti alla fase esecutiva del Piano di Caratterizzazione redatto da ARPAC sono inutilizzabili.

Allo scopo di esemplificare quanto appena descritto, è stata redatta una tavola grafica specifica (EG.03 - RILIEVO FOTOGRAFICO) a cui si rimanda per i dettagli.

## 5.2 Rilievo drone delle aree

Come anticipato in precedenza, propedeuticamente alla redazione del presente aggiornamento, in data 26/08/2025, è stato effettuato dagli scriventi un rilievo topografico del sito oggetto di intervento.

Operativamente, si è proceduto con un rilievo fotogrammetrico con Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto (SAPR o UAV Unmanned Aerial Vehicle) supportato da un rilievo "a terra" attraverso l'acquisizione di punti di controllo mediante sistema GPS con correzione RTK. Il velivolo utilizzato è un drone multirottore (quadricottero) della DJI modello Mavic 3 Enterprise equipaggiato con

- Una fotocamera grandangolare da 20 MP;
- Sensore CMOS 4/3 con grandi pixel da 3,3  $\mu\text{m}$ ;
- Riprese rapide a intervalli di 0,7 secondi;
- Modalità luce scarsa intelligente;
- Fotocamera con zoom ibrido fino a 56x (con una lunghezza focale equivalente di 162 mm per immagini da 12 MP).



Conseguentemente anche la nuvola di punti generata non sarà riferita ad un sistema di coordinate nello spazio, bensì dovrà essere georiferita ad un sistema di riferimento assoluto. Ciò può essere realizzato eseguendo un allineamento tridimensionale utilizzando un piccolo numero di punti noti (GCP, Ground Control Point) ad alto contrasto delle dimensioni di 50X50cm, riconoscibili nelle immagini e di cui si conosce con sufficiente precisione la posizione nel sistema di riferimento voluto. Per il rilevamento dei target è stato utilizzato un ricevitore GNSS (Global Navigation Satellite System). Il Sfaira ONE Plus è un ricevitore GNSS avanzato prodotto da SingularXYZ, progettato per offrire prestazioni di posizionamento precise e affidabili. È progettato per misurare dati di coordinate 3D a livello di centimetro per rilevamento e mappatura e altre applicazioni geodetiche.

Stabilita l'area di indagine è possibile procedere alla pianificazione della missione determinando il percorso o, meglio, la rotta che il UAV dovrà percorrere per effettuare la giusta acquisizione delle immagini. Preliminarmente alla fase di pianificazione della missione è necessario effettuare un sopralluogo per valutare il contesto dell'area di rilievo; ciò è reso necessario oltretutto anche in considerazione dell'evoluzione recente della normativa in vigore, la quale prevede onerosi adempimenti in termini di sicurezza del volo ed autorizzazione all'esecuzione di sorvoli in aree critiche. Diversamente, in aree non critiche, è sufficiente l'abilitazione al volo secondo le procedure dettate dall'EASA e riconosciute dall'ENAC da parte dell'operatore responsabile delle operazioni. Sempre in considerazione al contesto è opportuno valutare la



*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015

Fase I: aggiornamento PdC

presenza di ostacoli che possono creare problematiche all'avanzamento del UAV, come anche al decollo ed all'atterraggio.

Per la georeferenziazione dell'ortofoto e di tutti gli altri prodotti topografici sono stati individuati 5 Ground Control Point. Il datum di riferimento utilizzato per l'acquisizione dei GCP è il WGS84. Per effettuare il passaggio dalle quote ellissoidiche a quelle ortometriche si sono utilizzati i grigliati forniti dall'Istituto Geografico Militare (IGM). I grigliati sono file di testo forniti dall'IGM che si basano su matrici di differenze di coordinate e rappresentano le variazioni di latitudine e longitudine tra i vari sistemi; essi comprendono anche le ondulazioni del geoide in modo da poter passare da altezza ellissoidica a quota ortometrica e viceversa.

I grigliati forniti dall'IGM sono indispensabili per migliorare la precisione delle trasformazioni geodetiche, ovvero le trasformazioni da un sistema di coordinate ad uno differente e permettono di ridurre l'errore da qualche metro a qualche centimetro.

I dati così elaborati e convertiti hanno prodotto una nuvola di punti trasformata in quote ortometriche nel sistema ETRS89/UTM 33N (EPSG25833).

Dal rilievo eseguito e dal successivo processing sono stati restituiti i seguenti elaborati in formato digitale:

- Ortofoto con risoluzione **1.07 cm/px** con estensione geotiff
- DEM (Digital Elevation Model) **2.14 cm/px** con estensione geotiff
- Nuvola di punti densa con estensione las



**Figura 5 – Area di volo del drone**



*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*

*Fase I: aggiornamento PdC*

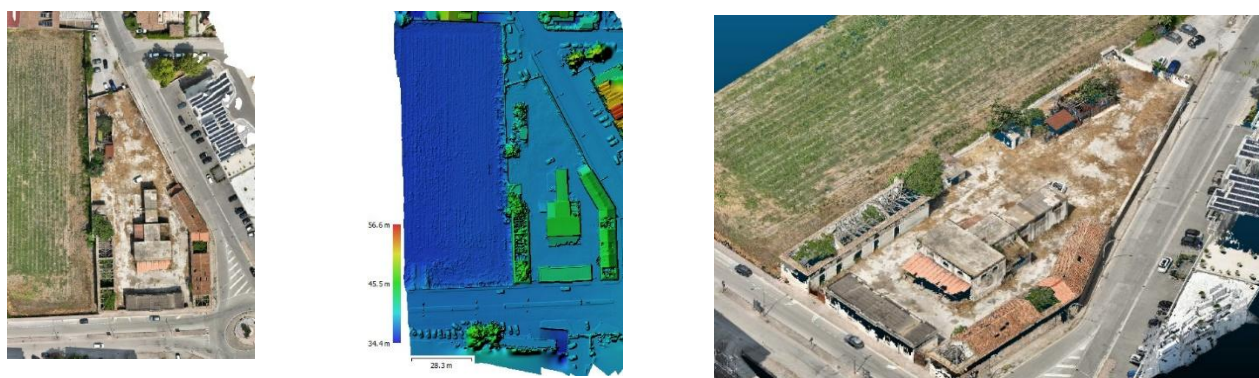


Figura 6 – Risultati del rilievo drone delle aree: da sx ortofoto, DEM e nuvola di punti

## 6 INDAGINI e STUDI PREGRESSI: Piano di caratterizzazione (2006-2008) e Analisi di Rischio sito specifica (2015)

### 6.1 Indagini eseguite

Come anticipato in premessa, il sito di che trattasi è stato già in passato oggetto di investigazioni di carattere ambientale. Più in dettaglio, nel febbraio 2006 è stato redatto dall'ARPAC – Agenzia Regionale Protezione Ambientale Campania un Piano di Caratterizzazione Ambientale ai sensi della normativa ai tempi vigente e cioè de D.M. 471/99. Tale Piano è stato approvato dal MATTM in sede di Conferenza dei Servizi decisoria il 28 febbraio 2006. Le indagini previste nel suddetto Piano sono state eseguite in campo nell'anno 2008, in sostanziale aderenza con quanto previsto. Così come desumibile dai documenti in ingresso, le indagini sono consistite in:

- realizzazione di n°5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo S3, S4, S5, P1, P2, spinti sino alla massima profondità di 10 metri da p.c.;
- allestimento a piezometro di n°2 dei sondaggi ambientali effettuati (P1 e P2), approfonditi fino alla profondità di 40 m da p.c.



Figura 7 – Indagini ambientali eseguite in campo nell'anno 2008 sulla scorta del Piano di Caratterizzazione redatto dall'ARPAC nel febbraio 2006 e approvato dal MATTM in sede di Conferenza dei Servizi decisoria il 28 febbraio 2006 [fonte: Analisi di Rischio sito-specifica redatta da ARPAC nel novembre 2015]

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
 Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
 (Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015

Fase I: aggiornamento PdC

Dai sondaggi di cui sopra, sono stati prelevati e sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio:

- n° 25 campioni di terreno di cui:
  - un campione rappresentativo dei terreni superficiali compreso tra la profondità di 0-1 m da p.c.;
  - un campione rappresentativo dei terreni compreso tra la profondità di 1 – 3 m da p.c.;
  - un campione rappresentativo dei terreni compreso tra la profondità di 4 – 6 m da p.c.;
  - un campione rappresentativo dei terreni compreso tra la profondità di 7 – 9 m da p.c.;
  - un campione rappresentativo del fondo foro compreso tra la profondità di 9-10 m da p.c.;
- n° 5 campioni di Top Soil in corrispondenza di ogni sondaggio (0-10 cm di profondità da p.c.);
- n° 2 campioni di acque di falda (n° 1 campione per Piezometro).

## 6.2 Stato di qualità sei suoli

Confrontando i risultati delle determinazioni analitiche effettuate sui campioni di terreno in rapporto alla totalità dei materiali secchi comprensiva anche dello scheletro come previsto dal D. Lgs. 152/06 con le CSC indicate nella Tabella 1, colonna A del D. Lgs. n.152/06, sono emersi superamenti dei limiti per Arsenico, Piombo, Rame, Idrocarburi C>12, oltre a PCB e Diossine e Furani nei Top Soil, come da riepilogo sottostante:

Dlgs 152/06, Parte IV, titolo V, All. 5, tab.1, Col. A mg/kg					50	100	0,06	1*10 <sup>-5</sup>
Sond.	Coord_X	Coord_Y	Profondità	Data prelievo	Idrocarburi C>12	Piombo	PCB	Diossine e Furani
S4	437727	4548856	0,00 – 1,00	07/04/2008	538			
P1TS	437744	4548829	0,00 – 0,10	08/04/2008			0,071	
P2	437721	4548815	0,00 – 1,00	10/04/2008		133		
P2TS	437721	4548815	0,00 – 0,10	10/04/2008				2,3*10 <sup>-5</sup>

Dlgs 152/06, Parte IV, titolo V, All. 5, tab.1, Col. A mg/kg					100	20	120	50
Sond.	Coord_X	Coord_Y	Profondità	Data prelievo	Piombo	Arsenico	Rame	Idrocarburi C>12
P1	437744	4548829	1,00 – 3,00 m	08/04/2008	288			
			4,00 – 6,00 m		127,8		163,7	
S4	437727	4548856	1,00 – 3,00 m	07/04/2008	152		295	
			7,00 – 9,00 m			37,7		
S3	437723	4548781	1,00 – 3,00 m	07/04/2008	165		587	
			4,00 – 6,00 m		115,4		471	
			7,00 – 9,00 m		339			
P2	437721	4548815	1,00 – 3,00 m	10/04/2008	120		192	
			4,00 – 6,00 m		154		260	
S5	437750	4548778	1,00 – 3,00 m	11/04/2008			214	
			9,00 – 10,0 m					172

Figura 8 – Superamenti dei limiti di norma nei suoli (indagini del 2008) [fonte: Analisi di Rischio sito-specifica redatta da ARPAC nel novembre 2015]

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
 Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
 (Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
 Fase I: aggiornamento PdC

### 6.3 Stato di qualità delle acque

Confrontando i risultati delle determinazioni analitiche effettuate sui campioni di acqua di falda con le CSC previste dal D. Lgs. 152/06 (All.5 - Tab.2), è emerso che il sito è interessato da una contaminazione dovuta a Ferro, Manganese e Nitriti, come da riepilogo sottostante:

Dlgs 152/06, Parte IV, titolo V, All. 5, tab.2 µg/l					50 µg/L	500 µg/L	200 µg/L
Sond.	Coord_X	Coord_Y	Profondità	Data prelievo	Manganese	Nitriti	Ferro
P1	437744	4548829	40,00 m	22/04/2008	1180	1170	634
P2	437721	4548815	40,00 m	22/04/2008	1406	807	

**Figura 9 – Superamenti dei limiti di norma nelle acque di falda [fonte: Analisi di Rischio sito-specifica redatta da ARPAC nel novembre 2015]**

### 6.4 Risultati dell'Analisi di Rischio sito specifica

I risultati analitici ottenuti mediante le indagini di campo e le analisi di laboratorio, hanno costituito la base per l'implementazione, sempre da parte dell'ARPAC, della procedura di Analisi Rischio sito specifica per valutare il grado di contaminazione del sito e dei rischi per la salute umana e per l'ambiente circostante connessi con l'inquinamento rilevato. L'AdR è stata condotta con l'impiego del software Risk-net 2.0, il quale applica la procedura APAT-ISPRA di analisi di rischio sanitaria ("Criteri metodologici l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati"; APAT-ISPRA 2008) in accordo con quanto previsto dalla normativa italiana (D. Lgs. 152/06 e D. Lgs. 04/08); essa è stata condotta sia in modalità *diretta* che *inversa*, ai fini del calcolo del rischio e delle Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR). In base alla presenza di edifici residenziali in prossimità del sito, all'utilizzo delle aree vigente ai tempi dell'implementazione dell'AdR nonché quello ai tempi ritenuto per il futuro delle aree, la procedura è stata condotta secondo tre scenari:

- *Caso 1:* bersagli residenziali on site;
- *Caso 2:* bersagli lavoratori on site;
- *Caso 3:* bersagli ricreativi on site.

La definizione del Modello Concettuale sito specifico ha previsto, sinteticamente, i seguenti elementi:

- *Sorgenti secondarie di contaminazione:* suolo superficiale e suolo profondo;
- *Vie di trasporto e percorsi di esposizione:* per il suolo superficiale lisciviazione verso la falda, inalazione di polveri e vapori, ingestione e contatto dermico nei casi 2 e 3 e solo inalazione di vapori e polveri nel caso 1; per il suolo profondo lisciviazione verso la falda e inalazione di vapori nei casi 2 e 3, inalazione di vapori nel caso 1.
- *Bersagli:* nel caso 1 sono stati selezionati bersagli residenziali; nel caso 2, lavoratori secondo la all'epoca vigente destinazione urbanistica; nel caso 3 bersaglio di tipo ricreativo; stata inoltre considerata la falda idrica quale ulteriore bersaglio;
- *Contaminanti:* si sono selezionati tutti quelli presenti nel suolo superficiale e profondo con concentrazioni rappresentative corrispondenti alle concentrazioni massime rilevate;
- *Parametri sito specifici:*

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
 Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
 (Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015

Fase I: aggiornamento PdC

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore di default doc. APAT (tab. 5.2)	Valore utilizzato
L <sub>GW</sub>	Profondità del piano di falda	cm	300	1490
W <sub>ss</sub>	Estensione della sorgente nel suolo superficiale nella direzione del flusso di falda	cm	4500	5300
W <sub>sp</sub>	Estensione della sorgente nel suolo profondo nella direzione del flusso di falda	cm	4500	5300
W' <sub>ss</sub>	Estensione della sorgente nel suolo superficiale nella direzione principale del vento	cm	4500	5300
W' <sub>sp</sub>	Estensione della sorgente nel suolo profondo nella direzione principale del vento	cm	4500	5300
L <sub>f</sub>	Profondità della base della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	cm	100	100
d	Spessore della sorgente nel suolo superficiale (insaturo)	cm	100	100
L <sub>(sp)</sub>	Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	cm	100	100
d	Spessore della sorgente nel suolo profondo (insaturo)	cm	200	1390
da	Spessore acquifero	m	---	150
I <sub>ef</sub>	Infiltrazione efficace	cm/anno	30	2,44
K <sub>sat</sub>	Conducibilità idraulica del terreno saturo	m/s	---	3,45x10-4
i	Gradiente idraulico	adim.	---	0,0045
U <sub>av</sub>	Velocità del vento	cm/s	225	125
Lb	Rapporto tra volume indoor e area di infiltrazione (res- com)	m	2-3	2-4
EF	Frequenza giornaliera di esposizione (res-com)	Ore/giorno	24-8	24-8

**Figura 10 – Elenco dei parametri sito specifici utilizzati nell'AdR eseguita da ARPAC nel 2015 [fonte: Analisi di Rischio sito-specifica redatta da ARPAC nel novembre 2015]**

L'applicazione dell'analisi di rischio **in modalità diretta** ha fornito i seguenti risultati:

- **Caso 1 – Bersaglio residenziale:**
  - *suolo superficiale: Indice di Pericolo non accettabile per idrocarburi alifatici C9-C18;*
  - *suolo profondo: Indice di Pericolo non accettabile per idrocarburi alifatici C9-C18.*
- **Caso 2 – Scenario attuale:**
  - *suolo superficiale: Rischio cancerogeno non accettabile per PCB dl;*
  - *suolo profondo: Rischio per la risorsa idrica non accettabile per Piombo ed Arsenico.*
- **Caso 3 – Scenario futuro:**
  - *suolo superficiale: Rischio cancerogeno non accettabile per PCB dl e diossine, Indice di Pericolo non accettabile per idrocarburi alifatici C9-C18;*
  - *suolo profondo: Indice di Pericolo non accettabile per idrocarburi alifatici C9-C18, Rischio per la risorsa idrica non accettabile per Piombo ed Arsenico.*

Mentre, l'applicazione dell'analisi di rischio **in modalità inversa** ha portato all'individuazione delle CSR:

**Caso 1 – Bersaglio residenziale** (Le CSR degli alifatici C9-C18 per il suolo superficiale e per il suolo profondo sono risultate inferiori alle CSC residenziali, pertanto queste ultime sono state indicate come valori da considerare quali effettivi obiettivi di bonifica):

Contaminanti	CSR individuale [µg/kg s.s.]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CSR suolo superficiale [µg/kg s.s.]	CSR suolo superficiale [µg/kg T.Q.]	Rischio cancerogeno (R)	Indice di pericolo (HI)
Alifatici C9-C18	4,03E+01		4,03E+01	3,78E+01	---	1,00E+00
Piombo	NA		NA		---	---
2,3,7,8-TCDD	6,96E-05		6,96E-05	6,54E-05	1,00E-06	3,66E-03
PCB Tot.	1,39E+00		1,39E+00	1,30E+00	1,00E-06	---
					<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>
On-site					2,00E-06	3,24E-02
Outdoor					5,57E-07	1,00E+00
Indoor						

**Figura 11 – CSR suolo superficiale caso 1 AdR anno 215 [fonte: Analisi di Rischio sito-specifica redatta da ARPAC nel novembre 2015]**



*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
 Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
 (Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
 Fase I: aggiornamento PdC

Contaminanti	CSR individuale [mg/kg s.s.]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CSR suolo profondo [mg/kg s.s.]	CSR suolo profondo [mg/kg T.Q.]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)	CSC Residenziali [mg/kg s.s.]
Alifatici C9-C18	4,25E+01		4,25E+01	3,99E+01	---	1,00E+00	NA	1,00E+01

Figura 12 – CSR suolo profondo caso 1 AdR anno 215 [fonte: Analisi di Rischio sito-specifica redatta da ARPAC nel novembre 2015]

\*\*\*

**Caso 2** – Scenario attuale (Le CSR dei PCB dl (suolo superficiale) e dell'Arsenico (suolo profondo) sono inferiori alle CSC residenziali, pertanto queste ultime sono state indicate come valori da considerare quali effettivi obiettivi di bonifica):

Contaminanti	CSR individuale [mg/kg s.s.]	CSR suolo superficiale [mg/kg s.s.]	CSR suolo superficiale [mg/kg T.Q.]	Rischio cancerogeno (R)	Indice di pericolo (HI)	Rischio Risorsa Idrica (RGW)	CSC Residenziali [mg/kg s.s.]
Alifatici C9-C18	1,23E+03	1,23E+03	1,15E+03	---	1,00E+00	1,49E-03	1,00E+01
PCB dl	1,29E-04	1,29E-04	1,21E-04	1,00E-06	2,59E-02	2,93E-05	6,00E-02
Piombo	3,11E+03	3,11E+03	2,92E+03	---	4,92E-01	1,00E+00	1,00E+02
2,3,7,8-TCDD	2,71E-05	2,71E-05	2,55E-05	1,00E-06	2,67E-02	7,87E-03	1,00E-05
PCB Tot.	7,96E-01	7,96E-01	7,48E-01	1,00E-06	---	2,95E-01	6,00E-02

On-site	R tot	HI tot
Outdoor	3,00E-06	7,19E-01
Indoor	2,90E-08	1,00E+00

Figura 13 – CSR suolo superficiale caso 2 AdR anno 215 [fonte: Analisi di Rischio sito-specifica redatta da ARPAC nel novembre 2015]

Contaminanti	CSR individuale [mg/kg s.s.]	CSR suolo profondo [mg/kg s.s.]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)	CSC Residenziale [mg/kg s.s.]	CSC Industrial e [mg/kg s.s.]	Csat [mg/kg s.s.]	CSC in sorgente ali [mg/kg s.s.]
Arsenico	6,74E+00	6,74E+00	---	---	1,00E+00	2,00E+01	5,00E+01	---	3,77E+01
Piombo	2,09E+02	2,09E+02	---	---	1,00E+00	1,00E+02	1,00E+03	---	3,39E+02
Rame	8,14E+02	8,14E+02	---	---	1,00E+00	1,20E+02	6,00E+02	---	5,87E+02
Alifatici C9-C18	1,30E+03	1,30E+03	---	1,00E+00	2,34E-02	1,00E+01	2,50E+02	6,81E+01	1,72E+02

On-site	R tot	HI tot
Outdoor	---	3,37E-01
Indoor	---	1,00E+00

Figura 14 – CSR suolo profondo caso 2 AdR anno 215 [fonte: Analisi di Rischio sito-specifica redatta da ARPAC nel novembre 2015]

\*\*\*

**Caso 3** – Scenario futuro (Le CSR dei PCB dl e delle diossine per il suolo superficiale e la CSR dell'arsenico per il suolo profondo sono inferiori alle CSC residenziali, pertanto queste ultime sono state indicate come valori da considerare quali effettivi obiettivi di bonifica):

Contaminanti	CSR individuale [mg/kg s.s.]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CSR suolo superficiale [mg/kg s.s.]	CSR suolo superficiale [mg/kg T.Q.]	Rischio cancerogeno (R)	Indice di pericolo (HI)	Rischio Risorsa Idrica (RGW)	CSC Residenziali [mg/kg s.s.]
Alifatici C9-C18	1,21E+02		1,21E+02	1,14E+02	---	1,00E+00	1,47E-04	1,00E+01
PCB dl	3,02E-05		3,02E-05	2,83E-05	1,00E-06	7,71E-02	6,87E-06	6,00E-02
Piombo	2,66E+02	1,50E+00	1,78E+02	1,67E+02	---	6,67E-01	5,70E-02	1,00E+02
2,3,7,8-TCDD	4,20E-06		4,20E-06	3,95E-06	1,00E-06	8,34E-02	1,22E-03	1,00E-05
PCB Tot.	1,90E-01		1,90E-01	1,78E-01	1,00E-06	---	7,02E-02	6,00E-02

On-site	R tot	HI tot
Outdoor	3,00E-06	9,25E-01
Indoor	3,39E-08	1,00E+00

Figura 15 – CSR suolo superficiale caso 3 AdR anno 215 [fonte: Analisi di Rischio sito-specifica redatta da ARPAC nel novembre 2015]

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
 Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
 (Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
 Fase I: aggiornamento PdC

Contaminanti	CSR individuale [mg/kg s.s.]	CSR suolo profondo [mg/kg s.s.]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)	CSC Residenziale [mg/kg s.s.]	CSC Industriale [mg/kg s.s.]	Csat [mg/kg s.s.]	CRS in sorgente [mg/kg s.s.]
Arsenico	6,74E+00	6,74E+00	---	---	1,00E+00	2,00E+01	5,00E+01	---	3,77E+01
Piombo	2,09E+02	2,09E+02	---	---	1,00E+00	1,00E+02	1,00E+03	---	3,39E+02
Rame	8,14E+02	8,14E+02	---	---	1,00E+00	1,20E+02	6,00E+02	---	5,87E+02
Alifatici C9-C18	1,28E+02	1,28E+02	---	1,00E+00	2,31E-03	1,00E+01	2,50E+02	6,81E+01	1,72E+02

On-site	R tot	HI tot
Outdoor	---	1,65E-01
Indoor	---	1,00E+00

**Figura 16 – CSR suolo profondo caso 3 AdR anno 215 [fonte: Analisi di Rischio sito-specifica redatta da ARPAC nel novembre 2015]**

\*\*\*

In conclusione, vista la natura del presente documento di *aggiornamento* di un quadro conoscitivo già avviato ed attuato, appare indispensabile richiamare integralmente le considerazioni conclusive riportate nell'ambito del documento di Analisi di Rischio sito specifica redatta da ARPAC nel 2015:

<< Fatte tali premesse, si ritiene che al fine di valutare l'effettiva necessità di bonifica e le più idonee strategie per attuarla potrebbe essere utile adottare una o più delle seguenti azioni:

1. accertarsi dell'effettiva necessità di attivare i percorsi di volatilizzazione, anche attraverso indagini mirate alla speciazione degli idrocarburi;
2. individuare i congeneri dei PCB realmente presenti;
3. misure dirette dei vapori provenienti dai suoli e utilizzo di dati di campo (misure di soil gas, campionamenti dell'aria indoor e outdoor) per la verifica dei risultati ottenuti con l'applicazione modellistica;
4. fare riferimento ad un modello concettuale realmente rappresentativo di quelle che saranno le eventuali modifiche da apportare in base all'effettivo utilizzo del sito;
5. eseguire una campagna di monitoraggio delle acque sotterranee al fine di verificarne l'attuale stato di contaminazione e di verificare l'effettiva lisciviazione in falda dei contaminanti presenti nel suolo;
6. verificare che la presenza di analiti in concentrazioni superiori alle CSC possa essere ascrivibile a valori di fondo, anche sulla base di dati disponibili nelle aree prossime a quella di interesse.

Si evidenzia, che in ogni caso dovrà essere implementata una nuova analisi di rischio in caso di modifiche allo scenario attuale quali ad esempio: costruzione di edifici, cambio di destinazione d'uso, rifacimento pavimentazione, ecc. >>>

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*

Fase I: aggiornamento PdC

## 7 AGGIORNAMENTO PIANO DI INDAGINI

### 7.1 Procedura per stabilire se un sito è contaminato

La norma di settore (D. Lgs. 152/2006, Parte IV, Titolo V) impone che in presenza di un sito potenzialmente contaminato si proceda secondo fasi distinte delle quali le prime due (vedasi elenco seguente) sono definite nell'ambito del presente Piano mentre le successive ne costituiranno la diretta applicazione e le conseguenti elaborazioni:

1. ricostruzione storica delle attività produttive svolte sul sito;
2. elaborazione del *Modello Concettuale Preliminare del sito* e predisposizione di un piano di indagini ambientali finalizzato alla definizione dello stato ambientale del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee;
3. esecuzione del Piano di Indagine e delle eventuali indagini integrative necessarie alla luce dei primi risultati raccolti;
4. elaborazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti e rappresentazione dello stato di contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee;
5. elaborazione del *Modello Concettuale Definitivo*.
6. Identificazione dei livelli di concentrazione residua accettabili – sui quali impostare gli eventuali interventi di messa in sicurezza e/o di bonifica che si rendessero successivamente necessari a seguito dell'analisi di rischio – calcolati mediante analisi di rischio eseguita secondo i criteri di cui all'Allegato 1 al Titolo V della Parte Quarta del D. Lgs. 152/2006.

L'esecuzione del Piano di Indagine consente di determinare le **concentrazioni degli analiti investigati ( $C_m$ )** nelle matrici ambientali potenzialmente interessate dalla contaminazione. Tali valori **andranno confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC)**<sup>1</sup> di cui alle Tabelle 1 (suolo e sottosuolo) e 2 (acque sotterranee) dell'Allegato 5 della Parte V del D. Lgs. 152/2006. Con riferimento ad ogni singolo analita e per la specifica destinazione d'uso dei suoli, potranno quindi verificarsi due casi:

- a.  $C_m < CSC$ : il sito **non è contaminato** e la caratterizzazione ambientale si riterrà conclusa con l'approvazione del processo di cui sopra da parte delle Autorità Competenti al termine della definizione del modello concettuale definitivo;
- b.  $C_m > CSC$ : il sito è **potenzialmente contaminato** ed occorre passare alla successiva analisi di rischio sito-specifica.

Nel caso in cui si verificasse la necessità di ricorrere all'**analisi di rischio** in quanto si è avuto un superamento delle CSC, ci si trova dinnanzi ad una procedura che – in funzione di tutte le specificità del sito – **permette di determinare**, per ogni analita, i livelli di concentrazione residua accettabili nel sito (**CSR: Concentrazioni Soglia di Rischio**<sup>2</sup>). Ancora una volta, possono presentarsi due casi (con riferimento ad ogni singolo analita):

---

1 **concentrazioni soglia di contaminazione (CSC)**: i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica.

2 **concentrazioni soglia di rischio (CSR)**: i livelli di contaminazione delle matrici ambientali, da determinare caso per caso con l'applicazione della procedura di analisi di rischio sito specifica secondo i principi illustrati nell'Allegato 1 alla

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015

Fase I: aggiornamento PdC

- a.  $C_m < CSR$ : il sito *non è contaminato* e non occorre procedere alla sua bonifica ma, al più, all'esecuzione di un piano di monitoraggio;
- b.  $C_m > CSR$ : il sito è *contaminato* e occorre procedere al progetto ed all'esecuzione di bonifica o messa in sicurezza (operativa o permanente). In questo caso i valori di CSR diventano gli obiettivi di bonifica da raggiungere con gli interventi previsti.

I risultati delle indagini che saranno svolte, quindi, permetteranno di accertare se esiste uno stato di *effettiva* contaminazione del sito e quale sia il suo livello.

## 7.2 Finalità

Tornando al caso specifico, come più volte emerso e ribadito nel corso della presente trattazione, il sito di che trattasi è stato già, in passato, oggetto di valutazioni (caratterizzazione e analisi di rischio) finalizzate ad accertarne le sue caratteristiche ambientali ed il suo eventuale status di sito *potenzialmente contaminato* o *contaminato* ai sensi della normativa vigente. Si dispone, quindi, di un quadro conoscitivo esistente che lo scrivente progettista ritiene di dover tenere in considerazione nell'elaborazione del presente aggiornamento: delle informazioni che compongono detto quadro conoscitivo – però – verranno tenute in considerazione le sole che, ragionevolmente, hanno mantenuto validità nonostante il notevole lasso di tempo che è intercorso dalle precedenti caratterizzazioni e procedure di AdR, demandando alle risultanze del presente aggiornamento l'acquisizione delle informazioni che invece, ragionevolmente, non possono ritenersi ancora vere, valide o affidabili.

In questo contesto, pertanto, la finalità del presente aggiornamento è quella di **completare il quadro delle conoscenze** inerenti al sito di che trattasi, potendo stabilire eventuali ulteriori superamenti delle CSC per le matrici investigate: se così fosse, il sito assumerebbe lo status di sito *potenzialmente contaminato* ai sensi della normativa vigente e dovrebbe essere sottoposto ad Analisi di Rischio Sito Specifica (nella quale, per quanto detto, si farebbero confluire alcune delle informazioni pregresse, per come meglio verrà specificato) per accertarne l'effettiva contaminazione ed individuare gli obiettivi di bonifica.

## 7.3 Aggiornamento del Modello Concettuale Preliminare del Sito

### 7.3.1 Generalità sul Modello Concettuale Preliminare

Nel presente capitolo si riportano le informazioni base del sito oggetto di caratterizzazione, le *potenziali sorgenti di contaminazione*, le *vie di migrazione* e le *modalità di esposizione* prese in considerazione sulla base delle informazioni disponibili all'atto della stesura del presente aggiornamento.

Il Modello concettuale preliminare, definito dall'Allegato II alla Parte IV del D. Lgs n° 152/06, è lo strumento tecnico che permette di guidare la definizione del piano delle indagini, in cui sono messi in relazione:

- le **fonti** della contaminazione;
- i **percorsi** di migrazione delle fonti di contaminazione;
- i **bersagli** della contaminazione.

Esso è realizzato sulla base delle informazioni storiche disponibili prima dell'inizio della redazione del Piano, nonché delle indagini condotte nelle varie matrici ambientali nel corso delle indagini pregresse che hanno interessato il sito. Con il modello concettuale preliminare vengono infatti descritte: caratteristiche

---

parte quarta del decreto e sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, il cui superamento richiede la messa in sicurezza e la bonifica.



*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
 Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
 (Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015

*Fase I: aggiornamento PdC*

specifiche del sito in termini di potenziali fonti della contaminazione; estensione, caratteristiche e qualità preliminari delle matrici ambientali influenzate dalla presenza dell'attività esistente o passata svolta sul sito; potenziali percorsi di migrazione dalle sorgenti di contaminazione ai bersagli individuati. Tale modello deve essere elaborato prima di condurre l'attività di campo in modo da guidare la definizione del Piano di investigazione. Parte integrante e fondamentale del modello concettuale del sito è la definizione preliminare, sulla base delle informazioni storiche a disposizione, delle caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi superficiali e profondi in quanto possibili veicoli della contaminazione.

Nel seguente diagramma di flusso vengono sintetizzati in modo generale gli elementi del modello concettuale considerati; il diagramma di flusso descrive il modello concettuale generico di un sito contaminato, nel quale sono riportati le sorgenti di contaminazione, le vie di migrazione e le modalità di esposizione possibili.

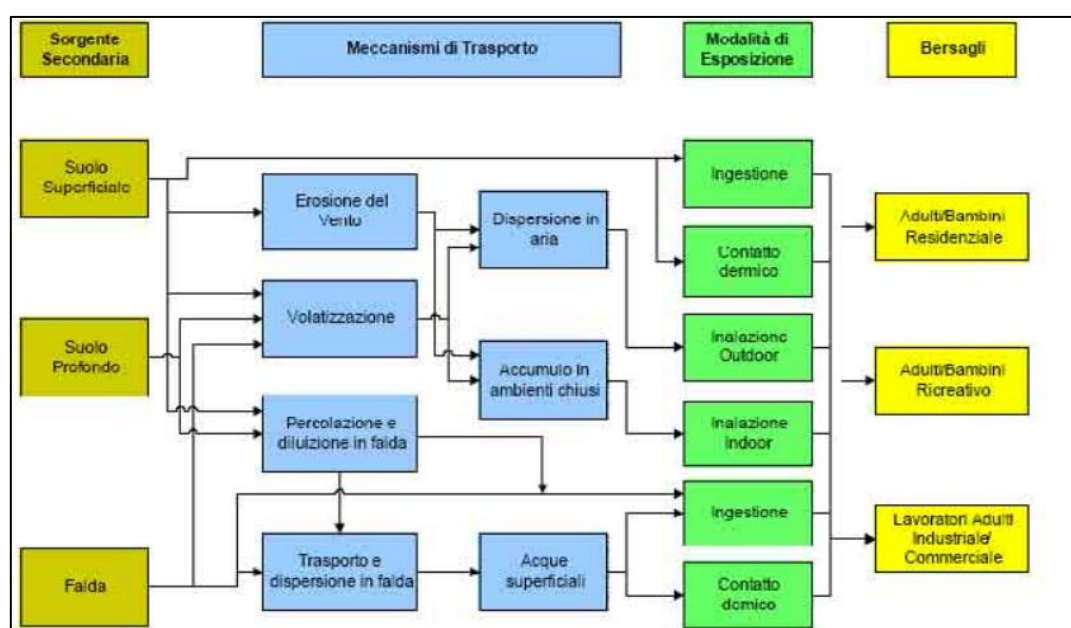


Figura 17 – Schematizzazione del Modello Concettuale Preliminare

### 7.3.2 Sorgente primaria di contaminazione

La sorgente primaria di contaminazione è quella che, nell'attuale assetto normativo, è responsabile dell'inquinamento dei vari comparti ambientali che poi costituiscono – a loro volta – le sorgenti secondarie di contaminazione in quanto in grado di continuare a diffondere la compromissione ambientale. Solitamente, quindi, le sorgenti primarie di contaminazione sono identificabili con rifiuti, manufatti o elementi di origine antropica ben definiti, quali: serbatoi contenenti carburanti, sversamenti su suolo etc.

Nel caso in esame, l'individuazione della sorgente primaria di contaminazione non è potuta avvenire in modo diretto da parte della scrivente società di progettazione stante che all'atto dell'avvio della presente prestazione il sito risulta abbandonato da anni. L'individuazione della sorgente primaria di contaminazione non può che fare riferimento alla ricostruzione storica delle attività svolta nel sito, di cui si è presa contezza attraverso i due documenti di input citati in Premessa. È da ritenere con ogni probabilità, quindi che la sorgente primaria di contaminazione sia individuabile in possibili sversamenti, accidentali o continuativi, legati anche a scarti di lavorazione, connessi con le attività antropiche (principalmente di macellazione) svolte presso le aree nel corso degli anni.

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
Fase I: aggiornamento PdC

Non si può escludere, invero, che il superamento delle CSC nel suolo e specialmente nelle acque di alcuni parametri possa essere attribuito ad un valore di fondo naturale (*background level*), ovvero ad una "concentrazione di una sostanza corrispondente all'assenza di alterazioni antropogeniche, o alla presenza di alterazioni estremamente limitate, rispetto a condizioni inalterate".

### 7.3.3 Sorgente secondaria di contaminazione

La sorgente a secondaria è identificata con il comparto ambientale oggetto di contaminazione e, relativamente al caso in oggetto, questa può essere individuata in:

- Suolo superficiale e suolo profondo;
- Acque sotterranee.

### 7.3.4 Meccanismi di trasporto

I possibili percorsi di migrazione potenzialmente attivi sul Sito sono di seguito elencati per le sorgenti di contaminazione individuate:

Suolo: volatilizzazione, dispersione in aria di contaminanti e percolazione in falda.

Falda: trasporto e dispersione in falda dei contaminanti.

### 7.3.5 Modalità di esposizione e bersagli dell'inquinamento

In genere, come modalità di esposizione che caratterizzano i siti contaminati si elencano:

- ingestione di acqua potabile;
- ingestione di suolo;
- contatto dermico;
- inalazione di vapori outdoor.

Le vie e le modalità di esposizione sono quelle mediante le quali il potenziale bersaglio entra in contatto con le specie chimiche contaminanti. Si ha una *esposizione diretta* se la via di esposizione coincide con la sorgente di contaminazione; si ha una *esposizione indiretta* nel caso in cui il contatto del recettore con la sostanza inquinante avviene a seguito della migrazione dello stesso e quindi avviene ad una certa distanza dalla sorgente. Nel caso del sito de quo, si ritiene che l'esposizione del bersaglio avvenga in maniera indiretta attraverso il contatto dermico della matrice contaminata, l'inalazione outdoor di contaminanti, il pericolo di ingestione di suolo superficiale di suolo contaminato e, per la falda, il pericolo di ingestione di contatto dermico attraverso le acque superficiali.

Attraverso le modalità di esposizione, come principali bersagli generalmente si prendono in considerazione solo ricettori umani.

I bersagli potenzialmente esposti alla diffusione della contaminazione, attraverso i percorsi di esposizione sopra descritti, possono essere selezionati in base a quanto previsto dalla destinazione d'uso attuale e futura del Sito e sono individuati in:

Secondo la destinazione d'uso attuale del sito (sito abbandonato con attività lavorative e residenziali nelle aree limitrofe)

- Adulti lavoratori off-site (es. i lavoratori e/o attività commerciali sulle vie limitrofe);
- Residenti Adulti e bambini off-site;

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
*Fase I: aggiornamento PdC*

- Risorsa idrica sotterranea;

Secondo la potenziale destinazione d'uso futura del sito (Ambiti di Trasformazione Sportiva, come da Piano Urbanistico Comunale)

- Tutti i punti precedenti più il seguente;
- Adulti e bambini on-site.

## 7.4 Piano di indagini ambientali finalizzato alla caratterizzazione

### 7.4.1 Generalità

Le indagini di cui al presente aggiornamento consisteranno in carotaggi da eseguire a diverse profondità, alcuni dei quali allestiti a piezometro: ciò permetterà il prelievo di campioni di suolo e acque per l'esecuzione delle dovute analisi chimiche finalizzate alla determinazione dei parametri di riferimento per ciascuna matrice ambientale.

Inoltre, viste le considerazioni conclusive riportate nell'ambito del documento di Analisi di Rischio sito specifica redatta da ARPAC nel 2015, già richiamate in questo documento, sono state previste opportune misure dirette dei vapori provenienti dai suoli.

### 7.4.2 Punti di sondaggio: numero, localizzazione e allestimento a piezometro

Si prevede la realizzazione di **n°7 sondaggi geognostici a carotaggio continuo**, di cui:

- n. 3 (denominati S6, S7 e S11) spinti sino alla massima profondità di 10 metri da p.c.;
- n. 4 (denominati PZ8, PZ9, PZ10, PZ12) spinti sino alla massima profondità di 20 metri da p.c. ed allestiti a piezometro.

L'ubicazione dei nuovi sondaggi è riportata nell'elaborato EG.07 - PLANIMETRIA DEI SONDAGGI AMBIENTALI E GEOGNOSTICI, nella quale i punti sono georiferiti in coordinate geografiche WGS84/UTM33 N. In fase esecutiva, ai fini della georeferenziazione dell'effettivo posizionamento dei punti di sondaggio e di prelievo, si ritiene ammissibile una tolleranza di 5 m rispetto all'ubicazione effettuata sulla carta. In ogni caso l'ubicazione deve essere tale da evitare le intercettazioni di sottoservizi o altre opere d'arte.

Si specifica che le profondità di perforazione sopra indicate sono state individuate in modo *cautelativo* in base ai dati di stratigrafia e di soggiacenza della falda disponibili ma sono da ritenersi suscettibili di piccole variazioni in fase esecutiva, in quanto i carotaggi semplici andranno comunque arrestati in corrispondenza della frangia capillare se questa dovesse presentarsi a quote più elevate di quelle in questo momento ipotizzate. I sondaggi da attrezzare a piezometro, invece, per buona prassi esecutiva andranno eseguiti fino ad una profondità di 7 m al di sotto del livello della falda realmente rinvenuto.

\*\*\*

La caratterizzazione dell'inquinamento di questa matrice ambientale ha, all'interno del modello concettuale, una grande rilevanza, anche in considerazione del grado di vulnerabilità medio-alto dell'acquifero. Come per i sondaggi, il D. Lgs 152/06 non indica quantità precise di piezometri da installare, mentre il D.M. 471/99 forniva il numero di piezometri da installare in funzione della superficie del sito, così come riportato nella figura seguente:

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
*Fase I: aggiornamento PdC*

Estensione in m	Numero piezometri
< 50.000	almeno 4
50.000 - 100.000	almeno 6
100.000 - 250.000	almeno 8
>250.000	almeno 1 ogni 25.000 m <sup>2</sup>

Figura 18 - Numero piezometri in funzione delle dimensioni del sito secondo la norma D.M. 471/99

Come evidente, il numero dei piezometri per ettaro è minore di quello previsto per i sondaggi, coerentemente con le caratteristiche di diffusione dei contaminati nelle acque sotterranee.

#### 7.4.3 Indagini suoli e acque: numero campioni, protocolli analitici e punto di conformità falda

Tutti e sette i sondaggi contribuiranno all'investigazione dello stato di possibile inquinamento dei *suoli* sia superficiali che profondi. Andranno prelevati:

- n. 3 campioni di suolo da ciascuno dei sette sondaggi, così distribuiti:
  - o (C1): da 0 a -1 m dal piano campagna;
  - o (C2): intermedio;
  - o (C3): in frangia capillare,per un totale di n. **21 campioni di suolo** su cui ricercare il protocollo analitico completo di cui all'All. 5, Tit. V, P. Quarta, D. Lgs. n. 152/2006, Tabella 1, colonna A; sono da intendersi contemplate anche: la speciazione degli idrocarburi secondo la metodica MADEP EPH 2004 Rev 1.1 per l'individuazione degli Idrocarburi C11-C22 aromatici, Idrocarburi C9-C18 alifatici, Idrocarburi C19-C36 alifatici, Idrocarburi alifatici C13-C18 e l'individuazione dei cogeneri dei PCB realmente presenti (EPA 3550 C 2007+EPA 8270E 2018),
- n. **7 campioni di top soil** (uno da ogni punto di sondaggio, entro i primi 30 cm di perforazione) su cui ricercare: PCB (da intendersi contemplata anche la speciazione dei cogeneri, come da metodiche di cui al punto precedente) e diossine e furani (EPA 3546 2007 + EPA 8290 A 2007).

Si specifica che la scelta di operare anche la speciazione degli idrocarburi e l'individuazione dei cogeneri dei PCB realmente presenti scaturisce dalle considerazioni conclusive riportate nell'ambito del documento di Analisi di Rischio sito specifica redatta da ARPAC nel 2015, già richiamate in questo documento, che ne chiedevano espressamente l'attuazione.

Ai fini della successiva ipotetica (ma probabile) Analisi di Rischio, l'impostazione del presente aggiornamento – finalizzata, come detto, al completamento del quadro delle conoscenze inerenti al sito di che trattasi – comporterà che i dati di input in termini di valori di concentrazione dei vari contaminanti siano costituiti *sia* dalle risultanze conseguite in campo in esito al presente aggiornamento *che* da quelle già in atti e risalenti alla caratterizzazione condotta da ARPAC nel 2008 in esecuzione del PdC redatto e approvato nel 2006. La circostanza che – in questo lasso di tempo – il sito sia rimasto chiuso, non oggetto di ulteriori attività antropiche che possano averne alterato le caratteristiche di contaminazione, permette di ritenere che, in riferimento ai suoli, i dati acquisiti nelle caratterizzazioni precedenti abbiano ancora validità.

Per l'investigazione dello stato di possibile inquinamento della *falda*, andranno prelevati:

- n. **4 campioni di acque sotterranee** (uno da ogni piezometro) su cui ricercare il protocollo analitico completo di cui all'All. 5, Tit. V, P. Quarta, D. Lgs. n. 152/2006, Tabella 2.

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
Fase I: aggiornamento PdC*

Nell'Allegato 1 al Titolo V della parte quarta del decreto legislativo n. 152 del 2006 Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica", nella voce relativa a "Componenti dell'analisi di rischio da parametrizzare" si riporta che il **punto di conformità** per le acque sotterranee rappresenta il punto a valle idrogeologico della sorgente al quale deve essere garantito il ripristino dello stato originale (ecologico, chimico e/o quantitativo) del corpo idrico sotterraneo, onde consentire tutti i suoi usi potenziali secondo quanto previsto nella parte terza e nella parte sesta del presente decreto. Pertanto, in attuazione del principio generale di precauzione, il punto di conformità deve essere di norma fissato non oltre i confini del sito contaminato oggetto di bonifica e la relativa CSR per ciascun contaminante deve essere fissata equivalente alle CSC di cui all'Allegato 5 della parte quarta del decreto.

Per il sito in esame, considerata la peculiarità della forma dell'area da investigare e della direzione di deflusso NordEst-SudOvest, si considera come punto di conformità il PZ10.

Con riferimento allo stato di contaminazione delle acque sotterranee, visto il notevole lasso di tempo intercorso rispetto alle indagini pregresse, si farà riferimento *unicamente* ai campioni di acque previsti dal presente aggiornamento, tralasciando le risultanze analitiche precedentemente acquisite.

#### 7.4.3.1 Criterio di scelta della colonna di riferimento per le CSC del suolo e sottosuolo

Il D. Lgs. n. 152/06, all'Allegato 5 della Parte IV, fissa i limiti tabellari delle CSC in funzione della "**specificata destinazione d'uso dei siti da bonificare**", prevedendo, da un lato, una colonna di riferimento per le aree residenziali e a verde pubblico – privato (tabella 1, col. A) e, dall'altro, una colonna per le aree commerciali e industriali (tabella 1, colonna B); i limiti di concentrazione fissati dalle due tabelle differiscono anche sensibilmente e, pertanto, l'applicazione al caso di specie di una tabella invece che l'altra può portare a risultati molto diversi (se non opposti), sia rispetto alla necessità o meno di proseguire la bonifica, sia nell'individuazione del tipo di intervento da eseguire. Assume, dunque, particolare importanza la corretta applicazione dell'una o dell'altra colonna di riferimento per le CSC al sito oggetto di indagine.

Secondo la giurisprudenza più recente, la teorica destinazione urbanistica di un'area non è elemento sufficiente per determinare l'applicazione della colonna A o B della Tab. 1, ma deve essere valutata anche in considerazione dell'effettivo uso dei suoli prevista dagli strumenti di programmazione territoriale a cui il sito è destinato e ai pericoli che possono derivare all'ambiente e alla salute umana da tale utilizzo. Inoltre, la ripartizione delle destinazioni urbanistiche all'interno delle colonne A o B non deve essere fatta solo sulla base di un criterio riconducibile all'effettivo uso del bene o dell'area circostante, bensì dovrebbe considerare anche il rischio espositivo della destinazione d'uso effettiva del sito.

**Consiglio di Stato, Sez. IV, sent. n. 439 del 24 gennaio 2022 (ud. del 23 settembre 2021)**

**Rifiuti. Destinazione d'uso di siti da bonificare. Art. 244 d. lgs. n. 152/2006.**

*La Tabella 1 dell'allegato 7 al Titolo V della parte Quarta del d.lgs. n. 152 del 2006 individua le concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla "specificata destinazione d'uso dei siti da bonificare"; le destinazioni d'uso sono – come detto – quella "a verde pubblico e privato e residenziale" nonché quella "ad uso commerciale e industriale". È evidente che il legislatore non si è riferito, in tal modo, alla sola specifica destinazione impressa dalle norme urbanistiche (P.R.G. o altri strumenti di pianificazione), bensì ha inteso avere riguardo all'effettivo utilizzo dei terreni ai fini dell'individuazione dei valori soglia di contaminazione; il criterio dell'utilizzo reale e dello stato effettivo dei terreni vale, a maggior ragione, quando non vi sia una specifica destinazione impressa dalle disposizioni urbanistiche ovvero quando tale destinazione sia stata modificata nel corso del tempo.*



*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
*Fase I: aggiornamento PdC*

Per quanto sopra esposto, unitamente a quanto è stato già fatto in sede delle precedenti caratterizzazioni ed analisi, considerata sia la destinazione urbanistica sia l'effettivo uso dell'area si utilizzeranno i limiti della colonna A della Tabella 1, Allegato 5, al titolo V della Parte IV del D. Lgs n° 152/06, per il confronto dei risultati derivanti dalle indagini ed analisi eseguite.

#### 7.4.4 Indagini sul soil gas

Al fine di dare seguito a quanto riportato nell'ambito delle considerazioni conclusive del documento di Analisi di Rischio sito specifica redatta da ARPAC nel 2015, questo aggiornamento del Piano di Caratterizzazione prevede misure dirette dei vapori provenienti dai suoli mediante misura del soil gas.

Ai fini della caratterizzazione dei gas interstiziali di discarica, si opererà in aderenza alla “Procedura operativa per la valutazione e l'utilizzo dei dati derivanti da misure di gas interstiziali nell'analisi di rischio dei siti contaminati” (Linee Guida SNPA n. 17/2018).

In dettaglio, si prevede di operare la misura in tre punti (e precisamente in corrispondenza di: S11, PZ9 e S6).

#### 7.4.5 Parametri sitospecifici

Lo stato di effettiva contaminazione di un sito passa per la definizione delle CSR da determinarsi mediante analisi di rischio, qualora si sia riscontrato un superamento delle CSC per un qualche contaminante. Vista la natura *sito-specifica* dell'eventuale analisi di rischio da effettuarsi, la determinazione delle CSR sarà funzione di una serie di parametri anch'essi *sito-specifici*. Tali parametri saranno determinati esclusivamente mediante verifiche e/o indagini dirette, in conformità con quanto riportato nella nota APAT prot. 009462 del 21 Marzo 2007, condivisa nell'ambito del gruppo di lavoro APAT-ARPA-ISS-ISPEL ed acquisita dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al prot. 8242/QdV/DI del 26/03/07.

È infatti noto che l'applicazione dell'**analisi di rischio di Livello 2 (sito-specifica)** si differenzia dall'analisi di rischio di Livello 1 (sito-generica) proprio per l'utilizzo di parametri sito specifici e *non di default*. In particolare, **è necessario l'utilizzo di valori caratteristici del sito oggetto di studio per i parametri che** – sulla base delle risultanze dell'*analisi di sensibilità* riportata nell'Appendice N del manuale *Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati, rev.2* – **influenzano maggiormente le equazioni analitiche alla base della procedura di analisi di rischio** relativamente ai Fattori di Trasporto. Tali parametri riguardano essenzialmente la geometria e le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche della sorgente di contaminazione in zona satura ed insatura, le caratteristiche degli spazi aperti e confinati, alcuni parametri chimici e fisici caratteristici del suolo e la velocità del vento.

#### Analisi geotecniche di laboratorio

In fase di realizzazione della campagna di indagine, è previsto il prelievo di alcuni campioni da avviare ad analisi geotecniche di laboratorio mirate alla definizione delle caratteristiche geomeccaniche, della percentuale granulometrica, della permeabilità, e del peso specifico dei campioni prelevati per ciascuna delle litologie incontrate durante la fase di perforazione. Tale scelta è stata effettuata con lo scopo di giungere ad un maggior grado di conoscenza relativamente alle caratteristiche lito-stratigrafiche del sito al fine di svolgere l'analisi di rischio sito specifica ex D. Lgs. 152/06.

#### Analisi del pH, densità del suolo e del FOC

È previsto il prelievo di campioni della matrice ambientale suolo e sottosuolo al fine di parametrizzare il pH, la frazione del carbonio organico (FOC) e la densità del suolo saturo e insaturo.

#### Analisi del coefficiente di permeabilità $k_d$

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
 Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
 (Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015

Fase I: aggiornamento PdC

La conducibilità idraulica a saturazione o coefficiente di permeabilità  $K_{sat}$  è una misura che indica la capacità di un terreno saturo di trasmettere l'acqua. Il parametro dipende dalla geometria dei pori (tessitura e struttura) e dalle proprietà del fluido, in particolare dalla viscosità e dalla densità. Per la determinazione del coefficiente di permeabilità si eseguiranno prove di laboratorio sui campioni prelevati.

Di seguito è riportato l'elenco completo dei 33 parametri suddivisi in relazione ai comparti ambientali di appartenenza: suolo insaturo, suolo saturo, ambienti aperti/confinati.

n.	SIMBOLO	PARAMETRO	UNITA' DI MISURA
<b>SUOLO INSATURO</b>			
1	$L_{GW}$	Profondità del piano di falda	cm
2	$h_v$	Spessore della zona insatura	cm
3	$W'$	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione principale del vento	cm
4	$S_w'$	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione ortogonale a quella principale del vento	cm
5	$A'$	Area della sorgente (rispetto alla direzione prevalente del vento)	cm <sup>2</sup>
6	$L_s(SS)$	Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	cm
7	$L_s(SP)$	Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	cm
8	$L_t$	Profondità della base della sorgente rispetto al p.c.	cm
9	$d_s$	Spessore della sorgente nel suolo profondo (insaturo)	cm
10	$d$	Spessore della sorgente nel suolo superficiale (insaturo)	cm
11	$L_F$	Soggiacenza della falda rispetto al top della sorgente	cm
12	$\rho_s$	Densità del suolo	g/cm <sup>3</sup>
13	$I_{ef}$	Infiltrazione efficace	cm/anno
14	$f_{OC}$	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo	g-C/g-suolo
15	pH	pH del suolo insaturo	adim.
<b>SUOLO SATURO</b>			
16	$d_s$	Spessore della falda	cm
17	$W$	Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	cm
18	$S_w$	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	cm
19	$A$	Area della sorgente (rispetto alla direzione del flusso di falda)	cm <sup>2</sup>
20	$W'$	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione principale del vento	cm
21	$S_w'$	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione ortogonale a quella principale del vento	cm
22	$A'$	Area della sorgente (rispetto alla direzione prevalente del vento)	cm <sup>2</sup>
23	$v_{rw}$	Velocità di Darcy	cm/anno
24	$K_{sat}$	Conducibilità idraulica del terreno saturo	cm/anno
25	$i$	Gradiente idraulico	adim.
26	$f_{OC}$	Frazione di carbonio organico nel suolo saturo	g-C/g-suolo
27	pH	pH del suolo saturo	adim.
<b>AMBIENTI APERTI/CONFINATI</b>			
28	$U_{air}$	Velocità del vento	cm/s
29	$A_b$	Superficie totale coinvolta nell'infiltrazione	cm <sup>2</sup>
30	$L_{crack}$	Spessore delle fondazioni/muri	cm
31	$L_b$	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione (RES. O IND.)	cm
32	$L_T$	Distanza tra il top della sorgente nel suolo insaturo (in falda) e la base delle fondazioni	cm
33	$Z_{crack}$	Profondità delle fondazioni	cm

Figura 19 – Parametri sito specifici per la definizione dell'eventuale analisi di rischio di II livello (fonte: Documento di riferimento per la determinazione dei parametri sito-specifici utilizzati nell'applicazione dell'analisi di rischio ai sensi del D.Lgs. 152/2006 del giugno 2008)

La scelta di *quali* tra questi parametri debba essere determinato e il suo eventuale effettivo valore per il caso in esame, è un'operazione che andrà condotta *parallelamente* alla caratterizzazione del sito, essendo tali deliberazioni interdipendenti dai risultati della caratterizzazione stessa.

## 8 SPECIFICHE TECNICHE

Così come previsto dall'Allegato 2 alla Parte IV del D. Lgs. n.152/06, sono incluse nel presente documento le specifiche tecniche per l'esecuzione delle attività (procedure di campionamento, le misure di campo, modalità di identificazione, conservazione e trasporto dei campioni, metodiche analitiche, ecc. ) che una volta approvate dalle Autorità Competenti, prima dell'inizio dei lavori, costituiranno il protocollo applicabile per la caratterizzazione del sito.

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
Fase I: aggiornamento PdC*

## 8.1 Prescrizioni Generali

Prima di procedere alle perforazioni si prevede l'esecuzione di una campagna di indagini magnetometriche volte ad ispezionare ogni singola posizione per verificare che sussistano le condizioni di agibilità in relazione al dispositivo di perforazione prescelto e di sicurezza degli operatori e degli impianti A tal fine si rimanda al capitolo 2 – *Ricerca ordigni bellici inesplosi* facente parte della presente relazione.

L'Affidataria sarà responsabile dell'esecuzione dei servizi, della fornitura ed installazione di tutti i materiali, manufatti ed apparecchiature necessarie all'esecuzione delle attività, secondo quanto specificato nel presente documento ed in accordo alle Leggi ed ai Regolamenti Nazionali e Locali vigenti.

L'Affidataria dovrà inoltre fornire tutto quanto necessario, anche se nella presente non espressamente indicato, affinché i servizi siano eseguiti a perfetta regola d'arte, in condizioni di sicurezza e nel rispetto delle Leggi e Regolamenti nazionali e Locali vigenti.

L'Affidataria dovrà notificare al Committente (di seguito anche Stazione Appaltante o S.A.) qualsiasi discrepanza e/o contraddizione rilevata nei documenti allegati; in caso di conflitto, contraddizione, incompatibilità della presente documentazione rispetto alla legislazione vigente, quest'ultima sarà prevalente.

L'Affidataria dovrà essere completamente autonoma nella **gestione del cantiere** (riguardo l'impiego di apparecchiature, mezzi, personale, baracche, depositi attrezzi, materiale di consumo, forniture d'acqua e di energia elettrica e quant'altro necessario per il migliore svolgimento delle prestazioni).

Tutte le attività previste dovranno essere eseguite da **personale specializzato** ed in conformità ai requisiti delle norme vigenti inerenti la sicurezza dei lavoratori per i servizi e le attività operative oggetto dell'Appalto.

Tutto il personale dell'Affidataria operante nel sito dovrà essere dotato di idonei **Dispositivi di Protezione Individuale** e di un sufficiente numero di indumenti protettivi completi, nonché di tutti i presidi antinfortunistici, in accordo alle norme vigenti.

Prima dell'inizio delle attività l'Affidataria dovrà presentare al Direttore dell'Esecuzione del Contratto (di seguito D.E.C) ed alla Committente, i seguenti documenti:

- un piano di gestione della campagna di indagine compresa la gestione dei rifiuti;
- un piano operativo di sicurezza (P.O.S.).

L'inizio delle attività in situ potrà avvenire solo a seguito della presa visione ed approvazione della documentazione di cui sopra da parte della Stazione Appaltante e del DEC.

A cura dell'Affidataria dovrà essere tenuto e redatto un **giornale dei lavori**, il quale potrà essere soggetto ai controlli sia del DEC che degli organi competenti. Nel suddetto documento dovranno essere riportate in maniera dettagliata tutte le informazioni occorrenti e relative alle operazioni di campo svolte quotidianamente.

Sono altresì a carico dell'Affidataria gli oneri ed obblighi sommariamente e non esaustivamente di seguito indicati:

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*

Fase I: aggiornamento PdC

- qualsiasi tipo di mezzi e/o strumentazione necessari all'esecuzione delle attività, compresi gli oneri di noleggio, trasporto, allestimento/disallestimento, generatore locale d'energia, fornitura d'acqua e quant'altro necessario;
- manodopera (operai, ecc.), personale specializzato, personale tecnico ed amministrativo, ivi compreso il trasporto, vitto e alloggio del personale e tutti gli oneri assicurativi per il personale e per le apparecchiature;
- assistenza tecnica alle verifiche richieste dalla Stazione Appaltante;
- cauzioni e polizze assicurative, così come meglio indicato più avanti;
- spese di contratto;
- tutti gli adempimenti richiesti dalla vigente normativa in tema di assunzione, tutela, sicurezza e salute, assicurazione ed assistenza dei lavoratori, sollevando la Stazione Appaltante da ogni responsabilità;
- ogni tipo di responsabilità conseguente ad eventuali danni cagionati a cose e/o terzi durante lo svolgimento del servizio, esentando in tal senso sin da ora da ogni responsabilità la Stazione Appaltante. L'Affidataria ha l'obbligo e l'onere di riparare o provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazioni di adduzione acqua, etc..) danneggiati con o senza incuria dall'impresa durante le operazioni di carotaggio e certificati dalla supervisione di campo.
- redazione e consegna degli elaborati finali (report della caratterizzazione).

Il Committente provvederà a fornire autorizzazione all'accesso nelle aree oggetto di intervento; tutte le restanti autorizzazioni, nulla osta, permessi, forniture necessarie allo svolgimento dell'attività saranno a totale carico dell'Affidataria.

Sarà altresì cura dell'Affidataria far sì che tutti i **punti di ubicazione delle indagini siano accessibili ai mezzi**, alle attrezzature e al personale per le attività di cui in oggetto.

L'Affidataria dovrà altresì, a propria cura e spese, stipulare una polizza di responsabilità civile con le modalità e con gli importi definiti nel contratto di appalto per danni di qualsiasi natura arrecati a persone e cose ed all'Amministrazione Appaltante, comunque causati in dipendenza dell'appalto in oggetto.

L'Affidataria dovrà predisporre ed esporre nell'area di cantiere un **cartello indicatore**, redatto e compilato secondo il formato ed i contenuti previsti dalle vigenti normative in materia di appalti pubblici, curandone anche i necessari aggiornamenti periodici; la dimensione e i contenuti del cartello verranno indicati dalla Stazione Appaltante.

## 8.2 Attività preliminari di campo

Preliminarmente alle attività di indagine, l'Affidataria avrà cura di predisporre il cantiere mediante **decespugliamento** delle aree da eseguirsi a mano o con mezzo meccanico. Le aree da scerbare saranno individuate di concerto con il D.E.C.

Per l'accesso dei mezzi impiegati nelle operazioni di campo, se necessario, l'Affidataria dovrà realizzare apposita pista di cantiere.



*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*

*Fase I: aggiornamento PdC*

### 8.3 Attrezzature

Con riferimento alla realizzazione dei carotaggi, per la realizzazione dei sondaggi dovrà essere costituita dalle seguenti componenti:

- ✓ Carotiere a mezzaluna per perforazione ad andamento verticale a rotazione;
- ✓ Cassette catalogatrici (in polietilene, PVC,) da 50 x 100 cm;
- ✓ Serbatoio di acqua;
- ✓ Piezometri a tubo aperto microfessurati da 4”;
- ✓ Pozzetti di protezione della strumentazione geotecnica.

### 8.4 Modalità esecutive

- L'**ubicazione dei sondaggi** e dei piezometri dovrà essere approvata dagli enti di controllo (ARPA territorialmente competente);
- i **metodi** analitici utilizzati devono essere **standard** riconosciuti a livello nazionale e/o internazionale;
- i **limiti di rilevabilità** delle metodiche analitiche devono essere pari a 1/10 dei limiti fissati dalla vigente normativa in materia di bonifiche;
- **qualora venisse rilevata la presenza di PCDD/PCDF, PCB e amianto** nei campioni superficiali, la ricerca degli stessi dovrà essere estesa ai campioni prelevati anche negli strati più profondi; se in tali campioni la concentrazione risultasse superiore al limite normativo riferito ai suoli, tali parametri dovranno essere ricercati anche nelle acque di falda;
- le tecniche analitiche per la **determinazione del parametro amianto** devono essere diffrazione ai raggi X oppure I.R. Trasformata di Fourier, oppure SEM, come indicato dalla vigente normativa;
- per la **filtrazione dei campioni delle acque di falda** deve essere utilizzata la metodica indicata nel parere ISS prot. n° 002305 del 16/04/08 ed acquisita dal M.A.T.T.M.

La **documentazione finale delle indagini geognostiche** svolte dovrà essere fornita in formato cartaceo e digitale (formato word per i testi): in particolare, per i dati tabellari, in formato di foglio elettronico (excel), per le immagini in formati windows compatibili (es: bmp, tif, wmf, ppt, srf, dwg, etc.) o comunque determinati o definiti dagli Enti di controllo.

Devono essere fornite a tali Enti, mediante appositi moduli, le seguenti indicazioni:

- denominazione del cantiere ed ubicazione su idoneo supporto cartografico;
- stazione Appaltante, impresa esecutrice ed operatori;
- data dell'esecuzione della prova;
- cartografia di base in scala adeguata con ubicazione delle prove eseguite e dei centri di misura, con indicazione dell'azimut e della quota dei centri di misura;
- copia di tutti i dati raccolti in campagna;
- descrizione dettagliata delle attrezzature impiegate, delle modalità operative e dei metodi di interpretazione.

### 8.5 Indicazioni accessorie alla esecuzione delle indagini

Si prevede di realizzare i piezometri messi in opera con una colonna di tubi in PVC rigido del diametro di 4” e saranno posti in opera entro un foro rivestito con una tubazione provvisoria di diametro utile (152 mm).

In prima approssimazione si può stabilire che i piezometri raggiungeranno la profondità massima di 30 m dal p.c. In fase di esecuzione sarà accertato che ogni piezometro dovrà attestarsi per almeno 3 m al di sotto del

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
*Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento*  
*(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*  
*Fase I: aggiornamento PdC*

livello statico misurato in fase di terebrazione. Le profondità di esecuzione dei sondaggi potranno subire variazioni sulla base di quanto effettivamente riscontrato in fase di perforazione.

Le perforazioni saranno eseguite mediante carotaggio continuo a secco, evitando il surriscaldamento del terreno e limitando l'uso di acqua non contaminata come fluido di perforazione solo nel caso in cui si verifichi l'impossibilità di procedere all'infissione a secco. La velocità di rotazione dovrà sempre essere moderata, in modo da limitare l'attrito tra suolo e attrezzo campionatore e, ad ogni manovra di al massimo di un metro, dovrà seguire l'infissione del rivestimento.

Previo opportuno alesaggio del foro di sondaggio, si procederà all'installazione del tubo piezometrico cieco, micro-fessurato nel tratto di intersezione con l'acquifero.

Le perforazioni attrezzate a piezometro verranno completate posizionando, nel tratto di intersezione con l'acquifero, appositi filtri e pre-filtri in grado di trattenere le componenti solide più fini della roccia, prevenendo l'intasamento delle micro-fessure del tubo in PE e la conseguente perdita di efficienza della captazione. Il filtro dovrà prevedere una percentuale di fessure almeno doppia rispetto al valore della porosità efficace dell'acquifero intercettato. Un buon pre-filtro ambientale è costituito usualmente da ghiaietto a granulometria uniforme di natura silicea. Il filtro andrà esteso per 1,0 m al di sopra della sommità del tratto fenestrato. All'interno dello spazio anulare compreso tra il tubo piezometrico e le pareti del foro andrà prevista, successivamente all'immissione del ghiaietto, la posa in opera di sabbia per uno spessore di 0,2 m al di sopra del dreno, sormontata da un setto impermeabile di bentonite per lo spessore di 0,5 m, ultimando l'operazione con il riempimento dell'intercapedine fino alla superficie con miscela di cemento e bentonite (1,8 kg/L) per isolare il manto drenante, evitare l'eventuale infiltrazione di acque dalla superficie e rendere solidale il piezometro con le pareti del foro.

Prima di effettuare qualsiasi tipo di cementazione, andranno eseguite le operazioni di spurgo, in modo da permettere al ghiaietto di assestarsi all'interno dello spazio anulare esterno al tubo piezometrico. Lo spurgo sarà eseguito per eliminare i residui di perforazione; le acque da esso derivanti sono considerate rifiuti e, pertanto, andranno gestite conformemente alla normativa vigente.

Le attrezzature di perforazione, venute in contatto con il terreno potenzialmente contaminato, verranno lavate e pulite, ove necessario, tra un sondaggio e l'altro e, se necessario, tra una manovra e l'altra al fine di evitare possibili fenomeni di contaminazione incrociata. I liquidi derivanti da questa operazione devono essere raccolti in vasche di idonea volumetria e successivamente trasferite su cisternette o cisterna scarrabile per essere smaltite coerentemente alle previsioni normative sui rifiuti.

Le perforazioni saranno eseguite evitando l'immissione nel sottosuolo di composti estranei, con l'adozione dei seguenti accorgimenti:

- rimozione dei lubrificanti dalle zone filettate;
- uso di rivestimenti, corone e scarpe non verniciate;
- eliminazione di gocciolamenti di olii dalle parti idrauliche;
- pulizia dei contenitori per l'acqua.

I rifiuti prodotti da queste operazioni dovranno essere gestiti e di seguito smaltiti secondo la normativa vigente e secondo quanto riportato nel paragrafo relativo alla gestione dei rifiuti.

Le carote ottenute dovranno essere riposte in cassette catalogatrici ognuna a 5 scomparti da 1 m, identificate e fotografate. L'Affidataria provvederà a riunire le cassette catalogatrici in un luogo protetto, evitando che le

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
Fase I: aggiornamento PdC*

stesse siano esposte ad agenti atmosferici, dove saranno custodite sino all'approvazione degli esiti della caratterizzazione, prima di essere smaltite ad onere e cura della stessa Affidataria.

Gli ulteriori materiali di risulta, solidi e liquidi, provenienti dalle attività di campo, dovranno essere stoccati per il tempo necessario, conformemente alle disposizioni vigenti, in attesa dello smaltimento da parte dell'Affidataria.

Poiché i piezometri costituiscono una via di accesso diretto al sottosuolo e alla falda acquifera, per scongiurare il pericolo di ingresso di contaminanti o materiali estranei ciascuna testa pozzo dovrà essere adeguatamente protetta. La bocca-pozzo dovrà essere posta a quota circa 0,2 m superiore rispetto al p.c., per impedire l'ingresso di acque di ruscellamento. La testa dei pozzi andrà protetta con idoneo cappellotto colorato, prevedendo la chiusura con lucchetto da consegnare alla Committenza alla conclusione delle attività.

Durante l'esecuzione dei sondaggi si provvederà al campionamento del suolo e sottosuolo.

## 8.6 Campionamento delle acque sotterranee

Per quanto riguarda i campioni di acqua prima di procedere al campionamento in base ai dati reperiti durante i sondaggi dovranno essere riassunte in un rapporto le modalità di prelievo che si sono eseguite, indicando:

- a. caratteristiche del piezometro (profondità, diametro interno, caratteristiche dell'eventuale dreno, modalità costruttive e intervallo di profondità della porzione filtrante); la porzione filtrante dei piezometri, in particolare, deve essere prevista, approssimativamente, in prossimità degli strati più trasmissivi del terreno; le modalità di installazione dei piezometri e i materiali da utilizzare per il completamento del pozzo, per il dreno e per la sigillatura devono essere individuati tra quelli sopra descritti e/o nel Manuale APAT per le indagini ambientali nei siti contaminati 43/2006
- b. criteri e modalità ipotizzati per lo spurgo del piezometro (portata e di tempo di spurgo);
- c. modalità con cui si è eseguito il prelievo (dinamica o statica);
- d. profondità a cui si è eseguito il prelievo;
- e. portata di campionamento prevista, valutando anche l'adozione di tecniche low-flow pumping nel caso fossero necessarie per la corretta caratterizzazione dell'acquifero, ovvero qualora si volessero ottenere campioni senza indurre trascinamenti di contaminanti o strippaggio delle sostanze volatili, dovuti alla turbolenza indotta nella colonna d'acqua, o ancora eseguire un campionamento stratificato sulla colonna d'acqua stessa;
- f. eventuali determinazioni quali-quantitative che si intendono effettuare durante le indagini con l'ausilio di strumenti di campo;
- g. eventuale filtraggio o altra stabilizzazione del campione.

Lo spurgo sarà eseguito con pompe a bassa portata (qualche litro al minuto) poiché consente di rimuovere l'acqua dal piezometro e dal suo intorno senza mobilizzare particelle di terreno che finirebbero per intorbidire il campione. Le consolidate tecniche d'idrogeologia applicata alle tematiche ambientali annoverano tre procedure di spurgo basate su altrettanti criteri: a) Metodo del volume del piezometro (volumetrico): rimozione di una quantità di acqua compresa tra 3 e 5 volte il volume di acqua presente all'interno del

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*

Fase I: aggiornamento PdC

piezometro in condizioni statiche. Questa procedura è in genere quella più utilizzata. b) Metodo del monitoraggio dei principali parametri chimico fisici dell'acqua di spurgo: monitoraggio, durante lo spurgo di: ossigeno disciolto, conducibilità elettrica, pH, temperatura), fino alla stabilizzazione. Il monitoraggio deve essere effettuato direttamente nel piezometro mediante sonde multiparametriche o abbinando una celle di flusso. c) Metodo dello spurgo a basso flusso (low flow purging), dove il termine basso flusso si riferisce alla velocità con cui l'acqua entra nella pompa. L'applicazione di questo metodo consente di ridurre i volumi di spurgo, le perturbazioni al sistema acquifero, la mobilitazione di particelle di terreno e lo strappaggio di sostanze contaminanti eventualmente presenti in falda.

Al termine dello spurgo può avere inizio il campionamento, che sarà anch'esso del tipo a basso flusso.

Per la contaminazione e le caratteristiche geologiche del sito il metodo più idoneo sarà quello volumetrico.

Durante le fasi di spurgo e di campionamento devono essere utilizzati indumenti protettivi adatti al tipo e al livello di contaminazione e dovranno essere sempre presi i seguenti accorgimenti: - Qualora fosse quindi necessario utilizzare un generatore di corrente, questo verrà posizionato sotto vento rispetto al punto di campionamento ed alla massima distanza possibile dal quest'ultimo; - Al termine delle operazioni di spurgo verrà estratto tutto il materiale presente nel piezometro e verrà lavato con acqua pulita per la decontaminazione delle attrezzature. Nel caso di campionamenti in contraddittorio alla presenza dell'Ente di controllo è prassi comune che la vetreria venga fornita dal laboratorio privato incaricato delle analisi, il quale assicura anche la perfetta sterilità di tutto il materiale inviato. Durante il prelievo del campione: a. La portata deve rimanere la stessa utilizzata durante lo spurgo o può essere leggermente modificata in caso si debba minimizzare l'areazione, la formazione di bolle, il riempimento troppo turbolento del contenitore o la perdita di volatili dovuti a lunghi tempi di prelievo. Le portate più adatte sono quelle inferiori a 0.5 l/min. b. La velocità di spurgo dell'acqua dovrà comunque essere tale da non portare a secco il piezometro, se la pompa utilizzata non permettesse di regolare il flusso è opportuno consultare i dati di costruzione del piezometro per verificare che i tempi di ricarica siano compatibili con la portata di spurgo della pompa. c. Dovrà essere utilizzata per il campionamento la stessa apparecchiatura impiegata per lo spurgo. d. La campagna di campionamento deve partire dal pozzo meno contaminato e passare man mano a quelli con livelli di contaminazione superiori. Il contenitore del campione sarà preparato in precedenza e scelto in base agli analiti da ricercare ed includerà, quando necessario, le sostanze atte alla conservazione del campione. f. Il campione d'acqua deve essere versato direttamente nel contenitore dal tubo di mandata della pompa avendo cura di far scorrere l'acqua lungo le pareti del contenitore con la minima turbolenza possibile. g. Prima di iniziare il riempimento del recipiente o dei recipienti destinati a ciascun campione, questi devono essere "avvinati", ossia sciacquati con l'acqua proveniente dal piezometro (dopo lo spurgo). L'avviamento avviene di norma sciacquando energicamente il recipiente per tre volte. Questa operazione assicura che il campione non venga in contatto con sostanze estranee eventualmente presenti nel recipiente o non venga diluito dai liquidi di risciacquo utilizzati per la sua pulizia. h. Il contenitore, immediatamente dopo essere stato riempito, deve essere etichettato e conservato. Può essere necessario aggiungere stabilizzanti nel caso in cui le analisi vengano effettuate dopo le 24 ore dal prelievo. In particolare, nel caso di campionamento in contraddittorio i campioni dovranno essere sigillati dall'Ente di controllo. i. Gli stabilizzanti devono essere trasferiti dal loro contenitore al contenitore del campione utilizzando pipette usa e getta in polietilene. j. Alla fine delle operazioni di prelievo e confezionamento del campione quest'ultimo deve essere conservato refrigerato. k. Dovrà essere annotata la temperatura esterna di prelievo del campione (T° ambiente). Durante il prelievo, nel caso siano presenti sedimenti in sospensione nel campione, le operazioni dovranno essere sospese riposizionando la pompa ad una quota superiore per eliminare o ridurre tale inconveniente al fine di evitare, il trascinarsi di materiale fine e quindi un eccessivo l'intorbidamento dell'acqua.



*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*

Fase I: aggiornamento PdC

## Campioni di acqua

Di seguito sono elencati i quantitativi minimi e le caratteristiche del contenitore da utilizzare per il campione da analizzare.

- 1 litro di acqua in un contenitore di vetro per parametri di base;
- 250 ml di acqua in un contenitore monouso in plastica (polietilene) per i metalli;
- 250 ml di acqua in un contenitore monouso in plastica (polietilene) per gli alifatici cancerogeni;

## Precauzione per il campionamento

- devono essere evitati fenomeni di trascinamento della contaminazione a causa delle operazioni di prelievo (ad esempio creazione di percorsi preferenziali per la migrazione della contaminazione a strati o zone non contaminate);
- si deve mantenere una adeguata pulizia delle apparecchiature per il prelievo, onde evitare fenomeni di contaminazione di campioni indisturbati;
- deve essere evitato il prelievo delle frazioni adiacenti alla superficie degli organi di scavo; ad esempio, nel caso di carotaggi, il prelievo deve essere effettuato nel nucleo centrale della carota;
- l'estrazione della carota di terreno dal carotiere deve essere effettuata preferibilmente tramite spintore e non tramite martellamento del carotiere stesso, onde evitare mescolamenti;
- i contenitori con i campioni di terreno e di acqua devono essere chiusi e sigillati sul posto al fine di evitare manomissioni, anche accidentali, del contenuto e per consentire l'effettuazione di un'eventuale controanalisi;
- le teste dei piezometri devono essere presidiate adeguatamente con opportuni accorgimenti tecnici, in modo da evitare la percolazione all'interno del piezometro di liquidi di origine esterna;
- i contenitori devono essere etichettati chiaramente, riportando tutte le informazioni necessarie alla completa individuazione di quanto prelevato (identificativo del campione e del sito, data e ora del prelievo, sigla del tecnico che ha effettuato il prelievo, ecc.);
- per l'attività di campionamento deve essere compilata una scheda o un verbale, comprendente una serie di informazioni, tra cui la data e l'ora, le modalità di prelievo, eventuali osservazioni di tipo organolettico, eventuali anomalie riscontrate nel corso del campionamento e ogni altra informazione che possa risultare utile nella interpretazione dei risultati; - le teste pozzo dei piezometri devono essere georeferenziate con adeguata accuratezza esse devono essere univocamente identificabili in situ, ne deve essere garantito l'accesso in qualsiasi momento agli organi di controllo e ne deve essere garantita la manutenzione; vanno georeferenziate e riportate in una tabella anche tutti i punti di sondaggio del terreno, con le relative coordinate.

## 8.7 Campionamento dei terreni

Per ogni campione di suolo da analizzare in laboratorio dai sondaggi si preleveranno 2 aliquote:

- a. una per le analisi da parte della ditta e consegnate al laboratorio di analisi privato;
- b. una a disposizione dell'autorità competente (ARPA territorialmente competente) da conservare a cura della ditta;

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
*Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento*  
*(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*  
*Fase I: aggiornamento PdC*

L'aliquota sulla quale l'Ente di controllo vorrà operare la validazione delle analisi sarà confezionata in contraddittorio con lo stesso Ente competente.

L'aliquota del campione di terreno da sottoporre ad analisi al fine di determinare il contenuto di inquinanti, dovrà essere confezionato scartando in campo, dopo quartatura, i ciottoli ed il materiale grossolano di diametro maggiore a circa 2 cm.

Le modalità di campionamento saranno le seguenti:

- il campionamento verrà effettuato non appena estratto il materiale e posizionato nelle cassette catalogatrici, tramite paletta in acciaio inox decontaminata dopo ogni operazione;
- la formazione dei campioni prelevati dai sondaggi avverrà con carote di sezione pari ad un metro;
- verranno utilizzati guanti in lattice monouso per evitare la contaminazione dei campioni;
- ogni campione verrà etichettato, identificato e conservato in frigorifero ad una temperatura inferiore a 4°C;
- nelle etichette verrà riportato l'identificativo, la profondità e l'ora di prelievo del campione, il tipo di campione e le analisi richieste.

In particolare, la frazione sulla quale condurre le analisi di laboratorio per tutte le sostanze indicate è quella passante al vaglio dei 2 mm; la concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro, escluso la frazione granulometrica superiore ai 2 cm, che andrà scartata in campo.

La formazione del campione dovrà avvenire su sezioni di carote di spessore inferiore al metro, qualora nell'intervallo delle battute, al momento dell'estrazione del materiale o all'atto della perforazione, si rilevino evidenze che richiedono analisi specifiche quali particolarità litologiche, strati di rifiuti o episodi di inquinamento. La formazione del campione deve avvenire su telo impermeabile (es. polietilene) in condizioni idonee al fine di evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale. L'eventuale campionamento di gas interstiziali dal suolo deve essere specificatamente segnalato e dovrà essere eseguito con metodi riconosciuti a livello ufficiale.

Le operazioni di campionamento dei terreni verranno eseguite attenendosi a quanto previsto dalla normativa vigente e utilizzando criteri e metodologie di riferimento quali:

- ✓ Modalità di formazione del campione - Metodiche IRSA-CNR n. 64, Appendice 1;
- ✓ Manuale Unichim n. 175/94, schede C-02 e C-03;
- ✓ US EPA Removal Program Representative Sampling Guidance – vol. 1 – soil;
- ✓ US EPA SOP – 2012, soil sampling;
- ✓ US EPA SOP – 2006, soil sampling.

L'estrusione del materiale dal tubo carotiere deve essere effettuata, dopo ogni battuta, senza ricorrere a liquidi, soprattutto in condizioni di materiale granulare. Bisognerà porre la carota, in modo da non modificarne la stratigrafia, in una cassetta catalogatrice da 5 m, in plastica oppure, se di diverso materiale, rivestita con telo in plastica, per evitare fenomeni di *cross – contamination*. Sulle cassette catalogatrici

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
Fase I: aggiornamento PdC*

dovranno essere riportati con pennarello indelebile: committente, località, numero sondaggio, profondità di riferimento.

Le attività di campionamento rispetteranno tutte le condizioni di base per potere ottenere campioni che rappresentino correttamente la situazione esistente in sito. Nel corso degli interventi di prelievo dei campioni, tutto il materiale estratto deve essere esaminato e la descrizione della stratigrafia deve essere effettuata a cura di un Geologo. Nella formazione del campione da inviare alle analisi si provvederà ad adottare una serie di accorgimenti:

- identificare e scartare materiali estranei che possono alterare i risultati finali (pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie, ecc.), indicandoli opportunamente nel rapporto di campionamento;
- omogeneizzare il campione per avere una distribuzione uniforme dei contaminanti (tale azione va evitata per le analisi dei composti organici volatili);
- suddividere il campione in più parti omogenee, adottando metodi di quartatura riportati nella normativa (IRSA-CNR, Quaderno 64 del gennaio 1985);

### **Descrizione dei metodi di confezionamento e conservazione dei campioni**

I campioni prelevati, verranno conservati in contenitori di vetro, chiusi e nastrati; sulle etichette saranno riportate il n. del sondaggio Sx, il campione Cx, la data e la quota di prelievo. In particolare, i campioni contenenti sostanze degradabili verranno posti immediatamente in contenitori in vetro o in polietilene, in base al comportamento delle sostanze da ricercare, eventualmente additivati con sostanze conservanti non interferenti con le analisi, tenuti chiusi, al buio ed al riparo da fonti di calore e, ove necessario, in frigorifero e saranno avviati all'analisi nel più breve tempo possibile. Nella formazione del campione da predisporre per l'analisi dei composti volatili, onde limitare la volatilizzazione di tali sostanze, si provvederà a ridurre i tempi di esposizione all'aria dei materiali. In questo caso le operazioni di formazione del campione saranno condotte immediatamente dopo la deposizione della carota nell'apposito contenitore, prima della deposizione in cassetta, catalogatrice e prima di procedere alle operazioni di descrizione. Con una paletta/spatola in acciaio inox opportunamente decontaminata saranno prelevate porzioni di materiali solidi, selezionando casualmente alcune aliquote su tutta la lunghezza della colonna da campionare. Il materiale prelevato con la spatola sarà immediatamente inserito in un contenitore idoneo e con tappo a tenuta, da riempire completamente e sigillare immediatamente.

Dopo la formazione del campione, lo stesso verrà immediatamente posto in un contenitore mantenuto a 4° C e inviato, entro le 24 h, al laboratorio.

- il contenitore in cui riporre il campione deve essere adeguato alle caratteristiche dell'inquinante e deve essere conservato in luogo adeguato a preservarne inalterate le caratteristiche chimico –fisiche;
- i contenitori devono essere completamente riempiti di campione, sigillati, etichettati e inoltrati subito al laboratorio di analisi, insieme con le note di prelevamento. Nel caso siano da determinare inquinanti facilmente degradabili o volatili e la consegna dei campioni ai laboratori di analisi non possa avvenire in tempi brevi, si dovrà procedere alla conservazione dei campioni stessi in ambiente refrigerato;
- le operazioni di formazione del campione devono essere effettuate con strumenti decontaminati dopo ogni operazione e con modalità adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale.

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
Fase I: aggiornamento PdC*

### Precauzione per il campionamento

- devono essere evitati fenomeni di trascinamento della contaminazione a causa delle operazioni di prelievo (ad esempio creazione di percorsi preferenziali per la migrazione della contaminazione a strati o zone non contaminate);
- si deve mantenere una adeguata pulizia delle apparecchiature per il prelievo, onde evitare fenomeni di contaminazione di campioni indisturbati;
- deve essere evitato il prelievo delle frazioni adiacenti alla superficie degli organi di scavo; ad esempio, nel caso di carotaggi, il prelievo deve essere effettuato nel nucleo centrale della carota;
- l'estrazione della carota di terreno dal carotiere deve essere effettuata preferibilmente tramite spintore e non tramite martellamento del carotiere stesso, onde evitare mescolamenti;
- i contenitori con i campioni di terreno e di acqua devono essere chiusi e sigillati sul posto al fine di evitare manomissioni, anche accidentali, del contenuto e per consentire l'effettuazione di un'eventuale controanalisi;
- le teste dei piezometri devono essere presidiate adeguatamente con opportuni accorgimenti tecnici, in modo da evitare la percolazione all'interno del piezometro di liquidi di origine esterna;
- i contenitori devono essere etichettati chiaramente, riportando tutte le informazioni necessarie alla completa individuazione di quanto prelevato (identificativo del campione e del sito, data e ora del prelievo, sigla del tecnico che ha effettuato il prelievo, ecc.);
- per l'attività di campionamento deve essere compilata una scheda o un verbale, comprendente una serie di informazioni, tra cui la data e l'ora, le modalità di prelievo, eventuali osservazioni di tipo organolettico, eventuali anomalie riscontrate nel corso del campionamento e ogni altra informazione che possa risultare utile nella interpretazione dei risultati;

### 8.8 Descrizione stratigrafica e dati tecnici

Nel corso delle attività un geologo esperto dovrà provvedere a **rilevare, per ciascun punto di sondaggio, la stratigrafia del terreno attraversato** specificando la descrizione litologica dei singoli strati, con particolare riguardo alle caratteristiche di permeabilità ed alle condizioni di umidità o di saturazione dei terreni, consistenza, colore, struttura, particolarità e probabile origine, annotando inoltre eventuali evidenze di contaminazione.

In particolare, dovranno essere riportati, in una specifica **scheda identificativa del singolo sondaggio**, almeno i seguenti dati:

- denominazione del cantiere;
- committente, cliente e Affidataria;
- nome e numero di sondaggio;
- sito e coordinate del punto di perforazione;
- date e ora di inizio e fine perforazione;
- metodo di perforazione;
- attrezzatura impiegata;
- diametro di perforazione;
- diametro del rivestimento;



*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*

Fase I: aggiornamento PdC

- profondità raggiunta;
- profondità del campionamento;
- quota testa foro rispetto al medio mare;
- nominativo del compilatore e Impresa di perforazione;
- altri dati eventuali.

**Riguardo alla stratigrafia**, per ciascuno strato dovranno essere specificati almeno i seguenti parametri:

- tipo di terreno;
- condizioni di umidità naturale;
- consistenza;
- colore;
- struttura;
- particolarità;
- litologia e origine.

Oltre alla registrazione della stratigrafia, il geologo responsabile del cantiere annoterà inoltre nella documentazione di lavoro **ogni notizia utile**, ad esempio:

- percentuale di recupero;
- velocità di avanzamento in perforazione;
- refluenti in colonna;
- manovre di campionamento o prove non condotte a termine.

## 8.9 Esecuzione delle misurazioni piezometriche

Per la misura del livello piezometrico, tutti gli strumenti di misura dovranno essere calibrati secondo le modalità previste dal costruttore. **La calibrazione dovrà essere verificata prima dell'utilizzo** degli stessi. Gli strumenti dovranno inoltre essere decontaminati prima e dopo ogni utilizzo, ossia per ogni piezometro rilevato.

La misura del livello piezometrico dovrà essere eseguita mediante l'utilizzo di **sonda elettrica centimetrata**, in grado di emettere un segnale acustico e luminoso al contatto con la superficie piezometrica. È opportuno rilevare la profondità della falda con precisione pari a  $\pm 0.5$  centimetri e la profondità del pozzo con precisione pari a  $\pm 1.0$  centimetro. Gli errori sistematici e casuali insiti in questo tipo di misura, nonché la strumentazione utilizzata, rendono inutile apprezzare le letture sino al millimetro.

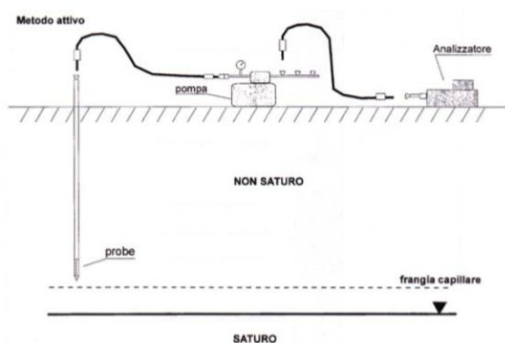
Il punto di riferimento delle misure di livello (tipicamente la testa pozzo) dovrà essere preventivamente quotato con un rilievo topografico; la quota di riferimento deve essere chiaramente specificata nel modulo di campionamento acque sotterranee.

## 8.10 Attività di campionamento del soil gas

Dal punto di vista operativo si è scelto di adoperare la **tecnica del campionamento attivo (soil gas survey)**, che consiste nella captazione del soil gas dal terreno attraverso l'installazione di **sonde provvisorie** con punta forata per il passaggio dell'aria nel suolo superficiale insaturo (fino a profondità  $< 1$  m dal p.c.); tali sonde sono costituite da tubi collegati ad un sistema aspirante (pompe a basso flusso), grazie al quale il gas viene estratto, in quantità modeste in volume, applicando una depressione nella sonda e, quindi, nel mezzo insaturo. Il gas captato verrà quindi preliminarmente sottoposto ad analisi speditive di campo, tramite idonea strumentazione, e, successivamente, ad analisi di laboratorio.

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015

Fase I: aggiornamento PdC



Il gas estratto può essere analizzato in situ, tramite strumenti portatili di misura dei vapori organici, fiale colorimetriche, gascromatografi di campo, ecc., oppure è possibile prelevare un campione per l'esecuzione di analisi in laboratorio.

Tale tecnica di monitoraggio presenta i seguenti vantaggi:

- i campioni di soil gas sono analizzati on site e si può disporre di una mappatura in tempo reale;
- si possono prelevare ed analizzare generalmente da 8 a 30 campioni/giorno;
- si possono individuare e delimitare la sorgente ed il pennacchio di contaminazione costituito dai VOC;
- i composti organici semi-volatili (SVOC) e i prodotti pesanti possono essere individuati indirettamente tramite misura dei prodotti generati dalla biodegradazione della sostanza organica ad opera della biomassa batterica.

I dispositivi per il campionamento temporaneo consistono di un'asta di perforazione a percussione con massa battente, che consente la realizzazione dei fori nel terreno, e di una sonda di aspirazione. In particolare:

- la sonda perforatrice è un'asta d'acciaio di lunghezza pari a 86 cm, con diametro di 1 cm, che presenta una punta avente lunghezza di circa 3 cm e diametro 1,5 cm, sormontata da una massa battente;
- la sonda campionatrice è composta da un'asta cava di acciaio aperta nella parte inferiore con diametro di circa 6 mm e lunghezza di 77 cm.

Prima di procedere all'inserimento dell'asta nel foro è opportuno porre in opera sul fondo del foro un sottile strato di ghiaietto (spessore 2,5-5 cm), per evitare il contatto diretto della sonda con il terreno e la conseguente potenziale ostruzione della sonda. Una volta inserita l'asta, l'estremità superiore del foro dovrà essere chiusa tramite una guarnizione a tenuta.

Per le tubazioni delle linee di campionamento, invece, si utilizza il Teflon<sup>TM</sup>.

L'attività di monitoraggio dei soil gas prevede, inoltre, che sia effettuata un'attività di analisi di campo preliminarmente all'attività di campionamento e, quindi, alle analisi di laboratorio, al fine di ottenere misure speditive delle concentrazioni dei VOC totali e dei composti presenti nella miscela gassosa.

Tali analisi di campo verranno eseguite tramite strumentazione portatile di nuova generazione; in particolare, si prevede l'utilizzo di **Fotoionizzatore portatile con tecnologia PID (Photo Ionization Detection)**, il quale è uno strumento non-distruttivo generalmente adoperato per la rilevazione dei composti organici volatili totali (VOC). Con tale rilevatore, la misura viene effettuata nel momento in cui il gas fluisce nella camera del detector che lo ionizza attraverso una radiazione ultravioletta proveniente da una lampada con

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
*Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento*  
*(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*  
*Fase I: aggiornamento PdC*

una specifica energia; gli ioni, attirati ad un elettrodo, producono una corrente proporzionale alla concentrazione del gas.

Ad integrazione e completamento delle misurazioni di campo, verranno eseguite opportune analisi di laboratorio per la caratterizzazione dei campioni prelevati, al fine di una più accurata caratterizzazione qualitativa e composizionale dei soil gas prelevati.

Nel documento “*Progettazione del monitoraggio di composti volatili*” sono riportate le indicazioni sul numero minimo di campagne di soil gas in grado di garantire una sufficiente rappresentatività del set di dati senza un aggravio eccessivo di risorse;

## 8.11 Pulizia degli strumenti

Nel corso della campagna di investigazione, per le diverse tipologie di analisi previste, dovrà essere garantita la **pulizia di tutti gli strumenti utilizzati per il campionamento**.

Tramite acqua in pressione e getti di vapore acqueo devono essere rimossi da strumenti, utensili ed attrezzi tutti i materiali potenzialmente inquinanti o comunque responsabili di contaminazione del campione, sia all'interno che all'esterno degli strumenti.

Le stesse operazioni, eseguite prima della fase operativa strumentale, dovranno essere eseguite a fine campionamento.

L'acqua e l'umidità presente sulle pareti della strumentazione dovrà poi essere asportata, qualora l'evaporazione naturale non sia sufficiente, mediante asciugatura con carta filtro.

Tutti gli strumenti aventi interstizi difficilmente pulibili devono essere eliminati alla fine di ogni impiego per campionamento.

È importante che gli operatori utilizzino guanti puliti monouso, al fine di evitare un qualunque contatto con il materiale estratto.

### 8.11.1 Tecniche e modalità esecutive finalizzate ad evitare possibili fonti di inquinamento e minimizzare l'impatto ambientale durante l'esecuzione dei carotaggi

Le indagini saranno realizzate nel rispetto dei seguenti requisiti:

- ✓ la perforazione avverrà a rotazione, a carotaggio continuo con carotiere semplice, a bassa velocità, al fine di evitare un eccessivo riscaldamento del carotiere, e a secco;
- ✓ il diametro dei rivestimenti sarà tale da permettere l'uso dei campionatori previsti e/o di quanto altro necessario per effettuare le prove in situ;
- ✓ il rivestimento provvisorio sarà sempre utilizzato al fine di limitare possibili fenomeni di **cross contamination**;
- ✓ l'uso di acqua come fluido di perforazione sarà limitato ai casi in cui si verifichi l'impossibilità di procedere a secco nell'infissione dei rivestimenti a seguire;
- ✓ il carotaggio del materiale sarà integrale con percentuale di recupero superiore al 90%, compatibilmente con le condizioni stratigrafiche locali;

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*

Fase I: aggiornamento PdC

- ✓ le carote, estratte possibilmente senza l'utilizzo di fluidi, saranno ben conservate in cassette catalogatrici rivestite e coperte da telo impermeabile e provviste di etichettatura completa idonea a identificare univocamente il materiale;
- ✓ dal carotaggio si preleveranno campioni del materiale estratto per effettuare le analisi di laboratorio;
- ✓ sarà compilata la stratigrafia del foro man mano che il materiale viene recuperato, in modo da ricostruire con dettaglio la stratigrafia del terreno attraversato;
- ✓ raggiunta la massima profondità di perforazione si verificherà, mediante l'utilizzo di uno scandaglio, di avere realmente raggiunto la profondità richiesta;
- ✓ la profondità dei sondaggi potrà essere variata in funzione del grado di eventuale inquinamento riscontrato durante la perforazione, del livello della falda superficiale e della eventuale presenza di falde sospese secondo le indicazioni impartite dal DEC;
- ✓ nel corso della perforazione saranno eseguite misure piezometriche sistematiche per l'individuazione della presenza e della profondità della falda freatica.

Le attività di perforazione saranno supervisionate da un geologo di cantiere, il quale verificherà la disponibilità di tutta la documentazione necessaria all'esecuzione delle attività, ivi compresi i documenti relativi alla sicurezza. Gli operatori indosseranno gli adeguati dispositivi di protezione individuale, come indicato nei documenti della sicurezza e adotteranno tutte le misure richieste in quest'ultimi.

Nel corso della perforazione si porrà particolare attenzione alla presenza (profondità dal p.c. e spessore) di strati a bassa permeabilità (quali argilla, limo, strati ghiaiosi a matrice fine particolarmente coesivi) per evitare di:

- perforare lo strato e causare la diffusione verticale di eventuali contaminanti accumulatisi a tetto dello strato;
- mettere in comunicazione due falde originariamente separate da tale strato, creando uno scompenso idrogeologico e una via preferenziale di circolazione dell'acqua dalla superficie.

Nel caso di sondaggi profondi, in cui si preveda di raggiungere terreno non contaminato attraversando un tratto di terreno contaminato, si potrà far uso di un doppio rivestimento. La colonna di rivestimento esterna sarà spinta poco al di sotto del tratto contaminato in modo da formare una barriera contro l'eventuale penetrazione del contaminante verso l'interno del foro. La colonna di rivestimento interna oltrepasserà il tratto di terreno contaminato senza venire in contatto con esso e dovrà essere spinta verso gli strati più profondi evitando il possibile trasporto del contaminante. Nel caso di uso di fluidi di perforazione, sarà effettuato l'allestimento e posizionamento presso ciascuna postazione di sondaggio di un sistema di raccolta, sedimentazione e riciclo dell'acqua/fluido di circolazione in uscita dal foro di sondaggio mediante utilizzo di idonee vasche. Sarà prevista una procedura di pulizia e decontaminazione di tutte le attrezzature di perforazione/carotaggio utilizzate per il campionamento dei terreni: tutto il macchinario venuto in contatto con terreno potenzialmente inquinato dovrà essere lavato e pulito da un sondaggio all'altro e - se necessario - da una manovra all'altra nei tratti di perforazione con sospetta presenza di inquinante, per evitare la diffusione incontrollata dell'inquinamento. La decontaminazione della strumentazione avverrà tramite getto di acqua calda (idropulitrice). **Sarà impiegata una sostanza ecologica tipo olio di semi di lino come lubrificante per le zone filettate delle attrezzature.** Eventuali fori di sondaggio non attrezzati, al termine,

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*

*Fase I: aggiornamento PdC*

saranno richiusi mediante riempimento con materiali che assicurino la perfetta sigillatura del foro (ad esempio miscela cementizia).

L'eventuale materiale di risulta dei sondaggi sarà caratterizzato e gestito ai sensi della normativa vigente.

#### *8.11.2 Tecniche e modalità esecutive finalizzate ad evitare possibili fonti di inquinamento e minimizzare l'impatto ambientale durante la posa dei piezometri*

Il rivestimento provvisorio sarà fatto scendere alla profondità raggiunta dalla perforazione. In fase realizzativa dei piezometri, saranno osservati i rapporti minimi tra diametro del perforo e diametro della colonna di completamento ritenuti quale prassi consolidata dall'ISPRA e riportati nella tabella seguente.

Rapporto tra diametro del tubo PVC e diametro di perforazione			
Φ Tubazione	Φ perforo (mm)	Φ Tubazione	Φ perforo (mm)
2"	127	4"	178
3"	152	> 4"	Φ PVC+200

*L'intercapedine anulare* tra le pareti del foro e del tubo piezometrico sarà riempita con ghiaietto siliceo pulito e selezionato, nel tratto finestrato. Nel tratto cieco superiore l'intercapedine sarà riempita con bentonite sigillante, per almeno 1 m sopra il tratto finestrato e comunque in corrispondenza di livelli di terreno a ridotta permeabilità. Sopra il tappo di bentonite e fino al piano campagna l'intercapedine dovrà essere infine riempita con una malta cementizia sigillante. In questo modo si separa con certezza la falda dagli strati superiori del suolo e si evitano infiltrazioni di acqua superficiale. *Nel caso di piezometri corti*, generalmente i tubi saranno finestrati in tutta la loro lunghezza per poterli utilizzare anche per il rilievo dei vapori organici eventualmente presenti nel sottosuolo. In questo caso i tubi saranno inseriti, chiusi al fondo con un tappo, nel foro di sondaggio, dopo averne riempito il fondo con bentonite, e riempiendo l'intercapedine con ghiaietto. Il tratto superficiale dovrà essere sigillato mediante uno strato di bentonite e uno strato di malta cementizia.

Tutti i piezometri saranno dotati di un tappo con chiusura a tenuta idraulica e lucchetto per evitare l'eventuale ingresso di contaminanti dal piano campagna e manomissioni. La testa pozzo, a seconda del punto di installazione, dovrà essere generalmente protetta da un pozzetto carrabile con chiusino in ghisa a grafite sferoidale completo di telaio in conformità a quanto previsto dalle norme di riferimento (es. UNI EN 124 e UNI EN 1563). Nel caso di testa pozzo fuori terra, tipico ad esempio di aree coperte da vegetazione, il tratto sommitale del piezometro saranno racchiusi in un cilindro metallico reso solidale al terreno dalla cementazione superficiale e dotato di tappo lucchettabile. In questo caso la testa del pozzetto sarà protetta con chiusino metallico apribile, munito di lucchetto, sporgente dal piano campagna di almeno 20 centimetri, avendo cura che non si creino punti di infiltrazione di acque superficiali all'intorno del chiusino stesso.

Con riferimento ai materiali da utilizzare si dovranno tenere presenti le seguenti raccomandazioni:

- i tubi piezometrici (spezzoni finestrati e spezzoni ciechi) saranno in HDPE. Saranno corredati da tappi sia per fondo foro sia per la chiusura superiore;
- il ghiaietto costituente il filtro viene lavato, con diametro D30 da 5 a 10 volte maggiore del D30 del terreno circostante, ed un coefficiente di uniformità inferiore a 2.5 (ASTM, 1989);
- per la formazione del setto impermeabile soprastante la tratta finestrata si impiegherà bentonite granulare di diametro di 8 mm (bentonite in "pellets");



*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015

Fase I: aggiornamento PdC

- la miscela cementizia per la cementazione a testa foro è composta da cemento, sabbia ed acqua addizionata con bentonite;
- l'uso di cemento o miscele cemento - bentonite non sarà impiegato all'interno della falda, in quanto il cemento induce sostanziali incrementi di pH;
- per garantire la sigillatura del tappo in PVC di fondo foro e dei manicotti di raccordo si utilizzerà il nastro di teflon.

#### *8.11.3 Tecniche e modalità esecutive finalizzate ad evitare possibili fonti di inquinamento e minimizzare l'impatto ambientale durante lo sviluppo dei piezometri*

La fase successiva alla costruzione dei piezometri prevede il reintegro della conducibilità idraulica naturale all'interno delle formazioni attraversate, rimuovendo le particelle fini in grado di intasare il dreno ed intorbidire i campioni di acqua prelevata. Pertanto, ultimata l'installazione, ogni piezometro sarà adeguatamente sviluppato fino ad ottenimento di acque chiarificate. Le acque emunte saranno stoccate in appositi serbatoi/cisternette e successivamente smaltite ai sensi della normativa vigente, previa caratterizzazione.

#### *8.11.4 Tecniche e modalità esecutive finalizzate ad evitare possibili fonti di inquinamento e minimizzare l'impatto ambientale durante il prelievo dei campioni di terreno*

Durante la realizzazione dei preforni e dei sondaggi (compresi quelli da attrezzare a piezometro) è previsto il prelievo di campioni di terreno. Tali campioni potranno essere utilizzati per le seguenti finalità:

- analisi di laboratorio chimico-fisiche.

Onde evitare fenomeni di “*cross contamination*”, le attrezzature per il prelievo del campione saranno pulite tra un campionamento ed il successivo e più precisamente si eseguiranno le seguenti operazioni di campo:

- *i fogli di polietilene* usati come base di appoggio delle carote, saranno rinnovati ad ogni prelievo;
- *i campioni* saranno preparati facendo uso di opportuna paletta di acciaio inox;
- *la paletta di acciaio*, dopo la preparazione delle aliquote previste per ogni singolo campione, sarà lavata e infine asciugata con carta;
- *il carotiere*, dopo l'estrazione della carota, sarà lavato e lasciato asciugare all'aria prima della successiva operazione di carotaggio.

Tutte le fasi di raccolta e confezionamento del campione saranno effettuate con personale tecnico qualificato provvisto di guanti monouso. I rifiuti solidi (eventualmente prodotti nel corso dell'esecuzione dei prescavi e delle operazioni di perforazione) saranno temporaneamente stoccati in sito e successivamente smaltiti ai sensi del DLgs 152/06 e s.m.i.

L'estrusione del materiale dal tubo carotiere deve essere effettuata, dopo ogni battuta, senza ricorrere a liquidi, soprattutto in condizioni di materiale granulare. Bisognerà porre la carota, in modo da non modificarne la stratigrafia, in una cassetta catalogatrice da 5 m, in plastica oppure, se di diverso materiale, rivestita con telo in plastica, per evitare fenomeni di cross – contamination. Sulle cassette catalogatrici dovranno essere riportati con pennarello indelebile: committente, località, numero sondaggio, profondità di riferimento.

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*

*Fase I: aggiornamento PdC*

#### **8.11.5 Tecniche e modalità esecutive finalizzate ad evitare possibili fonti di inquinamento e minimizzare l'impatto ambientale durante il prelievo di campioni di acque sotterranee**

All'atto del prelievo di acqua saranno eseguite le seguenti misure di parametri con strumentazione portatile propria: temperatura, pH, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, potenziale redox.

Durante la fase di riempimento delle differenti aliquote di contenitori, sarà posizionato un secchio sotto la zona in cui si sta operando onde evitare che ci siano dei piccoli sversamenti di acqua sul suolo.

Durante il riempimento dei contenitori è saranno indossati guanti monouso in nitrile; i guanti dovranno essere cambiati tra un campione e l'altro. Tutti i materiali usati nel corso del campionamento saranno monouso. I rifiuti liquidi prodotti nel corso del campionamento saranno stoccati in sito in appositi contenitori e smaltiti secondo la normativa vigente. Durante la fase di stoccaggio provvisorio su ogni contenitore sarà applicato un foglio contenente il nominativo del responsabile del rifiuto ed il codice EER identificativo del rifiuto.

#### **8.12 Conservazione dei campioni**

In ciascuna delle fasi di campionamento, immagazzinamento, trasporto e conservazione dei campioni deve essere presente un **controllo accurato di qualità**, al fine di garantire le seguenti condizioni:

- a) **assenza di contaminazione dell'ambiente circostante o derivante dagli strumenti** impiegati nel campionamento e prelievo;
- b) assenza di perdite di sostanze inquinanti sulle pareti dei campionatori o dei contenitori;
- c) **protezione del campione da contaminazione** derivante da rilascio di sostanze inquinanti dai contenitori;
- d) garanzia del **contenimento delle sostanze volatili**;
- e) **assenza di alterazioni biologiche** durante le fasi di immagazzinamento e conservazione;
- f) **assenza di modificazioni chimico - fisiche** delle sostanze durante qualunque fase.

Tali condizioni dovranno essere verificate per tutte le fasi previste, per tutte le diverse tipologie di analisi previste, per le diverse matrici ambientali investigate.

Al fine di determinare la corretta esecuzione dell'intera procedura di investigazione, dovranno essere riportate idonee certificazioni dell'avvenuto rispetto delle condizioni suddette sulla documentazione risultante della fase di investigazione.

#### **8.13 Modello standard del chain of custody**

Si definisce *chain of custody* (catena di custodia) le procedure documentate da adottare in tutte le operazioni di laboratorio, dal prelievo allo smaltimento, per garantire l'integrità del campione.

Scopo della catena di custodia è quello di provare, al cliente che ne ha fatto richiesta, in quale stato siano pervenuti i campioni inviati al laboratorio. A tal fine si adotterà una modulistica nel quale trovano spazio campi specifici per la registrazione alle seguenti informazioni:

- ragione sociale/nominativo del Committente;

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*

Fase I: aggiornamento PdC

- ragione sociale/nominativo al quale inviare i RdP;
- cantiere di provenienza;
- nome di chi effettua il campionamento/prelievo/ritiro;
- provenienza del campione;
- numero progressivo identificativo dei campioni e per ciascuno di questi:
- data e ora del campionamento/prelievo ritiro,
- n° di bottiglie/barattoli campionati/prelevati/ritirati
- n° vials campionate/prelevate/ritirate
- matrice del campione (T = terreno, A = acqua, S = sedimento, R = rifiuto, A = aria, altri),
- tipo di analisi da eseguire,
- note relative al campione,
- numero identificativo interno assegnato dal laboratorio al momento;
- tempistica delle analisi:
- normale o urgente,
- approvazione della procedura di urgenza;
- data richiesta per la consegna dei risultati,
- approvazione circa la data proposta per la consegna dei risultati ed eventuale data diversa prevista
- modalità di consegna dei rapporti di prova con indicazione della necessità di invio di risultati preliminari ed indirizzo di posta elettronica al quale inviare i RdP;
- nome di chi rilascia il documento una volta compiute le operazioni di campionamento/prelievo/ritiro.

#### 8.14 Elaborazione ed interpretazione dei dati

I risultati analitici elaborati durante le indagini formeranno il supporto per la definizione del grado e della reale estensione della contaminazione presente, verificando eventualmente il modello concettuale ipotizzato.

La relazione che accompagna la **presentazione dei risultati** delle analisi dovrà quindi riportare:

- a) le metodiche di campionamento impiegate;
- b) le metodiche analitiche impiegate;
- c) le elaborazioni dei dati eseguite e le eventuali procedure di calcolo statistico utilizzati per l'ottenimento delle risultanze conclusive.

I risultati conclusivi dovranno essere espressi **sia sotto forma di relazioni e tabelle riassuntive che di rappresentazione grafiche**, con **allegati cartografici** di corredo per la comprensione oggettiva del sistema di investigazione predisposto.

In particolare, dovranno essere realizzate almeno:

1. cartografia con ubicazione delle sorgenti di inquinamento;
2. cartografia con ubicazione e descrizione dei punti di campionamento delle indagini svolte;
3. cartografia della caratterizzazione idrologica, rappresentante i punti di campionamento piezometrico e le direzioni prevalenti di flusso;
4. cartografia recante i risultati delle indagini geognostiche e geofisiche attuate;
5. cartografia recante l'ubicazione dei potenziali bersagli.

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
Fase I: aggiornamento PdC*

La stessa codifica dei punti di campionamento e di analisi delle diverse matrici ambientali dovrà essere presente sulla documentazione tecnica conclusiva e sulla cartografia allegata, con corrispondenza biunivoca.

Inoltre **dovrà essere effettuata una stima preliminare dei volumi di terreno interessati dalla contaminazione** e le prime indicazioni sulle **possibili alternative tecnologiche di bonifica e/o messa in sicurezza permanente** del sottosuolo del sito e le ulteriori indagini da realizzarsi nonché le stratigrafie di ogni sondaggio, le fotografie delle cassette e la presentazione dei risultati analitici effettuata in conformità al D.Lgs 152/2006, sulla base dei valori di concentrazione limite accettabili indicati nell'Allegato 5 alla parte IV.

### 8.15 Smaltimento del materiale prelevato

Sono inclusi nei servizi richiesti anche lo smaltimento, oltre che delle **acque di falda emunte e stoccate nelle cisternette** e del **materiale estratto e conservato nelle cassette catalogatrici**, anche di **eventuali materiali di risulta** derivanti dalle attività di indagine e dalle attività di lavaggio e pulizia della strumentazione di campo.

Il trasporto e lo smaltimento di tali rifiuti dovranno essere eseguiti in base alla normativa vigente e pertanto i vettori dovranno essere autorizzati e la destinazione finale dovrà essere ad idoneo impianto autorizzato; dovrà essere data alla Committente evidenza dell'avvenuto smaltimento dei residui di lavorazione, secondo le norme vigenti.

L'Affidataria sarà in ogni caso considerata responsabile della corretta gestione dei rifiuti prodotti all'interno dell'area di lavoro e pertanto, ai fini delle operazioni di prelievo, trasporto, recupero e/o smaltimento sarà considerata a tutti gli effetti il "produttore" e "detentore" dei rifiuti in oggetto.

Per tutti i rifiuti inviati a smaltimento, sia solidi che liquidi, l'Affidataria dovrà trasmettere alla Committente oltre la quarta copia del **formulario di trasporto**, anche il **certificato di avvenuto smaltimento rilasciato dal titolare dell'impianto** secondo quanto previsto dall'Art. 188, comma 4 del D. Lgs. 152/2006.

## 9 PRIME INDICAZIONI SULLA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA

Nel seguito verranno descritte le scelte progettuali e organizzative, procedure e misure preventive e protettive, in riferimento all'area di cantiere, all'organizzazione del cantiere e alle lavorazioni e verranno quantificati sommariamente i costi della sicurezza, onde permettere di inserirli nel quadro economico.

### 9.1 Pianificazione della sicurezza

L'organizzazione di cantiere sarà coordinata in funzione dell'avanzamento del cantiere stesso. Le regole per la regolamentazione degli accessi e della circolazione dei mezzi e dei dispositivi di protezione individuale saranno regolamentate dai coordinatori.

Cartellonistica e segnaletica di cantiere: All'ingresso del cantiere sarà apposta idonea cartellonistica e segnaletica di sicurezza di avvertimento. Servizi sanitari e pronto intervento. Per quanto riguarda i servizi sanitari, è prevista una cassetta di pronto soccorso contenente i presidi sanitari indispensabili per le prime cure ai lavoratori feriti o colpiti da malore improvviso.

Esercizio delle macchine: Tutti i mezzi e le attrezzature saranno utilizzati e mantenuti secondo le istruzioni fornite dal fabbricante e sottoposte alle verifiche della normativa vigente al fine di controllarne l'efficienza e

*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli*  
*Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento*  
*(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015*  
*Fase I: aggiornamento PdC*

le condizioni di sicurezza nel corso del tempo. Le modalità di esercizio delle macchine saranno oggetto di specifiche istruzioni, notificate al personale addetto precedentemente identificato e a quello eventualmente coinvolto, anche a mezzo di avvisi collettivi affissi in cantiere.

Informazione e formazione: Tutti i lavoratori saranno informati sui rischi principali della loro attività attraverso una specifica attività di informazione-formazione promossa e attuata dall'impresa con l'eventuale ausilio degli organismi paritetici (es. distribuzione opuscoli e conferenze di cantiere).

All'attività sopraindicata concorrerà anche la divulgazione del contenuto del piano e degli altri documenti aziendali inerenti alla sicurezza degli addetti (es. manuali d'uso e manutenzione delle attrezzature e dei D.P.I., istruzioni per gli addetti, ecc.).

Dispositivi di protezione individuale: In relazione alle attività previste in fase progettuale, tutti i lavoratori saranno dotati dell'equipaggiamento di sicurezza idoneo all'esecuzione delle attività e ai rischi specifici. In ogni caso valgono le indicazioni generali riportate nell'Allegato VIII del D. Lgs. 9 Aprile 2008, n. 81.

## **9.2 Individuazione, analisi e valutazione dei rischi in riferimento all'area e all'organizzazione del cantiere nonché alle lavorazioni interferenti**

Preso atto della particolarità del cantiere che si dovrà instaurare rispetto ad un normale cantiere edile, in fase operativa, al fine di assicurare la protezione dei lavoratori nei confronti del rischio sanitario dovranno essere valutati i rischi sito-specifici di cui ai paragrafi seguenti.

### **9.2.1 Rischio chimico**

Misure organizzative: considerato che non si hanno notizie certe sulla precisa cronistoria delle attività svolte nel sito, al fine di operare a vantaggio di sicurezza, si tiene conto di tutte le fasi lavorative e pianificate al fine di eliminare e/o ridurre al minimo eventuali rischi derivanti dalla presenza di prodotti chimici pericolosi e/o cancerogeni. Per l'eventuale manipolazione di prodotti pericolosi si provvederà affinché gli stessi, vengano contenuti e conservati in contenitori/involucri con modalità tali da garantire, nel tempo, la sicurezza degli addetti, evitandone la fuoriuscita, l'esposizione ed il contatto da parte dei lavoratori. Le aree destinate allo stoccaggio dei rifiuti, in relazione alla diversa natura delle sostanze e preparati, saranno dotate di idonea segnaletica atta a permettere la facile identificazione delle caratteristiche di pericolo per la salute dei lavoratori. I contenitori delle sostanze pericolose saranno dotati di idonea segnaletica di sicurezza (etichettatura apposta direttamente sui contenitori e scheda di sicurezza) al fine di consentire ai lavoratori di riconoscere facilmente la natura della sostanza e di adottare le necessarie misure di prevenzione. I recipienti saranno stoccati all'interno di bacini di contenimento adeguatamente predisposti al fine di contenere sversamenti accidentali e renderne agevole il recupero. Tutte le eventuali sostanze pericolose che si prevede di utilizzare in cantiere saranno descritte nel POS allegando le relative schede di sicurezza. Sempre nel POS saranno inoltre espone in maniera dettagliata tutte le misure per ridurre il rischio correlato all'uso di eventuali sostanze pericolose, in linea con quanto previsto dal D.Lgs. 81/2008.

Misure individuali: prescrizione dell'utilizzo di guanti, indumenti da lavoro (tyvek a perdere), protezioni facciali, calzature, etc.

### **9.2.2 Rischio rumore**

Misure organizzative: considerata la natura delle lavorazioni a eseguirsi, saranno introdotte e rispettate pause di riposo acustico per la riduzione del tempo di esposizione, e sarà programmata la rotazione delle squadre operative alternando mansioni con esposizione elevata ad altre con bassa esposizione.



*Sito Orfano "Ex mattatoio comunale Santa Maria Capua Vetere": progettazione e realizzazione interventi di bonifica di suoli  
Aggiornamento (Fase I) del piano di caratterizzazione ambientale di cui ai DD n. 813 del 27/10/2015 e DD n. 854 del 03/11/2015 e aggiornamento  
(Fase II) della analisi di rischio sito specifica di cui alla convenzione di servizi prot. 2015 0765794 del 10/11/2015  
Fase I: aggiornamento PdC*

**Misure individuali:** prescrizione dell'utilizzo di protettori auricolari (inserti, cuffie, caschi) specifici alle caratteristiche del rumore a cui i lavoratori saranno esposti.

### 9.2.3 Rischio incendi

**Misure organizzative:** Le attività previste in cantiere nell'ambito del presente appalto saranno svolte esclusivamente in ambiente aperto e lontano da attività abitative, industriali, commerciali o altro. In cantiere non si prevede il deposito di quantità importanti di materiali infiammabili. Pertanto, il pericolo di incendio è irrilevante. Per interventi rapidi su eventuali incendi, in cantiere e nel mezzo di servizio saranno presenti estintori scelti in base al loro specifico campo d'impiego.

## 9.3 Lavorazioni interferenti

Il cantiere dovrà essere organizzato per evitare l'interferenza tra più lavorazioni. Nel caso in corso d'opera ci fosse la necessità di sovrapporre diverse fasi di lavoro, il coordinatore per l'esecuzione in accordo con l'impresa esecutrice provvederanno alla pianificazione delle stesse.

# 10 CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ

Le attività di campo e di laboratorio dovranno avere termine entro 45 gg dal verbale di consegna dei lavori da parte del D.E.C. L'Affidatario dovrà consegnare la Relazione finale delle attività svolte entro 8 giorni naturali e consecutivi dal termine del completamento delle attività di indagine di cui al precedente.

Entro 15 giorni naturali e consecutivi dalla data di avvio attività, l'Impresa esecutrice formalizzerà il **Programma Operativo** delle attività da espletare, che sarà approvato da parte del DEC d'intesa con il RUP.

Sarà cura del Contraente calendarizzare e comunicare ad ARPA Sicilia le date effettive delle singole attività in modo da poter organizzare il contraddittorio.