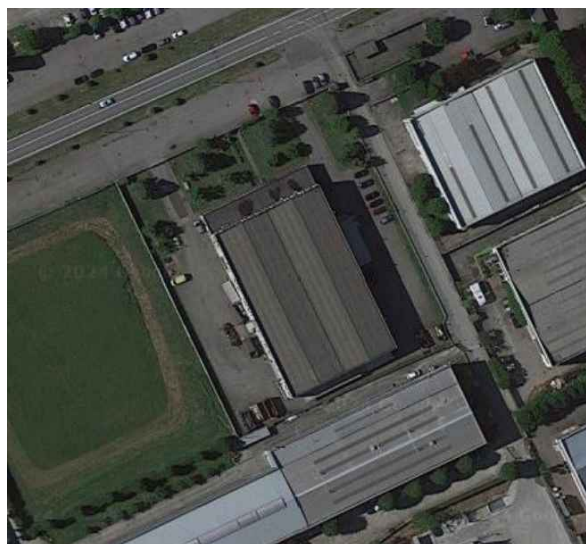


**PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) - MISSIONE 2 COMPONENTE 4,
INVESTIMENTO 3.4, INTERVENTI DI BONIFICA E RIPRISTINO AMBIENTALE DEI SITI ORFANI
RICADENTI NEL TERRITORIO DELLA REGIONE LOMBARDIA. FINANZIATO DALL'UNIONE
EUROPEA - NEXT GENERATION EU.**



intellera
consulting




PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA

SITO ORFANO MI150.0001 - AREA EX SIECAM

Integrazione Variante Progetto Operativo di Bonifica ai sensi del D.lgs 152/06 e s.m.i.

Progetto	Fase	Edificio/Area	Categoria	Sottocategoria	Blocco	Piano	Ambito	Tipologia	Progressivo	Revisione
E03423	POB	A06	GEN	-	-	PCP	PR	RR	00002	00
Cup G91J21000130006		Redatto Intellera Consulting		Controllato Dario Biavati		Approvato Leonardo Malagò		Scala -		Data 29/04/2024

 Via Taramelli 26 - 20124 Milano	IL DIRETTORE GENERALE	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
	Ing. Lorenzo Gubian	Ing. Rosario Luca Cirrelli
REDAZIONE PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA (Intellera - SGI Ingegneria)		
Intellera Consulting S.r.l. (Task Force Ambiente) Paolo Pasquini Donata Balzarolo		SGI Ingegneria S.r.l. Leonardo Malagò, Dario Biavati Lara Aleotti, Giulia Maurillo

Rev.00	29 01 2024	Emissione
Emissione / revisione	Data	Riferimento emissione / revisione

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) - Missione 2
Componente 4, Investimento 3.4, Interventi di Bonifica e Ripristino
Ambientale dei Siti Orfani Ricadenti nel Territorio della Regione
Lombardia. Finanziato dall'Unione europea – Next Generation EU

Comune di MORIMONDO – Ex SIECAM
Codice Agisco MI150.0001

**INTEGRAZIONE
VARIANTE PROGETTO OPERATIVO DI
BONIFICA**

CUP: **G81J21000050006**

Revisione del Documento: **00**

Data revisione: **29-04-2024**

	Società	Struttura	Nome	Data	Firma
Redatto da:	Intellera Consulting S.p.A.	Task Force Ambiente SGI Ingegneria S.r.l.	Donata Balzarolo Paolo Pasquini Dario Biavati Leonardo Malagò Lara Aleotti	29/04/24	
Verificato da:	Intellera Consulting S.p.A.	SGI Ingegneria S.r.l.	Dario Biavati Leonardo Malagò Lara Aleotti	29/04/24	
Approvato da:	Intellera Consulting S.p.A.	SGI Ingegneria S.r.l.	Dario Biavati Leonardo Malagò Lara Aleotti	29/04/24	
Emesso da:	ARIA spa	Patrim. Reg., Ambiente e Progetti Speciali	Rosario Cirrelli	29/04/24	

Cronologia delle Revisioni

Revisione	Data	Sintesi delle Modifiche
02		
01		
00	29/04/24	Prima emissione

Limiti di utilizzo del documento

Il presente documento è predisposto per esclusivo utilizzo in ambito al procedimento ambientale presso il Comune di Morimondo (MI) per il sito denominato "Ex SIECAM", Codice Agisco MI150.0001. Le attività previste dal presente procedimento ambientale rientrano nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) - Misura M2C4, Investimento 3.4, Bonifica del "suolo dei siti orfani". Finanziato dall'Unione europea – Next Generation EU, giusto decreto del Ministro della transizione ecologica 4 agosto 2022, n. 301, recante il Piano d'azione per la riqualificazione dei siti orfani (elenco siti orfani allegato 2, articolo 4, comma 1).

Disposizioni e indicazioni di riferimento del documento

Il presente documento è redatto in conformità:

- a) alle disposizioni previste dalla normativa comunitaria e nazionale, con particolare riferimento a quanto previsto dal regolamento (UE) 2021/241 e dal decreto-legge n. 77 del 2021, convertito, con modificazioni, dalla legge n. 108 del 2021;
- b) alle indicazioni in relazione ai principi orizzontali di cui all'articolo 5 del regolamento (UE) 2021/241 ossia il principio di non arrecare un danno significativo agli obiettivi ambientali (principio DNSH), ai sensi dell'articolo 17 del regolamento (UE) 2020/852 e garantire la coerenza con il PNRR approvato dalla Commissione europea

Indice

1.	Premessa e scopo del documento.....	5
2.	Analisi di Rischio hot-spot C8.....	7
2.1	Modello Concettuale sito specifico.....	7
2.2	Analisi di rischio matrice suolo/sottosuolo.....	9
2.2.1	Impostazione della simulazione (Setup).....	9
2.2.1.1	Modello Concettuale del sito	9
2.2.1.2	Recettori	9
2.2.2	Principali parametri di input utilizzati.....	10
2.2.2.1	Contaminanti indicatori e concentrazioni in sorgente	10
2.2.2.2	Fattori di esposizione	10
2.2.2.3	Parametri del sito.....	11
2.2.3	Calcolo del rischio suolo superficiale	13
2.2.4	Calcolo del rischio suolo profondo	13
3.	Integrazione Variante Progetto operativo di bonifica.....	15
3.1	Hot-spot C7	15
3.2	Hot-spot C8	16
3.2.1	Operazioni di scavo	16
3.2.2	Messa in sicurezza permanente.....	17
3.2.3	Collaudo delle saldature della geomembrana in HDPE	18
3.3	Campioni ed Analisi di collaudo.....	24
3.3.1	Set analitico	24
3.4	Gestione rifiuti prodotti.....	25
3.5	Smaltimento rifiuti stoccati.....	28
3.6	Ripristino delle aree	28
3.7	Monitoraggi acque sotterranee post-intervento	29
4.	Computo metrico e cronoprogramma	30

Indice delle Tabelle

Tabella 1: Riepilogo documentazione consultata	5
Tabella 2: Modello Concettuale sito specifico per analisi di rischio	7
Tabella 3: riepilogo valori di input (CRS – Concentrazioni Rappresentative Sorgente).....	10
Tabella 4: Parametri di esposizione	10
Tabella 5: Caratteristiche del sito: principali parametri di input relativi alla geometria della sorgente	11
Tabella 6: Caratteristiche del sito: principali parametri di input relativi al terreno insaturo	12
Tabella 7: Caratteristiche del sito: principali parametri di input relativi al terreno saturo	12
Tabella 8: Caratteristiche del sito: principali parametri di input relativi all'ambiente outdoor	12
Tabella 9: Valori di output del programma Risk Net – Suolo Superficiale	13
Tabella 10: Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) – Suolo Superficiale	13
Tabella 11: Valori di output del programma Risk Net – Suolo Profondo	13
Tabella 12: Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) – Suolo Profondo.....	14
Tabella 13: Dimensioni scavo di bonifica per hot-spot C7 e campioni di collaudo.	15
Tabella 14: Dimensioni scavo di bonifica per hot-spot C8 e campioni di collaudo.	16
Tabella 15: Riepilogo campioni di collaudo.	24
Tabella 16: Parametri da ricercare nei campioni di terreno prelevati dai sondaggi	25
Tabella 17: Stima della quantità di cemento prodotto	26
Tabella 18: Stima della quantità di terreno da scavo.....	27
Tabella 19: Metodiche di campionamento delle acque	29

Indice delle Figure

Figura 1: Percorsi attivati per la simulazione eseguite nel presente documento	9
Figura 2: Recettori individuati.....	10
Figura 3: Sorgente di potenziale contaminazione (vedi tav. 3).....	11
Figura 4: Sezione scavo Hot-spot C7 (vedi Tav. 5).....	15
Figura 5: Particolare capping area sottoposta a MISP.....	17
Figura 6: Area sottoposta a MISP (stralcio tavola 5).....	18
Figura 7: Giunto a doppia saldatura (con canaletta di prova).....	18
Figura 8: Giunto a cordone sovrapposto	19
Figura 9: Dimensioni dei giunti saldati.....	19
Figura 10: Relazione tra tipologia di giunto e metodo di prova.....	21
Figura 11: Valori della pressione di prova	22

Indice delle Tavole

Tavola 1 rev.1: Carta ubicazione area di indagine
Tavola 2 rev.1: Carta ubicazione indagini pregresse con superamenti dei limiti da normativa
Tavola 3 rev.1: Carta sorgente di potenziale contaminazione
Tavola 4 rev.1: Carta aree di intervento
Tavola 5 rev.1: Carta particolari aree di intervento

Allegati

Allegato 1: Output Analisi di rischio matrice suolo/sottosuolo – Hot-spot C8

1. Premessa e scopo del documento

Il presente documento redatto da Intellera Consulting S.p.A.-SGI Ingegneria S.r.l. per conto di ARIA S.p.A., rappresenta l'**Integrazione alla Variante del Progetto Operativo di Bonifica** preparata in risposta ai pareri espressi dagli Enti in ambito alla conferenza di servizi convocata dal Comune di Morimondo (MI) in nota Prot. 633 del 22/02/2024 ai sensi dell'art. 14, c. 2, della l.241/90 con svolgimento previsto in forma semplificata e con modalità asincrona ai sensi dell'art. 14-bis della legge medesima, relativamente al documento "**Variante al Progetto Operativo di Bonifica**" per il sito Ex SIECAM - Codice Agisco MI150.0001, ubicato nel territorio comunale di Morimondo (MI) in Via per Caselle n.10.

Di seguito si riporta l'elenco dei pareri pervenuti alla scrivente da parte dell'ente procedente e considerati nella preparazione della presente Integrazione.

N.	Estremi documento	Origine
1	Parere ATS Milano Città Metropolitana sul documento " <i>Variante al Progetto Operativo di Bonifica ai sensi dell'art. 242 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.</i> "	ATS – Prot./N. 66516 del 08/04/2024
2	Valutazioni tecniche limitatamente agli aspetti ambientali di competenza e da intendersi quale contributo ai fini istruttori sul documento " <i>Variante al Progetto Operativo di Bonifica ai sensi dell'art. 242 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.</i> "	ARPA Lombardia nota arpa_mi.57305 del 08/04/2024
3	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) "Misura M2C4, Investimento 3.4, Bonifica del "Suolo dei Siti Orfani" - Insediamento ex SIECAM Srl ubicato in via per Caselle in Comune di Morimondo (Mi) - conferenza di servizi	Città Metropolitana di Milano - Protocollo 62287 del 10/04/2024

Tabella 1: Riepilogo documentazione consultata

A necessitare la preparazione dell'Integrazione qui proposta sono i passaggi estratti dal parere di ATS e ARPA ripercorsi per comodità di seguito:

ATS

- Analisi di Rischio Hot-spot C8

« [...] fatta salva la valutazione del modello concettuale di contaminazione e dei dati sito-specifici da parte di Arpa Lombardia e di Città Metropolitana di Milano, si evidenzia che la Parte non ha attivato il percorso di inalazione vapori, in quanto come riportato nel documento di supporto alla Banca Dati ISS-INAIL di marzo 2018 "si ritiene opportuno attivare il percorso di "inalazione di vapori" solo per gli aromatici e alifatici aventi un punto di ebollizione compreso nell'intervallo di circa 28-218°C, quindi per la classe Idrocarburi C 12".

Nel medesimo documento sopracitato, è opportuno però considerare anche quanto segue: "Nel caso di composti idrocarburi C>12 presenti nel suolo insaturo e /o nelle acque di falda, si ritiene opportuno valutare, in accordo con gli Enti di Controllo, la necessità di ricercare le frazioni C 12 nei gas interstiziali anche nel caso in cui tali frazioni non siano presenti nei due comparti ambientali di cui sopra, tenendo conto delle condizioni specifiche del sito e della possibile presenza di prodotti di degradazione delle frazioni pesanti."

Inoltre, in riferimento alla nota del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) "Trasmissione resoconto tavolo tecnico del 18/07/2018" - REGISTRO UFFICIALE Prot. 17849/STA del 07/09/2018, è possibile, in caso di superamenti delle CSC per le frazioni di idrocarburi C>12 e non per le frazioni C<12, richiedere l'attivazione del percorso di volatilizzazione per il parametro idrocarburi C>12, al fine di:

- nel caso di accettabilità del rischio, escludere la necessità di ricercare frazioni C<12 nei soil gas;
- nel caso di non accettabilità del rischio, valutare la necessità di ricercare le frazioni leggere nei gas interstiziali.

Si evidenzia, comunque, che le indagini del 2023 hanno rilevato l'assenza di superamenti rispetto le CSC di riferimento e pertanto sembrerebbe essersi modificato il modello concettuale di contaminazione e di conseguenza la necessità di valutazione del percorso di inalazione vapori; si rimandano ad Arpa Lombardia eventuali considerazioni, in riferimento alla validità odierna dei risultati delle indagini del 2004-2006 che avevano mostrato superamenti rispetto le CSC, visti gli esiti delle nuove indagini del 2023 che invece non hanno evidenziati».

ARPA

- Analisi di Rischio Hot-spot C8

« [...] Relativamente al Modello Concettuale come ricostruito e da cui le Sorgenti individuate, si osserva che le Sorgenti in SS e SP sono state delimitate arealmente con criteri soggettivi (non giustificati dalle pregresse indagini/caratterizzazioni eseguite in sito) e non delimitata con i poligoni di Thiessen come da indicazioni del paragrafo 3.1.1 "Delimitazione delle sorgenti nel suolo" dei Criteri Metodologici di ISPRA; anche in senso verticale (da cui lo

spessore della Sorgente in SP) il bottom è stato ubicato a 3,4 m senza considerare il sotteso campione conforme C8(4-5m); al riguardo, i Criteri Metodologici indicano di porsi in condizioni ambientali più cautelative e da cui lo spessore della sorgente cautelativamente esteso fino al primo campione, conforme e pertanto, per il caso in esame, estesa fino a 4 m da cui uno spessore pari a 3 m non a 2,4 m come indicato nelle elaborazioni eseguite.

Relativamente al percorso di inalazioni vapori non attivato per gli idrocarburi con riferimento alle frazioni della speciazione MADEP eseguita, si osserva che la stessa è stata effettuata su un campione conforme alle CSC di Colonna B e pertanto non rappresentativo delle pregresse non conformità verificate.

Si ritiene che a scopo cautelativo che la CRS (posta pari alla Cmax) sia attribuita alla classe di speciazione più critica per i percorsi e bersagli considerati.

Nel rimandare alle competenze sanitarie di ATS di Milano, si ritiene debba essere attivato il percorso di inalazioni vapori non attivando l'opzione "Attiva il percorso di volatilizzazione solo per i composti volatili (classi VC*, VOC* e SVOC*)"; eventuale dato diretto potrebbe essere verificato mediante specifico piano di monitoraggio dei soil gas.

Da una verifica speditiva effettuata dalla scrivente Agenzia, si porta a conoscenza gli Enti che operando come sopra descritto, le elaborazioni in modalità diretta restituiscono un rischio ambientale non accettabile per la frazione idrocarburica Aromatici C13-22 sia dalla Sorgente in SS che dalla Sorgente in SP ed un rischio sanitario non accettabile per il percorso di inalazione vapori indoor per il bersaglio commerciale per la frazione idrocarburica Alifatici C13-18 dalla Sorgente in SS.

Relativamente al rischio di inalazione vapori, si suggerisce la verifica di eventuali bersagli entro i 30 m dal perimetro della sorgente».

- intervento di bonifica degli hot spot C2, C6 e C7

« [...] per gli aspetti ambientali di competenza non si hanno osservazioni; si prende atto del ridimensionamento dello scavo di bonifica relativamente al hot Spot C7 spinto fino a 2 m da p.c. e non fino a 6,0 m da p.c. come nel pregresso progetto di bonifica approvato. Con riferimento alle risultanze delle pregresse indagini e successive integrazioni, si suggerisce di approfondire lo scavo di bonifica di almeno ulteriori 50 cm per una profondità di scavo quindi di 2,5 m da p.c.».

Alle successive sezioni del documento: Capitolo 2 e Capitolo 3, è affidato il compito di integrare le conseguenti modifiche e le risposte discendenti le succitate osservazioni degli enti, mentre al Capitolo 4 è presentato l'aggiornamento del computo metrico degli interventi.

2. Analisi di Rischio hot-spot C8

In relazione ai pareri richiamati in Premessa e in particolare a quanto espresso da ARPA nelle “*Valutazioni tecniche limitatamente agli aspetti ambientali di competenza e da intendersi quale contributo ai fini istruttori*” di seguito si riporta l'aggiornamento dell'Analisi di rischio elaborata per l'hot-spot C8, inteso, dunque, integrare le modifiche al modello concettuale indicate dall'Agenzia.

2.1 Modello Concettuale sito specifico

Di seguito il modello concettuale aggiornato e alla base della rielaborazione dell'Analisi di Rischio.

Sorgente	Vie di contaminazione	Modalità di esposizione	Bersaglio	Valutazione qualitativa dei possibili scenari di esposizione
Suolo superficiale contaminato (esposizione <i>diretta</i> ¹)		Contatto dermico e/o ingestione di terreno contaminato	Recettore uomo	PERCORSO SIMULATO
Matrice suolo e sottosuolo	Aria <i>outdoor</i> (erosione del vento e dispersione)	Inalazione di polveri <i>outdoor</i>		Non sono presenti contaminati volatili pertanto tale percorso non risulta attivo (si vedano gli approfondimenti fuori tabella riportati di seguito)
	Aria <i>outdoor/indoor</i> (volatilizzazione e dispersione)	Inalazione di vapori <i>outdoor/indoor</i>		
	Lisciviazione verso la falda sottostante	/	Falda al POC	PERCORSO SIMULATO
Falda	/	Ingestione di acqua potabile (esposizione diretta)	Recettore uomo	Sulla base delle indagini effettuate, si evidenzia l'assenza di superamenti delle CSC tab.2 del D.Lgs 152/06 pertanto non risulta necessario eseguire la verifica del rischio.
	Aria <i>outdoor/indoor</i> (Volatilizzazione e dispersione)	Inalazione di vapori <i>outdoor/indoor</i> provenienti dalla falda		
	Trasporto in falda	/	Falda al POC	

Tabella 2: Modello Concettuale sito specifico per analisi di rischio

A giustificazione della volontà di confermare l'esclusione del percorso di inalazione vapori per la matrice suolo e sottosuolo sono sia l'assenza in tutte le campagne di indagine eseguite (2003, 2006 e 2023) degli idrocarburi leggeri C<12 - sempre inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale, sia l'osservazione stessa di ATS Milano (Prot./N. 66516 del 08/04/2024) nel parere sul documento “*Variante al Progetto Operativo di Bonifica ai sensi dell'art. 242 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.*” dove si riporta che “...le indagini eseguite nel 2023 [ndr. in particolare, nell'area dell'Hot-spot C8] hanno evidenziato l'assenza di superamenti rispetto le CSC di riferimento e pertanto sembrerebbe essersi modificato il modello concettuale di contaminazione e di conseguenza la necessità di valutazione del percorso di inalazione vapori”.

Si precisa altresì che l'area dell'hot-spot C8 è anch'essa di ridotte dimensioni e che le indagini specificatamente eseguite nel 2023 d'accordo con gli Enti, sono state fatte proprio con obiettivo l'accertamento dello stato di fatto, a distanza di anni, della contaminazione e delle superfici coinvolte. In particolare:

- il sondaggio S14 è stato eseguito ad una distanza di circa 1 metro dal punto C8 e di circa 1,3 metri dal punto C8 ter. Tale sondaggio ha evidenziato un valore di idrocarburi pesanti pari a 30,1 mg/kg nel campione tra 0,2 e 1 m da p.c. ed inferiore al limite di rilevabilità nel campione 1,0 – 3,5 m da p.c.
- il sondaggio S12 risulta a circa 1 metro dal punto C8bis. Tale sondaggio presenta una concentrazione di idrocarburi pesanti nel primo metro pari a 8 mg/kg.

¹ Definizione di *esposizione diretta*: quando la via di contaminazione coincide con la sorgente di contaminazione.

L'Analisi di rischio riportata di seguito:

1. è stata condotta recependo quanto espresso da Arpa Lombardia nelle valutazioni relative al progetto operativo di bonifica presentato;
2. è stata condotta con il programma *RISK-NET 3.1.1 pro* (settembre 2019). Si ricorda che la procedura di calcolo di tale programma segue:
 - la metodologia ASTM PS 104/98, indicata, tra l'altro, nell'allegato 1 "*Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica*" al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 recante "*Norme in campo ambientale*";
 - la procedura APAT-ISPRA "*Criteri metodologici l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati*" rev.02 marzo 2008;
3. è stata condotta tenendo conto delle indicazioni riportate nel Manuale ISPRA per l'applicazione della procedura di analisi di rischio sanitario. Si evidenzia, inoltre, che i valori dei parametri chimico-fisici e tossicologici delle sostanze in oggetto sono stati estratti dalla *Banca dati ISS/INAIL "Proprietà chimico-fisiche e tossicologiche dei contaminanti"* (aggiornamento Marzo 2018);
4. è stata condotta conformemente al principio di cautela o conservatività; nello svolgimento dell'analisi di rischio, infatti, sono stati utilizzati dei dati di input cautelativi (ad es. parametri generici o sito-specifici, parametri di esposizione, dati di tossicità) in modo tale da porsi in uno scenario di riferimento tra i più gravosi possibili ed avere, pertanto, come risultato finale un valore del rischio di tipo conservativo,
5. è stata condotta effettuando il calcolo del rischio senza limitare le CRS alla C_{sat} , così come definito nelle linee guida MATTM dell'ottobre 2014.

2.2 Analisi di rischio matrice suolo/sottosuolo

Nel presente paragrafo si riporta l'Analisi di Rischio elaborata per l'hot-spot C8 rilevato nella matrice suolo superficiale e suolo profondo recependo quando espresso da ARPA Lombardia del documento di valutazione del POB.

2.2.1 Impostazione della simulazione (Setup)

2.2.1.1 Modello Concettuale del sito

I percorsi attivati sono i seguenti (v. fig. seguente):

- **Suolo superficiale:** contatti diretti (ingestione e contatto dermico), inalazione di polveri outdoor e lisciviazione dai terreni verso la falda sottostante.
- **Suolo profondo:** lisciviazione dai terreni verso la falda sottostante.

La modalità di esposizione ingestione e contatto dermico non necessita dell'applicazione di modelli di trasporto e destino degli inquinanti in quanto si configura come una esposizione diretta: sarà sufficiente, pertanto, oltre ai parametri di esposizione del recettore uomo, inserire la concentrazione del suolo superficiale.

Si sottolinea che non sono presenti composti volatili e che le frazioni idrocarburiche leggere non risultano contaminanti indicatori del sito (si veda quanto riportato al par. 2.1).

Modello Concettuale del Sito

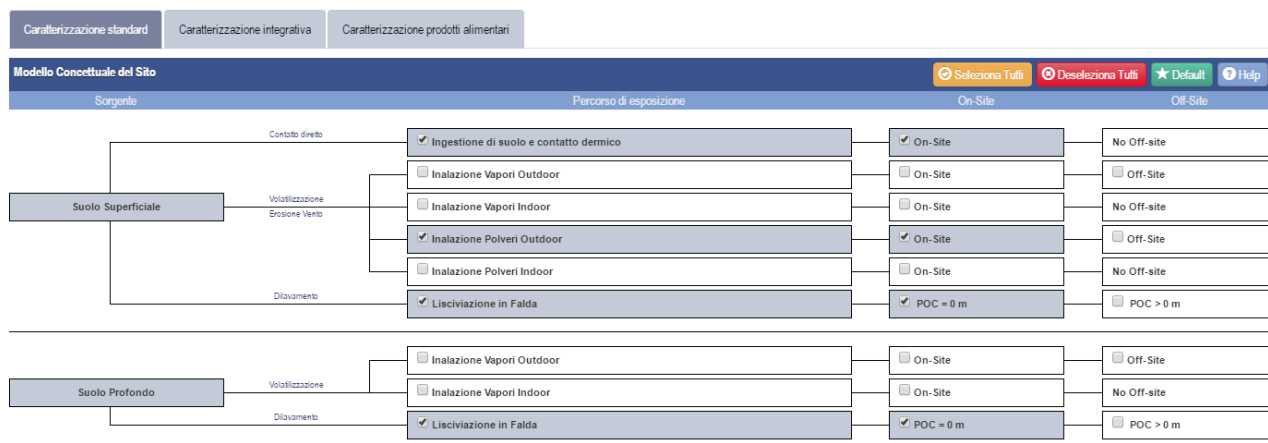


Figura 1: Percorsi attivati per la simulazione eseguite nel presente documento

2.2.1.2 Recettori

Alla luce dei percorsi attivi, riportati al paragrafo precedente, i recettori risultano:

- recettore uomo lavoratore;
- recettore falda per la quale occorre vi sia la verifica del rispetto delle CSC al punto di conformità (POC).

Figura 2: Recettori individuati

2.2.2 Principali parametri di input utilizzati

2.2.2.1 Contaminanti indicatori e concentrazioni in sorgente

I risultati delle analisi chimiche eseguite per la matrice suolo/sottosuolo nel corso delle diverse campagne di indagine hanno evidenziato i valori massimi sotto riportati e suddivisi tra suolo superficiale e suolo profondo.

Nome punto	Profondità di prelievo (m da p.c.)	Parametri	CSC tab. 1 col. A D.Lgs 152/06	Valore (mg/kg s.s.)
SUOLO SUPERFICIALE				
C8	0 - 1	Idrocarburi pesanti C>12	750	2.289
SUOLO PROFONDO				
C8 ter	2,8 – 3,4	Idrocarburi pesanti C>12	750	1.770

Tabella 3: riepilogo valori di input (CRS – Concentrazioni Rappresentative Sorgente)

Come richiesto da ARPA Lombardia nelle valutazioni tecniche relative al POB, è stata inserita come concentrazione rappresentativa della sorgente il valore massimo a tutte le frazioni idrocarburiche per poi valutare in relazione ai percorsi attivati quella maggiormente critica.

2.2.2.2 Fattori di esposizione

Nella tabella seguente si riportano i principali parametri utilizzati per la caratterizzazione dell'esposizione umana che sono stati estratti dai valori indicati dal manuale ISPRA in particolare per il recettore uomo lavoratore.

Parametro	Recettore uomo lavoratore
Tempo medio di esposizione per le sostanze cancerogene (anni)	70
Durata esposizione (anni)	25
Frequenza esposizione (giorni/anno)	250
Tasso di ingestione di suolo (mg/giorno)	50
Superficie di pelle esposta (cm ²)	3.300
Fattore di aderenza dermica (mg/cm ² /d)	0,2
Frequenza giornaliera outdoor/indoor (ore/giorno)	8
Frazione di suolo nella polvere outdoor	1

Tabella 4: Parametri di esposizione

2.2.2.3 Parametri del sito

1. Geometria Sorgenti

Nella figura seguente si riporta la geometria della sorgente di potenziale contaminazione ottenuta applicando un approccio ragionato in particolare in funzione dei sondaggi integrativi eseguiti nel 2023, in accordo con ARPA, proprio per definire arealmente la sorgente di potenziale contaminazione (finanche con valore di sondaggio di collaudo, qualora fosse stato mantenuto l'intervento di scavo con protezione delle pareti con opere provvisionali) e per acquisire i dati sito specifici per l'Analisi di Rischio.

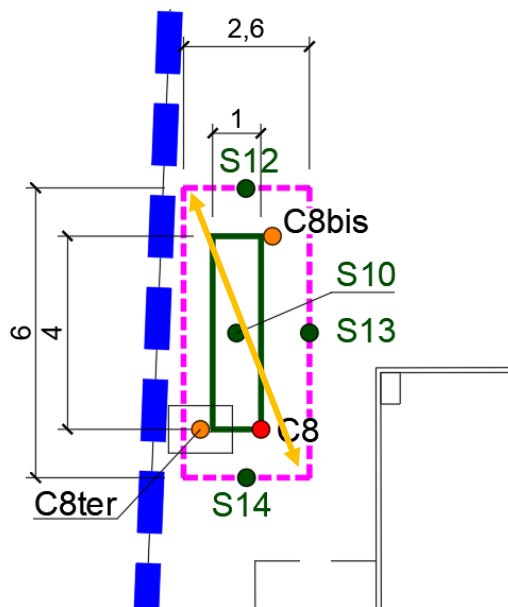


Figura 3: Sorgente di potenziale contaminazione (vedi tav. 3)

Nella tabella seguente si riportano i principali parametri di caratterizzazione del sito, con particolare riferimento alla geometria della sorgente.

Parametri	Simbolo	Valore	UdM	Note
Geometria Sorgenti				
Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	W	6,5	m	Estensione massima (assunzione cautelativa) – freccia arancione in figura precedente
Altezza della zona di miscelazione in aria	δ_{air}	2	m	Dato di default
Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	W'	6,5	m	Estensione massima (assunzione cautelativa) – freccia arancione in figura precedente
Suolo Superficiale				
Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	L_s (SS)	0	m	Dato di default
Spessore della sorgente nel suolo superficiale insaturo	d	1	m	
Suolo Profondo				
Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	L_s (SP)	1	m	Dato di default
Spessore della sorgente nel suolo profondo (insaturo)	ds	3,0	m	Profondità del primo campione conforme C8 (4-5 m)
Falda				
Soggiacenza della falda da p.c.	L_{gw}	9,0	m	Soggiacenza minima indicata nel Progetto preliminare/definitivo dell’agosto 2006 (Doc. 8)

Tabella 5: Caratteristiche del sito: principali parametri di input relativi alla geometria della sorgente

2. Zona insatura

Nella tabella seguente si riportano i principali parametri di caratterizzazione del sito, con particolare riferimento al terreno insaturo.

Parametri	Simbolo	Valore	UdM	Note
Tessitura della Zona Insatura				
Tessitura rappresentativa del suolo insaturo		Loamy Sand	-	Vedi risultati granulometrie – vedi par. 4.3.4
Caratteristiche della Zona Insatura				
Densità del suolo	ρ_s	1,7	g/cm ³	Dato di default
pH del suolo	pH	6,8	-	
Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo superficiale	$f_{oc, SS}$	0,00753	g/g	Vedi risultati foc – par. 4.3.4
Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo profondo	$f_{oc, SP}$	0,001	g/g	
Infiltrazione nel sottosuolo				
Piovosità media annua	P	106,3	cm/y	Vedi appendice 1
Frazione areale di fratture outdoor	η_{out}	1	-	Dato di default

Tabella 6: Caratteristiche del sito: principali parametri di input relativi al terreno insaturo

3. Zona satura

Nella tabella seguente si riportano i principali parametri di caratterizzazione del sito, con particolare riferimento al terreno saturo e alla falda.

Parametri	Simbolo	Valore	Udm	Note
Tessitura della Zona Satura				
Tessitura rappresentativa del suolo insaturo		Sand	-	Vedi risultati granulometrie – vedi par. 4.3.4
Caratteristiche della Zona Satura				
Spessore acquifero	da	2	m	Valore di default
Gradiente idraulico	i	0,001	m/m	Dato di bibliografia

Tabella 7: Caratteristiche del sito: principali parametri di input relativi al terreno saturo

4. Ambiente outdoor

Nella tabella seguente si riportano i principali parametri di caratterizzazione del sito, con particolare riferimento all'ambiente outdoor.

Parametri	Simbolo	Valore	Udm	Note
Dati meteo				
Velocità del vento	Uair	0,84	m/s	Vedi appendice 1 considerando la classe D (neutra – classe che si verifica con maggiore probabilità)
Velocità del vento misurata nella centralina meteo	Uair,sm	1,073	m/s	
Altezza della centralina	Hsm	10	m	
Classe di stabilità	-	Classe D	-	Classe neutra
Tipologia di area		Suolo Rurale	-	-
Altezza di riferimento per stima velocità del vento	BM	2	m	Dato di Default
Portata di particolato per unità di superficie	Pe	6,9E-14	g/cm/s2	

Tabella 8: Caratteristiche del sito: principali parametri di input relativi all'ambiente outdoor

2.2.3 Calcolo del rischio suolo superficiale

Nella seguente tabella si riporta un estratto dei file di output del programma RISK-NET per la sorgente suolo superficiale (vedi allegato 1).

Contaminanti	Valore (mg/kg s.s.)	RECETTORE UOMO	RECETTORE FALDA
		LAVORATORE	Percorso di lisciviazione
		HI	Rgw
Alifatici C13-C18	2.289	2,60e-2	4,38e-2
Alifatici C19-C36	2.289	1,30e-3	7,49e-5
Aromatici C13-C22	2.289	8,66e-2	5,95e+0
Valore Obiettivo (v. Manuale ISPRA)		≤ 1	≤ 1
Verifica Rischio		Accettabile	NON Accettabile

Tabella 9: Valori di output del programma Risk Net – Suolo Superficiale

Dall'esame della tabella si può notare che il rischio massimo associato alla frazione Idrocarburica Aromatica C13-C22 risulta:

- accettabile per l'ambiente outdoor;
- non accettabile per il recettore falda.

Sulla base dei risultati esposti nella tabella precedente, qui di seguito si riportano le Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) calcolate automaticamente dal programma in modo da verificare l'accettabilità del rischio sia per il recettore uomo che per il recettore falda.

Contaminanti	CRS (mg/kg s.s.)	CSR calcolate da RISK-NET (mg/kg s.s.)	Note	CSR da adottare = CSC (mg/kg s.s.)
Idrocarburi pesanti C>12	2.289	384,5 ²	CSR < CSC	750*
Essendo risultata la CSR<CSC, come indicato dalle Linee Guida MATTM n.29706/TRI del 18.11.2014, si considera quest'ultima come obiettivo di bonifica				

Tabella 10: Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) – Suolo Superficiale

SI EVIDENZIA COME LA CSR RELATIVA AGLI IDROCARBURI PESANTI C>12 SIA INFERIORE ALLA MASSIMA CONCENTRAZIONE RISCONTRATA IN SITO, PERTANTO, SARANNO NECESSARI INTERVENTI DI BONIFICA SULLA MATRICE SUOLO SUPERFICIALE.

2.2.4 Calcolo del rischio suolo profondo

Nella seguente tabella si riporta un estratto dei file di output del programma RISK-NET per la sorgente suolo profondo (vedi allegato 1).

Contaminanti	Valore (mg/kg s.s.)	RECETTORE FALDA
		Percorso di lisciviazione
		Rgw
Alifatici C13-C18	1.770	8,49e-1
Alifatici C19-C36	1.770	1,47e-3
Aromatici C13-C22	1.770	1,16e+2
Valore Obiettivo (v. Manuale ISPRA)		≤ 1
Verifica Rischio		Non Accettabile

Tabella 11: Valori di output del programma Risk Net – Suolo Profondo

² Relativo alla frazione più critica: Aromatici C13-C22

Dall'esame della tabella si può notare che il rischio massimo associato alla frazione Idrocarburica Aromatica C13-C22 risulta non accettabile.

Sulla base dei risultati esposti nella tabella precedente, qui di seguito si riportano le Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) calcolate automaticamente dal programma in modo da verificare l'accettabilità del rischio per il recettore falda.

Contaminanti	CRS (mg/kg s.s.)	CSR calcolate da RISK-NET (mg/kg s.s.)	Note	CSR da adottare = CSC (mg/kg s.s.)
Idrocarburi pesanti C>12	1.770	15,3 ³	CSR < CSC	750*
Essendo risultata la CSR<CSC, come indicato dalle Linee Guida MATTM n.29706/TRI del 18.11.2014, si considera quest'ultima come obiettivo di bonifica				

Tabella 12: Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) – Suolo Profondo

SI EVIDENZIA COME LA CSR RELATIVA AGLI IDROCARBURI PESANTI C>12 SIA INFERIORE ALLA MASSIMA CONCENTRAZIONE RISCONTRATA IN SITO, PERTANTO, SARANNO NECESSARI INTERVENTI DI BONIFICA SULLA MATRICE SUOLO PROFONDO.

³ Relativo alla frazione più critica: Aromatici C13-C22

3. Integrazione Variante Progetto operativo di bonifica

3.1 Hot-spot C7

Alla luce di quanto espresso da ARPA Lombardia nelle “Valutazioni tecniche limitatamente agli aspetti ambientali di competenza e da intendersi quale contributo ai fini istruttori” di seguito si riporta quanto richiesto relativamente allo scavo dell'hot-spot C7 approfondito di ulteriori 50 cm per una profondità di scavo, quindi, pari a 2,5 m da p.c.

Per l'hot-spot C7 si propone pertanto l'attuazione degli interventi di bonifica mediante scavo con asportazione del terreno sino a -2,50 m da p.c., come richiesto da Arpa nelle valutazioni tecniche espresse sul POB. Le dimensioni dello scavo proposto sono riportate nella tabella e nella figura seguenti.

Hot spot	Dimensioni scavo			Volume di scavo (mc)	FONDO SCAVO	PARETE SCAVO	
	Lunghezza inferiore (m)	Lunghezza superiore (m)	Profondità (m)		N. campioni di fondo	N. campioni di parete	Profondità di prelievo (m da p.c.)
C7	4,0	9,0	2,5	110,8	1	2 x 4 = 8	0,0 ÷ 1,0 1,0 ÷ 2,5

Tabella 13: Dimensioni scavo di bonifica per hot-spot C7 e campioni di collaudo.

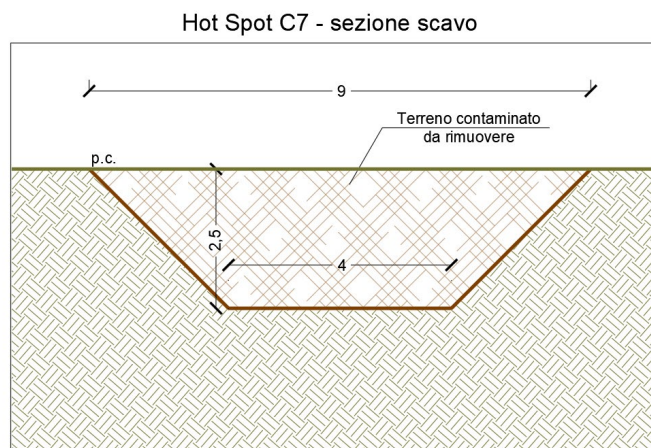


Figura 4: Sezione scavo Hot-spot C7 (vedi Tav. 5)

Il materiale scavato verrà gestito separatamente tra primo e secondo metro e temporaneamente stoccato in aree appositamente predisposte previa posa di teli impermeabili di separazione con il terreno sottostante; tali materiali rimarranno stoccati in cantiere per il tempo necessario all'esecuzione dell'analisi di classificazione che permetteranno di definirne gli impianti di destinazione finale.

In relazione alla possibile presenza di Amianto il confezionamento dei materiali scavati nel primo metro avverrà utilizzando big bag omologati ONU (omologazione n°13H3Y o 13H4Y) dotati di apposite maniglie a bretella per il sollevamento. Successivamente si procederà con l'invio dei rifiuti ad impianto autorizzato, previa ricezione esiti analisi di classificazione.

Si sottolinea che tale area è stata oggetto di precollaudo tramite l'esecuzione dei sondaggi integrativi S2+S5 dai quali è emersa l'assenza di non conformità in riferimento alla tab. 1 colonna B del D.Lgs152/06.

Per il collaudo dello scavo dell'hot-spot C7 è previsto, in assenza di opere di sostegno, il prelievo di **n.1 campione di fondo** scavo e **n.8 campioni di parete** (n.2 campioni per ognuna delle quattro pareti dello scavo). Il prelievo di tali campioni sarà eseguito al termine dello scavo. Il riepilogo dei campioni di collaudo è riportato nella tabella precedente.

Al termine dell'attività di scavo, quest'ultimo verrà ripristinato con materiale certificato.

3.2 Hot-spot C8

Alla luce degli esiti dell'Analisi di Rischio rielaborata in ottemperanza a quanto richiesto dagli Enti nei pareri di valutazione del documento "Variante al Progetto Operativo di bonifica" **per l'hot-spot C8 si propone pertanto l'attuazione degli interventi di bonifica mediante scavo con asportazione del terreno sino a -1,00 m da p.c. e successiva realizzazione di una messa in sicurezza permanente con capping per il suolo profondo.**

Gli interventi per l'hot-spot C8 prevedono le seguenti principali fasi di lavoro:

- Accantieramento della singola area di intervento;
- Predisposizione piazzola di stoccaggio dei materiali di risulta dallo scavo;
- Operazioni preliminari allo scavo: smontaggio autobloccanti;
- Operazioni di scavo e di deposito dei materiali di scavo nell'apposita area di stoccaggio separati per tipologia;
- Campionamento dei rifiuti prodotti per esecuzione analisi di caratterizzazione ai fini dell'individuazione degli impianti di destino;
- Campionamento di collaudo degli scavi (fondo scavo e pareti);
- Realizzazione messa in sicurezza permanente (MISP);
- Smaltimento rifiuti prodotti presso idonei impianti di destino;
- Ripristino delle aree.

Per la descrizione delle singole fasi si vedano i par. dal 6.2 al 6.4 del documento "Variante al Progetto Operativo di bonifica" mentre per le operazioni di scavo specifiche dell'hot-spot C8 si veda quanto di seguito descritto.

3.2.1 Operazioni di scavo

Completate le operazioni preliminari, si procederà con l'esecuzione dei lavori di scavo dei terreni nelle aree individuate quali oggetto di intervento, e con lo stoccaggio degli stessi nelle piazzole appositamente definite all'interno dell'area di cantiere; il materiale verrà campionato ed analizzato ai fini dell'individuazione degli impianti di destinazione dei rifiuti.

Le operazioni di scavo saranno effettuate mediante l'ausilio di idoneo mezzo meccanico (escavatore) e verranno eseguite fino alla profondità di -1,0 m da p.c. per l'hot spots C8.

Nel caso si dovessero riscontrare evidenze di contaminazione o se le analisi di collaudo dovessero evidenziare non conformità si procederà con l'allargamento o con l'approfondimento degli scavi procedendo poi al nuovo campionamento di collaudo di fondo scavo e pareti.

Quale intervento di bonifica si prevede, pertanto, la realizzazione di uno scavo con asportazione del terreno fino alla profondità di -1,0 m da p.c. Le dimensioni sono riportate nella tabella e nella figura seguente.

Hot spot	Dimensioni scavo			Superficie di scavo (m ²)	Volume di scavo (m ³)	FONDO SCAVO	PARETE SCAVO	
	Lunghezza (m)	Larghezza (m)	Profondità (m)			N. campioni di fondo	N. campioni di parete	Profondità di prelievo (m da p.c.)
C8	6,0	2,6	1,0	15,6	15,6	- *	1 x 4 = 4	0,0 ÷ 1,0

*: non si prevede la raccolta campione in quanto si interverrà con capping per la protezione dei terreni profondi

Tabella 14: Dimensioni scavo di bonifica per hot-spot C8 e campioni di collaudo.

Preliminarmente allo scavo verranno disassemblati gli autobloccanti e temporaneamente depositati in apposita area in attesa di essere riasssemblati al termine dei lavori.

Il materiale scavato verrà temporaneamente stoccato in aree appositamente predisposte previa posa di teli impermeabili di separazione con il terreno sottostante; tali materiali rimarranno stoccati in cantiere per il tempo necessario all'esecuzione dell'analisi di classificazione che permetteranno di definirne gli impianti di destinazione finale.

Per il collaudo dello scavo dell'hot-spot C8 è previsto il prelievo di **n.4 campioni di parete** (n.1 campione per ognuna delle quattro pareti dello scavo) mentre non si procederà con il prelievo del campione di fondo in quanto si interverrà con l'intervento di capping. Il prelievo di tali campioni sarà eseguito al termine dello scavo. Il riepilogo dei campioni di collaudo è riportato nella tabella precedente.

Al termine delle operazioni di scavo verrà realizzata la messa in sicurezza permanente (MISP) al fine di garantire l'impermeabilizzazione del terreno ed evitare che le acque meteoriche possano infiltrarsi ed entrare in contatto con il materiale contaminato (vedi descrizione al par. seguente).

3.2.2 Messa in sicurezza permanente

L'intervento di impermeabilizzazione verrà eseguito mediante l'impiego di geocompositi e completato con ripristino dello scavo mediante terreno per circa 70 cm e successivamente sottofondo per pavimentazioni e ripristino degli autobloccanti preliminarmente rimossi.

Nello specifico verranno posati, dal basso verso l'alto, i seguenti elementi:

- Posa di **geotessuto in tessuto non tessuto** (almeno da 350 g/m²), che costituirà lo strato inferiore del pacchetto di impermeabilizzazione e la base di appoggio e protezione inferiore per la geomembrana impermeabile in HDPE. Tale posa verrà preceduta dalla regolarizzazione del fondo dello scavo che verrà effettuata in fase di scavo del materiale;
- Posa di **geomembrana in HDPE** costituita da un polimero termoplastico, fabbricato in fogli piani dello spessore pari a 1,5 mm, allo scopo di interrompere il percorso di lisciviazione;
- **Rinterro** dell'area mediante:
 - sabbia compattata per circa 70 cm con funzione anche di drenaggio;
 - sottofondo per pavimentazione per circa 20 cm;
 - ripristino degli autobloccanti preliminarmente rimossi.

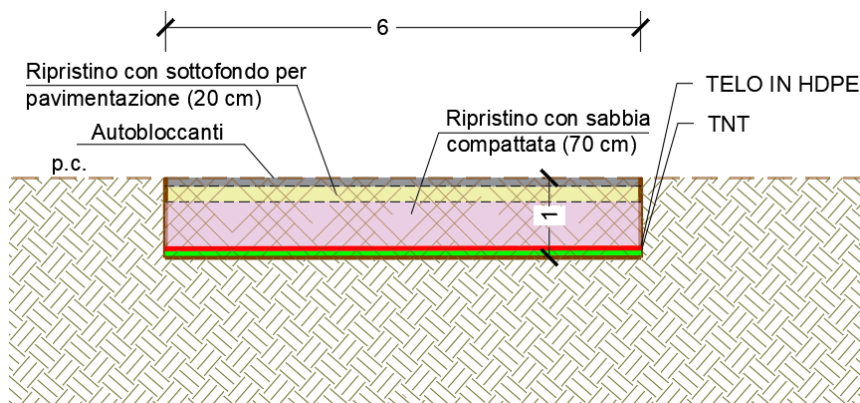


Figura 5: Particolare capping area sottoposta a MISP

Tale opera dovrà essere collaudata in campo da tecnico abilitato, come da modalità espresse al paragrafo successivo.

L'INTERVENTO DI MISP SARÀ CAUTELATIVAMENTE ESTESO AREALMENTE: ALLINEANDOSI A SUD SIN SUL CONFINE DI SITO ED A NORD ARRIVANDO A CIRCA 1 METRO DALL'EDIFICIO (FIGURA 6). SUDETTO INTERVENTO GARANTIRÀ L'INTERRUZIONE DEL POTENZIALE PERCORSO DI LISCIVIAZIONE, IMPEDENDO IL DILAVAMENTO E LA PERCOLAZIONE DEI TERRENI CONTAMINATI.

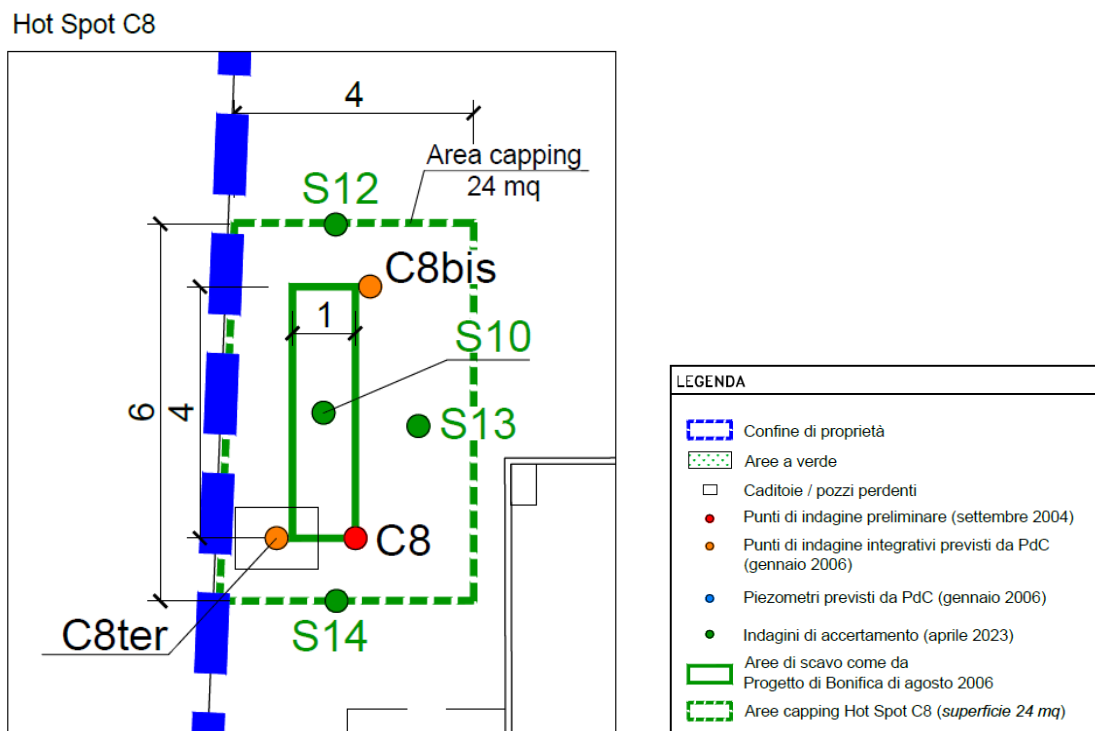


Figura 6: Area sottoposta a MISP (stralcio tavola 5)

3.2.3 Collaudo delle saldature della geomembrana in HDPE

La geomembrana in HDPE sarà fornita in cantiere in rotoli di larghezza variabile in funzione del produttore della geomembrana; i teli in rotoli saranno posati in modo da garantire tra una geomembrana e l'altra una sovrapposizione sufficiente per la saldatura delle due geomembrane affiancate. La tipologia di giunti saldati consentiti saranno quelli previsti dalla norma UNI 10567:2011 che individua le seguenti tipologie di giunti a sovrapposizione:

- a) a doppia saldatura (con canaletta di prova), realizzati con processo ad elemento termico ed attrezzatura meccanizzata o con processo a gas caldo ed attrezzatura meccanizzata;
- b) a cordone sovrapposto, realizzati con processo ad estrusione ed attrezzatura manuale meccanizzata.

I valori relativi al dimensionamento di tali giunti previsti dalla norma UNI sopracitata sono riportati nelle seguenti figure.

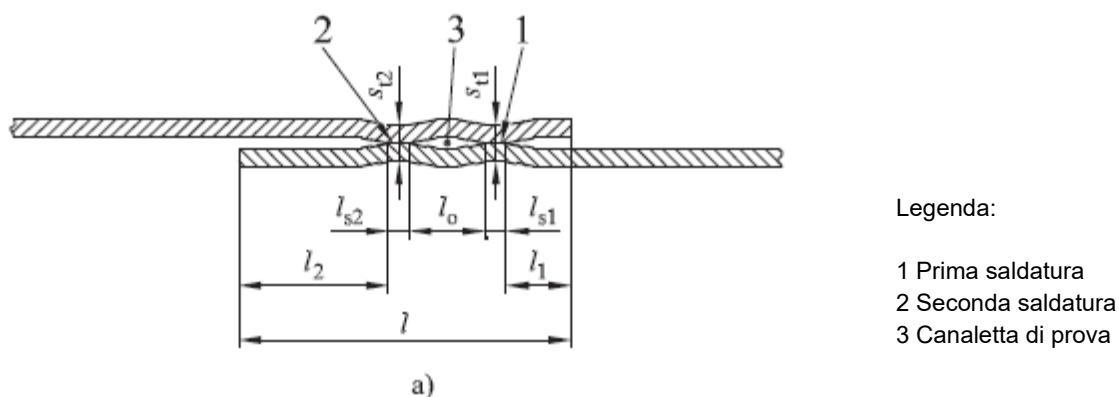
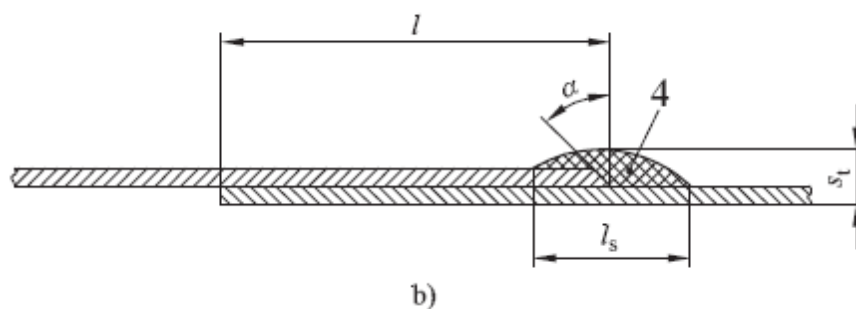


Figura 7: Giunto a doppia saldatura (con canaletta di prova)



Legenda:

4 Cordone di saldatura

Figura 8: Giunto a cordone sovrapposto

	s_t	s_{t1}	s_{t2}	l	l_s	l_{s1}	l_{s2}	l_{cs}	l_1	l_2	l_c	α
	Dimensioni in millimetri											Gradi
Giunto a doppia saldatura		$\leq 2 \times s-0,2$ $\geq 2 \times s-0,8$	$\leq 2 \times s-0,2$ $\geq 2 \times s-0,8$	≥ 100		≥ 13	≥ 13	≥ 26	$\geq 20^{a)}$	≥ 30	≥ 10	
Giunto a cordone sovrapposto	$\geq 1,25 \times 2 \times s$ $\leq 1,75 \times 2 \times s$			≥ 80	≥ 40			≥ 40				$\geq 45^\circ$
a) Valore richiesto per effettuare la prova di pelatura su entrambe le saldature.												

Figura 9: Dimensioni dei giunti saldati

Per quanto riguarda il collaudo della corretta posa delle geomembrane in HDPE si seguiranno le disposizioni previste dalla sopracitata norma UNI 10567:2011 e di seguito riassunti.

Rapporto di saldatura

Per ogni giunto saldato il costruttore dovrà redigere un rapporto di saldatura che preveda almeno le seguenti informazioni minime:

- identificazione dell'attività (ditta esecutrice, committente, cantiere, eventuale commessa);
- identificazione del saldatore (nome, cognome, estremi del certificato di qualificazione);
- identificazione del materiale base (classificazione secondo la UNI 11309, spessore, produttore, lotto);
- identificazione dell'eventuale materiale d'apporto (produttore, lotto);
- identificazione dell'attrezzatura di saldatura (produttore, numero di matricola);
- processo di saldatura utilizzato e tipologia di giunto realizzato;
- identificazione dei giunti saldati;
- valori dei parametri di saldatura;
- data e località di esecuzione dei giunti saldati;
- firma, per presa visione, da parte di un responsabile della ditta esecutrice e della committente.

Controlli nella realizzazione dei giunti saldati

I controlli dei giunti saldati e gli ulteriori controlli ad essi correlati, durante la realizzazione di opere di impermeabilizzazione, sono distinti in controlli preliminari all'esecuzione dei giunti saldati (detti anche controlli indiretti) e controlli successivi all'esecuzione dei giunti saldati (detti anche controlli diretti).

Controlli preliminari alle operazioni di saldatura

I controlli preliminari all'esecuzione dei giunti saldati (controlli indiretti) sono suddivisi in:

- a) controllo delle geomembrane e dei materiali d'apporto;
- b) controllo delle attrezzature di saldatura;
- c) controllo dei requisiti di qualificazione dei saldatori;
- d) controllo della qualificazione delle procedure di saldatura.

Controllo delle geomembrane e del materiale d'apporto

I controlli e le prove eseguiti sulle geomembrane e sugli eventuali materiali d'apporto devono essere effettuati sui prodotti forniti o sui prodotti appartenenti al lotto, definito come nella UNI 11309, di cui la fornitura costituisce una parte.

In particolare, la saldabilità delle geomembrane deve essere verificata con riferimento ai processi di saldatura previsti, mediante prove di qualificazione delle procedure di saldatura di cui all'appendice B della norma UNI 10567:2011.

Immediatamente prima della messa in opera delle geomembrane, deve essere in ogni caso previsto il loro esame visivo al fine di constatarne il buono stato di conservazione superficiale, con particolare riferimento alla presenza di intagli, abrasioni o altre imperfezioni superficiali.

Controllo delle attrezzature di saldatura

Tutte le attrezzature di saldatura impiegate devono essere revisionate, con frequenza almeno annuale, dal produttore delle attrezzature stesse o da altra struttura autorizzata dal produttore stesso. La revisione deve essere documentata mediante apposito certificato di revisione. In particolare, si deve eseguire e documentare la taratura degli strumenti di misura saldatura installati sulle attrezzature stesse (ad esempio termometri). La revisione, la cui documentazione deve essere sempre disponibile in cantiere, deve comunque avvenire ogni qual volta vi siano state sostituzioni e/o modifiche di componenti funzionali. In ogni caso, all'inizio di ogni giornata di lavoro, prima dell'avvio delle operazioni di saldatura, deve essere verificata l'efficienza delle attrezzature mediante l'esecuzione di un campione saldato, adottando i parametri di saldatura di cui alle procedure qualificate, da sottoporre ad esame visivo, ad esame dimensionale ed a prova di resistenza a pelatura effettuata con apposite apparecchiature da campo su almeno due provini. Tali prove e verifiche devono essere documentate dal costruttore.

Controllo dei requisiti di qualificazione dei saldatori

Il personale impiegato dal costruttore per la realizzazione dei giunti saldati deve essere qualificato secondo quanto previsto in appendice A della norma UNI 10567:2011. In particolare, prima dell'inizio delle attività di saldatura, devono essere verificati la data di validità del certificato di qualificazione ed il suo campo di validità mediante la designazione della classe di qualificazione. In ogni momento, il committente e/o l'ente di controllo può richiedere l'esecuzione di ulteriori prove per la verifica delle capacità operative del personale impiegato.

Controllo delle procedure di saldatura

Le procedure di saldatura da utilizzare per la giunzione delle geomembrane devono essere qualificate secondo quanto previsto in appendice B della norma UNI 10567:2011. In particolare, il costruttore deve redigere le specifiche di procedura di saldatura, (complete di tutti i dati e i parametri necessari) che intende applicare per la realizzazione dei giunti; in particolare, devono essere specificate le modalità di preparazione superficiale delle geomembrane che il costruttore intende adottare durante la posa. Durante i lavori, tali specifiche di procedura devono essere sempre disponibili al saldatore, che deve verificare la conformità dei parametri di saldatura impostati. Prima dell'inizio dell'attività di saldatura, deve essere verificato che il certificato di qualificazione della procedura di saldatura sia effettivamente utilizzata all'interno del proprio campo di validità (tipo e spessore delle geomembrane, attrezzatura di saldatura, tipologia del giunto).

Controlli successivi all'esecuzione dei giunti saldati

I controlli successivi all'esecuzione dei giunti saldati (controlli diretti) sono suddivisi in:

- a) esame visivo dei giunti saldati;
- b) prova di impermeabilità dei giunti saldati;
- c) esame dimensionale dei giunti saldati;
- d) prova di resistenza a pelatura dei giunti saldati.

Tali controlli devono essere eseguiti in contraddittorio con la Direzione Lavori da personale in possesso di specifica esperienza. Le modalità esecutive e l'esito di tali esami e prove devono essere documentati dal costruttore su appositi verbali, che devono essere sempre resi disponibili su richiesta del committente e/o dell'ente di controllo.

Esame visivo dei giunti saldati

L'esame visivo deve essere effettuato in conformità alla UNI EN 13100-1 su tutta la lunghezza dei giunti saldati.

Nel caso dei giunti a doppia saldatura è consentito l'uso di punteruoli in corrispondenza del lembo della geomembrana superiore, per meglio individuare e valutare le zone eventualmente non saldate. Mediante l'esame visivo, deve essere valutato l'aspetto superficiale delle saldature e, in particolare, devono essere considerati almeno i seguenti aspetti:

- l'uniformità della saldatura;
- per i giunti a cordone sovrapposto, la sporgenza di materiale d'apporto ai margini della saldatura e la simmetria e l'uniformità del deposito di materiale d'apporto rispetto all'asse longitudinale della saldatura;
- la presenza di superfici lisce e prive di incisioni;
- l'assenza di intagli e mancanza di materiale (per esempio fori) nel giunto.

In ogni caso, non devono essere accettate le seguenti anomalie:

- imperfezioni di dimensioni tali da compromettere l'affidabilità del giunto;
- per i giunti a cordone sovrapposto, la sporgenza di materiale d'apporto ai margini della saldatura per tratti non limitati e aventi dimensione maggiore dello spessore della geomembrana;
- intagli e mancanza di materiale (per esempio fori) di profondità al maggiore del 10% dello spessore del giunto.

Prova di impermeabilità dei giunti saldati

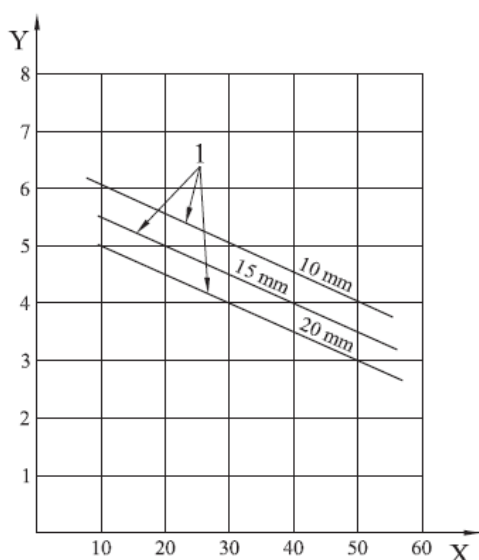
La prova di impermeabilità dei giunti saldati deve essere effettuata su tutta la loro lunghezza mediante uno dei metodi riportati nella seguente figura, in funzione della tipologia del giunto.

	Prova in pressione	Prova con campana sotto vuoto	Prova con alta tensione
Giunto a doppia saldatura	Sì	Sì	No
Giunto a cordone sovrapposto	No	Sì	Sì

Figura 10: Relazione tra tipologia di giunto e metodo di prova

– Prova in pressione

La prova consiste nell'introdurre aria compressa nella canaletta di prova e nella verifica della tenuta per almeno 5 min. Il valore della pressione applicata dipende dalla temperatura delle geomembrane, nonché dalla dimensione della canaletta di prova, secondo quanto riportato nella seguente figura. Nel caso di dimensioni della canaletta di prova diverse da quelle riportate nella seguente figura è possibile ottenere la pressione da utilizzare mediante interpolazione lineare dei dati contenuti dalla figura stessa. Per la corretta esecuzione della prova, allo scopo di garantire l'effettivo collaudo dell'intera saldatura, si deve verificare la continuità della canaletta mediante esame visivo del giunto saldato in pressione per la sua intera lunghezza, opportunamente chiusa alle estremità del tratto in prova.



Legenda:

X Temperatura geomembrane, in °C

Y Pressione di prova Pa, in bar

1 Dimensione della canaletta

Figura 11: Valori della pressione di prova

La prova deve essere effettuata non prima di un'ora dal termine dell'esecuzione del giunto. La prova deve essere considerata superata quando, dopo 5 min, l'eventuale caduta di pressione risulta minore del 10% del valore di pressione applicato.

– Prova con campana sottovuoto

Mediante una campana trasparente sottovuoto, in corrispondenza della superficie del giunto, si deve imporre una depressione di 0,5 bar, per una durata di almeno 10 s. Immediatamente prima dell'inizio della prova, sulla superficie del giunto deve essere applicata una soluzione saponosa, chimicamente inattiva nei confronti delle geomembrane. Nel caso in cui il tratto di giunto da indagare non possa essere controllato mediante una sola applicazione della campana, deve essere prevista una sovrapposizione di almeno 10 cm tra le zone indagate in successione. La prova è considerata superata quando non si verifichi alcuna variazione di depressione e/o formazione di bolle.

– Prova con alta tensione

Mediante elettrodi alimentati con una sorgente elettrica ad alta tensione, si deve applicare un'elevata differenza di potenziale tra le superfici superiore ed inferiore dei giunti. Durante l'imposizione della differenza di potenziale, se esiste all'interno del giunto una discontinuità, la mancanza di impermeabilità è evidenziata da una scarica elettrica tra gli elettrodi. La velocità di avanzamento dell'elettrodo mobile deve essere non maggiore di 10 m/min. La prova deve essere considerata superata se non si verifica alcuna scarica elettrica.

Esame dimensionale

L'esame dimensionale deve essere effettuato mediante strumenti meccanici di misurazione, utilizzando apposite provette ottenute da campioni prelevati dai giunti saldati trasversalmente all'asse di saldatura. Il numero dei campioni deve essere non minore di 1 ogni 300 m di lunghezza di saldatura eseguita. I campioni devono essere prelevati mediante un'attrezzatura che eviti il danneggiamento delle provette stesse (intagli, incisioni o quanto altro possa compromettere l'esito delle successive prove); da ogni campione deve essere prelevata una provetta di larghezza non minore di 20 mm. Per tali operazioni non è ammesso l'impiego di sorgenti termiche. Le provette utilizzate per l'esame dimensionale possono anche essere impiegate per l'esecuzione della prova di resistenza a pelatura.

L'esame dimensionale deve essere considerato superato se sono soddisfatti i valori di cui alla Fig. 6.8 in funzione della tipologia del giunto; inoltre, nel caso di giunti a cordone sovrapposto, la distanza fra la mezzera del cordone stesso ed il lembo della geomembrana superiore non deve essere maggiore di 5 mm.

Prova di resistenza a pelatura

La prova di resistenza alla pelatura deve essere eseguita utilizzando 5 provette di larghezza non minore di 20 mm, ottenute da campioni prelevati trasversalmente all'asse di saldatura, in un numero non minore di 1 ogni 300 m di lunghezza di saldatura eseguita. Nel caso di giunti a doppia saldatura (con canaletta di prova) entrambe le saldature devono essere sottoposte alla prova di pelatura.

Per l'esecuzione della prova di resistenza alla pelatura possono essere utilizzate le provette già impiegate per l'esame dimensionale. Tutti i campioni prelevati devono essere sottoposti alla prova condotta utilizzando apposite apparecchiature da campo, corredate da certificato di taratura in corso di validità, che permettano di applicare carico e velocità di deformazione in modo uniforme: la distanza fra gli afferraggi deve essere di almeno 40 mm ed il contatto tra ogni afferraggio e le geomembrane non minore di 10 mm.

La prova deve essere condotta con una velocità di applicazione del carico di 100 mm/min e deve determinare la deformazione ed il comportamento a rottura delle provette in modo qualitativo mentre la resistenza deve essere valutata in modo quantitativo.

La prova deve essere considerata superata solo se la rottura si verifica in una delle seguenti condizioni:

- in materiale base, fuori dalla saldatura, senza distacco della saldatura stessa e con deformazione del materiale di base;
- in materiale base, in prossimità della saldatura o in saldatura stessa, con limitato distacco della saldatura e con deformazione del materiale base o della saldatura: in ogni caso, la larghezza residua di saldatura complessiva deve risultare maggiore o eguale al 70% dei valori minimi di lcs previsti nel prospetto 1;
- in saldatura, purché sia raggiunta una resistenza alla pelatura non minore del 75% della resistenza a snervamento ottenuta dalla prova di trazione prevista dalla UNI 11309.

Riparazione dei giunti saldati

I giunti saldati risultati difettosi a seguito dei controlli di cui ai paragrafi precedenti devono essere oggetto di riparazione. Le riparazioni devono essere effettuate realizzando un giunto a cordone sovrapposto. Le modalità di riparazione applicabili dipendono dalla dimensione e dalla frequenza delle irregolarità o dei difetti da eliminare:

- 1) per irregolarità e difetti non continui (per esempio fori) devono essere utilizzate strisce o pezzi di geomembrane dello stesso tipo di quelle posate, con spigoli arrotondati, applicate sopra le irregolarità o i difetti stessi. Le strisce o i pezzi di geomembrane sovrapposte devono coprire la zona difettosa, estendendosi oltre tale zona per almeno 10 cm in ogni direzione ed essere saldati alle geomembrane posate per tutto il loro perimetro;
- 2) per irregolarità e difetti estesi in lunghezza in maniera limitata devono essere utilizzati cordoni di saldatura ben raccordati alle geomembrane; tali irregolarità e difetti devono essere precedentemente rimossi con attrezzatura meccanica;
- 3) per irregolarità e difetti continui devono essere sovrapposte alla zona difettosa strisce di geomembrane dello stesso tipo di quelle posate, con spigoli arrotondati, aventi lunghezza pari all'estensione della zona difettosa più 10 cm almeno da ogni sua estremità e larghezza di almeno 60 cm a cavallo del tratto difettoso. La saldatura di tali strisce deve essere effettuata lungo tutto il perimetro.

I giunti riparati devono essere controllati per tutta la loro lunghezza secondo le modalità riportate nei paragrafi precedenti, limitatamente a prove ed esami di tipo non distruttivo.

Documentazione finale

Sarà compito del costruttore redigere tutti i documenti di seguito elencati, che devono essere sempre resi disponibili al committente e/o all'ente di controllo per tutta la durata dei lavori di posa:

- a) dichiarazione di conformità delle geomembrane e dei materiali d'apporto;
- b) certificati di controllo delle geomembrane;
- c) certificati di revisione delle attrezzature di saldatura e di taratura degli strumenti di misurazione installati sulle attrezzature di saldatura;
- d) certificati di qualificazione dei saldatori;
- e) certificati di qualificazione delle procedure di saldatura;
- f) specifiche di procedura di saldatura;
- g) certificati dei controlli dei giunti saldati;

- h) diagramma di posa contenente almeno le seguenti indicazioni:
- I. la posizione di tutte le saldature eseguite,
 - II. le date di esecuzione,
 - III. i saldatori e le procedure di saldatura impiegate,
 - IV. i tipi di controllo eseguiti e le zone di prelievo dei campioni per i controlli,
 - V. la posizione delle riparazioni con le relative modalità di saldatura adottate.

3.3 Campioni ed Analisi di collaudo

Per la definizione del numero minimo di campioni da prelevare sul fondo e sulle pareti degli scavi è stato assunto quanto indicato all'interno delle Linee Guida 9 *"Linee Guida per il collaudo di scavi per interventi di bonifica on-site e off-site"* della Provincia di Milano. Intesi anche il confronto e le indicazioni dalla lettura dei seguenti ulteriori documenti:

- PG.BN.001 – Gestione del procedimento tecnico amministrativo per la bonifica ed il ripristino ambientale dei siti contaminati e relativi controlli – Arpa Lombardia
- IO.BN.001 - Modalità di campionamento dei terreni ed eventuali riporti in ambito di bonifica e relativi controlli – Arpa Lombardia
- Proposta di integrazione del "Protocollo Operativo" per il campionamento e l'analisi dei siti contaminati – Fondo scavo e pareti (APAT – Sito di Interesse Nazionale di Porto Marghera).

Il dettaglio delle valutazioni eseguite per la definizione del numero di campioni di collaudo, sia per il fondo che per le pareti dello scavo, si rimanda al paragrafo 4.5 del documento *"Sintesi procedurale e proposta di attuazione degli interventi di bonifica"* di maggio 2023.

Nella tabella seguente si riporta un riepilogo dei campioni di collaudo previsti per tutte le 4 aree di intervento: n. 3 campioni di fondo scavo e n. 24 campioni di parete da sottoporre ad analisi di laboratorio.

Hot spot	FONDO SCAVO	PARETE SCAVO	
	N. campioni di fondo	N. campioni di parete	Profondità di prelievo (m da p.c.)
C2	1	1 x 4 = 4	0,0 ÷ 1,5
C6	1	2 x 4 = 8	0,0 ÷ 1,0 1,0 ÷ 2,8
C7*	1	2 x 4 = 8	0,0 ÷ 1,0 1,0 ÷ 2,5
C8	..**	1 x 4 = 4	0,0 ÷ 1,0
Totale campioni	4	24	
* durante il campionamento si procederà anche con ispezione visiva per verificare l'eventuale presenza di frammenti di amianto			
** non si prevede la raccolta campione in quanto si interverrà con capping per la protezione dei terreni profondi			
Nel caso vi sia un ampliamento/approfondimento degli scavi in relazione alla presenza di evidenze di contaminazione si procederà con una rivalutazione del numero di campioni di collaudo per mantenere la conformità alle Linee Guida 9 della Provincia di Milano			

Tabella 15: Riepilogo campioni di collaudo.

3.3.1 Set analitico

Nella tabella seguente, sulla base di quanto indicato all'interno del POB, si riporta il set analitico proposto per le analisi chimiche di laboratorio dei terreni che saranno prelevati per il collaudo degli scavi.

I valori di concentrazione rilevati verranno confrontati con le CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) fissate per i terreni sulla base della specifica destinazione d'uso (Colonna B della Tabella 1 dell'Al. 5 relativo al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.). Per l'hot-spot C8 si evidenzia come la CSR calcolata per gli Idrocarburi pesanti sia coincidente con la CSC tab. 1 col. B del D.Lgs 152/06.

I parametri oggetto di collaudo di bonifica indicati all'interno del Progetto di bonifica (v. Doc. 8, Cap. 6. "Verifiche post-operam"), erano i seguenti: Idrocarburi C>12, Cd, Cu, Cr, Ni, As e Zn.

In conformità con quanto riportato al punto 7 della Determinazione N. 165 del 04/11/2005 (v. Doc. 7) consistente nel provvedimento finale inerente il Piano di Caratterizzazione ("Su tutti i punti di indagine suppletiva andrà effettuata la ricerca di metalli pesanti"), i metalli che si propone di ricercare sono i seguenti: As, Cd, Cr tot, Cr VI, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn (v. Prezzario Lombardia voce 1C.00.065.0010.b). Inoltre, a integrazione di questi, sarà ricercato il parametro Amianto Zn (v. Prezzario Lombardia voce 1C.00.065.0010.j) per i campioni di collaudo dell'hot-spot C7.

Analiti
Idrocarburi pesante C>12
Composti inorganici (As, Cd, Cr tot, Cr VI, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)
Amianto solo per i campioni prelevati dall'hot-spots C7

Tabella 16: Parametri da ricercare nei campioni di terreno prelevati dai sondaggi

Alla luce della completa conformità dei test di cessione eseguiti nella campagna di indagini integrative di settembre-ottobre 2023 in corrispondenza dei seguenti sondaggi S1, S2, S3, S5 (hot-spot C7) e S10, S13 e S14 (hot-spot C8), non si prevedono ulteriori analisi chimiche relative ai test di cessione dei materiali di riporto.

3.4 Gestione rifiuti prodotti

I rifiuti che si produrranno dagli interventi descritti precedentemente, per loro diversa natura seguiranno iter procedurali differenti. In particolare, durante gli interventi di scavo si prevede la produzione delle seguenti tipologie di **rifiuti**, che saranno gestiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia (Parte Terza D.lgs. 152/2006):

- Cemento, ottenuto dalla demolizione del pozzo perdente in corrispondenza dell'hot-spot C6;
- Terreno contaminato proveniente dagli scavi;
- Teli di impermeabilizzazione utilizzati per lo stoccaggio e la copertura dei rifiuti in attesa di caratterizzazione.

Si precisa che, se durante gli interventi di bonifica dovessero essere prodotte altre tipologie di rifiuti questi saranno gestiti in conformità a quanto previsto dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. in materia di rifiuti.

In particolare, si procederà al campionamento e all'analisi dei seguenti materiali, secondo quanto di seguito descritto:

- **Cemento: n 1 campione** da sottoporre ad analisi ai fini della classificazione come rifiuto;
- **Terra da scavo contaminata: n. 3 campioni medi rappresentativi** del materiale da sottoporre ad analisi ai fini della classificazione come rifiuto per il conferimento in discarica, compresa l'analisi per l'ammissibilità in discarica ai sensi del D. Lgs 121 del 03/09/2020.

Per lo stoccaggio temporaneo dei rifiuti prodotti durante i lavori di bonifica saranno predisposte apposite aree previa posa di teli impermeabili di separazione con il terreno sottostante.

I terreni contaminati saranno gestiti in cumuli omogenei e depositati nelle piazzole di stoccaggio (vedi tav. 4); al termine della giornata di lavoro saranno coperti con teli impermeabili; tali materiali rimarranno stoccati in cantiere per il tempo necessario all'esecuzione dell'analisi di classificazione che permetteranno di definirne gli impianti di destinazione finale.

Per quanto riguarda le modalità di caratterizzazione dei cumuli saranno adottate le misure previste da normativa, in particolare seguendo le indicazioni di cui alla norma UNI 10802.

Il campionamento dei cumuli sarà effettuato dall'unione di più incrementi; questi incrementi verranno miscelati fra loro al fine di ottenere un campione composito che, per quartatura, permetterà di ottenere il campione da analizzare. Il prelievo degli incrementi dovrà avvenire attraverso un campionamento sistematico.

Alla luce della possibile presenza di Amianto nel primo metro dell'hot-spot C7, per tali materiali verrà eseguito il confezionamento diretto del materiale di scavo in big-bags e si procederà a completare la raccolta campioni da incrementi successivi raccolti da ciascun big-bags.

Di seguito si riporta la stima dei rifiuti prodotti; **tali stime potrebbero essere suscettibili di variazioni in base alle reali condizioni e caratteristiche dei materiali rinvenuti.**

Si sottolinea che l'attribuzione dei codici EER sarà di competenza del produttore dei rifiuti, che si configurerà nell'esecutore delle opere; nel presente documento sono, pertanto, stati indicati codici EER indicativi sulla base dell'origine e della tipologia dei materiali riscontrati.

DEMOLIZIONE POZZO PERDENTE IN CEMENTO

In corrispondenza dell'hot-spot C6 verrà eseguito la demolizione del pozzo perdente al fine di eseguire il completamento dello scavo. **Tale pozzetto verrà poi ripristinato al termine dei lavori di rimozione del terreno contaminato.**

Punto di scavo	Dimensioni pozzetto (m ²)	Spessore pozzetto (m)	Volume cemento (m ³)	Nr campioni	Peso specifico (t/m ³)	Quantità cemento prodotto (ton)	Stima con incr. 20% (ton)
C6	1,85 x 1,85 x 1,85	0,08	1,0	1	1,4	1,5	1,8

Tabella 17: Stima della quantità di cemento prodotto

Dagli interventi di bonifica si prevede, pertanto, considerando a titolo cautelativo un incremento del peso stimato pari a circa il 20%, la **produzione di circa 1,8 ton di cemento derivante dalla demolizione del pozzo perdente.**

Sarà individuata un'apposta piazzola di stoccaggio di dimensioni 2 m x 2 m all'interno dell'area di cantiere (vedi tavola 4), per lo stoccaggio dello stesso, in attesa che sia sottoposto ad **analisi ai fini della classificazione come rifiuto**; in particolare si procederà ad effettuare il prelievo di n. **1 campione** medio rappresentativo del materiale prodotto.

Sulla base dei riscontri delle analisi sarà quindi attribuito un idoneo codice EER di classificazione dei rifiuti prodotti dalle attività di scavo della pavimentazione stradale e stoccati nelle piazzole di stoccaggio:

- *EER 17 09 04 – Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelle di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03.*

Ai fini della stima dei costi di intervento, si considera di avviare il cemento prodotto dalle operazioni di demolizione a impianti di recupero di rifiuti autorizzati. Sul campione prelevato dovrà pertanto essere eseguito anche **test di cessione** per il recupero ai sensi del D.M. 186/06 Allegato 3.

TERRA DA SCAVO CONTAMINATA

Il terreno prodotto dalle operazioni di scavo sarà gestito secondo le modalità previste dalla normativa in materia di rifiuti.

Di seguito si riposta una stima dei quantitativi di terreno da rimuovere per area di scavo. Si riportano inoltre il numero di campioni da prelevare per la caratterizzazione dei rifiuti e le dimensioni delle piazzole di stoccaggio del materiale scavato.

Punto di scavo	Area Base (m ²)	Area sup. (m ²)	H scavo (m)	Volume terreno contaminato (m ³)	Volume con incremento volumetrico (20%) (m ³)	Piazzola di stoccaggio (m x m)	Nr campioni	Peso specifico (t/m ³)	Quantità terreno contaminato (t)
C2	2,25		1,5	3,4	4,1	8 x 8	1	1,8	7,3
C6	9	74	2,8	98,1*	114,2			1,8	205,6
C8	15,6		1	15,6	18,7			1,8	33,7
C7 primo metro	49	81	1	64,3	77,2	7 x 7	1	1,8	139,0
C7 Secondo metro e mezzo	16	49	1,5	46,5	55,8	6 x 4	1	1,8	100,4
TOTALE					~ 270 m³	-	3	-	~ 486 ton
* Al volume complessivo (101,5 m ³) è stata tolta l'area occupata dal pozzetto pari a (6,3 m ³)									

Tabella 18: Stima della quantità di terreno da scavo

Dagli interventi di bonifica nel loro complesso, si prevede la **produzione di circa 490 t di terreno contaminato**, da avviare a recupero e/o smaltimento.

Saranno individuate apposte aree da adibire a piazzole di stoccaggio all'interno dell'area di cantiere (vedi tav. 4), per lo stoccaggio dello stesso in attesa che sia sottoposto ad **analisi ai fini della classificazione come rifiuto** per il conferimento in discarica, compresa l'analisi per l'ammissibilità in discarica; si procederà ad effettuare il prelievo di n. 1 campione medio rappresentativo del materiale prodotto dagli hot spot C2, C6 e C8 mentre per l'hot spot C7 si gestiranno separatamente i materiali derivanti dal primo metro di scavo rispetto a quelli derivanti dal secondo metro e mezzo, per un **totale complessivo pari a n.3 campioni di rifiuto**.

Sulla base dei riscontri delle analisi sarà quindi attribuito un idoneo codice EER di classificazione dei rifiuti prodotti dalle attività di scavo del terreno contaminato e stoccati nelle piazzole di stoccaggio. I possibili codici EER da attribuire sono i seguenti:

- *EER 17 05 04 - Terra e rocce, diversi da quelli di cui alla voce 170503;*
- *EER 17 05 03* - Terra e rocce, contenenti sostanze pericolose* (da utilizzare potenzialmente per il primo metro dello hot-spot C7).

Per completezza sono state inserite in computo, anche le seguenti voci di conferimento di terreno con codice *EER 17 05 04* presso:

- impianti di smaltimento autorizzato per rifiuti inerti (v. voce 1C.27.050.0100.a);
- impianti di recupero autorizzato (1C.27.050.0100.c);

Tali voci sono state conteggiate nel computo metrico con quantitativi pari a 0 ton. **In base agli esiti delle analisi di caratterizzazione e dei test di cessione, e quindi in base all'effettivo codice EER attribuito, si provvederà a contabilizzare gli smaltimenti secondo la voce di smaltimento corrispondente.**

TELI DI IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE PIAZZOLE

Come detto precedentemente, la terra da scavo ed i rifiuti prodotti durante gli interventi oggetto del presente documento, saranno temporaneamente stoccati in cantiere su teli impermeabili.

Al termine del conferimento di tali rifiuti presso gli impianti di destinazione, si procederà anche al conferimento ad impianti di trattamento/smaltimento dei teli impermeabili utilizzati sia come base sia come copertura dei rifiuti nelle aree di stoccaggio. Da questa attività si stima verranno prodotti circa 200 kg di rifiuti plastici.

Si prevede di smaltire i teli per lo stoccaggio dei rifiuti con codice EER:

- *EER 15 02 02* – Assorbenti, materiali filtranti (inclusi filtri dell'olio non specificati altrimenti), stracci e indumenti protettivi, contaminati da sostanze pericolose.*

3.5 Smaltimento rifiuti stoccati

Una volta pervenuti gli esiti delle analisi di classificazione saranno individuati idonei impianti autorizzati a riceverli. Le attività di trasporto dei rifiuti prodotti verranno effettuate da ditte iscritte alle Cat. 4 o 5, in funzione della tipologia di rifiuti da trasportare, dell'Albo Nazionale dei Gestori Ambientali.

Al termine dei lavori si provvederà a fornire agli Enti competenti la **Relazione di fine Lavori** che conterrà oltre alla descrizione dei lavori eseguiti e le relative attività di collaudo anche la documentazione attestante la corretta gestione dei rifiuti, in particolare:

- copia della quarta copia dei formulari (FIR) attestanti il corretto smaltimento o recupero dei rifiuti;
- elenco della denominazione e ragione e sociale di tutte le imprese che hanno eseguito i lavori;
- copia delle iscrizioni alle previste categorie ed estremi autorizzativi ove previsti delle imprese di trasporto e degli impianti di destino utilizzati.

3.6 Ripristino delle aree

Al termine delle operazioni di rimozione degli hot-spot si procederà al ripristino delle aree oggetto di intervento, mediante l'esecuzione delle seguenti operazioni:

- rinterro degli scavi con materiale certificato;
- ripristino pozzo e riposizionamento autobloccanti in corrispondenza degli hot-spot C6 e C8;
- smantellamento delle piazzole,
- smobilizzo del cantiere e pulizia delle aree di lavoro.

3.7 Monitoraggi acque sotterranee post-intervento

A seguito del completamento degli interventi di bonifica viene proposto un **piano di monitoraggio** mediante l'esecuzione di **campionamenti semestrali** dei n. 2 piezometri presenti in sito per la durata di **2 anni**.

In merito alle modalità di campionamento si prevede di adottare il campionamento dinamico da effettuare con pompa sommersa a bassa portata di emungimento (max 1lt/min) (*campionamento low flow*): in questo modo si otterrà un campione rappresentativo con acque provenienti da diverse profondità e quindi rappresentativo della composizione media dell'acquifero.

In concomitanza all'indagine chimica delle acque si effettuerà la misura del livello statico della falda all'interno dei piezometri per la ricostruzione dell'andamento di falda.

Di seguito vengono riportate le metodiche di campionamento delle acque di falda.

Operazioni di spurgo	<p>Prima del campionamento si procederà allo spurgo dell'acqua presente nei piezometri, che non costituisce una matrice rappresentativa della qualità delle acque sotterranee per la quale si procede al campionamento stesso.</p> <p>Per lo spurgo si utilizzerà una pompa di aspirazione fino al conseguimento di una almeno delle seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eliminazione di 4-6 volumi di acqua contenuta nel piezometro (sarà calcolato preventivamente il volume di acqua contenuta nel piezometro di monitoraggio) • venuta d'acqua chiarificata e stabilizzazione dei valori relativi a pH, temperatura, conducibilità elettrica, misurati in continuo durante lo spurgo ($\pm 10\%$). <p>Verranno utilizzate portate basse al fine di evitare il prosciugamento del piezometro.</p>
Procedure di campionamento	<p>Dopo l'effettuazione dello spurgo, sui piezometri installati si prevede di adottare il campionamento dinamico, tramite pompa a bassa portata (portata tipica $0.1 \div 0,5$ l/min, comunque sempre <1 l/m).</p> <p>Tramite il campionamento dinamico si otterrà un campione rappresentativo composito con acque provenienti da diverse profondità e quindi rappresentativo della composizione media dell'acquifero.</p> <p>Il campionamento delle acque per l'analisi dei metalli prevederà il prelievo di un'aliquota tal quale e di un'aliquota filtrata e acidificata in campo, con filtro $0,45 \mu\text{m}$ e HNO_3 pari allo 0,5% in volume al fine di valutare l'apporto di particelle in sospensione.</p>
Identificazione e conservazione dei campioni	<p>I campioni di acqua di falda prelevati dai piezometri rispetteranno la seguente procedura di identificazione e conservazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> • si prevede il trasporto in giornata dei campioni al laboratorio di analisi; • si procederà all'etichettatura del campione raccolto nell'idoneo contenitore (secondo i metodi IRSA-CNR, Volume 64/85) riportando il pozzo di monitoraggio, data e ora del prelievo; • il campione sarà stabilizzato per le analisi secondo i metodi IRSA - CNR, Volume 64/85; • a seguito del prelievo, durante il trasporto e in attesa dello svolgimento delle analisi, i campioni verranno conservati al buio alla temperatura di 4°C.

Tabella 19: Metodiche di campionamento delle acque

Per quanto riguarda le analisi chimiche da effettuare sulle acque di falda che verranno prelevate, si propone di analizzare il contaminante indicatore dei terreni: **Idrocarburi totali (come n-esano)**.

4. Computo metrico e cronoprogramma

Il costo complessivo degli interventi è riportato nella tabella seguente (v. dettagli del computo metrico nell'elaborato E03423.POB.A06.GEN.PCP.PR.CM.00001.01).

Tipologia lavoro	Voce	Importo
INTERVENTI DI BONIFICA	Accantieramento e preparazione piazzole di stoccaggio	4.979,38 €
	Rimozione hot-spot	23.312,22 €
	Realizzazione messa in sicurezza permanente hot-spot C8	492,41 €
	Gestione rifiuti	93.778,09 €
	Campionamento di collaudo degli scavi	5.530,31 €
	Monitoraggio acque di falda (post ADR)	8.182,78 €
	Oneri per la sicurezza	5.000,00 €
TOTALE COMPUTO METRICO ESTIMATIVO		141.275,19 €
SOMME A DISPOSIZIONE:	- Imprevisti (ca. 5%)	7.063,76 €
	- IVA al 10% (sul totale complessivo, inclusi imprevisti)	14.833,89 €
	- Altre somme a disposizione dell'amministrazione per gare, spese tecniche, ecc.	20.000,00 €
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE		41.897,65 €
TOTALE		183.172,84 €

Il totale del quadro economico dell'intervento, dunque, ammonta a circa € 183.000,00.

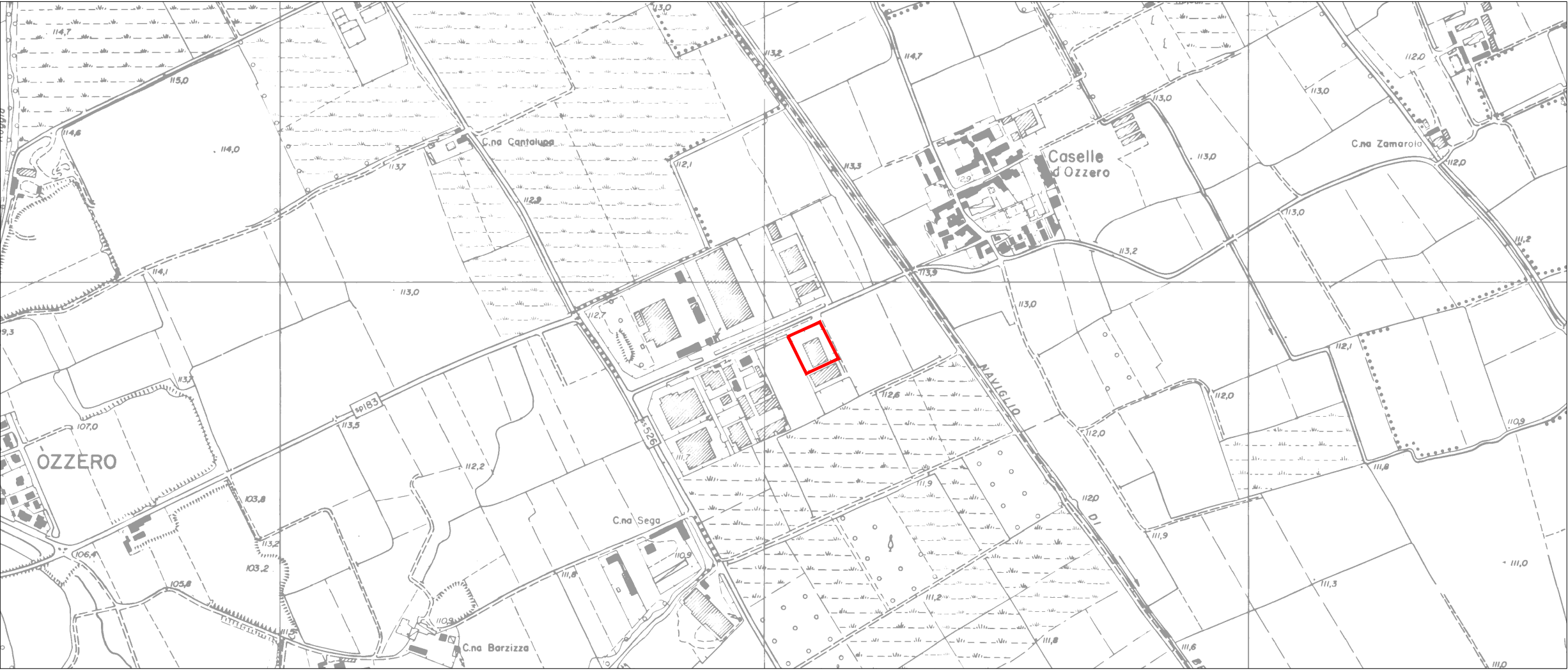
Il **cronoprogramma** relativo all'intervento di bonifica è riportato nell'elaborato E03423.POB.A06.GEN.PCP.PR.CR.00001.01. In particolare, è stato stimato che l'intervento di bonifica possa protrarsi per un intervallo temporale pari a circa **12 settimane**.

TAVOLE

Tavola 1 rev. 1

Carta ubicazione area di indagine

Stralcio Carta Tecnica Regionale - Scala 1: 10.000



Stralcio Ortofoto - Scala 1: 5.000



LEGENDA		
<div><div></div>Area di indagine</div>		
Committente:	<div><div><div></div></div><div><div>ARIA</div><div>AZIENDA REGIONALE PER L'INNOVAZIONE E GLI ACQUISTI</div></div></div>	
Titolo:	INTEGRAZIONE VARIANTE PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA Cod. Agisco MI150.0001	
Oggetto:	CARTA UBICAZIONE AREA DI INDAGINE	
Sito:	SP183 n. 14 – Morimondo (M)	
Tavola n.	Scala:	Data:
1 rev.1	1:10.000–1:5.000	Aprile 2024

Tavola 2 rev. 1

Carta ubicazione indagini pregresse con superamenti dei limiti da normativa

Parametro	CSC	u.m.	Valore
C8 bis - 0,00÷1,00 m da p.c.			
Idrocarburi pesanti C>12	750	mg/kg s.s.	1.525

Parametro	CSC	u.m.	Valore
C6 - 0,00÷1,00 m da p.c.			
Idrocarburi pesanti C>12	750	mg/kg s.s.	2.810

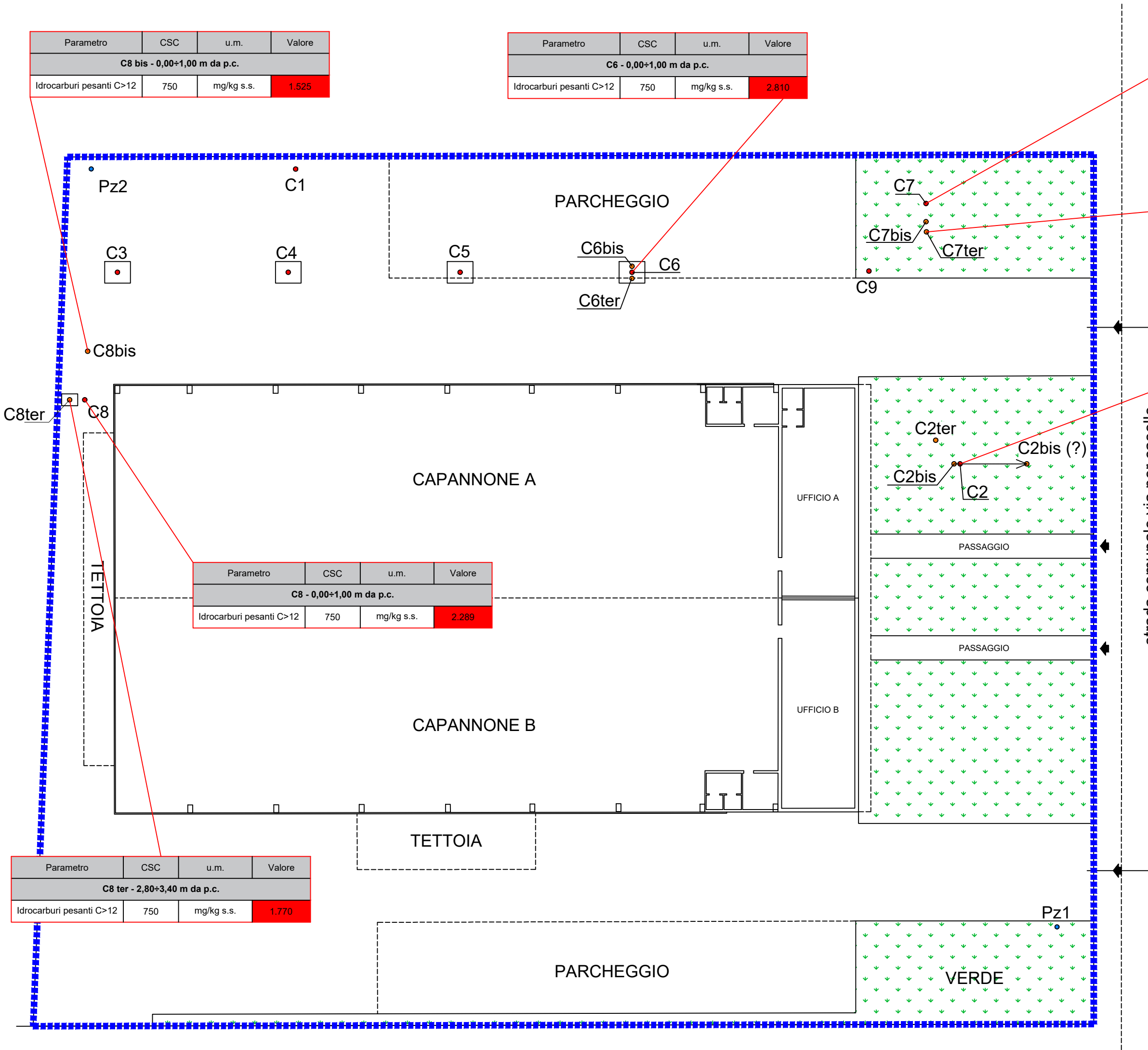
Parametro	CSC	u.m.	Valore
C7 - 0,00÷1,00 m da p.c.			
Idrocarburi pesanti C>12	750	mg/kg s.s.	3.362
C7 - 1,00÷2,00 m da p.c.			
Idrocarburi pesanti C>12	750	mg/kg s.s.	3.564

Parametro	CSC	u.m.	Valore
C7 ter - 0,00÷1,00 m da p.c.			
Idrocarburi pesanti C>12	750	mg/kg s.s.	2.955

Parametro	CSC	u.m.	Valore
C2 - 0,00÷1,00 m da p.c.			
Idrocarburi pesanti C>12	750	mg/kg s.s.	1.041

Parametro	CSC	u.m.	Valore
C8 - 0,00÷1,00 m da p.c.			
Idrocarburi pesanti C>12	750	mg/kg s.s.	2.289

Parametro	CSC	u.m.	Valore
C8 ter - 2,80÷3,40 m da p.c.			
Idrocarburi pesanti C>12	750	mg/kg s.s.	1.770



LEGENDA

- Confine di proprietà
- Aree a verde
- Caditoie / pozzi perdenti
- Punti di indagine preliminare (settembre 2004)
- Punti di indagine integrativi previsti da PdC (gennaio 2006)
- Piezometri previsti da PdC (gennaio 2006)

Committente:

ARIA
AZIENDA REGIONALE PER
L'INNOVAZIONE E GLI ACQUISTI

Titolo:

INTEGRAZIONE VARIANTE PROGETTO
OPERATIVO DI BONIFICA
Cod. Agisco MI150.0001

Oggetto:

CARTA UBICAZIONE INDAGINI
PREGRESSE CON SUPERAMENTI
DEI LIMITI DA NORMATIVA

Sito:

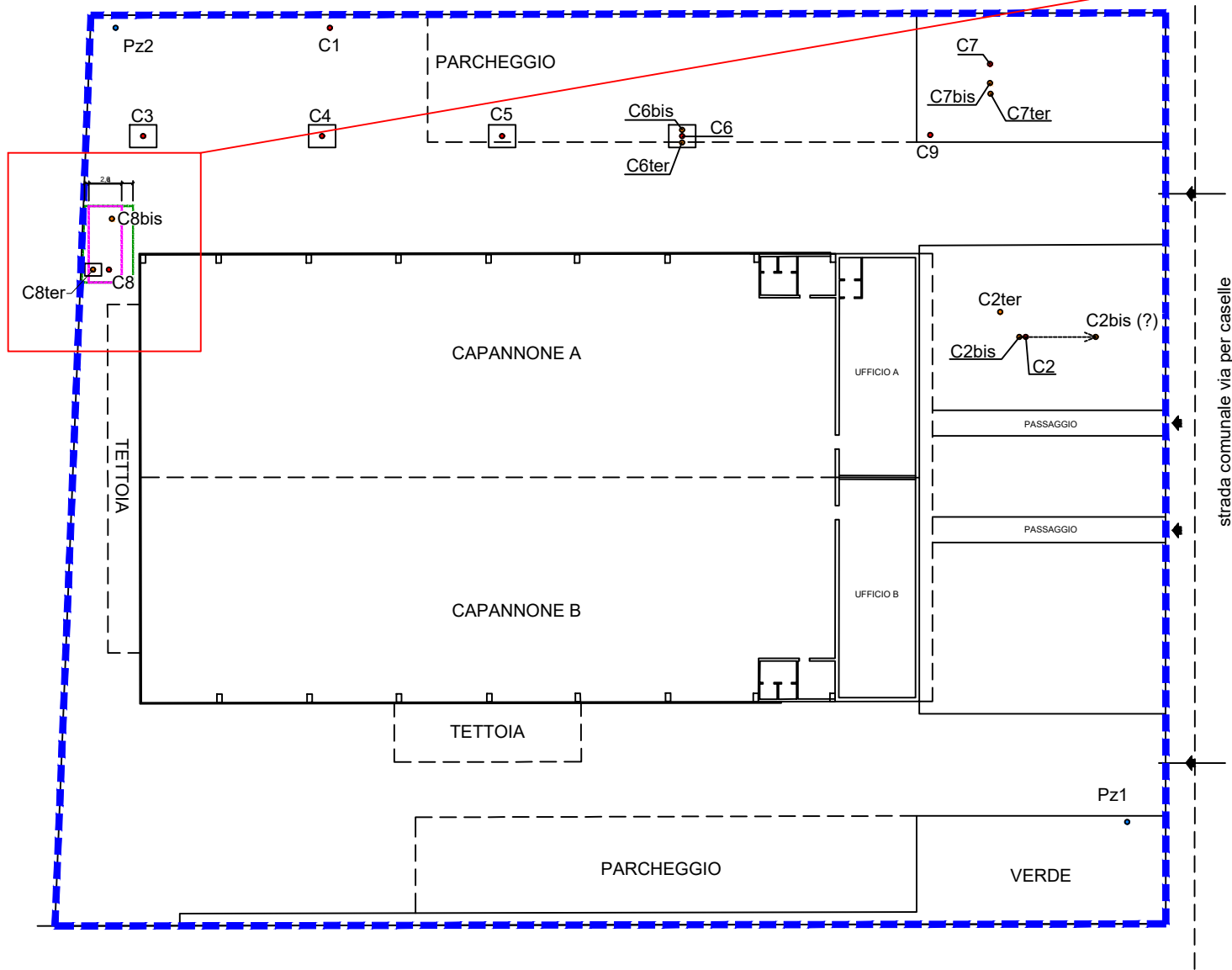
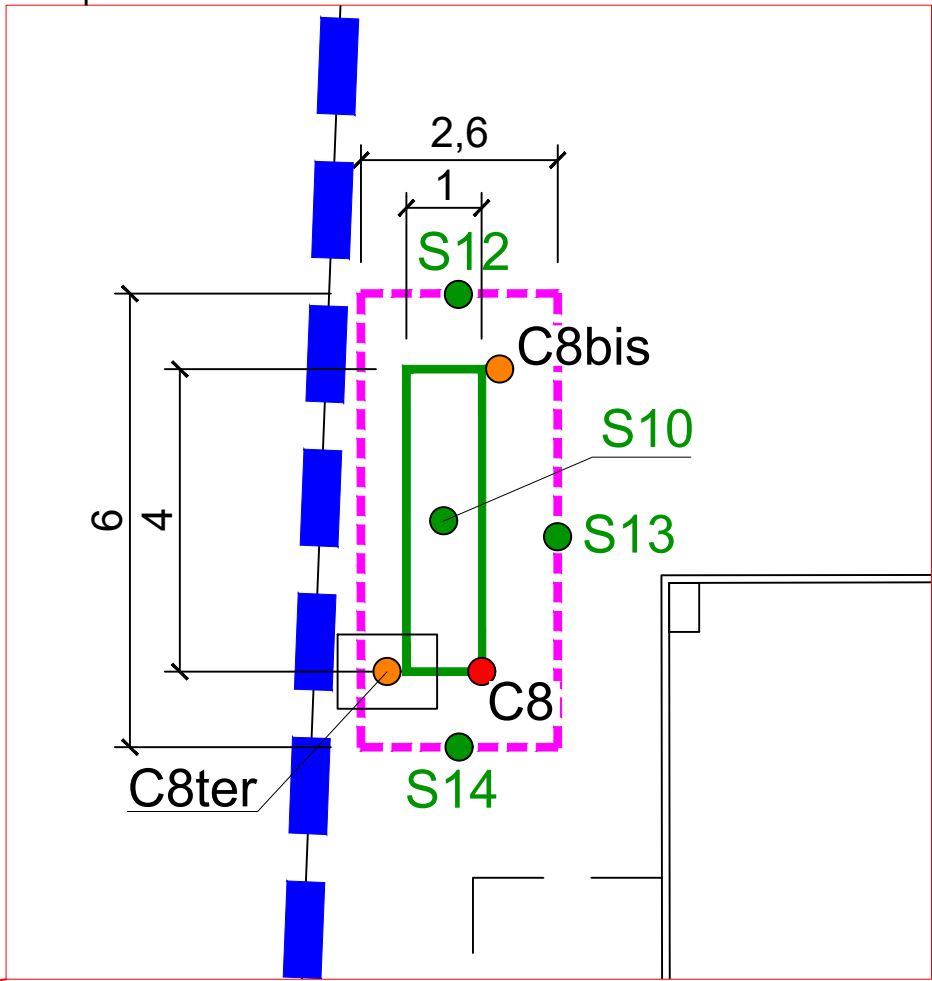
SP183 n. 14 – Morimondo (M)

Tavola n.	Scala:	Data:
2 rev.1	1:300	Aprile 2024

Tavola 3 rev. 1

Carta sorgente di potenziale contaminazione

Hot Spot C8



LEGENDA

- Confine di proprietà
- Aree a verde
- Caditoie / pozzi perdenti
- Punti di indagine preliminare (settembre 2004)
- Punti di indagine integrativi previsti da PdC (gennaio 2006)
- Piezometri previsti da PdC (gennaio 2006)
- Indagini di accertamento (aprile 2023)
- Aree di scavo come da Progetto di Bonifica di agosto 2006
- Area sorgente di potenziale contaminazione (AdR)

Committente:

Titolo:

INTEGRAZIONE VARIANTE PROGETTO
OPERATIVO DI BONIFICA
Cod. Agisco MI150.0001

Oggetto:

CARTA SORGENTE DI
POTENZIALE CONTAMINAZIONE

Sito:

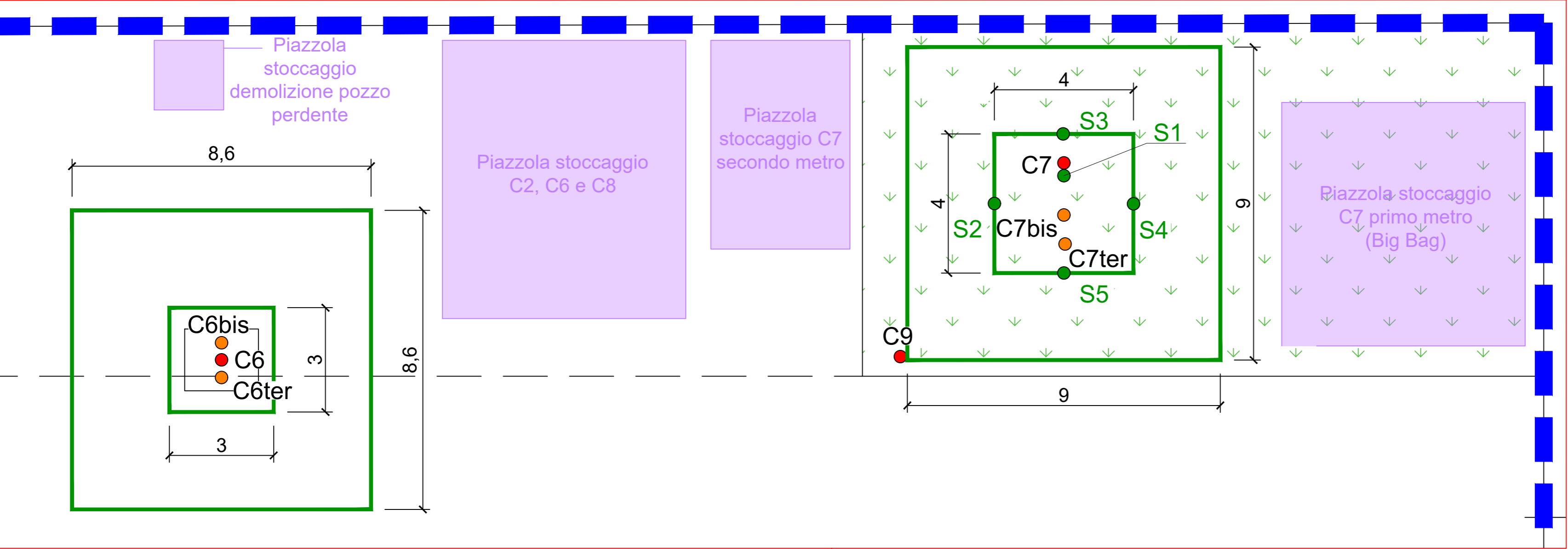
SP183 n. 14 – Morimondo (M)

Tavola n.	Scala:	Data:
3 rev.1	1:500	Aprile 2024

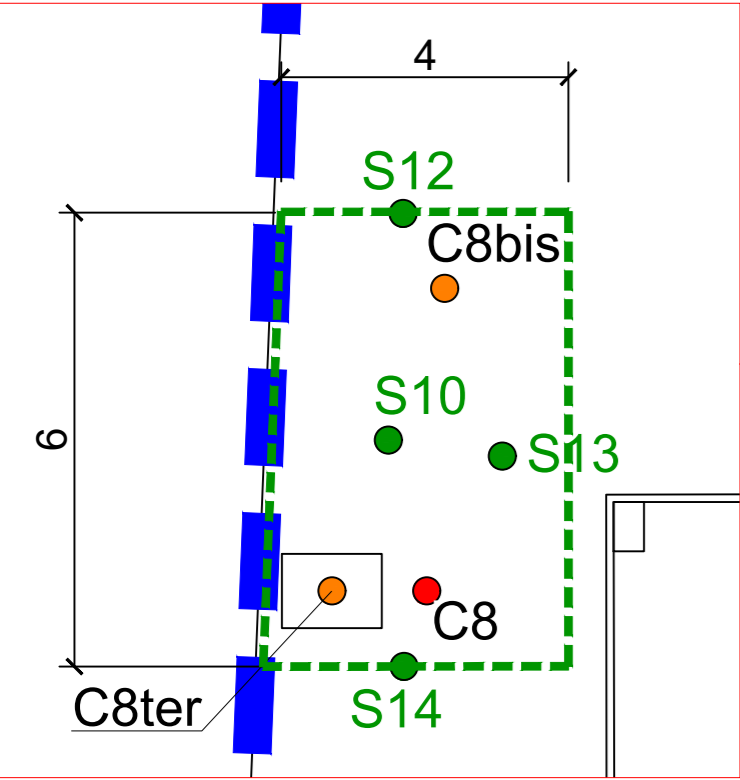
Tavola 4 rev. 1

Carta aree di intervento

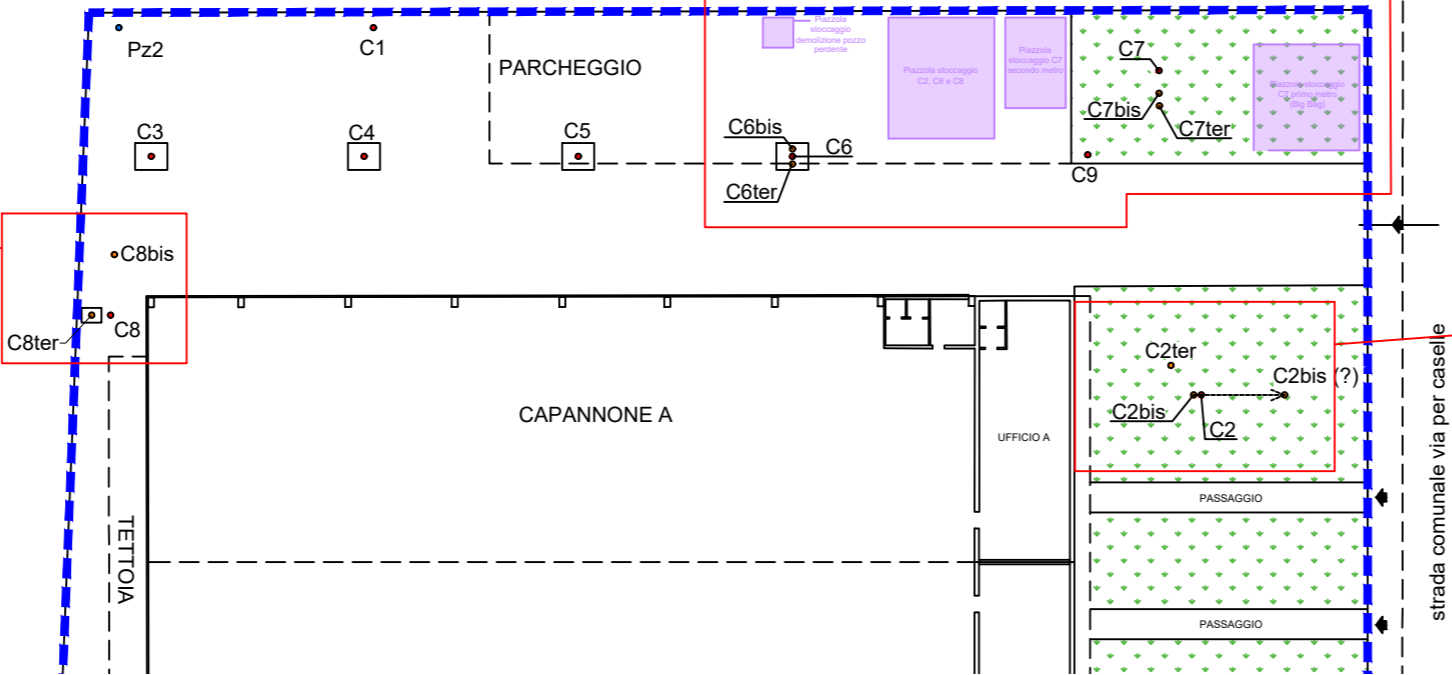
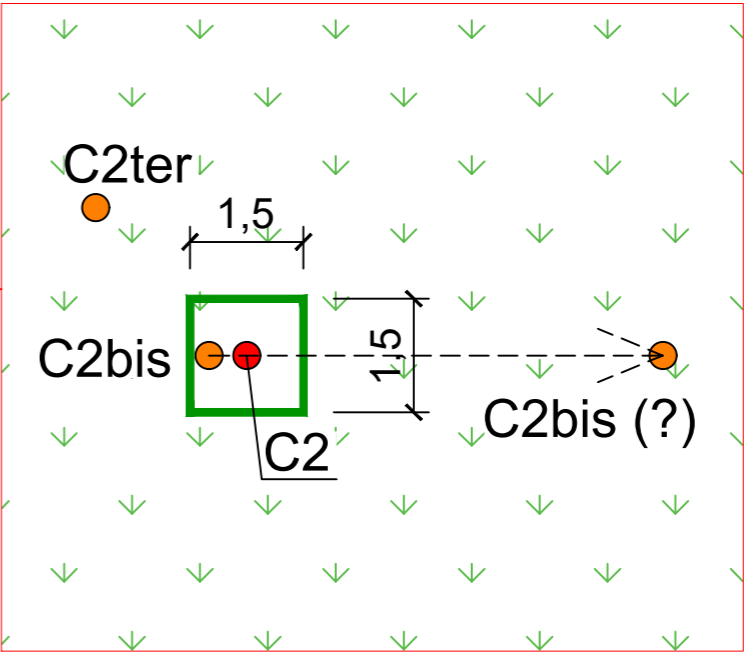
Hot Spot C6



Hot Spot C8



Hot Spot C2



LEGENDA

- Confine di proprietà
- Aree a verde
- Caditoie / pozzi perdenti
- Punti di indagine preliminare (settembre 2004)
- Punti di indagine integrativi previsti da PdC (gennaio 2006)
- Piezometri previsti da PdC (gennaio 2006)
- Indagini di accertamento (aprile 2023)
- Aree di scavo
- Area sottoposta a MISP
- Piazzole di stoccaggio

Committente:

ARIA
AZIENDA REGIONALE PER
L'INNOVAZIONE E GLI ACQUISTI

Titolo:

INTEGRAZIONE VARIANTE PROGETTO
OPERATIVO DI BONIFICA
Cod. Agisco MI150.0001

Oggetto:

CARTA AREE DI INTERVENTO

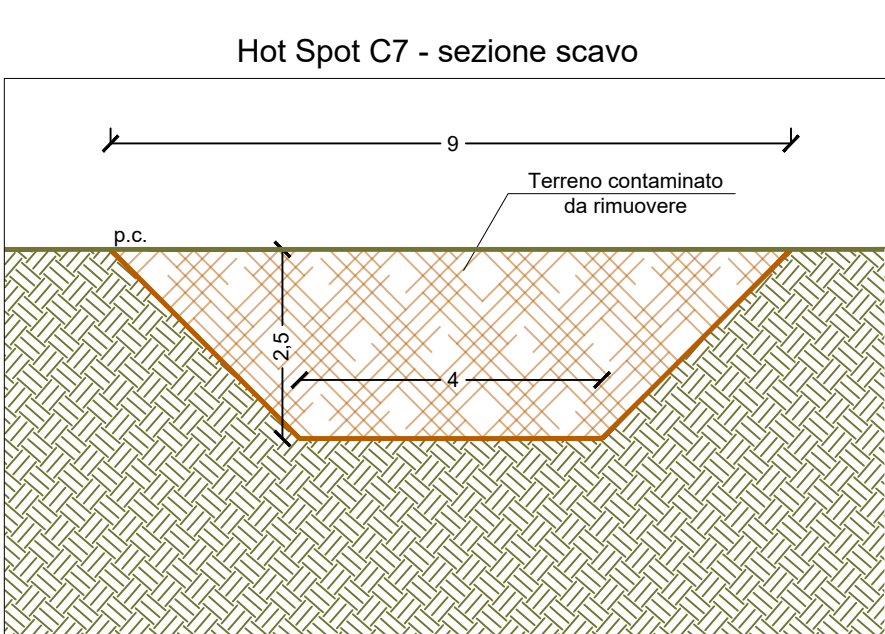
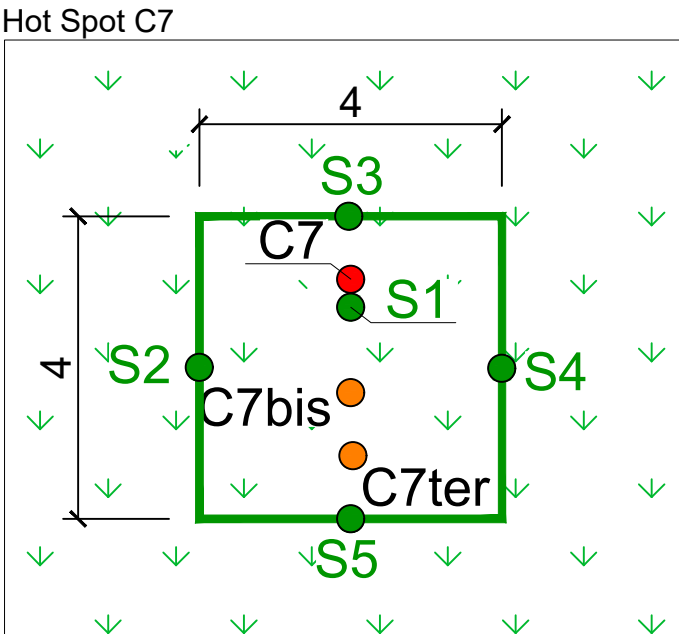
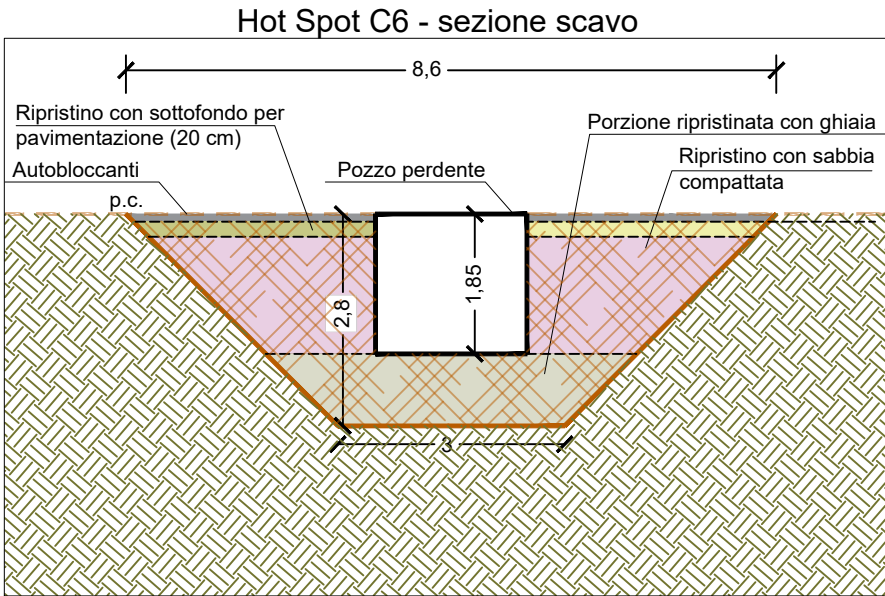
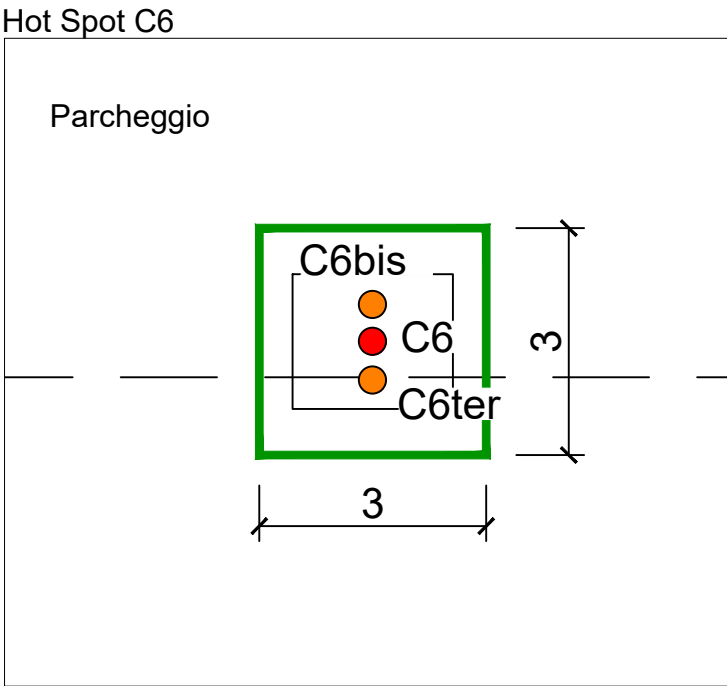
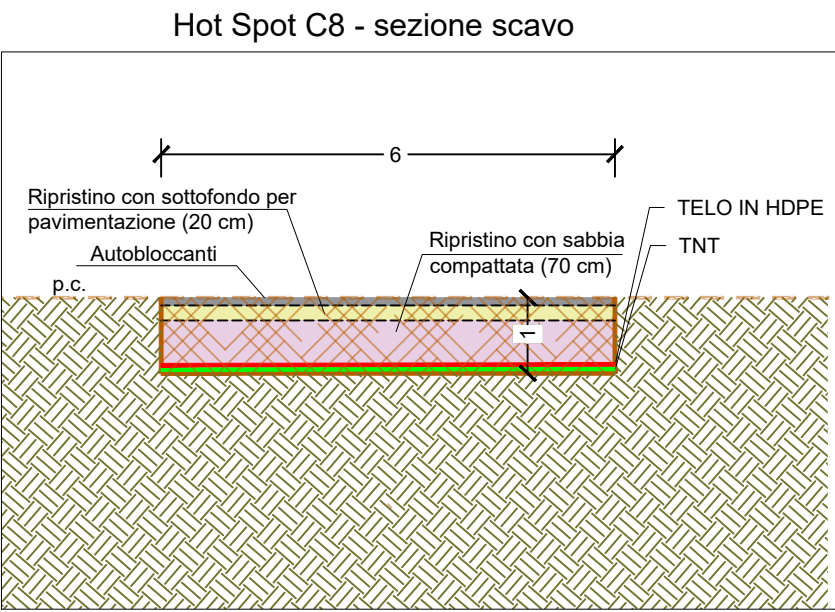
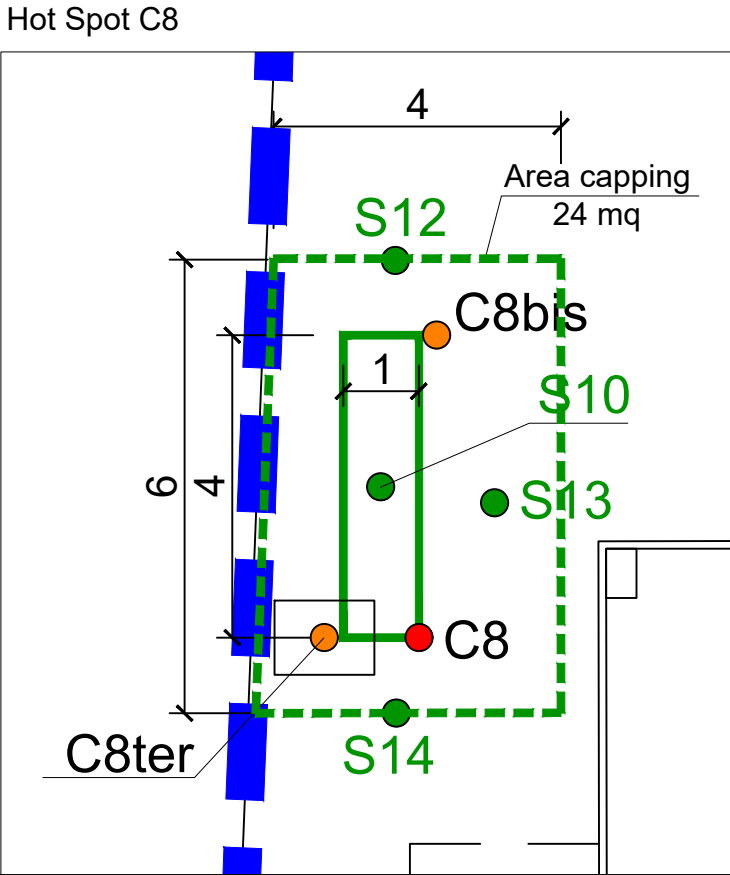
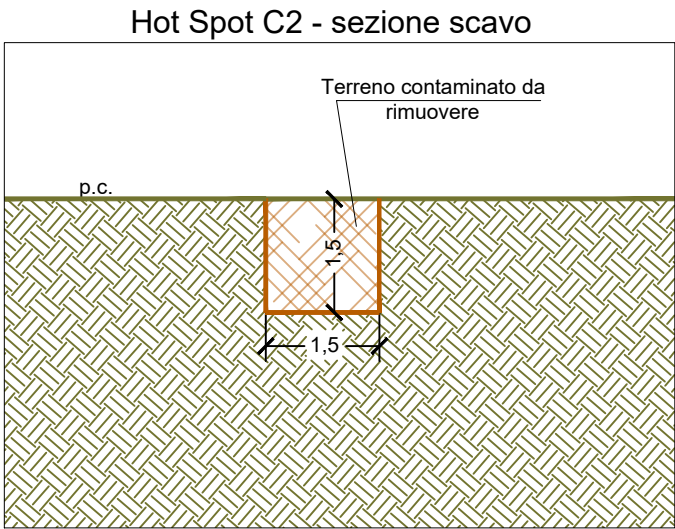
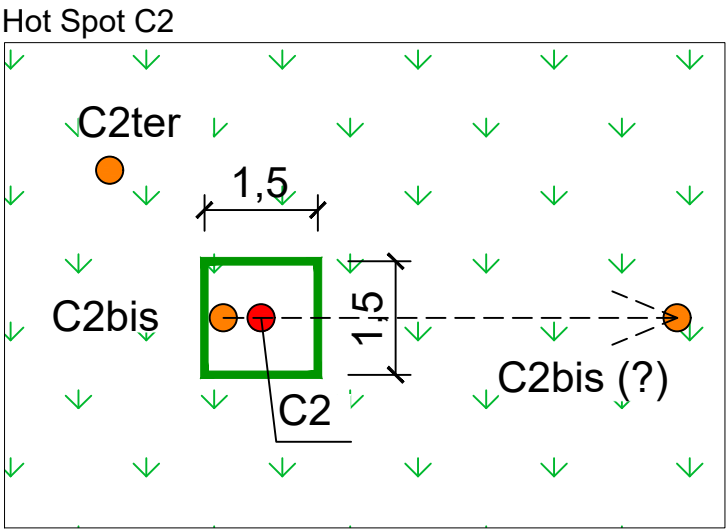
Sito:

SP183 n. 14 – Morimondo (M)

Tavola n.	Scala:	Data:
4 rev.1	1:500	Aprile 2024

Tavola 5 rev. 1

Carta particolari aree di intervento



LEGENDA

- Confine di proprietà
- Aree a verde
- Caditoie / pozzi perdenti
- Punti di indagine preliminare (settembre 2004)
- Punti di indagine integrativi previsti da PdC (gennaio 2006)
- Piezometri previsti da PdC (gennaio 2006)
- Indagini di accertamento (aprile 2023)
- Aree di scavo come da Progetto di Bonifica di agosto 2006
- Area capping Hot Spot C8 (superficie 24 mq)

Committente: **ARIA**
AZIENDA REGIONALE PER L'INNOVAZIONE E GLI ACQUISTI

Titolo: **INTEGRAZIONE VARIANTE PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA**
Cod. Agisco MI150.0001

Oggetto: **CARTA PARTICOLARI AREE DI INTERVENTO**

Sito: **SP183 n. 14 – Morimondo (M)**

Tavola n.	Scala:	Data:
5 rev.1	1:100	Aprile 2024

ALLEGATI

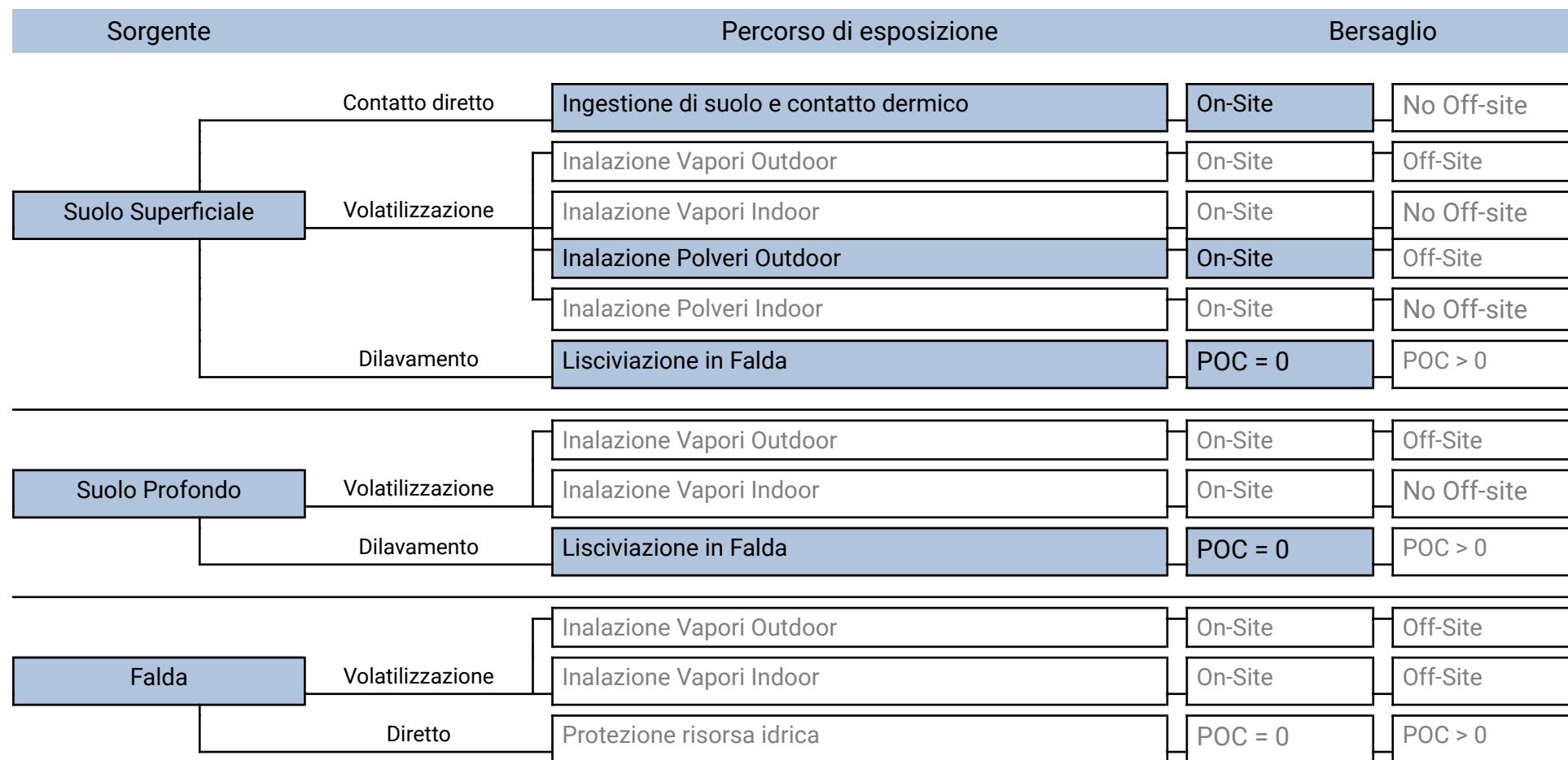
Allegato 1

Output Analisi di rischio matrice suolo/sottosuolo – Hot-spot C8



Nome del sito:	Morimondo
Nome sub-area:	Hot spot C8
Data:	19/04/2024
Tipo di analisi:	Calcolo Rischi (Modalità Diretta)
Tipo di analisi:	Calcolo Obiettivi di Bonifica (Modalità Inversa)
Note:	-

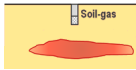
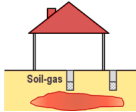
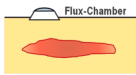
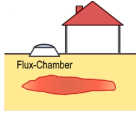


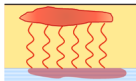
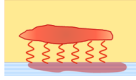
Modello Concettuale del Sito



Recettori on-site: Lavoratori

Recettori off-site: ---

Caratterizzazione integrativa

Tipo di misura		Tipo di recettore
Misure soil-gas outdoor		Recettori on-site
		Recettori off-site
Misure soil-gas indoor		Recettori on-site
		No Off-Site
Misure con camere di flusso (Outdoor)		Recettori on-site
		Recettori off-site
Misure con camere di flusso (per Indoor)		Recettori on-site
		No Off-Site
Misure in Aria Outdoor		Recettori on-site
		Recettori off-site
Misure in Aria Indoor		Recettori on-site
		No Off-Site
Test di cessione (Suolo Superficiale)		POC = 0 m
		POC > 0 m
Test di cessione (Suolo Profondo)		POC = 0 m
		POC > 0 m

Opzioni di Calcolo

Descrizione	Valore
Considera esaurimento sorgente nel suolo superficiale per volatilizzazione	✓
Considera esaurimento sorgente nel suolo profondo per volatilizzazione	✓
Considera attenuazione vapori quando sorgente nel suolo al di sotto del p.c.	✗
Utilizza il minore tra il fattore di volatilizzazione da suolo profondo e suolo superficiale	✓
Volatilizzazione Outdoor off-site da falda	Trasporto in atmosfera (ADF)
Considera la biodegradazione durante il percorso di volatilizzazione	✗
Considera esaurimento sorgente nel suolo superficiale per lisciviazione in falda	✗
Considera esaurimento sorgente nel suolo profondo per lisciviazione in falda	✗
Considera attenuazione durante lisciviazione da suolo superficiale (SAM)	✓
Considera attenuazione durante lisciviazione da suolo profondo (SAM)	✓
Considera la biodegradazione durante il percorso di lisciviazione in falda	✗
Dispersione in falda	Dispersione in tutte le direzioni ma verticale verso il basso (DAF2)
Verifiche sullo spessore di miscelazione in falda	✓
Considera biodegradazione durante trasporto in falda	✗
Considera Csat per calcolo del Rischio e delle CSR	✗
Considera Csat solo per il calcolo delle CSR	✗
Considera l'eventuale presenza di fase separata nell'esaurimento della sorgente	✗
Considera ADAF	✓
RfD vs RfC	RfC
Considera la frazione bioaccessibile per il percorso di ingestione di suolo	✗
Rischio Accettabile	
Individuale	0.000001
Cumulato	0.00001
Indice di Pericolo Accettabile	
Individuale	1
Cumulato	1

CRS

Contaminante	Suolo Superficiale	Suolo Profondo	Falda	Eluato da suolo superficiale	Eluato da suolo profondo	Soil-gas Outdoor	Soil-gas Indoor	Flux Chamber (outdoor)	Flux Chamber (indoor)	Aria Outdoor	Aria Indoor
-	mg/kg	mg/kg	mg/L	mg/L	mg/L	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Alifatici C13-C18	2.29e+3	1.77e+3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alifatici C19-C36	2.29e+3	1.77e+3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aromatici C13-C22	2.29e+3	1.77e+3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di esposizione - On Site

Esposizione			On Site				
Ambito			Residenziale				Industriale
Parametri di esposizione	Simbolo	UM	Bambini	Adolescenti	Adulti	Anziani	Lavoratore
Fattori Comuni							
Peso Corporeo	BW	kg	15	15	70	70	70
Tempo di mediazione cancerogeni	AT	y	70				
Durata di esposizione	ED	y	6	10	24	5	25
Frequenza di esposizione	EF	d/y	350	350	350	350	250
Ingestione di suolo							
Frazione di suolo ingerita	FI	-	1	1	1	1	1
Tasso di ingestione suolo	IR	mg/d	200	200	100	100	50
Contatto Dermico							
Superficie di pelle esposta	SA	cm ²	2800	2800	5700	5700	3300
Fattore di aderenza dermica	AF	mg/cm ² /d	0.2	0.2	0.07	0.07	0.2
Inalazione di vapori e polveri outdoor							
Frequenza giornaliera outdoor (c)	EFgo	h/d	24	0.5	24	1.9	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri outdoor (a);(b)	Bo	m ³ /h	0.7	0.7	0.9	0.9	2.5
Frazione di suolo nella polvere outdoor	Fsd	-	1	1	1	1	1
Inalazione di vapori e polveri indoor							
Frequenza Giornaliera Indoor	EFgi	h/d	24	19.6	24	22.4	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri indoor (b)	Bi	m ³ /h	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9
Frazione di suolo nella polvere indoor	Fi	-	1	1	1	1	1
Ingestione di acqua							
Tasso di Ingestione di acqua	IRw	L/d	1	1	2	2	1

Parametri del sito - Geometria Sorgenti

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Geometria Sorgenti					
Stessa dimensione per tutte le sorgenti					
Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	W	45	6.5	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	Sw	45	45	m	✓
Altezza della zona di miscelazione in aria	∂_{air}	2	2	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	W'	45	6.5	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del vento	Sw'	45	45	m	✓
Suolo Superficiale					
Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	Ls,SS	0	0	m	✓
Spessore della sorgente nel suolo superficiale insaturo	d	1	1	m	✓
Suolo Profondo					
Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	Ls,SP	1	1	m	✓
Spessore della sorgente nel suolo profondo insaturo	ds	2	3	m	✓
Soggiacenza della falda da p.c.	Lgw	3	9	m	✓

Parametri del sito - Zona Insatura

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Zona Insatura					
Tessitura rappresentativa del suolo insaturo			Loamy Sand		
Porosità efficace del terreno in zona insatura	θ_e	Letteratura	0.353	-	✓
Contenuto volumetrico di acqua nel suolo	θ_w	Letteratura	0.103	-	✓
Contenuto volumetrico di aria nel suolo	θ_a	Letteratura	0.25	-	✓
Contenuto volumetrico di acqua nella frangia capillare	$\theta_{w,cap}$	Letteratura	0.318	-	✓
Contenuto volumetrico di aria nella frangia capillare	$\theta_{a,cap}$	Letteratura	0.035	-	✓
Spessore della frangia capillare	h_{cap}	Letteratura	0.188	m	✓
Carico idraulico critico (potenziale di matrice)	h_{cr}	Letteratura	-0.0486	m	✓
Conducibilità idraulica del terreno nella zona insatura	K_{sat}	Letteratura	4.05e-5	m	✓
Battente idrico in superficie	H_w	0.25	0.25	m	✓
Densità del suolo	ρ_s	1.7	1.7	g/cm ³	✓
pH del suolo	pH	6.8	6.8	-	✓
Frazione di carbonio organico - suolo superficiale	$f_{oc,SS}$	0.01	0.00753	g/g	✓
Frazione di carbonio organico - suolo profondo	$f_{oc,SP}$	0.01	0.001	g/g	✓
Frazione residua dei pori nel suolo (per calcolo Cres)	S_r	0.04	0.04	m	✓
Spessore della zona insatura	h_v	Calcolato	8.812	m	✓
Infiltrazione efficace calcolata					
Piovosità media annua	P	129	106.3	cm/y	✓
Frazione areale di fratture outdoor	η_{out}	1	1	cm/y	✓
Infiltrazione efficace nel suolo	l_{ef}	Calcolato	20.34	cm/y	✓
Spessore della zona di miscelazione in falda	δ_{gw}	Calcolato	1.14	m	no check
Fattore di diluizione in falda	LDF	Calcolato	3.24	-	no check

Parametri del sito - Zona Satura

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Zona Satura					
Tessitura rappresentativa del suolo saturo			Sand		
Conducibilità idraulica del terreno saturo	Ksat	Letteratura	8.25e-5	m/s	✓
Porosità efficace del terreno in zona saturo	$\theta_{e,sat}$	Letteratura	0.385	-	✓
Spessore acquifero	da	2	2	m	✓
Gradiente idraulico	i	0.01	0.001	m/m	✓
Velocità di Darcy	vgw	Calcolato	8.25e-8	m/s	✓
Velocità media effettiva nella falda	ve	Calcolato	2.14e-7	-	✓
Frazione di carbonio organico - suolo saturo	foc,sat	0.001	0.001	g/g	✓
Frazione residua dei pori nel suolo saturo (per calcolo Cres)	Sr	0.04	0.04	g/g	✓
Distanza punto di conformità in falda	POC	100	100	m	✓
Dispersività longitudinale in falda	ax	Calcolato	10.00	m	✓
Dispersività trasversale in falda	ay	Calcolato	3.33	m	✓
Dispersività verticale in falda	az	Calcolato	0.50	m	✓

Parametri del sito - Outdoor

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Outdoor					
Velocità del vento	Uair	2.25	0.84	m/s	✓
Velocità del vento ad altezza suolo calcolata					
Dati stazione di misura vento					
Velocità del vento misurata nella centralina meteo	Uair,sm	2.25	1.073	m/s	✓
Altezza della centralina meteo	Hsm	10	10	m	✓
Caratteristiche Sito					
Classe di stabilità atmosferica			Classe D		
Tipologia di area			Suolo Rurale		
Altezza di riferimento per stima velocità del vento	BM	2	2	m	✓
Dati Calcolati					
Coefficiente P	p	-	0.15	-	✓
Portata di particolato per unità di superficie	Pe	6.9e-14	6.9e-14	g/cm/s ²	✓
Distanza recettore off site - ADF	POC ADF	100	100	m	✓
Classe di Stabilità Atmosferica			Sito-specifico		
Coefficiente di dispersione trasversale	σ_y	10	10	m	✓
Coefficiente di dispersione verticale	σ_z	10	10	m	✓
Profondità della zona aerobica da p.c.	La Outdoor	1	1	m	✓

Contaminanti selezionati - Parametri chimico-fisici (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))

Contaminante	Vol	Sol	H	Kd	Kd(pH)	Koc	Koc(pH)	Dair	Dw	ρ
-	-	mg/L	-	L/kg	L/kg	L/kg	L/kg	cm²/s	cm²/s	kg/L
Alifatici C13-C18	SVOC	0.01	69			680000				
Alifatici C19-C36	POM	0.0000015	110			398000000				
Aromatici C13-C22	SVOC	5.8	0.03			5000				

Contaminanti selezionati - Parametri tossicologici (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))

Contaminante	ADAFc	ADAFa	SFing	SFinal	IUR	RfDing	RfDinal	RfC	ABS
	-	-	(mg/kg/d)-1	(mg/kg/d)-1	(µg/m³)-1	(mg/kg/d)	(mg/kg/d)	(mg/m³)	-
Alifatici C13-C18						0.1		0.2	0.1
Alifatici C19-C36						2		0.2	0.1
Aromatici C13-C22						0.03		0.05	0.1

Contaminanti selezionati - CSC (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))

Contaminante	CSC Suoli Residenziali	CSC Suoli Industriali	CSC Falda
	mg/kg	mg/kg	mg/L
Alifatici C13-C18	50	750	0.35
Alifatici C19-C36	50	750	0.35
Aromatici C13-C22	50	750	0.35

Rischio da Suolo Superficiale

Contaminante	CRS	f	CRS/f	Csat	Cres	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
-	mg/kg	-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Alifatici C13-C18	2.29e+3		2.29e+3	5.13e+1	5.13e+1	-	2.60e-2	4.38e-2
Alifatici C19-C36	2.29e+3		2.29e+3	4.50e+0	4.50e+0	-	1.30e-3	7.49e-5
Aromatici C13-C22	2.29e+3		2.29e+3	2.19e+2	2.19e+2	-	8.66e-2	5.95e+0
Cumulato Outdoor (On-site)						-	1.14e-1	
Cumulato Indoor (On-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (On-site)						-	-	
Cumulato Outdoor (Off-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (Off-site)						-	-	

Rischio da Suolo Profondo

Contaminante	CRS	f	CRS/f	Csat	Cres	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
-	mg/kg	-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Alifatici C13-C18	1.77e+3		1.77e+3	6.90e+0	6.90e+0	-	-	8.49e-1
Alifatici C19-C36	1.77e+3		1.77e+3	5.97e-1	5.97e-1	-	-	1.47e-3
Aromatici C13-C22	1.77e+3		1.77e+3	2.94e+1	2.94e+1	-	-	1.16e+2
Cumulato Outdoor (On-site)						-	-	
Cumulato Indoor (On-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (On-site)						-	-	
Cumulato Outdoor (Off-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (Off-site)						-	-	

CSR per il Suolo Superficiale

Contaminante	CRS	Csat	Cres	CSC	CSR (HH)	CSR (GW)	CSR
-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Alifatici C13-C18	2.29e+3	5.13e+1	5.13e+1	7.50e+2	8.81e+4	5.23e+4	5.23e+4
Alifatici C19-C36	2.29e+3	4.50e+0	4.50e+0	7.50e+2	>1e+6	>1e+6	>1e+6
Aromatici C13-C22	2.29e+3	2.19e+2	2.19e+2	7.50e+2	2.64e+4	3.85e+2	3.85e+2

CSR per il Suolo Profondo

Contaminante	CRS	Csat	Cres	CSC	CSR (HH)	CSR (GW)	CSR
-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Alifatici C13-C18	1.77e+3	6.90e+0	6.90e+0	7.50e+2	-	2.09e+3	2.09e+3
Alifatici C19-C36	1.77e+3	5.97e-1	5.97e-1	7.50e+2	-	>1e+6	>1e+6
Aromatici C13-C22	1.77e+3	2.94e+1	2.94e+1	7.50e+2	-	1.53e+1	1.53e+1

CSR cumulative per il Suolo Superficiale

Contaminante	CRS	CSRind	f	CSRcum	Csat	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
-	mg/kg	mg/kg	-	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Alifatici C13-C18	2.29e+3	5.23e+4		5.23e+4	5.13e+1	-	5.94e-1	1.00e+0
Alifatici C19-C36	2.29e+3	>1e+6		>1e+6	4.50e+0	-	1.00e+0	5.77e-2
Aromatici C13-C22	2.29e+3	3.85e+2		3.85e+2	2.19e+2	-	1.45e-2	1.00e+0
Cumulato Outdoor (On-site)						-	1.61e+0	
Cumulato Indoor (On-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (On-site)						-	-	
Cumulato Outdoor (Off-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (Off-site)						-	-	

CSR Idrocarburi (MADEP) per il Suolo Superficiale

Contaminante	CRS	Frazione			Csat	CSR (HH)	CSR/fr (HH)			CSR (GW)	CSR/fr (GW)		
		C<12	C>12	TOT			C<12	C>12	TOT		C<12	C>12	TOT
-	mg/kg	-	-	-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Alifatici C13-C18	2.29e+3	-	0.33	0.33	5.13e+1	8.81e+4	-	2.64e+5	2.64e+5	5.23e+4	-	1.57e+5	1.57e+5
Alifatici C19-C36	2.29e+3	-	0.33	0.33	4.50e+0	>1e+6	-	>1e+6	>1e+6	>1e+6	-	>1e+6	>1e+6
Aromatici C13-C22	2.29e+3	-	0.33	0.33	2.19e+2	2.64e+4	-	7.93e+4	7.93e+4	3.85e+2	-	1.15e+3	1.15e+3
Frazione Critica						CSR (HH)	-	7.93e+4	7.93e+4	CSR (GW)	-	1.15e+3	1.15e+3

CSR cumulative per il Suolo Profondo

Contaminante	CRS	CSRind	f	CSRcum	Csat	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
-	mg/kg	mg/kg	-	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Alifatici C13-C18	1.77e+3	2.09e+3		2.09e+3	6.90e+0	-	-	1.00e+0
Alifatici C19-C36	1.77e+3	>1e+6		>1e+6	5.97e-1	-	-	1.00e+0
Aromatici C13-C22	1.77e+3	1.53e+1		1.53e+1	2.94e+1	-	-	1.00e+0
Cumulato Outdoor (On-site)						-	-	
Cumulato Indoor (On-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (On-site)						-	-	
Cumulato Outdoor (Off-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (Off-site)						-	-	

CSR Idrocarburi (MADEP) per il Suolo Profondo

Contaminante	CRS	Frazione			Csat	CSR (HH)	CSR/fr (HH)			CSR (GW)	CSR/fr (GW)		
		C<12	C>12	TOT			C<12	C>12	TOT		C<12	C>12	TOT
-	mg/kg	-	-	-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Alifatici C13-C18	1.77e+3	-	0.33	0.33	6.90e+0	-	-	-	-	2.09e+3	-	6.26e+3	6.26e+3
Alifatici C19-C36	1.77e+3	-	0.33	0.33	5.97e-1	-	-	-	-	>1e+6	-	>1e+6	>1e+6
Aromatici C13-C22	1.77e+3	-	0.33	0.33	2.94e+1	-	-	-	-	1.53e+1	-	4.59e+1	4.59e+1
Frazione Critica						CSR (HH)	-	-	-	CSR (GW)	-	4.59e+1	4.59e+1

CSR Idrocarburi (MADEP) per la Falda

Contaminante	CRS	Frazione			Sol	CSR (HH)	CSR/fr (HH)			CSR (GW)	CSR/fr (GW)		
		C<12	C>12	TOT			C<12	C>12	TOT		C<12	C>12	TOT
-	mg/L	-	-	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Alifatici C13-C18	-	-	-	-	1.00e-2	-	-	-	-	-	-	-	-
Alifatici C19-C36	-	-	-	-	1.50e-6	-	-	-	-	-	-	-	-
Aromatici C13-C22	-	-	-	-	5.80e+0	-	-	-	-	-	-	-	-
Frazione Critica						CSR (HH)	-	-	-	CSR (GW)	-	-	-