



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea magistrale
in **Scienze ambientali**

Tesi di Laurea

**Progetto operativo di bonifica per l'area
denominata “ex polveriera Manin” sulla base
della futura destinazione d'uso del sito e dei
vincoli amministrativi, pratici e ambientali
presenti nell'area del Forte.**

Relatrice

Ch.ma Prof.ssa Cavinato Cristina

Laureando

Luca Brusò

Matricola 871303

Anno Accademico

2022/2023

Sommario

Abstract.....	1
1. Introduzione	3
1.1 Normativa di riferimento	3
1.2 Area oggetto di studio: il Forte Manin	7
1.3 Interventi pregressi eseguiti sul sito	11
1.4 Obiettivi della tesi.....	19
2. Materiali e metodi.....	21
2.1 Procedimento amministrativo di bonifica e messa in sicurezza.....	21
2.2 Caratterizzazione del sito	23
2.2.1 Livelli di contaminazione.....	24
2.2.2 Valori di fondo naturale	26
2.3 Caratteristiche del sito	30
2.3.1 Caratteristiche dei comparti ambientali	30
2.3.2 Risultati delle analisi per la matrice suolo (insaturo).....	39
2.3.3 Caratteristiche delle acque sotterranee (zona satura)	43
2.4 Analisi del rischio sanitario - ambientale	45
2.5 Calcolo del rischio individuale e cumulativo.....	52
2.6 Calcolo degli obiettivi di bonifica sito-specifici	55
3. Risultati ottenuti	57
3.1 Suolo superficiale	57
3.2 Suolo profondo.....	65
3.3 Falda	67
3.4 Considerazioni conclusive e gestione del rischio	67
4. Progetto di bonifica e di messa in sicurezza dei suoli insaturi	69
4.1 Descrizione degli interventi di bonifica possibili per la bonifica dei suoli insaturi	69
4.2 Descrizione dell'area di intervento	70
4.3 Tecnologie di bonifica adottate	73
4.3.1 Individuazione delle aree soggette ad interruzione dei percorsi	74
4.3.2 Natura tecnico-amministrativa dei materiali attualmente in cumulo nel sito	77
4.3.3 Gestione dei terreni in cumulo	81
4.4 Interventi previsti	83
4.4.1 Interventi propedeutici	83
4.4.2 Interventi di gestione dei materiali di riporto in cumulo.....	85
4.4.3 interventi di rimozione del terreno dalle altre aree	86
4.4.4 Interventi di interruzione dei percorsi e ripristino delle aree scavate	88
4.5 Gestione dei rifiuti	94
4.6 Implementazione delle attività.....	96
4.6.1 Collaudo dell'opera	96
4.6.2 Cronoprogramma.....	96
4.6.3 Piano di monitoraggio e manutenzione.....	96

5. Conclusioni.....	99
Allegati.....	101
Allegato 1 – Certificato Kimia acque di falda piezometro n° 25433	101
Allegato 2 – Verbale ARPAV del 23/02/2023	103
Allegato 3 - Certificato n. 230351.01 del 24/02/2023	104
Allegato 4 - Certificato n. 230351.02 - test cessione del 24/02/2023.....	108
Allegato 5 - Certificato n. 230351.03 del 24/02/2023	110
Allegato 6 – classificazione di pericolosità del rifiuto	113
Allegato 7 – Scheda tecnica geotessile tessuto idraulico	117
Bibliografia.....	119
Sitografia.....	120

Abstract

Nel presente lavoro di tesi sono riportati e discussi i risultati dell'analisi di rischio sanitario ambientale sito specifica ed il progetto operativo di bonifica per l'area denominata "ex Polveriera Manin", ubicata nella Macroisola Campalto-Osellino, in località Mestre (Comune di Venezia), attualmente in stato di abbandono. Si prevede infatti che l'area venga inclusa nel Piano per il riassetto del Parco San Giuliano, in particolare la ristrutturazione dei fabbricati esistenti e dell'area verde per utilizzi pubblici.

L'analisi di rischio svolta in collaborazione con AR.TE S.r.l. rappresenta una versione aggiornata ed approfondita, eseguita sulla base delle evidenze riscontrate dall'indagine di caratterizzazione eseguita nel 2010, dell'aggiornamento dei criteri metodologici ISPRA e di alcune recenti attività e determinazioni analitiche integrative condotte dagli scriventi su incarico della Committenza.

L'analisi del rischio sanitario – ambientale ha evidenziato una situazione di non conformità unicamente per la matrice suolo superficiale in relazione ai rischi per le vie dirette di esposizione (ingestione e contatto diretto).

La proposta operativa di bonifica e/o messa in sicurezza prevede l'interruzione dei percorsi diretti di esposizione mediante interposizione, ove possibile, di una barriera costituita da terreno vegetale, di idonee caratteristiche, finalizzata ad impedire che le sostanze inquinanti possano migrare creando pericolo per la salute umana e per l'ambiente.

1. Introduzione

Questo primo capitolo è mirato a dare un inquadramento normativo e geografico all'area in esame. Conoscere il contesto geografico nel quale è inserito il sito ci permette di evidenziare per ciascuna componente le caratteristiche e le criticità peculiari per l'ambito territoriale di influenza. Vedremo quali norme, decreti e provvedimenti hanno interessato l'area in esame e hanno guidato le nostre scelte prima e la stesura del seguente elaborato di tesi poi.

Successivamente, verrà ripercorsa la storia del Forte Manin e le indagini di carattere ambientale che lo hanno interessato dal 2009 ad oggi. Infine, verrà definito l'obiettivo di questo lavoro di tesi.

1.1 Normativa di riferimento

Al fine di consentire il concorso pubblico nella realizzazione di interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati, la legge del 9 dicembre 1998 n. 426 ha individuato l'area di Venezia-Porto Marghera come area di intervento di bonifica di interesse nazionale e con il successivo Decreto del Ministero dell'Ambiente del 22 febbraio 2000 è stata definita la sua perimetrazione.

In data 16/04/2012, con lo scopo di accelerare e semplificare le procedure di bonifica e messa in sicurezza per la riqualificazione ambientale delle aree comprese nel Sito di Interesse Nazionale di Venezia - Porto Marghera e aree limitrofe, è stato sottoscritto un Accordo di Programma, tra la Regione del Veneto, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, il Magistrato alle Acque di Venezia, il Comune, la Provincia e l'Autorità Portuale di Venezia. Tale accordo si compone di 12 articoli ed era finalizzato a promuovere il processo di riconversione industriale e riqualificazione economica del SIN – Porto Marghera, mediante procedimenti di bonifica e ripristino ambientale che consentissero lo sviluppo di attività produttive sostenibili da un punto di vista ambientale.

Con DGRV n. 58 del 21/01/2013 è stata proposta una nuova perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale di Venezia - Porto Marghera, limitandolo alle aree a prevalenza destinazione industriale. Tale provvedimento è stato assunto a seguito di quanto previsto dall'art. 36 bis, comma primo, della legge n. 134 del 7 agosto 2012, che ha modificato l'art. 252 del D.Lgs. n. 152/2006, introducendo tra i motivi che giustificano l'individuazione di un Sito di Interesse Nazionale "l'insistenza, attualmente o in passato, di attività di raffinerie, di impianti chimici integrati o di acciaierie".

La procedura di ripermimetrazione si è conclusa con il Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 24/04/2013 che, di fatto, ha recepito la proposta della Regione del Veneto.

A seguito della ripermimetrazione del Sito di Interesse Nazionale di Venezia - Porto Marghera, intervenuta con il D.M. 24/04/2013, alcune aree ricadenti in Comune di Venezia, tra cui anche il sito in esame "ex Polveriera Manin", sono state escluse da tale ambito territoriale.

L'art. 2 del suddetto Decreto prevede che la competenza amministrativa per l'espletamento delle necessarie operazioni di verifica ed eventuale bonifica, nei siti derubricati, passi alle rispettive Regioni di appartenenza.



Figura 1.1 - Planimetria ripermimetrazione SIN Venezia, Porto Marghera (Allegato A, DGR n.58 21/01/2013)

Con il provvedimento n. 1732 del 03 ottobre 2013 l'applicabilità dei Protocolli Attuativi dell'Accordo di Programma del 16/04/2012 è stata estesa alle aree escluse dal SIN a seguito del Decreto del Ministero dell'Ambiente del 24/04/2013.

È bene tener presente fin da subito, che tale Accordo di Programma aveva una durata decennale decorrente dalla data di registrazione da parte della Corte dei Conti, avvenuta in data 29 maggio 2012. Ne deriva che suddetto Accordo ad oggi non risulta più efficace da un punto di vista amministrativo.

Con una nota del 03/04/2023, però, il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MASE) specifica che i contenuti tecnici dell’Accordo di Programma e dei relativi Protocolli Operativi o Attuativi, sebbene non più efficaci dal punto di vista amministrativo, possono essere utilizzati come linee guida non vincolanti e quali best-practices e possono altresì costituire riferimento tecnico per procedimenti di bonifica inerenti ad aree ricadenti all’interno del perimetro del SIN di Venezia Porto Marghera (Nota MASE n. 51017, 2023).

Pertanto come linee guida, sono stati seguiti i Protocolli Operativi dell’Accordo di Programma per la bonifica e la riqualificazione ambientale del SIN di Venezia – Porto Marghera con particolare riferimento alle “Modalità di intervento di bonifica e di messa in sicurezza dei suoli e delle acque di falda”.

Ai fini della valutazione dello stato di qualità di suolo, sottosuolo e falda la scelta delle sostanze da valutare come “contaminanti indice” è stata fatta sulla base della correlabilità alle attività svolte nel sito, così come indicato nell’Allegato 1 al Titolo V della Parte Quarta del D. Lgs. 152/06 “Criteri generali per l’analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica”.

I valori ottenuti dalle analisi chimiche eseguite sui campioni di suolo e sottosuolo prelevati, saranno confrontati con i valori delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) previsti dalla Colonna A, Tabella 1 dell’Allegato 5, alla Parte Quarta, Titolo V, del D. Lgs. 152/06, per quanto concerne i terreni.

Il sito in oggetto, infatti, è una ex-polveriera la cui destinazione d’uso futura è di tipo verde pubblico privato e residenziale.

Per le acque sotterranee il D. Lgs. 152/06 individua un’unica categoria i cui valori limite sono riportati nella Tabella 2 dell’Allegato 5, alla Parte Quarta, Titolo V, del D. Lgs. 152/06.

I principali riferimenti normativi e tecnici consolidati ed utilizzati per l’applicazione dell’Analisi di Rischio sito-specifica nell’ambito delle bonifiche sono l’allegato 1 al titolo V della parte Quarta del D. Lgs. 152/06 e il manuale APAT “Criteri Metodologici” del 2008.

In particolare, si ricorda che l’Allegato 1 al Titolo V della Parte Quarta del D. Lgs. 152/2006 prevede che le procedure da utilizzare nell’Analisi di Rischio *“dovranno essere condotte mediante l'utilizzo di metodologie quale ad esempio ASTM PS-104 98, di comprovata validità sia dal punto di vista delle basi scientifiche che supportano gli algoritmi di calcolo, che della riproducibilità dei risultati”*.

I Criteri metodologici sono stati elaborati sulla base delle metodologie dello standard ASTM (E 1739-95, E 2081-00) citato dalla norma, fornendo le indicazioni tecniche per l’applicazione di una AdR di Livello 2, secondo la procedura RBCA (Risk Based Corrective Action). Si evidenzia che lo Standard ASTM PS-104 98 era un “provisional standard” (PS) che è stato poi

sostituito dalla versione definitiva ASTM E 2081-00 “Standard Guide for Risk-Based Corrective Action”, a cui si fa riferimento nella continuazione del documento. Tale standard è stato ripubblicato nel 2022 ma, ai fini del presente documento, senza sostanziali modifiche rispetto alla versione del 2000 (SNPA, 2023).

Nello specifico nella trattazione come linee guida verranno seguiti:

- D. Lgs. 152/06 – “norme in materia ambientale” e s.m.i.;
- Manuale APAT “criteri metodologici revisione 2” del 2008;
- Accordo di Programma SIN Porto Marghera del 16/04/2012 - art. 5 comma 5 “Modalità di intervento di bonifica e di messa in sicurezza dei suoli e delle acque di falda”;
- Delibera della Giunta Regionale n. 1732 del 03/10/2013 “Applicazione dei protocolli attuativi di cui all’Accordo di programma del 16/04/2012 alle aree escluse dal Sito di Interesse Nazionale di Venezia – Porto Marghera a seguito del D. M. A. 24/04/2013”;
- Nota MASE n. 51017 del 03/04/2023
- Sistema nazionale per la Protezione dell’Ambiente maggio 2023 “Indicazioni per l’applicazione dell’analisi di rischio alle matrici materiali di riporto all’interno dei siti oggetto di procedimento di bonifica”.

1.2 Area oggetto di studio: il Forte Manin

Il sito del Forte Manin (anche chiamato Polveriera Manin), è un'isola interamente circondata dalle acque del Canale Osellino, situata al confine nord del Parco di San Giuliano in località Mestre, nel Comune di Venezia, immediatamente fuori dell'abitato di Mestre, in via Orlanda. Ha una forma grossomodo trapezoidale ed ha superficie di circa 15.000 m² con accesso carrabile dal Parco San Giuliano.

In Figura 1.2 viene riportata una vista dell'area.



Figura 1.2 - Area Forte Manin, vista dall'alto

Tale area, un tempo era inclusa all'interno del Sito di Interesse Nazionale (S.I.N.) di Porto Marghera salvo poi essere esclusa con la recente ripermimetrazione dell'area del S.I.N. nel 2013. Il SIN di Porto Marghera è catalogabile come un sito caratterizzato da una contaminazione derivante dalle modalità con le quali è stata realizzata l'area, mediante imbonimento di una porzione della laguna di Venezia attraverso l'utilizzo anche di rifiuti derivanti dalle attività industriali. A tale inquinamento "storico" si è aggiunto quello indotto dalle attività produttive svolte nell'intera area industriale che, come noto, è stata ed è tutt'ora sede di aziende della chimica organica ed inorganica.

I Siti di interesse nazionale, ai fini della bonifica, sono individuabili in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali. (Art.252, comma 1 del D.Lgs. 152/06)(Bosetti e Gatti, 2006).

Con il termine SIN si identificano tutte quelle aree nelle quali, in seguito ad attività umane svolte o in corso, è stata accertata un'alterazione delle caratteristiche qualitative dei terreni, delle acque superficiali e sotterranee; per questo classificate come pericolose dallo Stato Italiano e per le quali, onde evitare danni ambientali e sanitari, si rendono necessari interventi di bonifica.

Nello specifico comprendono:

- aree industriali dismesse;
- aree industriali in corso di riconversione;
- aree industriali in attività;
- siti interessati da attività produttive ed estrattive di amianto;
- porti;
- aree che sono state oggetto in passato di incidenti con rilascio di inquinanti chimici;
- ex miniere, cave, discariche non conformi alla legislazione, discariche abusive.

L'art. 36-bis della Legge n. 134 del 7 agosto 2012 ha apportato delle modifiche ai criteri di individuazione dei SIN. Sulla base di tali criteri è stata effettuata una ricognizione degli allora 57 siti classificati di interesse nazionale e, con il D.M. 11 gennaio 2013, il numero di SIN è stato ridotto a 39. La competenza amministrativa sui siti derubricati che non soddisfano i nuovi criteri è passata alle rispettive Regioni.

In Figura 1.3 si riporta la planimetria della nuova perimetrazione (in giallo) con indicazione del sito in esame.



Figura 1.3 - Area Forte Manin in relazione al “nuovo” SIN di Porto Marghera

L’isola della polveriera risulta attraversata da un fossato, che separa la porzione a nord, con un’estensione di circa 7000 m², dalla porzione occupata dalla polveriera, di circa 8300 m² al netto della superficie del fossato.

La porzione nord del sito è costituita da un isolotto, semipaludoso e in parte con caratteristiche di barena; gran parte dell’isolotto presenta notevoli difficoltà di accesso, sia per la presenza di un canneto nella zona sud e di fitta vegetazione per lo più composta da rovi e arbusti, sia per l’impraticabilità con consuete imbarcazioni dal canale Osellino, che lambisce i restanti lati di accesso, caratterizzato da un fondale molto basso.



Figura 1.4 - area di interesse (in rosso)

L'area della polveriera attualmente si presenta in stato di degrado. Essa è chiusa e non accessibile al pubblico e versa in uno stato di abbandono, con la presenza di strutture in cemento armato in disuso alle quali sono state aggiunte, in tempi posteriori alla fase militare, sovrastrutture ad uso civile quali pensiline per il ricovero e la manutenzione dei mezzi.

1.2.1 Cenni storici su Forte Manin

Forte Manin venne costruito dai Francesi nei primi anni del 1800, contemporaneamente a Forte Marghera, di cui era considerato un'opera accessoria. Presumibilmente l'edificazione dovrebbe risalire tra il 1807 e il 1808; infatti nel catasto napoleonico, datato 1807, l'area risulta sgombra, mentre dalle fonti scritte, riportate in seguito, si apprende che nel 1808 la struttura è conclusa ed in piena attività.

Troviamo testimonianza di questo nella Carta Topografica Militare della Laguna di Venezia rilevata negli anni 1809-10-11 dal Capitano Augusto Denaix in cui il Forte risulta visibile con il suo caratteristico ingombro a stella.

L'area di forte Marghera, strategico approdo per il rifornimento da terraferma di Venezia, venne occupata dai francesi che, nel 1808, improvvisarono una difesa contro l'esercito austriaco.

Forte Marghera era ancora in costruzione e la difesa fece inizialmente perno sul modesto Forte Manin, considerato un avamposto verso nord del forte Marghera destinato ad essere la centrale operativa di tutto l'apparato militare sulla terraferma di Venezia.

Dopo il 1849 gli austriaci lo ribattezzarono con il nome di Forte Gorzhowsky. La dominante austriaca ripristinò e potenziò le fortificazioni veneziane, completò forte Marghera e costruì altre fortezze più moderne per difendere, e soprattutto controllare, la città simbolo del regno Lombardo-Veneto.

Rimase armato sino alla fine dell'Ottocento, in seguito venne adibita a polveriera fino agli anni 70/80.

Dal 1982 fino a tutto il 1994 sul sedime del Forte Manin era installata la sede operativa della società Kerubin S.r.l. Detta società, oltre alle attività principali di costruzione e manutenzione di impianti fognari e di trattamento acque per attività agricole, si occupava anche del trasporto dei rifiuti solidi urbani dalla stazione di travaso di San Giuliano sino agli impianti di smaltimento finali.

1.3 Interventi pregressi eseguiti sul sito

Il sito è stato sottoposto a precedenti interventi di caratterizzazione e di esecuzione di analisi di rischio.

Di seguito si riporta la cronologia degli eventi, sia tecnici che amministrativi, desunta in parte dai documenti STA S.r.l. e Veritas (2010) e in parte dagli atti protocollati degli enti pubblici (Comune di Venezia, MATTM e ARPAV).

1.3.1 Cronologia delle attività di carattere ambientale eseguite sul sito

Nell'anno 2009 l'area in esame è stata oggetto di un'indagine ambientale preliminare conoscitiva condotta da STA S.r.l. su incarico del Comune di Venezia, nella quale sono stati prelevati, per ogni sondaggio, campioni di terreno e acqua di falda in accordo con ARPAV.

In dettaglio sono state svolte le seguenti attività:

- Area sud (isola della polveriera): esecuzione di n. 6 sondaggi a carotaggio continuo di cui: 3 a piezometro in prima falda (1113bis, 24671, 25433), 2 nel riporto (1183, 25430), e un sondaggio aggiuntivo a distruzione di nucleo attrezzato a piezometro nel riporto (1113). Non si sono potuti prelevare campioni di acqua nei 3 piezometri pescanti nel riporto in quanto, durante la fase di spurgo, si sono seccati in breve tempo e la ricarica richiedeva tempi alquanto lunghi.

- Area nord (isolotto): realizzazione di n. 4 sondaggi con carotiere manuale (23905, 23907, 23908, 23910) fino alla profondità di circa 1 metro dal p.c. con prelievo di campioni di top soil e di terreno superficiale. Tuttavia, non è stato possibile raggiungere uno dei 4 punti previsti (sondaggio 23910) all'interno dell'isolotto, per difficoltà di accesso.

Nella Figura 1.5 e in Tabella 1.1 sono riportate le indagini ambientali effettuate e la loro relativa ubicazione.



Figura 1.5 - Ubicazione dei sondaggi realizzati

Tabella 1.1 - Riepilogo indagini (Analisi Di Rischio Sito Specifica Area Ex Polveriera Manin, 2010)

IDENTIFICATIVO	MODALITA'	PIEZOMETRO	AREA
25430	Carotaggio continuo	Nella falda del riporto	Area del forte
1183	Carotaggio continuo	Nella falda del riporto	Area del forte
1113	A distruzione di nucleo	Nella falda del riporto	Area del forte
25433	Carotaggio continuo	Nella prima falda	Area del forte
24671	Carotaggio continuo	Nella prima falda	Area del forte
1113bis	Carotaggio continuo	Nella prima falda	Area del forte
23905	Carotaggio manuale	/	Sponda isolotto a nord

23907	Carotaggio manuale	/	Sponda isolotto a Nord
23908	Carotaggio manuale	/	Canneto

Le risultanze di tali indagini preliminari avevano messo in evidenza superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) previste dalle Tabelle 1 e 2 presenti nell'Allegato 5 alla parte IV del D. Lgs. 152/06.

In particolare:

- Terreni: superamenti delle CSC (Tabella 1, Allegato 5 alla Parte IV del d.lgs. 152/06) per Arsenico, Cadmio, Mercurio, Piombo, Rame, Stagno, Zinco, Cianuri totali, IPA, PCDD e PCDF, PCB e Idrocarburi C>12
- Acque: superamenti delle CSC (Tabella 2, Allegato 5 alla Parte IV del d.lgs. 152/06) per Arsenico, Ferro, Manganese, Boro e Solfati.

Il sito, dunque, rientrava nei siti potenzialmente inquinati ed il Comune di Venezia, non potendo individuare il responsabile dell'inquinamento, ai sensi dell'art. 17 comma 9 D. Lgs. n. 22/97, ha ritenuto di dover intervenire in via sostitutiva, incaricando Veritas S.p.a. di eseguire l'Analisi di Rischio sito specifica prevista per la caratterizzazione dell'area ai sensi del D.M. 471/99 e per la determinazione delle concentrazioni soglia di rischio (CSR) relativamente alle sostanze rilevate in sede di caratterizzazione oltre le concentrazioni soglia di contaminazione.

Per quanto riguarda i terreni l'analisi di rischio è pervenuta al seguente risultato:

- Area del forte: sito contaminato;
- Area isolotto: sito non contaminato. L'isolotto è inaccessibile a mezzi e persone e con tutta probabilità tale sito non è mai stato sottoposto ad attività antropiche; perciò, i superamenti delle CSC per Arsenico e Stagno si possono ritenere compatibili con i valori di fondo naturale definiti da ARPAV nelle zone dell'entroterra veneziano.

Per quanto riguarda il comparto acque: i valori di concentrazione dei parametri Arsenico, Ferro e Manganese sono da considerare valori di fondo naturale; i parametri Boro e Solfati, invece, sono da mettere in relazione al fatto che Polveriera Manin è un isolotto circondato dal Canale Osellino, costituito da acque salmastre. Tali considerazioni portano a concludere che non si ritiene necessario alcun intervento sul comparto acque.

I risultati dell'indagine eseguita da Veritas per conto del Comune di Venezia sono stati riportati nella relazione tecnica "*Area ex polveriera Manin - Piano di Caratterizzazione relazione dei risultati e Analisi di Rischio*", alla quale si rimanda per eventuali chiarimenti, il 31 dicembre

2010 ed acquisiti dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio (MATTM) con nota prot. 10289/TRI/DI del 29/03/2011.

ARPAV con il parere Prot. 141816 del 13/12/2011 relativo al documento "Risultati del Piano di Caratterizzazione e Analisi del Rischio" ha sospeso il procedimento, richiedendo specifiche integrazioni.

In considerazione delle prescrizioni mosse da ARPAV, in data 15 ottobre 2012 veniva convocata, ai sensi dell'art. 14 della legge 241/1990, la Conferenza dei Servizi istruttoria, con lo scopo di valutare tutti i documenti.

Nel Verbale della conferenza dei servizi del 15/10/2012, sono presenti le osservazioni del Comune volte a:

1. Motivare perché considera superate le prescrizioni mosse da ARPAV Prot. 141816 del 13/12/2011 relativo al documento "Risultati del Piano di Caratterizzazione e Analisi di Rischio".
2. Richiedere ad ARPAV di riconoscere l'attribuibilità al fondo naturale dei parametri As e Sn nei terreni, e confermare l'inaccessibilità a mezzi e persone dell'isolotto a nord.
3. Richiedere ad ARPAV di confermare le valutazioni sulle acque di falda dell'area in questione in merito all'assimilazione delle medesime ad acque di transizione, ovvero allo status di non contaminazione delle stesse, in ragione delle caratteristiche fisico-chimiche determinate e della particolare collocazione geografica del sito.

Il 27 novembre 2012 ARPAV tramite il documento "Riscontro verbale alla Conferenza dei Servizi del 15/10/2012" dà un parere riguardo i punti precedentemente elencati.

Da tale documento si evince che alcune prescrizioni risultano non superate. A tali prescrizioni mosse da ARPAV non è mai stata data risposta se non recentemente.

Recentemente (2023), infatti, sono state realizzate alcune ulteriori attività, concordate con gli Enti (Regione Veneto, Città Metropolitana, ARPAV, Comune di Venezia Settore Ambiente) nel corso di un tavolo tecnico realizzato in data 02.02.23, mirate al chiarimento delle prescrizioni rimaste "non superate" nel parere del 27.11.12.

Nello specifico:

- Si è proceduto alla verifica della presenza della falda da un piezometro nel riporto¹;
- Personale tecnico del laboratorio accreditato KIMIA Srl di Ponzano V.to (TV) ha provveduto al campionamento dell'acqua di falda da un piezometro in prima falda per la ricerca di PCDD/PCDF e PCB;

¹ Dei piezometri realizzati ne risultano ancora attivi solamente due, dei quali uno nel riporto (denominato 25430) e uno in prima falda (denominato 25433).

- Sono stati sottoposti a campionamento i cumuli di terreno presenti ai lati E ed O del sito, derivanti dalle operazioni di bonifica bellica.

Gli esiti di tali verifiche hanno consentito di stabilire:

- Che il piezometro nel riporto risulta non campionabile per la scarsa presenza di acqua di falda (cfr. il Verbale di ARPAV n. 21/UOBSC-SIN/2023 del 23.02.23 in [allegato 2](#));
- Che nel piezometro in prima falda non sono stati riscontrati superamenti delle CSC per i parametri ricercati²;
- Che i terreni di riporto del cumulo rispettano il test di cessione di cui alla Tab. 3 del DM 05.02.98 e s.m.i.³

È stata quindi presentata una nuova analisi del rischio aggiornata che ha avuto lo scopo di:

- stabilire se l'area in questione pone effettivamente una minaccia per la salute dei bersagli viventi coinvolti o per la qualità delle matrici ambientali (falda);
- individuare le concentrazioni soglia di rischio (CSR), che rappresentano gli obiettivi locali da conseguire con l'eventuale azione di risanamento.

Conseguentemente all'Analisi di Rischio è stata avanzata una proposta operativa di bonifica/messa in sicurezza per il sito in esame.

Il Comune di Venezia in qualità di proponente ha trasmesso con nota prot. n. 341307/2023 del 14/07/2023, acquisita agli atti dalla Direzione Progetti speciali per Venezia in pari data con prot. n. 301819, il documento dal titolo *“Recupero Forte Manin per attività culturali. Analisi del rischio sanitario-ambientale sito specifica e del Progetto Operativo di Bonifica – primo stralcio ai sensi della Parte IV Titolo V del D. Lgs. 152/06”*.

Il sopracitato documento è stato esaminato dalla Conferenza dei Servizi istruttoria del 03/08/2023 la quale ha sospeso la valutazione, richiedendo specifiche integrazioni documentali.

Il Comune di Venezia ha trasmesso con nota prot. n. 418916/2023 del 05/09/2023, acquisita agli atti dalla Direzione Progetti speciali per Venezia in data 06/09/2023 con prot. n. 482080, il documento dal titolo *“Recupero Forte Manin per attività culturali. Analisi del rischio sanitario-ambientale sito specifica e del Progetto Operativo di Bonifica – primo stralcio ai sensi della Parte IV Titolo V del D. Lgs. 152/06. Integrazioni richieste dalla Conferenza dei Servizi Istruttoria del 03/08/2023”*.

La documentazione di cui sopra è stata esaminata nel corso della conferenza di Servizi Istruttoria del 29/09/2023, la quale ha ritenuto approvabile la revisione dell'Analisi di Rischio

² Cfr il rapporto di prova n. 230350.01 del 24.03.23 del laboratorio KIMIA Srl in allegato 1.

³ Cfr. il rapporto di prova n. 230351.02 del 24.03.23 del laboratorio KIMIA Srl in allegato 4.

sanitario-ambientale sito specifica e il progetto di Bonifica dei suoli con misure di messa in sicurezza-1° stralcio dell'area del Forte Manin a Venezia nell'ambito del recupero edilizio del Forte.

Nel seguito si elencano i documenti prodotti relativamente all'area dell'ex Polveriera Manin dal 2009 ad oggi:

- Piano di caratterizzazione redatto da STA S.r.l. (Servizi Tecnologici Ambientali) per conto di Veritas Spa;
- Analisi di rischio sanitario-ambientale sito specifica, redatta da Veritas Spa per conto del Comune di Venezia;
- Verbale conferenza dei servizi del 15/10/2012;
- Riscontro verbale Conferenza dei Servizi del 15/10/12 emesso da ARPAV il 27/11/12: richieste integrazioni;
- Risposte alle integrazioni rimaste “non superate” richieste da ARPAV nel documento del 27/11/12 e redazione di Analisi del rischio sanitario-ambientale sito specifica e del Progetto Operativo di Bonifica – primo stralcio ai sensi della Parte IV Titolo V del D. Lgs. 152/06;
- Analisi di rischio sanitario-ambientale sito specifica redatta da AR.TE Srl il 25 marzo 2023;
- Progetto di bonifica dei suoli insaturi – primo stralcio 25 maggio 2023;
- Verbale Conferenza dei Servizi istruttoria del 03/08/2023;
- Risposte ed integrazioni alle osservazioni e prescrizioni della conferenza dei servizi del 03/08/2023;
- Verbale della Conferenza dei Servizi decisoria convocata per il 29/09/2023;
- Verbale di approvazione n. 97 del 30/10/2023 della revisione dell'Analisi di Rischio sanitario-ambientale sito specifica e del Progetto di Bonifica dei suoli con misure di messa in sicurezza – 1°stralcio dell'Area del Forte Manin a Venezia.

1.3.2 Stato di progetto dell'area

Con Decreto del Ministero degli Interni del 4 aprile 2022 è stato approvato l'elenco definitivo dei progetti ammissibili, relativamente alle istanze trasmesse dai Comuni ai sensi del DPCM 21 gennaio 2021 del successivo Decreto del Ministero dell'Interno del 2 aprile 2021, tra cui il

finanziamento dell'intervento di "Recupero di Forte Manin per attività culturali". La progettazione riguarda la realizzazione di un'area ad utilizzo culturale e ricreativo che possa inserirsi nel contesto del parco di San Giuliano, lungo l'asse viario che conduce a Campalto e valorizzato dal contesto lagunare e dalla vicinanza di Forte Marghera. L'area offre potenzialità per sviluppare la socialità e l'approfondimento culturale.

Si prevedono opere edili ed opere impiantistiche con interventi di restauro e recupero degli elementi originali, la realizzazione/sostituzione di elementi architettonici atti a garantire/migliorare la funzionalità degli spazi e la salvaguardia dei volumi fortificati nonché della sicurezza, lavori per le certificazioni impiantistiche, lavori specialistici per risolvere le emergenze e tutte le verifiche ed interventi propedeutici all'esecuzione di lavori specifici. La realizzazione di nuovi volumi architettonici (servizi igienici insistenti nell'area del piccolo manufatto esterno alle polveriere) ed elementi di decoro urbano (panchine, tavoli, fontanelle, etc.) con riproposizione del ponte di collegamento Bailey, rimosso dai militari negli anni '60 del Novecento alla loro dipartita, sostituito attualmente da un terrapieno. Si prevedono altresì i percorsi dei sotto-servizi (acqua, corrente elettrica, fibra, sistema di smaltimento delle acque reflue nere, bionde e bianche queste ultime in dispersione nel terreno) in funzione delle preesistenze archeologiche, di quanto verrà realizzato nell'area e di ogni eventuale previsione futura.

1.3.3 Bonifica Bellica

L'area in esame è stata oggetto di ben tre campagne di indagine bellica, considerato l'utilizzo dell'area come polveriera per decenni e al fine di garantire l'esecuzione delle indagini di caratterizzazione in sicurezza.

L'indagine svoltasi il 26 Maggio 2009 si è svolta in 2 fasi:

1. Caratterizzazione strumentale magnetometrica puntuale in prossimità dei punti di perforazione;
2. Rilievo magnetometrico superficiale sull'area in prossimità degli edifici presenti al fine di identificare eventuali ordigni bellici interrati o vasche interrate.

In tali fasi sono state individuate delle anomalie magnetometriche, in particolare il terreno superficiale ha presentato numerosi segnali ferromagnetici. Al fine di verificare le anomalie individuate nella prima campagna di indagine bellica, su incarico di Veritas Spa, il 26 Luglio 2010 è stata eseguita una seconda campagna impiegando un magnetometro differenziale, ovvero un Gradimetro. Ottenuta la conferma delle anomalie rilevate con il Gradimetro si è intervenuti con le opportune operazioni di scavo per stabilire la natura delle interferenze. Negli

scavi effettuati sono stati rinvenuti residui di manufatti edilizi e forte presenza di scorie di fonderia e materiale ferroso. Si è confermato che fino a circa un metro di profondità il rischio bellico può definirsi trascurabile se non nullo. Non è stata riscontrata la presenza di ordigni.

Nel 2019, su incarico del Comune di Venezia, è stata realizzata un'ulteriore bonifica bellica del sito a cura della ditta Multi Service Srl di Montebelluna.

I lavori del 2019, inizialmente previsti sulla totalità dell'area del Forte, hanno invece riguardato una parte del sito a causa del ritrovamento dei resti del forte francese e dell'impraticabilità di alcune aree a ridosso dei fossati.

Nella seguente planimetria (Figura 1.6) è riportata l'area finale oggetto di bonifica bellica.

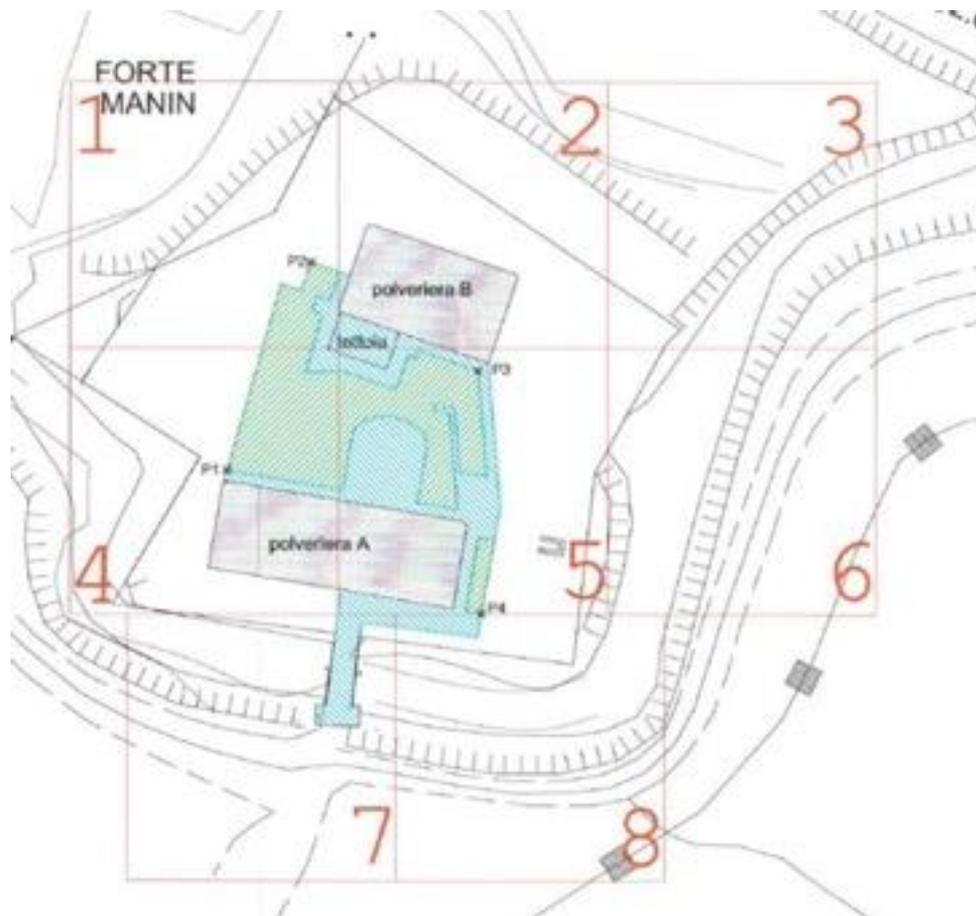


Figura 1.6 - Area sottoposta a bonifica bellica nel 2019

In colore verde è evidenziata l'area nella quale è stata realizzata la bonifica superficiale e profonda mediante scavo di sbancamento con verifica del fondo scavo fino a 0,7 m da p.c. per un totale di circa 1000 mq.

In colore azzurro è evidenziata la superficie non bonificabile (dal punto di vista bellico) a causa della presenza di "sottoservizi inamovibili" (leggasi i resti archeologici) per un totale di 940 mq.

Occorre evidenziare che le recenti attività di bonifica bellica (2019) che hanno interessato la gran parte dell'area scoperta hanno purtroppo distrutto i piezometri a suo tempo realizzati. A seguito di specifica ricerca sul campo sono stati ritrovati solamente n.2 piezometri: il n. 25430 nel riporto e il n. 25433 in prima falda.

1.4 Obiettivi della tesi

L'obiettivo del presente lavoro di tesi è quello di redigere un progetto operativo di bonifica, con lo scopo di rendere l'area denominata "ex Polveriera Manin" fruibile per gli imminenti lavori di ristrutturazione del sito e per la successiva restituzione agli usi legittimi. È prevista, infatti, l'inclusione dell'area dell'ex-Polveriera Manin, attualmente in stato di abbandono, nel Piano per il riassetto del Parco San Giuliano, in particolare la ristrutturazione dei fabbricati esistenti e dell'area a verde per utilizzi pubblici.

In relazione al nuovo progetto di bonifica dell'area che verrà presentato è stata redatta, in collaborazione con AR.TE S.r.l, una nuova Analisi di Rischio sui risultati della quale si basa il progetto presente in questo elaborato di tesi.

L'intervento progettato rientra tra gli interventi annoverati dal documento "*Accordo di Programma per la bonifica e la riqualificazione ambientale del Sito di Interesse Nazionale di Venezia-Porto Marghera e aree limitrofe*" del 16/04/2012⁴, finalizzati alla rimozione della sorgente di contaminazione secondaria ed all'interruzione dei percorsi di esposizione individuati dall'analisi del rischio.

⁴ Pur non rientrando più nell'area SIN di Venezia Porto Marghera risulta possibile applicare quanto previsto dai Protocolli in base alla D.G.R. n. 1732/13

2. Materiali e metodi

Il sito in esame rientra nelle aree denominate “ex SIN” ovvero quelle aree che, a seguito della ripermimetrazione del Sito di Interesse Nazionale di Venezia - Porto Marghera, intervenuta con il D.M. 24/04/2013, sono state escluse da tale ambito territoriale.

Con il provvedimento n. 1732 del 03 ottobre 2013 però, l'applicabilità dei Protocolli Attuativi dell'Accordo di Programma del 16/04/2012 è stata estesa alle aree escluse dal SIN a seguito del Decreto del Ministero dell'Ambiente del 24/04/2013. Per queste aree vedremo che il procedimento amministrativo di bonifica e/ messa in sicurezza è semplificato.

In questo capitolo saranno riportati i risultati ottenuti dal confronto tra i dati derivanti dall'indagine di caratterizzazione (2010), integrata con le analisi svolte (2023), e i valori di riferimento rappresentati dai valori di fondo naturale e dai valori riportati in tabella 1 e 2 del D. Lgs. 152/06. Vedremo che il sito è risultato potenzialmente contaminato e quindi si è reso necessario procedere con un'analisi del rischio sanitario-ambientale sito specifica.

L'analisi di rischio che verrà presentata è stata redatta in collaborazione con AR.TE S.r.l sulla base delle evidenze riscontrate dall'indagine di caratterizzazione eseguita nel 2010 da STA S.r.l., dell'aggiornamento dei criteri metodologici ISPRA e di alcune recenti attività e determinazioni analitiche integrative condotte in ottemperanza a quanto richiesto da ARPAV nel documento del 15 ottobre 2012 nello specifico:

- Verifica della presenza della falda da un piezometro nel riporto;
- campionamento dell'acqua di falda da un piezometro in prima falda per la ricerca di PCDD/PCDF e PCB;
- Campionamento e analisi dei cumuli di terreno presenti ai lati E ed O del sito, derivanti dalle operazioni di bonifica bellica.

2.1 Procedimento amministrativo di bonifica e messa in sicurezza

Il procedimento amministrativo di bonifica, come riportato nell'allegato C al documento “Modalità di intervento di bonifica e messa in sicurezza dei suoli e delle acque di falda”, prende avvio con la comunicazione che “il responsabile dell'inquinamento” deve inoltrare al Comune, alla Provincia, alla Regione ed al Prefetto al verificarsi di un evento che sia potenzialmente in grado di contaminare il sito, con l'obbligo, anche, di mettere in opera entro ventiquattro ore le misure necessarie di prevenzione, ossia messa in sicurezza d'emergenza o d'urgenza (art. 242, comma 1, D. Lgs n. 152/2006).

Per i casi di contaminazione pregressa, il procedimento amministrativo deve essere avviato all'atto di individuazione di contaminazioni storiche e di norma inizia con la presentazione del piano di caratterizzazione (seconda parte del medesimo art. 242, comma 1, D. Lgs n. 152/2006) (Bosetti e Gatti, 2006).

Nello specifico, l'area oggetto del nostro studio oltre ad essere soggetta ad una contaminazione pregressa rientrava all'interno del SIN di Porto Marghera, per il quale, tenuto conto dell'Accordo di Programma del 16 aprile 2012, il procedimento amministrativo è ulteriormente semplificato, in quanto il piano di caratterizzazione non necessita di approvazione.

L'art 5 dell'Accordo di programma del 16/04/2012 "*Procedimento di bonifica e risanamento ambientale*", al quale si rimanda per eventuali chiarimenti, riconosce come prioritaria la necessità di accelerare il programma di bonifica dell'intera area compresa nel Sito di Interesse Nazionale di Venezia-Porto Marghera.

Schematicamente si articola nelle seguenti fasi:

1. predisposizione e presentazione ai componenti della Segreteria Tecnica congiunta e ad ARPAV del piano di caratterizzazione;
2. entro 15 giorni dalla presentazione del piano di caratterizzazione, Regione del Veneto, Provincia di Venezia e Comune di Venezia verificano congiuntamente la completezza della documentazione presentata e la rispondenza della stessa ai criteri indicati nel "Protocollo operativo per la caratterizzazione dei siti ai sensi del D. Lgs 152/2006 e dell'Accordo di Programma per la chimica di Porto Marghera" revisionato ai sensi dell'Accordo di Programma del 16/04/2012;
3. entro i successivi 10 giorni, sopralluogo di ARPAV, Comune, Provincia, Regione per verificare i punti di campionamento. Il relativo verbale di avvenuta verifica sarà redatto dalla Regione entro 5 giorni dal sopralluogo. Entro 30 giorni dalla presentazione del piano di cui al punto 1, la Regione comunica gli esiti della verifica alla Ditta proponente e ai componenti la Conferenza dei Servizi;
4. esecuzione del piano di caratterizzazione con contestuale verifica dei risultati da parte di ARPAV secondo le modalità contenute nell'Allegato 3 al documento "Protocollo operativo per la caratterizzazione dei siti ai sensi del D. Lgs 152/2006 e s. m. i. e dell'Accordo di Programma per la Chimica di Porto Marghera", ovvero, prevalentemente condotta, mediante controlli a campione effettuati presso il sito di campionamento e presso il laboratorio di analisi, al fine di accertare la corretta applicazione delle procedure operative di caratterizzazione;

5. sulla base degli esiti della caratterizzazione, redazione del documento di analisi del rischio sito-specifica per la determinazione delle concentrazioni soglia di rischio (CSR) relativamente alle sostanze rilevate in sede di caratterizzazione oltre le concentrazioni soglia di contaminazione (CSC);
6. presentazione dei risultati dell'analisi di rischio;
7. approvazione del documento analisi di rischio:
 - 7.1 se la concentrazione dei contaminanti presenti nel sito è inferiore alle concentrazioni soglia di rischio (CSR), si conclude il procedimento
 - 7.2 se la concentrazione dei contaminanti è superiore ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR) o CSC nel caso di CSR stimate inferiori a CSC, predisposizione del progetto di bonifica e/o di messa in sicurezza;
8. presentazione del progetto di bonifica e/o di messa in sicurezza corredato da cronoprogramma;
9. Approvazione del progetto (Ministero, previa conferenza dei servizi);
10. Avvio dell'esecuzione del progetto entro 6 mesi dall'approvazione;
11. Esecuzione del progetto secondo il cronoprogramma approvato e con controlli ARPAV in corso d'opera e al completamento;
12. Verifica finale (ARPAV) e certificazione di avvenuta bonifica/messa in sicurezza in conformità al progetto realizzato e verificato da ARPAV. I costi delle verifiche sono a carico del proponente;
13. Identificazione/annotazione nello strumento urbanistico degli esiti della certificazione provinciale.

È importante ricordare che un sito risulta non contaminato se la contaminazione rilevata nelle matrici ambientali risulta inferiore ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) oppure, se superiore, risulti comunque inferiore ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR) determinate a seguito dell'analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifica.

2.2 Caratterizzazione del sito

In termini generali all'interno della caratterizzazione ambientale di un sito rientrano l'insieme delle attività effettuate sul sito, finalizzate alla:

- definizione di tipologia, entità ed estensione della contaminazione;
- identificazione di origine e dei possibili percorsi preferenziali di migrazione e di diffusione della contaminazione dalle fonti verso i possibili ricettori.

Per caratterizzazione dei siti contaminati si intende quindi l'intero processo costituito dalle seguenti fasi:

1. Ricostruzione storica delle attività produttive svolte sul sito. Utilizzo della documentazione storica per studiare l'evoluzione del territorio per individuare le situazioni che potenzialmente possono aver generato la contaminazione delle matrici sotterranee;
2. Elaborazione del Modello Concettuale Preliminare del sito e predisposizione di un piano di indagini ambientali finalizzato alla definizione dello stato ambientale del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee. Identificazione delle sorgenti, vie di esposizione e potenziali bersagli;
3. Esecuzione del piano di indagini e delle eventuali indagini integrative necessarie alla luce dei primi risultati raccolti;
4. Elaborazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti e rappresentazione dello stato di contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee;
5. Elaborazione del Modello Concettuale Definitivo;
6. Identificazione, tramite Analisi di Rischio sito specifica, dei livelli di concentrazione soglia di rischio (CSR), sui quali impostare gli eventuali interventi di messa in sicurezza e/o di bonifica.

2.2.1 Livelli di contaminazione

Il sito di Forte Manin, come anticipato nella cronologia degli avvenimenti, è stato sottoposto a precedenti indagini di caratterizzazione sia sulla matrice terreni che acque di falda. La caratterizzazione del sito è stata eseguita in due momenti successivi. Una prima indagine è stata condotta nel 2010 ad opera della società STA S.r.l. per conto del gruppo Veritas Spa, si rimanda alla planimetria con ubicazione dei punti di indagine/piezometri (Figura 1.5) ed al documento redatto da STA S.r.l. per eventuali chiarimenti. Una seconda indagine è stata condotta recentemente (2023), con lo scopo di compensare la carenza di informazioni e ottemperare alle prescrizioni emesse da ARPAV, riportate nel documento "Riscontro verbale alla Conferenza dei Servizi del 15/10/2012".

Questa campagna di caratterizzazione ambientale integrativa era volta:

- alla verifica della presenza della falda da un piezometro nel riporto;

- al campionamento dell'acqua di falda da un piezometro in prima falda per la ricerca di PCDD/PCDF e PCB;
- al campionamento e analisi dei cumuli di terreno presenti ai lati E ed O del sito, derivanti dalle operazioni di bonifica bellica.

È bene precisare che tale indagine di caratterizzazione integrativa è stata condotta unicamente per i 2 piezometri: n. 25430 e il n. 25433, in quanto, le recenti attività di bonifica bellica (2019) che hanno interessato la gran parte dell'area del Forte Manin hanno purtroppo distrutto tutti gli altri piezometri a suo tempo realizzati.

In fase di esecuzione del piano di caratterizzazione nel 2010 è stata riscontata la presenza di sostanze in concentrazioni superiori a quelle di colonna A della Tab. 1 del D.Lgs 152/2006 relativa alle soglie di contaminazione per siti a destinazione verde o residenziale.

Terreni: superamenti delle CSC (Tabella 1, Allegato 5 alla Parte IV del d.lgs. 152/06) per Arsenico, Cadmio, Mercurio, Piombo, Rame, Stagno, Zinco, Cianuri totali, IPA, PCDD e PCDF, PCB e Idrocarburi C>12

Acque: superamenti delle CSC (Tabella 2, Allegato 5 alla Parte IV del d.lgs. 152/06) per Arsenico, Ferro, Manganese, Boro e Solfati (Servizi Tecnologici ambientali S.r.l., 2010).

In particolare, sul **suolo superficiale** sono stati rilevati superamenti rispetto ai limiti tabellari per i seguenti contaminanti:

<i>Arsenico</i>	<i>Stagno</i>	<i>Benzo(g,h,i)perilene</i>
<i>Cadmio</i>	<i>Zinco</i>	<i>Sommatoria PCDD, PCDF</i>
<i>Mercurio</i>	<i>Cianuri (totali)</i>	<i>PCB</i>
<i>Piombo</i>	<i>Benzo(a)pirene</i>	<i>Idrocarburi pesanti C>12</i>
<i>Rame</i>	<i>Indenopirene</i>	

Il **suolo profondo** (fra 1 m e la soggiacenza massima della falda) presenta dei superamenti rispetto ai limiti tabellari per i seguenti contaminanti:

<i>Arsenico</i>	<i>Rame</i>	<i>Idrocarburi pesanti C>12</i>
<i>Mercurio</i>	<i>Stagno</i>	
<i>Piombo</i>	<i>Zinco</i>	

La **falda acquifera** mostra superamenti dei valori soglia di Tabella 2, Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/2006 per:

<i>Arsenico</i>
<i>Ferro</i>
<i>Manganese</i>
<i>Boro</i>
<i>Solfati</i>

Si osserva che al tempo della formulazione del piano di caratterizzazione (anno 2010), al quale noi ci riferiamo, non erano ancora state realizzate delle analisi sito specifiche atte a stabilire i livelli di fondo naturale per alcune sostanze presenti nei suoli o nelle acque sotterranee presenti in ambienti lagunari a scarso ricambio idrico.

Dunque, le valutazioni in merito a questi superamenti non avevano nessun riscontro scientifico e pertanto non erano ritenute solide.

Ad oggi (2023) queste analisi sono state fatte ed ecco che la valutazione in merito ai superamenti di CSC è stata condotta tenuto conto dei valori definiti di fondo naturale rinvenuti nei documenti ARPAV:

- *“Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto”* (ARPAV, 2019)
- *“Analisi dei livelli di fondo naturale per alcune sostanze presenti nelle acque sotterranee della falda superficiale dell’acquifero differenziato del bacino scolante in laguna di Venezia – bacino deposizionale del Brenta”* (ARPAV, 2014)
- *“Sito inquinato di Interesse Nazionale Laguna di Grado e Marano – Valutazione dell’origine antropica o naturale delle acque sotterranee di Boro, Solfati, Alluminio, Arsenico e Nichel”* (ARPAV, 2011).

2.2.2 Valori di fondo naturale

Suoli

In Figura 2.1 sono indicate le diverse unità deposizionali nel territorio di pianura del Veneto, estrapolate dal documento *“Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto”* (ARPAV, 2019).

L’area di interesse si trova all’interno dell’unità del Brenta.

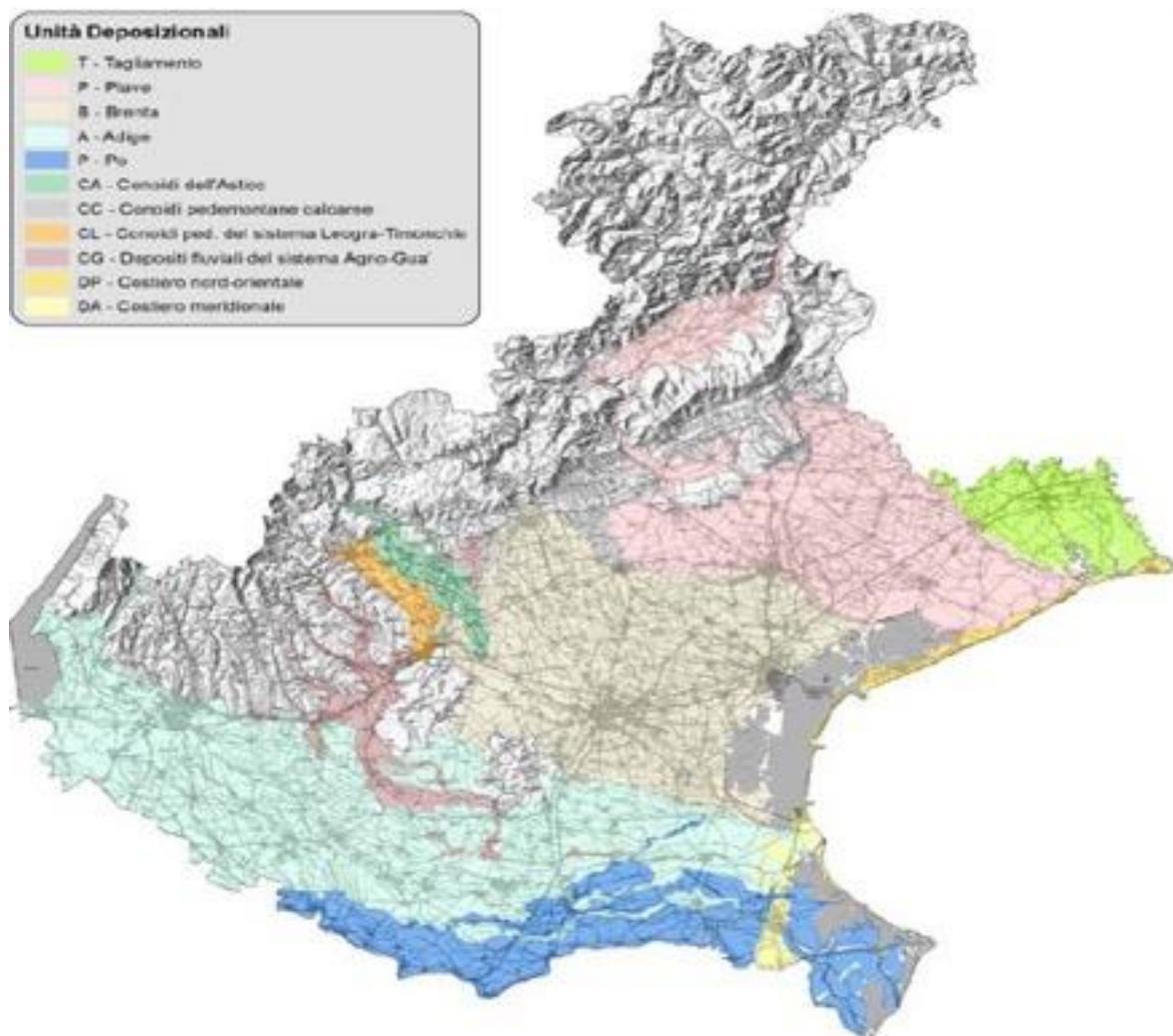


Figura 2.1 - Unità deposizionali nel territorio di pianura (ARPAV, 2019)

Nel documento sono riportati i valori di fondo naturale ottenuti per le diverse aree. In Figura 2.2 sono riportati i valori di concentrazione per l'unità del Brenta, unità nella quale ricade il nostro sito di interesse.

BRENTA (B)

Metallo o metalloide	Sb	As	Be	Cd	Co	Cr	Hg	Ni	Pb	Cu	Se	Sn	V	Zn
Valore di fondo (mg/kg)	2,0	46	2,1	0,93	16	63	0,51	38	56	110	0,36	6,3	84	143
Limite col. A, D.Lgs 152/2006	10	20	2	2	20	150	1	120	100	120	3	--	90	150

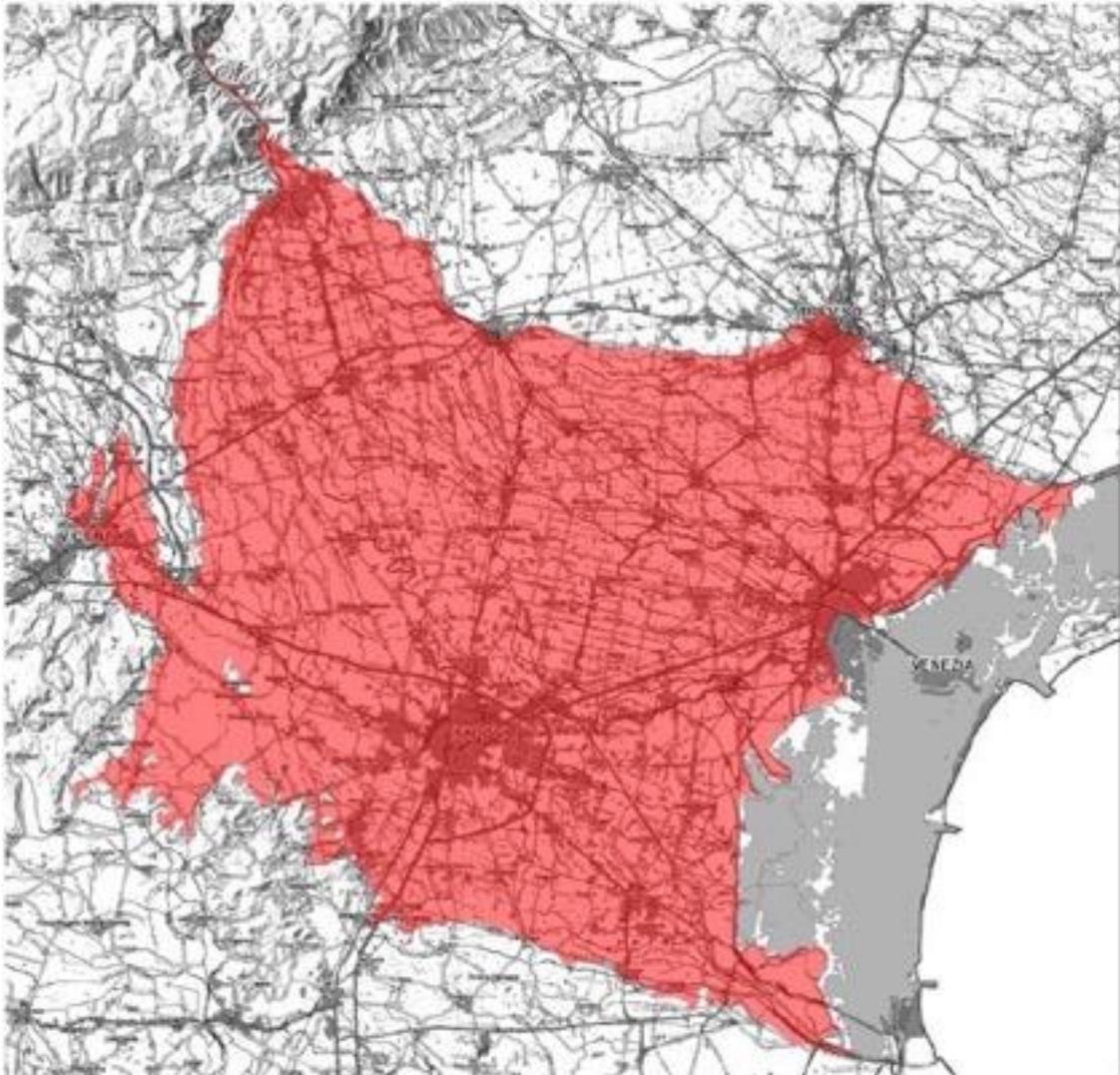


Figura 2.2: Valori di fondo naturale unità deposizionale del Brenta (documento di ARPAV, 2019)

Fra i valori di fondo sono evidenziati con scritta rossa quelli che superano le CSC di Colonna A della tabella 1 del D. Lgs. 152/06. Si evidenzia in particolare come l'Arsenico abbia un valore di fondo naturale pari a 46 mg/kg.

Non viene evidenziato lo stagno, che secondo normativa vigente deve essere analizzato come composto organostannico.

Acque

Per quanto riguarda i valori di fondo naturale dei composti Arsenico, Ferro e Manganese presenti nelle acque sotterranee, sono stati presi a riferimento i risultati del progetto ALiNa (*Analisi dei livelli di fondo naturale per alcune sostanze presenti nelle acque sotterranee della falda superficiale dell'acquifero differenziato del bacino scolante in laguna di Venezia – bacino deposizionale del Brenta*).

La stima dei valori di fondo naturale è stata effettuata mediante prelievo di un certo numero di campioni distribuiti nel bacino d'interesse e successiva analisi statistica dei valori riscontrati. Come valori rappresentativi, come da prassi in Italia, sono stati calcolati il 90° e 95° percentile, riportati in Tabella 2.1

Tabella 2.1 - Valori di fondo naturale nelle acque sotterranee per i parametri arsenico, ferro e manganese (Pepe et al., 2014)

Parametro	P90 [$\mu\text{g/l}$]	P95 [$\mu\text{g/l}$]	CSC [$\mu\text{g/l}$]
Arsenico	74	101	10
Ferro	3974	5214	200
Manganese	482	613	50

Per quanto riguarda i valori dei parametri Boro e Solfati, considerando che il sito in esame si trova in ambiente lagunare, sono stati presi a riferimento i valori definiti dall'ARPAV nel documento "*Sito inquinato di Interesse Nazionale Laguna di Grado e Marano – Valutazione dell'origine antropica o naturale delle acque sotterranee di Boro, Solfati, Alluminio, Arsenico e Nichel*" (2011). I valori ottenuti sono riportati in Tabella 2.2.

Tabella 2.2: Valori di fondo naturale nelle acque sotterranee per i parametri boro e solfati

Parametro	u.d.m.	Fondo naturale	CSC [$\mu\text{g/l}$]
Boro	$\mu\text{g/l}$	3400	1000
Solfati	mg/l	2200	250

2.3 Caratteristiche del sito

Nel seguito vengono riportati i risultati delle due campagne di caratterizzazione eseguite per i terreni e le acque del sito di Forte Manin, al fine di valutare il livello di contaminazione rilevato nelle matrici ambientali indagate in relazione alle caratteristiche dei comparti ambientali.

2.3.1 Caratteristiche dei comparti ambientali

2.3.1.1 Caratteristiche della zona insatura

Stratigrafia

La ricostruzione della stratigrafia del sito e delle caratteristiche geologiche dei terreni indagati è necessaria per poter associare la potenziale contaminazione ad una situazione il più possibile aderente alle reali condizioni ambientali.

Dall'interpretazione dei dati relativi alle schede stratigrafiche, ottenute dall'esecuzione dei sondaggi e riportate nel documento “*Risultati della Caratterizzazione – Sito: Polveriera Manin*” redatto da STA S.r.l. nel 2010, sono state dedotte le sezioni stratigrafiche con le relative descrizioni litologiche, schematicamente rappresentate in Tabella 2.3.

Il piano campagna si trova ad un'altitudine media pari a 1,60 m.s.l.m.

Tabella 2.3 - Successione stratigrafica del sottosuolo (Analisi Di Rischio Sito Specifica Area Ex Polveriera Manin, 2010)

IDENTIFICAZIONE STRATO	PROFONDITA' MEDIA TETTO [m da p.c.]	PROFONDITA' MEDIA LETTO [m da p.c.]	DESCRIZIONE STRATO
Riporto	0	-1,1	Riporto costituito per lo più da laterizi e calcestruzzo in matrice limoso-argillosa, a tratti debolmente sabbiosa. Strato assente in 25671.
Limo argilloso/Argilla limosa	-0,7	-2,2	Strato costituito da limo argilloso/argilla limosa marrone con screziature ocra grigie, a tratti

			debolmente sabbioso. Orizzonte assente in 25430.
Argilla mediamente compatta	-2,2	-3,5	Argilla per lo più grigia, mediamente compatta.
Sabbia grigia satura	-3,5	-9,0	Sabbia grigia satura, sede del primo acquifero
Argilla grigia	-9,0	Fine perforazione	Argilla grigia, individuata nei sondaggi 25433 e 24671

Il suolo è stato indagato in sito e i sondaggi hanno permesso di individuare la presenza di un primo strato di materiale di riporto costituito per lo più da laterizi e calcestruzzo in matrice limoso-argillosa, fino alla profondità di circa 1,1 m da p.c., seguito da uno strato costituito da limo argilloso/argilla limosa debolmente sabbiosa prima (-0,7÷-2,2 m), e da argilla grigia poi, fino a circa 3,5 m dal p.c.

In base alle classi tessiturali riscontrate nei campioni prelevati, nelle simulazioni si è utilizzata la classificazione “*loam*”.

La granulometria del terreno non entra direttamente nelle equazioni utili per il calcolo dei fattori di trasporto. Nonostante ciò, la sua determinazione risulta spesso utile, come vedremo più avanti, per stimare i valori di molte delle proprietà fisiche del suolo saturo ed insaturo (APAT, 2008).

Frazione di carbonio organico e pH nel suolo insaturo

Per la frazione di carbonio organico (f_{oc}) e pH sono stati utilizzati i valori derivanti dalle analisi eseguite sui campioni di terreno prelevati.

Per quanto riguarda il parametro f_{oc} è stato assunto cautelativamente il valore minimo, risultato pari a 0,0005 sia per il suolo superficiale che profondo.

Per quanto riguarda il pH, è stato usato un valore pari a 7,32.

2.3.1.2 Caratteristiche della zona satura

Idrogeologia

Durante le indagini condotte sul sito, fino alla profondità indagata, sono stati identificati due acquiferi. Si riporta una sintetica descrizione delle caratteristiche idrogeologiche, argomentate all'interno del documento “*Risultati della Caratterizzazione – Sito: Polveriera Manin*” (STA S.r.l., 2010).

Tabella 2.4: Modello idrogeologico

IDENTIFICAZIONE STRATO	DESCRIZIONE STRATO
Riporto	Falda del riporto contenuta in uno strato di materiale di riporto costituito per lo più da laterizi e calcestruzzo in matrice limoso-argillosa, a tratti debolmente sabbiosa, seguito da uno strato costituito da limo argilloso/argilla limosa marrone con screziature oca-grigie, a tratti debolmente sabbioso. La soggiacenza della falda media è di -2,2 m dal p.c., circa -0,86 m s.l.m.m. La direzione predominante di deflusso della falda è da Est verso Ovest. La permeabilità della falda è stimabile in relazione alle classi tessiturali riscontrate nei campioni sottoposti ad analisi granulometrica: si fa riferimento al valore suggerito nelle linee guida di APAT del 2008 come valori di riferimento in un terreno di tipo “ <i>Sandy Loam</i> ”: $k=1,23E^{-03}cm/s=1,23E^{-05}m/s$
Primo acquifero semiconfinato	Prima falda contenuta in uno strato di sabbia grigia satura, con potenza di 5,4÷6,0 m. Alternanza di strati continui di limi sabbiosi e sabbie fini con limo argilloso. La soggiacenza della falda media è di -2,19m dal p.c., circa -0,71m s.l.m.m. La direzione predominante di deflusso della falda è Sud-Est verso Nord-Ovest. I coefficienti di permeabilità k calcolati sono: $2,38E^{-06}m/s$ in 25433, $1,13E^{-06}m/s$ in 24671 e $1,05E^{-05}m/s$ in 1113bis

In occasione delle indagini ambientali svolte tra maggio e giugno 2009, non era stato possibile prelevare campioni di acqua dai piezometri presenti installati nel riporto in quanto, durante la fase di spurgo, si sono seccati in breve tempo e la ricarica richiedeva tempi alquanto lunghi.

In data 23 febbraio 2023, è stato effettuato un ulteriore sopralluogo da parte dei tecnici dell'ARPAV e dei rappresentanti della Parte, per verificare la presenza di acqua nel piezometro

25430 installato nel riporto. Come si evince dal verbale generale di sopralluogo n. 21/UOBSC-SIN/2023 riportato in [allegato 2](#), è stato verificato come il piezometro non sia produttivo e quindi non utilizzabile per il campionamento.

Alla luce di tale risultato, si può escludere la presenza di una vera e propria falda nello strato di riporto; ai fini dell'analisi di rischio verrà pertanto considerata solamente la falda semi-confinata contenuta nello strato di sabbia grigia.

Soggiacenza

Trattandosi di una falda semiconfinata, la soggiacenza corrisponde alla profondità del tetto dell'acquifero, che i sondaggi hanno individuato essere collocato a circa 3,5 m da piano campagna, valore che viene impiegato nella presente simulazione.

Direzione

La piezometria dell'acquifero ha andamento SE-NO, come è possibile osservare nell'elaborazione mostrata in Figura 2.3.

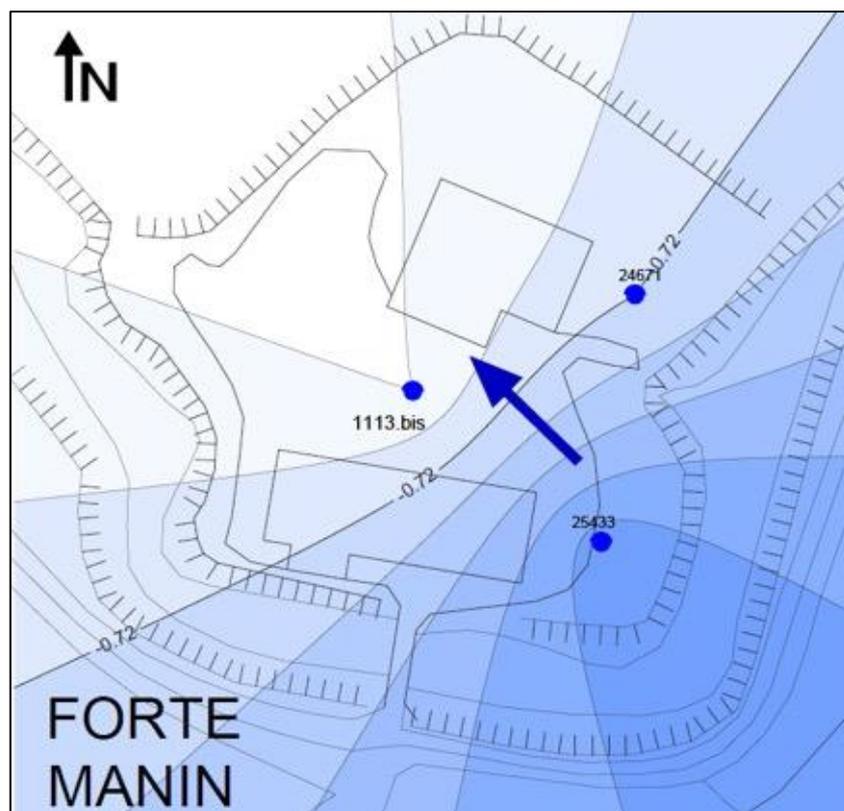


Figura 2.3: Piezometria della falda semiconfinata (STA S.r.l., 2010)

Spessore

Lo spessore della falda è stato posto pari a 5,5 m, secondo le valutazioni riportate nel paragrafo precedente.

Gradiente idraulico

Sulla base dei rilievi piezometrici riportati in

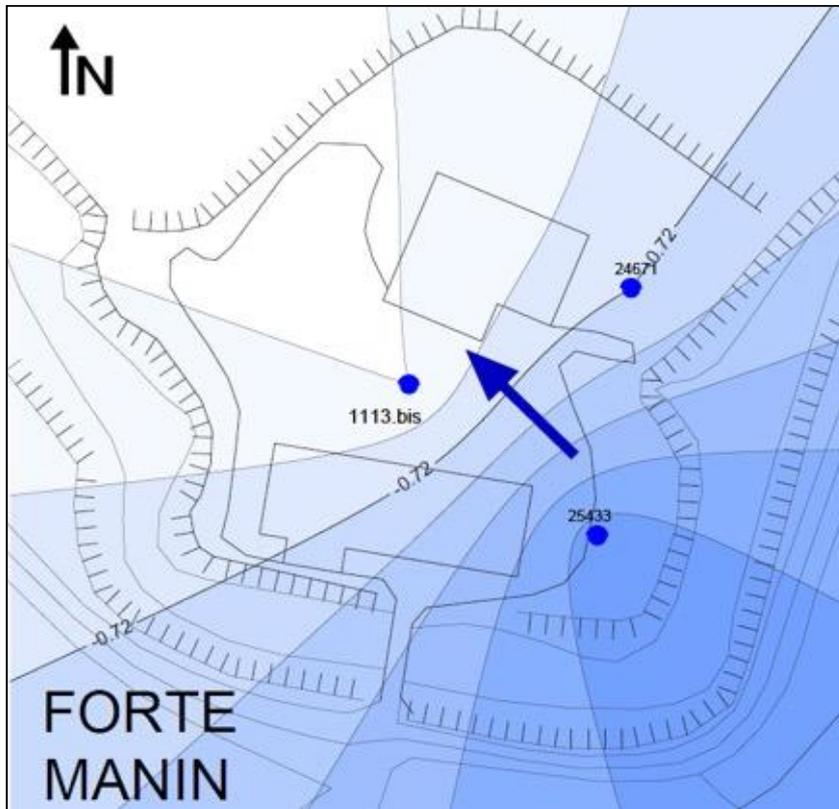


Figura 2.3, il gradiente idraulico è stato posto pari a 0,0015.

Conducibilità idraulica

La conducibilità idraulica dell'acquifero è stata posta pari a $4,67 \cdot 10^{-6}$ m/s. Tale valore è stato ricavato effettuando la media dei valori di conducibilità ottenuti dalle prove di permeabilità tipo "Lefranc" condotte in corrispondenza dei piezometri 25433, 24671 e 1113bis.

Porosità efficace

La porosità efficace dell'acquifero è stata assunta pari 0,385, valore di default del software Risk-net 3.1.1.

Lunghezza del sito parallela alla direzione della falda

La lunghezza parallela alla direzione della falda è mostrata in blu in Figura 2.4 ed è pari a 94 m per il suolo superficiale, e a 45 m e 89 m per le due sorgenti di contaminazione nel suolo profondo.

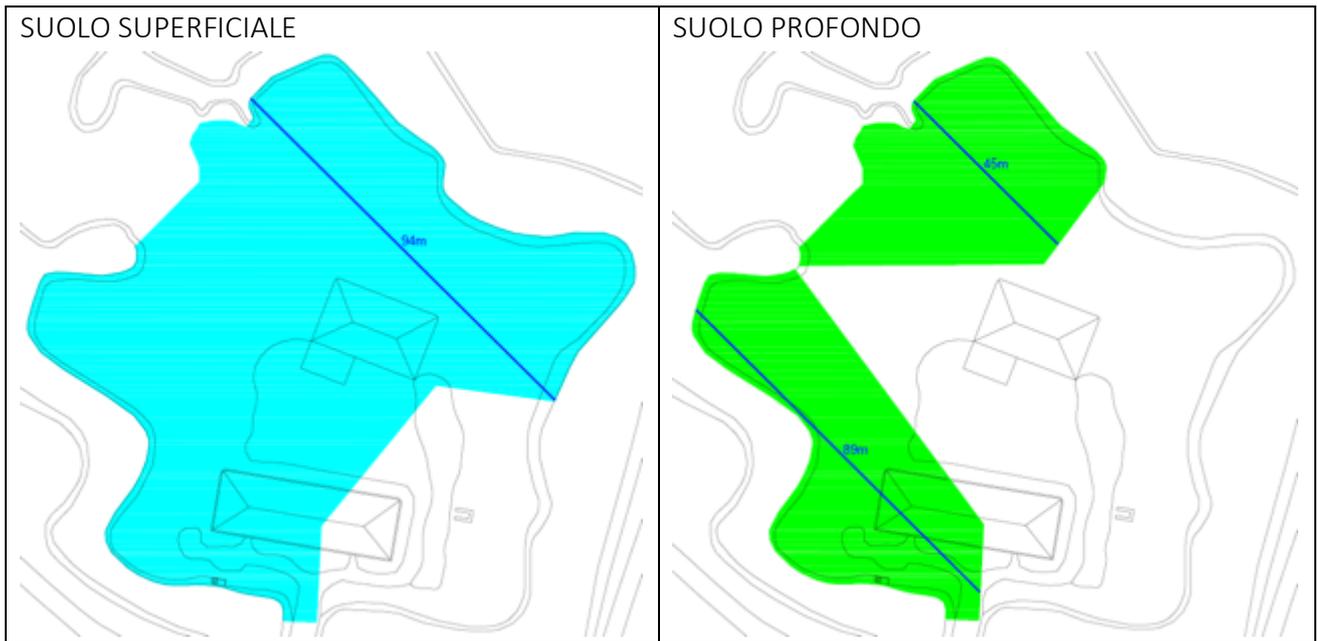


Figura 2.4: Lunghezza del sito parallela alla direzione della falda

Velocità e direzione del vento

I dati sono stati scaricati dal sito ARPAV. I dati sono disponibili per le diverse stazioni meteorologiche di tutta la Regione Veneto. In questo caso è stata scelta la stazione meteorologica Venezia-Istituto Cavanis (ID=252), che oltre ad essere sufficientemente vicina all'area in esame (Figura 2.5), dispone di una serie continua di dati nell'arco degli ultimi 10 anni.

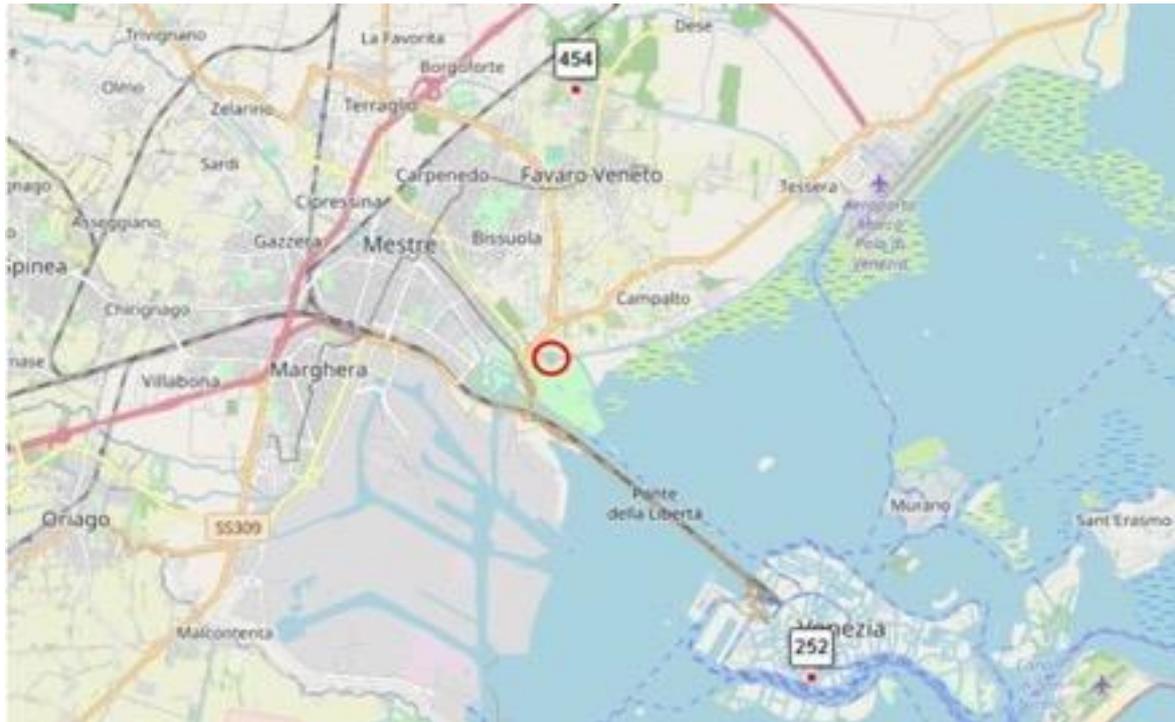


Figura 2.5: Individuazione della stazione meteorologica Venezia-Istituto Cavanis, ID=252 (ARPAV). In rosso è evidenziata l'area di studio.

Velocità del vento

La velocità del vento utilizzata è la minima fra le velocità medie annue rilevate da ARPAV nel decennio esaminato nella stazione meteorologica di Venezia-Istituto Cavanis, identificata dal codice 252.

La velocità del vento è misurata a 10 metri da terra.

Le velocità medie annuali del vento sono riportate in Tabella 2.5.

Tabella 2.5 - Velocità del vento medie annue e velocità minima delle medie (Fonte: ARPAV)

Anno	Velocità media a 10 m dal suolo [m/s]
2013	1,56
2014	1,46
2015	1,45
2016	1,44
2017	1,42
2018	1,78
2019	1,76
2020	1,74
2021	1,77
2022	1,71
Minima	1,42

Direzione prevalente del vento

La direzione prevalente del vento è stata determinata sulla base dei dati ARPAV riferiti alla direzione del vento rilevata nella stazione meteorologica di Venezia-Istituto Cavanis.

Dall'analisi dei dati dell'ultimo decennio, si evince che la direzione prevalente del vento nella zona di interesse, come mostrato in Tabella 2.6, è NNE.

Tabella 2.6: Direzione del vento prevalente annuale (Fonte: ARPAV)

Anno	Direzione prevalente annuale vento a 10 m dal suolo
2013	NNE
2014	NNE
2015	NNE
2016	NNE
2017	NNE
2018	NNE
2019	NNE
2020	NNE
2021	NNE
2022	NNE

Lunghezza del sito parallela alla direzione del vento

La lunghezza dell'area in direzione del vento prevalente è mostrata in Figura 2.6 ed è pari a 121 m per il suolo superficiale, e a 50 m e 47 m per le due sorgenti di contaminazione nel suolo profondo.

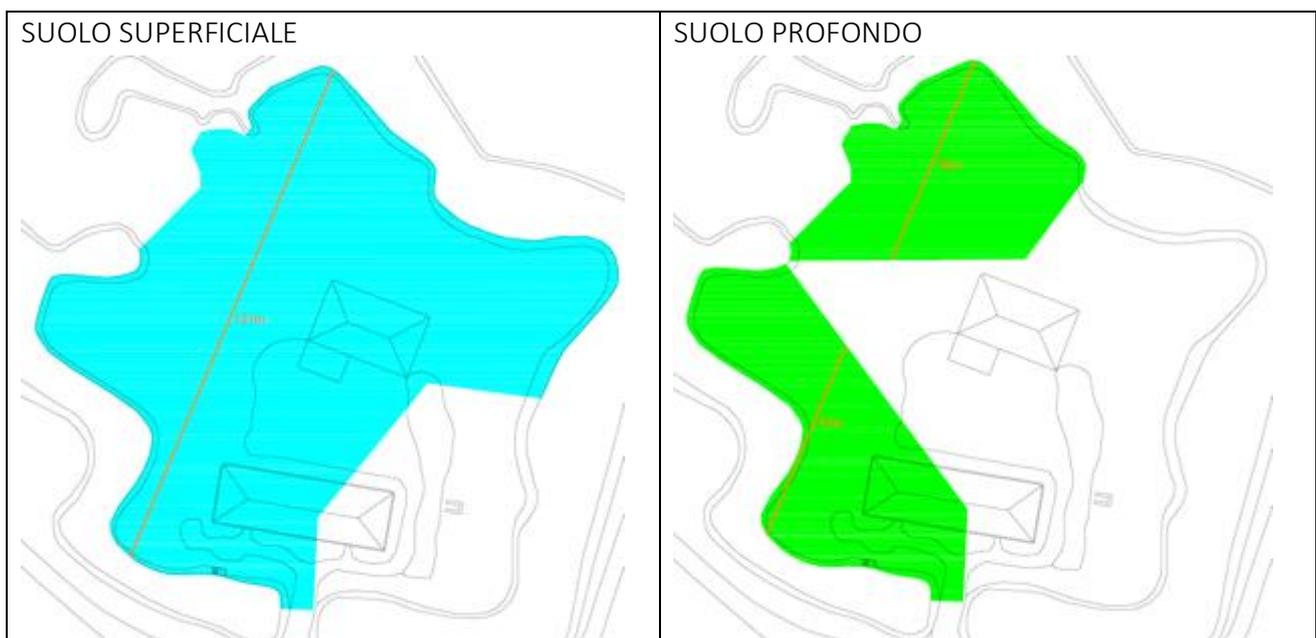


Figura 2.6: Lunghezza del sito nella direzione prevalente del vento

2.3.1.3 Caratteristiche degli edifici

Caratteristiche geometriche

Attualmente sul sito sono presenti due edifici, corrispondenti alle vecchie polveriere. Essendo l'area vincolata, non è permesso svolgere alcuna attività di demolizione e costruzione, pertanto nell'uso futuro del sito i due edifici saranno ristrutturati e adibiti ad attività ricreative.

Un parametro che rientra nel calcolo del rischio indoor è il rapporto fra il volume dell'edificio e la superficie di infiltrazione.

Secondo quanto riportato nel “Documento di riferimento per la determinazione e la validazione dei parametri sito-specifici utilizzati nell'applicazione dell'analisi di rischio ai sensi del D. Lgs. 152/2006” (APAT, Giugno 2008), “Nel caso di edifici fuori terra il rapporto tra volume e area dell'edificio coincide con l'altezza h dell'edificio stesso”:

$$L_b = \frac{V_b}{A_b} = h$$

Nel caso di locali interrati o seminterrati, tale rapporto risulta inferiore all'altezza dell'edificio, poiché nel calcolo di A_b si tiene conto anche dell'area delle pareti interrate soggette a infiltrazione:”

$$L_b = \frac{V_b}{A_b} < h$$

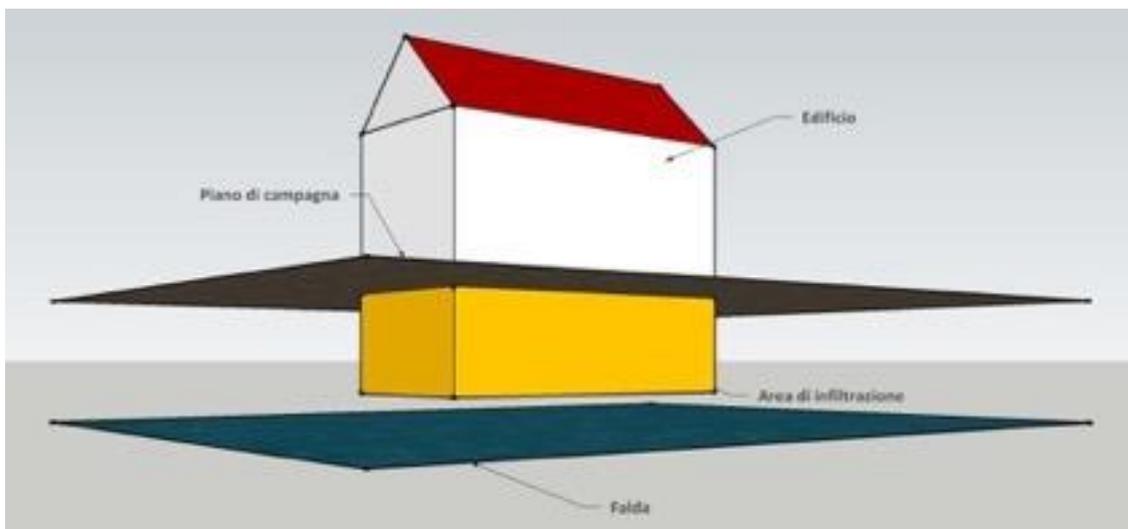


Figura 2.7: Individuazione dell'area di infiltrazione in un edificio parzialmente interrato

Per l'edificio è stato utilizzato un valore L_b pari a 6 metri, valore ottenuto facendo riferimento alle dimensioni degli edifici attualmente presenti nel sito.

Tasso di ricambio dell'aria

Il tasso di ricambio dell'aria interna è stato posto pari al valore di 12 ricambi/d per gli edifici a destinazione residenziale/ricreative.

Profondità e spessore della fondazione

Non è disponibile il dato sito specifico di spessore della fondazione. Pertanto, lo spessore della fondazione è posto pari al valore di default pari a 15 cm, così come la profondità della stessa.

Fessurazione della fondazione

Nella simulazione è stato utilizzato il valore di default pari a 1%, valore molto cautelativo rispetto alle reali caratteristiche delle fondazioni più comuni.

Infiltrazione efficace

I dati riguardanti la precipitazione sono stati scaricati dal sito di ARPAV per la stazione Venezia-Istituto Cavanis (ID=252).

La precipitazione annua massima rilevata negli ultimi dieci anni è relativa all'anno 2014 ed è stata pari a 1185 mm.

Tabella 2.7: Precipitazione cumulata annua (Fonte: ARPAV)

Anno	Precipitazione cumulata [mm]
2013	897
2014	1185
2015	598
2016	878
2017	649
2018	677
2019	794
2020	712
2021	471
2022	585
Massima	1185

L'infiltrazione efficace è ricavata a partire dalla relazione:

$$I_{ef} = c \cdot P^2$$

dove P è la precipitazione espressa in cm e c il coefficiente da applicare, variabile a seconda del tipo di tessitura.

Il calcolo viene effettuato direttamente dal software Risk-net 3.1.1.

2.3.2 Risultati delle analisi per la matrice suolo (insaturo)

La procedura per la delimitazione di una o più sorgenti di contaminazione all'interno di un sito contaminato, sulla base dei dati di caratterizzazione può essere così riassunta:

1. Suddivisione in poligoni di influenza dell'area oggetto di indagine, secondo la strategia di campionamento adottata; nel nostro caso specifico la strategia di campionamento adottata è campionamento ragionato ed il metodo è quello dei poligoni di Thiessen.
2. Determinazione della continuità spaziale delle sorgenti. Al fine di delimitare la sorgente, si considera l'insieme di tutti i poligoni per cui c'è stato un superamento delle CSC per almeno un contaminante e che hanno continuità spaziale.
3. Analisi del vicinato dei poligoni/celle con $C < CSC$. I poligoni che non presentano superamento delle CSC possono concorrere alla delimitazione della sorgente e al calcolo della concentrazione rappresentativa.

2.3.2.1 Suolo superficiale

Si riportano in Tabella 2.8 i valori di concentrazione delle sostanze che nel suolo superficiale hanno mostrato almeno un superamento rispetto alle CSC. Sono evidenziati in giallo i superamenti rispetto ai valori di Colonna A del D. Lgs. 152/06 e in verde i valori che pur superando i valori di Colonna A del D. Lgs. 152/06 risultano inferiori ai valori di fondo naturale.

Tabella 2.8: Concentrazioni delle sostanze che superano le CSC nel suolo superficiale

		S 25430	S 1113 bis	S 24671	S 25433	S 1183
Da	m	0	0	0	0	0
a	m	1	1	1	1	1
Arsenico	mg/kg SS	22,6	18,1	19,2	25,1	94,7
Cadmio	mg/kg SS	0,3	I.L.R.	0,3	0,2	2,2
Mercurio	mg/kg SS	5,8	I.L.R.	I.L.R.	I.L.R.	6,3
Piombo	mg/kg SS	322,0	51,0	21,0	14,0	121,0
Rame	mg/kg SS	200,0	38,0	20,0	17,0	501,0
Zinco	mg/kg SS	113,0	91,0	89,0	61,0	203,0
Cianuri(totali)	mg/kg SS	I.L.R.	I.L.R.	I.L.R.	I.L.R.	15,0
Benzo(a)antracene	mg/kg SS	0,07	0,10	0,09	<0,01	0,02
Benzo(a)pirene	mg/kg SS	0,09	0,13	0,02	I.L.R.	0,14
Indenopirene	mg/kg SS	0,06	0,08	0,02	I.L.R.	0,17
Benzo(g, h, i)perilene	mg/kg SS	0,06	0,08	0,02	I.L.R.	0,16
Sommatoria PCDD, PCDF	mg/kg SS	0,000003	-	0,000028	-	0,000015

PCB	mg/kg SS	0,121	-	0,036	-	0,479
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg SS	36,0	66,0	I.L.R.	29,0	29,0

In concomitanza alle indagini ambientali condotte tra maggio e giugno del 2009, è stato effettuato da parte di ARPAV un prelievo in contraddittorio di suolo superficiale in corrispondenza di 25430 e 1113bis. Gli esiti delle analisi sono riportati in Tabella 2.9.

Tabella 2.9: Concentrazioni delle sostanze che superano le CSC nel suolo superficiale (analisi ARPAV)

		S 25430	S 1113 bis
Da	m	0	0
a	m	1	1
Arsenico	mg/kg SS	23,0	15,0
Cadmio	mg/kg SS	<1	<1
Mercurio	mg/kg SS	9,0	<1
Piombo	mg/kg SS	387,0	49,0
Rame	mg/kg SS	278,0	37,0
Zinco	mg/kg SS	110,0	76,0
Cianuri (totali)	mg/kg SS	<1	<1
Benzo(a)antracene	mg/kg SS	0,71	0,04
Benzo(a)pirene	mg/kg SS	0,30	0,05
Indenopirene	mg/kg SS	0,25	0,03
Benzo(g, h, i)perilene	mg/kg SS	0,2	<0,060
Sommatoria PCDD, PCDF	mg/kg SS	-	0,0000196
PCB	mg/kg SS	-	0,18
idrocarburi pesanti C>12	mg/kg SS	152,0	22,0

La Figura 2.8 sottostante riporta la geometria della sorgente di contaminazione nel suolo superficiale, individuata mediante il metodo dei Poligoni di Thiessen. In blu sono evidenziati i poligoni nei quali abbiamo almeno un superamento delle CSC.



Figura 2.8 - Planimetria dei poligoni di Thiessen contaminati relativi al terreno superficiale

2.3.2.2 Suolo profondo

Si riportano in Tabella 2.10 i valori di concentrazione delle sostanze che nel suolo profondo hanno mostrato almeno un superamento rispetto alle CSC. Sono evidenziati in giallo i superamenti rispetto ai valori di Colonna A del D. Lgs 152/06 e in verde i valori che pur superando Colonna A del D. Lgs. 152/06 risultano inferiori ai valori di fondo naturale.

In Tabella 2.11 sono invece riportati i risultati delle analisi svolte in contraddittorio da ARPAV.

Tabella 2.10: Concentrazioni delle sostanze che superano le CSC nel suolo profondo

		S 25430			S 1113 bis				S 24671		S 25433				S 1183	
Da	m	1	2,2	3	1	1,3	2	3	1	2	1	1,5	2,1	2,7	1,1	2,2
a	m	2,2	3	3,5	1,3	2	3	4	2	3	1,5	2,1	2,7	3,6	2,2	3,2
Arsenico	mg/k g ss	16,7	17,2	17,7	20,6	23,9	24,7	21,5	19	16,6	21,3	16	34,4	10,5	20,5	33,8
Mercurio	mg/k g ss	8,5	I.L.R.	I.L.R.	I.L. R.	I.L. R.	I.L.R. .	I.L.R. .	I.L.R.	I.L.R.	I.L.R.	I.L.R.	I.L.R.	I.L.R.	I.L. R.	I.L.R.
Piombo	mg/k g ss	503	63	17	30	18	18	24	16	22	14	40	24	14	28	66
Rame	mg/k g ss	206	20	20	24	24	21	23	20	22	15	22	25	18	23	38
Zinco	mg/k g ss	98	64	68	80	85	84	113	82	115	52	79	103	60	92	163
Idrocarburi pesanti C>12	mg/k g ss	45	I.L.R.	57	37	22	27	I.L.R. .	I.L.R.	I.L.R.	42	44	23	I.L.R.	I.L. R.	I.L.R.

Tabella 2.11: Concentrazioni delle sostanze che superano le CSC nel suolo profondo (analisi ARPAV)

		S 25430			S 1113 bis		
Da	m	1	2,2	3	1	1,3	2
a	m	2,2	3	3,5	1,3	2	3
Arsenico	mg/kg ss	14	14	13	18	20	21
Mercurio	mg/kg ss	8	<1	<1	<1	<1	<1
Piombo	mg/kg ss	556	26	21	35	23	25
Rame	mg/kg ss	249	20	21	23	25	19
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg ss	66	<20	31	36	<20	32

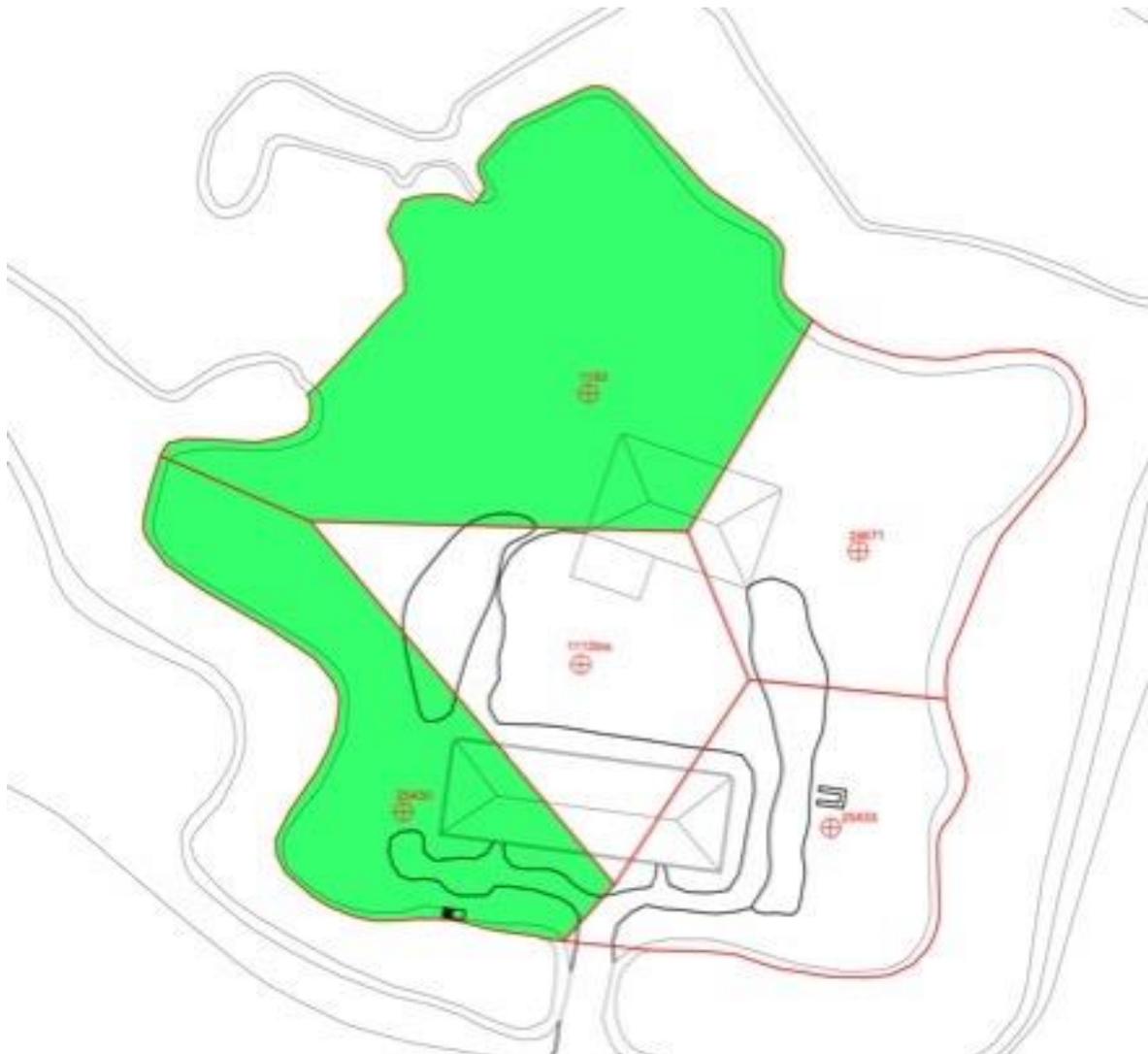


Figura 2.9 - Planimetria dei poligoni di Thiessen contaminati relativi al terreno profondo

In base ai valori di concentrazione delle sostanze che nel suolo profondo hanno mostrato almeno un superamento rispetto alle CSC è stata elaborata la sorgente di contaminazione per il comparto profondo e colorata in verde come da Figura 2.9.

2.3.3 Caratteristiche delle acque sotterranee (zona satura)

Qualora a seguito dell'avvenuta caratterizzazione, lo stato di potenziale contaminazione di un sito sia riconducibile esclusivamente al superamento delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alla tabella 2 dell'allegato 5 alla Parte Quarta, titolo V, del D. Lgs. 152/2006, per i parametri Arsenico, Ferro e Manganese contenuti nelle acque di falda, gli stessi si ritengono attribuibili all'origine naturale o comunque diffusa, fatti salvi casi in cui non se ne

sospetti la sorgente antropica all'interno del sito (Accordo di programma SIN Porto Marghera, 2012).

Venendo al sito in esame, per quanto riguarda le acque sotterranee, nella Tabella 2.12 si riportano i valori delle sostanze che superano i limiti delle CSC.

Nella tabella sottostante sono stati inclusi anche gli esiti delle analisi condotte in contraddittorio da ARPAV.

Tabella 2.12 - Concentrazioni delle sostanze che superano le CSC nella falda e cloruri.

	24671	24671 ARPAV	1113 bis	113bis ARPAV	25433
Arsenico	13	30	21	47	10.7
Ferro	5159	6730	4527	5980	2225
Manganese	315	386	426	536	336
Boro	1129	910	1032	861	1097
Solfati	854	1172	837	1066	642
Cloruri	3835		4493		4451

Sulla base delle considerazioni fatte poc' anzi le concentrazioni di Arsenico, Ferro, Manganese risultano essere compatibili con i valori di fondo naturale dell'area in esame, e pertanto si è deciso di non considerare la presenza di tali sostanze nelle acque sotterranee in analisi di rischio. Per quanto riguarda i parametri Boro e Solfati si ritiene che la loro presenza sia attribuibile al fatto che il sito è un isolotto circondato dal Canale Osellino, costituito da acque salmastre (i valori del parametro Cloruri lo confermano). Tali acque con tutta probabilità alimentano l'acquifero sotterraneo, alterando così le caratteristiche chimico-fisiche dello stesso.

Le attività condotte nel corso della realizzazione dell'Investigazione Ambientale e del Piano di Caratterizzazione sono descritte nel documento "Risultati della Caratterizzazione – Sito Polveriera Manin" redatto da STA S.r.l. per conto di Veritas Spa al quale si rimanda per delle valutazioni più approfondite.

In conclusione, il sito in esame risulta in parte potenzialmente contaminato, e tale contaminazione sembra riguardare esclusivamente la matrice insatura (suolo superficiale e/o suolo profondo).

2.4 Analisi del rischio sanitario - ambientale

Al fine di valutare gli eventuali scenari di rischio legati alla presenza dei contaminanti sopra descritti nelle matrici ambientali analizzate, è stata realizzata un'analisi di rischio sito specifica di livello 2 (nel seguito "AdR") mediante il software "Risk-net 3.1.1". Tale livello, essendo intermedio tra i tre proposti dalla procedura RBCA, rappresenta in genere, un buon compromesso.

L'Analisi di Rischio, che costituisce parte integrante e premessa al presente progetto di bonifica del sito, è uno strumento di supporto alle decisioni nella gestione dei siti nei quali è stata riscontrata una potenziale contaminazione ($C > CSC$) che consente di:

- stabilire se la contaminazione riscontrata crea dei rischi per la salute umana o per la qualità delle matrici ambientali (falda);
- individuare le concentrazioni soglia di rischio (CSR), che rappresentano gli obiettivi locali da conseguire con l'eventuale azione di risanamento.

In Figura 2.10 è schematizzato il criterio in base al quale viene impiegata l'analisi di rischio: al rinvenimento di concentrazioni nel suolo o in acqua di concentrazioni superiori ai valori soglia di contaminazione (CSC), e in seguito all'esecuzione della caratterizzazione del sito, viene applicata l'analisi di rischio con i due obiettivi esposti.

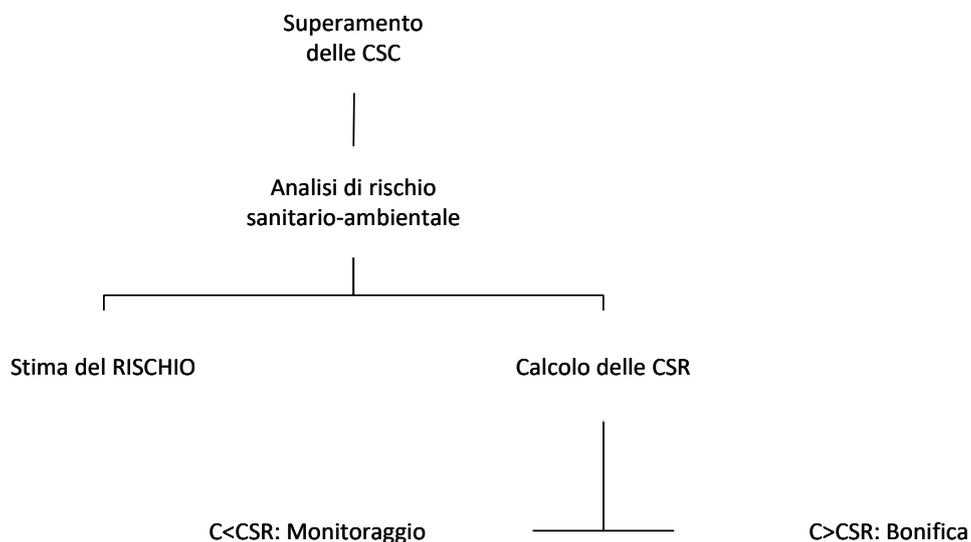


Figura 2.10 – Ruolo dell'analisi di Rischio

Il punto di partenza per l'applicazione dell'analisi di rischio è lo sviluppo del modello concettuale del sito (MCS), basato sull'individuazione e parametrizzazione dei 3 elementi principali:

- sorgente di contaminazione
- percorsi di migrazione
- bersagli o recettori della contaminazione nel sito o nel suo intorno

si può determinare un rischio per la salute umana unicamente nel caso in cui in un dato sito i 3 elementi siano presenti e collegati tra loro.

2.4.1 Sorgente di contaminazione

La sorgente di contaminazione si differenzia in sorgente primaria e sorgente secondaria. La sorgente primaria è identificabile nell'elemento che è causa dell'inquinamento; quella secondaria, invece, è rappresentata dal comparto ambientale oggetto di contaminazione (suolo, acqua, aria).

La sorgente secondaria può trovarsi in 2 comparti ambientali, ovvero:

- Zona insatura, a sua volta classificabile come suolo superficiale (SS) e suolo profondo (SP)
- Zona satura, o falda (GW).

La procedura di analisi di rischio va applicata riferendosi esclusivamente alla sorgente secondaria di contaminazione. Pertanto, tutti i parametri relativi alla sorgente si riferiscono al comparto ambientale soggetto a contaminazione (suolo superficiale, suolo profondo o falda).

Per sorgente secondaria di contaminazione in zona insatura si intende il volume di suolo o sottosuolo interessato dalla presenza di contaminanti in concentrazione superiore ai valori di riferimento indicati dalla normativa vigente, in funzione della destinazione d'uso del sito. Una volta delimitata la sorgente (o le sorgenti), con estrema semplicità è possibile estrapolare i valori dei parametri geometrici utili per la stima dei fattori di trasporto (volatilizzazione, dispersione in atmosfera, percolazione e trasporto in falda).

In particolare, si fa riferimento all'estensione della sorgente rispetto alla direzione del flusso di falda e alla direzione principale del vento.

Per quanto riguarda la zona satura, per sorgente secondaria di contaminazione, si intende il volume di acquifero interessato alla presenza di contaminanti in concentrazione superiore ai valori di riferimento indicati dalla normativa vigente. La geometria della sorgente in zona satura

viene effettuata sulla base delle risultanze analitiche relative alle acque sotterranee campionate nei piezometri realizzati nel sito (APAT, 2008).

2.4.2 Vie di esposizione

Le vie e le modalità di esposizione sono quelle mediante le quali il potenziale bersaglio entra in contatto con le specie chimiche contaminanti. Si ha una esposizione diretta se la via di esposizione coincide con la sorgente di contaminazione; si ha una esposizione indiretta nel caso in cui il contatto del recettore con la sostanza inquinante avviene a seguito della migrazione dello stesso e quindi avviene ad una certa distanza dalla sorgente. Per valutare il rischio posto da un inquinante indicatore è necessario determinare la concentrazione dello stesso nel punto di esposizione. Se si trascura a fini cautelativi l'attenuazione derivante dal percorso di migrazione, la concentrazione da considerare nell'analisi di rischio coincide con la concentrazione assunta come rappresentativa della sorgente. Laddove si vogliono invece valutare gli effetti dei percorsi di migrazione sulla concentrazione degli inquinanti indice nel punto di esposizione, è necessario modellizzare i meccanismi di trasporto degli inquinanti dalla sorgente di contaminazione fino al punto di esposizione.

Ad ogni sorgente di contaminazione possono corrispondere più vie di esposizione, e pertanto in siti diversi si possono avere combinazioni diverse, a seconda delle caratteristiche specifiche del sito stesso. Nella costruzione del modello concettuale è fondamentale valutare attentamente il particolare contesto ambientale in cui il sito si colloca, in quanto non tutti i percorsi di migrazione possibili (acque sotterranee, acque superficiali, aria, suolo, catena alimentare) risultano di fatto "attivi".

Per quanto riguarda il sito, si è tenuto conto di tutte le vie di esposizione evidenziate nella Figura 2.12.

2.4.2.1 Criteri di stima dei fattori di trasporto

I fattori di trasporto intervengono nella valutazione delle esposizioni indirette ovvero laddove eventuali contaminanti possono raggiungere i bersagli solo attraverso la migrazione dal comparto ambientale sorgente della contaminazione. Nell'analisi di rischio questo aspetto assume notevole rilevanza dovuta al fatto che una sottostima o sovrastima dei fattori di trasporto porta a valori del rischio e degli obiettivi di bonifica rispettivamente troppo bassi o troppo alti. Assegnata la concentrazione della sorgente, si calcola la concentrazione al punto di esposizione attraverso la seguente relazione: $C_{poe} = FT \cdot C_S$

Dove con FT viene indicato il fattore di trasporto, che tiene conto dei fenomeni di attenuazione che intervengono durante la migrazione dei contaminanti.

Occorre osservare che, riferendoci in questo studio ad un'analisi di livello 2, le relazioni per il calcolo dei fattori di trasporto sono di tipo prettamente analitico.

Di seguito vengono riportati i fattori di trasporto che intervengono nella procedura di analisi di rischio di livello 2:

- LF = fattore di lisciviazione in falda da suolo superficiale e/o profondo;
- DAF = fattore di attenuazione in falda;
- VF_{ss} = fattore di volatilizzazione di vapori outdoor da suolo superficiale;
- VF_{samb} = fattore di volatilizzazione di vapori outdoor da suolo profondo;
- VF_{wamb} = fattore di volatilizzazione di vapori outdoor da falda;
- PEF = emissione di particolato outdoor da suolo superficiale;
- PEF_{in} = emissione di particolato indoor da suolo superficiale;
- VF_{sest} = fattore di volatilizzazione di vapori indoor da suolo superficiale e profondo;
- VF_{wesp} = fattore di volatilizzazione di vapori indoor da falda;
- ADF = fattore di dispersione in aria outdoor;

Qualsiasi modello venga utilizzato per il trasporto e la diffusione dei contaminanti, il risultato consiste nel calcolo, per ciascuna via d'esposizione, del fattore di attenuazione naturale (NAF = Natural Attenuation Factor) determinato come rapporto tra la concentrazione del contaminante indice nella sorgente di inquinamento C, e la concentrazione nel punto di esposizione C_{poe}, determinata in condizioni stazionarie. Ovviamente per le vie di esposizione diretta il valore di NAF = 1.

Il programma Risk-net 3.1.1 contiene un ampio database in cui sono inseriti la maggior parte degli inquinanti pericolosi; per ogni inquinante il database contiene le caratteristiche chimiche e fisiche quali:

- peso molecolare;
- solubilità in condizioni standard;
- pressione di vapore;
- coefficiente di diffusione in aria;
- ...

Oltre a questa tipologia di parametri sono presenti i dati di tipo tossicologico come la classe di tossicità, le dosi di riferimento per quanto riguarda il contatto dermico, l'inalazione, l'ingestione ecc...

Le caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche sono state cambiate in relazione a quanto riportato nei Criteri Metodologici (APAT, 2008) e secondo quanto riportato nella banca dati ISS-ISPEL, aggiornata a marzo 2018.

È stato utilizzato il valore di concentrazione di riferimento per l'inalazione di sostanze non cancerogene riferito al bersaglio lavoratore; il punto di conformità è stato scelto sopra alla sorgente.

Si riportano altri parametri di esposizione impiegati nella simulazione (Figura 2.11). In accordo con le linee guida ISPRA per l'ambito ricreativo è stata imposta una frequenza giornaliera di esposizione pari a 3 ore/giorno.

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	3	0.5	3	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	3	19.6	3	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

Figura 2.11: Parametri di esposizione impiegati per l'ambito ricreativo (schermata Risk-net 3.1.1)

Si riportano in Tabella 2.13 i valori limite di rischio sanitario.

Tabella 2.13 - Valori limite di rischio sanitario

Parametro	Descrizione	Individuale	Cumulativo
TRab	Rischio limite	1,0E-06	1,0E-05
TRc	Rischio limite	1,0E-06	1,0E-05
THQ	HQ limite	1,0	1,0

2.4.3 Possibili bersagli

Per quanto riguarda i bersagli della contaminazione, ai fini dell'esecuzione di un'analisi di rischio sanitaria, questi sono esclusivamente umani. Tali ricettori sono differenziati in funzione:

- della loro localizzazione: infatti, si devono prendere in considerazione nella analisi tutti i recettori umani compresi nell'area logica di influenza del sito potenzialmente contaminato. In tale ambito, si definiscono bersagli on-site quelli posti in corrispondenza della sorgente di contaminazione, e bersagli off-site quelli posti ad una certa distanza da questa.
- della destinazione d'uso del suolo;

Come anticipato, l'area presa in esame ha un uso futuro “*verde pubblico attrezzato*”, con bersagli *bambini/adulti* in uno scenario espositivo di tipo ricreativo.

2.4.4 Percorsi di migrazione dalle sorgenti di contaminazione ai bersagli

Il modello concettuale applicato al sito in oggetto nello scenario attuale si può schematizzare con il diagramma di flusso rappresentato in figura.

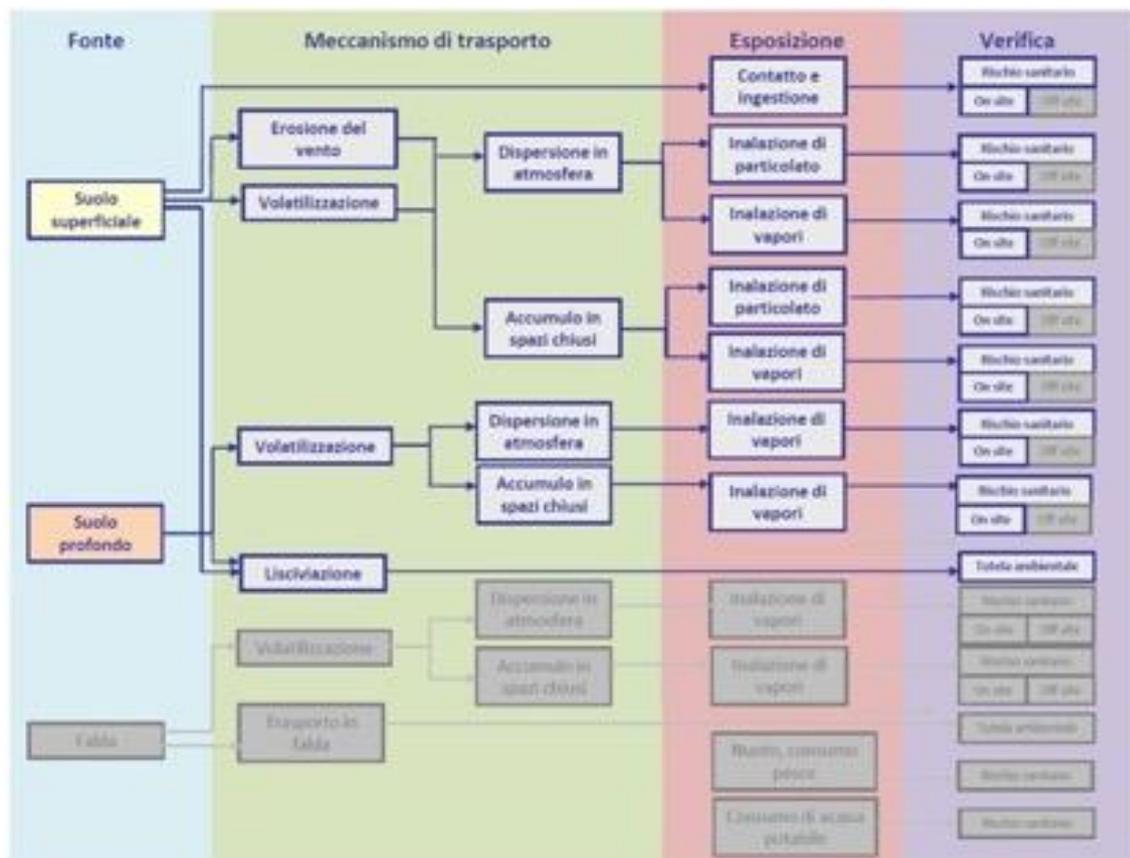


Figura 2.12 - Percorsi di esposizione attivi

Nello schema in Figura 2.12 sono evidenziati anche gli obiettivi di verifica degli effetti della contaminazione sulle matrici ambientali.

Le sorgenti di contaminazione sono:

1. Suolo superficiale:

I meccanismi di trasporto attivi sono:

- volatilizzazione ed erosione con dispersione atmosferica
- volatilizzazione ed erosione con accumulo in spazi chiusi
- lisciviazione con trasporto in falda

Le modalità di esposizione sono:

- contatto e ingestione
- inalazione di vapori outdoor onsite
- inalazione di polveri outdoor onsite
- inalazione di vapori indoor onsite
- inalazione di polveri indoor onsite

2. Suolo profondo:

I meccanismi di trasporto attivi sono:

- volatilizzazione con dispersione atmosferica
- volatilizzazione con accumulo in spazi chiusi
- lisciviazione con trasporto in falda

Le modalità di esposizione sono:

- inalazione di vapori outdoor onsite
- inalazione di vapori indoor onsite

2.4.5 Modello di base della simulazione

La simulazione è stata effettuata considerando tutti i rischi per la salute umana e per l'ambiente prevedendo:

- 1) uso futuro (vie dirette e inalazione indoor e outdoor);
- 2) presenza di falda acquifera (lisciviazione).

Il suolo insaturo presente sul sito è rappresentato da un riporto costituito per lo più da laterizi e calcestruzzo in matrice limoso-argillosa, a tratti debolmente sabbiosa, nel suolo superficiale e da una matrice limoso argillosa debolmente sabbiosa nei primi metri del suolo profondo, fino a circa 3,5 m da piano campagna. In base alle classi tessiture riscontrate nei campioni prelevati, nelle simulazioni si è utilizzata la classificazione "loam", con i parametri desunti dal database di Risk-net 3.1.1.

2.5 Calcolo del rischio individuale e cumulativo

Il rischio per la salute umana viene differenziato tra individuale e cumulativo.

Si definisce:

- rischio individuale: rischio dovuto a singolo contaminante per una o più vie di esposizione;
- rischio cumulativo: rischio dovuto alla cumolazione degli effetti di più sostanze per una o più vie di esposizione

Secondo il decreto 3/12/1985 del Ministero della Sanità si definiscono:

- nocive: le sostanze ed i preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea possono comportare effetti di gravità limitata;
- tossiche: le sostanze che per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea possono causare effetti gravi, acuti o cronici ed anche la morte.

I contaminanti tossici, infatti, oltre ad effetti come la mortalità di facile ed immediata rilevabilità, possono essere ugualmente dannosi e provocare effetti letali: alcuni pressoché immediatamente rilevabili (in genere entro 14 giorni) in seguito all'assunzione di una dose singola (tossicità acuta); altri rilevabili per esposizioni a basse dosi ma per lunghi e ripetuti periodi di tempo, allorquando la quantità totale di contaminante presente nell'organismo raggiunge uno specifico valore, atto a provocare appunto l'evento indesiderato (tossicità cronica).

La tossicità cronica (rilevabile tramite test tossicologici cosiddetti a lungo termine) può invece comportare effetti sulla crescita degli individui e soprattutto malattie cancerogene.

L'analisi di rischio assoluta è rivolta alla valutazione dei rischi cronici o a lungo termine associati alla contaminazione presente nelle matrici ambientali (suolo superficiale, suolo profondo, acque sotterranee, acque superficiali) dovuta a una o più sorgenti (APAT, 2008).

In letteratura si è soliti proporre anche una ulteriore classificazione delle sostanze tossiche croniche, in cancerogene e non cancerogene, in quanto tale distinzione è legata ai due possibili tipi di correlazione esistenti tra dose assorbita e risposta che si (o non si) registra.

Tutte le sostanze chimiche non cancerogene hanno una soglia minima di non effetto mentre per quelle cancerogene tutti i dosaggi comportano una seppur minima risposta indesiderata.

Le proprietà sopra descritte sono però relative a particolari condizioni di laboratorio, in quanto l'effetto di tossicità di una sostanza nei confronti di un organismo bersaglio può dipendere dalla presenza di altri composti tossici.

I dati relativi alla tossicità delle singole sostanze vengono forniti sotto forma di:

- dose massima ammissibile (Chronic Reference Dose – RfD) per le sostanze non cancerogene;
- potenziale cancerogeno (Cancer Slope Factor – SF) per le sostanze cancerogene.

I contaminanti presenti, nel caso in esame, hanno sia effetti cronici cancerogeni che non cancerogeni.

Nel caso di comportamento di tipo non cancerogeno si è proceduto con il calcolo del rischio definito “indice di pericolo” (Hazard Quotient – HQ), determinato dividendo la dose media giornaliera (calcolata sulla durata effettiva di esposizione alla sostanza n per una via di esposizione m) per la dose di riferimento:

$$HQ_{n,m} = E/RfD = C_n \cdot E_m/RfD = ADI_{n,m}/RfD$$

dove:

C_n = concentrazione di inquinante nel comparto ambientale al punto di esposizione (aria, acqua, suolo, alimenti);

E_m = tasso di esposizione; rappresenta la quantità media di ciascun mezzo ambientale (acqua, aria, terreno) ingerito, inalato o contattato per unità di peso corporeo e per unità di tempo di esposizione.

ADI = dose media giornaliera (Admissible Daily Intake);

L’indice di pericolo è parametro adimensionale, che esprime di quante volte la dose media giornaliera, calcolata sulla base dell’effettivo periodo di esposizione, supera la dose di riferimento. Per il rischio derivante da sostanze non cancerogene il valore di riferimento è 1. Se $HQ < 1$ non c’è rischio, mentre se $HQ > 1$ potrebbero potenzialmente prodursi effetti non cancerogeni ma patologici sulla popolazione più sensibile.

Per il caso di un comportamento di tipo cancerogeno si è calcolato:

$$R_{n,m} = C_n \cdot E_m \cdot SF = ADI_{n,m} \cdot SF$$

che rappresenta l’incremento di probabilità di contrarre un tumore nel corso della vita a causa dell’esposizione ad una singola sostanza n ed è dato dal prodotto della dose media giornaliera (calcolata per la durata della vita e per una specifica via di esposizione m) per la tangente SF (Slope Factor).

Il numero di eventi così determinato è da considerarsi in eccesso rispetto al numero di casi di cancro che normalmente colpiscono un’analogha popolazione non esposta (popolazione di

controllo). Il rischio cancerogeno, derivante dall'esposizione ad una singola sostanza, non dovrebbe superare il range $10^{-6} - 10^{-4}$.

Il valore limite di rischio cancerogeno è stato assunto pari a 10^{-6} , per esposizione ad una singola sostanza, e pari a 10^{-5} per quanto riguarda il rischio cumulativo.

Il software utilizzato implementa tutti gli aspetti della procedura Risk Based Corrective Action e quindi implementa sia i modelli di trasporto di inquinanti sia le equazioni e tutti i parametri necessari al calcolo del rischio. Alla luce di ciò si evince come vengano automaticamente calcolati tutti i valori tipici collegati alla valutazione del rischio.

Riguardo il rischio cumulativo, gli effetti cancerogeni o tossici dovuti all'esposizione contemporanea a più di una specie chimica inquinante attualmente non sono stati chiaramente stabiliti. Comunque, è possibile effettuare una stima conservativa dell'esposizione ad una contaminazione multipla sommando il rischio (o l'indice di pericolo) di ogni singola specie chimica contaminante. È importante sottolineare che, in assenza di effetti sinergici, tale operazione di somma generalmente comporta una sovrastima dell'effettivo rischio associato alla esposizione multipla (APAT, 2008).

Il calcolo del rischio per la salute umana associato a più specie chimiche inquinanti e a una o più modalità di esposizione (rischio cumulativo) è il seguente: $R_T = \sum_{i=1}^n R_i$; $HQ_T = \sum_{i=1}^n HQ_i$
Dove R_T e HQ_T rappresentano il rischio cumulativo e l'indice di pericolo cumulativo causati dall'esposizione contemporanea alle n sostanze inquinanti (APAT, 2008).

2.5.1 Criterio per il calcolo del rischio dovuto a più vie di esposizione

Per quanto concerne il criterio di cumolazione delle concentrazioni individuali dovute a più vie d'esposizione, viene proposto un approccio simile a quello adottato nel documento Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites [ASTM, 1995]. Il calcolo del Rischio per la salute umana viene svolto in funzione delle sorgenti di contaminazione considerate, che sono: suolo superficiale, suolo profondo, falda (APAT, 2008). Per suolo superficiale, suolo profondo e falda il rischio viene stimato scegliendo il valore più conservativo tra il rischio derivante dalle modalità di esposizione che hanno luogo in ambienti confinati (indoor) e il rischio derivante dalle modalità di esposizione che hanno luogo in ambienti aperti (outdoor). Lo stesso principio viene applicato per la stima della concentrazione soglia di rischio (CSR).

2.6 Calcolo degli obiettivi di bonifica sito-specifici

L'applicazione della procedura di analisi assoluta di rischio secondo la modalità inversa (backward mode) permette il calcolo per ogni specie chimica contaminate degli obiettivi di bonifica sito-specifici per ciascuna sorgente di contaminazione ossia del valore di concentrazione massimo ammissibile, in corrispondenza ad ogni sorgente secondaria di contaminazione (Concentrazione Soglia di Rischio, CSR), compatibile con il livello di rischio ritenuto tollerabile per il recettore esposto. La CSR viene calcolata in funzione della sorgente di contaminazione e del bersaglio considerato. Ai fini del calcolo è necessario stabilire: l'esposizione accettabile, la concentrazione nel punto di esposizione e quindi la concentrazione in sorgente.

La concentrazione soglia di rischio può essere definita come:

$$CSR = \frac{C_{poe,acc}}{FT} = \frac{E_{acc}}{EM \times FT}$$

Dove:

$C_{poe,acc}$ è la concentrazione accettabile nel punto di esposizione

FT è il fattore di trasporto

E_{acc} è l'esposizione accettabile

EM è la portata effettiva di esposizione

In relazione alle proprietà tossicologiche del contaminante considerato si ha che:

$$CSR = \frac{THQ \times RfD}{EM \times FT} \text{ per le sostanze non cancerogene}$$

$$CSR = \frac{TR}{SF \times EM \times FT} \text{ per le sostanze cancerogene}$$

Dove SF è lo Slope Factor, RfD è la Reference Dose, TR è il valore di rischio considerato tollerabile per le sostanze cancerogene, THQ è il valore di rischio considerato tollerabile per le sostanze non cancerogene.

2.6.1 Calcolo degli obiettivi per additività di sostanze

L'applicazione dei criteri per il calcolo degli obiettivi di bonifica sito specifici (CSR) individuali, conduce alla individuazione di obiettivi di bonifica che rispettano certamente la condizione di rischio tollerabile per esposizione a singola sostanza. Le CSR individuali così calcolate non rispettano però necessariamente la condizione di rischio cumulativo tollerabile. Ad esempio, la presenza di più contaminanti ciascuno caratterizzato da una CSR individuale che determina un $HQ = 1$, fornirebbe un rischio cumulato non accettabile ($HQ_{CUM} > 1$).

In questi casi è necessario tenere conto degli effetti di cumulazione del rischio, riducendo ulteriormente le concentrazioni delle specie presenti rispetto ai valori definiti dalle CSR individuali. Tale riduzione dovrà garantire il raggiungimento di valori di concentrazione tali da rispettare la condizione di rischio cumulativo accettabile.

A giudizio degli Enti di Controllo, si potrà intervenire operando una riduzione delle concentrazioni di alcuni contaminanti, in funzione delle tipologie di esposizione, delle caratteristiche tossicologiche, di concentrazione e di distribuzione degli stessi, tenendo in considerazione la disponibilità e l'efficienza/efficacia delle tecnologie di bonifica applicabili al sito oggetto di intervento (APAT, 2008).

3. Risultati ottenuti

In questo capitolo vengono riportati i risultati dell'Analisi di Rischio redatta in collaborazione con AR.TE S.r.l limitatamente ai comparti suolo superficiale e suolo profondo; per quanto riguarda la falda, i contaminanti presenti in concentrazioni superiori alle CSC di Tabella 2 sono risultati confrontabili con i valori di fondo naturale dell'area in esame; pertanto, tale comparto ambientale non è stato preso in considerazione.

3.1 Suolo superficiale

Per il suolo superficiale la concentrazione soglia di rischio (CSR) viene stimata scegliendo il valore più conservativo tra le CSR derivanti dalle modalità di esposizione che hanno luogo in ambienti confinati (indoor), le CSR derivanti dalle modalità di esposizione che hanno luogo in ambienti aperti (outdoor) e le CSR a protezione della risorsa idrica sotterranea a seguito dei fenomeni di lisciviazione da suolo superficiale e successivo, eventuale, trasporto in falda.

In Figura 3.1 vengono riportati i criteri di calcolo delle concentrazioni soglia di rischio nel suolo superficiale dovute a più vie d'esposizione per l'ambito residenziale ed industriale (APAT, 2008).

Terreno verso uomo (ingestione e contatto dermico e inalazione vapori e polveri)

I rischi dovuti al suolo superficiale nella situazione attuale sono riportati in Tabella 3.1.

Poiché la simulazione è stata effettuata associando la concentrazione di idrocarburi C>12 a tutte le classi, mancando la speciazione, in Tabella 3.2 sono riportati solo i valori di rischio associabili alle classi responsabili dei rischi più alti

Tabella 3.1 - Valori di rischio suolo superficiale

Contaminante	Ingestione		Contatto dermico		Vapori outdoor		Polveri outdoor		Vapori indoor		Polveri indoor	
	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.
Limite	1,0E-06	1,0E+0	1,0E-06	1,0E+0	1,0E-06	1,0E+0	1,0E-06	1,0E+0	1,0E-06	1,0E+0	1,0E-06	1,0E+0
Arsenico	2,22E-04	4,04E+00	2,11E-05	3,39E-01	-	-	7,80E-10	2,82E-05	-	-	7,80E-10	2,82E-05
Cadmio	-	5,63E-02	-	1,58E-04	-	-	7,58E-12	9,83E-07	-	-	7,58E-12	9,83E-07
Mercurio	-	-	-	-	-	1,04E-01	-	1,34E-07	-	2,45E-01	-	1,34E-07
Piombo	5,15E-06	1,41E+00	1,63E-07	3,96E-02	-	-	8,89E-12	-	-	-	8,89E-12	-
Rame	-	1,60E-01	-	4,48E-03	-	-	-	1,60E-08	-	-	-	1,60E-08
Zinco	-	8,65E-03	-	2,42E-04	-	-	-	8,64E-10	-	-	-	8,64E-10
Cianuri	-	3,20E-01	-	8,95E-03	-	6,10E-02	-	8,38E-08	-	1,22E-01	-	8,38E-08
Benzo(a)antracene	4,22E-07	-	1,59E-07	-	-	-	1,47E-13	-	-	-	1,47E-13	-
Benzo(a)pirene	1,78E-06	1,28E-02	6,71E-07	4,65E-03	-	-	6,20E-13	6,70E-07	-	-	6,20E-13	6,70E-07
Indenopirene	1,49E-07	-	5,60E-08	-	-	-	5,17E-14	-	-	-	5,17E-14	-
Benzo(g,h,i)perilene	-	8,52E-05	-	3,10E-05	-	-	-	2,98E-10	-	-	-	2,98E-10
PCB totali	1,50E-06	-	6,63E-07	-	-	-	5,23E-13	-	-	-	5,23E-13	-
TCDD (2,3,7,8)	5,70E-06	5,11E-01	5,40E-07	4,30E-02	-	-	2,04E-12	3,13E-09	-	-	2,04E-12	3,13E-09
Aromatici C >12-16	-	4,86E-02	-	1,36E-02	-	-	-	3,40E-09	-	-	-	3,40E-09
Aromatici C >16-21	-	6,48E-02	-	1,81E-02	-	-	-	3,40E-09	-	-	-	3,40E-09
Aromatici C >21-35	-	6,48E-02	-	1,81E-02	-	-	-	3,40E-09	-	-	-	3,40E-09
Alifatici C >12-16	-	1,94E-02	-	5,44E-03	-	-	-	1,36E-09	-	-	-	1,36E-09
Alifatici C >16-21	-	9,72E-04	-	2,72E-04	-	-	-	1,36E-09	-	-	-	1,36E-09
Alifatici C >21-35	-	9,72E-04	-	2,72E-04	-	-	-	1,36E-09	-	-	-	1,36E-09
Somma												

Tabella 3.2 - Valori di rischio - suolo superficiale-idrocarburi con valori più alti di rischio

Contaminante	Ingestione		Contatto dermico		Vapori outdoor		Polveri outdoor		Vapori indoor		Polveri indoor	
	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.
Limite	1,0E-06	1,0E+0	1,0E-06	1,0E+0	1,0E-06	1,0E+0	1,0E-06	1,0E+0	1,0E-06	1,0E+0	1,0E-06	1,0E+0
Arsenico	2,22E-04	4,04E+00	2,11E-05	3,39E-01	-	-	7,80E-10	2,82E-05	-	-	7,80E-10	2,82E-05
Cadmio	-	5,63E-02	-	1,58E-04	-	-	7,58E-12	9,83E-07	-	-	7,58E-12	9,83E-07
Mercurio	-	-	-	-	-	1,04E-01	-	1,34E-07	-	2,45E-01	-	1,34E-07
Piombo	5,15E-06	1,41E+00	1,63E-07	3,96E-02	-	-	8,89E-12	-	-	-	8,89E-12	-
Rame	-	1,60E-01	-	4,48E-03	-	-	-	1,60E-08	-	-	-	1,60E-08
Zinco	-	8,65E-03	-	2,42E-04	-	-	-	8,64E-10	-	-	-	8,64E-10
Cianuri	-	3,20E-01	-	8,95E-03	-	6,10E-02	-	8,38E-08	-	1,22E-01	-	8,38E-08
Benzo(a)antracene	4,22E-07	-	1,59E-07	-	-	-	1,47E-13	-	-	-	1,47E-13	-
Benzo(a)pirene	1,78E-06	1,28E-02	6,71E-07	4,65E-03	-	-	6,20E-13	6,70E-07	-	-	6,20E-13	6,70E-07
Indenopirene	1,49E-07	-	5,60E-08	-	-	-	5,17E-14	-	-	-	5,17E-14	-
Benzo(g,h,i)perilene	-	8,52E-05	-	3,10E-05	-	-	-	2,98E-10	-	-	-	2,98E-10
PCB totali	1,50E-06	-	6,63E-07	-	-	-	5,23E-13	-	-	-	5,23E-13	-
TCDD (2,3,7,8)	5,70E-06	5,11E-01	5,40E-07	4,30E-02	-	-	2,04E-12	3,13E-09	-	-	2,04E-12	3,13E-09
Aromatici C >21-35	-	6,48E-02	-	1,81E-02	-	-	-	3,40E-09	-	-	-	3,40E-09
Somma	2,37E-04	6,58E+00	2,34E-05	4,58E-01	-	1,65E-01	8,00E-10	3,01E-05	-	3,67E-01	8,00E-10	3,01E-05

La valutazione in dettaglio del risultato permette di affermare che i percorsi di esposizione danno luogo a rischi non accettabili per i bersagli umani per le vie dirette (ingestione e contatto dermico).

Secondo i “Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati” (APAT, 2008), per il calcolo del rischio individuale dovuto a più vie di esposizione è necessario in generale cumulare i rischi dovuti a *ingestione di suolo*, *contatto dermico* e *inalazione di vapori e polveri outdoor* da una parte, mentre dall'altra è stato necessario cumulare i rischi dovuti a *inalazione di vapori e polveri indoor*. Una volta svolte queste operazioni, tra i due rischi “cumulati” calcolati, è stato scelto come rappresentativo del rischio per l'uomo il più conservativo, cioè il maggiore.

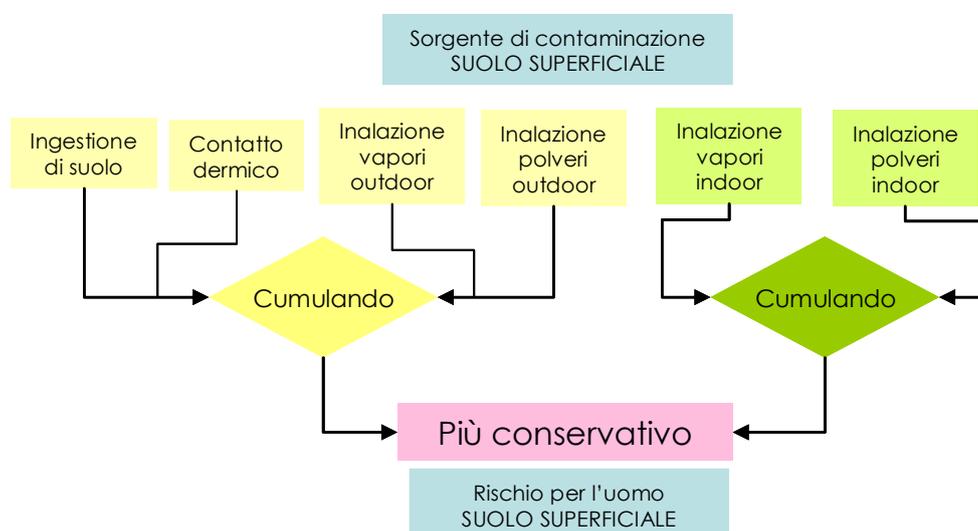


Figura 3.1 - Criterio di calcolo del rischio individuale dovuto a più vie di esposizione per suolo superficiale

Con riferimento alla sommatoria dei rischi, la situazione è riportata in Tabella 3.2.

Tabella 3.2 - Valori di rischio cumulati - suolo superficiale

Contaminante	Cumulativo outdoor		Cumulativo indoor	
	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.
Limite	1,0E-05	1,0E+0	1,0E-05	1,0E+0
Arsenico	2,43E-04	4,37E+00	7,80E-10	2,82E-05
Cadmio	7,58E-12	5,64E-02	7,58E-12	9,83E-07
Mercurio	-	1,04E-01	-	2,45E-01
Piombo	5,31E-06	1,45E+00	8,89E-12	-
Rame	-	1,65E-01	-	1,60E-08
Zinco	-	8,89E-03	-	8,64E-10
Cianuri	-	3,90E-01	-	1,22E-01
Benzo(a)antracene	5,81E-07	-	1,47E-13	-
Benzo(a)pirene	2,46E-06	1,74E-02	6,20E-13	6,70E-07
Indenopirene	2,05E-07	-	5,17E-14	-
Benzo(g,h,i)perilene	-	1,16E-04	-	2,98E-10
PCB totali	2,16E-06	-	5,23E-13	-

TCDD (2,3,7,8)	6,24E-06	5,54E-01	2,04E-12	3,13E-09
Aromatici C >21-35	-	8,29E-02	-	3,40E-09
Somma	2,60E-04	7,20E+00	8,00E-10	3,67E-01

Si osserva che la sommatoria dei rischi outdoor non rispetta i valori soglia.

Le CSR, concentrazioni soglia di rischio, sono riportate in Tabella 3.3.

Tabella 3.3: CSR per suolo superficiale [mg/kgSS]

Contaminante	Cumulativo outdoor		Cumulativo indoor	
	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.
Arsenico	0,39	21,7	121410,3	3358156,0
Cadmio	290237,47	39,0	290237,5	2238046,8
Mercurio	-	86,5	-	36,7
Piombo	72,9	266,9	43532058,5	-
Rame	-	3036,4	-	3131250000,0
Zinco	-	22834,6	-	234953703703,7
Cianuri	-	38,5	-	123,0
Benzo(a)antracene	1,22	-	4829932,0	-
Benzo(a)pirene	0,12	17,2	483871,0	447761,2
Indenopirene	1,22	-	4835589,9	-
Benzo(g,h,i)perilene	-	1724,1	-	671140939,6
PCB totali	0,22	-	915870,0	-
TCDD (2,3,7,8)	0,0000045	0,0000505	13,7	8945,7
Aromatici C >21-35	-	1833,5	-	44705882352,9

CSR per il suolo superficiale (ingestione e contatto dermico, inalazione vapori e polveri)

La CSR per il sito è la più restrittiva fra le CSR calcolate per il rispetto dei rischi per la salute umana, attraverso le diverse vie di esposizione (Tabella 3.4).

L'arsenico rappresenta un caso particolare, in quanto la CSR risultante è inferiore al valore di fondo naturale riferito all'area di interesse. Per tale motivo la CSR è stata posta pari al valore di fondo naturale ovvero 46 mg/kgSS.

Tabella 3.4: CSR del sito per il suolo superficiale - scenario attuale

Contaminante	CSR
	mg/kgSS
Arsenico	46
Cadmio	39,0
Mercurio	36,7
Piombo	72,9
Rame	3036,4
Zinco	22834,6
Cianuri	38,5
Benzo(a)antracene	1,22
Benzo(a)pirene	0,12

Indenopirene	1,22
Benzo(g,h,i)perilene	1724,1
PCB totali	0,22
TCDD (2,3,7,8)	0,0000045
Aromatici C >21-35	1833,5

CSR del suolo superficiale (ingestione e contatto dermico, inalazione vapori e polveri) per rispetto additività

I rischi derivanti dall'impiego delle CSR calcolate sono riportati in Tabella 3.5.

Sono stati omessi i rischi derivanti dall'arsenico, in quanto la CSR è stata posta pari al valore di fondo naturale.

Tabella 3.5: Valori di rischio - suolo superficiale con CSR salute umana

Contaminante	CSR mg/kgSS	Cumulativo outdoor		Cumulativo indoor	
		Canc.	Tox.	Canc.	Tox.
Arsenico	46	-	-	-	-
Cadmio	39,0	1,34E-10	1,00E+00	1,34E-10	1,74E-05
Mercurio	36,7	-	4,24E-01	-	1,00E+00
Piombo	72,9	1,00E-06	2,73E-01	1,67E-12	-
Rame	3036,4	-	1,00E+00	-	9,70E-08
Zinco	22834,6	-	1,00E+00	-	9,72E-08
Cianuri	38,5	-	1,00E+00	-	3,13E-01
Benzo(a)antracene	1,22	1,00E-06	-	2,53E-13	-
Benzo(a)pirene	0,12	1,00E-06	7,07E-03	2,52E-13	2,72E-07
Indenopirene	1,22	1,00E-06	-	2,52E-13	-
Benzo(g,h,i)perilene	1724,1	-	1,00E+00	-	2,57E-06
PCB totali	0,22	1,00E-06	-	2,42E-13	-
TCDD (2,3,7,8)	0,0000045	1,00E-06	8,88E-02	3,27E-13	5,02E-10
Aromatici C >21-35	1833,5	-	-	-	4,10E-08
Somma	-	6,00E-06	6,79E+00	1,37E-10	1,31E+00

L'additività dei rischi è tale da dare un rischio cumulato, calcolato a partire dalle CSR per il rispetto della salute umana del sito, superiore al valore soglia.

È quindi necessario ridurre alcune CSR al fine di rientrare all'interno dei valori limite.

Le CSR ridotte e i relativi rischi singoli e cumulati sono indicati in Tabella 3.6.

Tabella 3.6: Valori di rischio - suolo superficiale con CSR ridotte per rispetto somma rischi

Contaminante	CSR mg/kgSS	Cumulativo outdoor		Cumulativo indoor	
		Canc.	Tox.	Canc.	Tox.
Arsenico	46	-	-	-	-
Cadmio	2,3	7,92E-12	5,90E-02	7,92E-12	1,03E-06
Mercurio	10,0	-	1,16E-01	-	2,72E-01
Piombo	50,0	6,86E-07	1,87E-01	1,15E-12	-

Rame	505,0	-	1,66E-01	-	1,61E-08
Zinco	205,0	-	8,98E-03	-	8,73E-10
Cianuri	10,0	-	2,60E-01	-	8,13E-02
Benzo(a)antracene	1,2	9,82E-07	-	2,48E-13	-
Benzo(a)pirene	0,1	8,20E-07	5,80E-03	2,07E-13	2,23E-07
Indenopirene	0,3	2,46E-07	-	6,20E-14	-
Benzo(g,h,i)perilene	1,0	0,00E+00	5,80E-04	0,00E+00	1,49E-09
PCB totali	0,2	9,02E-07	-	2,18E-13	-
TCDD (2,3,7,8)	0,0000044	9,81E-07	8,71E-02	3,21E-13	4,92E-10
Aromatici C >21-35	1833,5	-	8,73E-02	-	3,58E-09
Somma	-	4,62E-06	9,78E-01	1,01E-11	3,54E-01

Le CSR ridotte indicate in Tabella 3.6 garantiscono il rispetto di tutti i rischi singoli e cumulati.

Terreno verso falda

Per quanto riguarda il percorso di lisciviazione, è stata condotta la simulazione per tutti i contaminanti presenti nel suolo superficiale; si evidenzia però fin d'ora che, per quanto riguarda le sostanze che presentano superamenti nel suolo, non si riscontra alcun superamento delle CSC in falda, ad eccezione dell'Arsenico che però mostra concentrazioni al di sotto del valore di fondo naturale.

Nella Tabella 3.7 sono riportate le concentrazioni in falda previste, e il conseguente rischio per la falda stimato come rapporto fra la concentrazione prevista e quella della Tab. 2 (Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/2006).

Si evidenzia come siano riportati solo i valori di rischio associabili alle classi di idrocarburi responsabili dei rischi più alti.

Tabella 3.7: Concentrazioni in falda previste per i contaminanti superiori alle CSC nel terreno e rischio per la falda

Contaminante	Concentrazioni previste (µg/l)	Limiti	Rischio per la falda
Arsenico	815,00	74	8,15E+01
Cadmio	2,04	5	4,08E-01
Mercurio	17,90	1	1,79E+01
Piombo	111,00	10	1,11E+01
Rame	3700,00	1000	3,70E+00
Zinco	478,00	3000	1,59E-01
Cianuri	388,00	50	7,76E+00
Benzo(a)antracene	2,08	0,1	2,08E+01
Benzo(a)pirene	0,27	0,01	2,65E+01
Indenopirene	0,07	0,1	6,65E-01
Benzo(g,h,i)perilene	0,07	0,01	6,56E+00

PCB totali	3,17	0,01	3,17E+02
TCDD (2,3,7,8)	0,000058	0,000004	1,46E+01
Aromatici C>12-16	12000,00	350	3,43E+01

Dalla simulazione si ottengono valori di concentrazione in falda superiori alle CSC (o nel caso dell'arsenico al valore di fondo naturale) per la quasi totalità dei contaminanti, ad eccezione di Cadmio, Zinco e Indenopirene. Si osserva che nella realtà nessun di queste sostanze è stata rilevata in concentrazioni superiori alle CSC (valore di fondo naturale per Arsenico) e pertanto è evidente che la simulazione comporta una sovrastima del meccanismo di lisciviazione.

Vista l'evidente sovrastima, si propone di considerare come CSR per la protezione della falda, relative alle sostanze qui valutate, le concentrazioni massime rilevabili sul sito, dal momento che i monitoraggi hanno sempre individuato per tali sostanze concentrazioni in acqua ampiamente inferiori alle CSC.

CSR per il suolo superficiale (bersagli umani e falda)

Le CSR per il suolo superficiale che garantiscono il rispetto dei rischi per i bersagli umani e per la falda sono riportate in Tabella 3.8.

In generale, la CSR che garantisce la tutela di entrambi i vincoli è la minima fra la CSR per i bersagli umani e la Cmax riscontrata sul sito (che, come esposto al paragrafo precedente, è sempre tale da garantire il rispetto delle CSC in falda dal momento che su quest'ultima matrice non sono stati riscontrati superamenti per le sostanze che presentano superamenti nel suolo).

Tabella 3.8: CSR del sito per il suolo superficiale per esposizione umana e per tutela della falda

Contaminante	CSR bersagli umani	CSR falda	CSR complessive
Arsenico	46	Cmax	Minima
Cadmio	2,30	Cmax	Minima
Mercurio	10,00	Cmax	Minima
Piombo	50,00	Cmax	Minima
Rame	505,00	Cmax	Minima
Zinco	205,00	Cmax	Minima
Cianuri	10,00	Cmax	Minima
Benzo(a)antracene	1,20	Cmax	Minima
Benzo(a)pirene	0,10	Cmax	Minima
Indenopirene	0,30	Cmax	Minima
Benzo(g,h,i)perilene	1,00	Cmax	Minima
PCB totali	0,20	Cmax	Minima
TCDD (2,3,7,8)	0,0000044	Cmax	Minima
Aromatici C>12-16	-	Cmax	Cmax

Aromatici C>21-35	1833,50	-	Minima
-------------------	---------	---	--------

3.2 Suolo profondo

Terreno verso uomo (inalazione indoor e outdoor)

I rischi dovuti al terreno profondo insaturo sono riportati in Tabella 3.9.

Tabella 3.9: Valori di rischio - suolo profondo

Contaminante	Vapori outdoor		Vapori indoor	
	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.
Limite	1,0E-06	1,0E+0	1,0E-06	1,0E+0
Mercurio	-	9,45E-03	-	1,67E-01
Piombo	-	-	-	-
Rame	-	-	-	-
Zinco	-	-	-	-
Aromatici C >12-16	-	-	-	-
Aromatici C >16-21	-	-	-	-
Aromatici C >21-35	-	-	-	-
Alifatici C >12-16	-	-	-	-
Alifatici C >16-21	-	-	-	-
Alifatici C >21-35	-	-	-	-
Somma		9,45E-03		1,67E-01

Viste le caratteristiche chimico fisiche delle sostanze che presentano superamenti rispetto alle CSC nel suolo profondo, i rischi per la salute umana risultano nulli in quanto tali sostanze non danno luogo alla formazione di vapori, ad eccezione del Mercurio che comunque dà luogo a rischi accettabili per la salute umana.

CSR per il suolo profondo

Le CSR sono state calcolate per il solo Mercurio, dal momento che rappresenta l'unico contaminante con rischio non nullo. Per convenzione possono comunque essere espressi valori di concentrazione pari a 100000 mg/kgSS per le altre sostanze.

In Tabella 3.10 sono riportate le CSR più restrittive per il sito per il suolo profondo.

Tabella 3.10: CSR del sito per il suolo profondo

Contaminante	CSR
	mg/kgSS
Mercurio	50,90
Piombo	100000
Rame	100000
Zinco	100000
Idrocarburi C>12	100000

Terreno verso falda

Nella Tabella 3.11 sono riportate le concentrazioni in falda previste e il conseguente rischio per la falda stimato come rapporto fra la concentrazione calcolata e la CSC; anche in questo caso, analogamente a quanto esposto per il suolo superficiale, per quanto riguarda le sostanze che presentano superamenti nel suolo profondo non si riscontra alcun superamento delle CSC in falda.

Si evidenzia come in Tabella 3.11 sono riportati solo i valori di rischio associabili alle classi di idrocarburi responsabili dei rischi più alti.

Tabella 3.11: Concentrazioni in falda previste per i contaminanti superiori alle CSC nel terreno profondo e rischio per la falda

Contaminante	Concentrazioni previste (µg/l)	Limiti	Rischio per la falda
Mercurio	58,90	1	5,89E+01
Piombo	557,00	10	5,57E+01
Rame	6400,00	1000	6,40E+00
Zinco	1340,00	3000	4,47E-01
Aromatici C>12-16	18100,00	350	5,17E+01

Dalla simulazione si ottengono valori di concentrazione in falda superiori alle CSC per tutti i contaminanti ad eccezione dello Zinco. Si osserva che nella realtà nessun di queste sostanze è stata rilevata in concentrazioni superiori alle CSC e pertanto è evidente che la simulazione comporta una sovrastima del meccanismo di lisciviazione.

Vista l'evidente sovrastima, si propone di considerare come CSR per la protezione della falda, relative alle sostanze qui valutate, le concentrazioni massime rilevabili sul sito, dal momento che i monitoraggi hanno sempre individuato per tali sostanze concentrazioni in acqua ampiamente inferiori alle CSC.

CSR per il suolo profondo (bersagli umani e falda)

Con riferimento allo scenario di esposizione dei bersagli umani e considerando quanto emerso dalla valutazione dei rischi per la falda, si propongono le CSR riportate in Tabella 3.12.

In generale, la CSR che garantisce la tutela di entrambi i vincoli è la minima fra la CSR per i bersagli umani e la Cmax riscontrata sul sito (che, come esposto al paragrafo precedente, è sempre tale da garantire il rispetto delle CSC in falda dal momento che su quest'ultima matrice non sono stati riscontrati superamenti per le sostanze che presentano superamenti nel suolo).

Tabella 3.12: CSR del sito per il suolo profondo per esposizione umana e per tutela della falda

Contaminante	CSR umani	bersagli	CSR falda	CSR complessive
Mercurio	58,90		Cmax	Minima
Piombo	100000		Cmax	Minima
Rame	100000		Cmax	Minima
Zinco	100000		Cmax	Minima
Aromatici C>12-16	100000		Cmax	Minima

3.3 Falda

Per quanto riguarda la falda, i contaminanti presenti in concentrazioni alle CSC di Tabella 2 sono risultati confrontabili con i valori di fondo naturale dell'area in esame; pertanto, tale comparto ambientale non è stato preso in considerazione nell'analisi di rischio.

3.4 Considerazioni conclusive e gestione del rischio

L'analisi di rischio presentata in questo lavoro di tesi è stata redatta in collaborazione con lo studio AR.TE S.r.l sulla base delle evidenze riscontrate:

- dall'indagine di caratterizzazione eseguita da STA S.r.l. nel 2010 e successive analisi di caratterizzazione integrative nel 2023;
- dall'Analisi di Rischio presentata da Veritas Spa nel 2010.

L'area è destinata a verde pubblico attrezzato; le vie di esposizione attive sono ingestione, contatto diretto e inalazione di vapori/polveri indoor e outdoor per il suolo superficiale, e inalazione di vapori indoor e outdoor per il suolo profondo, oltre alla lisciviazione in falda da entrambi i comparti. I bersagli considerati sono umani (bambini e adulti “*adjusted*” per destinazione ricreativa *onsite*) e ambientali.

Per il calcolo dei rischi *onsite* sono stati considerati i contaminanti presenti in concentrazioni superiori alle CSC di Colonna A sul suolo superficiale e profondo.

Per quanto concerne la falda, i contaminanti presenti in concentrazioni superiori alle CSC di Tabella 2 sono risultati confrontabili con i valori di fondo naturale dell'area in esame, pertanto tale comparto ambientale non è stato preso in considerazione nell'analisi di rischio.

Dall'analisi svolta sul suolo superficiale risultano rischi non tollerabili in relazione alle vie dirette di esposizione (ingestione e contatto diretto). Per il suolo profondo la situazione è tale che i rischi sono tollerabili.

La lisciviazione in falda dei contaminanti presenti nel suolo è stata valutata per tutti i contaminanti rilevati sul suolo superficiale o profondo, e si è riscontrata un'evidente sovrastima

della modellizzazione rispetto alla situazione reale della falda, che non mostra superamenti per le sostanze che invece sono presenti in concentrazioni superiori alle CSC nel suolo.

Si conclude affermando che il sito, risulta contaminato e si rende pertanto necessaria la redazione di un progetto operativo di bonifica dell'area.

In tale scenario gli interventi di bonifica coinvolgono il suolo superficiale e riguardano Arsenico, Piombo, Cianuri, Benzo(a)pirene, PCB totali, Diossine e Furani.

L'intervento ipotizzato riguarda l'asportazione di una parte del suolo superficiale in accordo con le metodologie previste nell'Accordo di Programma e l'interruzione dei percorsi di esposizione mediante l'interposizione di uno strato di 50 cm di materiale idoneo (terreno vegetale, ghiaia ecc.).

4. Progetto di bonifica e di messa in sicurezza dei suoli insaturi

In questo capitolo verrà presentato l'intervento di bonifica e/o messa in sicurezza ipotizzato per il sito Polveriera Manin, obiettivo del lavoro di tesi. Come vedremo l'intervento ipotizzato non riguarderà la totalità dell'area di interesse ma sarà limitato ad alcune porzioni di quest'ultima a causa di alcuni vincoli amministrativi, pratici e ambientali.

Il progetto operativo di bonifica e/o messa in sicurezza avrà il fine di interrompere i percorsi di esposizione diretta (ingestione e contatto dermico) nel suolo superficiale mediante posa in opera di pacchetti di materiale tecnico di varia natura e di idonee caratteristiche le cui specifiche tecniche verranno nel seguito esplicitate.

Una volta presentato il progetto, verranno illustrate le modalità di gestione dei cumuli e dei rifiuti derivanti dalle operazioni di bonifica.

4.1 Descrizione degli interventi di bonifica possibili per la bonifica dei suoli insaturi

I risultati dell'analisi di rischio realizzata hanno consentito di classificare l'area in esame come "sito contaminato" ex art. 240 lett. e) del D. Lgs. n. 152/06.

Per tale ragione è stato redatto il presente documento finalizzato alla progettazione dell'intervento di bonifica del sito.

Dal punto di vista generale la attuale normativa individua i seguenti possibili interventi su aree definite "contaminate" a valle dell'approvazione dell'analisi del rischio:

- Messa in sicurezza operativa (Art. 240 lettera n del D. Lgs 152/06): l'insieme degli interventi eseguiti in un sito con attività in esercizio atti a garantire un adeguato livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente, in attesa di ulteriori interventi di messa in sicurezza permanente o bonifica da realizzarsi alla cessazione dell'attività. Essi comprendono altresì gli interventi di contenimento della contaminazione da mettere in atto in via transitoria fino all'esecuzione della bonifica o della messa in sicurezza permanente, al fine di evitare la diffusione della contaminazione all'interno della stessa matrice o tra matrici differenti. In tali casi devono essere predisposti idonei piani di monitoraggio e controllo che consentano di verificare l'efficacia delle soluzioni adottate (Bosetti e Gatti, 2006);

- Messa in sicurezza permanente (Art. 240 lettera o del D. Lgs 152/06): l'insieme degli interventi atti a isolare in modo definitivo le fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti e a garantire un elevato e definitivo livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente. In tali casi devono essere previsti piani di monitoraggio e controllo e limitazioni d'uso rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici (Bosetti e Gatti, 2006);
- Bonifica (art. 240 lettera p del D. Lgs 152/06): l'insieme degli interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle stesse presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee ad un livello uguale o inferiore ai valori delle concentrazioni soglia di rischio (Bosetti e Gatti, 2006);

Gli interventi di bonifica o di messa in sicurezza devono assicurare per ciascun sito il raggiungimento degli obiettivi previsti col minor impatto ambientale e la maggiore efficacia, in termini di accettabilità del rischio di eventuali concentrazioni residue nelle matrici ambientali e di protezione dell'ambiente e della salute pubblica (cfr. All. 3 alla Parte IV, Titolo V, D. Lgs. n. 152/06).

Il sistema di classificazione per individuare le diverse tipologie di intervento definisce:

- *Interventi in situ*: effettuati senza movimentazione o rimozione del suolo;
- *Interventi ex situ on-site*: con movimentazione e rimozione di materiali e suolo inquinato, ma con trattamento nell'area del sito stesso e possibile riutilizzo;
- *Interventi ex situ off-site*: con movimentazione e rimozione di materiali e suolo inquinato fuori dal sito stesso, per avviare i materiali e il suolo negli impianti di trattamento autorizzati o in discarica.

Un importante strumento per la decisione inerente alla miglior tecnologia da applicare in sede di bonifica/messa in sicurezza è rappresentato dalla “matrice di screening” elaborata da ISPRA.

4.2 Descrizione dell'area di intervento

Per la descrizione dettagliata dell'area si rinvia alla lettura del paragrafo 1.2 Area oggetto di studio.

Merita in questa sede evidenziare la situazione dei vincoli (ambientali, amministrativi e “pratici”) presenti nell'area del Forte, perché di essi occorre tenere conto nella progettazione degli interventi possibili.

Il sito presenta, tra gli altri, i seguenti vincoli ambientali amministrativi e pratici:

- Vincolo archeologico monumentale;
- Vincolo paesaggistico
 - o Pertinenze tutelate, fortificazioni, edifici tutelati, isole minori della laguna (art. 20, 21, 22 Carta delle Invarianti);
 - o Aree boscate, parchi e giardini di interesse ambientale, aree verdi e dei forti (art. 12 e 13 Carta delle Invarianti);
 - o Area esondabile o a ristagno idrico (art. 16 Carta delle fragilità);
 - o Isola ad elevata naturalità (art. 42 Carta delle Trasformabilità: Valori e Tutele);
- Vincolo pratico impossibilità di lavori invasivi sui terreni esterni all'area resa fruibile dalla bonifica bellica (se non preliminarmente sottoposti a tale verifica). Tale vincolo riguarda il transito di mezzi pesanti, il cui passaggio potrebbe in linea teorica provocare deflagrazioni di ordigni sepolti. Un altro vincolo pratico è costituito dalla logistica del cantiere, occorre infatti considerare i seguenti aspetti:
 - o Il Forte è ubicato a ridosso del Parco S. Giuliano e non è dotato di una viabilità che consenta un agevole traffico di mezzi pesanti;
 - o L'ingresso del Forte è costituito da un terrapieno di modeste dimensioni non adatto al transito di mezzi pesanti di grosse dimensioni, quest'ultimo rappresenta l'unica via di accesso al sito via terra;
 - o All'interno del sito non è possibile far passare mezzi al di sopra delle rovine archeologiche se non con opportuni presidi, gli spazi di manovra conseguentemente sono ristretti.

Per quanto di interesse alla presente trattazione occorre evidenziare quanto segue:

1. L'area del Forte Manin (al netto dei corsi d'acqua e dell'isolotto a N) è di circa 9250 mq;
2. Gli edifici presenti occupano un'area di circa 1350 mq;
3. In parte dell'area sono presenti dei resti archeologici vincolati (circa 200 mq);
4. In parte dell'area è stata realizzata la bonifica bellica (circa 1250 mq);
5. In parte dell'area sono presenti dei vincoli ripariali (fascia perimetrale di circa 20 m un po' più profonda in corrispondenza dei vertici O, N ed E per circa 1500 mq)
6. In parte dell'area è presente una fitta vegetazione (area N e NE) a bosco ed il terreno presenta dislivelli orografici importanti e con tutta probabilità risalenti all'epoca del forte asburgico (circa 1400 mq).

In considerazione di quanto sopra descritto si riporta una planimetria (Figura 4.1) con indicazione delle aree ritenute di “non intervento” (circa 4500 mq) a causa di vincoli ambientali, amministrativi e tecnici (superficie edifici, resti archeologici, fascia ripariale e boschiva).

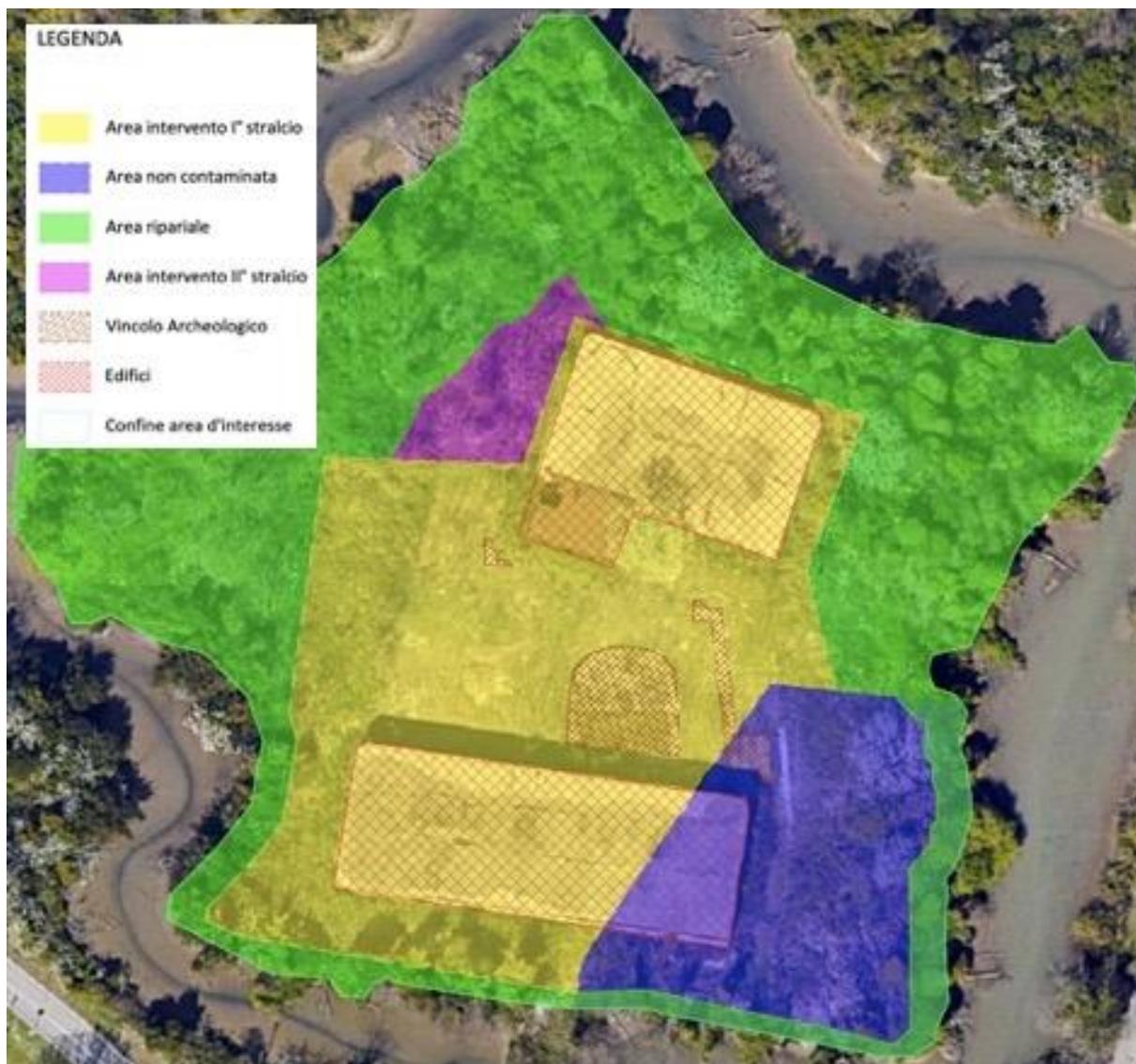


Figura 4.1 - Aree di “non intervento” per vincoli esistenti

Nella seguente tabella si riporta il dettaglio “geometrico” di quanto sopra descritto.

Tabella 4.1 - Dettaglio delle aree di non intervento

Descrizione	Superficie [mq]	Tipologia
Area totale Forte Manin	9.250,00	
Edifici presenti	1.364,00	Non intervento per presenza di edifici
Resti archeologici	195,00	Non intervento per vincolo archeologico
Fascia Ripariale	1.530,00	Non intervento per vincolo Comune di VE

Bosco e dislivelli	1.412,00	Non intervento per impossibilità tecnica e presenza di piante
Poligono non contaminato	1.270,00	Non intervento perché area non contaminata
Area di intervento	3.479,00	

L'area da sottoporre a bonifica risulta quindi di circa 3500 mq compresa quella già scavata per la bonifica bellica pari a circa 1000 mq.

Il primo stralcio dei lavori prevede di intervenire in un'area più ristretta (segnata in giallo nella precedente figura) di circa 2400 mq totali.

4.3 Tecnologie di bonifica adottate

Il progetto operativo di bonifica presentato in questo elaborato di tesi riguarda parte dell'area nella quale sono presenti i due edifici del forte ed i resti archeologici, rimangono escluse:

- le aree dell'isolotto a Nord;
- le aree dei canali perimetrali il cui scavo, comprese le due connessioni con il Canale Osellino, è previsto nell'intervento di riqualificazione del fiume Marzanego-Osellino finanziato dalla Regione ed a cura del Consorzio di bonifica Acque Risorgive.

Gli esiti della caratterizzazione e dell'analisi di rischio costituiscono i "dati di progetto" per la predisposizione della bonifica/messa in sicurezza.

L'analisi del rischio sanitario – ambientale, ha evidenziato per l'area in esame la seguente situazione:

- suolo superficiale: rischi non tollerabili per quanto riguarda le vie dirette di esposizione (ingestione e contatto diretto);
- suolo profondo: rischi tollerabili;
- falda: evidente sovrastima della modellizzazione rispetto alla situazione reale della falda, che non mostra superamenti per le sostanze che invece sono presenti in concentrazioni superiori alle CSC nel suolo.

L'area è pertanto da considerare in parte contaminata⁵ ai sensi della vigente normativa ambientale ed è necessario procedere con la redazione del progetto di bonifica.

Prima di procedere è bene tenere presente che il documento "Modalità di intervento di bonifica e di messa in sicurezza dei suoli e delle acque di falda. Accordo di programma 16/04/12 – art. 5 comma 5", utilizzabile come linea guida ai sensi della comunicazione del MASE Prot. n.

⁵ Dei cinque poligoni di Thiessen individuati uno è risultato non contaminato come si è visto in Figura 2.8 e come si vedrà nel proseguo della trattazione.

51017 del 03.04.23, annovera, tra gli interventi di bonifica del suolo insaturo, anche “*gli interventi di interruzione dei percorsi di esposizione (es. pavimentazioni) la cui efficacia sia dimostrata sulla base delle valutazioni condotte tramite apposito monitoraggio di valutazione del rischio sanitario*”(Accordo di Programma SIN Porto Marghera, 2012). Inoltre, al fine dell’interruzione dei percorsi di esposizione diretta nelle aree verdi/residenziali non pavimentate è ritenuta compatibile l’interposizione di uno strato pari a 50 cm di materiale idoneo (terreno vegetale, ghiaia, ecc.). In tale ottica il presente documento è denominato “progetto di bonifica del suolo insaturo”.

Ciò premesso, in relazione alla situazione in esame, gli obiettivi di intervento avranno il fine di interrompere i percorsi di esposizione diretta (ingestione e contatto dermico) nel suolo superficiale mediante posa in opera di pacchetti di materiale tecnico di varia natura e di idonee caratteristiche le cui specifiche tecniche verranno nel seguito esplicitate.

Come anticipato, i lavori riguarderanno la parte del Forte che è già stata oggetto di bonifica bellica (superficiale e profonda) ed altre aree limitrofe per una superficie totale di circa 2400 mq che sarà oggetto nel breve periodo di lavori di ristrutturazione edilizi per la restituzione del complesso fortificato ad usi pubblici e costituiscono quindi il primo stralcio della bonifica al quale seguirà in futuro un secondo stralcio per il completamento dei lavori.

4.3.1 Individuazione delle aree soggette ad interruzione dei percorsi

Come già evidenziato in precedenza l’area oggetto di intervento è costituita in parte da quella nella quale è stata realizzata la bonifica bellica nel 2019 con l’aggiunta di altre aree di minori dimensioni situate a S, O e NE del sito.

Lo scotico realizzato nel 2019 ha, di fatto, eliminato la totalità del materiale antropico presente nel sedime⁶, fino alla profondità di circa 70 cm da p.c. giungendo al livello di terreno limoso-sabbioso.

⁶ Nelle aree interessate dalla bonifica bellica.



Figura 4.2 - sbancamento e trivellazioni al lato E dell'edificio A



Figura 4.3 - sbancamento e trivellazioni al lato N dell'edificio A



Figura 4.4 - sbancamento e trivellazioni nell'area tra i 2 edifici.

A causa della presenza di materiali ferromagnetici potenzialmente costituiti da ordigni bellici si è reso necessario procedere con lo scavo selettivo del materiale di riporto presente nel sito (limitatamente ad alcune aree).

Come ampiamente descritto nel documento progettuale vi è la presenza in sito di due cumuli di terreno (circa 1200 mc) derivanti dagli scavi realizzati per la bonifica bellica di alcune aree. In considerazione del fatto che la Conferenza dei Servizi del 03 agosto 2023 ha indicato che tali cumuli siano da considerarsi rifiuti si ritiene di poter procedere ad un loro parziale recupero in sito (circa 300 mc) per ripristinare alcune quote topografiche nell'area già sottoposta a bonifica bellica.

Infatti, il rilievo topografico eseguito, e riportato di seguito, ha evidenziato alcune aree a quote maggiori di -50 cm da p.c. (aree blu) le quali dovranno essere ripristinate a tale quota prima di procedere con la stesa delle geocelle e del terreno di provenienza esterna che fungerà da interruzione dei percorsi per uno spessore di almeno 50 cm.

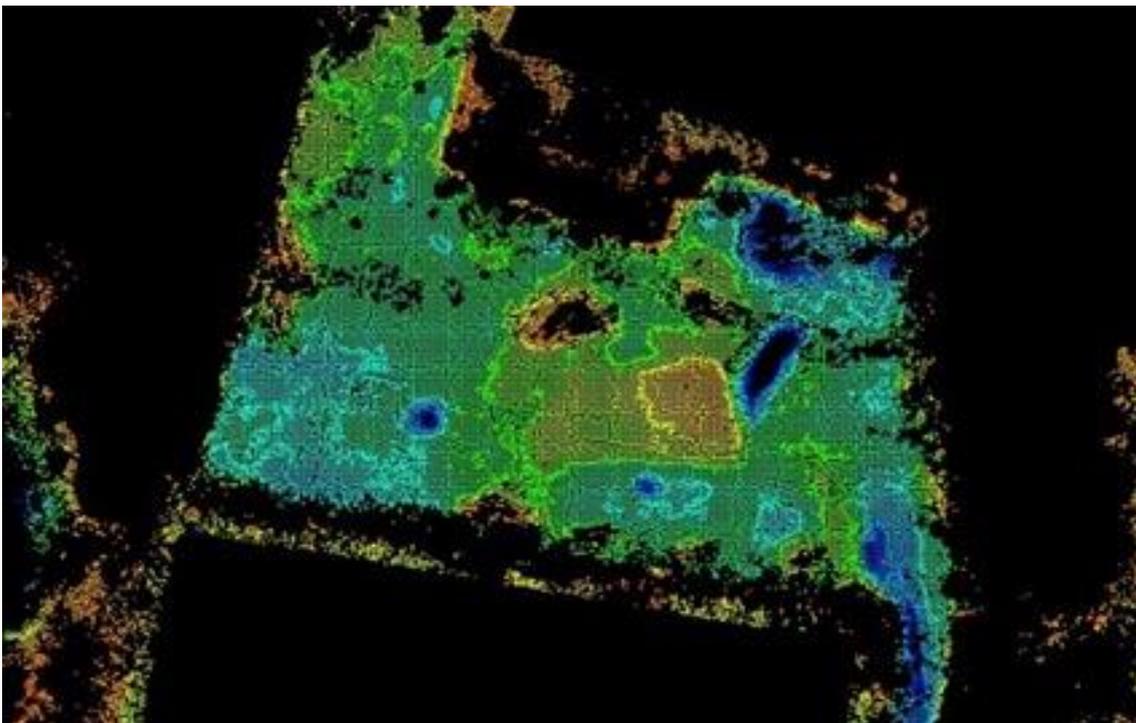


Figura 4.5 – Nuvola di punti e livelli topografici

Per comprendere la natura tecnico-amministrativa dei materiali in cumulo pare opportuno fare nel seguito un approfondimento.

4.3.2 Natura tecnico-amministrativa dei materiali attualmente in cumulo nel sito

Le evidenze stratigrafiche desunte nel corso delle attività di caratterizzazione del sito e quelle riscontrate nel corso delle attività di bonifica bellica hanno evidenziato nel primo metro da p.c. la presenza di materiali di riporto costituiti per lo più da residui di costruzione e demolizione come da immagini seguenti (tratte dalla relazione della ditta esecutrice della bonifica bellica del 2019).



Figura 4.6 – materiali di riporto SS



Figura 4.7 – materiali di riporto SS

I materiali di riporto (nel seguito MdR) sono matrici costituite da una miscela eterogenea di materiale di origine antropica, quali residui e scarti di produzione e di consumo, e di terreno, che compone un orizzonte stratigrafico specifico rispetto alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche naturali del terreno in un determinato sito e utilizzate per la realizzazione di riempimenti, di rilevati e di reinterri; tale definizione è riportata al comma 1 dell'articolo 3 del D.L. 2/2012. Dunque, la matrice MdR non è altro che una commistione tra terreno e materiale antropico. (Alessia Arelli et al., 2023).

I principali elementi normativi inerenti ai materiali di riporto sono contenuti nel D.L. 25/01/2012, art. 3: *“Interpretazione autentica dell’art. 185 del D.Lgs. n. 152 del 2006, disposizioni in materia di matrici materiali di riporto (...)”*.

La procedura di valutazione della matrice MdR è operata con criteri diversi rispetto alla gestione delle terre e rocce da scavo e può essere schematizzata in tre fasi:

Fase 1: Identificazione della matrice.

Le valutazioni sono tese a identificare la matrice in esame come:

- “materiale di riporto” matrici che rispondono ai criteri del co. 1 Art. 3 del D. L. 2/2012;
- “suolo /sottosuolo” matrici naturali alloctone e/o terreni naturali autoctoni, nei quali la presenza di laterizi, plastica, materiali ferrosi è sporadica; i materiali identificati come suolo/sottosuolo saranno valutati secondo i criteri di cui alla Parte Quarta – Titolo V;
- “rifiuto” comprende tutte le matrici che non sono riconducibili alle identificazioni precedentemente citate; i materiali identificati come rifiuti saranno gestiti conformemente alla Parte Quarta del D. Lgs. 152/06.

I criteri a supporto della identificazione delle matrici come MdR sono i seguenti (Alessia Arelli et al., 2023):

- a) storicità: su base sito-specifica potrà essere valutata l'opportunità di identificare come MdR i materiali antropici di comprovata o probabile messa in opera antecedente al 1982;
- b) modalità di abbancamento e grado di miscelazione dei materiali antropici con il terreno: miscele eterogenee, alternanza di livelli;
- c) finalità dell'utilizzo (o funzione d'uso): la miscela per essere considerata MdR deve aver avuto per sua natura all'origine una funzione d'uso ben precisa (fondazioni, rilevati e reinterri). Per gli abbancamenti successivi al 1982 andrà

verificata l'esistenza di un titolo autorizzativo o di altre norme o disposizioni che rendevano lecita la messa in opera del materiale.

Nel nostro caso specifico:

- il criterio della **storicità** è certamente rispettato in quanto i materiali di riporto sono stati posti in opera certamente prima del 1982 (si suppone siano di epoca prossima alla costruzione dei due edifici asburgici anche in considerazione delle quote altimetriche – le pavimentazioni dei due edifici sono infatti circa 50 cm più elevate rispetto al livello dei resti del forte francese);
- per quanto concerne il criterio delle **modalità di abbancamento** si è osservato (dalle foto disponibili realizzate nel corso degli scavi per la bonifica bellica) che il livello del materiale antropico sia perfettamente distinguibile da quello del terreno naturale in posto e costituisca i primi 70-80 cm a partire dal piano della campagna;
- il criterio della **finalità dell'utilizzo** è sicuramente rispettato in considerazione del fatto che i riporti presenti sono stati certamente utilizzati per la formazione dei piazzali e delle aree nell'intorno dei due edifici militari;

Sulla base di quanto sopra descritto è possibile classificare i materiali presenti nel primo metro dell'area del Forte Manin come **Materiali di Riporto**.

Fase 2: Campionamento e caratterizzazione dei MdR.

L'art. 3, c. 2 del D.L. 2/2012 prevede espressamente che “le matrici materiali di riporto (MdR) debbano essere sottoposte a test di cessione [...] e devono inoltre rispettare quanto previsto dalla legislazione vigente in materia di bonifica dei siti contaminati”.

Ciò implica che i MdR, individuati secondo i criteri sopra descritti, devono essere sottoposti a campionamento e successiva caratterizzazione al fine di definirne le principali caratteristiche chimico-fisiche.

In linea generale vanno eseguite le seguenti analisi:

- a) l'analisi della componente solida eseguita sulla frazione inferiore a 2 mm con concentrazioni riferite alla totalità dei materiali secchi, comprensivi anche dello scheletro (frazione compresa tra 2 mm e 2 cm) per il successivo confronto con le CSC di cui alla Tab. 1, All. 2, Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/06;
- b) il test di cessione condotto secondo le metodiche e i limiti dell'All. 3 al D.M. 5/02/1998, in particolare applicando l'appendice A alla norma UNI 10802, secondo la metodica prevista dalla norma UNI EN 12457-2.

Nel caso specifico l'area dalla quale sono stati scavati i materiali di riporto per la bonifica bellica è afferente al sondaggio denominato 1113bis eseguito in fase di caratterizzazione del sito.

Le determinazioni analitiche condotte sulla carota prelevata nel primo metro dal p.c. hanno evidenziato il superamento delle CSC di cui alla Tab. 1/A per i parametri benzo(a)pirene (0,13 mg/kg vs 0,10 mg/kg=CSC) e idrocarburi pesanti C>12 (66 mg/kg vs 50 mg/kg=CSC).

Recentemente, come già espresso in precedenza, è stato raccolto un campione medio composito dai cumuli presenti per la realizzazione del test di cessione i cui esiti hanno certificato la rispondenza ai limiti di cui alla Tab. 3 del DM 05/02/98 e s.m.i.

Si può pertanto affermare che i materiali di riporto non costituiscano una potenziale fonte di contaminazione né per le acque sotterranee (gli esiti delle analisi condotte in esecuzione del piano della caratterizzazione non hanno evidenziato la presenza di IPA ed Idrocarburi in falda) né per i terreni naturali sottostanti (le analisi condotte sui campioni raccolti a profondità maggiori non hanno evidenziato la presenza di IPA né idrocarburi). Di seguito uno stralcio della tabella con il sunto dei risultati, tratta dal documento “Risultati del piano della caratterizzazione” (STA S.r.l. 2010) al quale si rimanda per eventuali chiarimenti.

SUPERAMENTI CSC ANALISI CHIMICHE TERRENI																
SONDAGGIO	Profondità	Parametro	Arsenico	Cadmio	Mercurio	Piombo	Rame	Stagno	Zinco	Cromio (total)	Benzociclopentadieni	Idrocarburi pesanti	Benzo (g. h. 5 polinari)	Somatotossici PCDD, PCDF (sommeatoria T.E.)	PCB	Idrocarburi pesanti C>12
		Unit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
		S. Lp. 1113bis Col. A	20	2	1	100	120	1	150	1	0,1	0,1	0,1	0,0001	0,08	50
		S. Lp. 1113bis Col. B	34	19	9	1000	800	200	1500	100	10	5	10	0,0001	5	150
		Sup. Col. A	15	1	2	3	3	20	2	1	2	1	1	2	2	3
		Sup. Col. B	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trasporti (0,2)	5754	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00002	0,121	-
S 20400	0,00-1,00	5757	22,6	0,9	5,8	502	209	19,8	113	11,8	0,08	0,08	0,08	-	-	36
	1,00-2,00	5758	16,7	0,2	0,5	502	204	21,6	98	11,8	11,8	11,8	11,8	-	-	40
	2,00-3,00	5759	17,2	11,8	11,8	83	20	1,3	84	11,8	11,8	11,8	11,8	-	-	11,8
	3,00-5,00	5760	17,7	11,8	11,8	17	20	1,3	88	11,8	11,8	11,8	11,8	-	-	37
S 1113 bis	0,00-1,00	5836	18,1	11,8	11,8	81	28	2,8	81	11,8	0,13	0,08	0,08	-	-	66
	1,00-1,30	5837	20,6	11,8	11,8	30	24	2,1	30	11,8	0,03	0,02	0,02	-	-	37
	1,30-2,00	5838	23,9	11,8	11,8	19	24	1,5	85	11,8	11,8	11,8	11,8	-	-	22
	2,00-3,00	5839	24,7	11,8	11,8	19	24	1,6	84	11,8	11,8	11,8	11,8	-	-	27
	3,00-4,00	5840	21,5	11,8	11,8	24	25	1,7	113	11,8	11,8	11,8	11,8	-	-	11,8

Figura 4.8 – Stralcio della tabella a pag. 29 del documento “Risultati del piano della caratterizzazione” (STA S.r.l. – 2010)

Sulla base di quanto sopra descritto si può affermare che:

- l'orizzonte costituente il suolo superficiale del Forte Manin sia composto per lo più da Materiali di Riporto (MdR);
- tali MdR sono stati posti in opera certamente in data precedente al 1982;
- le modalità di abbancamento consentono di distinguere chiaramente il livello di MdR dal terreno naturale in posto;

- le finalità di utilizzo di detti materiali sono state certamente quelle di formare i piazzali a ridosso dei due edifici militari;
- le evidenze analitiche condotte sul campione di MdR afferente all'area nella quale è stata realizzata la bonifica bellica consentono di affermare che non sono rispettati i limiti di cui alla Tab. 1/A dell'All. 5 alla Parte IV, Tit. V, del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i. per i parametri benzo(a)pirene e Idrocarburi pesanti C>12;
- per quanto concerne il test di cessione realizzato su un campione medio prelevato recentemente dai cumuli, le analisi condotte certificano il rispetto dei limiti di cui alla Tab. 3 del DM 05/02/98 e s.m.i. Si può pertanto affermare che i MdR in questione non costituiscano fonte di potenziale contaminazione per la falda e per i terreni naturali sottostanti.

I cumuli presenti in sito sono pertanto da considerarsi MdR rimossi dalla loro sede in ottemperanza ad obbligo di legge (D.Lgs. 81/08 e s.m.i.) con le modalità previste dalla Direttiva Tecnica del Ministero della Difesa GEN BST 001 ed. 2020 senza alcuna volontà/obbligo di disfarsene e quindi sottratti alla disciplina dei rifiuti.

4.3.3 Gestione dei terreni in cumulo

In merito alla gestione dei terreni in cumulo, i principi gerarchici di gestione dei rifiuti privilegiano il riciclo e recupero di materia e/o energia rispetto allo smaltimento in discarica, si prospetta dunque l'opportunità di procedere ad operazioni di recupero ambientale identificate dal Codice R10.

Suddette attività possono essere svolte in regime di cosiddetta "procedura semplificata" ai sensi dell'art. 216 del D. Lgs. n. 152/2006 o in regime di procedura ordinaria ai sensi dell'art. 208 del medesimo D. Lgs. n. 152/2006.

Le operazioni sono normate al paragrafo 7.31-bis del Sub-Allegato 1 all'Allegato 1 al D.M. 05/02/1998. La tipologia di rifiuto ammessa è "terre e rocce di scavo" [Codice EER 170504] con provenienza da attività di scavo. L'utilizzo per recuperi ambientali [operazione R10] è subordinato all'esecuzione del test di cessione sul rifiuto tal quale secondo il metodo in Allegato 3 al D.M. 05/02/1998.

Si rammenta che tale analisi è già stata eseguita, con esito favorevole, in un campione medio prelevato da entrambi i cumuli da personale tecnico del laboratorio accreditato KIMIA S.r.l. (si veda [allegato 4](#)).

Detto ripristino ambientale consiste di fatto nella stesa dei materiali terrosi (compresi i materiali inerti presenti) per contribuire al raggiungimento delle quote altimetriche previste nel progetto. Si ritiene pertanto plausibile valutare, ove ricorrano le condizioni di idoneità chimico-fisica dei materiali, la possibilità di destinare parte dei rifiuti (esclusivamente non pericolosi) ad operazioni di ripristino ambientale in sito. In particolare, si prevede di privilegiare il recupero dei rifiuti presenti innanzitutto nel poligono di Thiessen risultato non contaminato per poi proseguire, in caso di necessità, nel cumulo presente più a Nord ed il cui terreno deriva dallo scavo per la bonifica bellica nel poligono risultato contaminato.

Al fine di meglio caratterizzare il cumulo verrà realizzato un ulteriore campionamento, a cura di laboratorio accreditato, per la determinazione della non pericolosità e la verifica del rispetto del test di cessione di cui al DM 05.02.98 e s.m.i. Solamente in caso di rispetto di entrambi i requisiti si potrà procedere con il recupero mediante stesa nell'area depressa dal punto di vista altimetrico.

In caso contrario il cumulo verrà avviato ad impianti esterni debitamente autorizzati.

4.4 Interventi previsti

Gli interventi previsti consisteranno:

1. nel parziale riempimento dell'area sottoposta a bonifica bellica nel 2019 con una parte dei materiali di riporto presenti nei due cumuli presenti e nell'avvio ad impianti esterni della quota parte dei cumuli eccedenti tale necessità;
2. nella continuazione della bonifica bellica nelle aree oggetto dei presenti lavori e non precedentemente indagate;
3. nello scavo (per uno spessore variabile di 30/50 cm) di due aree poste a S, O e NE del sito e successivo riempimento con terreno vegetale ed in parte con la viabilità pedonale di cui al progetto edilizio;
4. nella posa in opera di terreno vegetale per uno spessore finale di 50 cm nelle altre aree

Al termine dei lavori le aree sottoposte a bonifica mediante interruzione dei percorsi risulteranno omogeneamente coperte con uno spessore di 50 cm di terreno vegetale di idonee caratteristiche oppure con un pacchetto di materiali aridi e tecnici (viabilità pedonale, copertura dei resti archeologici, rinforzo perimetrale degli edifici) che assicureranno l'impossibilità di contatto dermico ed ingestione da parte dei fruitori dell'area del terreno contaminato sottostante e costituiranno pertanto un'efficace sistema di isolamento del terreno sottostante.

Il rispetto delle quote raggiunte sarà certificato da apposito rilievo topografico (da realizzarsi prima dell'inizio dei lavori, una volta raggiunto il fondo scavo ed al termine del ripristino).

La realizzazione delle attività di bonifica (bellica ed ambientale), una volta individuata la ditta esecutrice dei lavori mediante le procedure amministrative previste per legge, si articolerà per fasi successive: 1) interventi propedeutici; 2) interventi di gestione dei materiali di riporto in cumulo; 3) interventi di rimozione del terreno dalle aree non interessate alla bonifica bellica del 2019; 4) interventi di interruzione dei percorsi e ripristino delle aree interessate da scavo. Passeremo ora alla descrizione delle modalità operative degli interventi previsti.

4.4.1 Interventi propedeutici

Allo stato attuale nell'area sono presenti alcuni rifiuti fuori terra (rifiuti urbani e speciali, anche ingombranti) che andranno rimossi preliminarmente all'esecuzione dei lavori.

Successivamente si provvederà alla rimozione di alcune piante/arbusti limitatamente alle aree di cantiere ed al di sopra dei cumuli di terreno presenti in sito (nel rispetto della fascia ripariale e dell'area boschiva retrostante).

Una volta liberata l'area si procederà con un rilievo topografico *ante operam* e potrà essere predisposto il cantiere per la bonifica bellica. A tal fine una ditta specializzata procederà con le operazioni di norma nel sedime non interessato dalla precedente bonifica del 2019. Nella figura che segue sono rappresentate in blu le aree di intervento individuate.

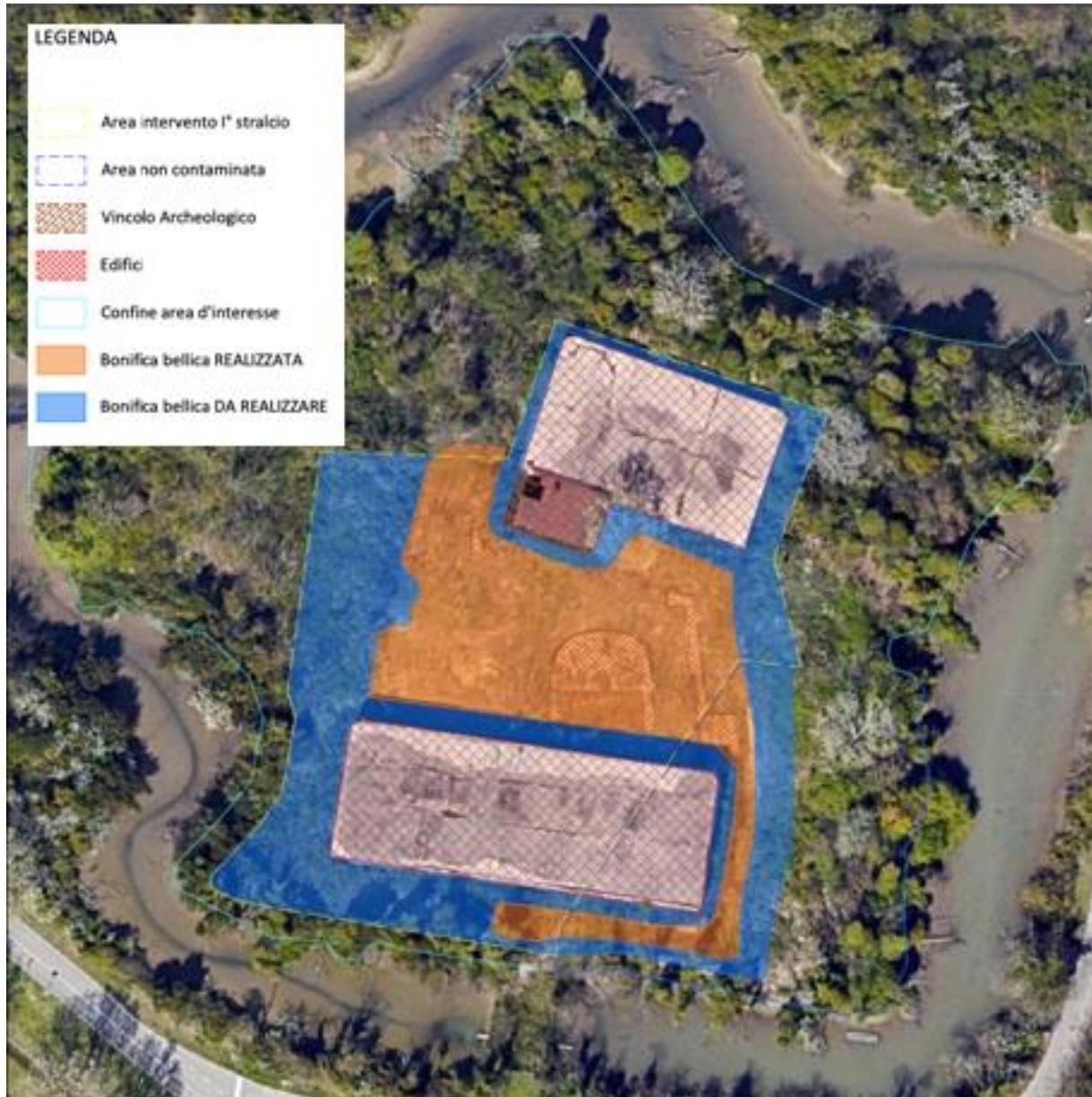


Figura 4.9 – Confronto bonifica bellica realizzata (2019) e bonifica bellica da realizzare

Le modalità esecutive saranno le seguenti:

- Spostamento dei cumuli di materiale di riporto all'interno dell'area già sottoposta a bonifica bellica;
- Bonifica bellica del sedime sottostante ai cumuli e nelle rimanenti aree;

Non è a priori escludibile che sia necessario procedere con degli scavi per individuare eventuali fonti di contaminazione ferromagnetica, nel qual caso si procederà avendo cura di rispettare per quanto possibile i vincoli imposti nel sito (fascia ripariale, boschiva, archeologica).

4.4.2 Interventi di gestione dei materiali di riporto in cumulo

Terminata la fase di bonifica bellica potrà essere possibile procedere con gli ulteriori lavori previsti e consistenti, innanzitutto, nella stesa di quota parte dei materiali di riporto dei cumuli per uno spessore di circa 20/30 cm⁷ nell'area interessata da bonifica bellica nel 2019 avendo cura di non coprire le rovine archeologiche presenti. A tal proposito si osserva che potrebbe essere necessario procedere con la loro temporanea copertura con materiali aridi (tipo sabbia) per poter consentire il transito dei mezzi in sicurezza.

Lo spessore di stesa potrà variare in quanto il fondo si presenta allo stato attuale molto irregolare.

Terminata la fase di stesa e costipamento occorrerà procedere con l'allontanamento della volumetria residua ad impianti esterni debitamente autorizzati al recupero/smaltimento dei rifiuti.

La volumetria residua sarà stimabile solamente dopo aver steso la quota parte necessaria al raggiungimento della quota prevista.

Tali materiali di riporto dovranno essere considerati e gestiti come rifiuti non potendo trovare allocazione all'interno del cantiere.

Preliminarmente all'avvio presso l'impianto prescelto occorrerà realizzare i campionamenti e le determinazioni analitiche per la classificazione/omologa dei rifiuti secondo metodica standardizzata (UNI 10802 "*Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi – campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati – aprile 2002*") ed a cura di personale tecnico di un laboratorio accreditato.

Il protocollo analitico sarà anche concordato con il responsabile tecnico di tale impianto in modo da eseguire correttamente la preparazione dei campioni destinati alle analisi di omologa dei rifiuti.

Le analisi pertanto saranno condotte in riferimento ai contaminanti sito-specifici rilevati in fase di caratterizzazione ed alle specifiche di accettazione degli impianti individuati.

Saranno condotte le determinazioni analitiche che consentiranno:

⁷ Si precisa che costituiranno la base sopra alla quale verranno successivamente allocati i 50 cm di terreno vegetale.

- la classificazione del rifiuto ai sensi del D. Lgs. n. 152/06, Parte IV, All. D;
- la valutazione del rifiuto ai fini dello smaltimento (D.Lgs. 121/20) o del recupero (All. 3 al D.M. 05/02/98 e s.m.i.);

Il codice CER previsto è il 17.05.04 (“terre e rocce diverse da quelle di cui alla voce 17.05.03”) salvo verifica analitica della pericolosità.

Occorrerà tenere in debita considerazione la circostanza che gli spazi di manovra saranno fortemente limitati dalle dimensioni ridotte del ponte di accesso e dalla presenza dei resti archeologici. Sarà cura della ditta esecutrice programmare la più corretta gestione del cantiere. Potrà essere anche necessario realizzare delle piste provvisorie mediante stesa di materiale arido inerte.

4.4.3 interventi di rimozione del terreno dalle altre aree

Attività di scavo previste in aree diverse da quelle già interessate dalla bonifica bellica nel 2019:

- Scavo di 30/50 cm nelle aree evidenziate⁸ in blu nella Figura 4.9 (denominate area S, O e NO);
- Scavo (circa 1 m) nel perimetro degli edifici per rinforzo strutturale (in parte in poligono non contaminato);
- Scavo (circa 50 cm) per fondazione servizi igienici e sottoservizi (in poligono non contaminato)
- Carico del terreno su automezzi per trasporto ad impianto esterno;
- Rilievo topografico *post* scavi;

Occorrerà tenere una certa distanza dal bordo limitrofo al canale per ragioni di stabilità del sedime ed anche per preservare le alberature presenti.

Lo scavo interesserà un’area di circa 1300 mq per una volumetria di circa 650 mc.

Parte del materiale scavato per i fini della bonifica bellica potrà essere ricollocato in sito al termine delle operazioni in quanto non presenta rischio di inalazione e l’eccedenza dovrà essere gestita come rifiuto. Si evidenzia che il materiale riutilizzato sarà comunque coperto con 50 cm di terreno vegetale.

Si stima di dover gestire come rifiuto una quantità di circa 350 mc (circa 600 t).

⁸ Sempre che tali aree non siano già state nel frattempo interessate da scavi per la realizzazione bonifica bellica.

Scavi necessari per la realizzazione del progetto edilizio

Per la realizzazione del progetto edilizio risulta necessario realizzare ulteriori scavi nell'area, in particolare:

- Scavi per il consolidamento dei due edifici (polveriere): verranno realizzati degli scavi (circa 1 m di profondità per circa 1,5 m di larghezza) lungo il perimetro dei due edifici per una volumetria totale di circa 300 mc, mirati al consolidamento delle fondamenta superficiali degli stessi;
- Scavi per la realizzazione della viabilità pedonale: per la realizzazione della viabilità pedonale risulta necessario procedere con degli scavi di circa 50 cm per l'allargamento dell'attuale scavo già realizzato per la bonifica bellica nel poligono non contaminato contenente il sondaggio n. 25433 (Figura 2.8) per una volumetria totale di circa 100 mc.
- Scavi per la realizzazione dei servizi igienici. È prevista la realizzazione di un locale ad uso servizi igienici con relativa fossa biologica e tubazioni per il collettamento dei reflui alla rete fognaria, si prevede lo scavo di circa 30 mc di terreno. Di seguito la planimetria con raffigurazione del percorso.

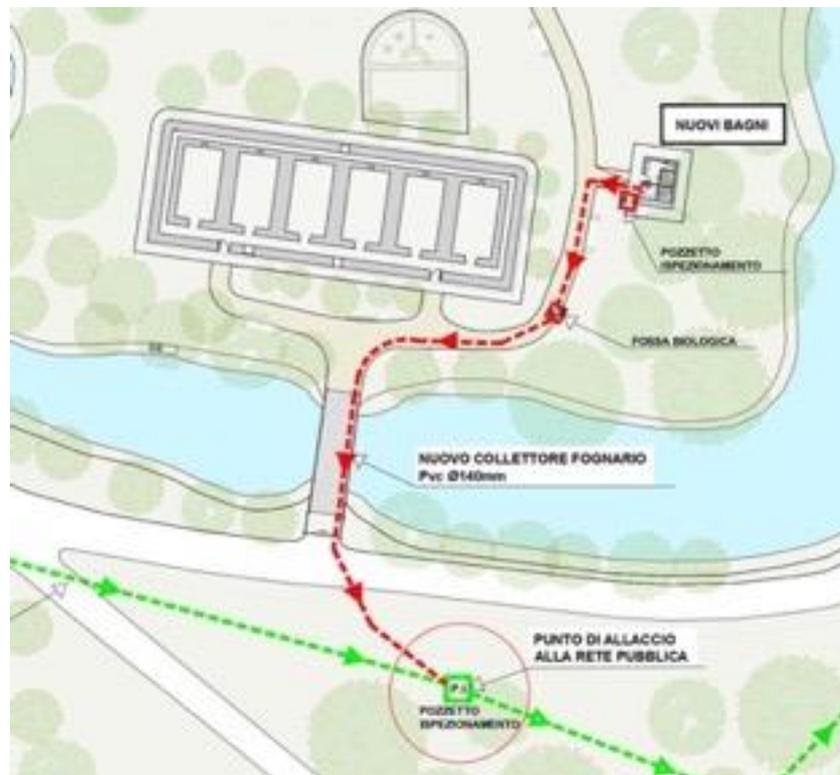


Figura 4.10 - Scavi necessari per realizzare il sistema di collettamento dei reflui fognari civili alla rete.

4.4.4 Interventi di interruzione dei percorsi e ripristino delle aree scavate

Una volta terminata la fase di scavo e realizzato il rilievo topografico, si procederà con la vera e propria opera di bonifica del sito, la quale prevede l'interruzione dei percorsi di esposizione per contatto dermico ed ingestione del terreno superficiale. L'interruzione di percorsi all'interno del sito verrà raggiunta mediante la messa in opera di quattro differenti tipologie di pacchetti di isolamento. Infine, verrà condotto un rilievo topografico finale.



Figura 4.11 – aree soggette a ripristino mediante interruzioni di percorsi.

Area già sottoposta a bonifica bellica

La maggior parte dell'area oggetto di bonifica si presenta già scavata ad una quota mediamente pari a - 60/-70 cm rispetto al piano campagna circostante (scavo realizzato per la bonifica bellica). In questa porzione del sito è prevista la realizzazione delle seguenti attività:

- Riporto di un quantitativo di terreno presente in sito ed attualmente stoccato in cumuli fino al raggiungimento della quota media di - 50 cm dal p.c.;
- Stesa di un materiale tecnico di interposizione, tra il terreno in posto ed il terreno di nuova fornitura, a trama e ordito che avrà, oltre alla funzione di separazione, la funzione di filtrazione e quindi consentirà il passaggio delle acque meteoriche

evitando che queste formino sacche di acqua stagnante. Tale geotessile avrà un peso di circa 230 g/mq e le sue specificità sono riportate nella scheda tecnica fornita in [allegato 7](#).

- Fornitura e posa in opera di terreno di idonee caratteristiche per uno strato non inferiore a 50 cm. Tale terreno potrà provenire:
 - o Da impianto autorizzato (come End of Waste) nel qual caso occorrerà allegare le analisi e la documentazione che attestino l'idoneità del materiale;
 - o Da scavi in altri cantieri (nel qual caso occorrerà allegare la documentazione prevista dal DPR n. 120/17);
 - o Da cave autorizzate;

In ogni caso il terreno, dal punto di vista chimico, dovrà avere valori non superiori a quelli della Tabella 1/A dell'All. 5 alla Parte IV, Titolo V del D. Lgs. n. 152/06. Dal punto di vista topografico verranno, per quanto possibile⁹, raggiunte le quote originarie *ante operam*.

Consolidamento delle fondazioni

Gli interventi di scavo realizzati nel perimetro dei due edifici saranno, come già spiegato, finalizzati al consolidamento delle fondazioni superficiali.

Il terreno scavato (circa 300 mc) verrà gestito come rifiuto. Il riempimento di tali scavi con il pacchetto proposto dai progettisti strutturali si ritiene costituisca un valido sistema di interruzione dei percorsi per le vie di esposizione dirette, come di seguito indicato nella figura sottostante.

Il ripristino di questa tipologia di scavi avverrà (dal basso verso l'alto):

- interponendo una membrana impermeabilizzante;
- riempiendo lo scavo con ghiaia naturale per uno spessore di circa 1 m;
- realizzando un getto armato superficiale di 10 cm.

Percorsi pedonali

È prevista la realizzazione di percorsi pedonali che in parte insisteranno su aree di scavo già realizzate per la bonifica bellica ed in parte su aree da scavare.

Il pacchetto di cui si compongono questi percorsi prevede un rilevato in materiale arido (25/30 cm), uno strato separatore in poliestere non tessuto, uno strato di materiale granulare (25 cm)

⁹ L'orografia del sito è infatti particolarmente disomogenea (Figura 4.5).

ed un massetto in Biostrasse (5 cm) secondo la sezione progettuale riportata in Figura 4.12 tipologia 4 .

Si ritiene che tale pacchetto possa soddisfare i requisiti di interruzione dei percorsi di contatto dermico ed ingestione qualora realizzato nei poligoni di Thiessen risultati contaminati.

Aree con resti archeologici

Le aree con presenza dei resti del vecchio forte francese dovranno essere ricoperte da un pacchetto composto (dal basso verso l'altro) da un materiale geosintetico (tipo TNT, geocelle ecc) e da ghiaietto da cava (50 cm) fino alla quota di calpestio, di idonea pezzatura contenuto tra lamiere in corten che da un lato preserverà l'opera e dall'altro consentirà la visualizzazione del percorso fondazionale dell'edificio.

Si ritiene che tale pacchetto possa soddisfare i requisiti di interruzione dei percorsi di contatto dermico ed ingestione nei poligoni di Thiessen risultati contaminati.

Aree esterne

Le ulteriori aree da sottoporre a scavo (circa 50 cm) sono quelle esterne a quella già sottoposta a bonifica bellica ed interne al perimetro del primo stralcio di intervento (evidenziate con colore blu nella Figura 4.9)

Il ripristino di tali aree avverrà mediante:

- Stesa di un materiale tecnico (tessuto non tessuto) di interposizione, tra il terreno in posto ed il terreno di nuova fornitura, a trama e ordito che avrà, oltre alla funzione di separazione, la funzione di filtrazione e quindi consentirà il passaggio delle acque meteoriche evitando che queste formino sacche di acqua stagnante. La scheda tecnica è fornita in [allegato 7](#).
- Fornitura e posa in opera di terreno di idonee caratteristiche per uno strato non inferiore a 50 cm.

Di seguito una tabella riassuntiva degli interventi previsti e dei pacchetti utilizzati per il ripristino.

Tabella 4.2 – interventi previsti e pacchetti utilizzati per il ripristino

Descrizione	Scavo	Ripristino	Note
Area già sottoposta a bonifica bellica	Non necessario	Terreno presente in sito (come rifiuto) previa autorizzazione (10-20 cm mediamente nelle zone più depresse); materiale tecnico di interposizione con terreno in posto; terreno di fornitura esterna (50 cm)	Si veda figura 4.12 tipologia 2
Resti archeologici	Non necessario	TNT Ghiaietto tra lame in Corten (50 cm)	Si veda figura 4.12 tipologia 3
Consolidamento edifici	Necessario (produzione di circa 300 mc di terreno gestito come rifiuto)	Membrana impermeabilizzante; riempimento dello scavo con ghiaia naturale (mediamente 100 cm); getto armato superficiale di 10 cm.	Si veda figura 4.12 tipologia 1
Percorsi pedonali	Necessario (produzione di circa 100 mc di terreno gestito come rifiuto)	Rilevato in materiale arido (25/30 cm); strato separatore in poliestere non tessuto; strato di materiale granulare (25 cm); massetto in Biostrasse (5 cm).	Si veda figura 4.12 tipologia 4
Aree esterne	Necessario (produzione di circa 650 mc di terreno gestito come rifiuto)	Materiale tecnico di interposizione con terreno in posto; terreno di fornitura esterna (50 cm)	Si veda figura 4.12 tipologia 2

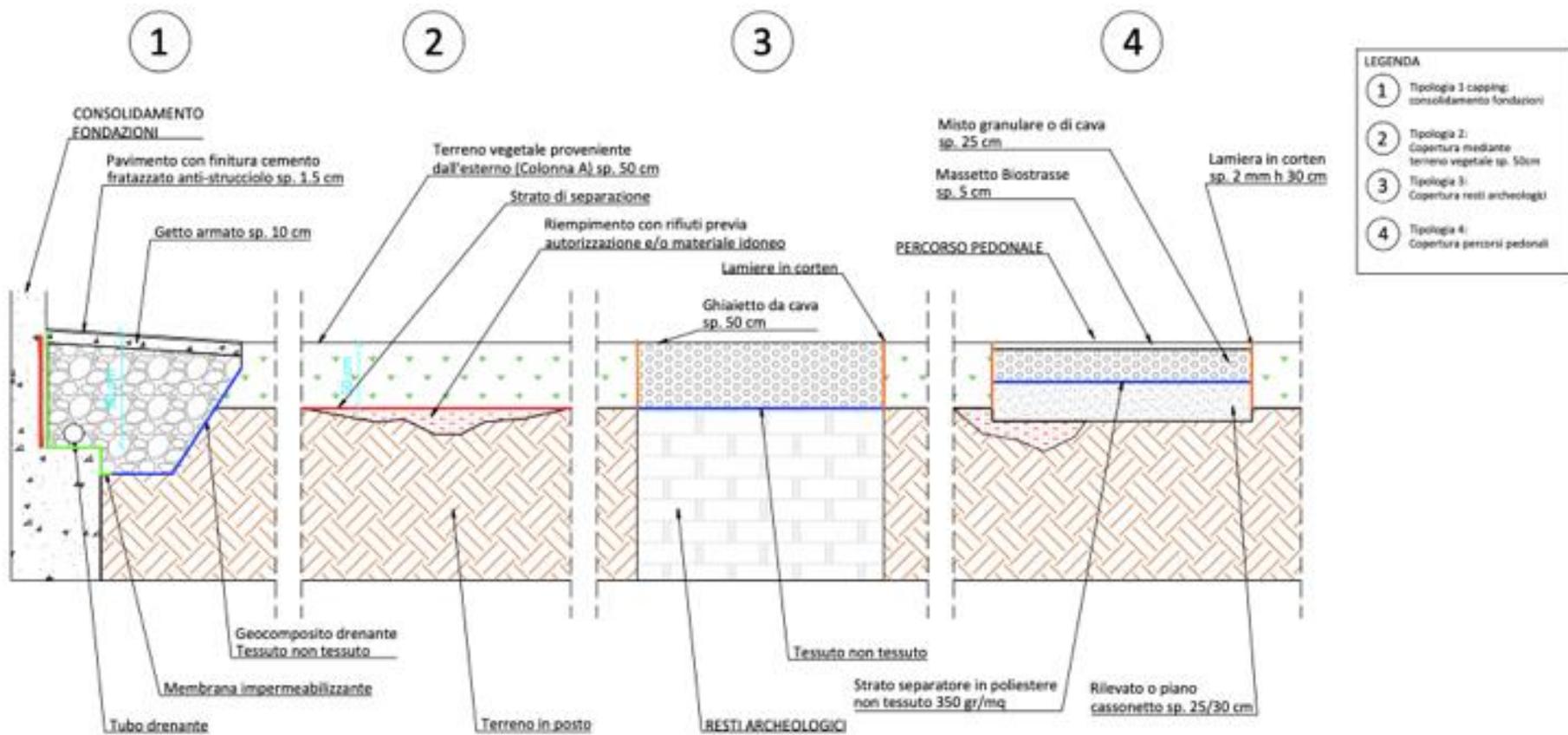


Figura 4.12 - Schema concettuale interventi di interruzione dei percorsi e ripristino delle aree scavate

Di seguito si riporta una planimetria con tutte le aree nelle quali si interverrà attraverso interruzione di percorsi.

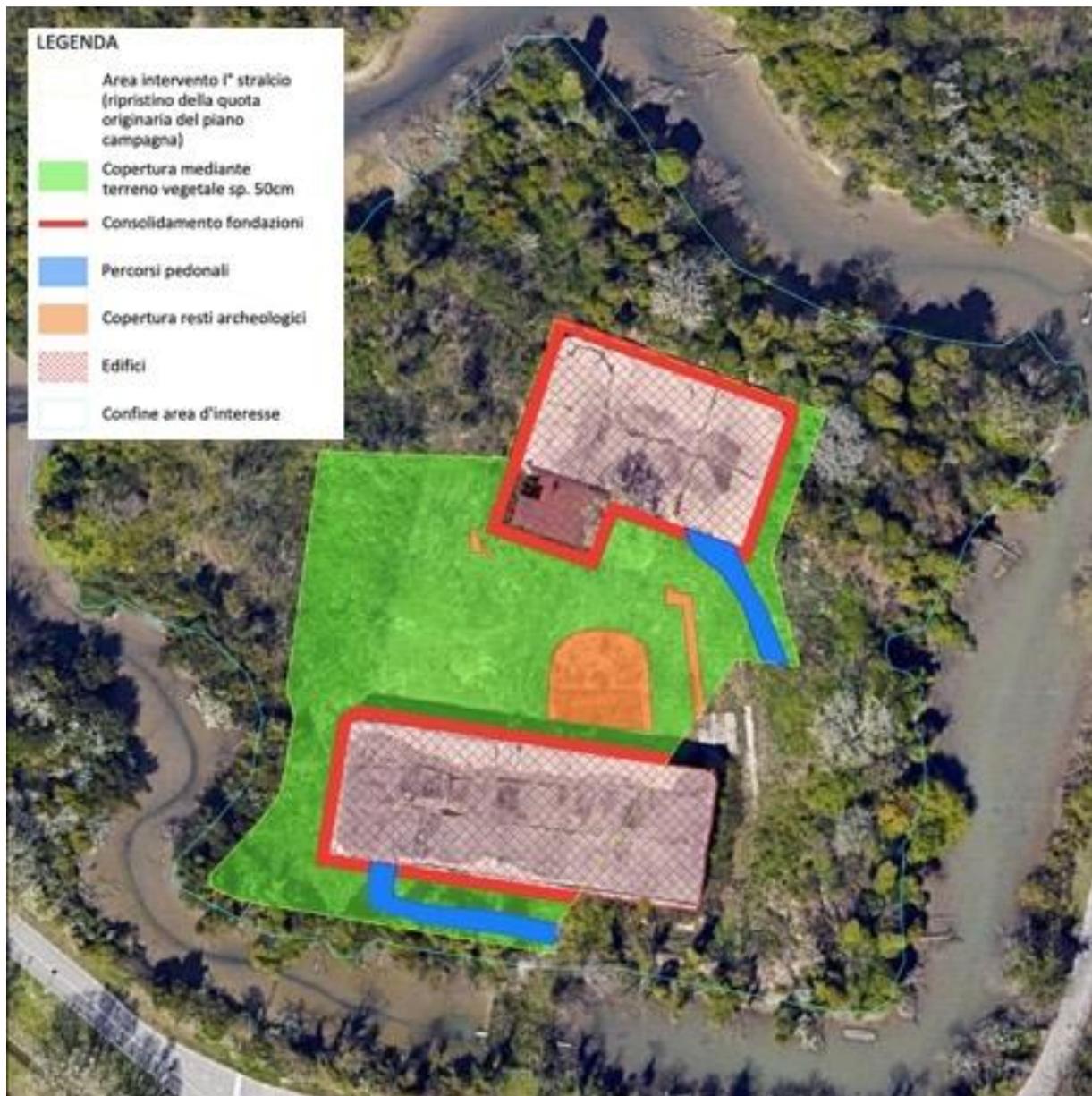


Figura 4.13 – aree soggette a ripristino mediante interruzione dei percorsi

4.5 Gestione dei rifiuti

Al netto dei rifiuti che deriveranno dalla preliminare pulizia del cantiere (urbani, speciali, ingombranti, ecc.) gli ulteriori rifiuti prodotti dalle attività di bonifica consisteranno nella quota parte di terreni scavati nei poligoni contaminati e che quindi dovranno essere gestiti come rifiuti con codice EER 170504 e macerie da demolizione (solette in calcestruzzo per un quantitativo di circa 200 mc) con codice EER 170101 o in alternativa 170904. Qualora fosse necessario gestire come rifiuti la vegetazione da tagliare si potrà considerare il codice EER 200201 oppure il 170201.

Atteso che tali materiali saranno prodotti una volta allontanati i rifiuti già presenti nel sito, occorrerà attrezzare delle piazzole di stoccaggio temporaneo (mediante stesa di un telo impermeabile) nelle aree indicate nella seguente planimetria (compatibilmente con gli spazi e gli ingombri presenti). Si prevede la realizzazione di n. 2 aree per lo stoccaggio dei terreni provenienti dai poligoni contaminati e da quello non contaminato come di seguito raffigurato.



Figura 4.14 – Aree di deposito temporaneo dei rifiuti

Per quanto riguarda i terreni recentemente è stato realizzato un campionamento, da parte di personale tecnico del laboratorio accreditato KIMIA S.r.l. di Ponzano V.to (TV), a carattere conoscitivo sui cumuli presenti in sito (un campione medio composito).

Le risultanze analitiche riportate nei certificati n. 230351.01, 23051.02 e 23051.03, rispettivamente riportate in [allegato 3](#), [4](#), [5](#) al presente documento, consentono di classificare il rifiuto come non pericoloso (certificato in [allegato 6](#)), con eluato conforme ai limiti di cui alla Tab. 3 del DM 05.02.98 e s.m.i.

Per quanto riguarda la smaltibilità in discarica, stante il valore di fluoruri pari a 1,5 $\mu\text{g/l}$ riscontrato in cessione, risulta avviabile presso discarica per inerti derogata ai sensi della vigente normativa di settore.

Di seguito una tabella con le quantità di rifiuti cod. EER 170504.

Tabella 4.3 – Rifiuti cod. EER 170504 attesi

Descrizione	Quantità [mc]
Terreni cumulo Est (quota parte)	300
Terreni cumulo Ovest (quota parte)	700
Terreni scavo perimetrale edifici	300
Terreni scavo fossa biologica	30
Terreni scavo ulteriori aree	350
Terreni scavo viabilità pedonale	100
Totale	1780

Considerando un peso specifico di 1,8 t/mc si ricava un quantitativo di terreni da avviare ad impianti esterni di circa 3200 t.

4.6 Implementazione delle attività

4.6.1 Collaudo dell'opera

Il collaudo dell'opera verrà eseguito al fine di valutare la corretta esecuzione dei lavori e la loro rispondenza alle ipotesi progettuali sopra esposte.

L'intervento, per come descritto, consiste nella rimozione di parte dei cumuli di terreni presenti nel sito e nello scavo di ulteriori porzioni di terreno per esigenze di natura edilizia. I lavori saranno poi completati con la messa in opera di pacchetti di isolamento del terreno mediante stesa di nuovo terreno di idonee caratteristiche e spessori, di materiali aridi (nel perimetro degli edifici) e viabilità pedonale.

Verranno pertanto sottoposte a verifica le seguenti fasi esecutive:

- Corretta gestione dei rifiuti prodotti dalle fasi di rimozione dei cumuli e degli scavi;
- Rilievo topografico in tre fasi: mediante opportuna strumentazione da campo verranno eseguiti dei rilievi topografici per verificare le quote *ante operam*, al termine degli scavi ed al termine delle operazioni di formazione dei pacchetti isolanti.
- Caratteristiche del terreno per il ripristino dell'area: verrà acquisita e controllata la documentazione accompagnatoria e, se ritenuto utile dal collaudatore, potranno essere prelevati dei campioni di terreno per la verifica analitica dei requisiti richiesti. Anche la fase di stesa sarà oggetto di accurato controllo.

4.6.2 Cronoprogramma

Premesso che l'esecuzione dell'opera sarà subordinato all'assegnazione dei lavori mediante gara ad evidenza pubblica (con i relativi tempi amministrativi) si riporta di seguito il diagramma di Gantt relativo alle tempistiche previste per ogni fase per un totale stimato di 12 settimane.

Si evidenzia come tali tempistiche siano fortemente condizionate da quelle per la realizzazione della bonifica bellica e che, pertanto, potrebbero sorgere ritardi anche importanti.

Descrizione	Sett. 1	Sett. 2	Sett. 3	Sett. 4	Sett. 5	Sett. 6	Sett. 7	Sett. 8	Sett. 9	Sett. 10	Sett. 11	Sett. 12
Interventi propedeutici												
Interventi di gestione dei materiali di riporto in cumulo												
Interventi di rimozione del terreno dalle altre aree												
Interventi di interruzione dei percorsi/ripristino degli scavi												

Figura 4.15 - Cronoprogramma

4.6.3 Piano di monitoraggio e manutenzione

Per le lavorazioni proposte occorre prevedere un piano di monitoraggio con lo scopo di verificare in un arco di tempo definito il permanere delle condizioni progettuali previste, infatti,

l'interposizione di almeno 50 cm di materiale idoneo al di sopra della sorgente di contaminazione rappresenta un presidio che deve essere mantenuto nel tempo.

Nel caso specifico, in relazione alle lavorazioni di interruzione dei percorsi di ingestione e contatto dermico, si ritiene congruo e sufficiente un controllo semestrale che verifichi integrità dei vari sistemi proposti (terreno, viabilità pedonale, parti perimetrali degli edifici, copertura dei resti archeologici)

In tal caso risulterà necessario ripristinare lo stato dell'opera mediante opportune azioni correttive (es. riporto di terreno).

5. Conclusioni

L'analisi del rischio sanitario – ambientale ha evidenziato una situazione di non conformità unicamente per il suolo superficiale in relazione ai rischi per le vie dirette di esposizione (ingestione e contatto diretto). Si è pertanto proposto un intervento di bonifica, compatibilmente con i numerosi vincoli tecnici ed amministrativi presenti nell'area, consistente per sommi capi:

- Nella realizzazione della bonifica bellica nell'area di intervento non interessata da quelle precedentemente realizzate (2009-2019);
- Nella rimozione di parte cumuli di terreno presenti a seguito della realizzazione della bonifica bellica del 2019;
- Nello scavo di circa 30/50 cm di terreno in ulteriori aree (a S, O e NE del sito e nel perimetro degli edifici) nelle quali occorre realizzare la viabilità pedonale di progetto, il rafforzamento strutturale ed il raccordo alle quote planimetriche;
- Nella messa in opera di idonei pacchetti di interruzione dei percorsi.

Le opere così realizzate consentiranno un'efficace azione di interruzione dei percorsi diretti di esposizione e permetteranno la restituzione agli usi pubblici legittimi delle aree oggetto di lavori.

La revisione dell'Analisi di Rischio sanitario-ambientale sito specifica e il Progetto di Bonifica dei suoli con misure di messa in sicurezza di cui sopra, sono state approvate come si evince dal decreto n. 97 del 30 ottobre 2023 *“Approvazione della revisione dell'Analisi di Rischio sanitario-ambientale sito specifica e del Progetto di Bonifica dei suoli con misure di messa in sicurezza - 1° stralcio dell'area del Forte Manin a Venezia. Proponente: Comune di Venezia Art. 242 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i”*.

Allegati

Allegato 1 – Certificato Kimia acque di falda piezometro n° 25433



SPETT.LE
ING. CIRINO Srl
Via Castellana, 72
31100 TREVISO TV

RAPPORTO DI PROVA n° 230350.01

Pagina 1 di 2

CAMPIONE	230350.01	DESCRIZIONE CAMPIONE ACQUA DI FALDA
DATA EMISSIONE RAPPORTO	24/03/2023	Prelievo effettuato da R. Pasin - Kimia Srl - in data 23/02/2023 - Verbale di campionamento n. 2023/RP/1093 - Procedura di campionamento POC 03-AS rev.2(*) Località prelievo: Forte Manin - Mestre (VE) Modalità prelievo: Con pompa sommersa dopo idoneo spurgo e stabilizzazione dei parametri chimici Riferimento campione: 25433

DESCRIZIONE ANALISI	METODO	U.M.	RISULTATO	INCERTEZZA ESTESA	LIMITI DI LEGGE (O DEL CLIENTE)	LIMITE DI RILEVABILITÀ	NOTE	DATA INIZIO	DATA FINE
ANALISI ESEGUITE AL PRELIEVO									
Livello freatico	-	m	2,57					23/02/2023	23/02/2023
Temperatura	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	°C	15,0					23/02/2023	23/02/2023
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003		7,0				016	23/02/2023	23/02/2023
Conducibilità	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	µS/cm	9580				016	23/02/2023	23/02/2023
Potenziale Redox	UNI 10370:1994	mV	-220					23/02/2023	23/02/2023
DIBENZODIOSSINE/FURANI POLICLORURATI (PCDD/PCDF)									
2,3,7,8-tetraCDD	EPA 1613 B 1994	ng/l	< 0,00010			0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
1,2,3,7,8-pentaCDD	EPA 1613 B 1994	ng/l	0,00060	±0,00015		0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
1,2,3,4,7,8-esaCDD	EPA 1613 B 1994	ng/l	0,00060	±0,00015		0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
1,2,3,6,7,8-esaCDD	EPA 1613 B 1994	ng/l	0,00040	±0,00010		0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
1,2,3,7,8,9-esaCDD	EPA 1613 B 1994	ng/l	0,00100	±0,00026		0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
1,2,3,4,6,7,8-epitaCDD	EPA 1613 B 1994	ng/l	0,00220	±0,00056		0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
OctaCDD	EPA 1613 B 1994	ng/l	0,0080	±0,0019		0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
2,3,7,8-tetraCDF	EPA 1613 B 1994	ng/l	< 0,00010			0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
1,2,3,7,8-pentaCDF	EPA 1613 B 1994	ng/l	0,00120	±0,00031		0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
2,3,4,7,8-pentaCDF	EPA 1613 B 1994	ng/l	0,00060	±0,00015		0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
1,2,3,4,7,8-esaCDF	EPA 1613 B 1994	ng/l	0,00100	±0,00026		0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
1,2,3,6,7,8-esaCDF	EPA 1613 B 1994	ng/l	0,00140	±0,00036		0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
2,3,4,6,7,8-esaCDF	EPA 1613 B 1994	ng/l	0,00060	±0,00015		0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
1,2,3,7,8,9-esaCDF	EPA 1613 B 1994	ng/l	< 0,00010			0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
1,2,3,4,6,7,8-epitaCDF	EPA 1613 B 1994	ng/l	0,00120	±0,00030		0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
1,2,3,4,7,8,9-epitaCDF	EPA 1613 B 1994	ng/l	0,00320	±0,00081		0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
OctaCDF	EPA 1613 B 1994	ng/l	0,0052	±0,0013		0,00010	006	23/02/2023	09/03/2023
Equivalente di tossicità I-TEQ medium bound	UNEP/POPS/CAP3/INF/27 del 11/04/2007 + NATO CCMS I-TEF 1988	ng/l	0,00138596	±0,00016708	0,004		006	23/02/2023	24/03/2023



SPETT.LE

ING. CIRINO Srl
Via Castellana, 72
31100 TREVISO TV

Pagina 2 di 2

RAPPORTO DI PROVA n° 230350.01

DESCRIZIONE ANALISI	METODO	U.M.	RISULTATO	INCERTEZZA ESTESA	LIMITI DI LEGGE (O DEL CLIENTE)	LIMITE DI RILEVABILITÀ	NOTE	DATA INIZIO	DATA FINE
PCB	EPA 8270E:2018	µg/L	< 0,001		0,01	0,001		23/02/2023	23/03/2023

L'incertezza estesa è calcolata con un fattore di copertura uguale a 2 per un livello di probabilità del 95%.

Note: 016 = a 20°C

006 = Le analisi sono state eseguite presso laboratorio convenzionato

GIUDIZIO DI CONFORMITÀ:

D.Lgs. 152/06 e s.m.i. - Parte quarta, Allegato 5, Tabella 2: Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee. I parametri analizzati rientrano nei limiti di legge.

Se non diversamente specificato i giudizi di conformità riportati si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento senza considerare l'incertezza associata al risultato.

RESPONSABILE DEL LABORATORIO
Dott. Alberto Milano Chimico Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici del Veneto - Iscrizione n. 881 sez. A

IL DIRETTORE TECNICO
Dr.ssa Marialuisa Bon



Nota Bene:

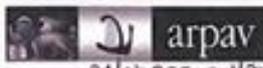
Il presente Rapporto si riferisce esclusivamente al campione sottoposto alla prova. Nel caso di campione prelevato da cliente, la descrizione e i dati del campione si intendono forniti dal cliente; i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto; il laboratorio declina ogni responsabilità per i risultati che possono essere stati influenzati da scostamenti del campione dalle specifiche. Se non diversamente specificato, le sommatorie sono calcolate mediante il criterio Medium Bound. I campioni vengono conservati presso il laboratorio per 4 settimane dalla data di emissione del Rapporto di Prova, salvo diverse indicazioni. I campioni con prove microbiologiche vengono conservati per una settimana dall'esecuzione delle analisi, salvo diverse indicazioni. La riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Laboratorio. Questo Rapporto di Prova rappresenta la copia conforme di file firmato elettronicamente, ai sensi di legge. Il file, oltre ad essere inviato al committente, è conservato negli archivi informatici del laboratorio per almeno 10 anni. Il committente può richiedere il file in qualsiasi momento durante tutto il periodo di conservazione.

Sede legale: Via Gobbato,45 – 31050 Ponzano Veneto (TV) – Italia - Sede operativa: Via dell'Indipendenza, 8 - 31050 Ponzano Veneto (TV)
Tel. 0422/440818 – Fax: 0422/442401 - C.F. e P.IVA: 03332420268 – C.C.I.A.A di Treviso: 21659/1998 - e-mail: kimia@kimiarsrl.it-
Azienda con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 Certificato da Certiquality al N. 6157

FINE RAPPORTO DI PROVA

Allegato 2 – Verbale ARPAV del 23/02/2023

ARPAV
 Agenzia Regionale
 per la Protezione e
 l'Inquinamento Ambientale
 del Veneto
ATG
 Ufficio Macroregione
 SUV



n. 21/UBBSC-SN/2023
 del 23/02/2023

Codice SIRAV _____

VERBALE GENERALE DI SOPRALLUOGO

In data 23/02/2023 alle ore 9⁴⁰ i sottoscritti verbalizzanti: CANTARELLA USA

in servizio presso l'Agenzia in istanzione, si sono recati presso EX POLVERIERA MANIN

situa in via ORLANDA in comune di VENEZIA
 di cui risulta legale rappresentante/delegato ambientale/proprietario/gestore e sig. COMUNE DI VENEZIA
 nato a _____ e residente a _____ in via _____

Ganditi sul posto, dopo essersi qualificati ed aver esposto i motivi della visita, i sottoscritti verbalizzanti, alla presenza
 - per la Parte, del sig. MARCON FRANCESCO nato a JEROLA (VE) il 23/01/77 e residente nel Comune di MAGLIANO (TV) in via PIOME, 20/A in qualità di DIRETTORE COMUNALE AVE. URB. PUBBLIC.
 - di CECINO NICOLA componente per il Comune

hanno eseguito un sopralluogo ne corso del quale
 COME STABILITO NEL CORSO DELLA RIUNIONE TECNICA DEL 02/02/2023
 IN DATA CORRENTE SI È PROCEDUTO ALLA VERIFICA DELLA PRESENZA
 DI ACQUA NELL'UNICO PIEZOMETRO NEL RUPERTO AD OGGI PRESENTE
 PRESSO IL SITO (ID = 29430). AL MOMENTO DEL SOPRALLUOGO È STATA
 MISURATA LA PROFONDITÀ DEL PIEZOMETRO, PARI A 2,80 M DA BOCCA POZZO,
 ED È STATA VERIFICATA LA PRESENZA DI UN BATTENTE IDRICO PARI A
 4 M (1,80 M DA B.P.). IL PIEZOMETRO È STATO SOTTOPOSTO A SPURGO
 MEDIANTE POMPA PERISTALTICA A BASSO FLUSSO ED È RISULTATO ASCUITO
 DORO CIRCA 30 MINUTI. IN BASE ALE CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE
 DEL PIEZOMETRO UNO SPURGO COMPLETO (3 VOLUMI) NECESSITA DI CIRCA
 50 MINUTI. SI È QUINDI ATTESA CIRCA MEZZORA E SI È POI PROCEDUTO
 AD UNA NUOVA VERIFICA ALL'INTERNO DEL PIEZOMETRO, DA CUI SI È
 RISCONTROATO UN BATTENTE DI CIRCA 30 CM, ACCESA NUOVAMENTE LA
 POMPA, IL PIEZOMETRO È RISULTATO ASCUITO DORO MENO DI 5 MINUTI.
 SI RITENE PERTANTO IL PIEZOMETRO VERIFICATO COME
 NON PRODUTTIVO E QUINDI NON UTILIZZABILE PER IL CAMPIONAMENTO

Dichiarazioni/Osservazioni della Parte:

Il presente verbale è costituito da n. 1 pagine ed è redatto in n. 3 copie, di cui una viene consegnata alla Parte.
 Scritto, letto e firmato dai Verbalizzanti e dalla Parte alle ore 11⁴⁰ del giorno 23/02/2023 presso
EX POLVERIERA MANIN

La Parte: [firma] Interventisti: [firma] Verbalizzanti: [firma]

MOD. 09/01 rev. 1 del 2/10/2012 Pagina 1 di 1

Allegato 3 - Certificato n. 230351.01 del 24/02/2023



LAB N° 1325 L

SPETT.LE
ING. CIRINO Sri
Via Castellana, 72
31100 TREVISO TV

RAPPORTO DI PROVA n° 230351.01

Pagina 1 di 5

CAMPIONE 230351.01	DESCRIZIONE CAMPIONE RIFIUTO CER 170504 - Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503
DATA EMISSIONE RAPPORTO 24/03/2023	Prelievo effettuato da R. Pasin - Kimia Srl in data 23/02/2023 - Verbale di campionamento n. 2023/RP/1094 - Procedura di campionamento secondo UNI 10802:2013(*) Luogo prelievo: Forte Manin - Mestre (VE) Modalità di prelievo: Dal cumulo, con mezzo manuale, in più punti ed a varie profondità sono stati prelevati più incrementi che dopo omogeneizzazione e quartatura hanno dato luogo al campione da sottoporre ad analisi. Riferimento campione: Terreno medio composito dei cumuli Punto Prelievo: Cumuli

DESCRIZIONE ANALISI	METODO	U.M.	RISULTATO	INCERTEZZA ESTESA	LIMITI DI LEGGE (O DEL CLIENTE)	LIMITE DI RILEVABILITÀ	NOTE	DATA INIZIO	DATA FINE	ACCR
ASPETTO FISICO										
Stato fisico	.		Solido					23/02/2023	23/02/2023	*
Colore	.		Multicolore					23/02/2023	23/02/2023	*
Odore	.		Inodore					23/02/2023	23/02/2023	*
pH	CNR IRSA 1 Q 64 Vol 3 1985		9,5					23/02/2023	28/02/2023	*
Residuo 105 °C	UNI EN 15934:2012	% p/p	84,8			0,1		27/02/2023	27/02/2023	*
Peso specifico	CNR IRSA 3 Q 64 Vol. 2	g/ml	1,733					23/02/2023	03/03/2023	*
Antimonio	UNI EN 16173:2012 + UNI EN 16170:2016	mg/kg	2,6			1,0		23/02/2023	28/02/2023	*
Arsenico	UNI EN 16173:2012 + UNI EN 16170:2016	mg/kg	11,5			1,0		23/02/2023	28/02/2023	*
Berillio	UNI EN 16173:2012 + UNI EN 16170:2016	mg/kg	0,5			0,1		23/02/2023	28/02/2023	*
Cadmio	UNI EN 16173:2012 + UNI EN 16170:2016	mg/kg	1,9			0,1		23/02/2023	28/02/2023	*
Cobalto	UNI EN 16173:2012 + UNI EN 16170:2016	mg/kg	5			0,2		23/02/2023	28/02/2023	*
Cromo totale	UNI EN 16173:2012 + UNI EN 16170:2016	mg/kg	48,3			0,5		23/02/2023	28/02/2023	*
Cromo (VI)	CNR IRSA. 16 Q 64 Vol 3 1986	mg/kg	< 5			5		23/02/2023	28/02/2023	*
Mercurio	EPA 7473 2007	mg/kg	0,31			0,01		23/02/2023	28/02/2023	*
Nichel	UNI EN 16173:2012 + UNI EN 16170:2016	mg/kg	11,2			1,0		23/02/2023	28/02/2023	*
Piombo	UNI EN 16173:2012 + UNI EN 16170:2016	mg/kg	59			1,0		23/02/2023	28/02/2023	*
Rame	UNI EN 16173:2012 + UNI EN 16170:2016	mg/kg	57,2			3,0		23/02/2023	28/02/2023	*
Selenio	UNI EN 16173:2012 + UNI EN 16170:2016	mg/kg	2,4			1		23/02/2023	28/02/2023	*
Tallio	UNI EN 16173:2012 + UNI EN 16170:2016	mg/kg	< 1,0			1,0		23/02/2023	28/02/2023	*
Vanadio	UNI EN 16173:2012 + UNI EN 16170:2016	mg/kg	31,8			5,0		23/02/2023	28/02/2023	*
Zinco	UNI EN 16173:2012 + UNI EN 16170:2016	mg/kg	124,3			5,0		23/02/2023	28/02/2023	*
Idrocarburi alifatici C5-C8	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	mg/kg	< 0,2			0,2		23/02/2023	28/02/2023	*
Idrocarburi leggeri (C<12)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006	mg/kg	< 5			5		23/02/2023	28/02/2023	*
Idrocarburi aromatici C9 - C10										
Isopropilbenzene (cumene)	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	mg/kg	< 0,1			0,1		23/02/2023	28/02/2023	*
Dipentene (Limonene)	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	mg/kg	< 0,5			0,5		23/02/2023	28/02/2023	*
Naftalene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	mg/kg	< 0,1			0,1		23/02/2023	28/02/2023	*
Oli minerali (da C10 a C40)	UNI EN 14039:2005	mg/kg	31			20		23/02/2023	01/03/2023	*

Sede legale: Via Gobbato,45 — 31050 Ponzano Veneto (TV) – Italia - Sede operativa: Via dell'Indipendenza, 8 - 31050 Ponzano Veneto (TV)
 Tel. 0422/440818 – Fax: 0422/442401 - C.F. e P.IVA: 03332420268 – C.I.A.A di Treviso: 21659/1998 - e-mail: kimia@kimiasrl.it-
 Azienda con Sistema di Gestione Qualita' UNI EN ISO 9001:2015 Certificato da Certquality al N. 6157



SPETT.LE
ING. CIRINO Srl
Via Castellana, 72
31100 TREVISO TV

LAB N° 1325 L

RAPPORTO DI PROVA n° 230351.01

Pagina 2 di 5

DESCRIZIONE ANALISI	METODO	U.M.	RISULTATO	INCERTEZZA ESTESA	LIMITI DI LEGGE (O DEL CLIENTE)	LIMITE DI RILEVABILITÀ	NOTE	DATA INIZIO	DATA FINE	ACCR
Composti Aromatici										
Benzene	ISO 15009:2016	mg/kg	< 0,01			0,01		23/02/2023	28/02/2023	
Toluene	ISO 15009:2016	mg/kg	< 0,05			0,05		23/02/2023	28/02/2023	
Etilbenzene	ISO 15009:2016	mg/kg	< 0,05			0,05		23/02/2023	28/02/2023	
Xileni (o,m,p)	ISO 15009:2016	mg/kg	< 0,05			0,05		23/02/2023	28/02/2023	
Sommatoria BTEX	Calcolo	mg/kg	< 0,1			0,1		23/02/2023	23/03/2023	*
Idrocarburi Aromatici Policiclici										
Acenaftefene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	< 0,05			0,05		23/02/2023	02/03/2023	
Acenafilene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	< 0,05			0,05		23/02/2023	02/03/2023	
Antracene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	0,06			0,05		23/02/2023	02/03/2023	
Benzo(a)antracene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	0,29			0,05		23/02/2023	02/03/2023	
Benzo(a)pirene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	0,23			0,05		23/02/2023	02/03/2023	
Benzo(b)fluorantene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	0,22			0,05		23/02/2023	02/03/2023	
Benzo(e)pirene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	0,16			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
Benzo(g,h,i)perilene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	0,08			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
Benzo(j)fluorantene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	0,10			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
Benzo(k)fluorantene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	0,11			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
Crisene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	0,32			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
Dibenzo(a,e)pirene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	< 0,05			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
Dibenzo(a,h)antracene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	< 0,05			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
Dibenzo(a,h)pirene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	< 0,05			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
Dibenzo(a,i)pirene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	< 0,05			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
Dibenzo(a,l)pirene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	< 0,05			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
Fenantrene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	0,18			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
Fluorantene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	0,53			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
Fluorene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	< 0,05			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
Indenopirene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	0,08			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
Pirene	UNI EN 15527:2008	mg/kg	0,43			0,05		23/02/2023	02/03/2023	*
CONGENERI PCB										
(18) 2,2',5' - triclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(28) 2,4,4' - triclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	0,002			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(31) 2,4',5' - triclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(44) 2,2',3,5' - tetraclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(52) 2,2',5,5' - tetraclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(77) 3,3',4,4' - tetraclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(81) 3,4,4',5' - tetraclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(95) 2,2',3,5',6' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(99) 2,2',4,4',5' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(101) 2,2',4,5,5' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(105) 2,3,3',4,4' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(110) 2,3,3',4',6' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	0,002			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(114) 2,3,4,4',5' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(118) 2,3',4,4',5' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(123) 2,3,4,4',5' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(126) 3,3',4,4',5' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(128) 2,2',3,3',4,4' - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(138) 2,2',3,4,4',5' - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	0,002			0,001		23/02/2023	23/03/2023	



SPETT.LE
ING. CIRINO Srl
Via Castellana, 72
31100 TREVISO TV

LAB N° 1325 L

Pagina 3 di 5

RAPPORTO DI PROVA n° 230351.01

DESCRIZIONE ANALISI	METODO	U.M.	RISULTATO	INCERTEZZA ESTESA	LIMITI DI LEGGE (O DEL CLIENTE)	LIMITE DI RILEVABILITÀ	NOTE	DATA INIZIO	DATA FINE	ACCR.
(146) 2,2',3,4',5,5' - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(149) 2,2',3,4',5',6 - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(151) 2,2',3,5,5',6 - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(153) 2,2',4,4',5,5' - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(156) 2,3,3',4,4',5 - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(157) 2,3,3',4,4',5' - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(167) 2,3',4,4',5,5' - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(169) 3,3',4,4',5,5' - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(170) 2,2',3,3',4,4',5 - eptaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(177) 2,2',3,3',4',5,6 - eptaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(180) 2,2',3,4,4',5,5' - eptaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(183) 2,2',3,4,4',5',6 - eptaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(187) 2,2',3,4',5,5',6 - eptaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(189) 2,3,3',4,4',5,5' - eptaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
Sommatoria PCB	Calcolo	mg/kg	< 0,02			0,02		23/02/2023	23/03/2023	*
Contenuto totale PCB	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,030			0,030	036	23/02/2023	23/03/2023	
IDENTIFICAZIONE QUALITATIVA DELL'AMIANTO (SEM)										
Amianto (ricerca qualitativa SEM)	MP 0385 rev 8 2022		non rilevato				033 006	23/02/2023	24/03/2023	*
Actinolite d'amianto	MP 0385 rev 8 2022		non rilevato				006	23/02/2023	24/03/2023	*
Antofillite d'amianto	MP 0385 rev 8 2022		non rilevato				006	23/02/2023	24/03/2023	*
Crisotilo	MP 0385 rev 8 2022		non rilevato				006	23/02/2023	24/03/2023	*
Crocidolite	MP 0385 rev 8 2022		non rilevato				006	23/02/2023	24/03/2023	*
Grunerite d'amianto (amosite)	MP 0385 rev 8 2022		non rilevato				006	23/02/2023	24/03/2023	*
Tremolite d'amianto	MP 0385 rev 8 2022		non rilevato				006	23/02/2023	24/03/2023	*
DIBENZODIOSSINE/FURANI POLICLORURATI (PCDD/PCDF)										
2,3,7,8-tetraCDD	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*
1,2,3,7,8-pentaCDD	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*
1,2,3,4,7,8-esaCDD	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*
1,2,3,6,7,8-esaCDD	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*
1,2,3,7,8,9-esaCDD	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*
1,2,3,4,6,7,8-eptaCDD	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*
OctaCDD	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,040			0,040	006	23/02/2023	24/03/2023	*
2,3,7,8-tetraCDF	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*
1,2,3,7,8-pentaCDF	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*

RAPPORTO DI PROVA n° 230351.01

DESCRIZIONE ANALISI	METODO	U.M.	RISULTATO	INCERTEZZA ESTESA	LIMITI DI LEGGE (O DEL CLIENTE)	LIMITE DI RILEVABILITÀ	NOTE	DATA INIZIO	DATA FINE	ACCR
2,3,4,7,8-pentaCDF	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*
1,2,3,4,7,8-esaCDF	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*
1,2,3,6,7,8-esaCDF	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*
2,3,4,6,7,8-esaCDF	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*
1,2,3,7,8,9-esaCDF	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*
1,2,3,4,6,7,8-eptaCDF	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*
1,2,3,4,7,8,9-eptaCDF	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,020			0,020	006	23/02/2023	24/03/2023	*
OctaCDF	EPA 3540 C 1996 + EPA 8280 B 2007	µg/kg	< 0,040			0,040	006	23/02/2023	24/03/2023	*
CALCOLI DERIVANTI DA PCB E DIOSSINE Equivalente di tossicità (I-TEQ)	DLGS 121 del 03/09/2020 + UNEP/POPS/CAP3/INF27 07 + NATO CCMS I-TEF 1988	µg/kg	<0,02				006	23/02/2023	24/03/2023	*

Allegata classificazione di pericolosità del rifiuto (non oggetto di accreditamento).

Note: 036 = secondo il Regolamento della Commissione 850/2004/CE sull'ambiente e il suo emendamento 756/2010/UE e Schulz et al. [14];
Frame et al. [15]

033 = Per la determinazione dell'amianto qualitativo il laboratorio ha validato il proprio limite di rilevabilità (RL) e garantisce il rilevamento di fibre di amianto se il contenuto nel campione è \geq allo 0,01% in massa, con un intervallo di confidenza del 95%.

006 = Le analisi sono state eseguite presso laboratorio convenzionato

RESPONSABILE DEL LABORATORIO
Dott. Alberto Milano Chimico Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici del Veneto - Iscrizione n. 881 sez. A

IL DIRETTORE TECNICO
Dr.ssa Marialuisa Bon



Allegato 4 - Certificato n. 230351.02 - test cessione del 24/02/2023



LAB N° 1325 L

SPETT.LE
ING. CIRINO Sri
Via Castellana, 72
31100 TREVISO TV

Pagina 1 di 2

RAPPORTO DI PROVA n° 230351.02

CAMPIONE	230351.02	DESCRIZIONE CAMPIONE RIFIUTO
DATA EMISSIONE RAPPORTO	24/03/2023	CER 170504 - Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503 Prelievo effettuato da R. Pasin - Kimia Srl in data 23/02/2023 - Verbale di campionamento n. 2023/RP/1094 - Procedura di campionamento secondo UNI 10802:2013(*) Luogo prelievo: Forte Manin - Mestre (VE) Modalità di prelievo: Dal cumulo, con mezzo manuale, in più punti ed a varie profondità sono stati prelevati più incrementi che dopo omogeneizzazione e quartatura hanno dato luogo al campione da sottoporre ad analisi. Riferimento campione: Terreno medio composito dei cumuli Punto Prelievo: Cumuli

DESCRIZIONE ANALISI	METODO	U.M.	RISULTATO	INCERTEZZA ESTESA	LIMITI DI LEGGE (O DEL CLIENTE)	LIMITE DI RILEVABILITÀ	NOTE	DATA INIZIO	DATA FINE	ACCR
Test di cessione in acqua a 24 ore secondo UNI EN 12457-2:2004 (All. 3 D.M. 05/02/98)										
pH	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003		9,8			5,5-12	016	23/02/2023	03/03/2023	
Conducibilità	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	µS/cm	134				016	23/02/2023	03/03/2023	
C.O.D.	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 5130 Man 29 2003	mg/L O2	27	±8	30	3		23/02/2023	06/03/2023	
Fluoruri	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 10304-1:2009	mg/L	1,50	±0,45	1,5	0,1		23/02/2023	07/03/2023	
Cloruri	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 10304-1:2009	mg/L	< 5		100	5		23/02/2023	07/03/2023	
Nitrati (come NO3)	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 10304-1:2009	mg/L	2,2		50	1		23/02/2023	07/03/2023	
Solfati (come SO4)	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 10304-1:2009	mg/L	6,5		250	5		23/02/2023	07/03/2023	
Cianuri	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003	µg/L	< 5		50	5		03/03/2023	03/03/2023	*
Bario	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/L	0,13		1	0,005		23/02/2023	01/03/2023	
Arsenico	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L	19		50	5		23/02/2023	01/03/2023	
Berillio	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L	< 1		10	1		23/02/2023	01/03/2023	
Cadmio	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L	< 0,5		5	0,5		23/02/2023	01/03/2023	
Cobalto	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L	< 5		250	5		23/02/2023	01/03/2023	
Cromo totale	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L	< 5		50	5		23/02/2023	01/03/2023	
Mercurio	EPA 7473 2007	µg/L	< 0,1		1	0,1		23/02/2023	01/03/2023	
Nichel	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L	< 1		10	1		23/02/2023	01/03/2023	
Piombo	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L	< 5		50	5		23/02/2023	01/03/2023	
Rame	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/L	0,04		0,05	0,005		23/02/2023	01/03/2023	
Selenio	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L	< 1		10	1		23/02/2023	01/03/2023	
Vanadio	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L	57		250	5		23/02/2023	01/03/2023	
Zinco	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/L	0,01		3	0,005		23/02/2023	01/03/2023	

L'incertezza estesa è calcolata con un fattore di copertura uguale a 2 per un livello di probabilità del 95%.

Sede legale: Via Gobbato,45 — 31050 Ponzano Veneto (TV) – Italia - Sede operativa: Via dell'Indipendenza, 8 - 31050 Ponzano Veneto (TV)
 Tel. 0422/440818 – Fax: 0422/442401 - C.F. e P.IVA: 03332420268 – C.I.A.A di Treviso: 21659/1998 - e-mail: kimia@kimiasrl.it -
 Azienda con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 Certificato da Certquality al N. 6157



LAB N° 1325 L

SPETT.LE
ING. CIRINO Srl
Via Castellana, 72
31100 TREVISO TV

Pagina 2 di 2

RAPPORTO DI PROVA n° 230351.02

Note: 016 = a 20°C

GIUDIZIO DI CONFORMITÀ:

All.3 del D.M. 05.02.1998 e successiva modifica Decreto n.186 del 05.04.06.
I parametri analizzati rientrano nei limiti di legge.

Se non diversamente specificato i giudizi di conformità riportati si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento senza considerare l'incertezza associata al risultato.

RESPONSABILE DEL LABORATORIO
Dott. Alberto Milano Chimico Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici del Veneto - Iscrizione n. 881 sez. A

IL DIRETTORE TECNICO
Dr.ssa Marialuisa Bon



Nota Bene:

(*) Prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto si riferisce esclusivamente al campione sottoposto alla prova. Nel caso di campione prelevato da cliente, la descrizione e i dati del campione si intendono forniti dal cliente; i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto; il laboratorio declina ogni responsabilità per i risultati che possono essere stati influenzati da scostamenti del campione dalle specifiche. Se non diversamente specificato, le sommatorie sono calcolate mediante il criterio Medium Bound. I campioni vengono conservati presso il laboratorio per 4 settimane dalla data di emissione del Rapporto di Prova, salvo diverse indicazioni. I campioni con prove microbiologiche vengono conservati per una settimana dall'esecuzione delle analisi, salvo diverse indicazioni. La riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Laboratorio. Questo Rapporto di Prova rappresenta la copia conforme di file firmato elettronicamente, ai sensi di legge. Il file, oltre ad essere inviato al committente, è conservato negli archivi informatici del laboratorio per almeno 10 anni. Il committente può richiedere il file in qualsiasi momento durante tutto il periodo di conservazione.

FINE RAPPORTO DI PROVA
Sede legale: Via Gobbato,45 – 31050 Ponzano Veneto (TV) – Italia - Sede operativa: Via dell'Indipendenza, 8 - 31050 Ponzano Veneto (TV)
Tel. 0422/440818 – Fax: 0422/442401 - C.F. e P.IVA: 03332420268 – C.C.I.A.A di Treviso: 21659/1998 - e-mail: kimia@kimasrl.it-
Azienda con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 Certificato da Certquality al N. 6157

Allegato 5 - Certificato n. 230351.03 del 24/02/2023



LAB N° 1325 L

SPETT.LE
ING. CIRINO Sri
 Via Castellana, 72
 31100 TREVISO TV

Pagina 1 di 3

RAPPORTO DI PROVA n° 230351.03

CAMPIONE	230351.03	DESCRIZIONE CAMPIONE
DATA EMISSIONE RAPPORTO	24/03/2023	RIFIUTO CER 170504 - Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503 Prelievo effettuato da R. Pasin - Kimia Sri in data 23/02/2023 - Verbale di campionamento n. 2023/RP/1094 - Procedura di campionamento secondo UNI 10802:2013(*) Luogo prelievo: Forte Manin - Mestre (VE) Modalità di prelievo: Dal cumulo, con mezzo manuale, in più punti ed a varie profondità sono stati prelevati più incrementi che dopo omogeneizzazione e quartatura hanno dato luogo al campione da sottoporre ad analisi. Riferimento campione: Terreno medio composito dei cumuli Punto Prelievo: Cumuli

DESCRIZIONE ANALISI	METODO	U.M.	RISULTATO	INCERTEZZA ESTESA	LIMITI DI LEGGE (O DEL CLIENTE)	LIMITE DI RILEVABILITÀ	NOTE	DATA INIZIO	DATA FINE	ACCR.
ASPETTO FISICO										
Stato fisico	.		Solido					23/02/2023	23/02/2023	*
Colore	.		Multicolore					23/02/2023	23/02/2023	*
Odore	.		Inodore					23/02/2023	23/02/2023	*
Tabella 4, Allegato 4 al D. Lgs. 03/09/2020, n. 121										
Carbonio Organico Totale (TOC)	UNI EN 13137:2002 A	mg/kg	13300		30000	1000		23/02/2023	07/03/2023	
Oli minerali (da C10 a C40)	UNI EN 14039:2005	mg/kg	31		500	20		23/02/2023	01/03/2023	
Benzene	ISO 15009:2016	mg/kg	< 0,1			0,1		23/02/2023	28/02/2023	
Toluene	ISO 15009:2016	mg/kg	< 0,1			0,1		23/02/2023	28/02/2023	
Etilbenzene	ISO 15009:2016	mg/kg	< 0,1			0,1		23/02/2023	28/02/2023	
Xileni (o,m,p)	ISO 15009:2016	mg/kg	< 0,1			0,1		23/02/2023	28/02/2023	
Sommatoria BTEX	Calcolo	mg/kg	< 0,2		6	0,2		23/02/2023	23/03/2023	*
Tabella 3, Allegato 4 al D. Lgs. 03/09/2020, n. 121										
(18) 2,2',5' - triclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(28) 2,4,4' - triclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	0,002			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(31) 2,4',5' - triclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(44) 2,2',3,5' - tetraclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(52) 2,2',5,5' - tetraclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(77) 3,3',4,4' - tetraclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(81) 3,4,4',5' - tetraclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(95) 2,2',3,5',6' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(99) 2,2',4,4',5' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(101) 2,2',4,5,5' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(105) 2,3,3',4,4' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(110) 2,3,3',4',6' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	0,002			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(114) 2,3,4,4',5' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(118) 2,3',4,4',5' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(123) 2,3,4,4',5' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(126) 3,3',4,4',5' - pentaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(128) 2,2',3,3',4,4' - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	

Sede legale: Via Gobbato,45 – 31050 Ponzano Veneto (TV) – Italia - Sede operativa: Via dell'Indipendenza, 8 - 31050 Ponzano Veneto (TV)
 Tel. 0422/440818 – Fax: 0422/442401 - C.F. e P.IVA: 03332420268 – C.C.I.A.A di Treviso: 21659/1998 - e-mail: kimia@kimiasrl.it -
 Azienda con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 Certificato da Certquality al N. 6157



LAB N° 1325 L

SPETT.LE

ING. CIRINO Srl
Via Castellana, 72
31100 TREVISO TV

Pagina 2 di 3

RAPPORTO DI PROVA n° 230351.03

DESCRIZIONE ANALISI	METODO	U.M.	RISULTATO	INCERTEZZA ESTESA	LIMITI DI LEGGE (O DEL CLIENTE)	LIMITE DI RILEVABILITÀ	NOTE	DATA INIZIO	DATA FINE	ACCR
(138) 2,2',3,4,4',5' - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	0,002			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(146) 2,2',3,4',5,5' - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(149) 2,2',3,4',5',6 - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(151) 2,2',3,5,5',6 - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(153) 2,2',4,4',5,5' - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(156) 2,3,3',4,4',5 - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(157) 2,3,3',4,4',5' - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(167) 2,3',4,4',5,5' - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(169) 3,3',4,4',5,5' - esaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(170) 2,2',3,3',4,4',5 - eptaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(177) 2,2',3,3',4',5,6 - eptaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(180) 2,2',3,4,4',5,5' - eptaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(183) 2,2',3,4,4',5,6 - eptaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(187) 2,2',3,4',5,5',6 - eptaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
(189) 2,3,3',4,4',5,5' - eptaclorobifenile	UNI EN 17322:2020	mg/kg	< 0,001			0,001		23/02/2023	23/03/2023	
Sommatoria PCB	Calcolo	mg/kg	< 0,02		1	0,02		23/02/2023	23/03/2023	*
Test di cessione per rifiuti inerti secondo UNI EN 12457-2:2004 (Tabella 2, Allegato 4 al D. Lgs. 03/09/2020, n. 121)										
pH	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003		9,5				016	23/02/2023	03/03/2023	
Conducibilità	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	µS/cm	134				016	23/02/2023	14/03/2023	
Arsenico	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/L	0,02		0,05	0,005		23/02/2023	01/03/2023	
Bario	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/L	0,13		2	0,005		23/02/2023	01/03/2023	
Cadmio	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/L	< 0,0005		0,004	0,0005		23/02/2023	01/03/2023	
Cromo totale	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/L	< 0,005		0,05	0,005		23/02/2023	01/03/2023	
Rame	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/L	0,04		0,2	0,005		23/02/2023	01/03/2023	
Mercurio	EPA 7473 2007	mg/L	< 0,0001		0,001	0,0001		23/02/2023	01/03/2023	
Molibdeno	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/L	0,007		0,05	0,005		23/02/2023	01/03/2023	
Nichel	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/L	< 0,005		0,04	0,005		23/02/2023	01/03/2023	
Piombo	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/L	< 0,005		0,05	0,005		23/02/2023	01/03/2023	
Antimonio	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/L	< 0,001		0,006	0,001		23/02/2023	01/03/2023	
Selenio	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/L	< 0,001		0,01	0,001		23/02/2023	01/03/2023	
Zinco	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/L	0,01		0,4	0,005		23/02/2023	01/03/2023	



LAB N° 1325 L

SPETT.LE

ING. CIRINO Sri
Via Castellana, 72
31100 TREVISO TV

Pagina 3 di 3

RAPPORTO DI PROVA n° 230351.03

DESCRIZIONE ANALISI	METODO	U.M.	RISULTATO	INCERTEZZA ESTESA	LIMITI DI LEGGE (O DEL CLIENTE)	LIMITE DI RILEVABILITÀ	NOTE	DATA INIZIO	DATA FINE	ACCR
Cloruri	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 10304-1:2009	mg/L	< 5		80	5		23/02/2023	07/03/2023	
► Fluoruri	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 10304-1:2009	mg/L	1,50		1	0,1		23/02/2023	07/03/2023	
Solfati (come SO4)	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 10304-1:2009	mg/L	6,5		100	5		23/02/2023	07/03/2023	
Indice di fenolo	APAT CNR IRSA 5070 A2 Man 29 2003	mg/L	< 0,01		0,1	0,01		23/02/2023	06/03/2023	*
DOC	UNI EN 1484:1999	mg/L	10		50	5		23/02/2023	07/03/2023	
TDS	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 15216:2008	mg/L	134		400	10		23/02/2023	02/03/2023	

Note: 016 = a 20°C

GIUDIZIO DI CONFORMITÀ:

Tabella 2, Tabella 3 (limitatamente ai parametri determinati) e Tabella 4 dell' Allegato 4 al D. Lgs. 03/09/2020, n. 121 (Paragrafo 1 - Discariche per rifiuti inerti).

I parametri analizzati NON rientrano nei limiti di legge per:
- Fluoruri

Se non diversamente specificato i giudizi di conformità riportati si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento senza considerare l'incertezza associata al risultato.

► : Simbolo superamento Limiti di legge (o del cliente)

RESPONSABILE DEL LABORATORIO
Dott. Alberto Milano Chimico Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici del Veneto - Iscrizione n. 881 sez. A

IL DIRETTORE TECNICO
Dr.ssa Marialuisa Bon



Nota Bene:

(*) Prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto si riferisce esclusivamente al campione sottoposto alla prova. Nel caso di campione prelevato da cliente, la descrizione e i dati del campione si intendono forniti dal cliente; i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto; il laboratorio declina ogni responsabilità per i risultati che possono essere stati influenzati da scostamenti del campione dalle specifiche. Se non diversamente specificato, le sommatorie sono calcolate mediante il criterio Medium Bound. I campioni vengono conservati presso il laboratorio per 4 settimane dalla data di emissione del Rapporto di Prova, salvo diverse indicazioni. I campioni con prove microbiologiche vengono conservati per una settimana dall'esecuzione delle analisi, salvo diverse indicazioni. La riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Laboratorio. Questo Rapporto di Prova rappresenta la copia conforme di file firmato elettronicamente, ai sensi di legge. Il file, oltre ad essere inviato al committente, è conservato negli archivi informatici del laboratorio per almeno 10 anni. Il committente può richiedere il file in qualsiasi momento durante tutto il periodo di conservazione.

Allegato 6 – classificazione di pericolosità del rifiuto

ALLEGATO AI RAPPORTI DI PROVA n. 230351.01 CLASSIFICAZIONE DI PERICOLOSITÀ DEL RIFIUTO REGOLAMENTO UE 1357/2014 E 997/2017

REFERIMENTO LINEE GUIDA SNPA n. 305/2021 – Riquadro 2.2
Punto 5; Punto 3



ISPRA

Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Data creazione scheda rifiuto: 24/03/2023
Revisione n°: 1
Produttore del rifiuto: ING. CIRINO Srl
Via Castellana, 72 – TREVISO (TV)



Giudizio di classificazione del rifiuto conforme alla normativa Italiana ed Europea



I parametri da determinare sono stati richiesti dal committente ed il codice del materiale da smaltire è attribuito dal produttore del rifiuto.

1. DENOMINAZIONE DEL RIFIUTO

Codice rifiuto (CER)	170504
Pericoloso	NO
Codici a specchio	SI
Codifica "Voce a Specchio" Commissione UE:	MNH - mirror non-hazardous
Codifica "Voce a Specchio" Consiglio SNPA:	SNP - voce specchio non pericolosa
Nome europeo del codice CER:	Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503
Descrizione del rifiuto:	Terreno medio composito dei cumuli

2. PROPRIETÀ FISICHE E CHIMICHE

REFERIMENTO LINEE GUIDA SNPA n. 305/2021 – Riquadro 2.2
Punto 6; Punto 3; Punto 30



ISPRA

Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Stato fisico	Solido
pH	9.5
Colore	Multicolore
Odore	Inodore
Residuo fisso a 105 °C [%/p/p]	84.8

3. COMPONENTI PERICOLOSI DEL RIFIUTO

3.1. Considerazioni sulla composizione nota del rifiuto

La composizione/formulazione del rifiuto, citata nel documento di Classificazione, prende in considerazione i risultati indicati dal Rapporto di Prova.



3.2. Sostanze/miscele presenti nel rifiuto

RIFERIMENTO LINEE GUIDA SNPA n. 105/2021 – Riquadro 2.2
Punto 11; Punto 12; Punto 13



ISPRA

Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Sono di seguito riportate le sostanze/miscele pericolose che sono presenti nel rifiuto in concentrazione superiore ai limiti di classificazione, e di considerazione in base alla normativa di classificazione.

a) sostanze/miscele classificate pericolose, ai sensi del Regolamento 1907/2006 REACH e delle registrazioni in ECHA, in concentrazione superiore ai valori soglia del Regolamento 1357/2014 e 997/2017, determinanti la classificazione di pericolosità

- nessuna.

b) sostanze/miscele classificate pericolose, non determinanti ai fini della classificazione di pericolo:

- nessuna.

c) sostanze/miscele classificate pericolose, in concentrazione inferiore ai valori soglia del Regolamento 1357/2014 e 997/2017 e non considerate nel calcolo:

- 0.0031% Idrocarburi totali C10-C40 di origine minerale, usati, con miscela idrocarbureca di composizione non nota, esclusi dipentene, naftalene
N. CE: CAS: N. INDEX:
(cfr. parere ISPRA/ISS prot. 06/08/2010 – 0035653)

d) altre sostanze/miscele classificate non pericolose per la classificazione del rifiuto:

- nessuna.

3.3. Classificazione di cancerogenicità degli Idrocarburi Totali (THC)

Ai fini della classificazione di cancerogenicità degli idrocarburi totali (frazioni C < 12 leggere, e pesanti C >12), sono stati individuati i seguenti marker di cancerogenicità:

CAS	N. Indice	Sostanza	Quantità [mg/kg]
THC - Idrocarburi Totali			31
207-08-9	601-036-00-5	benzo[k]fluorantene	0.11
56-55-3	601-033-00-9	benzo[a]antracene	0.29
50-32-8	601-032-00-3	benzo[a]pirene; benzo[def]crisene	0.23
205-99-2	601-034-00-4	benzo[e]acefenantrilene; benzo(b)fluorantene	0.22
192-97-2	601-049-00-6	benzo[e]pirene	0.16
205-82-3	601-035-00-X	benzo[j]fluorantene	0.10
218-01-9	601-048-00-0	crisene	0.32
53-70-3	601-041-00-2	dibenzo[a,h]antracene	0
193-39-5	N/A	indeno(1,2,3-c,d)pirene	0.08
91-20-3	601-052-00-2	naftalene	0

Integrazioni normative imposte dalla L. 13/2009, art. 6 quater, che adotta l'uso della Tabella A2 dell'Allegato A al Decreto Min. Ambiente del 7 novembre 2008.

Gli idrocarburi totali (THC) sono classificati: **NON CANCEROGENI**.

Nota: I marker di cancerogenicità sono considerati in quanto cancerogeni, secondo le disposizioni del Regolamento (CE) N. 1907/2006 (REACH), Regolamento 1272/08 e valutazioni ACGIH 2008; tale calcolo comprende quindi un numero superiore di sostanze rispetto a quanto indicato dal parere ISTISAN n. 0036565. Integrazioni normative imposte dalla L. 13/2009, art. 6 quater, che adotta l'uso della Tabella A2 dell'Allegato A al Decreto Min. Ambiente del 7 novembre 2008.



3.4. Classificazione di pericolosità degli Inquinanti Organici Persistenti (POP - Persistent Organic Pollutants)RIFERIMENTO LINEE GUIDA SNPA n. 105/2021 – Riquadro 2.2
Punto 16

ISPRA

Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Ai fini della classificazione di pericolosità, in conformità alle Linee Guida della Commissione Ue del 9 aprile 2018 – Paragrafo 3.2.3 “Conclusione delle fasi di Classificazione”, e al Regolamento (CE) N. 850/2004 e s.m.i., è stata considerata la possibilità che il rifiuto contenga o sia contaminato da Inquinanti Organici Persistenti – POP.

Non potendo escluderne la presenza, in base alla composizione, alle sostanze utilizzate nel ciclo produttivo da cui deriva, ed alle informazioni ulteriori disponibili derivanti dall'analisi del ciclo di formazione del rifiuto con Analisi di Laboratorio, sono stati ricercati gli inquinanti organici persistenti con il seguente risultato:

CAS	N. Indice	Sostanza	Quantità
1336-36-3	602-039-00-4	Bifenili policlorurati (PCB)	<0.030 mg/kg

La concentrazione di inquinanti organici persistenti è **inferiore** ai limiti indicati nell'Allegato IV del Regolamento (CE) N. 850/2004 e s.m.i.

4. CLASSIFICAZIONE DI PERICOLOSITÀ DEL RIFIUTORIFERIMENTO LINEE GUIDA SNPA n. 105/2021 – Riquadro 2.2
Punto 15; Punto 17

ISPRA

Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Il rifiuto è classificato:

NON PERICOLOSO**4.1. Classi di pericolosità**

Nessuna Classe di pericolosità attribuita.

Note al processo di calcolo

Ai fini del calcolo di pericolosità, per tutte le classi di pericolo, l'elaborazione è effettuata considerando tutte le sostanze immesse, e senza tener conto della soglia minima di considerazione (ex Direttiva 1999/45/CE).

Ai fini del calcolo di pericolosità, per la classe di pericolo HP 14, l'elaborazione è effettuata senza considerare i limiti di concentrazione specifici delle singole sostanze (Fattore M, ex Regolamento UE n. 790/2009 e.s.m.i. e Regolamento UE n. 997/2017). I Limiti specifici sono altresì esclusi dal calcolo per tutte le altre classi di pericolo.

5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente scheda di Giudizio di classificazione del rifiuto del rifiuto è stata redatta in applicazione delle disposizioni attuative e Linee Guida interpretative, previste dalla Commissione UE in materia di Caratterizzazione, Classificazione e Etichettatura Rifiuti:
Comunicazioni e Informazioni. “Informazioni dell'Unione europea. Comunicazione della Commissione – Orientamenti tecnici sulla classificazione dei rifiuti” del 9 aprile 2018, in GUCE 2018/C 124/01

La presente scheda di Giudizio di classificazione del rifiuto del rifiuto è stata redatta in applicazione delle seguenti Direttive Europee o normative Nazionali:

Direttiva europea 2008/98/CE – Direttiva Rifiuti

Regolamento UE n. 1357/2014 – Classificazione dei Rifiuti. Armonizzazione CLP

Regolamento UE n. 997/2017 – Classificazione ambientale dei rifiuti (Classe HP 14)

Regolamento UE n. 1272/2008 (CLP) – Classificazione, etichettatura ed imballaggio delle sostanze e delle miscele

Regolamento UE n. 1179/2016 (CLP) – IX adeguamento al progresso tecnico e scientifico del Regolamento UE n. 1272/2008 (CLP)

Regolamento UE n. 440/2008 – Metodi di prova per la determinazione delle proprietà fisico-chimiche, tossicologiche ed ecotossicologiche

Regolamento UE n. 790/2009 Regolamento su Classificazione sostanze pericolose – Allegato VI, Lista sostanze

Decisione europea 2000/532/CE e 2001/118/CE, e s.m.i. – Catalogo europeo dei rifiuti

Decisione europea 2014/955/CE – Nuovo Catalogo europeo dei rifiuti

Pagina 3 di 4

Conforme ai Regolamenti 1357/2014/UE e 997/2017/UE
Conforme al par. 3.2 della DGR del Veneto n. 119 del 07/02/2018



ALLEGATO AI RAPPORTI DI PROVA n. 230351.01

Direttiva 67/548/CEE, (Allegati I, V, VI) e s.m.i. – Direttiva sulla classificazione delle sostanze pericolose
Direttiva 1999/45/CE e s.m.i. – Direttiva sulla classificazione delle miscele
Legge n. 125/2015 – Recepimento del D.Lgs. 78/2015, art. 9-ter - Attribuzione della caratteristica di pericolo HP 14.
Decreto direttoriale MITE n. 47 del 9 agosto 2021 pubblicato sulla G.U. del 21 agosto 2021 - Approvazione delle linee guida SNPA 24/2020 sulla classificazione dei rifiuti di cui alla delibera n. 105 del Consiglio SNPA del 18 maggio 2021

Direttive europee sulla classificazione dei rifiuti contenenti inquinanti organici persistenti (POP):

Regolamento CE n. 850/2004 relativo agli inquinanti organici persistenti (POP) e s.m.i.
Regolamento UE n. 1021/2019 che abroga il Regolamento CE n. 850/2004

Recepimento italiano delle direttive sui rifiuti speciali, e testi correlati, e loro norme di attuazione:

D.Lgs. 152/2006, Titolo II e IV - Testo Unico Ambientale - Rifiuti
D.L. 91/2014, Art. 13 comma 5, recante modifiche all'Allegato D del D.Lgs. 152/2006 in merito alla procedura di classificazione
D.Lgs. 205/2010 - Recepimento direttive sui rifiuti speciali, pericolosi e non pericolosi
Legge n. 13 del 27/02/2009 – Classificazione dei rifiuti contenenti idrocarburi
Legge n. 28 del 24/03/2012 – Attribuzione dei Codici CER per rifiuti pericolosi (integrazione sulla classificazione ambientale: abrogata)
D.M. 28 febbraio 2006 - Recepimento del XXIX° Adeguamento alla classificazione sostanze pericolose e s.m.i.
D.M. n. 145/98 e n. 148/98 – Regolamento sulla tenuta e compilazione dei registri C/S e dei formulari di trasporto
D.M. 05/02/1998 - Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22
D.M. n. 186 del 05/04/2006 - Regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998 (Recupero semplificato dei rifiuti non pericolosi)
D.Lgs. 65/2003 e s.m.i. – Recepimento nazionale della Direttiva 1999/45/CE e s.m.i.

RIFERIMENTO LINEE GUIDA SNPA n. 105/2021 – Riquadro 2.2
Punto 18



ISPRA

Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Azienda:
Kimia S.r.l

Documento compilato da:
Dr.ssa Marialuisa Bon



Allegato 7 – Scheda tecnica geotessile tessuto idraulico

PLYDEX PROFESSIONAL'S CHOICE



HF 180 R

SCHEDA TECNICA:

GEOTESSILE TESSUTO IDRAULICO

Rev.:7 dd
08.07.19
D.S.:
BHF020

Descrizione:	geotessile tessuto a trama e ordito con funzione di filtrazione
Peso (EN 9864):	230 g/m ²
Resistenza a trazione: (EN ISO 10319)	
- longitudinale:	38 kN/m
- trasversale:	30 kN/m
Allungamento a rottura (EN ISO 10319):	
- longitudinale:	24 %
- trasversale:	20 %
Resist. punzon. Statico (EN ISO 12236):	4.500 N
Resist. punzon. Dinamico (EN ISO13433):	9 mm
Porometria O90 (EN ISO 12956):	180 micron
Permeabilità normale al piano: (EN ISO 11058)	70 x 10 ⁻³ m/s (70 l/m ² .s)
Altezza rotoli:	5,25 m
Lunghezza rotoli:	50 -100 m

Le informazioni contenute nella presente scheda tecnica pur rappresentando lo stato più avanzato di conoscenza, non esonerano l'utilizzatore dall'esecuzione di accurate prove preliminari nelle precise condizioni di impiego e di esercizio. Si dichiara pertanto con responsabilità per l'uso improprio dei prodotti.

PLYDEX PLYDEX srl
Via della Tecnica, 17
34031 Dueville (Pavolara) VI - Italy

Tel. (+39) 0444 594343
Fax (+39) 0444 594358
info@plydex.it
www.plydex.it

GEOTESSILI, GEOMEMBRANE, DRENANTI, STUOIE ANTIEROSIONE, PRODOTTI PER CALCESTRUZZO.

Bibliografia

- APAT (2008). *Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati*.
- ARPAV. (2012). *Riscontro verbale Conferenza di Servizi del 15/10/2012*.
- ARPAV. (2019). *Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto Definizione dei valori di fondo*.
- Bosetti e Gatti. (2006). *Decreto Legislativo n.152/06*.
- Decreto n. 97 del 30 ottobre 2023. *Approvazione della revisione dell'Analisi di Rischio sanitario-ambientale sito specifica e del Progetto di Bonifica dei suoli con misure di messa in sicurezza - 1° stralcio dell'area del Forte Manin a Venezia. Proponente: Comune di Venezia Art. 242 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.*
- Delibera n. 1732. (2013). *Applicazione dei Protocolli Attuativi di cui all'Accordo di Programma del 16/04/2012 alle aree escluse dal Sito di Interesse Nazionale di Venezia - Porto Marghera a seguito del D. M. A. 24/04/2013*.
- D.M. 05/02/1998. (1998). *Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998 (pp. 25–26)*.
- MITE. (2021). *Decreto n. 269*.
- Pepe, C. E., Regionale, D., Sicurezza, L., Territorio, D., Luchetta, A., Chimiche, A., & Hanno, L. (2014). *Analisi dei Livelli di fondo naturale per alcune sostanze presenti nelle acque sotterranee della falda superficiale dell'acquifero differenziato del bacino scolante in laguna di Venezia*.
- Regione del Veneto, A., Città, A., Di Venezia, M., & Comune Di Venezia, A. (2023). *Nota MASE Prot. n.51017*.
- Regione del Veneto, Provincia di Venezia, Comune di Venezia, Ministero delle infrastrutture-Magistrato alle Acque di Venezia, Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, & Autorità Portuale di Venezia. (2012). *Accordo di programma per la bonifica e la riqualificazione ambientale del Sito di Interesse Nazionale di Venezia-Porto Marghera e aree limitrofe*.
- Servizi Tecnologici ambientali S.r.l. (2010). *Risultati della caratterizzazione sito: Polveriera Manin*.
- Sistema Nazionale per la protezione dell'Ambiente (2023). *Linee guida per la gestione dei materiali di riporto (MdR) nei siti oggetto di procedimento di bonifica - Linee Guida SNPA 46/2023*.

- Sistema Nazionale per la Protezione dell’Ambiente. (2023). *Indicazioni per l’applicazione dell’analisi di rischio alle matrici materiali di riporto all’interno dei siti oggetto di procedimento di bonifica.*
- Veritas S.p.a. (2010). *Analisi di rischio sito specifica area ex Polveriera Manin.*

Sitografia

<https://www.agendadigitale.eu>

<https://www.isprambiente.gov.it>

<https://www.mase.gov.it>

<https://www.arpav.it>

<https://www.apat.it>