commissario straordinario
BRESCIA CAFFARO

PROGETTO DEFINITIVO

Interventi di decommissioning, bonifica e MISP presso lo stabilimento Caffaro Brescia (BS) Stralcio di Prima Fase

SITO: Stabilimento Caffaro Brescia

CUP F84D20000140001

COMMITTENTE:	PROJECT MANAGER:	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO PER LA PROGETTAZIONE
Commissario Straordinario S.I.N. "Brescia Caffaro" Via G. Marconi, 12 25128 Brescia TEL. 030 297.8064	Dott.ssa Donata Camiolo	Dott. Roberto Moreni (sino al 04/07/2021) Ing. Mario Nova (dal 05/07/2021)

PROGETTAZIONE: AECOM

PROJECT MANAGER / LEAD	RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE	COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Dott.ssa Donata Camiolo Dott. Gianmarco Lucchini Dott. Giacomo Donini	Ing. Emanuele Perrotta	Ing. Massimo Viarenghi

Progetto geotecnico e regimazione idraulica	Progetto elettrico	Progetto decommissioning e demolizioni	Progetto aspetti sicurezza	Progetto aspetti ambientali
PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Maffeis	PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Appiani	PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Viarenghi	PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Viarenghi	PROGETTISTA INCARICATO: Dott. Lucchini

RELAZIONE GENERALE ILLUSTRATIVA

Codice elaborato / file pdf

60705578_CBS_00_RL01_2_0

3				Informazioni Qualità	
2				Preparato da	G.AM..
1				Controllato da	D.CA.
0	20/06/23	PRIMA EMISSIONE	AECOM	Verificato da	G.L.
Rev.	Data	Rif. Revisione	Redatto	Approvato da	E.P.

© Giugno 2023 AECOM URS Italia S.p.A.. All Rights Reserved. This document has been prepared by AECOM URS Italia S.p.A. ("AECOM") for sole use of our client (the "Client") in accordance with generally accepted consultancy principles, the budget for fees and the terms of reference agreed between AECOM and the Client. Any information provided by third parties and referred to herein has not been checked or verified by AECOM, unless otherwise expressly stated in the document. No third party may rely upon this document without the prior and express written agreement of AECOM.

INDICE

N° di Pag.

1. INTRODUZIONE 8
1.1. Oggetto dell'appalto 10
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO 12
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 17
3.1. Normativa in materia di appalti pubblici 17
3.2. Normativa in materia ambientale 17
3.3. Normativa in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro 18
3.4. Normativa in materia di materiali contenenti amianto 18
3.5. Normativa in materia di impianti elettrici e termici 19
3.6. Normativa in materia di impatto acustico 19
3.7. Normativa in materia di decommissioning 19
3.8. Normativa in materia di gestione delle materie 20
3.9. Normativa in materia di interferenze 20
3.10. Normativa in materia di bonifica ordigni bellici 20
4. INQUADRAMENTO DEL SITO 21
4.1. Mappatura e localizzazione 21
4.2. Anamnesi storica 22
4.3. Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Brescia 23
4.4. Iter amministrativo 26
4.4.1. Matrice ambientale Suolo/Sottosuolo 26
4.4.2. Matrice ambientale Acque di Falda 27
4.5. Prescrizioni 28
5. SINTESI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE E DESCRIZIONE dello stato di fatto 36
5.1. Indagini di caratterizzazione svolte e risultati conseguiti 36
5.1.1. Matrice ambientale Suolo/Sottosuolo 36
5.1.2. Matrice Ambientale Acque sotterranee 38
5.2. Descrizione dello stato di fatto della contaminazione 39
5.3. Messa In Sicurezza di Emergenza (MISE) delle acque sotterranee 45
5.3.1. Valutazioni sull'efficacia ed efficienza della MISE nella configurazione attuale 46
5.3.2. Nuovi punti di emungimento realizzati (2022) 50
6. INDAGINI INTEGRATIVE ESEGUITE 53
6.1. Indagine strumentale per la valutazione del rischio bellico 54
6.2. Soil Gas Survey 55
6.3. Sondaggi e piezometri 55
6.4. Prove idrogeologiche in foro (Lefranc) 56
6.5. Campionamento ed analisi terreni 57
6.5.1. Risultati test di cessione materiali di riporto 58
6.5.2. Risultati terreni 58

INDICE

N° di Pag.

6.6. Campionamento ed analisi geotecniche ... 58
6.6.1. Interpretazione prove SPT in situ e prove geotecniche di laboratorio ... 59
6.7. Campionamento ed analisi gas interstiziali ... 70
6.7.1. Risultati gas interstiziali ... 70
6.8. Campionamento ed analisi acque di falda ... 70
6.8.1. Risultati acque di falda ... 71
7. SINTESI DEL MODELLO CONCETTUALE DEL SITO ... 73
7.1. Idrologia ... 73
7.2. Inquadramento geologico-idrogeologico ... 74
7.2.1. Stratigrafia locale ... 76
7.3. Sintesi del Modello Concettuale del sito ... 76
7.3.1. Sorgenti Primarie di contaminazione ... 77
7.3.2. Sorgenti Secondarie di contaminazione ... 78
7.3.3. Vie di migrazione ... 81
7.3.4. Recettori ... 82
7.3.5. Percorsi d'esposizione ... 82
8. SINTESI DELL'ANALISI DI RISCHIO E OBIETTIVI DI BONIFICA ... 83
8.1. Metodologia ... 83
8.2. Obiettivi di bonifica ... 83
8.2.1. CSR acque di falda ... 84
8.2.2. CSR terreno ... 87
9. PROGETTO DEFINITIVO STRALCIO DI PRIMA FASE: PRODROMI E DESCRIZIONE GENERALE ... 93
9.1. L'approccio del Progetto Operativo di Bonifica ... 93
9.1.1. Lotto 1 – Acque Sotterranee ... 94
9.1.2. Lotto 2 – Suolo e Sottosuolo ... 96
9.2. Descrizione generale del Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase ... 99
10. DESCRIZIONE DETTAGLIATA DEGLI INTERVENTI – DECOMMISSIONING E DEMOLIZIONI ... 101
10.1. Inquadramento area di intervento ... 101
10.2. Interventi propedeutici a decommissioning e demolizione ... 102
10.2.1. Realizzazione nuova rete di distribuzione ... 102
10.2.2. Interventi di adeguamento dei sistemi di emungimento ... 102
10.3. Interventi di decommissioning e demolizione ... 102
10.3.1. Stato di fatto ... 103
10.3.2. Descrizione dell'intervento ... 104
11. INTERVENTI SUI TERRENI INSATURI PROFONDI ... 107
11.1.1. Soil Replacement ... 108
11.1.2. Gestione dei materiali derivanti da "soil replacement" ... 110

INDICE

N° di Pag.

11.1.3. In Situ Soil Stabilization ... 113
11.1.4. Interventi di bonifica in situ – Ossidazione chimica ... 114
11.1.5. Interventi di bonifica in sito – Soil Flushing ... 117
11.1.6. Interventi di bonifica in situ – Soil Vapour Extraction ... 120
11.1.7. Messa In Sicurezza Permanente (MISP) ... 123
12. PIANO DI MONITORAGGIO E COLLAUDI ... 132
12.1. Monitoraggio delle polveri e della qualità dell'aria ... 132
12.1.1. Metodologie di rilievo ... 132
12.1.2. Monitoraggio del parametro COV ... 133
12.1.3. Monitoraggio dei parametri Mercurio, Fitofarmaci e PCB ... 134
12.1.4. Monitoraggio polveri ... 134
12.2. Collaudo degli interventi ... 135
12.2.1. Collaudo interventi su sorgenti profonde ... 135
12.2.2. Collaudo delle impermeabilizzazioni ... 135
12.3. Monitoraggio delle acque di falda per la verifica nel corso del tempo degli interventi di bonifica ... 136
13. TEST DI TRATTABILITA' ... 137
13.1. Sintesi dei risultati ... 137
13.1.1. Soil Washing ... 137
13.1.2. Soil stabilization ... 138
13.1.3. Ossidazione chimica avanzata ... 138
13.1.4. Analisi di biologia molecolare ... 138
13.1.5. Riduzione chimica e biologica ... 138
14. ATTIVITA' PROPEDEUTICHE ALLA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA ... 140
14.1. Campi prova ... 140
14.2. Bonifica ordigni bellici ... 140
14.3. Indagini propedeutiche agli interventi di bonifica ... 141
15. ANALISI DEI VINCOLI E DELLE INTERFERENZE ... 142
15.1. Vincoli di natura storica, artistica, archeologica, paesaggistica ... 142
15.2. Interferenze ... 143
15.3. Sistema barriera idraulica ... 145
15.3.1. Pozzi barriera ... 145
15.3.2. Impianto di trattamento Pozzo 7 ... 148
15.3.3. Modulo di trattamento Pozzo 2 ... 150
16. AUTORIZZAZIONI ... 152
17. GESTIONE DELLE MATERIE ... 153
17.1. Materiali derivanti dalle attività di decommissioning e demolizione ... 153
17.2. Terreni derivanti dalle attività di scavo ... 154
18. ASPETTI DI SALUTE, SICUREZZA E AMBIENTE ... 157

INDICE

N° di Pag.

19. QUADRO ECONOMICO 159
20. CRONOPROGRAMMA 160

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Stabilimento Caffaro di Brescia (Fonte: Immagine 1 della "Relazione di sintesi – Revisione del 31.08.2016") 21
Figura 2: Stralcio della Tavola V-PR02 Azioni di piano. L'area di intervento è evidenziata con una freccia rossa. 24
Figura 3: Stralcio della Tavola V-DP05 di sintesi delle previsioni di piano (PGT). L'area di intervento è evidenziata con una freccia blu. 25
Figura 4: Planimetria con ubicazione dei piezometri e pozzi dello Stabilimento Caffaro (Fonte: Immagine 5 della "Relazione di sintesi – Revisione del 31.08.2016") 38
Figura 5: Concentrazioni di Tetracloroetilene - Settembre 2017 40
Figura 6: Concentrazioni di Tetracloruro di Carbonio - Settembre 2017 41
Figura 7: Concentrazioni di Cloroformio - Settembre 2017 42
Figura 8: Concentrazioni di Cromo VI - Settembre 2017 43
Figura 9: Concentrazioni di Mercurio - Settembre 2017 44
Figura 10: Concentrazioni di PCB - Settembre 2017 45
Figura 11: Schema a blocchi rete pozzi barriera 46
Figura 12: Ricostruzione delle aree di cattura in condizioni di falda alta - *Valutazione dell'efficacia dello sbarramento idraulico della falda presso il sito Caffaro Brescia*." (Environ, Ottobre 2014) 50
Figura 13: Ubicazione prevista per l'impianto di trattamento pozzi 8 e 9 (da Caffaro Brescia s.r.l.) 51
Figura 14: Ubicazione pipe-rack e impianto di trattamento n.7 piezometri (da Caffaro Brescia s.r.l.) 52
Figura 15: Planimetria del sito con ubicazione dei punti di indagine 2018-2019 54
Figura 16: Standard Penetration Test 60
Figura 17: Materiale granulare - Densità relativa D_r da SPT 61
Figura 18: Materiale granulare - Angolo di attrito interno φ da SPT 62
Figura 19: Materiale granulare - Modulo di Young E da SPT 63
Figura 20: Analisi granulometriche AGI 65
Figura 21: Analisi granulometriche ASTM 65
Figura 22: Carta di Casagrande 66
Figura 23: Indice di plasticità IP 67
Figura 24: Indice di consistenza 68
Figura 25: Reticolo Idrico 73
Figura 26: Sorgente Secondaria – Acque di Falda 79
Figura 27: Sorgenti Secondarie – Terreni insaturi superficiali 80
Figura 28: Sorgenti Secondarie – Terreni insaturi profondi 81
Figura 29: Superamenti CSR ai POC – Acque di Falda 86
Figura 30: Superamenti CSR – Suoli Superficiali 91
Figura 31: Superamenti CSR – Suoli Profondi 92
Figura 32: Planimetria Stabilimento Caffaro – Area di intervento 101
Figura 33: Planimetria delle aree con impianti afferenti a Caffaro Brescia e CSA 103
Figura 34: Baie di stoccaggio terreni profondo - linee di raccolta e convogliamento colaticci 112
Figura 35: Dettagli pacchetti capping 126
Figura 36: Ubicazione delle sezioni di trattamento Pozzo 7 149
Figura 37: Impianto di trattamento per acque di falda da P7 (Linea 1 - 2002). 149
Figura 38: Impianto di trattamento per acque di falda da P7 (Linea 2 - 2012). 150
Figura 39: Vista filtri presso Pozzo P2 151
Figura 40: Quadro riepilogativo delle attività e delle materie prodotte all'interno del cantiere 153
Figura 41: Quadro riepilogativo delle attività di bonifica dei suoli 154
Figura 42: Flussi dei terreni scavati 156

INDICE

N° di Pag.

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Impianti storicamente attivi presso lo stabilimento di Caffaro 22
Tabella 2: Principali materie prime utilizzate nel tempo nello stabilimento (Fonte: Immagine 2 della "Relazione di sintesi – Revisione del 31.08.2016") 23
Tabella 3: Attività di indagine (Fonte: Tabella 2 della "Relazione di sintesi – Revisione del 31.08.2016" – Fonte: "MCS definitivo redatto da NCE nel Maggio 2006") 36
Tabella 4: Piano di monitoraggio acque di falda (Fonte: Tabella 4 della "Relazione di sintesi – Revisione del 31.08.2016") 39
Tabella 5: Massa di contaminanti estratta – anno 2014 47
Tabella 6: Percentuali massa di contaminanti estratta – anno 2014 47
Tabella 7: Sintesi dei risultati ottenuti dalle prove idrogeologiche in foro. 56
Tabella 8: Analisi granulometrica – classificazione secondo AGI 64
Tabella 9: Analisi granulometrica – classificazione secondo ASTM 64
Tabella 10: Prove edometriche 69
Tabella 11: Prove di permeabilità 69
Tabella 12: Principali parametri geotecnici 69
Tabella 13: Caratteristiche fisiche dei livelli individuate nel MFS (Fonte: "MCS definitivo redatto da NCE nel Maggio 2006") 76
Tabella 14: Sorgenti primarie di contaminazione 77
Tabella 15: CSR e confronto con Crappresentativa 84
Tabella 16: CSR protezione Falda 86
Tabella 17: CSR SS1 e SP1 e confronto con Crappresentativa 87
Tabella 18: CSR SS2 e SP2 e confronto con Crappresentativa 87
Tabella 19: CSR SSS3 e SP3 e confronto con Crappresentativa 88
Tabella 20: CSR SS4 e SP4 e confronto con Crappresentativa 90
Tabella 21: Analisi comparativa delle soluzioni progettuali – Lotto 1 – Acque sotterranee 95
Tabella 22: Analisi comparativa delle soluzioni progettuali - Lotto 2 - Suolo e Sottosuolo 98
Tabella 23: Piano dei controlli in operam 129
Tabella 24: Piano dei controlli post operam 131
Tabella 25: COV da ricercare 133
Tabella 26: Parametri da ricercare 134
Tabella 27: Stima del flusso di macerie da demolizione 154

TAVOLE

Tavola 01 – Proposta rete di monitoraggio acque sotterranee

ALLEGATI

Allegato 1 – Tavola 2 - Ubicazione dei punti di indagine dei terreni. Campagne di indagine del terreno insaturo dal dicembre 2000 all'aprile 2005. – Tratta da "Analisi delle concentrazioni dei contaminanti presenti nel sottosuolo dello stabilimento Caffaro di Brescia e Modello Concettuale Definitivo dello Stabilimento" (NCE - Maggio 2006)

INDICE

N° di Pag.

Allegato 2 – Tavola 8 Distribuzione areale delle sorgenti primarie di contaminazioni. – Tratta da “Analisi delle concentrazioni dei contaminanti presenti nel sottosuolo dello stabilimento Caffaro di Brescia e Modello Concettuale Definitivo dello Stabilimento” (NCE - Maggio 2006)

Allegato 3 – Tavole 9a-9n Rappresentazione e confronto tra sorgenti primarie e secondarie di contaminazione – Tratte da “Analisi delle concentrazioni dei contaminanti presenti nel sottosuolo dello stabilimento Caffaro di Brescia e Modello Concettuale Definitivo dello Stabilimento” (NCE - Maggio 2006)

Allegato 4 - Analisi strumentale a supporto della valutazione del rischio bellico residuo

Allegato 5 – Prove Lefranc

Allegato 6 – Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020 (Decreto approvazione POB)

Allegato 7 – Parere Provincia Brescia

Allegato 8 – Parere CTA 14-01-2021

Allegato 9 – Comunicazione del Commissario al MASE del 11-05-2023

Allegato 10 – Comunicazione di riscontro del MASE del 15-05-2023

ANNESSI

Annesso A – Risultati Test di trattabilità

Annesso B - Attività propedeutiche alla realizzazione degli interventi di bonifica – Remedial Investigation e Test Pilota

1. INTRODUZIONE

Il presente documento, redatto da AECOM URS Italia S.p.A. (nel seguito AECOM) per conto del Commissario Straordinario SIN "Brescia – Caffaro" (nel seguito, Committente o Commissario), costituisce la Relazione Generale Illustrativa del Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase (nel seguito PDS), redatto ai sensi del D. Lgs. n. 50 del 18/04/2016, degli interventi previsti dal "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" (nel seguito POB), approvato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), con Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020.

La progettazione definitiva relativa agli "Interventi di Decommissioning, Bonifica e MISP" previsti presso lo stabilimento della Caffaro a Brescia segue il progetto di fattibilità tecnica ed economica, predisposto da AECOM su incarico del Commissario nel giugno 2018 ed aggiornato, su richiesta del Commissario, nel novembre 2020.

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica è stato approvato con parere favorevole del Comitato Tecnico Amministrativo (CTA) del Provveditorato Interregionale alle Opere Pubbliche per la Lombardia e l'Emilia-Romagna in sede di adunanza del 14/01/2021; tale parere è stato acquisito al prot. n. 155/2021 dal Commissario Straordinario in data 16/03/2021.

Il Progetto Definitivo relativo agli "*Interventi di decommissioning, bonifica e messa in sicurezza permanente presso lo stabilimento Caffaro Brescia (BS)*" redatto da AECOM nel dicembre 2021 è stato approvato con Determinazione nr. 1 del 27.01.2022 del Commissario Straordinario; sulla base di tale progettazione è stato disposto di appaltare la progettazione esecutiva e l'esecuzione dei lavori, ai sensi dell'art. 59 comma 1- bis del Codice dei Contratti relativo all'appalto integrato, CUP F81D20000760001. Nel corso dell'anno 2022 sono tuttavia intervenute rilevanti modificazioni del costo di opere e materiali, che hanno reso insufficiente lo stanziamento a disposizione per l'esecuzione di tutte le opere previste dal Progetto Definitivo approvato e posto a base di gara.

Sulla base delle risorse finanziarie a disposizione è stato pertanto previsto di procedere con la predisposizione di un nuovo progetto a stralcio "Progetto Definitivo degli Interventi di decommissioning, bonifica e MISP presso lo stabilimento Caffaro Brescia (BS) - Stralcio di Prima Fase", che prevede l'aggiornamento e l'integrazione di una parte degli elaborati già contenuti nel Progetto Definitivo approvato.

In generale, la strategia e gli obiettivi di intervento previsti dal POB sono basati sul modello concettuale del sito sviluppato sulla base delle indagini di caratterizzazione e delle attività di indagine integrativa eseguite fino al Febbraio/Marzo 2019 in corrispondenza delle aree al tempo accessibili e quindi non occupate da strutture e impianti. Si evidenzia tuttavia che in sito sono state svolte attività produttive anche in tempi successivi all'esecuzione di tali indagini (indicativamente fino alla fine del 2020.

Pertanto, ai fini della progettazione di dettaglio degli interventi di bonifica e messa in sicurezza saranno fondamentali, oltre ai dati di qualità ambientale ad oggi disponibili, gli esiti delle indagini propedeutiche agli interventi di bonifica previste dal POB approvato (e inclusi nel presente Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase), che consentiranno di indagare la matrice suolo in corrispondenza di aree attualmente non accessibili. Inoltre, sarà di fondamentale importanza l'esecuzione dei test pilota previsti per il dimensionamento degli impianti e dei trattamenti full-scale, in relazione alle condizioni specifiche del sito nel quale saranno applicate.

La scelta delle soluzioni tecnologiche è stata effettuata, in accordo con quanto previsto dall'Allegato 3 al Titolo V Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., cercando di bilanciare vari aspetti, quali il livello di protezione ambientale che sarebbe desiderabile conseguire, l'esistenza o meno di tecniche affidabili in grado di conseguire e mantenere detto livello e l'entità dei costi da sostenere nei vari stadi di intervento. Tale bilanciamento è stato formulato considerando le "migliori tecniche disponibili", secondo la definizione dettata dalla Direttiva 96/61/CE.

La strategia di bonifica e di messa in sicurezza permanente è stata sviluppata considerando il processo di risanamento dei terreni contaminati, sia negli orizzonti superficiali che in quelli profondi (saturi ed insaturi), di

indispensabile importanza per la bonifica delle acque di falda del sito. I suoli saturi ed insaturi costituiscono le sorgenti secondarie di contaminazione, ovvero le matrici da cui i contaminanti, adesi alle particelle di suolo, possono venire lisciviati e/o rilasciati direttamente per dissoluzione in falda. Pertanto, solamente le azioni di risanamento dei terreni potranno portare alla progressiva bonifica delle acque di falda, attraverso un sempre minor impatto della frazione contaminata disciolta, ed è per questo motivo che le attività relative alle acque di falda ed ai suoli, dunque alle due diverse matrici ambientali, sono strettamente connesse e interdipendenti.

La strategia di intervento per la matrice suolo e sottosuolo prevede l'adozione contestuale di interventi di bonifica finalizzati a ridurre la massa di contaminanti e l'attuazione di interventi di messa in sicurezza permanente per l'interruzione dei percorsi di esposizione e lisciviazione.

La strategia di intervento per la matrice acque di falda prende in considerazione l'indispensabile sinergia con le azioni previste per la bonifica e/o messa in sicurezza permanente dei terreni contaminati presenti in sito, sia negli orizzonti superficiali che in quelli profondi saturi ed insaturi. Infatti, solo le azioni sui terreni potranno portare alla progressiva bonifica delle acque di falda attraverso un sempre minor impatto della frazione contaminata disciolta.

Si precisa che gli interventi previsti per le acque di falda non sono ricompresi nel presente Progetto Definitivo Stralcio di Prima Fase, a meno di alcune limitate azioni finalizzate a garantire il prosieguo delle azioni di emungimento in atto all'interno del Sitoed in capo al soggetto gestore del sistema di emungimento e trattamento delle acque di falda.

Nell'ambito del presente Progetto Definitivo Stralcio di Prima Fase vengono pertanto inclusi i soli interventi impiantistici (opere elettriche e idrauliche) finalizzati a svincolare i sistemi di emungimento in essere dalle strutture oggetto di decommissioning, per limitare le interferenze e garantire il prosieguo degli emungimenti nel corso della prima fase di bonifica del Sito.

In ogni caso, la presenza dei sistemi di emungimento e trattamento esistenti dovrà essere tenuta adeguatamente in considerazione nell'ambito della gestione delle interferenze con le attività previste dal presente Progetto Definitivo.

Le valutazioni relative al decommissioning e demolizione di strutture e impianti incluse nel Progetto Definitivo sono basate sugli esiti dei sopralluoghi effettuati in sito nel 2019, sui rilievi effettuati mediante attrezzatura laserscanner, oltre che sull'analisi dei documenti e dei disegni tecnici resi disponibili dalla Committente e mediante la consultazione di un archivio risultato tuttavia non del tutto completo ed esaustivo, soprattutto in relazione ai manufatti ed impianti presenti in sito. Le informazioni sullo stato dei luoghi sono state completate mediante sopralluoghi e campionamenti effettuati all'interno degli impianti e delle strutture che sono state rese accessibili in condizioni di sicurezza per l'esecuzione dei rilievi. Ulteriori sopralluoghi sono stati eseguiti nel maggio 2023, al fine di aggiornare lo stato dei luoghi sia in relazione allo stato dei fabbricati e impianti oggettodi decommissioning, sia riguardo all'implementazione di nuove azioni di messa in sicurezza delle acque di falda recentemente realizzati in sito.

Lo stato dei luoghi descritto è pertanto riferito allo stato degli stessi al momento dei sopralluoghi. Alla data di stesura del presente Progetto Definitivo Stralcio di Prima Fase, sono in corso di completamento alcuni interventi di decommissioning e demolizione, da parte di Caffaro Brescia S.r.l. in liquidazione e da parte di CSA Costruzioni Strutturali Acciaio S.r.l., su impianti e strutture dello stabilimento, per le porzioni nelle disponibilità di ciascuna (talune delle aree di pertinenza delle due società succitate, sono, al momento della stesura del presente documento, poste sotto sequestro dall'Autorità Giudiziaria). Lo stato finale di consegna delle aree dovrà quindi essere verificato e aggiornato mediante opportune ricognizioni e rilievi prima dell'avvio dei lavori.

Inoltre, risultano attualmente in fase di realizzazione/progettazione esecutiva, a cura di Caffaro Brescia S.r.l. in liquidazione, ulteriori interventi di adeguamento della barriera idraulica e relativo impianto di trattamento acque di falda. L'ipotesi di assetto futuro dei pozzi di emungimento considerata nello sviluppo del presente Progetto

Definitivo Stralcio di Prima Fase è stata definita in base alle recenti interlocuzioni fra il Commissario Straordinario Brescia Caffaro e i referenti Arpa Lombardia, il cui resoconto è stato inviato al MASE per le opportune valutazioni (Allegato 9). In merito alle indicazioni e considerazioni di Arpa Lombardia il MASE, in una nota di riscontro (Allegato 10), non ha ravvisato ulteriori osservazioni.

Dell'esecuzione di tali opere, che introducono modificazioni allo stato di fatto, si dovrà tenere conto in sede di progettazione esecutiva, in aggiornamento ed integrazione di quanto previsto dal progetto definitivo.

1.1. Oggetto dell'appalto

Di seguito viene sintetizzato l'oggetto dell'appalto relativo al presente "Progetto Definitivo degli interventi di decommissioning, bonifica e MISP presso lo stabilimento Caffaro Brescia (BS) - Stralcio di Prima Fase":

- Progettazione esecutiva degli interventi
    - Progettazione esecutiva opere di cantierizzazione, decommissioning e attività propedeutiche alla bonifica
    - Progettazione esecutiva degli interventi di MISP e di bonifica dei suoli profondi
- Interventi propedeutici ai lavori di decommissioning e demolizione
    - Cantierizzazione
    - Realizzazione nuova rete di distribuzione elettrica
    - Interventi sui sistemi di emungimento esistenti
- Interventi di decommissioning e demolizioni dei fabbricati e delle strutture impiantistiche
    - Attività preliminari
    - Strip out
    - Bonifiche MCA e FAV
    - Bonifiche impianti
    - Demolizioni Strutture Fuori Terra
    - Demolizione Pavimentazioni e Strutture Interrate
- Realizzazione delle indagini propedeutiche agli interventi di bonifica:
    - Campi prova
    - Bonifica ordigni bellici
    - Remedial Investigation
- Realizzazione degli interventi di bonifica dei suoli profondi
    - Soil Replacement
    - Soil Stabilization

    - Interventi di bonifica in situ (Chemical Oxidation, Soil Flushing e Soil Vapour Extraction)
- Realizzazione dell’intervento di messa in sicurezza permanente dei terreni profondi escavati (MISP)
- Monitoraggi e controlli.

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

I documenti di riferimento utilizzati per la redazione del Progetto sono di seguito elencati:

- "Indagine Geognostica, Geotecnica, Idrogeologica Integrativa presso il Sito Industriale di Brescia" – Geotecnica Veneta S.r.l. – Gennaio 2002;
- "Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo dello stabilimento Caffaro di Brescia e Modello Concettuale Definitivo dello stabilimento" - NCE S.r.l. - Maggio 2006;
- "Analisi di Rischio Sanitario Ambientale Stabilimento Caffaro Brescia" redatto dal Dott. Carlo Monti nel Maggio 2006;
- "Valutazione dell'efficacia dello sbarramento idraulico della falda presso il sito Caffaro Brescia." – Environ - Ottobre 2014;
- "Progetto di fattibilità degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle acque di falda" - Sogesid - Settembre 2015;
- "Relazione di sintesi delle conoscenze del sito "Stabilimento Caffaro" (redatto a seguito dell'analisi della documentazione disponibile) – Revisione del 31.08.2016";
- "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" Rev 1 – AECOM – Dicembre 2019;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), n. 110 del 04.09.2020.
- Servizio di progettazione di fattibilità tecnica ed economica per: Lotto 1) Messa in sicurezza di emergenze e bonifica/messa in sicurezza permanente delle acque sotterranee presso lo stabilimento della Caffaro a Brescia – CIG 6804677519 Lotto 2) Bonifica/messa in sicurezza permanente del suolo e del sottosuolo dello stabilimento della Caffaro a Brescia – CIG 6804685BB1 Rev. 01 – AECOM – novembre 2020;
- Adunanza del 14/01/2021 del Comitato Tecnico Amministrativo (CTA) del Provveditorato Interregionale alle Opere Pubbliche per la Lombardia e l'Emilia-Romagna - Parere di approvazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica per la "Messa in sicurezza di emergenza e bonifica/messa in sicurezza permanente delle acque sotterranee e per la bonifica/messa in sicurezza permanente del suolo e del sottosuolo dello stabilimento Caffaro a Brescia".
- "Progetto Definitivo - Interventi di decommissioning, bonifica e MISP presso lo Stabilimento Caffaro Brescia (BS)" – CUP F81D20000760001 - AECOM Urs Italia S.p.A., Novembre 2021.

Sono inoltre stati consultati, ove necessario per una migliore definizione di aspetti puntuali, i seguenti documenti, elencati con i numeri identificativi definiti dal Committente:

- 01-471 Piano caratterizzazione-Giugno 2000
- 02-471 Piano caratterizzazione - Luglio 2001
- 03-471 Piano caratterizzazione-Settembre 2001
  Piano della caratterizzazione e documentazione propedeutica al progetto preliminare – settembre 2001
  lettera trasmissione

Tavola A – individuazione delle superfici
Tavola B – ubicazione delle prospezioni integrative

- 04-471 Progetto preliminare - analisi livelli inquinamento-Aprile 2002
- 05-471 Piano caratterizzazione. Progetto preliminare di bonifica-Aprile 2002
- 06-471 Progetto preliminare investigazione e dettaglio ed interventi in fase provvisionale e di emergenza. Maggio 2002
- 07-471 Progetto preliminare analisi livelli inquinamento integrazioni. Giugno 2003
- 08-471 Documenti vari – protocollo 25-03-Giugno 2003
  Lettera di trasmissione
  Osservazioni alla nota di ARPA
  Presentazione sito
  Trattamento acque di falda
  Verifica a ripristino rete fognaria
- 09-471 Piano caratterizzazione procedimento interno di bonifica - Marzo 2003
- 10-471 Prelievi e analisi acque di falda - prot. 13-03-Aprile 2003
- 11-471 Piano della caratterizzazione iter 2000-2002-maggio 2003
- 12-471 Proposta indagini integrative - Luglio 2003
- 12bis-471 integrazioni luglio 2003
- 13-471 Collocazione piezometri esterni - prot.57 – 03 - Settembre 2003
- 14-471 Progetto preliminare trattamento acque - Novembre 2003
- 15-471 Stato avanzamento campagna 2003 - prot. 64-03 - Novembre 2003
  Lettera stato di avanzamento attività
  Planimetria sondaggi integrativi
  Ipotesi di intervento
  Verbale di sopralluogo
- 16-471 Stato avanzamento stabilimento - prot. 43 del 04-Maggio 2004
- 17-471 I° stato avanzamento Progetto primo modulo - maggio 2004
- 18-471 Conferenza servizi 24-05-04-prot. 51-04-Giugno 2004
- 19-471 Relazione idrogeologica monitoraggio 09 – 04 - prot.71-04-Ottobre 2004
- 20- 471 Comunicazione sondaggi supplementari-Novembre 2004
- 21- 471 Piano integrativo aree Nord e Ovest – Dicembre 2004
- 22 - 471 II°stato avanzamento Progetto primo modulo - dicembre 2004

- 23-471 doc prep. CdS 20-12-04-prot. 111-04-Dic.04
- 24-471 documento preparatorio Conferenza dei Servizi istruttoria del 04-05-05 - prot. 45-05-Maggio 2005
- 25-471 III° stato di avanzamento Progetto primo modulo-Maggio 2005
- 26-471 Analisi di rischio-Luglio 2004
- 27-471 Monitoraggi
  Anno 2002
  Anno 2003
  Anno 2004
  Anno 2005
- 28-471 analisi rischio sanitario matrice suolo stabilimento caffaro luglio 2005
- 29-471 caratterizzazione luglio 2005 1 parte
- 30-471 caratterizzazione luglio 2005 2 parte
- 30 bis-471 Identificazione delle sorgenti di emissione di PCDD e PCDF (Laboratorio Battelle)
- 31-471 piano caratterizzazione area Nord - Ovest gennaio 2006
- 32-471 monitoraggio pozzi-piezometri novembre-dicembre 05
- documentazione inviata 12 maggio 2006

  Analisi livelli contaminazione e MCS definitivo_Maggio 2006
  Analisi Rischio Stabilimento Caffaro_Maggio 2006
  Progetto messa in sicurezza operativa falda_Maggio 2006
- 34- 471 rapporto di monitoraggio piezometri e pozzi gennaio febbraio marzo 2006
- 35- 471 rapporto di monitoraggio piezometri e pozzi aprile maggio giugno 2006
- 36-471 Rapporto monitoraggio acque di falda Luglio Agosto Settembre 2006
- 37-471 Rapporto monitoraggio acque di falda ottobre 2006 - gennaio 2007
- 38-471 Rapporto monitoraggio acque di falda febbraio – marzo 2007
- 38bis-471 Rapporto monitoraggio acque di falda aprile - giugno 2007
- 39-471 Analisi di Rischio ambientale sito specifica Stabilimento Caffaro Area esterna allo stabilimento Caffaro
- 40-471 rapporto di monitoraggio piezometri e pozzi luglio agosto settembre ottobre novembre 2007
- 41-471 rapporto di monitoraggio piezometri e pozzi dicembre 2007 – marzo 2008
- 42-471 rapporto di monitoraggio piezometri e pozzi aprile 2008 – giugno 2008

- 43-471 Risultati delle analisi effettuate sui piezometri di controllo esterni all'area caffaro nel novembre 2008
- 44-471 Risultati delle campagne di monitoraggio di Luglio, Agosto, Settembre, Novembre 2008
- 45-471 Risultati delle campagne di monitoraggio di Gennaio - Marzo 2009
- 46-471 Risultati delle campagne di monitoraggio Aprile – Maggio 2009
- 47-471 Risultati delle campagne di monitoraggio Novembre – Dicembre 2009
- 48-471 Risultati delle campagne di monitoraggio Gennaio – Marzo 2010
- 49-471 Risultati delle campagne di monitoraggio Aprile – Luglio 2010
- 50-471 Risultati delle campagne di monitoraggio Agosto – Dicembre 2010
- 51-471 Risultati delle campagne di monitoraggio Gennaio – Aprile 2011
- 52-471 Risultati delle campagne di monitoraggio Maggio – Luglio 2011
- 53-471 Risultati delle campagne di monitoraggio settembre – dicembre 2011
- 54-471 Risultati delle campagne di monitoraggio gennaio – maggio 2012
- 55-471 Risultati delle campagne di monitoraggio giugno – novembre 2012
- 56-471 Risultati delle campagne di monitoraggio dicembre 2012 – marzo 2013
- 57-471 Risultati delle campagne di monitoraggio aprile – agosto 2013
- 58-471 Risultati delle campagne di monitoraggio settembre – dicembre 2013
- 58BIS-471 Risultati delle campagne di monitoraggio gennaio – aprile 2014
- 59-471 Risultati delle campagne di monitoraggio maggio – agosto 2014
- 60-471 Risultati delle campagne di monitoraggio settembre – dicembre 2014
- 61-documentazione relativa all'AIA dello stabilimento Caffaro
  Rinnovo autorizzazione scarico in CIS – gennaio 2007
  Relazione ARPA verifica ispettiva – giugno 2007
  Autorizzazione Integrata Ambientale del 2007 – settembre 2007
  AIA volturata del 2012
  Relazione finale ARPA visita ispettiva – febbraio 2013
  Relazione finale ARPA visita ispettiva – settembre 2015
- 62-Valutazione efficacia dello sbarramento idraulico della falda presso il sito Caffaro Brescia – ottobre 2014
- 63-Studio di fattibilità per la realizzazione degli interventi di Messa in Sicurezza e bonifica delle acque di falda del "SIN Brescia Caffaro" – settembre 2015

- 64-Risultati monitoraggio acque sotterranee indagine geochimica e piezometrica gennaio 2015 - redatta da ARPA Lombardia – gennaio 2016
- 65-Studio plumes della Provincia di Brescia – marzo 2016
- 66-monitoraggio falda – anno 2015
- 67- “Proposta di Intervento di Bonifica e Riqualificazione dei Terreni del Sito Caffaro di Brescia” di SORIN Group e ERM del 19.01.2015

Inoltre, in relazione alle attività di decommissioning/demolizione e di MISE di competenza Caffaro Brescia S.r.l. in Liquidazione e CSA Costruzioni Strutturali Acciaio S.r.l., è stata consultata la seguente documentazione:

- Sito d’interesse Nazionale “Brescia Caffaro” – “Piano monitoraggio rifiuti presso lo Stabilimento Caffaro Via Nullo – Brescia sopralluogo del 22.04.2022”, trasmesso dal Comune di Brescia con Nota prot. N. 0208977/2022 del 04/07/2022;
- “Relazione tecnico-illustrativa relativa all’attività di messa in sicurezza aree site presso lo stabilimento “Caffaro” di Brescia, identificate con le sigle: B1, B2, A4, A5, A7, C2.”, documento trasmesso dal Comune di Brescia con nota Prot. N. 0379979/2022 del 06/12/2022;
- “Piano di decomissioning e gestione rifiuti - Elaborato per la gestione dei rifiuti prodotti dalle operazioni di decommissioning e demolizione impianti industriali svolte da C.S.A. srl, presso il cantiere SIN “CAFFARO” (CSA Costruzioni Strutturali Acciaio S.r.l., Aprile 2022);
- “Documentazione relativa allo stato di avanzamento degli interventi previsti e citati nel piano di dismissione (nella versione di cui al Prot. Nr. 09/21 di Caffaro Brescia Srl in liquidazione, integrata successivamente in data 20/04/2021)”, Trasmesso con Nota Prot. 26-23 del 10 marzo 2023 (Caffaro Brescia srl, marzo 2023);
- “Attività di MISE, proposta di realizzazione di nuovo impianto di barrieramento idraulico - società Caffaro Brescia srl – esiti del sopralluogo del 12.12.2022 di cui alla nota commissario sin prot.N.539 del 30.12.2022”, trasmesso con nota Prot. N. 28-23 del 16 marzo 2023;
- Documentazione inerente nuovi presidi delle attività di MISE delle acque sotterranee e della nuova rete idraulica dei pozzi realizzata (P8 e P9), fornita dall’attuale gestore:
  - Impianto trattamento 7 piezometri (Schemi elettrici, Layout, PFD e strumentazione)
  - Documenti ingegneria di base per trattamento acqua pozzi 8 e 9 (Layout, P&Id, strumentazione)
  - Aggiornamento della rete idraulica di raccolta e convogliamento delle acque emunte dai pozzi (P&id, schema a blocchi)

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1. Normativa in materia di appalti pubblici

- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207: Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»;
- Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 Codice dei contratti pubblici (G.U. n. 91 del 19 aprile 2016);
- Articolo 4, commi 3 e comma 4, secondo periodo, del decreto-legge n. 32 del 2019, convertito dalla legge n. 55 del 2019, come modificato dall'articolo 9, comma 1, lettere c) e d), del decreto-legge n. 76 del 2020, convertito dalla legge n. 120 del 2020, in materia di deroghe generalizzate al d.P.R. n. 207 del 2010 e al decreto legislativo n. 50 del 2016[1].

3.2. Normativa in materia ambientale

- D.Lgs. 13 gennaio 2003 n.36 – "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti";
- D.M. 24 febbraio 2003 "Perimetrazione del sito di interesse nazionale di Brescia Caffaro" (GU Serie Generale n.121 del 27-05-2003 - Suppl. Ordinario n. 83;
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e successive modifiche e integrazioni, come modificato da ultimo dagli articoli 37 e 53 del decreto-legge n. 77 del 2021, convertito dalla legge n. 108 del 2021;
- Decreto 05 Aprile 2006, n.186: Regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998 "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22".
- Regolamento CEE n.1013/2006: Spedizione di rifiuti.
- Decreto legislativo 17 febbraio 2017, n. 42. Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico
- Deliberazione Giunta Regionale Lombardia 10 Febbraio 2010 - No 8/11317
- D.M. 03 gennaio 2007: Recepimento della direttiva 2006/89/CE della Commissione del 3 novembre 2006, che adatta per la sesta volta al progresso tecnico la direttiva 94/55/CE del Consiglio, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri, relative al trasporto di merci pericolose su strada (ADR 2007).
- R.R. n° 7/2017 "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idrologica e idraulica ai sensi dell'articolo 58 bis della L.R. 11 marzo 2005, n° 12, così come modificato dai r.r. n° 7/2018 e n° 8/2019"D.g.r. Lombardia 31 gennaio 2020 - n. XI/2789 "Interventi di messa in sicurezza permanente con realizzazione di volume confinato on site a servizio dell'intervento di bonifica – Approvazione indirizzi"

[1] Stante la specifica tipologia di lavori di bonifica oggetto di appalto ed il campo di applicazione indicato all'art. 1.1 del D.M. 23 giugno 2022, non si ravvede l'applicabilità dello stesso alla Progettazione in oggetto.

- D.lgs. 121/2020 Attuazione della direttiva (UE) 2018/850, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti. (20G00138)
- D.P.R. del 13 giugno 2017, n. 120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164” (G.U. n. 183 del 7 agosto 2017).
- Norme tecniche costruzioni
- Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 – “Norme Tecniche per le Costruzioni” – NTC2018;
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- OPCM n. 3274/2003 e successive modifiche e integrazioni;
- L.R. 12/05 e direttive regionali ai sensi del DGR n. 9/1566 del 22/12/2005, DGR n. 8/7374 del 28/05/2008 e DGR 30 novembre 2011 n. IX/2616
- Norme Tecniche Nazionali (UNI) ed Europee (EN).

3.3. Normativa in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro

- Legge n. 123 del 03/08/07. Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia.
- D.L.gs. 9 aprile 2008, n. 81. Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106. Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Direttiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 maggio 2006 relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (rifusione).
- D.Lgs. 27 gennaio 2010, n. 17. Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori

3.4. Normativa in materia di materiali contenenti amianto

- D.Lgs. 15/08/1991, n. 277. Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n.83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell’art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212. Decreto modificato in parte dal D.Lgs. 25 luglio 2006 n. 257.
- Legge 27/03/1992, n. 257. Norme relative alla cessazione dell’impiego dell’amianto.
- D.Lgs. 17/03/1995, n. 114. Attuazione della direttiva 87/217/CEE in materia di prevenzione e riduzione dell’inquinamento dell’ambiente causato dall’amianto.

- Decreto Ministeriale 12.03.2008: “Modalità attuative dei commi 20 e 21 dell'articolo 1 della legge 24 dicembre 2007, n. 247, concernente la certificazione di esposizione all'amianto di lavoratori…”

- Art. 256, comma 5, D.L.gs. 9 aprile 2008, n. 81. Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

3.5. Normativa in materia di impianti elettrici e termici

- DECRETO 22 gennaio 2008, n. 37. Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151. Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell’articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.

- Norma CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata

- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V il corrente continua

- Norma CEI 0-16 per quanto di competenza

3.6. Normativa in materia di impatto acustico

- Legge 26/10/1995, n.447. Legge quadro sull’inquinamento acustico.

- decreto legislativo 17 febbraio 2017, n. 42. Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico

- decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194. Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale

3.7. Normativa in materia di decommissioning

- D.M. 10 marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro;

- Decreto Ministeriale 2 Maggio 2006 “...Criteri, procedure modalità per il campionamento e l’analisi delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’articolo 186 comma 3, del D.Lgs. 3 Aprile 2006, n. 152”;

- Decreto Ministeriale 14 maggio 1996 “Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica”;

- Decreto Ministeriale 20 Agosto 1999 “Ampliamento delle Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l’amianto...”;

- D.P.R: Decreto del Presidente della Repubblica 08/08/1994: “Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni ed alle province autonome di Trento e di Bolzano per l'adozione di piani di protezione, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica dell'ambiente, ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto”;

- Decreto Ministeriale 06/09/94 e s.m.i. – “Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto”.

3.8. Normativa in materia di gestione delle materie

- Decisione della Comunità Europea 2000/532/CE;
- D.M. Transizione Ecologica 27 settembre 2022, n. 152: Regolamento che disciplina la cessazione della qualifica di rifiuto (End of Waste) dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione e di altri rifiuti inerti di origine minerale - Attuazione articolo 184-ter, comma 2, Dlgs 152/2006.

3.9. Normativa in materia di interferenze

- Norme di sicurezza per i gasdotti – Decreto Ministeriale 24 Novembre 1984;
- Norma UNI 9165 (2020) – “Infrastrutture del gas – Condotte con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar – Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento”;
- Decreto 10 Aprile 2014 – “Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre reti di trasporto”;
- Norma UNI 9860 (2020) – “Infrastrutture del gas – Condotte con pressione massima operativa non maggiore di 0,5 MPa (5 bar) - Impianti di derivazione di utenza del gas – Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento”;
- Ministero dello sviluppo economico, Decreto 17 Aprile 2008 – “Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8”.

3.10. Normativa in materia di bonifica ordigni bellici

- D.Lgs. 9 Aprile 2008, n.81 – “Testo Unico sulla Sicurezza e s.m.i.”;
- L. 1 Ottobre 2012, n.177 – “Modifiche del decreto legislativo 9 Aprile 2008, n.81, in materia di sicurezza sul lavoro per la bonifica degli ordigni bellici”;
- Decreto Ministeriale 11 maggio 2006, n. 82 – “Regolamento per la definizione dei criteri per l’accantieramento dell’idoneità delle imprese ai fini dell’iscrizione all’albo delle imprese specializzate in bonifiche da ordigni esplosivi residuati bellici”;
- Decreto Legislativo n. 66 del 2010. Codice dell'ordinamento militare;
- Decreto Ministeriale 28 febbraio 2017. Disciplina tecnica e procedurale dell'organizzazione del servizio di bonifica del territorio nazionale da ordigni esplosivi;
- “Disciplinare Tecnico per l’esecuzione del servizio di Bonifica Bellica Sistematica Terrestre” – Ministero della Difesa – Edizione 2015;
- C.M.I. – “Linee guida per la valutazione del rischio da ordigni bellici inesplosi” – Edizione Luglio 2018.

4. INQUADRAMENTO DEL SITO

4.1. Mappatura e localizzazione

Lo stabilimento Caffaro di Brescia ha un'estensione di circa 116.000 m^2 ed è ubicato nel contesto urbano della città di Brescia, delimitato a Nord da Via Milano, a Sud da Via Emilio Morosini, ad Ovest da Via Villa Glori e ad Est da Via Francesco Nullo.

Le aree dello stabilimento oggetto di intervento sono incluse nel Sito inquinato di Interesse Nazionale (SIN) "Brescia-Caffaro", individuato ai sensi e per gli effetti dell'art. 14 L. 179 del 31 luglio 2002, "Disposizioni in materia ambientale" e perimetrato con D.M. del 24 febbraio 2003.

Le aree ed i fabbricati sono di proprietà della società Caffaro s.r.l. in liquidazione in Amministrazione Straordinaria.

Sono presenti impianti, macchinari e attrezzature dismessi di proprietà della società Caffaro Chimica S.r.l. in liquidazione in Amministrazione straordinaria: alcuni impianti risultano svuotati, ma non completamente bonificati, mentre in altri sono ancora presenti residui e sostanze utilizzate nella produzione.

All'interno del Sito sono inoltre presenti impianti, macchinari e attrezzature relativi alla produzione di clorito di sodio e clorato di sodio nonché servizi accessori di proprietà di Caffaro Brescia s.r.l. in liquidazione attualmente in corso di dismissione/decomissioning nell'ambito dell'AIA di pertinenza della medesima società Caffaro Brescia s.r.l.

Infine, per quanto noto alla stazione appaltante, alcuni impianti (perborato sodio, cloroparaffine, cloruro ferrico, difenile, chlortalonil, disilicato di sodio, neoprol, CTN, etc.) risultano di proprietà della società C.S.A. Costruzioni Strutturali Acciaio s.r.l., come da contratti di vendita e comodato stipulati con Caffaro s.r.l. in liquidazione in Amministrazione Straordinaria e Caffaro Chimica S.r.l. in liquidazione in Amministrazione straordinaria, al fine della dismissione degli stessi.

Figura 1: Stabilimento Caffaro di Brescia (Fonte: Immagine 1 della "Relazione di sintesi – Revisione del 31.08.2016")

Nella Tavola 60705578_CBS_00_C04_2_0 è riportata la planimetria dei fabbricati che compongono lo Stabilimento Caffaro di Brescia.

L'area a sud di Via Morosini non è oggetto di intervento nell'ambito del presente Progetto Definitivo Stralcio di Prima Fase.

4.2. Anamnesi storica

Lo stabilimento Caffaro di Brescia ha iniziato la sua attività nel 1906, con la costituzione della "Società Elettrica ed Elettrochimica del Caffaro Società Anonima". A partire dalla sua fondazione fino ad oggi, all'interno dello stabilimento è stata attiva la produzione di prodotti chimici, fitofarmaci, pesticidi e PCB.

Una sintesi delle attività storiche condotte nel sito è riportata nella tabella successiva.

Tabella 1: Impianti storicamente attivi presso lo stabilimento di Caffaro

TIPOLOGIA IMPIANTO	PERIODO DI FUNZIONAMENTO	MATERIE PRIME
Impianti clorosoda	1906 – 1997	Cloruro di sodio, Mercurio, Grafite (fino agli anni 60'), Acido solforico
Impianto chimica inorganica: produzione di ossicloruri di rame	1912 – 1978	Cloruro rameico, Carbonato di calcio, Calce viva, acido cloridrico, Rame metallo
Impianto chimica inorganica: produzione di acido arsenico ed arseniati	1920 – 1976	Anidride arseniosa, Acido nitrico, Ossido di piombo, Carbonato sodico
Impianto chimica inorganica: produzione di sublimato corrosivo (cloruro mercurio)	1924 – 1965	Mercurio, cloro
Impianto chimica inorganica: produzione di perborato di sodio	1968 – 1999	Borace pentaidrato, Soda caustica, Acqua ossigenata
Impianto chimica organica: produzione di Chlorothalonil	1982 – 2008	Isoftalonitrile, Cloro gas, Carbone attivo
Impianto chimica inorganica: produzione di clorato di sodio	1964 – fine 2020	Cloruro di sodio, Soda caustica, Acido cloridrico
Impianto chimica inorganica: produzione di clorito di sodio	1964 – fine 2020	Clorato di sodio, Soda caustica, Acqua ossigenata, Acido cloridrico, Bisolfito di sodio
Impianto chimica organica: produzione di PCB e simili	1936 – 1984	Benzene, Cloro gas, Triclorobenzoli, Catalizzatori (cloruro ferrico e $SbCl_5$), Calce, Potassa metanolica, Soda caustica
Impianto chimica organica: produzione di polimeri clorurati	1936 – 2002	Gomma naturale – polimeri, Cloro gas, Tetracloruro di carbonio, Cloroformio, Perossido di benzoline

Impianto chimica organica: DDT	1950 – 1956	Clorobenzolo, Cloralio, Acido solforico, benzina

Le principali materie prime utilizzate nel tempo presso il sito sono di seguito riassunte:

Tabella 2: Principali materie prime utilizzate nel tempo nello stabilimento (Fonte: Immagine 2 della "Relazione di sintesi – Revisione del 31.08.2016")

MATERIA PRIMA	PERIODO DI UTILIZZO
Hg	1906 – 1997
Cu	1912 – 1978
As	1920 – 1976
Pb	1920 – 1976
PCDF (impurezze)	1938 – 1984
PCB	1938 – 1984
CCl_4	1936 – 2002

All'interno dello stabilimento la maggior parte delle strutture impiantistiche esistenti risultano da tempo dismesse, mentre sono rimasti in funzione a fini produttivi fino alla fine del 2020 gli impianti relativi alla produzione di clorito di sodio e di clorato di sodio, gestiti a cura della società Caffaro Brescia S.r.l. (oggi in liquidazione).

Nella Tavola 60705578 _CBS_00_C03_2_0 è riportata la planimetria con ubicazione degli impianti presenti in sito.

4.3. Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Brescia

Dal punto di vista amministrativo il sito è interamente compreso nel territorio del comune di Brescia, la cui quarta Variante generale al Piano di Governo del Territorio (PGT) è stata adottata con deliberazione di Consiglio Comunale n. 5 del 23.1.2023 e pubblicata sul BURL serie Avvisi e concorsi, n. 6 dell'8 febbraio 2023.

La quarta variante integra la precedente, che era stata adottata con deliberazione del C.C. n. 2 del 15.01.2018, approvata con deliberazione di C.C n. 35 del 16.04.2018 e pubblicata sul BURL serie Avvisi e concorsi, n. 24 del 13 giugno 2018.

In accordo con quanto riportato nella Tavola V-PR02 Azioni di Piano del PGT (Figura 2), il Sito è identificato come "Attrezzature e spazi aperti ad uso e di interesse pubblico" normata dall'Art. 55 delle Norme Tecniche di Attuazione.

Per il sito Caffaro il Piano individua come obiettivo "[...] *creazione di nuove aree boscate quale esito dell'attuazione di AT e di Progetti Speciali, il progetto di formazione di un bosco planiziale nel sito Caffaro posto ad est del fiume Mella e a nord della ferrovia Milano/Venezia, oltre al vero e proprio sedime dello stabilimento Caffaro* [...]".

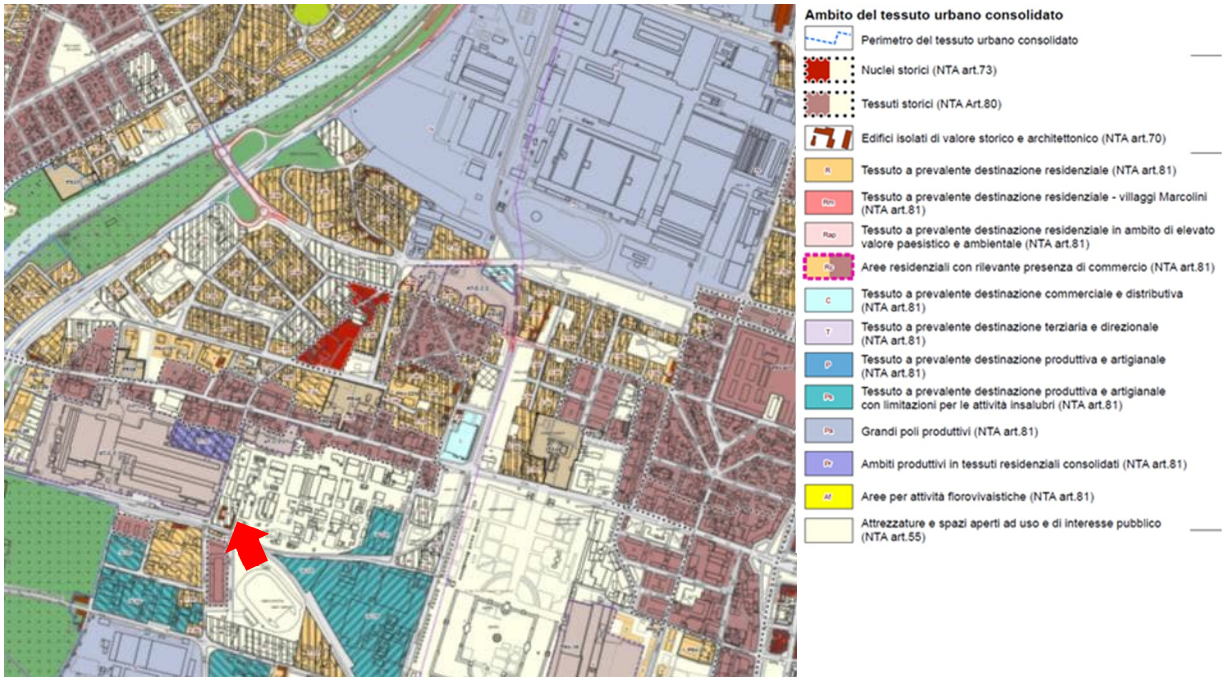


Figura 2: Stralcio della Tavola V-PR02 Azioni di piano. L'area di intervento è evidenziata con una freccia rossa.

La Figura 3 riporta uno stralcio della Tavola V-DP05 di sintesi delle previsioni di piano (PGT). Il sito ricade all'interno di Progetti complessi di parti di città.

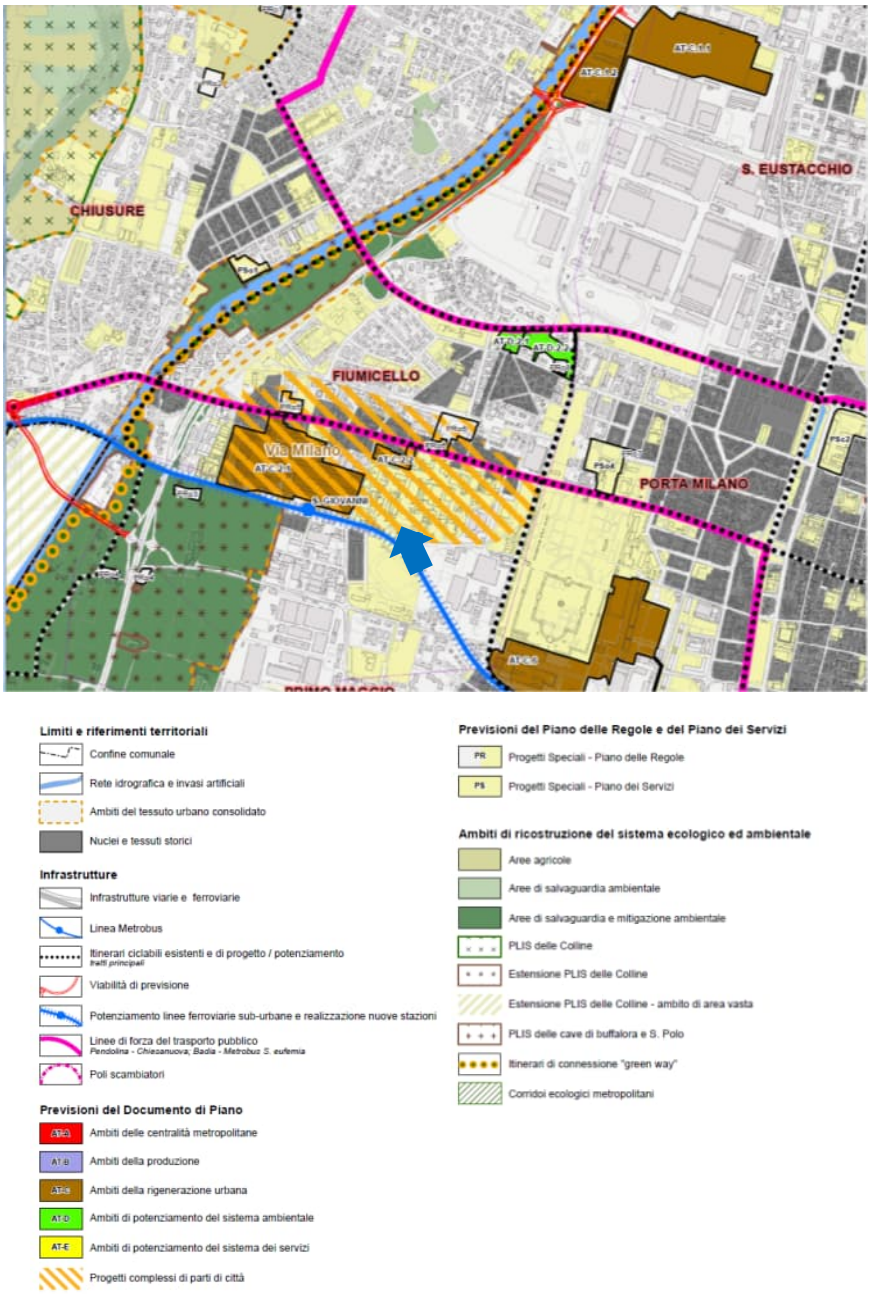


Figura 3: Stralcio della Tavola V-DP05 di sintesi delle previsioni di piano (PGT). L'area di intervento è evidenziata con una freccia blu.

In accordo con quanto riportato nella Tavola V-PR11 Vincoli paesaggistici, il sito di Caffaro non ricade all'interno o nelle immediate vicinanze di aree vincolate ai sensi del D. Lgs. 42/2004 e s.m.i.; ricade, tuttavia, in un'area di interesse archeologico (Tavola V-PRO6 Tavola dei vincoli Zone di interesse archeologico). Per maggiori dettagli riguardanti la valutazione dell'interesse archeologico dell'area occupata dallo stabilimento elettrochimico Caffaro di Brescia si rimanda al documento 60705578_CBS_00_RL02_2_0 "Relazione archeologica".

Le Tavole da 60705578_CBS_01_C01_2_0 a 60705578_CBS_01_C07_2_0 riportano lo Stralcio Urbanistico e il tracciato degli interventi previsti, mentre per maggiori dettagli riguardanti l'inserimento urbanistico del sito si rimanda al documento 60705578_CBS_01_RL01_2_0 "Relazione Inserimento Urbanistico e Viabilità".

4.4. Iter amministrativo

Di seguito si riporta una breve sintesi del procedimento amministrativo-ambientale relativo ai suoli e alle acque di falda (Rif. "Relazione di sintesi – Revisione del 31.08.2016").

4.4.1. Matrice ambientale Suolo/Sottosuolo

1) **Caratterizzazione ambientale del sito** effettuata ai sensi del D.M. 471/99 attraverso l'esecuzione di n. 4 campagne di indagine nel periodo 2000-2005. Le attività di caratterizzazione svolte sono state valutate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) e dagli EE.CC. in occasione di diverse Conferenze dei Servizi (CdS).

2) Nel maggio 2005 viene trasmessa l'Analisi di Rischio sanitario per i lavoratori predisposta secondo il D.M. 471/99 su cui gli Enti, in sede di CdS del 20/01/2006, esprimono critiche e richiedono la presentazione entro 30 giorni del Progetto Preliminare di bonifica delle acque e dei suoli dell'area. Nel maggio 2006 Caffaro invia il Modello concettuale definitivo dello stabilimento e l'**Analisi di Rischio ambientale** redatta ai sensi del D.Lgs. 152/06 per il calcolo delle CSR; per quest'ultima in sede di CdS istruttoria del 27/06/2006 il MATTM esprime parere sfavorevole. In sede di CdS Decisoria del 29/09/2006 si richiede alla Caffaro di predisporre, entro 30 giorni dalla data di ricevimento del verbale, la rielaborazione dell'AdR sulla base di alcune prescrizioni. Nel maggio 2007 viene sviluppata l'Analisi di Rischio Sito Specifica (area esterna ed area interna) per la quale, in CdS Decisoria del 11/10/2007, si richiede nuovamente una revisione entro 30 giorni dalla data di ricevimento del verbale, nel rispetto delle prescrizioni formulate. Non essendo pervenuta alcuna revisione, la richiesta viene rinnovata in sede di CdS Decisoria del 26/06/2013.

3) La CdS decisoria del 26/06/2013 richiede i risultati delle "attività di taratura dell'Analisi di Rischio (dei suoli)" già avviate in precedenza con ARPA Lombardia, nonché la revisione dell'Analisi di Rischio, sulla base delle prescrizioni formulate dalle CdS Decisorie del 11/10/2007 e 29/09/2009. Delibera di richiedere alla Procedura in Amministrazione Straordinaria di trasmettere anche il **Progetto Operativo di Bonifica dei suoli**, già richiesto a partire dalla CdS Decisoria del 20/01/2006, che tenga conto dei risultati dell'AdR.

4) Nel giugno 2018, la scrivente società AECOM ha redatto per conto del Commissario il "**Progetto di fattibilità tecnica ed economica** per: Lotto 2) Bonifica/messa in sicurezza permanente del suolo e del sottosuolo dello stabilimento della Caffaro a Brescia – CIG 6804685BB". Lo studio ha individuato le soluzioni tecnologiche applicabili al sito, ai fini del risanamento ambientale del sottosuolo. Inoltre, è stato definito un piano di *Remedial Investigations*, propedeutiche alla progettazione della bonifica.

5) Nel periodo Dicembre 2018 – Febbraio 2019 sono state eseguite da AECOM per conto del Commissario le indagini di campo e di laboratorio (***Remedial Investigations***) finalizzate a meglio definire le fasi di progettazione operativa. Le attività sono state supervisionate dal personale tecnico di ARPA Dipartimento di Brescia.

6) Nel dicembre 2019, AECOM ha redatto per conto del Commissario il **"Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente"**. Il Progetto è stato redatto in conformità al D.Lgs. 152/06 - Titolo V "Bonifica dei Siti Contaminati". Il Progetto riporta in allegato i documenti **"Analisi di Rischio Sanitario Ambientale Sito Specifica"** e **"Relazione di aggiornamento del Modello Idrogeologico di Flusso"**.

7) Nel settembre 2020, il Progetto Operativo di Bonifica è stato approvato con **Decreto** del MATTM n. 110 del 04.09.2020.

8) Nel novembre 2020, su richiesta del Commissario (nota del 15/10/2020, prot. 0374), al fine di presentare la documentazione al Provveditorato interregionale per le opere pubbliche, ai sensi dell'art. 215 del D.Lgs. 50/2016, la progettazione di fattibilità tecnica ed economica predisposta da AECOM viene aggiornata secondo quanto previsto dal Progetto Operativo di Bonifica approvato con Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020, le indagini di integrazione di caratterizzazione condotte nel periodo 2018-2019 e il piano di Decommissioning.

9) Nel gennaio 2021, in sede di adunanza del 14.01.2021, il Comitato Tecnico Amministrativo (CTA) del Provveditorato Interregionale alle Opere Pubbliche per la Lombardia e l'Emilia Romagna ha approvato il progetto di fattibilità tecnico-economica. Il parere del CTA è stato acquisito dal Commissario Straordinario SIN Brescia-Caffaro con prot. n. 155/2021 in data 16.03.2021.

10) Nel novembre 2021, AECOM ha redatto per conto del Commissario il "Progetto Definitivo - Interventi di decommissioning, bonifica e MISP presso lo Stabilimento Caffaro Brescia (BS)" (CUP F81D20000760001), di cui il presente Progetto costituisce lo Stralcio di prima Fase.

4.4.2. Matrice ambientale Acque di Falda

1) Il **Progetto Preliminare di messa in sicurezza operativa delle acque di falda** è stato redatto e trasmesso agli Enti dalla Caffaro nel maggio 2006. Su tale progetto si è espressa la CdS decisoria del 29/09/2006 deliberando di "*non ritenere condivisibile l'approccio seguito dall'Azienda di non trattare le acque di falda contaminate prelevate e non destinate a riutilizzi veri e propri (escludendo quindi l'uso come acque di raffreddamento, per guardie idrauliche e per sistemi antincendio) e di scaricarle ai limiti fissati dalla tabella 3 dell'allegato 5 alla parte terza del D.Lgs. 152/2006*". Pertanto, in sede di CdS Decisoria, si richiede all'Azienda di trasmettere, entro 30 giorni dalla data di notifica del verbale, la revisione del Progetto medesimo sulla base delle prescrizioni formulate. Atteso che a tale richiesta l'Azienda non ha ottemperato, in sede di CdS Decisoria del 11/10/2007 viene richiesto di trasmettere, entro 30 giorni dalla data di ricevimento del verbale, il **Progetto Definitivo di Bonifica delle acque di falda** che ottemperi a tutte le prescrizioni. In sede di CdS Decisoria del 26/06/2009 il MATTM richiede ad ARPA i rapporti di prova sulla qualità delle acque di scarico dello stabilimento e all'Azienda copia dell'autorizzazione allo scarico ex D.Lgs. 152/06 rilasciata dalla provincia di Brescia. Viene reiterata la richiesta di presentare il Progetto Definitivo di Bonifica delle acque di falda. Nel 2011 la Caffaro Chimica S.r.l. in liquidazione in amministrazione straordinaria vende il ramo d'azienda alla società New Co Brescia S.r.l., successivamente Caffaro Brescia S.p.A., la quale si impegna a proseguire senza continuità e mantenere in efficienza le opere e gli interventi di messa in sicurezza d'emergenza. Con nota prot. 05/13 comunica al MATTM che il sistema di emungimento delle acque di falda è costituito da n. 7 pozzi, di cui due (P2 e P7) collegati a specifici impianti di trattamento. L'acqua emunta viene immessa nella rete industriale e da qui distribuita agli utilizzi di stabilimento (processo e raffreddamento). Nel 2014 la Caffaro Brescia trasmette al MATTM il documento "Valutazione dello sbarramento idraulico della falda presso lo stabilimento Caffaro a Brescia".

2) Nella CdS Istruttoria del 22/07/2015 si chiede che sia redatta un'analisi di rischio per verificare l'assenza di rischio sanitario per i lavoratori dovuta alla contaminazione presente nella falda.

3) Nel 2015, nell'ambito dello studio di fattibilità effettuato per la realizzazione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle acque di falda del SIN Brescia-Caffaro, a cura di Sogesid, è stato implementato un nuovo modello numerico di flusso e trasporto. Sulla base di tale modello, ARPA Brescia nel 2018 ha sviluppato un ulteriore modello idrogeologico del SIN di Brescia, con l'obiettivo di simulare correttamente gli interventi di bonifica delle acque sotterranee all'interno del SIN, valutandone efficacia ed efficienza.

4) Nel giugno 2018, la scrivente società AECOM ha redatto per conto del Commissario il "**Progetto di fattibilità tecnica ed economica** per: Lotto 1) Messa in sicurezza di emergenze e bonifica/messa in sicurezza permanente delle acque sotterranee presso lo stabilimento della Caffaro a Brescia – CIG 6804677519". Nello stesso studio si è evidenziata la necessità di predisporre un piano di *Remedial investigations* propedeutiche per

la progettazione preliminare e per l'implementazione di un modello idrogeologico sito-specifico nell'areale del sito Caffaro.

5) Nel periodo dicembre 2018 – febbraio 2019, nell'ambito delle indagini di ***Remedial Investigations***, realizzate da AECOM nell'area dello stabilimento, sono stati ricercati i parametri sito specifici per l'Analisi di Rischio Sanitario e Ambientale e condotte le prove idrauliche per l'acquisizione dei parametri idraulici, propedeutici all'aggiornamento del modello idrogeologico sviluppato da ARPA Brescia per l'intero SIN. Il modello così aggiornato è stato ricalibrato e utilizzato a supporto della progettazione ingegneristica degli interventi di bonifica che si prevede di realizzare nell'area, descritti nel "**Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente**" approvato dal MATTM nel settembre 2020.

6) Nel novembre 2020, al fine di presentare la documentazione al Provveditorato interregionale per le opere pubbliche, ai sensi dell'art. 215 del D.Lgs. 50/2016, la progettazione di fattibilità tecnica ed economica predisposta da AECOM viene aggiornata secondo quanto previsto dal Progetto Operativo di Bonifica approvato con Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020, le indagini di integrazione di caratterizzazione condotte nel periodo 2018-2019 e il piano di Decommissioning. Nel gennaio 2021, in sede di adunanza del 14.01.2021, il Comitato Tecnico Amministrativo (CTA) del Provveditorato Interregionale alle Opere Pubbliche per la Lombardia e l'Emilia Romagna ha approvato il progetto di fattibilità tecnico-economica.

7) Nel novembre 2021, AECOM ha redatto per conto del Commissario il "Progetto Definitivo - Interventi di decommissioning, bonifica e MISP presso lo Stabilimento Caffaro Brescia (BS)" (CUP F81D20000760001), di cui il presente Progetto costituisce lo Stralcio di prima Fase.

4.5. Prescrizioni

Di seguito si riportano due tabelle che sintetizzano le Prescrizioni Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020 di approvazione del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" Rev 1 – AECOM – Dicembre 2019 e le Osservazioni del CTA (Adunanza del 14-01-2021).

Si precisa che nell'ambito del presente Progetto Stralcio di Prima Fase una parte degli interventi previsti nel Progetto Definitivo completo del novembre 2021 non saranno realizzati; pertanto, l'ottemperanza delle relative prescrizioni sarà demandata alle successive fasi progettuali e di intervento.

Decreto Art.	Prescrizioni Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020 di approvazione del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" Rev 1 – AECOM – Dicembre 2019	Recepimento delle prescrizioni nel Progetto Operativo di Bonifica (POB) e nel presente Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase (PDS)
1.1	*Al Tavolo Tecnico Territoriale, coordinato dalla Regione Lombardia, composto da Regione, Commissario Straordinario, Comune di Brescia, Provincia di Brescia e ATS Brescia, con ARPA Lombardia quale supporto tecnico della Regione, sono demandate le seguenti funzioni:* *a)valutare l'esecuzione delle attività previste dal Progetto di bonifica, per condividere il percorso e consentire di monitorare l'intervento, verificando la coerenza tra quanto approvato con il presente Decreto e quanto realizzato;* *b) condividere le modalità di adempimento delle prescrizioni e di eventuali approfondimenti del Progetto di bonifica…OMISSIS…;* *d) comunicare formalmente al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare tutti gli esiti delle valutazioni correlate all'attuazione del Progetto di bonifica, sottolineando quelle che potrebbero comportare la valutazione della necessità di una variante del Progetto approvato al fine di consentire le opportune valutazioni da parte del Ministero;*	Le osservazioni tecniche al Progetto operativo di Bonifica sono state recepite nel POB rev 1 del dicembre 2019, così come approvato e indicato dal Decreto all'art. 1 comma 1 (*È approvato il "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)".....omissis ....* così come integrato dal documento "*Controdeduzioni relative alle osservazioni tecniche inviate da ARPA Lombardia al Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" trasmesso sempre dal Commissario con nota del 19 febbraio 2020*). Il Tavolo Tecnico Territoriale monitorerà in fase esecutiva la corrispondenza con quanto previsto dal POB decretato e la

Decreto Art.	Prescrizioni Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020 di approvazione del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" Rev 1 – AECOM – Dicembre 2019	Recepimento delle prescrizioni nel Progetto Operativo di Bonifica (POB) e nel presente Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase (PDS)
		necessità in corso d'opera di eventuali varianti.
1.1	*c) valutare in particolare l'eventuale trattamento dei materiali di riporto più contaminati prima del loro conferimento nella messa in sicurezza permanente con capping superficiale prevista, nel rispetto delle migliori tecniche di pretrattamento adottabili;*	In accordo alle richieste di ARPA/ISPRA, il POB e il PD descrivono il processo di inertizzazione dei materiali, al fine di massimizzare la frazione di materiali che potrà essere gestita internamente al sito di intervento (mediante conferimento a sistema MISP), riducendo di conseguenza il ricorso a smaltimenti esterni e all'approvvigionamento dall'esterno di materiale idoneo. Nell'ambito del presente PDS è previsto l'incapsulamento (MISP) dei terreni derivanti dall'attività di "soil replacement" per i suoli profondi, previa eventuale inertizzazione per la parte più contaminata (rif. Relazione tecnica impianti di trattamento terreni 60705578_CBS_15_RL02_2_0).
1.2	*contestualmente all'avvio della gara di aggiudicazione dei lavori, deve essere trasmesso a tutti gli Enti, il Progetto esecutivo posto a base di gara, redatto secondo i contenuti del Progetto operativo di bonifica;*	Onere a carico della stazione appaltante.
1.3	*prima dell'avvio dei lavori deve essere concordato con l'ARPA competente il Piano complessivo di monitoraggio e controllo al fine di verificare l'efficacia degli interventi;*	Il piano complessivo di monitoraggio e controllo sviluppato all'interno del POB e PD è stato dettagliato e condiviso con ARPA; in questa sede si riportano i monitoraggi da applicare nell'ambito dei lavori previsti dal PDS (rif. Capitolo 12 Relazione Generale Illustrativa 60705578_CBS_00_RL01_2_0). Ulteriori aggiornamenti e/o integrazioni saranno sviluppati dall'Appaltatore in sede di progettazione esecutiva in accordo con le indicazioni degli Enti competenti.
1.4	*preliminarmente alle demolizioni deve essere eseguita una ricognizione completa e approfondita dello stato delle installazioni produttive ancora esistenti (ancorché cessate) e dei depositi di rifiuti al fine di consentire opere di rimozione, smaltimento e bonifica impiantistica: a conclusione di tali attività deve essere redatto un report con i risultati della ricognizione effettuata;*	Il piano di demolizione incluso nel PDS contiene i dettagli delle attività di censimento effettuate in sito nel 2019, nonché gli ultimi rilievi effettuati nell'ambito dei sopralluoghi del 2023. Rimane a carico dell'appaltatore la progettazione esecutiva delle attività di Decommissioning e Demolizione.

Decreto Art.	Prescrizioni Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020 di approvazione del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" Rev 1 – AECOM – Dicembre 2019	Recepimento delle prescrizioni nel Progetto Operativo di Bonifica (POB) e nel presente Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase (PDS)
1.5	*le attività di demolizione non sono oggetto del Progetto di bonifica e devono essere autorizzate secondo la vigente normativa edilizia, ad esclusione delle misure di Messa in sicurezza d'emergenza ai sensi dell'articolo 242 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, necessarie in fase di decommissioning degli impianti;*	Onere a carico dell'appaltatore.
1.6	*la demolizione degli edifici e dei reparti produttivi e la successiva gestione dei materiali derivanti dalle stesse devono essere effettuate per lotti omogenei: per ogni edificio/reparto deve essere prodotto specifico lotto di demolizione che darà origine ad uno o più cumuli da sottoporre ad indagini specifiche (anche con la ricerca dei contaminanti storicamente utilizzati in tale area) per la verifica della classificazione di pericolosità del rifiuto e per il controllo di idoneità previsto per il recupero;*	L'appaltatore procederà alla definizione degli specifici lotti di demolizione nell'ambito della progettazione esecutiva delle attività di demolizione.
1.7	*nell'ambito degli interventi di messa in sicurezza permanente (MISP) devono essere conferite esclusivamente le matrici derivanti dalle operazioni di bonifica (terreni/terreni di riporto post bonifica non conformi al riutilizzo on-site);*	Si conferma l'applicazione di tale approccio sia nel POB che nel PDS.
1.8	*a valle delle attività di demolizione, per le aree interessate dagli interventi di bonifica mediante scavo con destinazione commerciale-industriale, nella proposta di indagini ambientali preliminari deve essere integrato il set analitico con i parametri Antimonio, Cobalto e Zinco; deve altresì essere concordato con l'ARPA competente un eventuale riposizionamento dei punti di indagine in fase esecutiva anche alla luce di potenziali criticità in sede di dismissione e demolizione degli impianti;*	Nell'ambito del PDS non sono previsti interventi suoi suoli superficiali. Il protocollo analitico relativo alla caratterizzazione dei terreni in fase di indagini preliminari è stato integrato con i richiesti (rif. Par. 11.3.1.1.2 Relazione Generale Illustrativa 60705578_CBS_00_RL01_2_0).
1.9	*per le aree interessate da interventi di bonifica mediante scavo alle CSC/CSR, considerando che la fascia edificata comprende una serie di potenziali centri di pericolo (sala celle, impianto clorato, etc.), sulla base degli esiti delle attività di caratterizzazione integrativa previste, la definizione degli interventi deve essere eventualmente modificata tenuto conto degli esiti delle valutazioni correlate all'attuazione del Progetto di bonifica eseguite in sede di Tavolo Tecnico Territoriale;*	Le attività di caratterizzazione integrative previste dal POB riguardano un'area riperimetrata sulla base di quanto indicato nel parere tecnico di ARPA Lombardia del 23 settembre 2019 (rif. Par. 11.3.1.1.2 Relazione Generale Illustrativa 60705578_CBS_00_RL01_2_0). Il numero e la distribuzione dei punti di indagine potranno essere aggiornati/ottimizzati in fase esecutiva in funzione delle condizioni effettivamente riscontrate a seguito delle operazioni di demolizione nonché delle evidenze di campo durante la stessa fase di indagine.
1.10	*in relazione alle acque sotterranee, per i seguenti parametri gli obiettivi di bonifica sono determinati tramite analisi statistica delle concentrazioni in ingresso al sito: Cromo VI (17,6 µg/l), 1,1Dicloroetilene (1,57 µg/l), Tetracloroetilene (32,2 µg/l); per il parametro Cloroformio l'obiettivo è pari alla concentrazione massima in ingresso al sito (0,2 µg/l); per i restanti parametri l'obiettivo di bonifica è il raggiungimento delle rispettive CSC;*	Gli interventi sulla matrice acque di falda non fanno parte del presente PDS.
1.11	*per quanto riguarda la MISP dei riporti non conformi mediante capping superficiale, in fase di monitoraggio ne deve essere valutata l'efficacia a lungo termine nei confronti delle matrici ambientali e della salute pubblica, tenuto conto delle ragioni tecniche espresse nel parere trasmesso dall'ARPA con nota del 28 gennaio 2020 con protocollo n. 12439;*	I presidi di monitoraggio della MISP riportati nel PD e ripresi nel presente PDS tengono conto delle ragioni tecniche espresse nel parere trasmesso dall'ARPA con nota del 28 gennaio 2020 con protocollo n. 12439, con particolare

Decreto Art.	Prescrizioni Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020 di approvazione del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" Rev 1 – AECOM – Dicembre 2019	Recepimento delle prescrizioni nel Progetto Operativo di Bonifica (POB) e nel presente Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase (PDS)
		riferimento alla rete di monitoraggio e captazione vapori che sarà collegata anche ad un sistema di estrazione e trattamento vapori. Il Piano di monitoraggio dovrà consentire la valutazione di quanto richiesto.
1.12	*per quanto riguarda la MISP a doppia impermeabilizzazione, deve essere fornita al Tavolo Tecnico Territoriale la documentazione tecnica che comprovi, con elevato livello di confidenza, l'equivalenza prestazionale dei pacchetti di isolamento proposti alla base e alla sommità del sistema adottato rispetto a quanto contenuto al punto 2.4.2 dell'Allegato 1 del Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n. 36;*	I pacchetti di impermeabilizzazione sono stati definiti secondo i criteri previsti dal D.Lgs. n. 36 del 13.01.2003 "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti". In fase esecutiva dovrà essere fornita al Tavolo Tecnico Territoriale la documentazione tecnica che comprovi, l'equivalenza prestazionale dei pacchetti di isolamento.
1.13	*sempre per quanto riguarda la MISP – e con afferenza al tema dei materiali derivanti dalle operazioni di bonifica oltre i limiti di ammissibilità in discarica – tenuto conto delle ragioni tecniche espresse nel parere trasmesso dall'ARPA Lombardia con nota del 28 gennaio 2020 con protocollo n. 12439, nonché del rispetto del principio di precauzione, si chiede:* *a) di implementare l'estensione della caratterizzazione integrativa prevista sui suoli, in modo rappresentativo, con la verifica di ammissibilità in discarica dei lotti di cui è previsto il conferimento in MISP;* *b) di adottare - in presenza di materiali contaminati non ammissibili in discarica per rifiuti pericolosi e al fine di una maggiore garanzia della tutela della salute e dell'ambiente - misure di precauzione quali la preliminare solidificazione o la parziale stabilizzazione, ove tecnicamente fattibili, dei suddetti materiali contaminati;* *c) di sottoporre alla valutazione del Tavolo Tecnico Territoriale le attività di cui alle due lettere precedenti;*	Il presente PDS prevede la caratterizzazione dei materiali che saranno inviati in MISP, ossia i terreni profondi derivanti dagli interventi di "soil replacement", incluse le verifiche analitiche per valutare un invio diretto all'area di MISP o l'eventuale trattamento di inertizzazione prima dell'invio a MISP dei materiali con eluato non conforme.
1.14	*sui materiali conferiti in MISP deve essere predisposto un monitoraggio dei vapori, anche con l'utilizzo di camere di flusso, e deve essere allestito, ove necessario, un impianto di captazione, estrazione e trattamento. In fase di predisposizione del Piano di monitoraggio, gli Enti con competenze sanitarie devono fornire gli approfondimenti necessari e le eventuali valutazioni tecniche al fine di definire limiti per le sostanze volatili (in particolare COV e Mercurio) da applicarsi in corso d'opera;*	I presidi di monitoraggio della MISP riportati nel PDS (rif. par. 11.3.3.4 della Relazione Generale Illustrativa 60705578_CBS_00_RL01_2_0) tengono conto delle ragioni tecniche espresse nel parere trasmesso dall'ARPA con nota del 28 gennaio 2020 con protocollo n. 12439, con particolare riferimento alla rete di monitoraggio e captazione vapori che potrà essere collegata, se necessario, ad un sistema di estrazione e trattamento vapori.
1.15	*in fase autorizzatoria, relativamente alla rete di regimazione acque meteoriche, deve essere acquisita la valutazione del Comune di Brescia circa la compatibilità idraulica dell'opera rispetto alla roggia Fiumicella; inoltre, il Commissario deve fornire approfondimenti atti a dimostrare, con elevato livello di confidenza, che le opere di regimazione nel tempo non interagiscano negativamente con le funzioni di inibizione dei percorsi di lisciviazione o inficino i sistemi di MISP previsti (manutenzione compresa);*	L'acquisizione del parere di compatibilità idraulica risulta a carico dell'appaltatore. I dettagli circa raccordi, saldature e collegamenti atti a garantire la continuità del sistema di confinamento anche in corrispondenza dei manufatti saranno oggetto di approfondimento in sede di Progetto Esecutivo.

Decreto Art.	Prescrizioni Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020 di approvazione del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" Rev 1 – AECOM – Dicembre 2019	Recepimento delle prescrizioni nel Progetto Operativo di Bonifica (POB) e nel presente Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase (PDS)
1.16	*per quanto riguarda il sistema di raccolta e monitoraggio delle condense, deve essere previsto un Piano di gestione e monitoraggio delle stesse che ne garantisca il tempestivo allontanamento durante le fasi di realizzazione dell'impianto di MISP;.1*	Il POB e PDS prevedono l'installazione di presidi di monitoraggio dei sistemi di MISP con un piano di sorveglianza e monitoraggio delle condense (rif. Par. 11.3.3.4.1 della Rel. Gen. Illustrativa 60705578_CBS_00_RL01_2_0).
1.17	*per quanto attiene al sistema di captazione vapori sottostante il capping di fondo, deve essere integrato il Piano di monitoraggio, introducendo una serie di verifiche dei soil gas anche in fase di realizzazione del sistema di MISP;*	Il POB e il PDS prevedono il monitoraggio dei sistemi di MISP con un piano di sorveglianza e monitoraggio dei vapori (rif. Par. 11.3.3.4.2 della Rel. Gen. Illustrativa 60705578_CBS_00_RL01_2_0).
1.18	*sugli aspetti geotecnici connessi con gli interventi di MISP, qualora non sia già stato previsto, devono essere verificate le ipotesi relative ai possibili cedimenti tramite idonee prove di carico su piastra. Inoltre, nel caso vengano modificate significativamente le caratteristiche geometriche di Progetto, devono essere riverificate le condizioni di sicurezza calcolate. Tali verifiche sono di competenza del Tavolo Tecnico Territoriale;*	L'appaltatore avrà l'onere di condividere con il Tavolo Tecnico eventuali variazioni relative alle caratteristiche geometriche di progetto.
1.19	*per quanto riguarda il monitoraggio post operam, deve essere effettuato, anche in fase di realizzazione del sistema di MISP, un monitoraggio con adeguata frequenza della rete di raccolta delle condense e delle acque superficiali di drenaggio del sito, le cui modalità devono essere stabilite di concerto con gli Enti di controllo;*	Il monitoraggio delle condense e delle acque superficiali di drenaggio previsto dovrà essere effettuato anche in fase di realizzazione del sistema di MISP (rif. Par. 11.3.3.5 e 11.3.3.6 della Relazione Generale Illustrativa 60705578_CBS_00_RL01_2_0).
1.20	*in relazione alle modalità di collaudo degli interventi di scavo, devono essere ottemperate le eventuali ulteriori prescrizioni relative agli aspetti operativi formulate dall'ARPA competente e da concordarsi in sede di cantiere;*	L'appaltatore e la Direzione Lavori avranno l'onere di ottemperare e verificare in corso d'opera tale prescrizione.
1.21	*prima della fase esecutiva, deve essere predisposto un addendum specifico, da inviare all'ARPA e alla Provincia, contenente:* *a) Piano di controllo delle forniture di materiali/materie prime/ausiliarie utilizzate, comprendente le verifiche di accettazione (sulla scorta dei certificati del produttore) e le prove di laboratorio, anche distruttive, da effettuare prima della messa in opera;* *b) Piano di controllo delle opere messe in posa - comprendente le verifiche d'uopo, i monitoraggi e le prove non distruttive necessarie - atto ad accertare la corretta esecuzione dei lavori;* *c) proposta di Piano di collaudo, anche per lotti, delle opere di messa in posa, atta a definire le procedure, le modalità, i monitoraggi e le tecniche di collaudo sulle opere completate;*	L'appaltatore e la Direzione Lavori avranno l'onere di ottemperare e verificare in corso d'opera tale prescrizione.
1.22	*non è consentito svolgere attività di scavo/movimentazione terra in presenza di vento idoneo a sollevare polvere;*	Si prende atto di quanto indicato.
1.23	*al punto 16.1.4. "Monitoraggio polveri" del Capitolo 16 del "Piano di monitoraggio e collaudi", deve essere previsto anche il monitoraggio della frazione PM 2,5, oltre a quello su Polveri Totali Sospese e PM10;*	Il piano di monitoraggio è stato integrato con la frazione PM 2,5 (rif. Par. 12.1.4 della Relazione Illustrativa 60705578_CBS_00_RL01_2_0).

Decreto Art.	Prescrizioni Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020 di approvazione del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" Rev 1 – AECOM – Dicembre 2019	Recepimento delle prescrizioni nel Progetto Operativo di Bonifica (POB) e nel presente Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase (PDS)
1.24	*al fine della tutela dei lavoratori, per la valutazione e gestione del rischio chimico per i lavoratori attuali del sito deve farsi riferimento a quanto contenuto nel manuale operativo INAIL (2014) "Il rischio chimico per i lavoratori nei siti contaminati";A.7*	Si prende atto di quanto indicato.
1.25	*in fase di redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, relativo alle attività di bonifica e messa in sicurezza permanente, ai sensi del Titolo IV del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81, devono essere effettuate adeguate valutazione e gestione del rischio chimico, in particolare inalatorio e dermico, per esposizione a sostanze pericolose presenti nelle matrici ambientali contaminate (secondo quanto disposto dal Titolo IX del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81), tenendo conto della contaminazione del suolo insaturo e delle acque di falda. In particolare:* *a) in riferimento al rischio inalatorio, devono essere effettuate periodiche misurazioni dell'aria ambiente durante la realizzazione degli interventi e in particolare durante le attività di scavo: a tal fine è possibile fare riferimento alla norma UNI EN 689-2019;* *b) in riferimento al rischio di ingestione di suolo e acqua di falda contaminati, devono essere adottate specifiche norme igieniche, come il divieto di assumere cibi, di fumare, ecc., ex articolo 237 e articolo 273 del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81;*	Si prende atto di quanto indicato.
1.26	*prima dell'avvio dei lavori, deve essere fornito l'elenco degli interventi e dei relativi costi riferiti a ciascuna area individuata sulla base degli identificativi catastali, corredato da apposita planimetria.*	Si prende atto di quanto indicato.

Parere CTA	Osservazioni CTA Adunanaza del 14-01-2021	Recepimento delle osservazioni nel Progetto Definitivo (PD)
1	*per la corretta gestione della falda prima, durante e dopo l'applicazione del piano di bonifica si fa obbligo agli estensori del progetto definitivo di individuare, sulla base del modello idraulico, uno o più pozzi rappresentativi della potenziale evoluzione quali quantitativa del corpo idrico sotterraneo rispetto alle modifiche dello stato e degli obiettivi di qualità previsti nell'ambito dell'applicazione della direttiva quadro 2000/60/CE così come recepito dal DLgs 152/2006 (Gli standard di qualità (definiti a livello europeo) e i valori soglia (definiti a livello nazionale) per le acque sotterranee sono riportati nella lettera 8, parte A dell'allegato 1 alla parte III del DLgs 152/2006 (tabella 2 e tabella 3). I valori soglia adottati dall'Italia sono stati modificati dal decreto del Ministero dell'Ambiente del 6 luglio 2016 che recepisce la direttiva 2014/80/UE, di modifica dell'Allegato II della direttiva 2006/118/CE).*	Il progetto prevede una rete di monitoraggio della qualità della falda. Si evidenzia inoltre quanto richiamato da Arpa Lombardia con parere del 31 marzo 2021 (Valutazioni tecniche Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dello stabilimento Caffaro Nota al parere del CTA del Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche): *In riferimento alla richiesta di individuazione, sulla base del modello idraulico, di uno o più pozzi rappresentativi della potenziale evoluzione quali - quantitativa del corpo idrico sotterraneo rispetto alle modifiche dello stato e degli obiettivi di qualità previsti dal D.lgs. 152/2006, Parte III, allegato 1, parte A Lettera B, Tabelle 2 e 3 si recepisce l'indicazione fornita dal CTA. In merito, si rende noto che il piezometro denominato Pz3Est80 presente all'interno del Campo Morosini fa parte della rete di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei da alcuni anni e che tale punto sarà mantenuto nei prossimi anni anche per le valutazioni di cui alla Parte III del D.lgs. 152/2006. Ulteriori punti di campionamento, censiti nell'ambito delle attività di monitoraggio delle acque sotterranee svolte da ARPA in base a Convenzioni con il MATTM ed il Commissario stesso1 e ubicati all'esterno del sito entro una fascia di 200 metri, saranno sottoposti a monitoraggio secondo le cadenze che nelle varie fasi dell'attività di bonifica saranno individuate.*
2	*per la completa valutazione del trattamento per la bonifica dei composti volatili conseguenti al trattamento dei suoli, si fa obbligo preliminarmente alla progettazione definitiva di eseguire una adeguata campagna di valutazione dell'aria ambiente soprastante i suoli oggetto di intervento limitatamente al set di analiti per i quali di persegue l'abbattimento. Tale monitoraggio sarà ripetuto a conclusione del trattamento dando evidenza della percentuale di abbattimento ottenuta;*	Il piano di monitoraggio e collaudo prevede campagne di misure prima, durante e dopo gli interventi di bonifica con monitoraggio della qualità dell'aria attraverso sistemi fissi e strumentazione portatile.
3	*per la corretta valutazione del rilascio dei contaminanti quali Diossine (intendendo PCDD + PCDF) e PCB compresi anche i congeneri Dioxin-Like, oltre alle postazioni indicate nel piano di monitoraggio, si dovranno prevedere punti di campionamento sul terreno (deposimetri) e all'esterno dell'area di operazioni. La scelta dei punti di monitoraggio dovrà tener conto di parametri quali le direttrici del vento;*	Il piano di monitoraggio e collaudo previsto dal Progetto include quanto prescritto.
4	*l'analisi dei PCB, delle Diossine e dei Furani, in tutte le matrici considerate, dovrebbe riportare i valori dei Tossici Equivalenti totali (ZTE PCB-dioxin like + diossine + furani) in modo da valutare correttamente il rischio sanitario determinato da questi contaminanti; è nota infatti la loro caratteristica di penetrare nella catena alimentare con fenomeni di bioaccumulo e biomagnificazione; A tal fine l'analisi dei PCB-Dioxin Like (non-orto: PCB-77, PCB-81, PCB-126 e PCB-169 e mono-orto: PCB-105, PCB-114, PCB-118, PCB-123, PCB-156, PCB-157, PCB-167, PCB-189) dovrebbe essere effettuata con una metodica più adeguata;*	Si evidenzia quanto richiamato da Arpa Lombardia con parere del 31 marzo 2021 (Valutazioni tecniche Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dello stabilimento Caffaro Nota al parere del CTA del Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche): *"per quanto attiene ai congeneri di PCB da determinare nelle matrici suolo e sottosuolo, il MATTM con ISS ha determinato per il SIN Caffaro un set di 33 congeneri sito specifici, comprendenti i congeneri dioxin-like ed ulteriori congeneri sito specifici identificati nelle indagini ambientali eseguiti a più riprese nell'area del SIN. Per quanto riguarda la determinazione della sommatoria I-*

Parere CTA	Osservazioni CTA Adunanaza del 14-01-2021	Recepimento delle osservazioni nel Progetto Definitivo (PD)
		Teq di PCB dioxin-like con PCDD-PCDF, quanto richiesto consta essenzialmente in una sommatoria di valori già determinati nell'ambito delle indagini previste utilizzando la metodica di calcolo WHO-Teq in sostituzione della I-Teq."
5	*Il progetto definitivo a base di gara dovrà contenere dettagliate prescrizioni operative in merito all'esecuzione dei test pilota e campi prova in sito per la verifica dell'efficacia delle tecnologie di bonifica su più larga scala per il corretto dimensionamento degli impianti e dei trattamenti full- scale che l'impresa esecutrice realizzerà/adotterà nei successivi interventi di bonifica; il tutto finalizzato all'invariabilità della disciplina economica-contrattuale dell'appalto;*	Il PDS a base di gara include la specifica tecnica di esecuzione dei test pilota e campi prova in sito per la verifica dell'efficacia delle tecnologie di bonifica su più larga scala, permettendo il corretto dimensionamento degli impianti e dei trattamenti full-scale, in relazione alle condizioni specifiche del sito nel quale saranno applicate (rif. Annesso B della Relazione Generale Illustrativa 60705578_CBS_00_RL01_2_0).
6	*i successivi livelli di progettazione saranno elaborati in ottemperanza alle prescrizioni impartite nel D.M. n. 110 del 04/09/2020 con il quale il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) in data 04/09/2020, n. 110, ha approvato il "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente — stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)", così come integrato dal documento "Controdeduzioni relative alle osservazioni tecniche inviate da ARPA Lombardia al Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente";*	Il POB e il PDS recepiscono le osservazioni e i pareri degli Enti espressi durante il procedimento istruttorio, concluso con il Decreto di approvazione n. 110 del 04.09.2020. I successivi livelli di progettazione (progetto esecutivo) dovranno essere elaborati in ottemperanza alle prescrizioni. Si precisa che il presente Progetto costituisce lo Stralcio di Prima Fase che comprende una parte degli interventi complessivi previsti nel POB.
7	*Nei successivi livelli di progettazione, il costo totale degli interventi di bonifica deve essere desunto applicando alle varie categorie di lavorazioni, il relativo prezzo unitario desunto dal prezzario vigente nella regione Lombardia o limitrofe; per i prezzi unitari non rilevabili dal citato prezzario, si istruiranno apposite analisi dei prezzi utilizzando i costi unitari per la manodopera, i materiali ed i noli, riportati nei listini ufficiali di riferimenti vigenti nell'area*	Le voci di prezzo sono state desunte dal Prezzario Regionale delle opere pubbliche regione Lombardia Anno 2023 (cfr. Computo Metrico Estimativo 60705578_CBS_00_CM02_2_0). Le eventuali voci di prezzo mancanti sono state desunte da altri prezzari regionali, indagini di mercato o analisi prezzi (cfr. Analisi Prezzi 60705578_CBS_00_AP01_2_0).
8	*il costo degli interventi di progetto deve trovare copertura finanziaria per l'intero importo stimato.*	Si prende atto di quanto indicato.

5. SINTESI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE E DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

5.1. Indagini di caratterizzazione svolte e risultati conseguiti

5.1.1. Matrice ambientale Suolo/Sottosuolo

Dal 2000 al 2005 sono state eseguite n. 4 campagne di caratterizzazione ambientale; i campioni di terreno prelevati sono stati raggruppati nei seguenti 4 orizzonti stratigrafici (cfr. "Relazione di sintesi – Revisione del 31.08.2016")*:*

***"Livello A** (0,0 – 1,5 m)* *riporto;*

***Livello B** (1,5 – 3.0 m)* *limo prevalente;*

***Livello C** (3,0 – 10,0 m)* *ghiaia prevalente;*

***Livello D** (10,0 – 40 m)* *sabbia prevalente."*

Tabella 3: Attività di indagine (Fonte: Tabella 2 della "Relazione di sintesi – Revisione del 31.08.2016" – Fonte: "MCS definitivo redatto da NCE nel Maggio 2006")

Tabella 1.14 - Attività di indagine

Campagna d'indagine	Data di esecuzione	N. sondaggi	N. scavi esplorativi	N. campioni prelevati (*)	
Prima campagna	12/2000-05/2001	55	0	57	Livello A
				37	Livello B
				71	Livello C
				93	Livello D
				258	**Totale**
Seconda campagna	10/2001-03/2002	15+3 (*)	1	17	Livello A
				0	Livello B
				30	Livello C
				0	Livello D
				47	**Totale**
Terza campagna	10/2003-03/2004	24	6	54	Livello A
				10	Livello B
				44	Livello C
				26	Livello D
				134	**Totale**
Quarta campagna	03/2005-04/2005	21	9	60	Livello A
				11	Livello B
				20	Livello C
				0	Livello D
				91	**Totale**
TOTALE	**12/2000-04/2005**	**115**+3 (*)	**17**	188	Livello A
				58	Livello B
				165	Livello C
				119	Livello D
				530	**Totale**

Le profondità degli orizzonti di terreno indicati sono:
Livello A: 0-1,5 m da p.c.;
Livello B: 1,5-3,0 m da p.c.;
Livello C: 3,0-10,0 m da p.c.;
Livello D: 10,0-40,0 m da p.c.;

(*) 3 sondaggi eseguiti nel corso della seconda campagna di indagine sono stati realizzati per studiare le caratteristiche geotecniche del sottosuolo. Da questi sondaggi non sono stati prelevati campioni da sottoporre ad analisi chimiche ambientali.

Le indagini di caratterizzazione eseguite, la cui ubicazione è riportata in Allegato 1 (tratto da “Analisi delle concentrazioni dei contaminanti presenti nel sottosuolo dello stabilimento Caffaro di Brescia e Modello Concettuale Definitivo dello Stabilimento” (NCE - Maggio 2006)), hanno permesso l’individuazione dei contaminanti di interesse del sito.

La distribuzione spaziale dei contaminanti di interesse evidenzia una maggiore concentrazione dei contaminanti nel Livello A, mentre il Livello B rappresenta la porzione di terreno fondamentale per la migrazione dei contaminanti a maggiore profondità. Nei Livelli C e D si riconoscono, nella zona sud-ovest dello stabilimento, concentrazioni considerevoli per Arsenico, Mercurio e PCB. (cfr. Allegato 3 – Tavole 9a- 9n).

5.1.2. Matrice Ambientale Acque sotterranee

A partire dal 2000, contemporaneamente all'esecuzione dei sondaggi geognostici, sono stati realizzati diversi piezometri finalizzati a meglio comprendere le caratteristiche idrochimiche e idrogeologiche della falda sottostante l'insediamento industriale, dove erano già presenti n. 7 pozzi industriali per usi produttivi. Le acque di falda sono risultate essere contaminate principalmente da alifatici clorurati, PCB, Hg e antiparassitari (DDT e similari).

La rete di monitoraggio delle acque di falda risulta costituita da:

- *internamente allo stabilimento:* n. 7 pozzi industriali (P1-P7) e n. 10 piezometri: Pz1 – Pz7: 80 m (realizzati durante la prima fase di caratterizzazione, dicembre 2000 – maggio 2001); Pz8: 50 m (realizzato durante la seconda caratterizzazione, novembre 2001 – marzo 2002); Pz9 – Pz10: 40 m (costruiti durante la terza caratterizzazione, ottobre 2003 – marzo 2004);
- *esternamente allo stabilimento*: n. 5 piezometri (Pz1 Est – Pz5 Est) appartenenti alle triplette di piezometri (profondità -40 m, -80 m, -120 m), tutti realizzati in occasione della terza fase di caratterizzazione (ottobre 2003 – marzo 2004).

L'ubicazione della rete di monitoraggio è riportata nella seguente Figura.

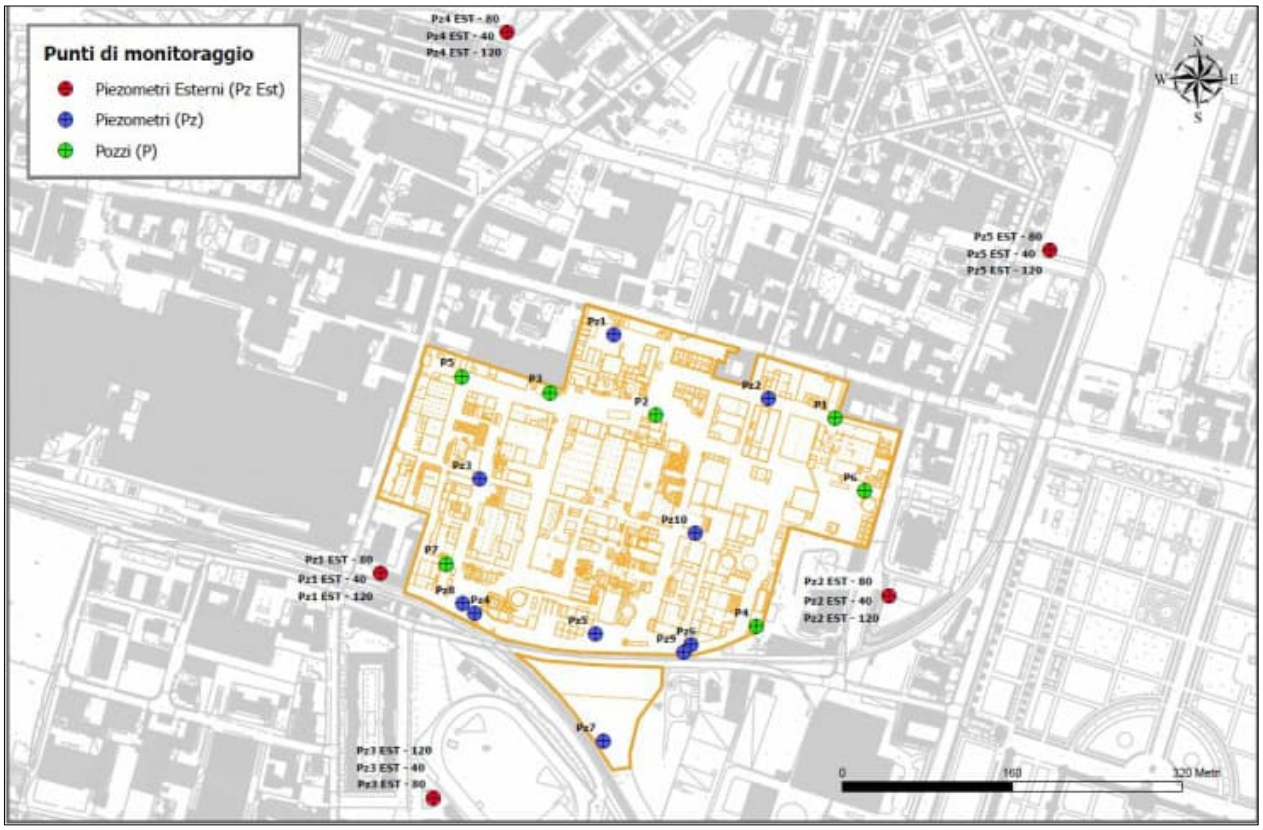


Figura 4: Planimetria con ubicazione dei piezometri e pozzi dello Stabilimento Caffaro (Fonte: Immagine 5 della "Relazione di sintesi – Revisione del 31.08.2016")

Il piano di monitoraggio delle acque di falda attivo presso lo stabilimento in oggetto segue il protocollo analitico definito nel 2010 e riportato in Tabella 4.

Tabella 4: Piano di monitoraggio acque di falda (Fonte: Tabella 4 della "Relazione di sintesi – Revisione del 31.08.2016")

ALLEGATO 1

PIANO DI MONITORAGGIO ACQUE DI FALDA rev.aprile 2010

Punti di controllo

pozzi	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (*)
piezometri interni	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
piezometri esterni	1est (80) , 3est (80) , 4est (80) , 5est (80) (x)
valle trattamenti	pozzo 2 - uscita resine, pozzo 7 - uscita trattamento

(*) POZZI: Sono campionati i pozzi in esercizio

(x) PIEZOMETRI ESTERNI: Delle triplette esterne è campionato il solo piezometro che intercetta tutto il primo acquifero (-80 m da p.c.). Tutti i 15 piezometri costituenti le triplette (-40, -80, -120 m da p.c.) sono campionati una volta all'anno

Analiti

Hg, As, Cr tot, CrVI
Alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni
Fitofarmaci
PCB
PCDD/PCDF *(sui piezometri esterni ogni 2 mesi)*

Nei mesi da giugno 2014 e gennaio 2015 sono stati eseguiti i monitoraggi chimici e piezometrici della falda estesi a tutti i siti rientranti nel SIN Brescia-Caffaro secondo un protocollo redatto da ARPA nell'Aprile 2014 e rientrante nell'accordo di programma del 2009 stipulato tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, la Regione Lombardia, la Provincia di Brescia, il Comune di Brescia.

5.2. Descrizione dello stato di fatto della contaminazione

Le figure seguenti illustrano la distribuzione spaziale e le concentrazioni di alcuni dei principali composti che hanno mostrato superamenti delle CSC nella campagna di monitoraggio del Settembre 2017 (Dati ARPA).

Le concentrazioni massime di **Tetracloroetilene** (Figura 5), comprese tra 25 e 30 µg/l, sono state registrate a monte idrogeologico (Pz5 Est) e a lato dello stabilimento (Pz2 Est), mentre all'interno dello stabilimento sono sempre inferiori a 20 µg/l. Confrontando tale pattern con la ricostruzione delle aree di cattura riportate in Figura 12: Ricostruzione delle aree di cattura in condizioni di falda alta - *Valutazione dell'efficacia dello sbarramento idraulico della falda presso il sito Caffaro Brescia*." (Environ, Ottobre 2014)

(Modellazione Environ - Ottobre 2014), è evidente come tale composto sia richiamato dall'esterno dall'azione di emungimento in atto nello stabilimento Caffaro. Anche ARPA, nel 2016 identificava la sorgente di tale contaminazione come potenzialmente ubicata nell'area Iveco.

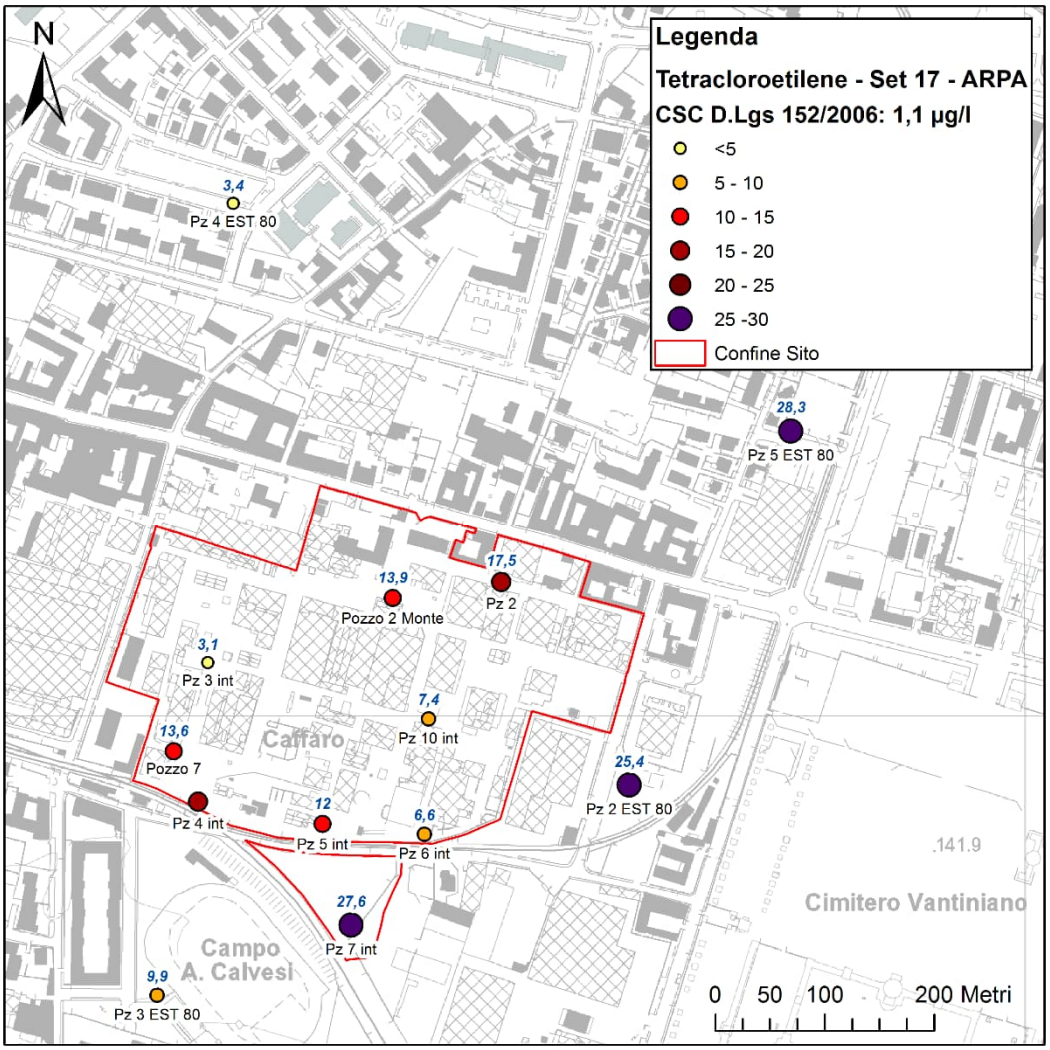


Figura 5: Concentrazioni di Tetracloroetilene - Settembre 2017

Il **Tetracloruro di Carbonio** (Tetraclorometano) sia nel 2016 che nel 2017 ha fatto registrare le massime concentrazioni, pari a 24,2 µg/l, in corrispondenza del piezometro Pz3 (Figura 6). Il campione prelevato dal Pozzo 7, posto a valle di Pz3, ed in emungimento, ha mostrato concentrazioni pari a 9,4 µg/l, superiori alla CSC, ma inferiori alla concentrazione rilevata nel piezometro. Anche Pz10 mostra concentrazioni di Tetracloruro di Carbonio simili, pari a 7,6 µg/l, mentre tutti gli altri punti, sia a monte sia a valle, mostrano valori conformi. Sulla base dei dati storici e di quelli precedentemente descritti, ARPA nel report inerente i risultati idrochimici del 2017, ipotizza una potenziale sorgente secondaria all'interno dello stabilimento Caffaro.

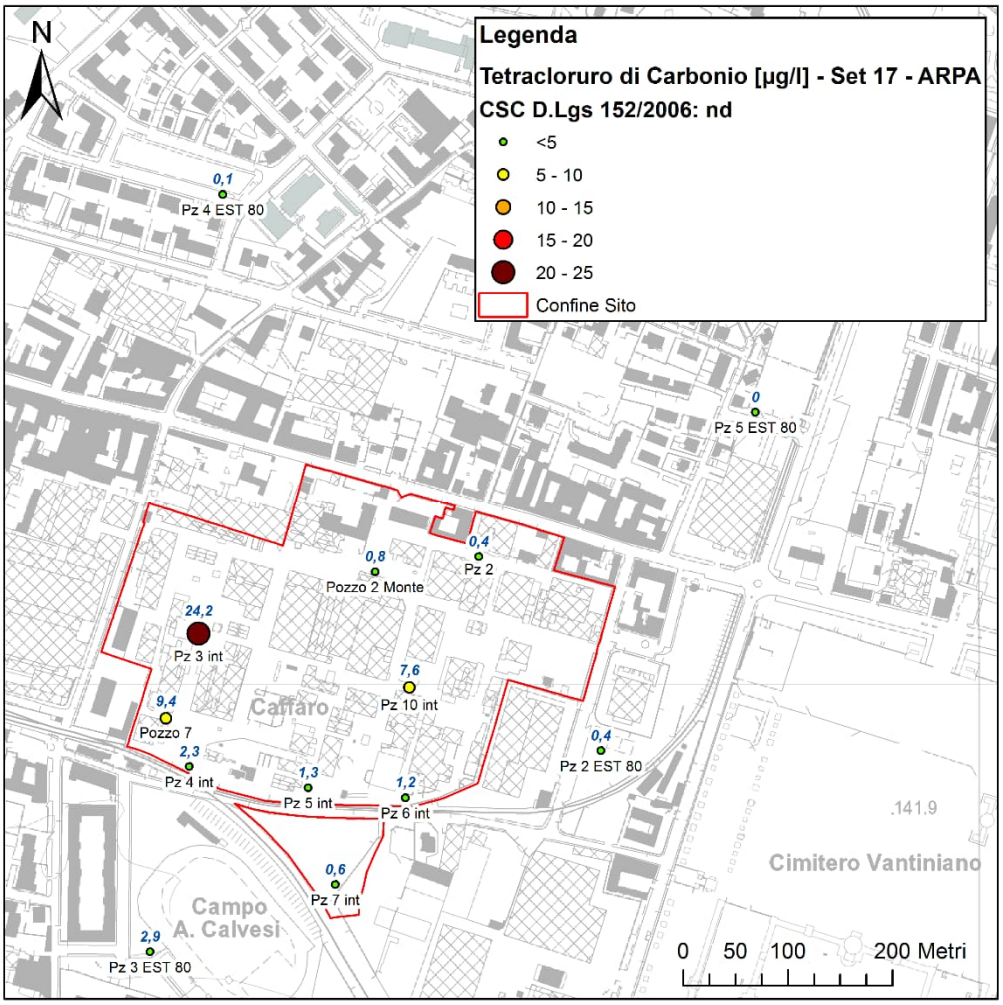


Figura 6: Concentrazioni di Tetracloruro di Carbonio - Settembre 2017

Il **Cloroformio** (Triclorometano) mostra le concentrazioni massime, prossime a 50 µg/l, in corrispondenza del Pz10, che si trova al centro dello stabilimento, e nel Pz5, posto immediatamente a valle (19,2 µg/l). I piezometri a monte di tale settore (Figura 7) mostrano concentrazioni superiori alle CSC ma generalmente inferiori al µg/l, e quelli posti lateralmente e a valle concentrazioni inferiori o prossime al µg/l. ARPA nel report inerente i risultati idrochimici del 2017 ipotizza la presenza di una sorgente all'interno dello stabilimento.

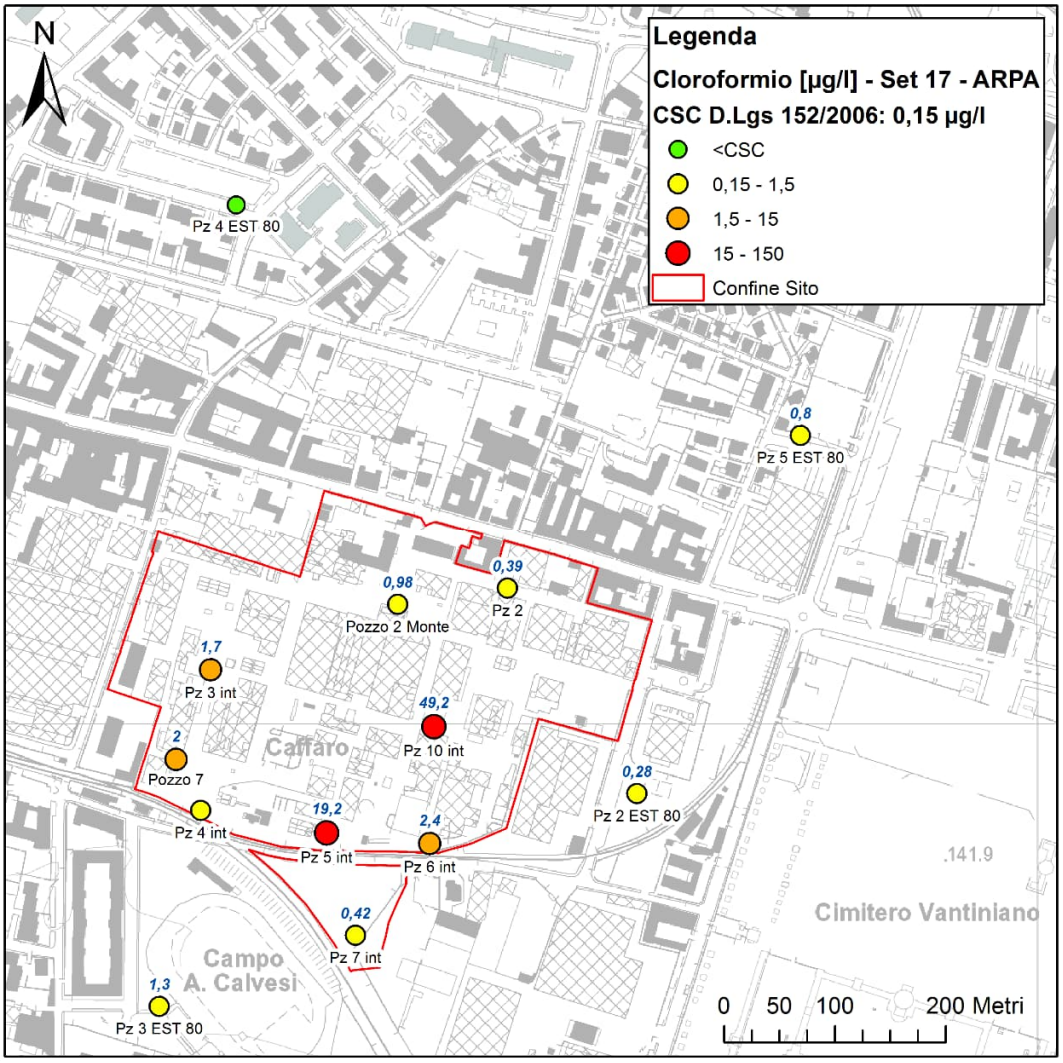


Figura 7: Concentrazioni di Cloroformio - Settembre 2017

Per quanto concerne il **Cromo VI**, i dati dei piezometri esterni posti a monte idrogeologico mostrano concentrazioni in ingresso al sito prossime a 10 µg/l, mentre il punto Pz10, posto nel quadrante sudorientale dello stabilimento (Figura 8) mostra concentrazioni pari a 284 µg/l. Al contrario, le concentrazioni estratte dai pozzi in emungimento (dato 2017 disponibile per P7 e P2) sono di un ordine di grandezza inferiori, dell'ordine di poche decine di µg/l.

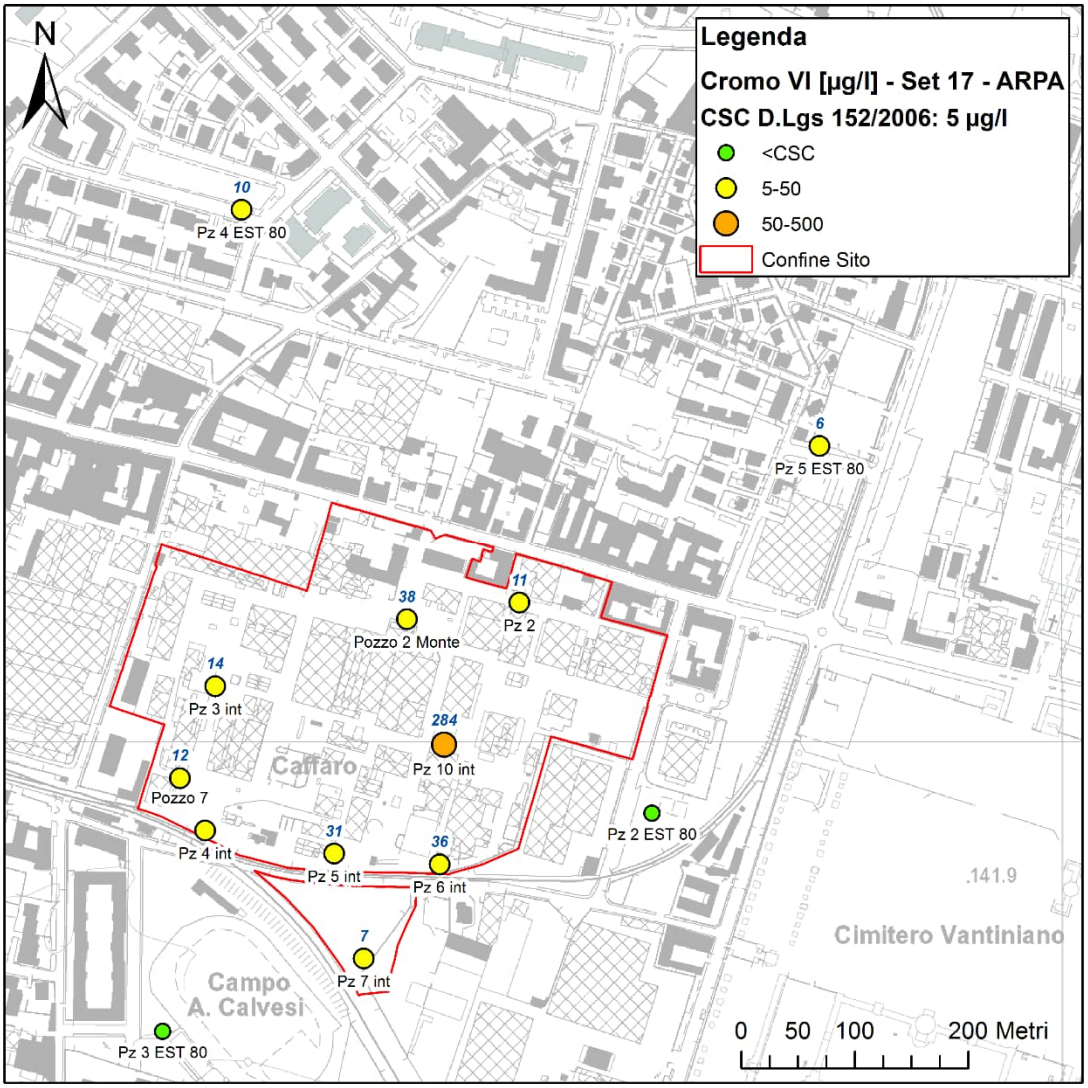


Figura 8: Concentrazioni di Cromo VI - Settembre 2017

A carico del parametro **Mercurio**, nel 2017 è stato rilevato un unico supero, dell'ordine della decina di µg/l, anche in questo caso in corrispondenza di Pz10 (Figura 9). Tutti gli altri punti, compresi i pozzi in emungimento (dato 2017 disponibile per P2 e P7) mostrano concentrazioni inferiori alle CSC.

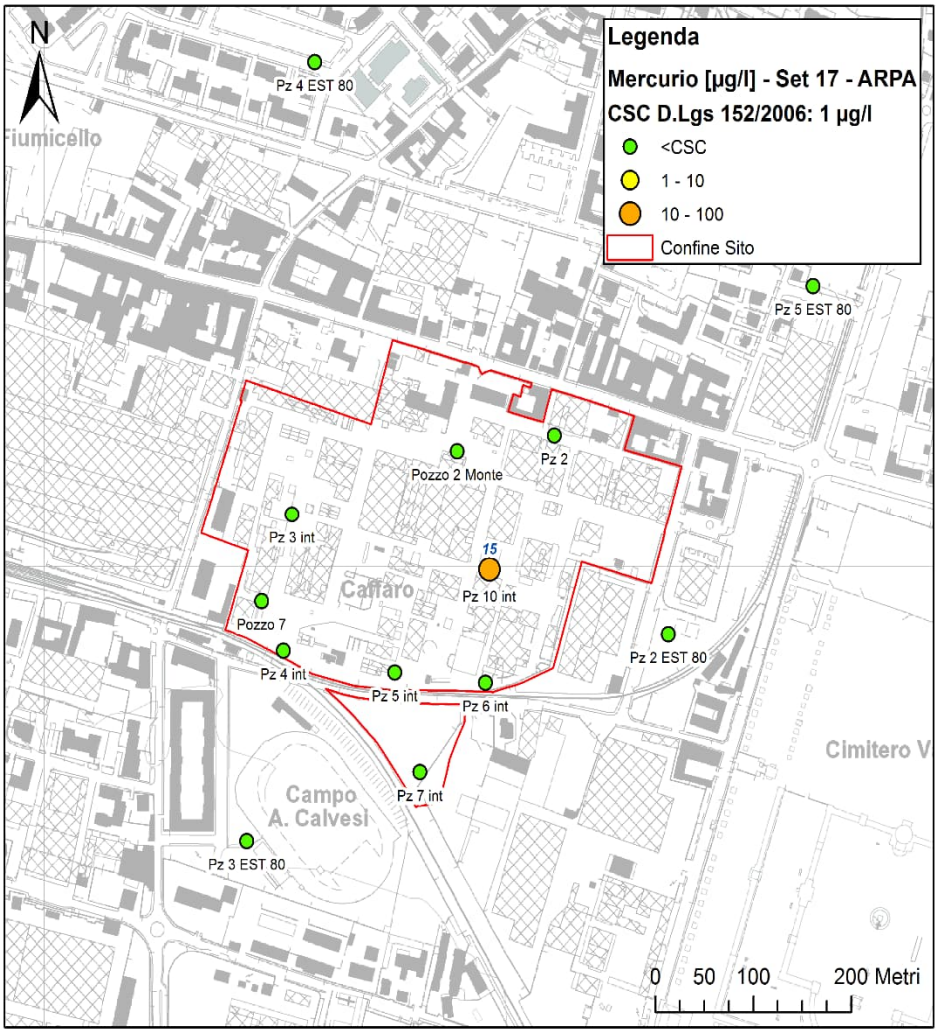


Figura 9: Concentrazioni di Mercurio - Settembre 2017

Infine, per quanto concerne i **PCB** (Figura 10) le maggiori concentrazioni, prossime al µg/l, sono storicamente sempre state rilevate presso il Pozzo 7, mentre i punti a monte sono risultati conformi. Su 4 piezometri si registrano concentrazioni di un ordine di grandezza inferiori a quella misurata presso P7, ma comunque superiori alle CSC: si tratta di Pz10, Pz4, Pz5 e Pz6. I piezometri di valle esterni allo stabilimento mostrano un valore inferiore alla CSC (Pz7int) e leggermente superiore alla CSC (Pz3 Est 80).

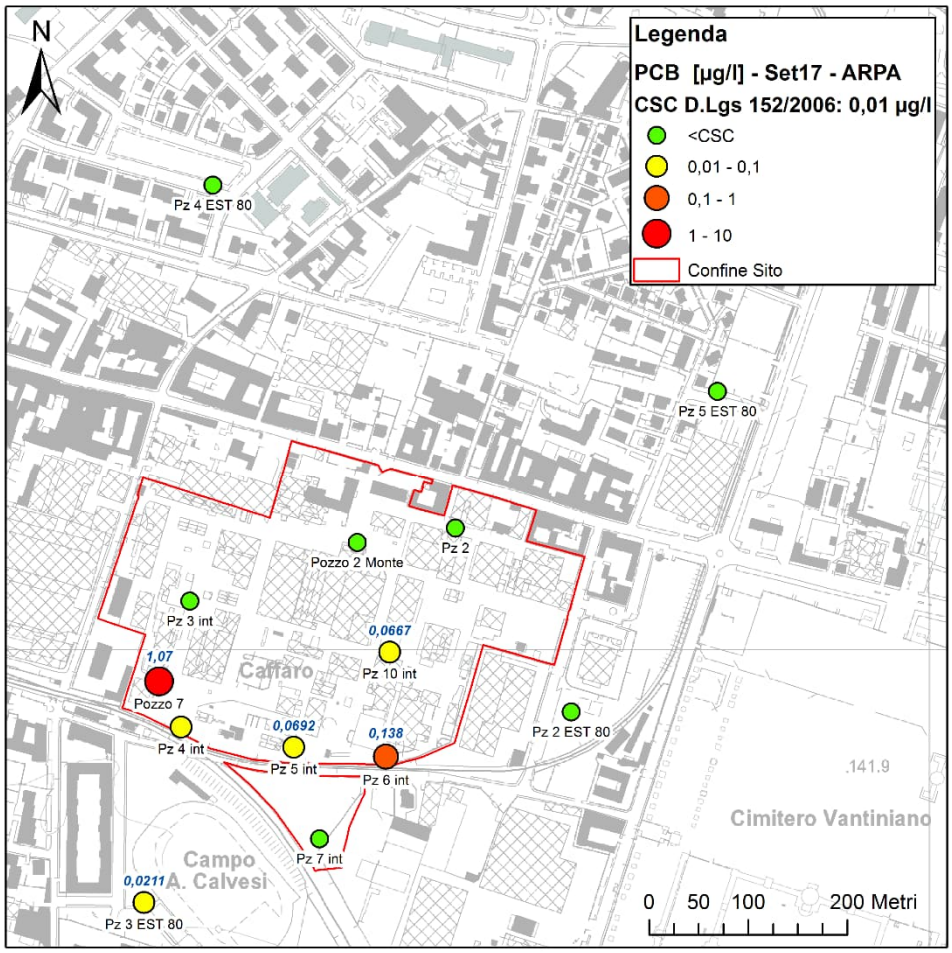


Figura 10: Concentrazioni di PCB - Settembre 2017

Riassumendo, sulla base dei dati precedentemente esposti, si individuano contributi esterni di Cloroeteni (in particolare Tetracloroetilene) e Cromo VI, e contributi interni allo stabilimento per Clorometani (Cloroformio e Tetracloruro di Carbonio), Mercurio, Cromo VI e PCB.

5.3. Messa In Sicurezza di Emergenza (MISE) delle acque sotterranee

Presso lo stabilimento è in azione dal 2003 un sistema di emungimento di messa in sicurezza di emergenza che intercetta le acque di falda sottostanti il Sito, a profondità comprese tra 30 e 95 m da p.c., tramite il pompaggio da 7 pozzi industriali (Figura 4).

Il sistema consiste nell'emungimento di circa 1.500, da 4-5 dei 7 pozzi industriali presenti nell'area. Soltanto le acque provenienti dai 2 pozzi maggiormente contaminati (P7 e P2) sono sottoposte a successivo trattamento.

Il seguente schema a blocchi riporta la configurazione attuale del sistema di distribuzione acque emunte dai pozzi barriera:

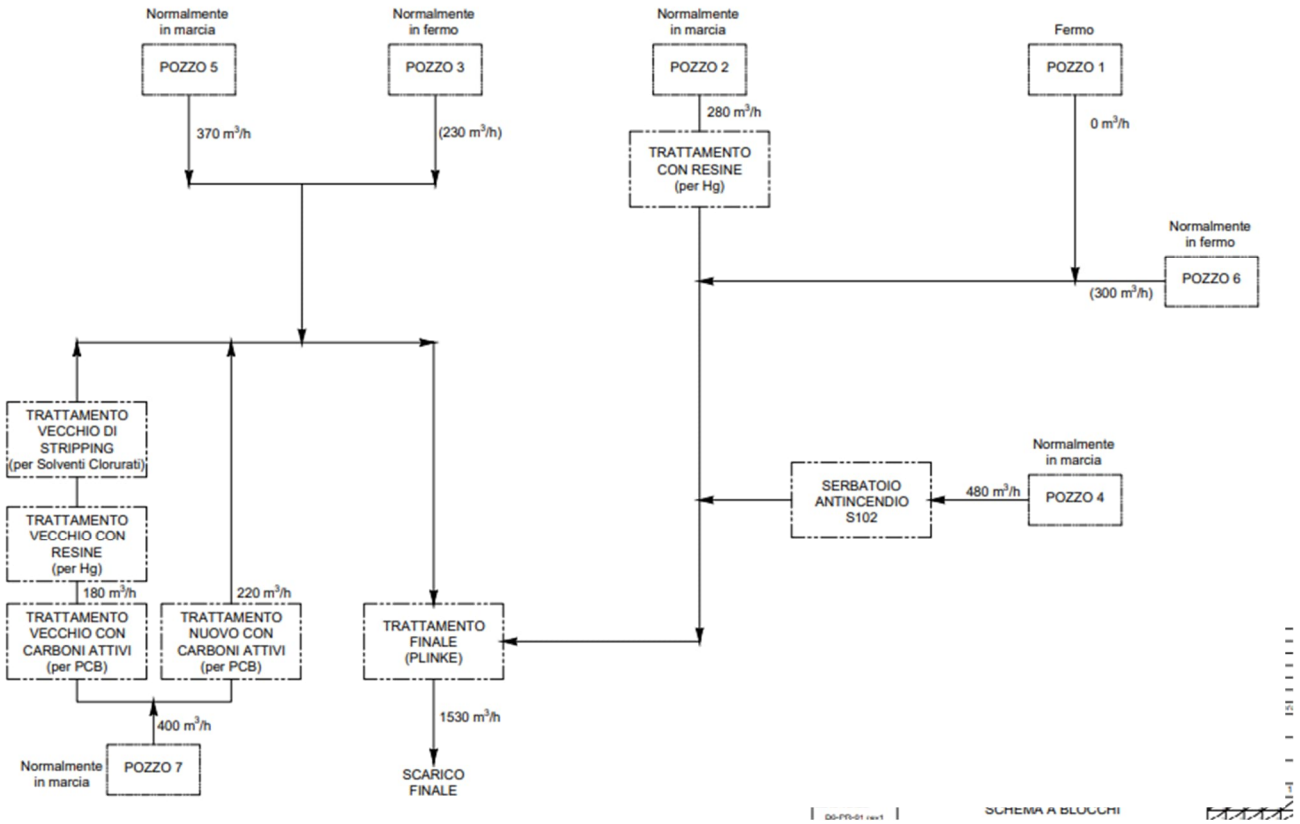


Figura 11: Schema a blocchi rete pozzi barriera

Si richiama quanto esposto al Capitolo 1 circa l'attività in corso da parte di Caffaro Brescia s.r.l., ai sensi degli impegni assunti nei confronti del Ministero della Transizione ecologica (oggi Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica - MASE) in data 11.10.2021.

5.3.1. Valutazioni sull'efficacia ed efficienza della MISE nella configurazione attuale

Sulla base dei valori di portata individuali dei pozzi in esercizio nell'anno 2014, e utilizzando i valori di concentrazione risultanti dalle analisi effettuate sui campioni prelevati in data 20/01/2015, sono state effettuate alcune stime circa le masse di tali contaminanti estratte.

Tabella 5: Massa di contaminanti estratta – anno 2014

ID	Q media anno 2014 [m³/h]	Cromo VI [Kg]	Mercurio [Kg]	Cloroformio [Kg]	1,1-Dicloroetilene [Kg]	Tricloroetilene [Kg]	Tetracloroetilene [Kg]	Tetracloruro di carbonio [Kg]	Esaclorobenzene [Kg]	β-esacloroesano [Kg]	PCB [Kg]
Pozzo 2	290,26	85,7	1,5	1,1	3,2	6,4	17,8	3,0	0,0	0,0	0,0
Pozzo 3	187,95	6,8	0,7	1,2	1,5	3,6	13,8	2,8	0,0	0,0	0,0
Pozzo 4	429,21	67,3	1,5	3,9	3,8	8,3	85,3	6,7	0,0	0,0	0,0
Pozzo 5	21,06	3,7	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0
Pozzo 7	384,45	73,4	1,3	33,8	0,6	3,4	20,5	49,1	0,0	1,0	5,6
Totale	**1312,93**	**236,8**	**5,0**	**40,1**	**9,3**	**21,7**	**137,9**	**61,8**	**0,0**	**1,0**	**5,7**

Tabella 6: Percentuali massa di contaminanti estratta – anno 2014

ID	Q media anno 2014 [m³/h]	Cromo VI	Mercurio	Cloroformio	1,1-Dicloroetilene	Tricloroetilene	Tetracloroetilene	Tetracloruro di carbonio	Esaclorobenzene	β-esacloroesano	PCB
Pozz	290,26	36,2%	30,3%	2,8%	34,7%	29,2%	12,9%	4,9%	0,0%	0,0%	0,2%

ID	Q media anno 2014 [m³/h]	Cromo VI	Mercurio	Cloroformio	1,1-Dicloroetilene	Tricloroetilene	Tetracloroetilene	Tetracloruro di carbonio	Esaclorobenzene	β-esacloroesano	PCB
o 2											
Pozzo3	187,95	2,9 %	13,1 %	3,0 %	16,6 %	16,7 %	10,0 %	4,5 %	0,0 %	1,6 %	0,1 %
Pozzo4	429,21	28,4 %	29,9 %	9,8 %	41,5 %	38,0 %	61,9 %	10,8 %	0,0 %	3,6 %	0,5 %
Pozzo5	21,06	1,6 %	0,0 %	0,1 %	0,4 %	0,6 %	0,3 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Pozzo7	384,45	31,0 %	26,8 %	84,4 %	6,7 %	15,5 %	14,9 %	79,4 %	0,0 %	94,8 %	99,1 %

I dati così ottenuti hanno permesso di derivare utili considerazioni relative all'anno 2014, attualizzabili al 2017, sulla base dei relativi dati di concentrazione (per tale anno non sono disponibili, i dati di portata). Le stime e le valutazioni effettuate sono di seguito riportate.

Il 99% della massa di **PCB** viene estratta dal P7, le cui acque sono sottoposte a trattamento nell'impianto dedicato. A fronte di 3,3 milioni di m^3/h estratti nel 2014 da P7, sono stati estratti solo **5 kg** di PCB. Il P7 estrae anche il 95% del **β-esacloroesano (1 kg),** l'80% di **Tetracloruro di Carbonio (50 kg)** e l'85% di **Cloroformio (35 kg)**.

La massa di **Mercurio** estratta nel 2014 è pari a **5 kg**, equamente suddivisi tra P2, P4 e P7. Tutti e 3 i suddetti pozzi già nel 2015 mostravano valori di Hg inferiori alle CSC. I 5 kg di massa estratti derivano quindi essenzialmente dalle ingenti portate estratte, a fronte di concentrazioni inferiori al µg/l, che quindi non richiedevano trattamento.

Anche la massa totale di **Cromo VI** è rilevante, pari a **240 kg** nel 2014. In questo caso la massa maggiore (36%) di Cromo VI è stata estratta dal Pozzo 2, che è ubicato nel settore di monte idrogeologico del Sito, a testimoniare

un significativo contributo in ingresso al Sito. Un altro contributo importante è dato dai pozzi P7 (30%) e P4 (27%), posti nella fascia di valle del Sito. P3 e P5 rimuovono solo il 6% della massa totale, anche se il dato relativo a P5 è imputabile alle portate relativamente basse, mentre la concentrazione è significativa.

La massa complessiva dei **Cloroeteni** estratta è pari a **171 kg**, primariamente rappresentati da Tetracloroetilene (138 kg), Tricloroetilene (22 kg) e 1,1-Dicloroetilene (9 kg).

I dati del 2017 mostrano un significativo contributo in ingresso al sito a carico del Tetracloroetilene, che mostra concentrazioni maggiori a monte e lateralmente al Sito (~25 µg/l), a fronte di concentrazioni estratte dai pozzi di MISE (dato 2015, ultimo disponibile) sempre inferiori a 10 µg/l tranne nel caso di P4 (22 µg/l), le cui aree di cattura richiamano acque proprio dai settori esterni dove è stata rilevata la concentrazione maggiore.

A carico del Tricloroetilene si rileva un unico, leggero supero delle CSC presso P2 (1,7 µg/l), nel settore di monte del Sito, dove si rileva anche un supero di 1,1-Dicloroetilene (0,88 µg/l), l'unico, oltre a quelli rilevati nel piezometro esterno di monte idrogeologico Pz 5 Est 80 e nel piezometro Pz2 ubicato nel settore di stabilimento (0,45 µg/l).

Per quanto concerne i **Clorometani (Cloroformio, Tetracloruro di Carbonio)**, composti per i quali è stato individuato un contributo interno al sito, sono stati estratti complessivamente **102 Kg**, dei quali l'80% dal pozzo P7, le cui acque sono inviate a trattamento nel modulo dedicato, e un altro 10% dal pozzo P4.

A valle di tali considerazioni è opportuno introdurre una valutazione sull'efficacia e l'efficienza della MISE.

Per quanto concerne l'efficacia idrochimica, i dati inerenti le masse estratte di composti per i quali si rileva una situazione di contaminazione, e per i quali si individua un contributo interno al sito (PCB, Cromo VI, Clorometani) hanno mostrato come siano rimosse poche centinaia di kg di contaminanti, a fronte di decine di milioni di m^3 di acque sotterranee estratte, con enorme dispendio energetico. Tale dato deriva in primis dalle concentrazioni relativamente basse misurate in corrispondenza dei pozzi in emungimento, se confrontate con le concentrazioni misurate nelle aree sorgente.

Nel 2014, in seguito alla marcata risalita dei livelli di falda, e su richiesta delle autorità, è stato effettuato uno studio proprio per valutare l'efficacia dello sbarramento idraulico. A tal scopo, fu utilizzato un modello bidimensionale, implementato con il software WhAEM (Wellhead Analytic Element Model), ipotizzando uno spessore saturo di 70 m (carico idraulico della falda presso il confine sud del sito pari a 118 m s.l.m.) e una conducibilità idraulica uniforme di 5×10^{-3} m/s.

Nel documento, intitolato "*Valutazione dell'efficacia dello sbarramento idraulico della falda presso il sito Caffaro Brescia.*" (Environ, ottobre 2014), si riporta che l'innalzamento dei livelli della falda non intaccava l'efficacia di sbarramento della barriera idraulica, indicando in 1450 m^3/h la portata complessiva necessaria per ottenere aree di cattura estese su un fronte due volte più ampio rispetto al sito.

Il medesimo studio, tuttavia, indicava anche ampi margini di miglioramento del sistema di barrieramento in quanto le aree di cattura simulate non interessano la porzione centrale dello stabilimento compresa tra P2 e Pz5 nella configurazione di MISE attuale, che vede l'emungimento da due pozzi di valle (P7 e P4) e da 4 pozzi di monte (P5, P3, P2, P6).

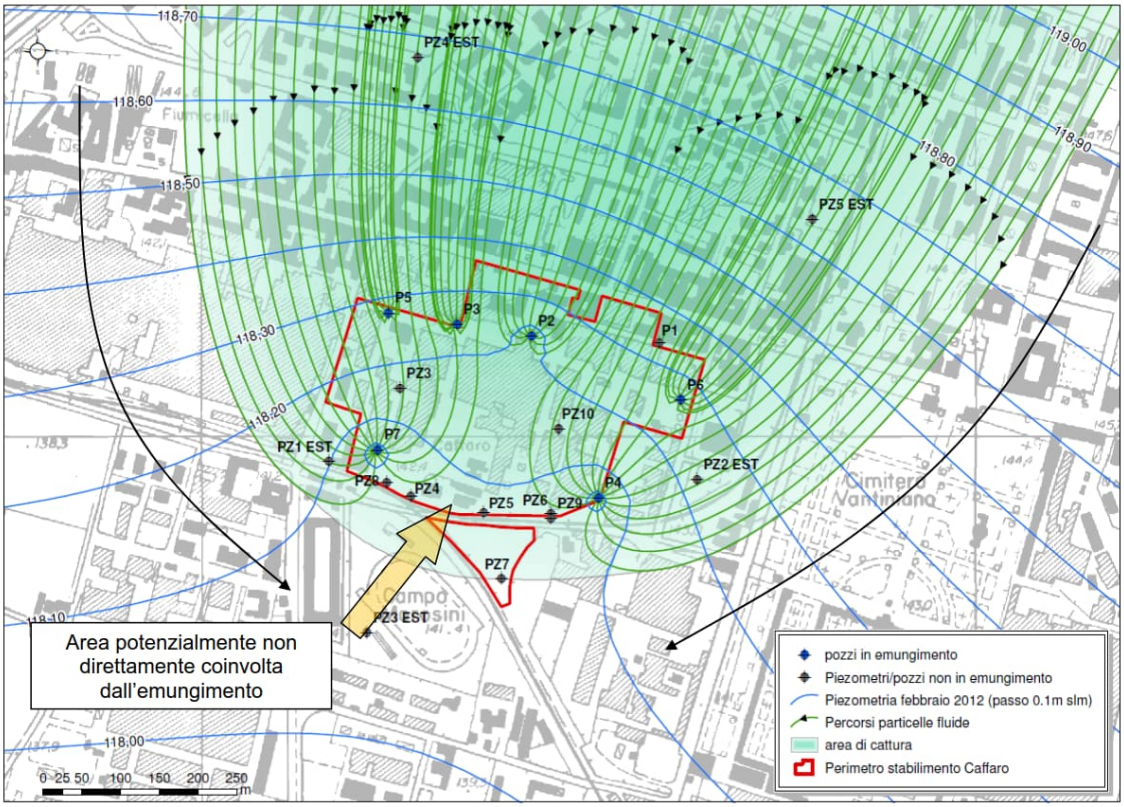


Figura 12: Ricostruzione delle aree di cattura in condizioni di falda alta - *Valutazione dell'efficacia dello sbarramento idraulico della falda presso il sito Caffaro Brescia*." (Environ, Ottobre 2014)

5.3.2. Nuovi punti di emungimento realizzati (2022)

Pozzi P8-P9 (non attivi)

Si rileva che nel corso del 2022 Caffaro Brescia s.r.l. in liquidazione ha realizzato due nuovi pozzi, P8 e P9, già previsti nel POB approvato, nella porzione sud del sito. Dalla documentazione fornita dalla società, i pozzi sono stati sono realizzati ciascuno con due canne rispettivamente a 80 m e 40 m di profondità; ogni canna avrà la propria pompa di emungimento.

Tali pozzi, per le cui acque è previsto un trattamento specifico in un impianto dedicato, non sono ancora in funzione. In ogni caso, l'ubicazione dell'impianto, per il quale Caffaro Brescia s.r.l. ha fornito l'attuale layout di progetto, attualmente in fase di valutazione dagli gli Enti preposti, dovrà essere tenuta in debita considerazione nella realizzazione degli interventi di decommissioning e per la gestione del cantiere.

Nel seguito si riporta il layout planimetrico di progetto dell'impianto di trattamento dei pozzi 8 e 9 già realizzati, la cui ubicazione è prevista, allo stato attuale, nella porzione est/nord-est del sito, in vicinanza dell'attuale portineria e pesa.

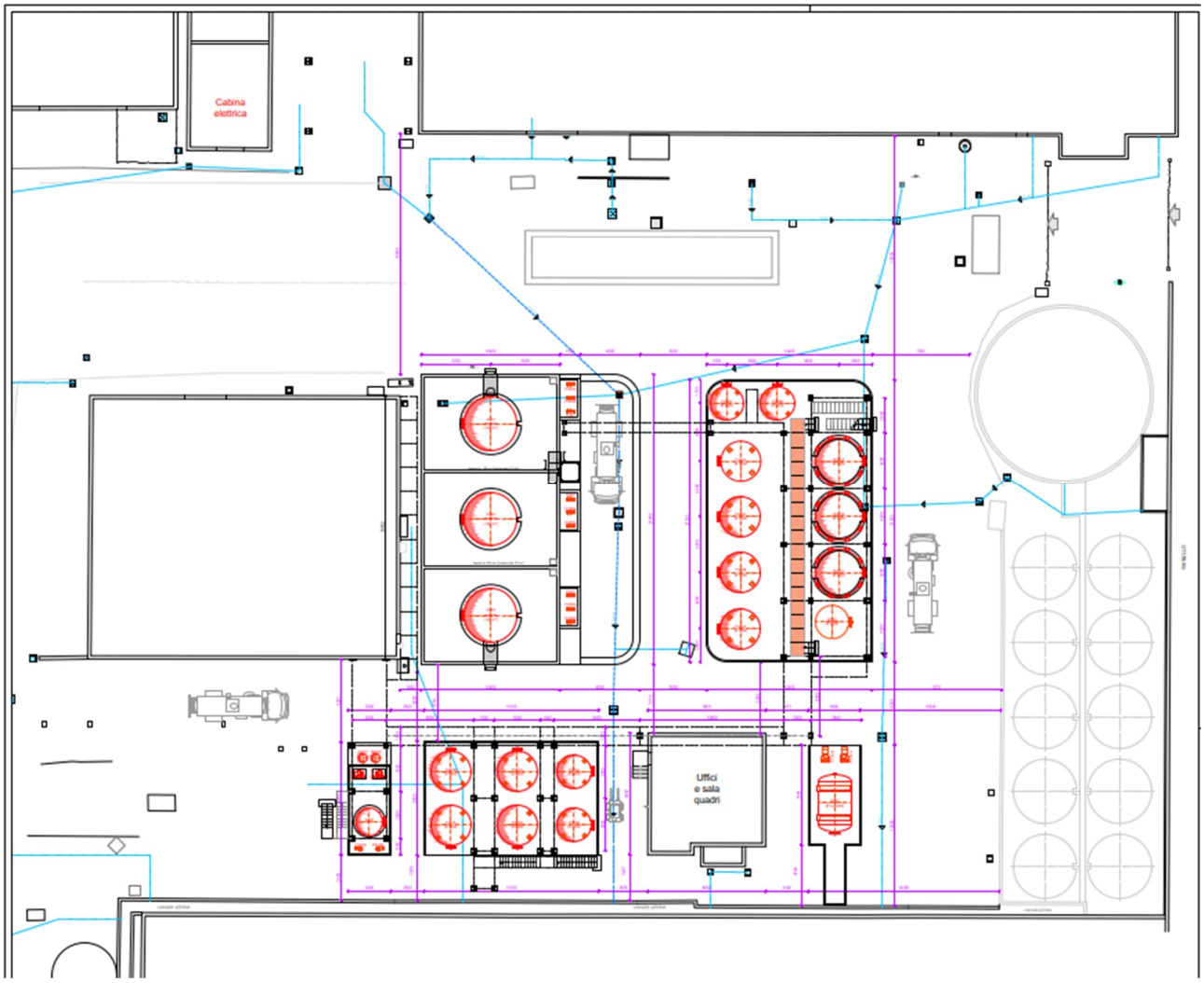


Figura 13: Ubicazione prevista per l'impianto di trattamento pozzi 8 e 9 (da Caffaro Brescia s.r.l.)

Piezometri in emungimento

A fronte delle richieste di attivazione di ulteriori punti di emungimento da parte degli Enti preposti, Caffaro Brescia s.r.l. ha realizzato un ampliamento degli interventi di MISE nel sito, con l'implementazione di un sistema di emungimento e trattamento delle acque di falda da n.7 piezometri attrezzati con pompe sommerse.

Il sistema, che risulta attualmente in funzione, prevede l'emungimento dai piezometri PzCl, Pz9, Pz10, Pz11, MW1-40, MW3-44 (profondi circa 40 m) e MW3-80 (profondo 80 m), con portate nell'ordine di 8 mc/h per ciascun piezometro.

L'impianto di trattamento delle acque emunte, di tipo chimico-fisico, è già stato realizzato ed è funzionante. La sua ubicazione è collocata nella porzione sud del sito, come evidenziato nella figura sottostante. Il piping ed i cavidotti dei piezometri in emungimento si sviluppano su un rack di recente realizzazione ed in parte in fissaggio ad edifici esistenti.

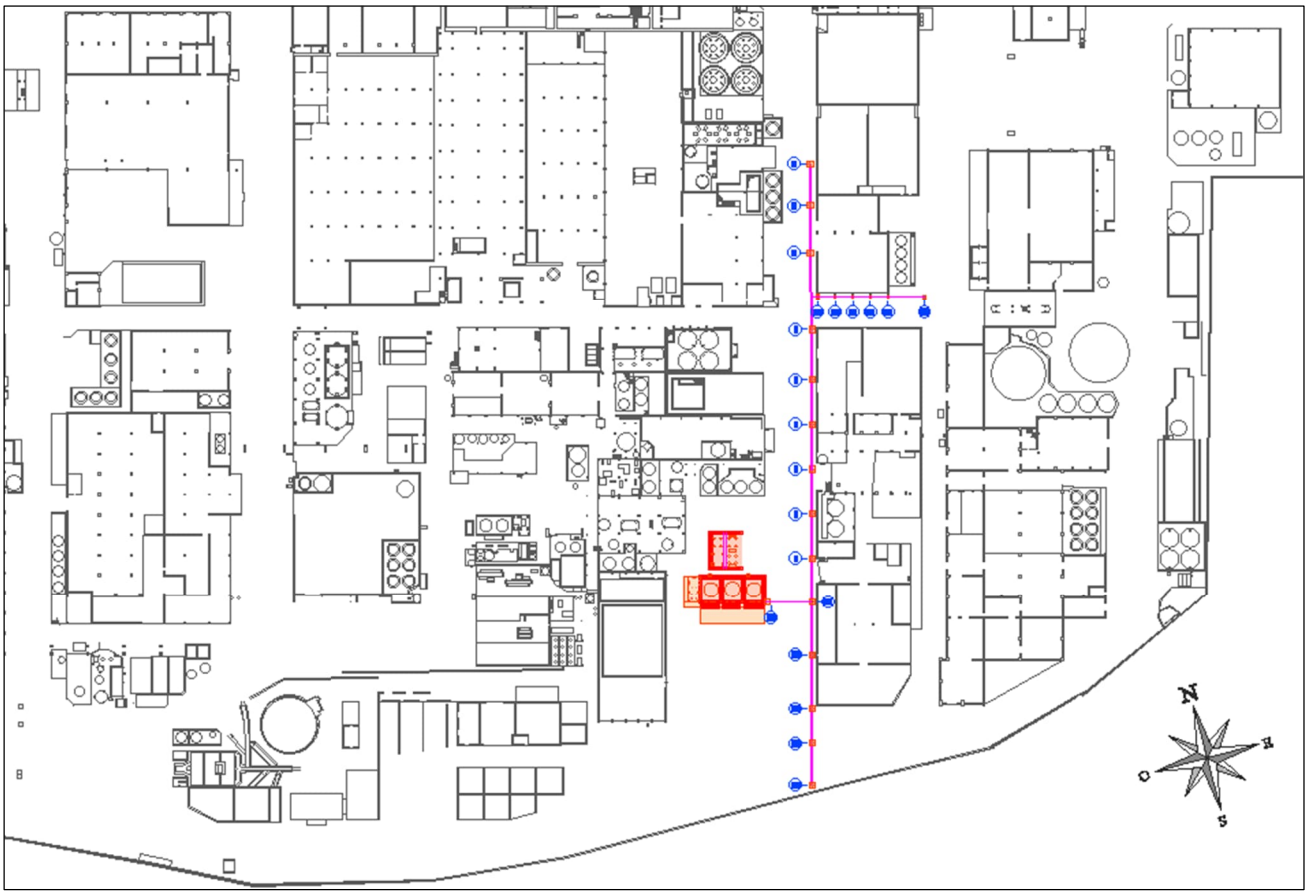


Figura 14: Ubicazione pipe-rack e impianto di trattamento n.7 piezometri (da Caffaro Brescia s.r.l.)

Tali elementi dovranno essere tenuti in debita considerazione nell'ambito dell'esecuzione delle attività di decommissioning. Per i piezometri e relativo impianto, è previsto lo svincolo dei sistemi di interconnecting elettrico ed idraulico dagli edifici in modo da garantirne la funzionalità ove necessario.

6. INDAGINI INTEGRATIVE ESEGUITE

Nel periodo Dicembre 2018 – Febbraio 2019 sono state eseguite da AECOM le indagini di campo e di laboratorio finalizzate a meglio definire le fasi di progettazione operativa. Le attività sono state supervisionate dal personale tecnico ARPA Dipartimento di Brescia.

Le indagini sono state eseguite allo scopo di investigare con maggior accuratezza le sorgenti secondarie già individuate nei terreni e le conseguenti criticità nelle acque di falda alle differenti profondità, al fine di meglio indirizzare e localizzare gli interventi di bonifica previsti e descritti nelle successive sezioni.

A tale scopo sono state eseguite le seguenti indagini:

- Verifica della presenza di materiali ferromagnetici nelle aree di indagine (Debombing);
- Esecuzione di prescavi a risucchio per i sottoservizi;
- Installazione di una rete di campionamento Soil Gas (Nesty Probe);
- Perforazione e installazione di 8 doppiette di piezometri;
- Prove SPT in avanzamento nel foro di sondaggio e prelievo di campioni indisturbati del livello di limo/argillla individuato tra 23 e 27 m;
- Stendimento sismico MASW;
- Realizzazione di prove idrogeologiche in foro volte alla miglior conoscenza dei parametri idrogeologici degli orizzonti indagati;
- Realizzazione di prove sismiche per l'acquisizione delle informazioni utili alla progettazione delle opere civili per la bonifica;
- Campionamento delle matrici ambientali:
    - Terreni insaturi e saturi.
    - Acque di falda a vari livelli di profondità.
    - Soil Gas.
- Analisi delle matrici ambientali campionate:
    - Analisi chimiche sui terreni insaturi e saturi, sulle acque di falda e soil gas per la determinazione delle concentrazioni dei contaminanti indice;
    - Analisi chimiche e granulometriche su campioni di terreno volti alla definizione dei parametri sito specifici necessari per l'elaborazione dell'Analisi di Rischio sito specifica;
    - Determinazione dei coefficienti di partizione K_d sito specifici necessari per l'elaborazione dell'Analisi di Rischio;
    - Realizzazione del test di cessione sui materiali di riporto per la valutazione della modalità di gestione degli stessi;
    - Analisi geotecniche ai fini della progettazione impianti e sistemi di bonifica.

L'ubicazione delle indagini eseguite è riportata nella seguente **Figura 15**.

Figura 15: Planimetria del sito con ubicazione dei punti di indagine 2018-2019

Di seguito si riporta una sintesi delle indagini eseguite; per maggiori dettagli riguardanti le modalità di indagine e i relativi risultati si rimanda al documento "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" approvato dal MATTM nel settembre 2020.

6.1. Indagine strumentale per la valutazione del rischio bellico

Al fine di consentire una corretta valutazione del rischio bellico (VRB) residuale nell'area di progetto e permettere l'esecuzione in sicurezza delle indagini previste, in ottobre 2018 è stata condotta un'analisi documentale sul sito, seguita da una campagna di misure geofisiche all'interno dello stabilimento Caffaro. Le indagini si sono svolte in corrispondenza di piazzole di area 5m x 5m nell'intorno dei sondaggi di futura realizzazione. L'obiettivo delle indagini è stata la mappatura di strutture sepolte/sottoservizi e l'individuazione di eventuali oggetti metallici di interesse ai fini della VRB (rif "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente").

La relazione tecnica delle attività svolte è riportata in Allegato 4.

6.2. Soil Gas Survey

Al fine di ottenere informazioni in merito alla concentrazione dei contaminanti indice del sito nella matrice soil gas è stata realizzata una rete di Nesty Probe, composta da n. 10 punti di monitoraggio dei gas interstiziali distribuiti in maniera omogenea (**Figura 15**)

Le sonde Nesty Probe sono state installate con il tratto filtrante (di lunghezza pari a 30 cm circa) ad una quota compresa tra 1 e 2 m. Ogni postazione è stata corredata con chiusino carrabile a protezione dell'opera stessa.

6.3. Sondaggi e piezometri

Allo scopo di prelevare campioni di terreno e acque di falda alla medesima profondità, sono state realizzate n. 8 doppiette di piezometri (**Figura 15**) ubicate in corrispondenza dei principali nuclei di contaminazione individuati sulla base del modello concettuale del sito.

Ogni doppietta è costituita da un piezometro profondo 80 m e da un piezometro superficiale/intermedio profondo 40 m da p.c. Entrambi i piezometri sono stati allestiti con tubo piezometrico in PVC di diametro interno pari a 4'' e sono stati fenestrati a diverse profondità per permettere il campionamento delle acque di falda a differenti livelli.

Il piezometro profondo è stato realizzato a carotaggio continuo per permettere:

- un'adeguata ricostruzione stratigrafica del sottosuolo;
- il campionamento dei terreni insaturi e saturi;
- la realizzazione di prove SPT in foro;
- la realizzazione di prove Lefranc in avanzamento.

In particolare, per ogni piezometro sono state eseguite le seguenti attività:

- prelievo di 8 campioni di terreno (4 nei terreni insaturi e 4 nei saturi);
- esecuzione di 3 prove Lefranc.

Su ogni sondaggio si è proceduto con:

- 7 prove SPT (1 prova ogni 3 m nei primi 21 m di profondità);
- il prelievo di campioni indisturbati dal livello fine coesivo presente a circa 25 m di profondità.

I piezometri superficiali/intermedi invece sono stati realizzati a distruzione di nucleo mediante rotopercussione con martello di fondo foro e rivestimento a seguire fino alla profondità di circa 40 m da p.c.

Su tre aree specifiche, in corrispondenza delle quali si prevedono interventi di bonifica in situ dei suoli profondi, le doppiette realizzate sono state integrate con l'installazione di un piezometro aggiuntivo profondo circa 30 m da p.c. e fenestrato in corrispondenza del livello limoso fine presente approssimativamente tra 23 e 25 m da p.c., oltre che nei primi metri dell'orizzonte saturo. Tutti i piezometri sono stati ultimati mediante chiusino carrabile a protezione dell'opera stessa. Le stratigrafie e gli schemi costruttivi dei piezometri realizzati sono riportati nel documento "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente".

Al termine delle operazioni è stato realizzato uno spurgo dei piezometri e un rilievo plano altimetrico dei nuovi piezometri atto definire le quote di bocca pozzo. Tale rilievo ha permesso di rilevare anche le quote di bocca pozzo dei piezometri già esistenti al fine di permettere una corretta correlazione tra le quote piezometriche dell'intera rete di monitoraggio.

6.4. Prove idrogeologiche in foro (Lefranc)

Le prove idrogeologiche in foro sono state eseguite al fine di stimare la conducibilità idraulica nel tratto investigato, la cui lunghezza varia tra i 0,3 e i 0,7 metri nei casi in esame.

Le prove sono state eseguite in zona satura tramite la metodologia a carico variabile, cioè inducendo un innalzamento della superficie piezometrica tramite l'immissione di un volume di acqua e la successiva misura dell'andamento del livello idrico al variare del tempo tramite l'utilizzo di un freatimetro.

Nel corso di 14 indagini su un totale di 24, il livello idrico nel corso della prova si è abbassato ad una velocità tale che non è stato possibile rilevare e, successivamente, interpretare i dati. Tale informazione rappresenta comunque un dato qualitativo sul valore della conducibilità idraulica del tratto investigato, indicando valori medio alti.

Per le restanti 10 prove, i dati rilevati sono stati interpretati tramite una formula empirica (AGI, 1977), che ha permesso di identificare un valore di conducibilità idraulica medio per ogni tratto investigato.

La Tabella 7 mostra nel dettaglio gli intervalli investigati dalle indagini eseguite e, dove possibile, la conducibilità idraulica interpretata. In Allegato 5 sono presenti i grafici raffiguranti i dati rilevati per ognuno degli intervalli interpretati.

Tabella 7: Sintesi dei risultati ottenuti dalle prove idrogeologiche in foro.

SONDAGGIO	INTERVALLO INVESTIGATO [m da p.c.]	CONDUCIBILITÀ IDRAULICA INTERPRETATA [m/s]
MW1	29 - 29,3	1.3E-06
MW1	43 - 43,3	3.6E-07
MW1	79,7 - 80	NA
MW2	30,5 - 31	2.0E-06
MW2	43 - 43,5	2.3E-07
MW2	54,6 - 55	NA
MW3	31 - 31,5	1.5E-06
MW3	53,6 - 54	NA
MW3	79,4 - 80	NA
MW4	34 - 34,4	1.2E-06
MW4	50,5 - 51	NA
MW4	79,6 - 80	NA
MW5	29,4 - 29,7	NA

SONDAGGIO	INTERVALLO INVESTIGATO [m da p.c.]	CONDUCIBILITÀ IDRAULICA INTERPRETATA [m/s]
MW5	48,6 - 49	NA
MW5	79,6 - 80	NA
MW6	29,5 - 30	4.0E-07
MW6	40 - 40,5	NA
MW6	70,3 - 70,6	NA
MW7	29,5 - 30	5.3E-06
MW7	45,5 - 46	1.9E-06
MW7	77,3 - 78	NA
MW8	31,5 - 32	1.5E-06
MW8	57,6 - 58	NA
MW8	79,6 - 80	NA

6.5. Campionamento ed analisi terreni

Il prelievo di ulteriori campioni eseguito in corrispondenza delle matrici ambientali interessate dalla contaminazione ha avuto lo scopo di investigare, con maggior dettaglio, i livelli contaminati già identificati nel modello concettuale del sito redatto da NCE ("*Analisi delle concentrazioni dei contaminanti presenti nel sottosuolo dello stabilimento Caffaro di Brescia e Modello Concettuale Definitivo dello Stabilimento*" (NCE - Maggio 2006)), al fine di indirizzare meglio e dimensionare gli interventi di bonifica selezionati.

Le operazioni di campionamento dei terreni sono state eseguite in conformità a quanto previsto dall'Allegato 2 alla Parte IV del Titolo V del D.Lgs 152/06.

Da ogni sondaggio profondo sono stati prelevati n. 8 campioni di terreno (n. 4 nell'orizzonte insaturo e n. 4 nel saturo) per un totale di n. 64 campioni. Dalle n. 10 verticali di scavo eseguite mediante escavatore a risucchio per l'installazione delle sonde Nesty Probe, sono stati prelevati n. 10 campioni di terreno sottoposti ad analisi di laboratorio per la determinazione dei contaminanti indice del sito.

Il personale tecnico ARPA ha seguito le attività di campionamento e prelevato in totale n. 3 campioni di terreno insaturo per ciascun sondaggio.

In totale sono stati prelevati n. 74 campioni di terreno inviati a laboratorio di analisi per la determinazione dei seguenti parametri:

- *Arsenico;*
- *Mercurio;*
- *Cromo totale;*
- *Cromo VI;*
- *Piombo;*
- *Rame;*

- *Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni;*
- *Composti Alifatici Clorurati Non Cancerogeni;*
- *Fitofarmaci;*
- *PCB, PCN e PCT;*
- *Sommatoria PCDD/PCDF;*

Su n. 7 dei n. 74 campioni è stato eseguito il test di cessione per la determinazione del parametro K_d – Coefficiente di partizione suolo acqua. La scelta dei campioni da sottoporre a tale determinazione è stata eseguita tra i campioni che hanno evidenziato la non conformità alle CSC previste per il sito in oggetto per i metalli ricercati.

Per ogni verticale di indagine, n. 3 campioni sono stati sottoposti alla definizione dei parametri sito specifici per l'elaborazione dell'Analisi di Rischio sito specifica (pH, FOC, granulometria). Sulle verticali MW1, MW3 e MW5 sono stati presi invece n. 4 campioni per un totale di n. 27 campioni, che sono stati prelevati dai seguenti orizzonti:

- primo metro;
- terreno insaturo profondo;
- terreno saturo.

Sono stati prelevati inoltre n. 10 campioni di materiale di riporto (in corrispondenza delle postazioni di soil gas) da sottoporre al test di cessione sui riporti per la valutazione della modalità di gestione degli stessi. (Disciplina semplificata delle Terre e Rocce da scavo, D.P.R. 120/2017).

6.5.1. Risultati test di cessione materiali di riporto

I risultati dei testi di cessione hanno evidenziato la non conformità dei materiali di riporto testati per la maggior parte dei campioni analizzati.

6.5.2. Risultati terreni

I risultati analitici, confrontati con le CSC previste nella Colonna B - Tab 1 - Allegato 5 – Parte IV del D. Lgs. 152/06, confermano la presenza di superamenti delle CSC di riferimento nei terreni più superficiali, distribuiti ubiquitariamente sull'intero sito, in linea con quanto evidenziato dalle indagini di caratterizzazione pregresse. In particolare, si registrano superamenti per i contaminanti indice del sito: As, Hg e Cr e sporadici superamenti per fitofarmaci, PCB e Diossine prevalentemente nel primo metro.

Solamente in corrispondenza di due sondaggi, la contaminazione riscontrata risulta estesa lungo tutto l'orizzonte insaturo indagato (specificatamente As in MW5 e PCB in MW7).

6.6. Campionamento ed analisi geotecniche

Relativamente alle analisi geotecniche, i campioni indisturbati di terreno, prelevati dal livello fine coesivo posto a circa 28 m di profondità in corrispondenza del sondaggio MW2 80, unitamente a n. 6 campioni rimaneggiati sono stati inviati a laboratorio geotecnico. Sono stati dunque analizzati i seguenti dati:

- Profili stratigrafici;
- Prove in situ: prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test SPT);
- Prove di laboratorio:

- analisi granulometriche;
- limiti di Atterberg, indice di plasticità e di consistenza;
- prove edometriche;
- prove di permeabilità.

La planimetria con l'ubicazione delle indagini geognostiche e geotecniche è rappresentata nella Tavola 60705578_CBS_07_A02_2_0, mentre le sezioni geotecniche sono rappresentate nella Tavola 60705578_CBS_07_E01_2_0.

6.6.1. Interpretazione prove SPT in situ e prove geotecniche di laboratorio

I profili stratigrafici confermano la presenza di un primo strato di riporto eterogeneo (pietrisco con calce, laterizi, ciottoli e limo) dello spessore di 1,5 m circa, seguito da limo sabbioso fino alla profondità di 3 m. Al di sotto del limo sabbioso è presente uno strato di sabbia e ghiaia (da mediamente addensata a molto addensata) fino alla profondità di circa 23 m; tra 23 e 27 m è situato uno strato coesivo, duro, di bassa plasticità, composto da alternanza di argilla limosa e limo argilloso, con locale presenza di sabbia limosa. Da 27 m fino circa a 50 m, è presente sabbia limosa, con possibile presenza di ghiaia e locali lenti di limo. A 50 m di profondità, fino alla massima profondità indagata (80 m), viene riscontrata la presenza di conglomerato cementato (Ceppo lombardo), con localizzate presenze di limo sabbioso o altre tessiture non coesive.

6.6.1.1. Prove in situ

Le prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test, SPT) sono state condotte in n. 8 sondaggi, ogni 3 m e fino alla profondità di 21 m.

Il numero di colpi (N_{SPT}) misurati durante le prove sono stati interpretati attraverso idonee formule di letteratura al fine di calcolare i parametri meccanici del terreno (granulare), in particolare la densità relativa D_r (%), l'angolo di attrito interno φ (°) e il modulo di Young E (MPa).

La Figura 31 mostra il numero di colpi (N_{SPT}) misurati durante le prove.

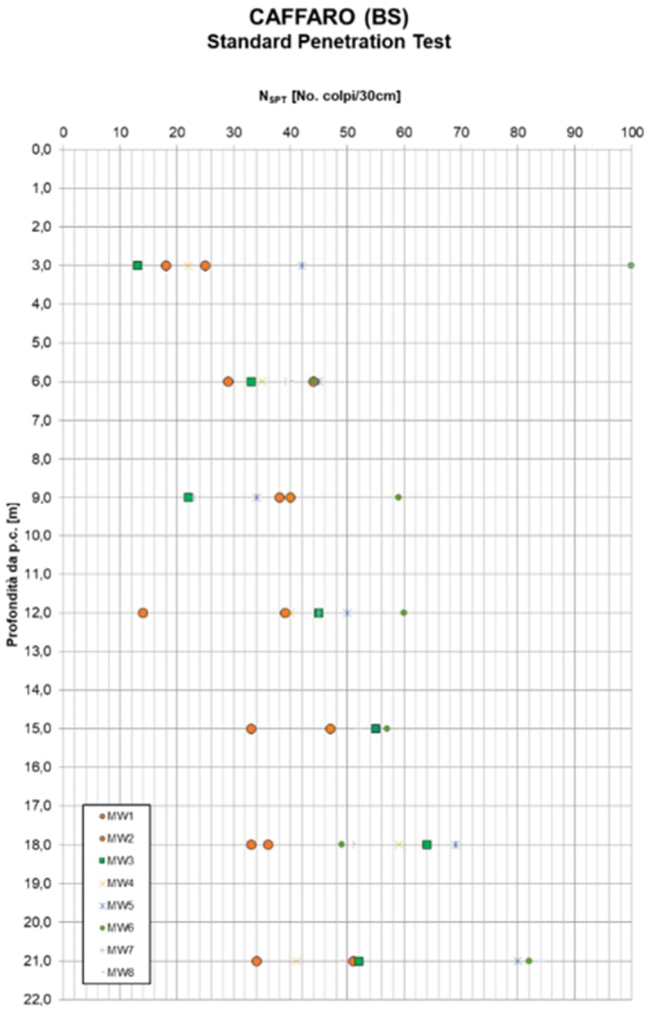


Figura 16: Standard Penetration Test

I valori di N_{SPT} sono stati interpretati attraverso idonee formule di letteratura al fine di calcolare i parametri meccanici del terreno.

In particolare, per i terreni granulari vengono forniti i seguenti parametri:

D_r = densità relativa (%);

ϕ = angolo di attrito interno (°);

E = modulo di Young (MPa).

Sono state adottate le seguenti relazioni:

Densità relativa

$$D_r(\%) = \left[0.2236\sqrt{\frac{N_{SPT}}{a+(b\sigma'_v)}}\right]100 \text{ D} \quad \text{(Bazaraa, 1969)}$$

dove:

a, b = parametri dipendenti dalla tensione litostatica efficace:

a = 1 e b = 0.2 se $\sigma'_v \leq 15$ t/m^2;

a = 3.25 e b = 0.05 se $\sigma'_v > 15$ t/m^2;

σ'_v = tensione efficace (t/m^2).

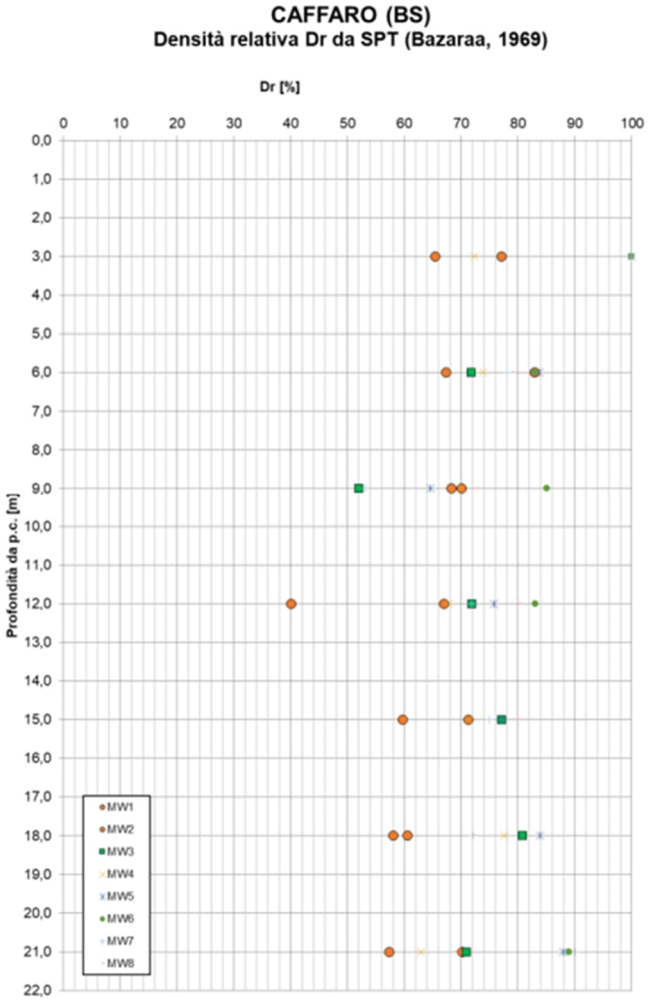


Figura 17: Materiale granulare - Densità relativa D_r da SPT

Angolo di attrito interno

$$\varphi(°) = \sqrt{15N_{SPT}} + 15 \quad \text{(Shioi \& Fukuni, 1982)}$$

se φ > 46° l'angolo di attrito interno è stato assunto pari a 46°.

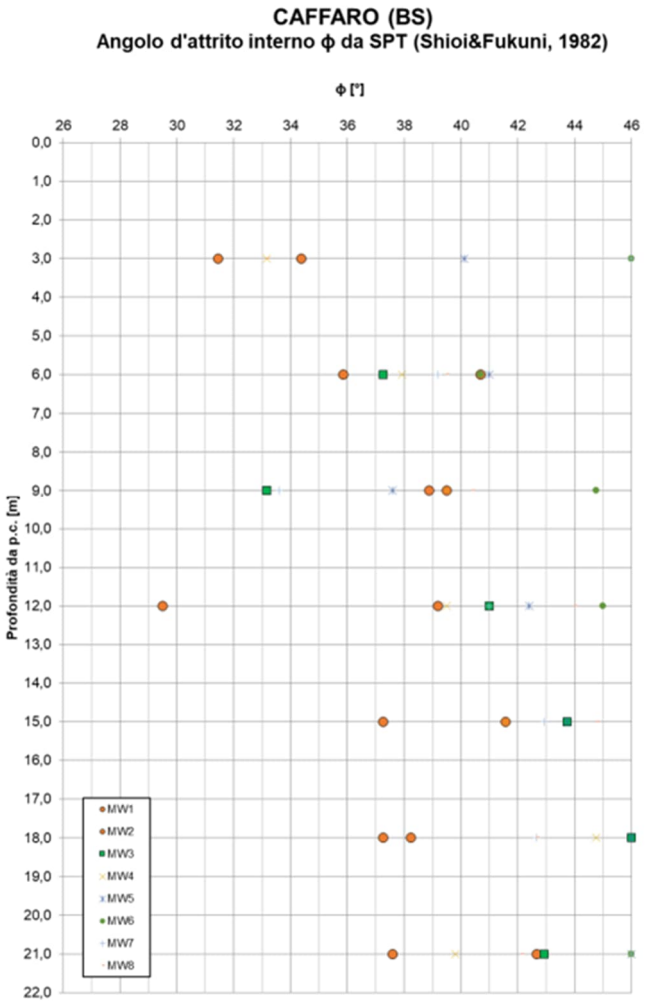


Figura 18: Materiale granulare - Angolo di attrito interno φ da SPT

Modulo di Young

$$E(MPa) = 7\sqrt{N_{SPT}}$$ (Denver, 1982)

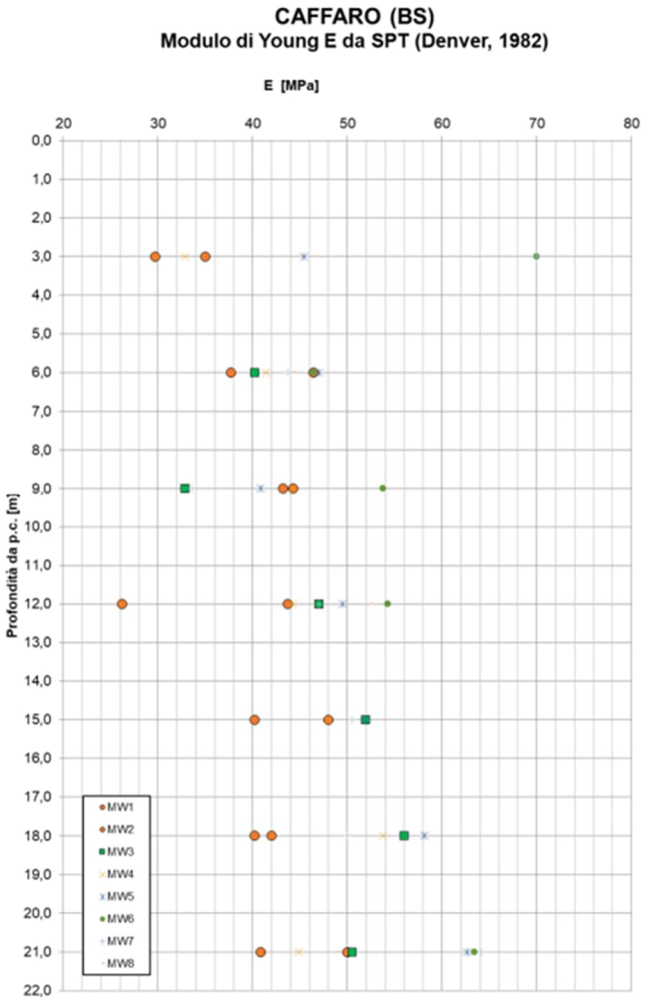


Figura 19: Materiale granulare - Modulo di Young E da SPT

6.6.1.2. Prove di laboratorio

Analisi granulometriche

Sono state eseguite diverse analisi granulometriche su campioni prelevati a differenti profondità dei sondaggi.

Le tabelle seguenti sintetizzano i risultati ottenuti, distinguendo classificazione secondo AGI da classificazione secondo ASTM.

Tabella 8: Analisi granulometrica – classificazione secondo AGI

AGI								
Sondaggio	**Campione**	**Profondità**	**Ciottoli (%)**	**Ghiaia (%)**	**Sabbia (%)**	**Limo (%)**	**Argilla (%)**	**Denominazione**
MW1	C1	30,0	0,00	46,47	28,68	19,73	5,13	Ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa
MW2	C1	28,5	0,00	0,51	20,24	54,48	24,77	Limo con argilla sabbioso
MW2	C2	79,5	0,00	0,29	7,57	66,42	25,71	Limo con argilla debolmente sabbioso
MW3	C1	30,0	0,00	37,50	32,56	24,10	5,84	Ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa
MW5	C1	29,5	0,00	44,36	34,01	17,73	3,90	Ghiaia con sabbia limosa (tracce di argilla)
MW6	C1	29,5	0,00	31,89	37,17	25,36	5,58	Sabbia con ghiaia e limo debolmente argillosa
MW7	C1	29,5	0,00	46,21	33,62	16,54	3,64	Ghiaia con sabbia limosa (tracce di argilla)

Tabella 9: Analisi granulometrica – classificazione secondo ASTM

ASTM								
Sondaggio	**Campione**	**Profondità (m da p.c.)**	**Ciottoli (%)**	**Ghiaia (%)**	**Sabbia (%)**	**Limo (%)**	**Argilla (%)**	**Denominazione**
MW1	C1	30,0	0,00	36,09	37,87	16,49	9,55	Sabbia con ghiaia limosa argillosa
MW2	C1	28,5	0,00	0,09	18,18	44,33	37,40	Limo con argilla sabbioso
MW2	C2	79,5	0,00	0,20	5,52	52,00	42,28	Limo con argilla sabbioso
MW3	C1	30,0	0,00	28,39	39,48	22,20	9,93	Sabbia con ghiaia limosa argillosa
MW5	C1	29,5	0,00	33,04	43,56	16,03	7,38	Sabbia con ghiaia limosa argillosa
MW6	C1	29,5	0,00	20,81	45,71	22,93	10,55	Sabbia con limo e ghiaia argillosa
MW7	C1	29,5	0,00	34,58	43,59	14,95	6,88	Sabbia con ghiaia limosa argillosa

Le seguenti figure mostrano graficamente i dati presentati nelle tabelle precedenti.

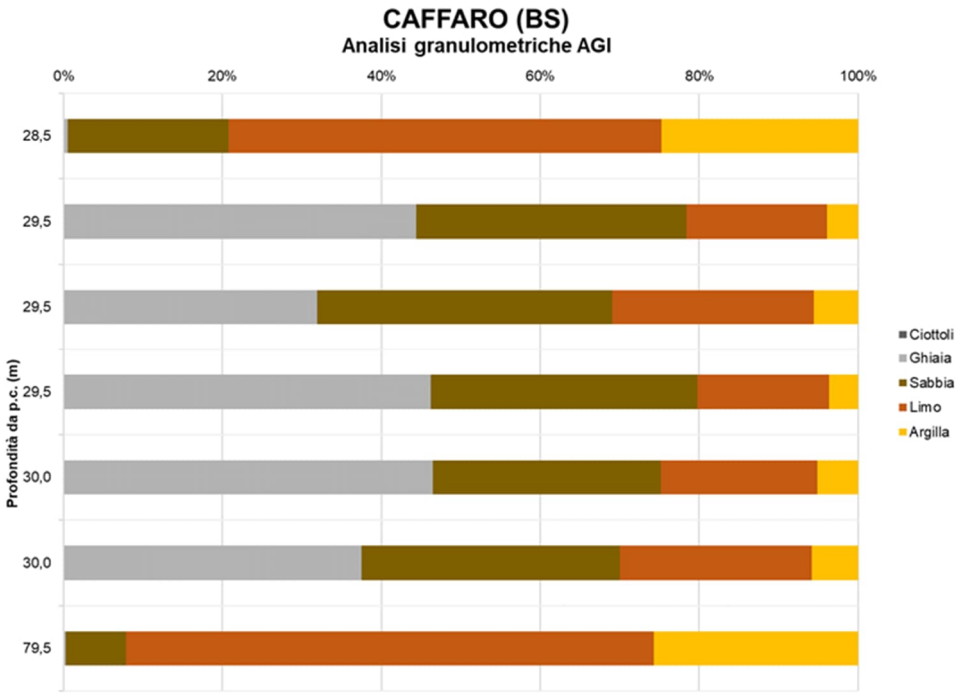


Figura 20: Analisi granulometriche AGI

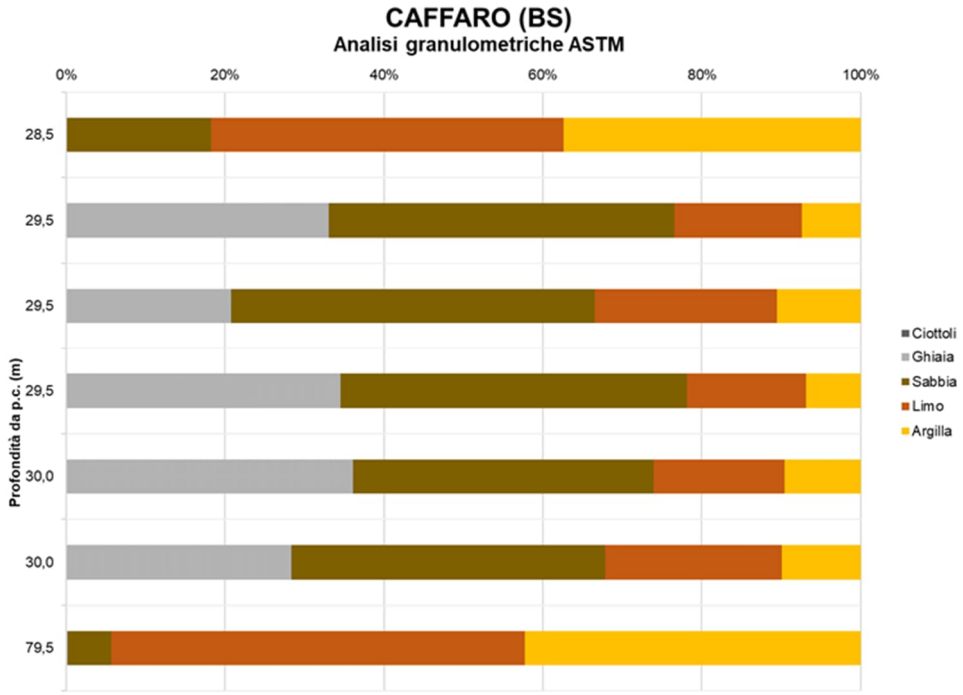


Figura 21: Analisi granulometriche ASTM

Come si evince dalla Figura 20 e dalla Figura 21 c'è una prevalenza di limo e argilla a circa 29 m di profondità; un ulteriore strato coesivo significativo è stato riscontrato a circa 80 m di profondità.

Limiti di Atterberg, indice di plasticità e indice di consistenza

La tabella seguente sintetizza i limiti di Atterberg, indice di plasticità e indice di consistenza valutati in laboratorio per diversi campioni estratti da differenti sondaggi; in particolare:

LL = limite liquido (%);

LP = limite plastico (%);

IP = indice di plasticità (%);

IC = indice di consistenza (%).

Tabella 11: Limiti di Attenberg

Sondaggio	Campione	Profondità (m da p.c.)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IC (%)
MW1	C1	30,0	21,20	19,67	1,53	2,61
MW2	C1	28,5	33,00	21,50	11,50	0,43
MW2	C2	79,5	30,50	20,60	9,90	0,71
MW3	C1	30,0	22,90	20,87	2,03	2,30
MW5	C1	29,5	23,50	21,51	1,99	5,40
MW6	C1	29,5	21,75	19,66	2,09	3,98
MW7	C1	29,5	21,00	19,49	1,51	6,89

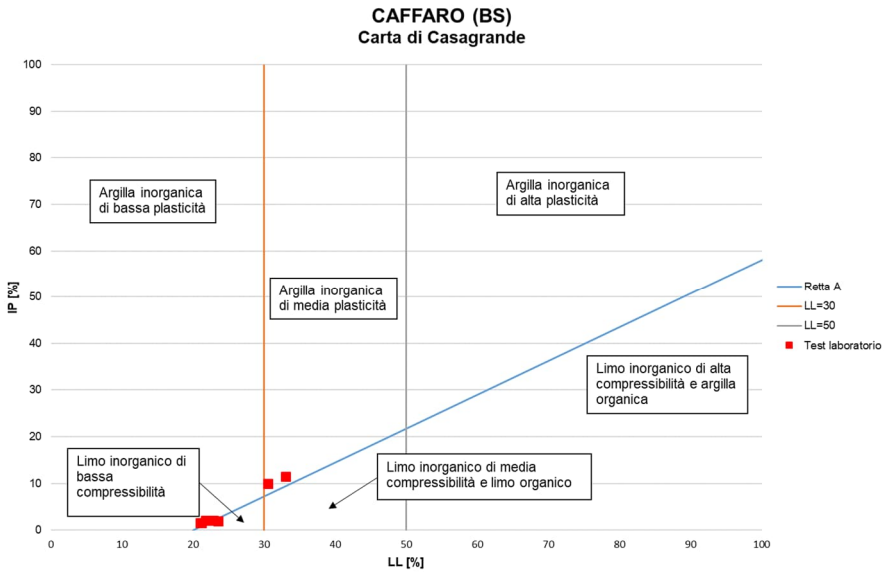


Figura 22: Carta di Casagrande

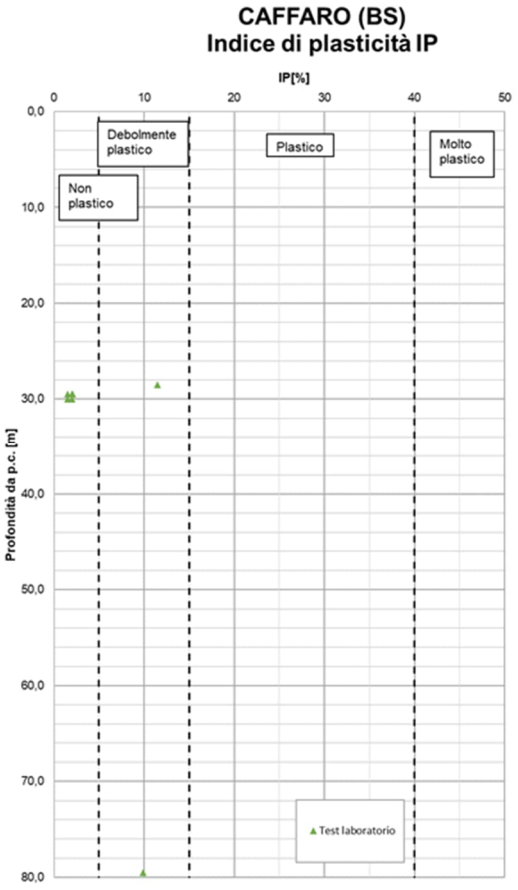


Figura 23: Indice di plasticità IP

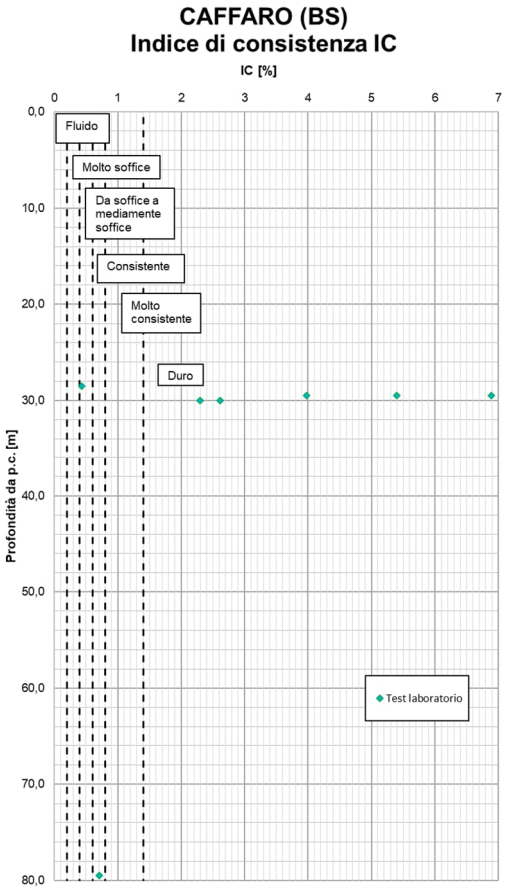


Figura 24: Indice di consistenza

Prove edometriche

Le prove edometriche condotte su diversi campioni estratti a differenti profondità dei sondaggi hanno permesso di valutare, per il materiale coesivo, il coefficiente di compressibilità mv, da cui è stato calcolato il modulo di compressibilità mediante la seguente relazione:

$$M = \frac{1}{mv}$$

Successivamente è stato valutato il modulo di Young, secondo la teoria elastica, come:

$$E = M\frac{(1+v)(1-2v)}{(1-v)}$$

dove v=0,35, considerando un angolo d'attrito interno φ=28° per indice di plasticità molto basso (Gibson, 1953).

Tabella 10: Prove edometriche

Sondaggio	Campione	Profondità (m da p.c.)	mv (cm2/kg)	M (MPa)	ϕ (°)	v (-)	E (MPa)
MW2	C1a	28,5	1,01E-02	10	28	0,35	6
MW2	C1b	28,5	1,08E-02	9	28	0,35	6
MW2	C2a	79,5	6,35E-03	16	28	0,35	10
MW2	C2b	79,5	5,39E-03	19	28	0,35	12

Prove di permeabilità

La seguente tabella sintetizza i risultati delle prove di permeabilità k.

Tabella 11: Prove di permeabilità

Sondaggio	Campione	Profondità (m da p.c.)	k (cm/s)
MW2	C1a	28,5	3,85E-08
MW2	C1b	28,5	4,32E-08
MW2	C2a	79,5	2,53E-08
MW2	C2b	79,5	3,06E-08

Alla luce delle considerazioni riportate nel presente capitolo, viene presentata una sintetica stratigrafia di progetto con i principali parametri geotecnici del terreno.

Tabella 12: Principali parametri geotecnici

	MATERIALE	SPESSORE STRATO	PROFONDITÀ	D_r	ϕ	E	M
		(m)	(m da p.c.)	(%)	(°)	(MPa)	(MPa)
	Riporto	1,5	1,5	(*)	(*)	(*)	-
	Limo sabbioso	1,5	3	-	(*)	(*)	(*)
	Sabbia e ghiaia	20,0	23,0	60÷80	36÷40	35÷45	
	Argilla limosa e limo argilloso	7,0	30,0	-	28	6	10
	Sabbia limosa	20,0	50,0	(*)	(*)	(*)	-
	Conglomerato cementato con locale limo sabbioso (a 80 m)	-	-		28	10	16

(*) = mancanza di dati

6.7. Campionamento ed analisi gas interstiziali

Il campionamento dei gas interstiziali è stato preceduto da un adeguato tempo di riequilibrio delle condizioni naturali del sito. Il campionamento è stato eseguito in contraddittorio con il personale tecnico ARPA Brescia, mediante Canister al fine di permettere l'analisi mediante metodica EPA TO-15 dell'intero spettro di composti volatili (VOC). Inoltre, si è proceduto all'utilizzo di fiale apposite e pompa di aspirazione a basso flusso per la determinazione del mercurio volatile.

Prima del prelievo dei gas, si è provveduto ad effettuare lo spurgo a basso flusso (0,44 l/min) del sistema di monitoraggio fisso e prove di tenuta per verificare eventuali presenze di perdite. Successivamente, tramite strumentazione di campo (PID ed Infrared), sono stati effettuati i rilievi per la determinazione dei parametri VOC, O_2, CO_2 e CH_4.

Il campionamento ha previsto il prelievo di n. 9 campioni dei gas interstiziali dai nesty probes presenti in sito (SG1÷SG9) per le analisi di laboratorio. Non è stato possibile campionare la sonda SG10 per presenza di elevata umidità di condensa nella sonda.

6.7.1. Risultati gas interstiziali

I punti di monitoraggio SG1, SG8 e SG5 hanno evidenziato il maggior numero di concentrazioni massime per singoli parametri analizzati. I risultati hanno evidenziato concentrazioni significative per i composti clorurati, in particolare in corrispondenza dei punti d'indagine SG5 (Tetraclorometano - 2610 µg/m^3) e SG8 (Triclorometano - 1000 µg/m^3).

È stato inoltre rilevata la presenza di vapori di Mercurio in alcune sonde di monitoraggio. La massima concentrazione di mercurio è stata rilevata in prossimità della sonda SG9.

6.8. Campionamento ed analisi acque di falda

Il campionamento nei piezometri di nuova realizzazione è stato condotto mediante l'utilizzo di doppio packer e pompa a basso flusso per poter permettere il prelievo selettivo a profondità diverse. Per ogni profondità è stato prelevato un campione in più aliquote di acqua di falda da sottoporre ad analisi.

Il campionamento dai piezometri già esistenti in sito è stato invece eseguito mediante pompa a basso flusso al fine di prelevare campioni a differenti quote.

Infine, è stato prelevato un campione di acque per ogni pozzo industriale attivo in sito.

Sono stati dunque campionati ed inviati ad analisi un totale di n. 78 campioni, così suddivisi:

- n. 5-6 campioni da ogni doppietta di piezometri multi level per un totale di n. 42 campioni;
- n. 1 campione di acqua da ciascuno dei n. 3 piezometri aggiuntivi realizzati in prossimità delle doppiette multi level, per un totale di n. 3 campioni;
- n. 3 campioni di acqua da ognuno dei seguenti piezometri già esistenti per un totale di n. 24 campioni: Pz1 (80 m), Pz2 (80 m), Pz3 (80 m), Pz4 (80 m), Pz5 (80 m), Pz6 (80 m), Pz7 (80 m), Pz8 (50 m);
- n. 2 campioni di acqua da ognuno dei seguenti piezometri già esistenti per un totale di n. 4 campioni: Pz9 (40 m), Pz10 (40 m);
- n. 1 campione di acqua da ognuno dei pozzi industriali attivi per un totale di n. 5 campioni.

I campioni di acque di falda sono stati inviati al laboratorio di analisi per la determinazione dei seguenti parametri:

- Arsenico;
- Mercurio;
- Cromo totale;
- Cromo VI;
- Piombo;
- Rame;
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni;
- Fitofarmaci;
- PCB, PCN e PCT;
- Sommatoria PCDD/PCDF.

6.8.1. Risultati acque di falda

I risultati analitici hanno evidenziato, in linea con i risultati dei monitoraggi idrochimici condotti periodicamente presso il sito da ARPA, eccedenze normative per i parametri sotto riportati.

Metalli → As, Cr totale, Cr VI, Hg

La distribuzione del parametro As evidenzia un singolo hot spot in corrispondenza del piezometro MW5, in linea con i superamenti riscontrati sulla stessa verticale d'indagine nei terreni insaturi e con il modello concettuale già definito per il sito.

Relativamente al Cr VI, si rilevano concentrazioni eccedenti le CSC sostanzialmente in tutti i punti di monitoraggio, compresi i piezometri di monte idrogeologico; all'interno dello stabilimento si riscontra tuttavia un picco di concentrazione nella porzione centrale del sito, in corrispondenza del piezometro Pz10.

Il parametro Hg presenta eccedenze in diversi piezometri di monitoraggio con concentrazioni massime rilevate nella porzione centrale del sito, in corrispondenza del Pz10.

PCB → PCB totali

Si rilevano eccedenze del limite normativo diffuse in tutto il sito, con valori massimi in corrispondenza della porzione S-W, particolarmente a carico del piezometro MW7.

Solventi clorurati → Triclorometano, Tetracloruro di Carbonio, 1,1-DCE, TCE, PCE, Somma Composti Organoalogenati, 1,2,3-Tricloropropano, 1,1,2,2-Tetracloroetano

Le analisi di laboratorio confermano la presenza di concentrazioni eccedenti per diversi composti organoalogenati in tutto il sito, anche nei piezometri ubicati a monte idrogeologico. All'interno dell'area dello stabilimento si riscontrano tuttavia picchi di concentrazione relativamente ai parametri Cloroformio (Pz5-Pz10) e Tetracloruro di Carbonio (MW6 e MW7).

Fitofarmaci → α-Esaclorocicloesano, β-Esaclorocicloesano, DDD-DDT-DDE, Dieldrin, Sommatoria Fitofarmaci

Si rilevano numerosi superamenti dei limiti normativi per i fitofarmaci particolarmente nella porzione meridionale dello stabilimento, particolarmente a carico del piezometro Pz8.

Diossine → PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)

Si rilevano numerosi superamenti dei limiti normativi nella porzione centrale e meridionale dello stabilimento.

I risultati analitici hanno poi permesso di ricostruire la distribuzione sia spaziale sia verticale della contaminazione presente nelle acque sotterranee; le conclusioni principali delle ricostruzioni delle distribuzioni di contaminazione sono riportate in seguito.

6.8.1.1. Distribuzione spaziale della contaminazione

Le concentrazioni dei diversi contaminanti rilevate nei piezometri nuovi ed in quelli esistenti sono state rappresentate lungo tre transetti, perpendicolari al flusso regionale della falda, rispettivamente ubicati al confine a monte idrogeologico del sito (transetto Nord), al centro del sito (transetto centrale) e lungo il confine di valle idrogeologico (transetto Sud). Tale modalità di rappresentazione ha permesso di visualizzare in modo immediato in quali casi le acque presentano già in ingresso al sito concentrazioni superiori alle CSC e in quali aree si possono ipotizzare apporti interni al sito. Per i relativi grafici si rimanda al Paragrafo 4.7.3.1 del documento “Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente”.

Sono evidenti, in ingresso al sito, concentrazioni superiori alle CSC nel caso del Cromo VI e dei Composti Clorurati.

Procedendo verso valle idrogeologico, si evidenziano i contributi alla contaminazione delle acque sotterranee da parte delle sorgenti di contaminazione ubicate all’interno del sito, come nel caso dei metalli (As, Cr VI e Hg), che incidono maggiormente sulla qualità delle acque nella parte orientale del sito, dei solventi clorurati (Tetracloruro di Carbonio e Cloroformio), più evidenti nella porzione centrale, e di composti quali PCB e fitofarmaci, che incidono maggiormente nella porzione occidentale.

6.8.1.2. Distribuzione verticale della contaminazione

La realizzazione di piezometri cluster multilivello e dei campionamenti selettivi a diverse profondità, mediante sistema a doppio packer, ha consentito di valutare la distribuzione verticale della contaminazione nella porzione di acquifero indagato. I risultati delle indagini hanno confermato come la contaminazione relativa ai principali contaminanti indice sia localizzata prevalentemente nella porzione superficiale dell’acquifero.

Per esempio, in corrispondenza del piezometro MW7, ove si riscontrano le maggiori concentrazioni di PCB, i livelli di contaminazione si riducono di oltre un ordine di grandezza con la profondità (da 37-40 m a 51-54 m da p.c).

Una situazione analoga si verifica nel piezometro:

- MW5, in corrispondenza della sorgente secondaria di As;
- MW1, in corrispondenza della sorgente secondaria di Hg;
- MW3, in corrispondenza delle sorgenti secondarie di Cr VI e Cloroformio;
- MW6, in corrispondenza della sorgente secondaria di Tetracloruro di carbonio.

7. SINTESI DEL MODELLO CONCETTUALE DEL SITO

In questa sezione viene fornito il quadro generale delle caratteristiche e condizioni del sito deducibile sulla base delle indagini condotte sul sito a partire dal 2000: gli elementi esposti costituiscono il modello concettuale del sito.

7.1. Idrologia

L'area di Brescia ricade all'interno del Bacino idrografico del fiume Oglio, di cui i fiumi Mella (ubicato a Ovest dell'area di studio) e Chiese sono i più importanti affluenti dell'Oglio sottolacuale.

Il reticolo idrografico superficiale in prossimità dell'area Caffaro è rappresentato dall'asse vallivo principale del Fiume Mella, che nel tratto prossimo all'area di studio si presenta interamente arginato, e da un complesso sistema di rogge e canali che tendono a svilupparsi in uscita dall'area urbana verso le aree agricole presenti a sud.

Attualmente è in corso l'attività di monitoraggio delle acque e del sedime delle rogge presenti a sud del comparto industriale, come riportato nella figura sottostante.

Figura 25: Reticolo Idrico

In particolare, si segnala la Roggia Fiumicella Ramo Est (indicata in carta con la freccia gialla) nella quale vengono scaricate con autorizzazione provinciale le acque di emungimento dai pozzi industriali attivi nello stabilimento, a seguito dell'ordinanza del Comune che lo ha imposto nell'ambito delle attività di messa in sicurezza di emergenza (MISE) per garantire il confinamento della falda acquifera sottostante e per impedire che le acque sotterranee entrino in contatto con gli inquinanti presenti nel sottosuolo del sito produttivo accumulati negli anni passati.

7.2. Inquadramento geologico-idrogeologico

Il Sito di Caffaro è situato in prossimità dello sbocco della valle del Fiume Mella nell'alta pianura Lombarda, in particolare tra la parte distale della conoide alluvionale del Fiume stesso, creata dall'attività sedimentaria del fiume in epoca pre-quaternaria, ed il livello fondamentale della pianura. Il Fiume Mella ha originariamente divagato su tutta la conoide, mentre successivamente ha abbandonato il settore orientale e quello centrale, concentrando il flusso nel settore occidentale, ad Ovest del Sito, dove sono riconoscibili aree interessate in tempi via via più recenti dalla sua azione erosiva e/o deposizionale.

I depositi che costituiscono questo corpo sedimentario sono in prevalenza grossolani, e sono cartografati nella Carta Geologica d'Italia e nella Carta Geologica delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello come Alluvioni antiche ed Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali riferite al Würm Auct. (Olocene - Pleistocene medio - sup.). Le prime sono costituite da materiali sabbioso-ghiaiosi, le seconde da depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi che presentano generalmente uno strato di alterazione superficiale argilloso di ridotto spessore e sono localmente ricoperte da una più o meno esigua coltre limosa. La Tavola 60705578_CBS_07_A01_2_0 mostra l'inquadramento geologico del sito oggetto di studio.

Il sito è situato nella zona di transizione tra le alluvioni fluviali antiche di età olocenica e le alluvioni fluvio-glaciali e fluviali di età pleistocenica. La linea di demarcazione tra le due unità non è individuabile con chiarezza, essendo il territorio completamente urbanizzato. Tale circostanza ai fini pratici risulta tuttavia moderatamente rilevante in quanto si tratta in entrambi i casi di ghiaie a matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, pur essendo l'unità olocenica verosimilmente più permeabile di quella pleistocenica. La percentuale di frazione limosa varia sia in senso verticale sia orizzontale, e localmente sono presenti lenti limoso-argillose.

Presso il Sito, l'unità del fluviale Würm Auct. è rinvenibile in profondità sino a circa 25 m dal piano campagna (p.c.) e poggia su depositi conglomeratici (Ceppo Lombardo Auct. – Pleistocene medio), con orizzonti argillosi o argilloso-sabbiosi. Il complesso dei depositi alluvionali continentali (Würm e Ceppo) forma una coltre dello spessore di circa 80-90 m e poggia su depositi di origine marina e continentale costiera a granulometria essenzialmente fine (Villafranchiano Auct. – Pleistocene medio - inf).

Alla luce dell'assetto strutturale e litologico delle unità individuate nel sottosuolo, da un punto di vista idrogeologico nell'area di studio si identificano gruppi acquiferi distinti e caratterizzati da litotipi con diverso comportamento idraulico. È possibile dunque concettualizzare un sistema di falde acquifere come segue:

- **Falda del Primo Acquifero Alluvionale**

  Il sistema principale è impostato nei depositi alluvionali fluviali più superficiali, che ospitano una falda libera (talora debolmente semiconfinata), estremamente produttiva.

  Uno dei caratteri salienti del Primo acquifero alluvionale consiste nella presenza di orizzonti a minore permeabilità, che fa si che la circolazione idrica si sviluppi seguendo vie di deflusso preferenziali rappresentate dai litotipi più permeabili, secondo livelli sovrapposti. Tali livelli determinano una certa compartimentazione dell'acquifero, senza tuttavia determinare vere e proprie condizioni di confinamento, e si ritiene che siano tra loro intercomunicanti. Di conseguenza i livelli acquiferi contenuti nell'unità ghiaioso-sabbiosa e nell'unità conglomeratica possono essere ricondotti ad un'unica circolazione idrica sotterranea a carattere generale.

I valori di permeabilità dei depositi ghiaiosi sono piuttosto elevati dell'ordine di 10^{-3} m/s, mentre quelli dei conglomerati sono leggermente inferiori (compresi tra 10^{-3} e 10^{-4} m/s).

La direzione principale di deflusso della falda è da Nord Nord Ovest – Sud Sud Est. I valori del gradiente idraulico sono fortemente condizionati dai prelievi, che sono maggiormente concentrati nella porzione settentrionale della piana. Il gradiente diminuisce andando da nord verso sud, sia per effetto dei prelievi sia verosimilmente per il passaggio da una zona a prevalente litologia ghiaioso-sabbiosa con poche lenti di argilla a una con dove argilla e limo sono più abbondanti.

La soggiacenza della falda presenta oscillazioni molto marcate nel settore settentrionale della pianura, lungo il tratto terminale della Val Trompia e l'apice del conoide del Mella. Nella parte meridionale della pianura, invece, il piano freatico si approssima al piano campagna.

Nella zona in esame, la falda ha avuto un generale trend negativo nel periodo anni '60 - metà anni '70, imputato ai massicci emungimenti nel periodo del boom economico. I dati storici relativi alle variazioni dei livelli all'interno dei pozzi idropotabili registrati dal 1973 mostrano come il trend negativo persista fino a raggiungere un minimo relativo all'inizio degli anni '90, per poi invertirsi originando un innalzamento a partire circa dagli anni 1999-2000.

Nell'area del Sito Caffaro, la forte riduzione dei prelievi di natura industriale ha determinato, nel corso degli ultimi anni, un ulteriore recupero progressivo del livello di falda; infatti, nel 2014 presso il piezometro Pz5 sono stati misurati carichi idraulici di 123 metri s.l.m con un innalzamento pari a circa 10 metri rispetto ai valori massimi misurati nelle campagne del 2002-2007.

Per quanto riguarda i rapporti idrici tra il Fiume Mella e la falda, i dati piezometrici e idrometrici acquisiti da ARPA nel 2014 indicano come nel settore d'interesse le interazioni tra fiume e falda sembrano essere limitate solamente a fenomeni di ricarica indiretta, ovvero senza uno scambio idrico diretto dal fiume verso la falda. In realtà, il confronto tra la quota del pelo libero del Mella e la quota piezometrica indica un carattere disperdente del fiume fino alla latitudine della Caffaro ed oltre, mentre il Fiume Mella sembra essere drenante a partire dalla fascia dei fontanili in cui la falda risulta essere molto superficiale, con una interazione diretta con il fiume.

- **Falde degli Acquiferi Alluvionali Profondi**

  La prima e la seconda falda sono separate da un'unità costituita da argille, argille limose e limi con spessori variabili. I livelli di queste unità impermeabili o semi-permeabili presentano spessori variabili, da 1 a 10 m; inoltre, la presenza di pozzi che intercettano più falde contemporaneamente può portare ad un locale interscambio delle acque tra le due falde.

  Le falde confinate degli acquiferi del Gruppo C e D ospitate nelle unità argilloso sabbiose sono di scarso interesse idrogeologico e poco sfruttate. Questi acquiferi, definiti "profondi", godono di buona protezione dall'inquinamento derivato dalla superficie, in quanto l'acquicludo può presentare anche notevoli spessori.

Per maggiori informazioni e dettagli riguardanti all'inquadramento geologico ed idrogeologico del sito si rimanda alla relazione tecnica specifica 60705578_CBS_07_RL01_2_0 "Relazione geologica".

7.2.1. Stratigrafia locale

Come desumibile dal documento "MCS definitivo redatto da NCE nel Maggio 2006", nel sito in esame è possibile individuare i seguenti livelli litostratigrafici con caratteristiche litologiche e granulometriche affini:

- *"Livello A (0,0 – 1,5 m da p.c.) – Terreno di riporto: è caratterizzato da una granulometria estremamente eterogenea e da una permeabilità molto variabile e rappresenta la porzione di terreno in cui è presumibilmente concentrata la quasi totalità della massa degli inquinanti;*
- *Livello B (1,5 - 3,0 m da p.c.) – Limo prevalente: rappresenta la porzione di terreno fondamentale per la migrazione dei contaminanti a maggiore profondità;*
- *Livello C (3,0 - 10 m da p.c.) – Ghiaia prevalente;*
- *Livello D (10 - 30 m da p.c.) – Sabbia prevalente; tra 20 e 30 m di profondità sono frequenti le intercalazioni di lenti di ghiaia, argilla e limo di spessore metrico."*

Nella seguente tabella (Tabella 13) si riportano i valori di conducibilità idraulica nei terreni insaturi intesi come medie dei valori di riferimento, i quali *"possono essere usati qualora si assuma come "stratificazione" semplificata quella proposta dal Modello Fisico del Sito"* ("MCS definitivo redatto da NCE nel Maggio 2006").

Tabella 13: Caratteristiche fisiche dei livelli individuate nel MFS (Fonte: "MCS definitivo redatto da NCE nel Maggio 2006")

Tabella 2.2
Caratteristiche fisiche dei livelli individuati nel MFS

Livello	Profondità da p.c. (m)	Spessore medio (m)	Conducibilità idraulica (m/s)	Permeabilità (cm^2)
A – Terreno di riporto	0.0 – 1.5	1.5	10^{-3}	10^{-6}
B – Limo	1.5 – 3.0	1.5	$2.4 * 10^{-6}$	$2.4 * 10^{-9}$
C – Ghiaia	3.0 – 10.0	7.0	$5 * 10^{-2}$	$5 * 10^{-5}$
D – Sabbia	10.0 – 30.0	20.0	$5 * 10^{-4}$	$5 * 10^{-7}$

7.3. Sintesi del Modello Concettuale del sito

Nel presente capitolo è riportata la descrizione del Modello concettuale del sito sviluppato sulla base dei risultati delle indagini ambientali pregresse realizzate nell'area e degli studi svolti.

Tale sintesi deriva da quanto descritto nel documento "*Analisi delle concentrazioni dei contaminanti presenti nel sottosuolo dello stabilimento Caffaro di Brescia e Modello Concettuale Definitivo dello Stabilimento*" (NCE - Maggio 2006). Gli obiettivi ed i contenuti del modello concettuale (MCD) sono quelli definiti nell'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta - Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati – del D.Lgs. 152/06.

7.3.1. Sorgenti Primarie di contaminazione

A valle delle attività di caratterizzazione svolte sono state individuate le seguenti sorgenti primarie di contaminazione (già definite nel documento "*Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo e modello concettuale definitivo*" – NCE, Maggio 2006).

Tabella 14: Sorgenti primarie di contaminazione

SORGENTE	SUPERAMENTI NEI TERRENI/ACQUE DI FALDA
Arsenico	Porzione sud-orientale del sito, nella quale sono state condotte attività lavorative legate alla produzione di carbonato di calcio e arseniato di piombo dal 1920 al 1976.
Mercurio	1- Porzione centrale del sito, nella quale sono state condotte attività lavorative legate essenzialmente all'elettrolisi cloro-soda e clorato dal 1906 al 1997; 2- Aree occupate dai gasometri per idrogeno; 3- Area nella porzione meridionale dello stabilimento deputata alla compressione dell'idrogeno; 4- Area posta a sud est dello stabilimento dove erano presenti i reparti deputati alla produzione dei Sali di mercurio; 5- Area posta all'estremo sud-est dello stabilimento nella quale è presente la vasca di neutralizzazione delle acque di scarico dei servizi. (fino agli anni '60).
Piombo	Porzione sud-orientale del sito, nella quale sono state condotte attività lavorative legate alla produzione di carbonato di calcio e arseniato di piombo dal 1920 al 1976.
Rame	Porzione sud-orientale dello stabilimento Caffaro, in cui erano ubicate le produzioni della pasta Caffaro (ossicloruro di rame e cloruro rameico), dell'ossicloruro e di altri prodotti destinati all'utilizzo in agricoltura. Queste produzioni sono state svolte dagli anni '20 fino al 1975.
PCB, PCN e PCT	1- Area di stoccaggio di Apiroli (prodotti tra il 1936 e il 1984) posta a sud ovest dello stabilimento; 2- Area impianti Fenclor (cloro difenili), Deca (cloro difenili) e Diolo ed annessi (polialcoli da cloro difenile) ubicata nella porzione sud-occidentale del sito ed attiva per tali produzioni, negli anni compresi tra il 1936 e il 1984; 3- Aree adibite in passato allo stoccaggio di cloro paraffina, cloro difenili, cloropolitene e clorocaucciù. ubicate ad ovest del sito; 4- Porzione centrale del sito in cui sono state ubicate nel corso degli anni le cabine elettriche di trasformazione, presumibilmente equipaggiate con oli dielettrici contenenti PCB; 5- Aree dove in passato erano ubicate le officine elettriche ed i locali di ricezione e conversione dell'energia elettrica (trasformatori contenenti PCB).
αHCH, βHCH e Lindano	Area posta nella porzione nord-occidentale dello stabilimento Caffaro, interessata in passato dalla presenza dei reparti per la produzione di esaclorocicloesano.
DDD, DDT e DDE	Area dedicata in passato alla produzione di insetticidi ubicata nell'estremità nord-occidentale del sito.
PCDD/PCDF	La presenza quasi ubiquitaria di PCDD/PCDF non ha permesso di individuare una potenziale area sorgente.
Materiali di riporto di origine antropica, presenti in modo ubiquitario sull'area in esame fino a profondità massima di circa 4 m da p.c., costituiti prevalentemente da mattoni, cemento, scarti industriali e calce. A questi materiali non si applica la procedura di AdR.	

7.3.2. Sorgenti Secondarie di contaminazione

La valutazione delle sorgenti secondarie di contaminazione ha tenuto in considerazione dell'esigenza del piano di risviluppo dell'area, che prevede di mantenere in sito alcuni edifici storici, e del piano di riqualificazione di Via Milano. In particolare, il Comune di Brescia, con comunicazione del 18 marzo 2019 indica che la porzione del sito posta a Nord Ovest, nell'ottica di riqualificazione dell'area, possa essere considerata a destinazione commerciale al fine dell'individuazione delle sorgenti secondarie di contaminazione.

Alla luce di tale dichiarazione e considerando quanto previsto dal PGT vigente per le restanti aree del sito (Paragrafo 4.3), è possibile individuare tre distinti settori, con vocazione:

- Commerciale/artigianale/servizi ad asservimento del futuro parco – area posta a Nord Ovest;
- Parco pubblico – la restante porzione del sito posta a nord di via Emilio Morosini;
- Commerciale/artigianale/servizi – la porzione triangolare del sito posta a sud di via Emilio Morosini.

Conseguentemente, i contaminanti indice per l'elaborazione dell'analisi di rischio sito specifica per il sito sono stati definiti tenendo conto delle suddette suddivisioni; il processo di individuazione dei contaminanti indice dei terreni insaturi superficiali e profondi e delle acque sotterranee è descritto nel documento di Analisi di Rischio allegato al POB approvato.

Ai fini dell'analisi di rischio, le sorgenti secondarie di contaminazione sono dunque identificate con i comparti ambientali in cui sono stati rilevati superamenti delle CSC indicate dal D.Lgs. 152/06 e le CSR sono state calcolate in ciascuna sorgente. Per la delimitazione areale delle sorgenti secondarie nei terreni e nelle acque sotterranee è stata seguita la procedura indicata dai Criteri Metodologici APAT.

Le sorgenti secondarie identificate nei terreni insaturi sono state valutate in relazione alla presenza di terreni naturali o di riporto, al netto della presenza di materiali di riporto di origine antropica, che sono considerati come sorgenti primarie di contaminazione e a cui non si applica la procedura di AdR. Gli areali sottesi dai sondaggi ove sono presenti materiali di riporto sono evidenziati con una campitura diagonale nelle Figure 3 e 4 del documento di Analisi di Rischio.

Sulla base dei criteri sopra definiti e sulla base degli esiti delle indagini ambientali condotte in sito, sono state dunque individuate:

- n. 1 sorgente nelle acque di falda (Figura 26), identificata sulla base degli esiti dei monitoraggi condotti negli anni di monitoraggio 2017 e 2018 (ultimi due anni). In via cautelativa ai fini della stima del rischio per la salute umana, sebbene il protocollo di monitoraggio non ricomprenda l'intera rete piezometrica esistente, la sorgente è stata posta coincidente con l'intera area del sito Caffaro;

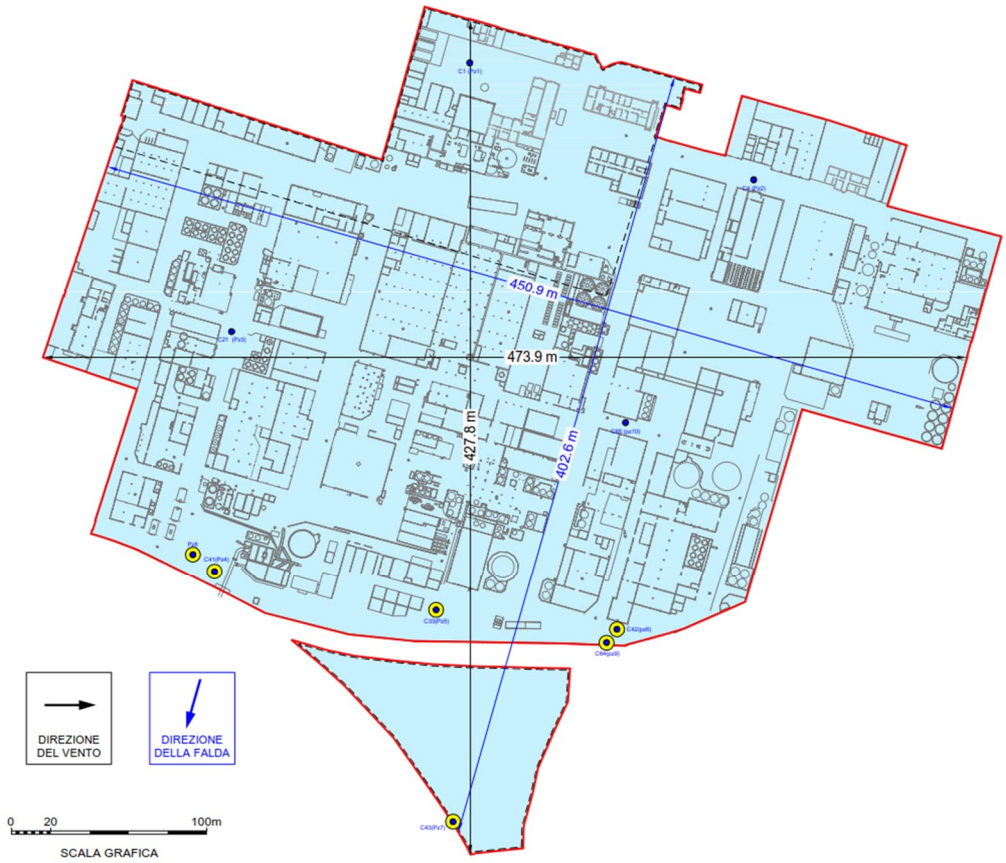


Figura 26: Sorgente Secondaria – Acque di Falda

- n. 4 sorgenti di contaminazione nel terreno insaturo superficiale (0-1 m da p.c.) (Figura 27)
  - Sorgente SS1, posta nella porzione Nord-Occidentale del sito a vocazione commerciale e individuata dai punti di indagine C8 e T14;
  - Sorgente SS2, posta nella porzione Nord-Occidentale del sito a vocazione commerciale e individuata dai punti di indagine T6, T8 P7, C6 e C11;
  - Sorgente SS3, rappresentata dalla porzione centrale del sito a vocazione Verde pubblico;
  - Sorgente SS4, Individuata come l'area a forma triangolare posta a sud della via Emilio Morosini a vocazione commerciale/industriale;

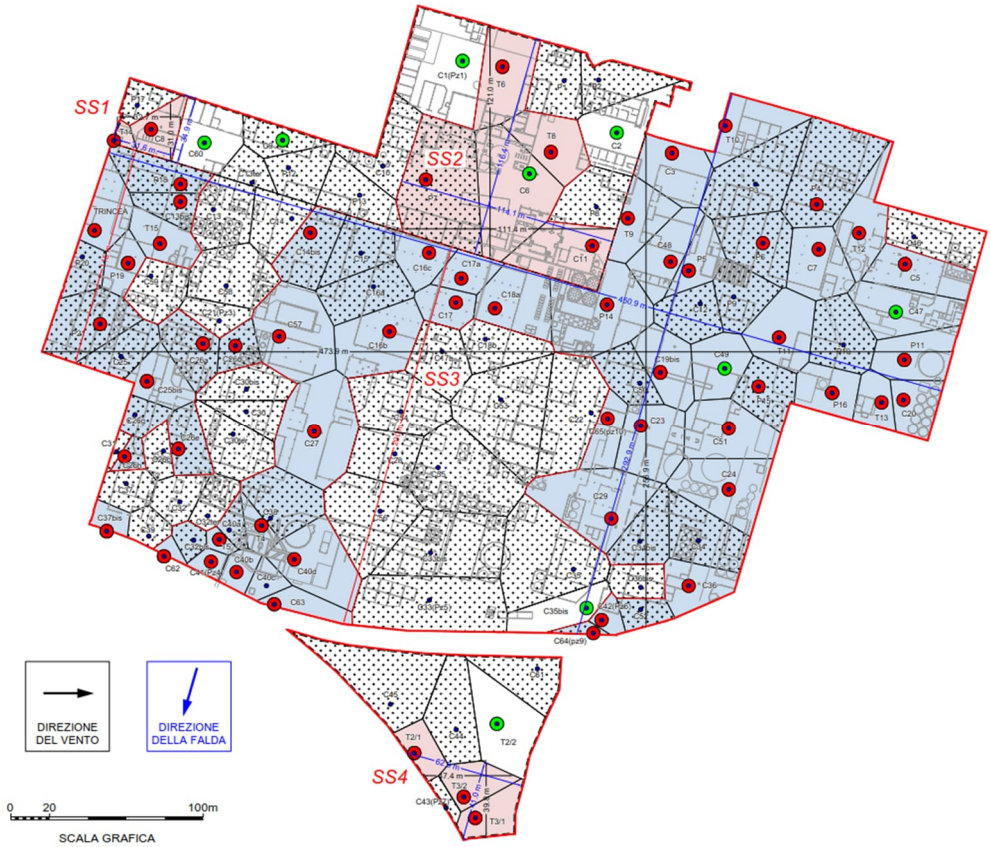


Figura 27: Sorgenti Secondarie – Terreni insaturi superficiali

- n. 4 sorgenti di contaminazione nel terreno insaturo profondo (>1 m da p.c.) (Figura 28):
  - Sorgente SP1, posta nella porzione Nord-Occidentale del sito a vocazione commerciale e individuata dai punti di indagine C8 e T14;
  - Sorgente SP2, posta nella porzione Nord-Occidentale del sito a vocazione commerciale e individuata dai punti di indagine P7, C6 e C11;
  - Sorgente SP3, rappresentata dalla porzione centrale del sito a vocazione Verde pubblico;
  - Sorgente SP4, Individuata come l'area a forma triangolare posta a sud della via Emilio Morosini a vocazione commerciale industriale.

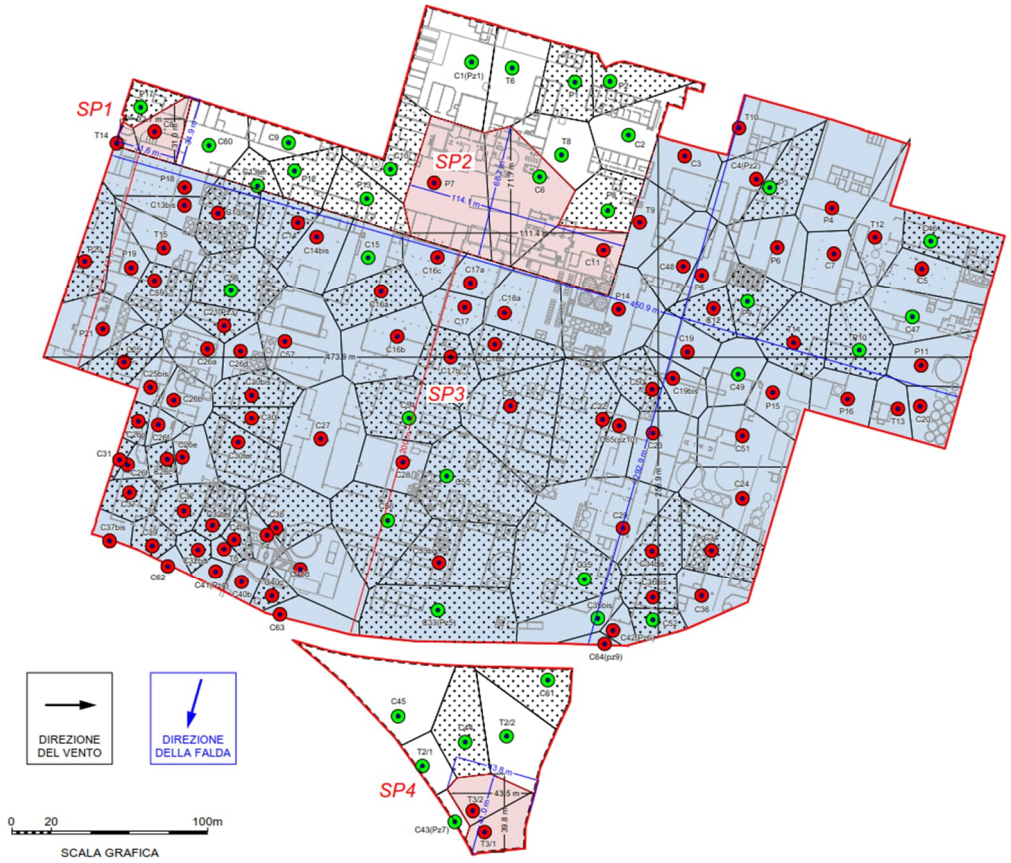


Figura 28: Sorgenti Secondarie – Terreni insaturi profondi

7.3.3. Vie di migrazione

I possibili percorsi di migrazione della contaminazione, in relazione alla tipologia di composti rilevata nei terreni e nelle acque sotterranee, sono di seguito riportati:

- il percorso di *volatilizzazione di polveri* dai terreni insaturi superficiali, nella futura configurazione a parco e pertinenze correlate, sarà attivo. Attualmente non è attivo per la presenza della pavimentazione continua sull'intero sito ad eccezione dell'area a sud di Via Morosini;
- il percorso di *volatilizzazione di vapori* dai terreni insaturi superficiali e profondi e dalle acque sotterranee verso l'aria ambiente è attivo, vista la presenza di sostanze volatili in tutte le sorgenti secondarie identificate;
- il percorso di *lisciviazione* dal terreno alle acque del primo acquifero è potenzialmente attivo, vista la correlazione di alcune sostanze rilevate sia nei terreni sia nelle acque di falda;
- il percorso di *migrazione orizzontale* della contaminazione disciolta in falda è attivo vista la presenza dei composti registrati nel corpo idrico sotterraneo in concentrazioni eccedenti le CSC. Il deflusso delle acque avviene in direzione Sud.

7.3.4. Recettori

In accordo con le procedure previste dal D. Lgs. 152/06, ai fini della definizione degli obiettivi di bonifica sono stati identificati i potenziali bersagli della contaminazione presente nel suolo e nel sottosuolo del sito. L'analisi ha valutato lo scenario futuro di sviluppo del sito.

I possibili recettori che possono entrare in contatto con le sorgenti di contaminazione sopra definite, nella futura configurazione del sito, sono:

- Recettori on site: i **futuri fruitori del parco** e **lavoratori** delle pertinenze;
- Recettori off site:
  - i **residenti** nelle aree intorno allo stabilimento;
  - i **lavoratori** delle attività industriali/commerciali adiacenti al sito. Per tali recettori non è stata applicata alcuna procedura di calcolo delle CSR, poiché i risultati dei calcoli condotti per i lavoratori on site e per i futuri fruitori del parco risultano maggiormente cautelativi;

- Acque sotterranee: ai sensi della normativa vigente è stato imposto il rispetto delle CSC e/o delle massime concentrazioni in ingresso allo stabilimento ai punti di conformità (POC) ubicati lungo il confine di valle idrogeologica del sito (confine meridionale, presso il quale sono installati i piezometri Pz4, Pz8, Pz5, Pz6, Pz9 e Pz7). Dall'analisi dei dati raccolti nella campagna di monitoraggio di marzo 2019, si evince che le acque di falda presentano già in ingresso al sito concentrazioni di alcuni contaminanti superiori alle CSC. Nel caso del Cromo esavalente e dei Composti Clorurati – serie degli eteni sono evidenti, in ingresso al sito, concentrazioni superiori alle CSC. Altresì si riconoscono i contributi alla contaminazione delle acque sotterranee da parte delle sorgenti di contaminazione ubicate all'interno del sito, come nel caso dei metalli (As, Cr VI e Hg), che incidono maggiormente sulla qualità delle acque nella parte orientale del sito, dei solventi clorurati (Tetracloruro di Carbonio e Cloroformio), più evidenti nella porzione centrale, e di composti quali PCB e fitofarmaci, che incidono maggiormente nella porzione occidentale.

7.3.5. Percorsi d'esposizione

In relazione ai contaminanti rilevati nelle matrici ambientali, alla figura configurazione di sviluppo del sito ed ai recettori individuati, le vie d'esposizione considerate sono:

- contatto dermico, ingestione accidentale e inalazione outdoor di particolato dal terreno superficiale: attivi nella futura configurazione a parco dell'area;

- inalazione di vapori outdoor dai terreni insaturi superficiali, profondi, dalle acque della falda: attivi da quelle sorgenti caratterizzate dalla presenza di sostanze volatili, così come definite da ISS, marzo 2018;

- inalazione di vapori indoor dai terreni insaturi superficiali, profondi, dalle acque della falda: attivo per gli edifici che saranno mantenuti all'interno dell'area in esame e per quelli off-site, ubicati a distanza inferiore a 30 m dalle sorgenti identificate.

La possibile esclusione dei percorsi di inalazione vapori indoor e outdoor è stata valutata applicando la linea guida "*Procedura operativa per la valutazione e l'utilizzo dei dati derivanti da misure di gas interstiziali nell'analisi di rischio dei siti contaminati*" SNPA n. 17/2018.

8. SINTESI DELL'ANALISI DI RISCHIO E OBIETTIVI DI BONIFICA

L'Analisi di Rischio sanitario ambientale sito specifica (AdR) è stata elaborata per lo "Stabilimento Caffaro di Brescia", di proprietà Caffaro Chimica S.r.l. in Amministrazione Straordinaria, in conformità al D.Lgs 152/06 - Titolo V "Bonifica dei Siti Contaminati".

Di seguito si riporta una sintesi dei principali aspetti dell'AdR elaborata, per i cui dettagli si rimanda al documento specifico allegato al "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" ed approvato con Decreto del MATTM n. 110 del 04.09.2020.

Nel seguito si riportano, per una trattazione organica, gli obiettivi di bonifica fissati per tutte le matrici ambientali coinvolte. Si precisa in ogni caso, come già evidenziato, che il presente Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase non prevede interventi per le acque di falda, nè interventi per i terreni superficiali. Tali attività saranno demandate a fasi successive di progettazione, appalto e realizzazione.

8.1. Metodologia

L'analisi di rischio è stata svolta in modalità backward per la definizione delle Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR), quali obiettivi di bonifica dell'area.

L'analisi di rischio è stata realizzata seguendo le linee guida riportate nei "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati - APAT-ISS-ISPESL-ICRAM-ARPA", Rev. 2, marzo 2008 applicando le metodologie internazionalmente riconosciute per la valutazione del rischio per la salute umana, derivante da situazioni di contaminazione di suoli ed acque sotterranee, e tenendo conto di quanto indicato dalle "Linee-guida sull'analisi di rischio ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii." MATTM, febbraio 2015 per quanto concerne la definizione degli obiettivi di bonifica in presenza di CSR<CSC (*"in assenza di requisiti oggettivi, sito-specifici, che giustifichino l'adozione di obiettivi di bonifica (CSR) più bassi delle CSC, queste costituiscono un valore di riferimento."*).

Inoltre, la presente Analisi di Rischio tiene conto di quanto previsto dai disposti normativi vigenti in Regione Lombardia (D.G.R. n. 8/11348 del 10/02/10), considerando anche il rischio cumulato dovuto all'esposizione contemporanea a tutte le vie di esposizione provenienti dalle sorgenti di potenziale contaminazione presenti nelle diverse matrici ambientali.

Infine, per la valutazione del rischio da inalazione vapori è stato fatto riferimento alle indicazioni contenute nella "*Procedura Operativa per la Valutazione e l'utilizzo dei dati derivanti da misure di gas interstiziali nell'analisi di rischio dei siti contaminati*" SNPA 17/2018, utilizzando per tale verifica la campagna di monitoraggio soil gas svolta presso il sito in contraddittorio con ARPA nel mese di gennaio 2019.

8.2. Obiettivi di bonifica

Il calcolo delle CSR è stato effettuato, in accordo al D.Lgs. 152/06 e s.m.i., per le sorgenti secondarie individuate nelle matrici ambientali terreni insaturi superficiali, terreni insaturi profondi e acque di falda, per gli scenari e per i percorsi d'esposizione selezionati, considerando accettabili i valori di rischio cancerogeno singolo e cumulato rispettivamente pari a 10^{-6} e 10^{-5} e i valori di rischio tossico singolo e cumulato pari ad 1. Per i disposti normativi vigenti in Regione Lombardia, conservativamente, sono stati cumulati i contributi da tutte le matrici ambientali.

Le concentrazioni soglia di rischio (CSR) per il suolo insaturo superficiale, profondo e per le acque sotterranee sono state quindi calcolate per le singole aree sorgenti considerate nel presente lavoro per la determinazione degli obiettivi di bonifica a protezione della salute umana e dell'ambiente.

Le CSR sono state per alcuni composti poste pari alle CSC e, pertanto, la procedura di analisi di rischio-sito specifica è stata applicata per le sole sostanze per le quali non si prevede il raggiungimento delle CSC.

8.2.1. CSR acque di falda

8.2.1.1. CSR per la salute umana

L'area sorgente secondaria di contaminazione identificata nelle acque di falda si estende per l'intero sito. I percorsi di esposizione attivi da questa matrice sono l'inalazione di vapori indoor e outdoor. A valle della verifica del rischio da inalazione vapori eseguita secondo la linea guida SNPA 17/2018, si riportano nella tabella sottostante le CSR per le sostanze volatili presenti in concentrazioni eccedenti le CSC nelle acque di falda e che mostrano concentrazioni nei soil gas superiori alle Csoglia (Mercurio, Tetracloroetilene, Tricloroetilene, Triclorometano) e per il Tetracloruro di Carbonio. I valori di CSR proposti sono tali da verificare la cumulazione dei rischi con le CSR calcolate per i terreni e riportate nei paragrafi seguenti.

Tabella 15: CSR e confronto con Crappresentativa

COPCs	Crapp [µg/L]	CSR [µg/L]
Mercurio elementare	1,76E+01	6,00E+01*
Triclorometano	1,90E+01	7,92E+01
Tricloroetilene	1,11E+00	1,05E+02
Tetracloroetilene	1,73E+01	2,26E+03
Tetracloruro di Carbonio	1,22E+01	5,55E+01

* CSR posta uguale al valore di Solubilità

Dal confronto tra le CSR calcolate per le acque sotterranee e le concentrazioni rilevate in falda, poiché queste ultime risultano sempre inferiori alle CSR, si evince come vi sia assenza di rischio sanitario da questa matrice ambientale.

8.2.1.2. CSR per l'ambiente

Le CSR a protezione dell'ambiente sono state poste pari alle CSC al confine del sito o, per alcuni parametri, ai valori definiti attraverso l'apposito studio statistico delle concentrazioni in ingresso al sito. Dal momento che l'area sorgente di contaminazione secondaria si estende per l'intero sito e lambisce il confine, non è stato possibile procedere alla modellazione del percorso di migrazione in falda.

Considerando che sul confine di valle idrogeologica del sito sono installati i piezometri Pz4, Pz8, Pz5, Pz6, Pz9 e Pz7, sono stati rilevati superamenti delle CSC per le seguenti sostanze:

- Arsenico;
- Cromo Totale;
- Cromo VI;
- Mercurio;

- Cloroformio;
- 1,1 Dicloroetilene;
- Tricloroetilene;
- Tetracloroetilene;
- 1,2 Dicloropropano;
- Tetracloruro di carbonio (confrontato con il limite proposto da ISS);
- β-esacloroesano;
- PCB.

Dall'analisi dei dati raccolti nella campagna di marzo 2019, che ha incluso anche il campionamento e l'analisi dei piezometri posti a monte del Sito (Pz1 e Pz2) si evince che le acque di falda presentano già in ingresso al sito concentrazioni superiori alle CSC per:

- Cromo VI (concentrazione massima di monte = 34 μg/L vs CSC 5 μg/L);
- PCB (concentrazione massima di monte = 0,15 μg/L vs CSC 0,01 μg/L);
- Cloroformio (concentrazione massima di monte = 5,8 μg/L vs CSC 0,15 μg/L);
- 1,1 Dicloroetilene (concentrazione massima di monte = 0,39 μg/L vs CSC 0,05 μg/L);
- Tetracloroetilene (concentrazione massima di monte = 4,95 μg/L vs CSC 1,1 μg/L);
- Tetracloruro di carbonio (concentrazione massima di monte = 3,04 μg/L vs CSC 0,15 μg/L).

Nei piezometri esterni di monte Pz4 Est 80 e Pz5 Est 80 sono state rilevate storicamente eccedenze per i parametri sopra elencati, a conferma della situazione di non conformità delle acque in ingresso al sito.

Tale condizione è verificata per le sostanze sopra elencate, ad eccezione del Tetracloruro di carbonio e dei PCB, che sono stati rilevati in concentrazioni superiori al limite proposto da ISS e alla CSC in una sola campagna e pertanto tale condizione non si ritiene sufficiente per essere rappresentativa di una concentrazione di fondo in ingresso al sito. Per la definizione degli obiettivi di bonifica ai POC, sono state quindi verificate le concentrazioni in ingresso al sito per i composti:

- Cromo VI;
- Cloroformio;
- 1,1 Dicloroetilene;
- Tetracloroetilene.

Lo studio statistico per la determinazione dei valori in ingresso al sito è stato effettuato sulla base del database relativo ai risultati delle attività di monitoraggio effettuate da ARPA Dipartimento di Brescia a partire dall'aprile 2014 fino al giugno 2019, in corrispondenza dei piezometri posti a monte idrogeologico del sito (Pz4 Est 40, Pz4 Est 80, Pz5 Est 40 e Pz5 Est 80) relativamente ai composti sopra elencati e alla metodologia riportata nel documento "Linee guida per la determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee" Delibera del Consiglio SNPA, Seduta del 14.11.2017 Doc. n. 20/17, laddove applicabile.

I superamenti delle CSR, pari alle CSC o ai valori rilevati a monte idrogeologico nelle acque di falda, ai POC sono riportati in Figura 29.

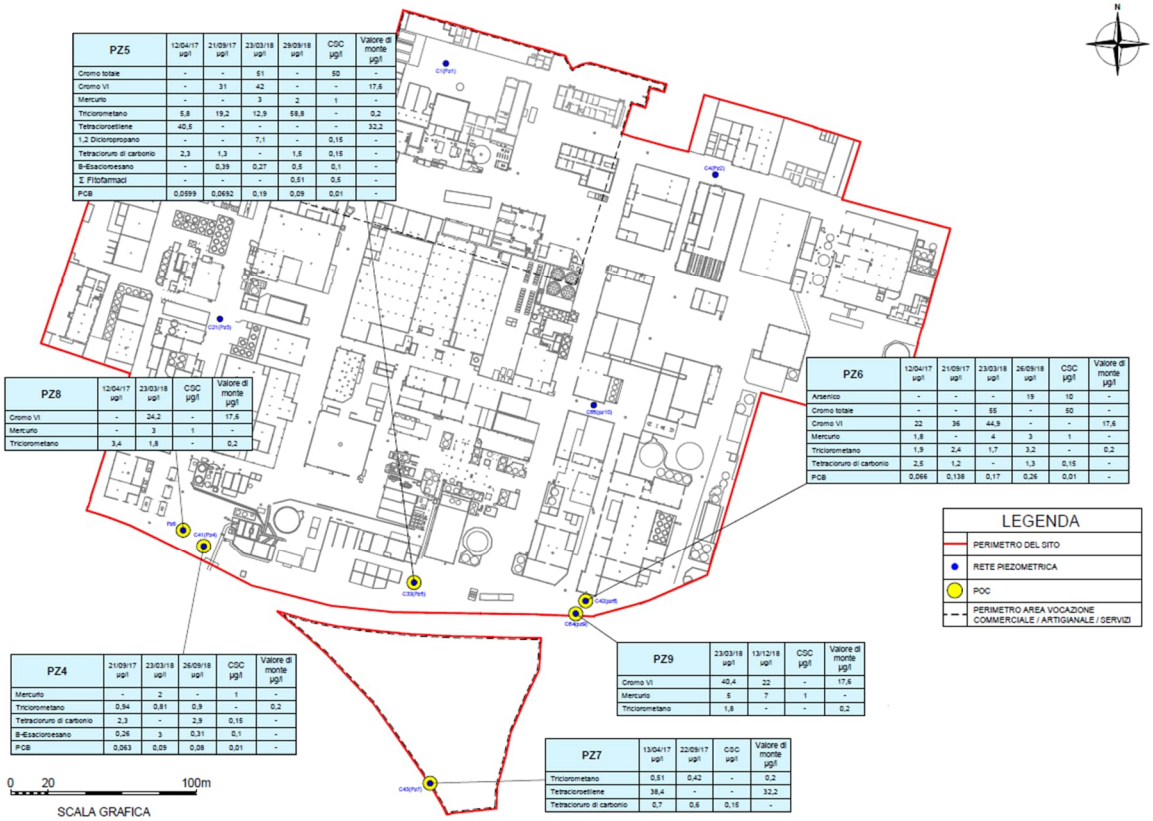


Figura 29: Superamenti CSR ai POC – Acque di Falda

Nella tabella seguente sono riportati gli obiettivi di bonifica previsti per le acque di falda al confine del sito, che sono stati posti pari alle CSC o ai valori in ingresso al sito.

Tabella 16: CSR protezione Falda

COPCs	CSR = CSC [µg/L]	CSR = Concentrazione in Ingresso al Sito [µg/L]
Arsenico	10	-
Cromo Totale	50	-
Cromo VI	-	17,6
Mercurio	1	-
Cloroformio	-	0,2
1,1 Dicloroetilene	-	1,57
Tricloroetilene	1,5	-
Tetracloroetilene	-	32,2
1,2 Dicloropropano	0,15	-
Tetracloruro di carbonio	1,5	-
β-esacloroesano	0,1	-
PCB	0,01	-

8.2.2. CSR terreno

I valori di CSR calcolati per i terreni insaturi e riportati nei paragrafi seguenti sono stati determinati a protezione della salute umana e per l'ambiente. Le CSR proposte soddisfano i criteri di cumulazione dei rischi da suolo superficiale, profondo e falda.

I superamenti delle CSR rilevati nelle sorgenti superficiali e in quelle profonde sono riportati rispettivamente in Figura 30 e Figura 31.

8.2.2.1. Aree adiacenti a via Milano – Utilizzo commerciale

Le sorgenti denominate SS1 e SP1, ed SS2 e SP2 sono ubicate nella porzione nord dell'area in esame e se ne prevede uno sviluppo commerciale, a servizio dell'area che verrà risviluppata a parco. Si prevede contestualmente di lasciare sull'area alcuni edifici storici.

Le tabelle sottostanti riportano i valori di CSR proposte per queste sorgenti ed il confronto con le concentrazioni rappresentative.

Tabella 17: CSR SS1 e SP1 e confronto con Crappresentativa

COPCs	CSC (mg/kg)	SS1 Cmax (mg/kg)	Obiettivo di bonifica SS1 (mg/kg)	SP1 Cmax (mg/kg)	Obiettivo di bonifica SP1 (mg/kg)
Arsenico	**50**	295	**50***	365,05	365,05
Mercurio	5	37,7	**5***	11,9	**5***
PCB totali +PCN	**5**	77,6	**5***	23	**5***
DDD, DDT, DDE	0,1	52,8	*1,5*	-	-
Somma PCDD/F (conv. TEQ)	**0,0001**	0,0033	**0,0001***	0,00167	0,00167

* CSR poste pari alle CSC; in *corsivo* sono riportate le CSR derivanti dal percorso di lisciviazione

Tabella 18: CSR SS2 e SP2 e confronto con Crappresentativa

COPCs	CSC (mg/kg)	SS2 Cmax (mg/kg)	Obiettivo di bonifica SS2 (mg/kg)	SP2 Cmax (mg/kg)	Obiettivo di bonifica SP2 (mg/kg)
Mercurio	5	20,62	**5***	20,62	**5***
Piombo	1000	1427,4	**1000***	1427,4	**1000***
PCB totali	5	546,0	**5***	546,0	**5***
Somma PCDD/F (conv. TEQ)	0,0001	0,003	**0,0001***	0,003	*0,00074*

* CSR poste pari alle CSC; in *corsivo* sono riportate le CSR derivanti dal percorso di lisciviazione

8.2.2.2. Area a futuro parco – utilizzo verde/residenziale

Le sorgenti denominate SS3 e SP3 sono ubicate nella porzione centrale dell'area in esame, della quale si prevede uno sviluppo a parco pubblico. È previsto che sull'area permanga un edificio storico.

La tabella sottostante riporta i valori di CSR proposte per queste sorgenti.

Tabella 19: CSR SSS3 e SP3 e confronto con Crappresentativa

COPCs	CSC (mg/kg)	SS3 Crap (mg/kg)	Obiettivo di bonifica SS3 (mg/kg)	SP3 Crap (mg/kg)	Obiettivo di bonifica SP3 (mg/kg)
Antimonio	10	7,45	**10****	1,46	**10****
Arsenico	20	228,4	**20****	291,4	**20****
Cobalto	20	-	-	7,66	33
Mercurio	1	135,5	**1****	25,16	**1****
Piombo	100	840,2	**100****	289	*224*
Rame totale	120	5844	2220	1374	*15269*
Selenio	3	3,911	**3****	2,43	**3****
Stagno	1	20,63	**1****	4,02	**1****
Tallio	1	1,05	**1****	0,32	2,79
Zinco	150	141,1	2000	153,9	1300
Cromo VI	2	-	**2****	-	**2****
Idrocarburi C > 12	50	390,3	**50****	238,4	**50****
PCB totali (+PCN+PCT)	0,06	4284	**0,06****	170,23	**0,06****
Alfa HCH	0,01	0,28	**0,01****	2,18	**0,01****
beta HCH	0,01	12,7	**0,01****	9,2	**0,01****
Lindano	0,01	21,37	**0,01****	39,13	**0,01****
Aldrin	0,01	1,19	0,028	0,0703	*0,07*
Dieldrin	0,01	0,25	*0,017*	0,3	*0,017*
Endrin	0,01	0,12	*0,058*	0,12	*0,058*
Clordano	0,01	0,03	0,03	0,03	*0,19*
DDD, DDT, DDE	0,01	35,41	*0.34*	8,18	*0,34*
Benzo(a)antracene	0,5	1,04	*0,50*	1,79	*0,50*
Benzo(a)pirene	0,1	1,24	0,12	1,97	*0,17*
Benzo(b)fluorantene	0,5	1,53	1,22	2,95	1.7
Benzo(k)fluorantene	0,5	1,01	*0,84*	1,64	*0,84*
Benzo(g,h,i)perilene	0,1	1,37	*0,45*	1,93	*0,45*
Crisene	5	-	-	1,82	8,64

COPCs	CSC (mg/kg)	SS3 Crap (mg/kg)	Obiettivo di bonifica SS3 (mg/kg)	SP3 Crap (mg/kg)	Obiettivo di bonifica SP3 (mg/kg)
Dibenzo(a,e)pirene	0,1	0,86	0,86	2,13	2,13
Dibenzo(a,l)pirene	0,1	1,46	**0,1****	3,02	4,76
Dibenzo(a,i)pirene	0,1	3,46	**0,1****	12,51	12,51
Dibenzo(a,h)pirene	0,1	0,26	**0,1****	0,18	0,50
Dibenzo(a,h)antracene	0,1	0,46	*0,54*	0,54	*0,54*
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,1	1,33	1,22	1,95	*5,6*
Pirene	5	2,87	7,35	4,57	15,2
Cloro metano	0,1	0,7	**0,1****	0,78	**0,1****
Dicloro metano	0,1	-	-	0,4	**0,1****
Triclorometano	0,1	0,63	**0,1****	0,46	**0,1****
Tetracloroetilene	0,5	0,66	**0,5****	-	-
Dibromo cloro metano	0,5	1,73	**0,5****	0,6	**0,5****
Cloro benzene	0,5	-	-	2,1	**0,5****
1,2-dicloro benzene	1	4,3	*3,9*	205	**1****
1,4-dicloro benzene	0,1	2,7	**0,1****	165	**0,1****
1,2,4-tricloro benzene	1	656	*8*	1542	*8*
1,2,4,5-tetracloro benzene	1	47,4	**1****	4,57	**1****
Pentacloro benzene	0,1	17,95	0,4	8,63	*0,54*
Esacloro benzene	0,05	2,35	**0,05****	3.38	**0,05****
Tetracloruro di carbonio	0,1*	-	**-**	2,1	**0,1****
Somma PCDD/F (conv. TEQ)	1,0E-05	0,0353	**1,0E-05****	0,018	0,29

* Limite suggerito da ISS
** CSR poste pari alle CSC
In *corsivo* sono riportate le CSR derivanti dal percorso di lisciviazione e in sottolineato sono riportati i valori di Cmax

8.2.2.3. Area a sud di via Emilio Morosini – utilizzo commerciale/industriale

Le sorgenti denominate SS4 e SP4 sono spazialmente separate dal resto dell'area in esame, e si prevede il mantenimento nel tempo dell'utilizzo commerciale/industriale. Nell'area non sono presenti edifici e non se ne prevede la costruzione.

La tabella sottostante riporta i valori di CSR proposte per queste sorgenti.

Tabella 20: CSR SS4 e SP4 e confronto con Crappresentativa

COPCs	CSC (mg/kg)	SS4 Cmax (mg/kg)	Obiettivo di bonifica SS2 (mg/kg)	SP4 Cmax (mg/kg)	Obiettivo di bonifica SP2 (mg/kg)
Arsenico	50	530	**50***	310	170
Mercurio	5	78	*7,1*	-	-
Piombo	1000	3036	**1000***	-	-
Rame totale	600	4000	4000	-	-
Idrocarburi C > 12	750	1053	**750***	-	-
Alifatici C19-C36	-	481,37		-	-
Aromatici C11-C22	-	571,63		-	-
PCB totali + PCN + PCT	5	623,1	**5***	-	-
Alfa HCH	0,1	0,15	**0,1***	-	-
Aldrin	0,1	0,74	**0,1***	-	-
Dieldrin	0,1	1,79	**0,1***	-	-
DDD, DDT, DDE	0,1	13,9	*0,34*	-	-
Somma PCDD/F (conv. TEQ)	0,0001	0,006182	**0,0001***	0,00018	0,00025

* CSR poste pari alle CSC; in *corsivo* sono riportate le CSR derivanti dal percorso di lisciviazione

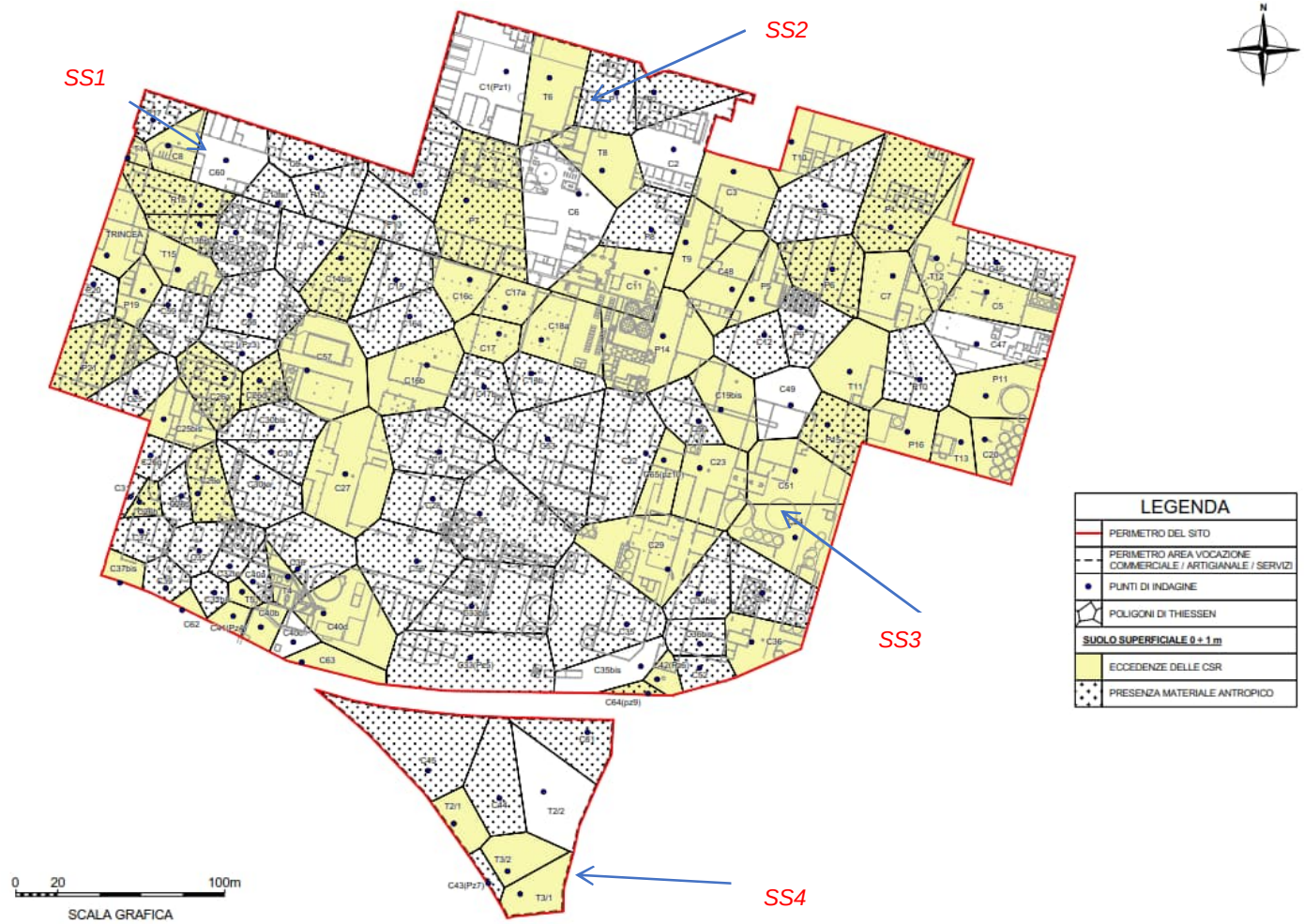


Figura 30: Superamenti CSR – Suoli Superficiali

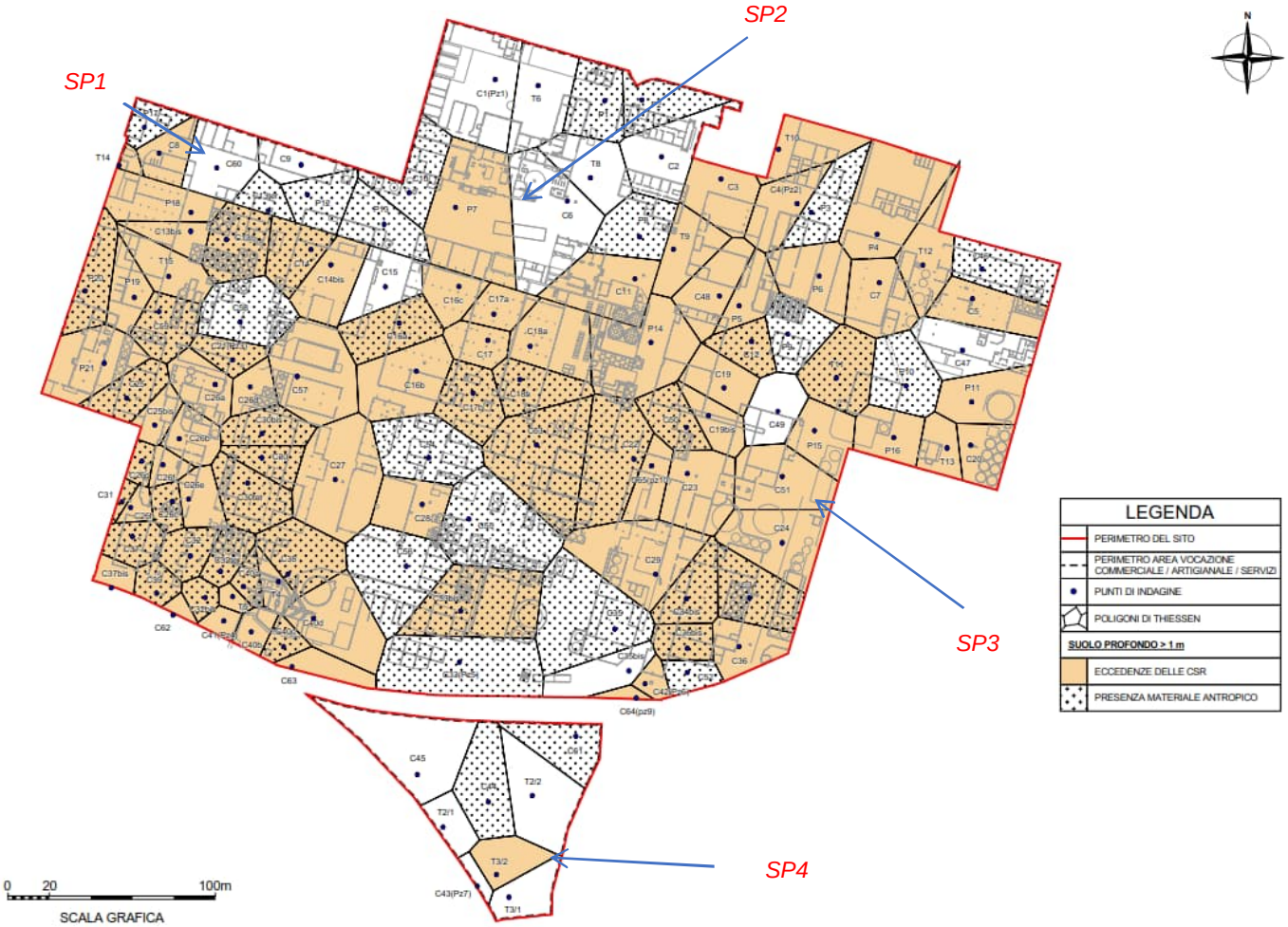


Figura 31: Superamenti CSR – Suoli Profondi

9. PROGETTO DEFINITIVO STRALCIO DI PRIMA FASE: PRODROMI E DESCRIZIONE GENERALE

9.1. L'approccio del Progetto Operativo di Bonifica

Il progetto di fattibilità tecnico-economica ha previsto di intervenire presso il sito Caffaro – Brescia perseguendo uno sviluppo per lotti di intervento, ciascuno associato ad una diversa matrice ambientale:

- Lotto 1 – Messa in sicurezza di emergenza e bonifica/messa in sicurezza permanente delle acque sotterranee (CIG 6804677519);
- Lotto 2 – Bonifica/messa in sicurezza permanente del suolo e del sottosuolo (CIG 6804685BB1).

Risulta utile evidenziare che i due Lotti non sono da intendersi come porzioni territoriali distinte bensì come un complesso di operazioni tecnicamente ed economicamente indipendenti tra di loro (anche se l'articolazione temporale tra i due Lotti potrebbe risultare in parte sovrapposta).

La strategia di bonifica e di messa in sicurezza permanente prevista dal progetto è stata infatti individuata considerando il processo di risanamento dei terreni contaminati, sia negli orizzonti superficiali che in quelli profondi saturi ed insaturi, di indispensabile importanza per la bonifica delle acque di falda del sito.

La scelta delle soluzioni tecnologiche individuate dal progetto di fattibilità è stata effettuata, in accordo con quanto previsto dall'Allegato 3 al Titolo V Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., cercando di bilanciare vari aspetti, quali il livello di protezione ambientale che sarebbe desiderabile conseguire, l'esistenza o meno di tecniche affidabili in grado di conseguire e mantenere detto livello e l'entità dei costi da sostenere nelle varie fasi di intervento. Tale bilanciamento è stato formulato considerando le "migliori tecniche disponibili", secondo la definizione dettata dalla Direttiva 96/61/CE.

La scelta della migliore tecnologia applicabile è stata effettuata attraverso un'analisi di screening delle tecnologie disponibili, una valutazione dettagliata delle varie opzioni applicabili, anche in termini di costi – benefici, ed un successivo confronto tra le tecnologie disponibili individuate per i due lotti, il quale è stato svolto tenendo in considerazione i seguenti aspetti:

- efficacia nei confronti dei contaminanti presenti;
- risolutività;
- ripetibilità;
- applicabilità al sito;
- impatto sulle risorse naturali;
- vincoli a seguire;
- rischio impatto sulla falda off-site (solamente per Lotto 1);
- tempi e costi.

9.1.1. Lotto 1 – Acque Sotterranee

Presso il sito, sono già attivi degli interventi di messa in sicurezza di emergenza della falda (cfr. Paragrafo 5.3), che sono sostanzialmente assimilabili ad un *plume control*, ovvero ad un'interruzione della propagazione della contaminazione all'esterno del sito (senza la sostanziale rimozione della massa di contaminante disciolta presente nelle aree sorgente).

Le caratteristiche peculiari del Sito, elencate in seguito, hanno costituito fattori limitanti nella disamina delle possibili tecnologie applicabili alla zona satura:

- elevata profondità della base acquifero, elevata conducibilità idraulica e trasmissività;
- significativa soggiacenza della falda, generalmente superiore a 20 m;
- eterogeneità della contaminazione;
- presenza di orizzonti a minore permeabilità, costituiti sia da livelli a granulometria fine sia da conglomerati ben cementati.

Le tecnologie di bonifica e/o messa in sicurezza delle acque di falda si possono sostanzialmente distinguere in tre tipologie di intervento: *source control* (intervento diretto sulla sorgente di contaminazione), *plume control* (interruzione della propagazione della contaminazione all'esterno dell'area di competenza) e *confinamento fisico* (delimitazione delle sorgenti di contaminazione e della contaminazione disciolta).

Per quanto riguarda questo Lotto di intervento, le varie soluzioni progettuali individuate in sede di Progetto Operativo di Bonifica sono state le seguenti: Attenuazione Naturale, Trattamenti Biologici – Bioremediation, Trattamenti Chimici, Air Sparging e Soil Vapour Extraction (AS/SVE), Groundwater Circulation Wells Systems, Barriere Fisiche, Pump & Treat.

La soluzione tecnica selezionata, considerata applicabile ed economicamente sostenibile, è costituita da un intervento sostanzialmente definito di *plume control*, che consisterà nell'esercizio dei pozzi in emungimento al fine di ridurre il flusso di contaminazione disciolta, attraverso un sistema di emungimento e successivo trattamento del pennacchio di contaminazione.

La seguente tabella illustra in sintesi i criteri legati agli aspetti elencati al Paragrafo 9.1 che hanno portato all'individuazione della miglior scelta progettuale. In rosso sono indicate le soluzioni meno sostenibili mentre in giallo ed in verde quelle che più soddisfano i diversi criteri di scelta.

Tecnologia	Efficacia	Risolutività	Applicabilità al caso specifico	Impatto sulle risorse naturali	Vincoli	Rischio impatto falda	Tempi	Costi
Attenuazione Naturale	Bassa	Scarsa	Bassa allo stato attuale	Basso	Rilevanti per l'utilizzo della risorsa	Rilevante per propagazione dei contaminati	Molto Lunghi	Bassi
Trattamenti Biologici - Bioremediation	Bassa	Bassa	Bassa	Basso	Bassi	Medio	Medio lunghi	Medi
Trattamenti chimici	Buona	Media	Media	Medio	Medi	Medio	Medio Brevi	Medi
Air Sparging e Soil Venting	Scarsa (Buona su VOC)	Scarsa (Buona su VOC)	Media	Basso	Bassi	Medio	Medio Brevi	Medio bassi
Groundwater Circulation Wells	Media	Buona	Buona	Medio	Medi	Medio	Medio lunghi	Medi
Barriere Fisiche	Alta	Media	Media	Basso	Alti	Basso	Medio Brevi	Medio Alti
Pump & Treat	Alta	Scarsa	Buona	Alto	Medi	Basso	Lunghi	Alti

Tabella 21: Analisi comparativa delle soluzioni progettuali – Lotto 1 – Acque sotterranee

Con riferimento a quanto previsto dal POB, la bonifica delle acque sotterranee avverrà dunque seguendo un approccio per fasi:

- Fase 1: mantenimento degli emungimenti attuali con l'ottimizzazione delle portate secondo i risultati del modello idrogeologico e successivo trattamento delle acque emunte mediante gli impianti esistenti;
- Fase 2: con l'avvio della bonifica dei terreni, passaggio graduale a configurazioni di contenimento più mirate (plume control) e progressiva implementazione di azioni mirate alle zone dell'acquifero ove risiede la maggior parte della massa di contaminazione residua (source control) massimizzando i tassi di estrazione;
- Fase 3: pianificazione di emungimenti localizzati nelle zone di acquifero con eventuale presenza di una significativa massa residua di contaminanti (una volta ridotte o eliminate le sorgenti secondarie nei terreni).

Si precisa che nell'ambito del Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase non saranno sviluppate le opere previste nelle succitate fasi, bensì saranno realizzate le opere minime necessarie al fine di garantire la funzionalità dei sistemi di emungimento attivi ed altri eventuali ulteriori sistemi di emungimento di "messa in sicurezza" richiesti dagli Enti preposti, svincolando gli impianti dagli edifici/manufatti oggetto delle attività di decommissioning previste.

Allo stato attuale gli interventi di manutenzione e gestione degli impianti sono in capo ad un soggetto terzo e non saranno oggetto di appalto.

Si precisa che l'assetto dei sistemi di messa in sicurezza considerato nello sviluppo del presente Progetto Definitivo Stralcio di Prima Fase fa riferimento a quanto emerso durante le interlocuzioni intercorse fra il Commissario Straordinario per la bonifica e i referenti Arpa Lombardia, il cui resoconto è stato inviato al MASE per le opportune valutazioni (Allegato 9). In merito alle indicazioni e considerazioni di Arpa Lombardia il MASE, in una nota di riscontro (Allegato 10), non ha ravvisato ulteriori osservazioni.

9.1.2. Lotto 2 – Suolo e Sottosuolo

Il risanamento dei terreni è di primaria importanza anche per la bonifica delle acque di falda, in considerazione del fatto che questi, sia saturi che insaturi, costituiscono le sorgenti secondarie di contaminazione, ovvero le sorgenti in cui i contaminanti, adesi alle particelle di suolo, possono venir lisciviati dalle acque di falda o rilasciati direttamente per dissoluzione (terreni saturi).

Per quanto riguarda la matrice suolo e sottosuolo, le varie soluzioni progettuali individuate in sede di Progetto Operativo di Bonifica sono state dunque le seguenti: Soil Washing, Impermeabilizzazione/capping, Solidificazione/stabilizzazione, Soil Replacement, Ossidazione chimica, Soil Flushing, Soil Vapour Extraction, Adsorbimento e riduzione (Trap & Treat), Desorbimento Termico (in situ/ex situ).

La soluzione tecnica selezionata, considerata applicabile ed economicamente sostenibile, è costituita da una strategia di intervento specifica e differenziata alle seguenti porzioni di sottosuolo:

- per quanto riguarda i **terreni superficiali** insaturi (fino a circa 6 m da p.c.), si prevedono due azioni complementari:
    - *rimozione diretta*, in specifiche aree, dei terreni contaminati e successivo trattamento di *soil washing* dei terreni escavati;

- realizzazione di un *capping* nelle restanti aree, per impedire la lisciviazione dei terreni contaminati e l'interruzione dei percorsi di rischio e permettere contestualmente l'*incapsulamento* dei terreni rimossi ritenuti non trattabili;

- per quanto riguarda i **terreni profondi** (oltre i 6 m da p.c.), si prevedono differenti azioni tese alla rimozione diretta della contaminazione mediante *soil replacement* o alla sua eliminazione e/o immobilizzazione mediante tecnologie in situ quali *soil stabilization*, *chemical oxidation*, *soil flushing* e *soil vapour extraction*.

La seguente tabella illustra in sintesi i criteri legati agli aspetti elencati al Paragrafo 9.1 che hanno portato all'individuazione della miglior scelta progettuale. In rosso sono indicate le soluzioni meno sostenibili mentre in giallo ed in verde quelle che più soddisfano i diversi criteri di scelta.

Tecnologia	Efficacia	Risolutività	Applicabilità al caso specifico	Impatto sulle risorse naturali	Vincoli	Tempi	Costi
Soil Washing	Buona	Media	Buona	Basso	Medi	Brevi	Medi
Impermeabilizzazione/capping	Buona	Media	Buona	Medio	Alti	Medi	Medi
Solidificazione/ stabilizzazione	Buona	Buona	Buona	Medio	Medi	Brevi	Medio Alti
Soil Replacement	Buona	Buona	Buona	Medio	Bassi	Brevi	Alti
Ossidazione chimica	Media	Media	Buona	Medio	Medi	Medi	Medi
Soil Flushing	Media	Media	Buona	Medio	Medi	Medi	Medi
Soil Vapor Extraction	Buona sui VOC	Buona sui VOC	Buona	Basso	Bassi	Brevi	Bassi
Adsorbimento e riduzione (Trap&Treat)	Media	Media	Buona	Medio	Medi	Medi	Medio Alti
Desorbimento Termico (in situ/ex situ)	Media	Buona	Buona	Alto	Alti	Brevi	Alti

Tabella 22: Analisi comparativa delle soluzioni progettuali - Lotto 2 - Suolo e Sottosuolo

9.2. Descrizione generale del Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase

Nel Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase, sono previsti interventi che riguardano il decommissioning di edifici e impianti del Sito, la realizzazione di campi prova per testare le diverse tecnologie di bonifica previste nel POB, l'esecuzione delle indagini di Remedial Investigation, la bonifica dei suoli profondi, la gestione di terreni all'interno del sito nell'ambito di aree di MISP opportunamente allestite.

L'oggetto dell'appalto relativo al presente "Progetto Definitivo degli interventi di decommissioning, bonifica e MISP presso lo stabilimento Caffaro Brescia (BS) - Stralcio di Prima Fase" viene di seguito sintetizzato:

- Progettazione esecutiva degli interventi
    - Progettazione esecutiva opere di cantierizzazione, decommissioning e attività propedeutiche alla bonifica
    - Progettazione esecutiva degli interventi di MISP e di bonifica dei suoli profondi
- Interventi propedeutici ai lavori di decommissioning e demolizione
    - Cantierizzazione
    - Realizzazione nuova rete di distribuzione elettrica
    - Interventi sui sistemi di emungimento esistenti
- Interventi di decommissioning e demolizioni dei fabbricati e delle strutture impiantistiche
    - Attività preliminari
    - Strip out
    - Bonifiche MCA e FAV
    - Bonifiche impianti
    - Demolizioni Strutture Fuori Terra
    - Demolizione Pavimentazioni e Strutture Interrate
- Realizzazione delle indagini propedeutiche agli interventi di bonifica:
    - Campi prova
    - Bonifica ordigni bellici
    - Remedial Investigation
- Realizzazione degli interventi di bonifica dei suoli profondi
    - Soil Replacement
    - Soil Stabilization
    - Interventi di bonifica in situ (Chemical Oxidation, Soil Flushing e Soil Vapour Extraction)
- Realizzazione dell'intervento di messa in sicurezza permanente dei terreni profondi escavati (MISP)

- Monitoraggi e collaudi.

L'approccio del presente Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase prevede quindi di intervenire prioritariamente con le attività di decommissioning e con la bonifica delle sorgenti secondarie individuate nei suoli profondi, negli orizzonti saturi ed insaturi; infatti, solo le azioni sui terreni potranno portare alla progressiva bonifica delle acque di falda attraverso l'interruzione dei percorsi di lisciviazione delle acque che si infiltrano nel sottosuolo ed un sempre minor impatto della frazione contaminata in fase disciolta.

Con riferimento alle **acque sotterranee**, non sono previsti interventi nell'ambito del seguente Progetto. In particolare, sono escluse dalla presente progettazione oggetto di appalto:

- Realizzazione di nuovi pozzi e relative opere di interconnecting;
- Realizzazione nuovi impianti di trattamento per la depurazione delle acque di falda emunte;
- Gestione di impianti di emungimento e trattamento;
- Regolazione/ottimizzazione delle portate dei pozzi in uso;
- Attività di "operations and maintenance" dei pozzi/piezometri di emungimento e impianti di trattamento.

Le attuali attività di Messa in Sicurezza continueranno, a cura dei soggetti incaricati della gestione della barriera idraulica, come già in essere, nelle more della definizione di successive fasi di intervento. Vengono, in ogni caso, previste in questa sede le opere impiantistiche elettriche e idrauliche finalizzate a svincolare i punti di emungimento in essere dalle strutture oggetto di decommissioning, al fine di salvaguardarne la funzionalità nelle prime fasi di intervento.

La strategia progettuale per la bonifica dei **terreni profondi** prevede l'adozione di interventi di bonifica finalizzati a ridurre la massa contaminante attraverso differenti azioni tese alla rimozione diretta della contaminazione mediante *Soil Replacement* o alla sua eliminazione e/o immobilizzazione mediante tecnologie in situ quali *Soil Stabilization*, *Chemical Oxidation*, *Soil Flushing* e *Soil Vapour Extraction.*

Sono esclusi dalla presente progettazione gli interventi relativi ai terreni superficiali insaturi di rimozione diretta dei terreni escavati e successivo trattamento di soil washing.

Preliminarmente agli interventi di bonifica, si procederà con lo smantellamento degli impianti, la demolizione degli edifici esistenti e di parte delle strutture interrate, con il mantenimento di alcuni edifici storici.

I materiali di scavo dei suoli profondi saranno gestiti in messa in sicurezza permanente mediante confinamento previa realizzazione di un sistema di capping per impedire la lisciviazione dai terreni contaminati e l'interruzione dei percorsi di rischio.

10. DESCRIZIONE DETTAGLIATA DEGLI INTERVENTI – DECOMMISSIONING E DEMOLIZIONI

10.1. Inquadramento area di intervento

Come già anticipato, le attività previste nel presente Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase consentiranno di agire in via prioritaria con le attività di decommissioning, bonifica suoli profondi e realizzazione di una parte di opere di MISP.

In relazione al piano di risviluppo del sito, si segnala che sono state già effettuate attività di riqualificazione si nelle aree interessate dal Progetto "Oltre la strada. via Milano 2021" (nel seguito "Lotto Via Milano") che prevede, per circa 3.000 m^2 dell'area di stabilimento, la creazione di uno spazio pubblico di fruizione e di sosta, complementare al più esteso progetto di riqualificazione dell'asse stradale ("Programma straordinario di intervento per la riqualificazione urbana e la sicurezza delle periferie"). La progettazione/realizzazione di attività inerenti al "Lotto Via Milano" è oggetto di appalto separato.

Si precisa inoltre che nell'ambito del presente progetto non sono previsti interventi nell'area verde a sud di Via Morosini.

La Tavola 60705578_CBS_00_D01_2_0 mostra la planimetria dello stato di fatto e l'inquadramento delle aree di intervento. L'area oggetto degli interventi di smantellamento degli impianti, demolizione degli edifici esistenti e delle strutture viene mostrata in Figura 32 (in rosa le strutture ed edifici da mantenere).

Figura 32: Planimetria Stabilimento Caffaro – Area di intervento

La Tavola 60705578_CBS_00_D01_2_0 “Planimetria stato di fatto ed inquadramento delle aree” evidenzia le diverse aree di intervento, mentre il relativo layout di cantiere è riportato nelle Tavole da 60705578_CBS_00_C07_2_0 a 60705578_CBS_00_C11_2_0.

In sintesi, considerando le informazioni ad oggi disponibili e le valutazioni descritte nei capitoli precedenti, si prevede dunque di realizzare gli interventi di seguito descritti.

10.2. Interventi propedeutici a decommissioning e demolizione

10.2.1. Realizzazione nuova rete di distribuzione

In considerazione delle esigenze di ammodernamento e razionalizzazione della rete di distribuzione elettrica presente nel sito in oggetto, nell’ambito del presente Progetto Definitivo è stata prevista la realizzazione di una nuova rete di distribuzione funzionale all’alimentazione degli impianti e delle attrezzature previsti per gli interventi di bonifica del sito nonché per l’alimentazione della rete di pozzi, dei sistemi di messa in sicurezza e trattamento delle acque; la rete di distribuzione sarà predisposta inoltre per il collegamento di pozzi e sistemi da attivare progressivamente, anche in successive fasi di intervento, nell’ambito di quanto previsto nel POB.

Per la descrizione degli interventi si rimanda alla relazione 60705578_CBS_11_RL01_2_0 Relazione tecnica impianti elettrici.

10.2.2. Interventi di adeguamento dei sistemi di emungimento

Con riferimento alla matrice acque sotterranee, non sono previsti interventi nell’ambito del seguente Progetto. Le attuali attività di Messa in Sicurezza continueranno, a cura dei soggetti incaricati della gestione della barriera idraulica, attraverso emungimenti da pozzi e piezometri come già in essere, nelle more di successive fasi di progettazione. Vengono, in ogni caso, previste in questa sede le opere impiantistiche elettriche e idrauliche finalizzate a svincolare i punti di emungimento in essere dalle strutture oggetto di decommissioning, al fine di salvaguardarne la funzionalità durante le attività di dismissione.

Sono incluse attività di fornitura, posa e realizzazione di collegamenti idraulici ed elettrici per lo svincolo dei sistemi di emungimento esistenti dagli attuali “pipe-rack” o edifici, al fine di consentire gli interventi di decommissioning previsti.

Per la descrizione degli interventi si rimanda alla relazione 60705578_CBS_13_RL01_2_0 Relazione tecnica linee di emungimento.

10.3. Interventi di decommissioning e demolizione

I dettagli riguardanti gli interventi di smantellamento degli impianti e di demolizione degli edifici esistenti e di parte delle strutture interrate sono riportati nel documento 60705578_CBS_08_RL01_2_0, mentre nella Tavola 60705578_CBS_00_C14_2_0 sono riportate le diverse tecniche di demolizione. Per maggiori dettagli riguardanti l’identificazione e la gestione degli impatti acustici e la propagazione delle polveri dovute alle specifiche attività di demolizione si rimanda al documento 60705578_CBS_06_RL02_2_0 "Relazione riduzione impatti ambientali".

Si richiama quanto esposto nel Capitolo 1 circa l’attività in corso da parte di Caffaro Brescia s.r.l., in Liquidazione ai sensi degli impegni assunti nei confronti del Ministero della Transizione ecologica in data 11.10.2021, e da parte della società CSA, che potrebbero comportare modificazioni dello stato di fatto.

Nei paragrafi seguenti si riporta un breve riassunto dello stato di fatto e degli interventi di decommissioning e demolizione che verranno eseguiti.

10.3.1. Stato di fatto

All'interno del sito sono presenti:

1. Fabbricati, capannoni ed impianti di proprietà della società Caffaro Chimica S.r.l. in Amministrazione straordinaria, oggetto degli interventi di bonifica e demolizione nell'ambito dell'appalto relativo al presente Progetto Definitivo;
2. Fabbricati, capannoni di proprietà della società Caffaro Chimica S.r.l. in Amministrazione straordinaria con presenza di impianti in corso di dismissione a cura di imprese terze (CSA Costruzioni Strutturali Acciaio S.r.l.);
3. Fabbricati, capannoni di proprietà della società Caffaro Chimica S.r.l. in Amministrazione straordinaria con presenza di impianti non più produttivi di proprietà della società Caffaro Brescia S.r.l. ed in corso di dismissione a cura della stessa.

All'interno di alcuni fabbricati sono inoltre presenti impianti afferenti alle cabine elettriche che alimentano i sistemi di emungimento e di trattamento acque di falda; tali aree saranno preservate per le prime fasi dell'intervento di decommissioning fino alla realizzazione della nuova rete di distribuzione elettrica.

All'interno dello stabilimento sono infine presenti diversi pipe rack e piping di diverse forme e dimensioni che saranno oggetto di demolizione.

Nella Figura seguente si identificano in campitura blu le aree occupate da impianti di pertinenza di CSA e in verde quelle di Caffaro Brescia.

Figura 33: Planimetria delle aree con impianti afferenti a Caffaro Brescia e CSA

All'interno dello stabilimento la maggior parte delle strutture impiantistiche esistenti risultano da tempo dismesse, mentre sono rimasti in funzione a fini produttivi fino alla fine del 2020 gli impianti relativi alla produzione di clorito di sodio e di clorato di sodio, gestiti a cura della società Caffaro Brescia S.r.l.

L'attuale configurazione degli impianti e delle strutture esistenti presenta pertanto una situazione estremamente complessa. Alla data di stesura del presente progetto, sono in corso di svolgimento alcuni interventi di decommissioning e demolizione, da parte di Caffaro Brescia S.r.l. in liquidazione e da parte di CSA Costruzioni Strutturali Acciaio S.r.l., su impianti e strutture dello stabilimento, per le porzioni nelle disponibilità di ciascuna.

I limiti di batteria degli interventi di decommissioning sono riportati nel presente progetto con la massima precisione possibile; tuttavia, non è possibile al momento fornire una fotografia dettagliata dello stato di consegna delle aree ancora interessate dalle attività di decommissioning in corso.

Le differenti tipologie strutturali che si possono ritrovare in sito sono elencate in seguito (per maggiori dettagli si rimanda al documento 60705578_CBS_08_RL01_2_0 "Relazione tecnica decommissioning"):

- fabbricati a destinazione uffici: di questi alcuni presentano una struttura portante realizzata da telai in conglomerato cementizio armato e altri in muratura portante, con pareti perimetrali realizzate in muratura.
- manufatti a destinazione d'uso produttivo: una parte dei capannoni in oggetto presenta una struttura portante realizzata da pilastri e capriate in conglomerato cementizio armato, una parte realizzata con struttura portante in muratura, infine una parte ha una struttura realizzata in carpenteria metallica con montanti verticali e capriate.
- manufatti a destinazione d'uso magazzino: in generale sono costituiti da capannoni che, come nei casi precedenti, possono essere realizzati con struttura portante in c.a., in muratura o in carpenteria metallica. Le pareti perimetrali sono realizzate in muratura tranne qualche sporadico caso in cui sono realizzate in pannelli in lamiera.

Nella Tavola 60705578_CBS_00_C03_2_0 è riportata la planimetria degli impianti presenti in sito, nella Tavola 60705578_CBS_00_C04_2_0 la planimetria dei fabbricati costituenti lo stabilimento Caffaro e nella Tavola 60705578_CBS_00_C13_2_0 la planimetria delle coperture (suddivise per tipologia). Le caratteristiche di ogni fabbricato e la relativa documentazione fotografica sono riportate in dettaglio nel documento 60705578_CBS_08_RL01_2_0 "Relazione tecnica decommissioning".

10.3.2. Descrizione dell'intervento

Le principali fasi lavorative previste dalla specifica tecnica per le attività di decommissioning del sito (60705578_CBS_08_RL01_2_0 "Relazione tecnica decommissioning") sono in sintesi le seguenti:

- messa in sicurezza delle aree di intervento;
- bonifica amianto e smaltimento di tutti i materiali pericolosi entro l'area di intervento;
- strip out e rimozione dei rifiuti presenti all'interno delle strutture oggetto di intervento e nelle aree esterne;
- rimozione e bonifica dei residui di processo presenti negli impianti, lavaggio e certificazione gas free;
- scoibentazione di impianti e apparecchiature di processo, tubazioni e serbatoi;
- smaltimento e/o recupero dei rifiuti prodotti;

- demolizione dei fabbricati ed impianti fuori terra compresi i basamenti, le vasche, i bacini di contenimento fino al piano campagna inteso come estradosso della pavimentazione esterna;
- demolizione, nelle aree interferenti con le attività di bonifica terreni, delle pavimentazioni interne ed esterne in c.a. e in asfalto comprese, ove necessario, le platee, le fondazioni superficiali, i cunicoli, le vasche e piani interrati fino al raggiungimento della quota prevista da progetto di bonifica terreni con la sola esclusione delle sole fondazioni profonde ove presenti.

L'intervento oggetto dell'appalto prevede la dismissione di tutte le reti ed impianti interrati solo nelle aree interferenti con le attività di MISP e bonifica. In tali aree si dovrà, in ogni caso, procedere alla rimozione di ulteriori manufatti, ove presenti, qualora interferiscano con le attività successive di bonifica terreni.

I limiti di batteria degli interventi sono descritti dettagliatamente nel documento 60705578_CBS_08_RL01_2_0 "Relazione tecnica decommissioning".

Prima dell'inizio dei lavori saranno condotte le seguenti attività:

- Sopralluogo preliminare sull'area;
- Verifica dei sezionamenti delle reti dei sottoservizi presenti nell'area di cantiere (la planimetria dei sottoservizi dell'area di stabilimento è riportata nella Tavola 60705578_CBS_00_C02_2_0);
- Isolamento e sezionamento sistema fognario;
- Verifica mappatura MCA e FAV e redazione del piano di lavoro.

Il cantiere sarà essere dotato di quanto necessario per ottemperare a quanto disposto dalla normativa vigente in materia di sicurezza e igiene del lavoro.

Tutte le bonifiche amianto dovranno essere svolte prima dell'inizio delle attività di demolizione e di quelle di strip out, laddove nelle operazioni di rimozione si configuri un rischio di contatto con le matrici contaminate.

Prima delle demolizioni si procederà inoltre alla rimozione dei rivestimenti termoisolanti presenti in apparecchiature, serbatoi e tubazioni ed alla rimozione di tutti i materiali provenienti dai capannoni, edifici ed impianti diversi dai "rifiuti misti di demolizione composti da cemento, laterizi, mattonelle e ceramiche" e dei "rifiuti ferrosi" che deriveranno dalle successive attività di demolizione.

Ogni manufatto sarà restituito pronto per la demolizione meccanizzata, spogliato dai rivestimenti delle strutture, dai sanitari, dai corpi scaldanti, dagli impianti di condizionamento, dai cavi elettrici, dagli infissi/porte/serramenti, dalla guaina di impermeabilizzazione della copertura, dai mobili ed ingombranti stoccati all'interno (strip out).

Il decommissioning degli impianti presenti in sito sarà eseguito previa rimozione e bonifica dei residui di processo presenti negli impianti, lavaggio e certificazione gas free. La rimozione di tutti i materiali presenti all'interno degli impianti verrà eseguita con i mezzi idonei in funzione dello stato fisico degli stessi: liquidi, fanghi pompabili, fanghi palabili, solidi e solidi polverulenti.

Le tecniche di demolizione adottate saranno finalizzate al raggiungimento di una procedura operativa che porti alla completa demolizione degli impianti e dei fabbricati in piena sicurezza per gli operatori, recando il minor disturbo possibile alle aree esterne al cantiere, in funzione dei dati raccolti sul contesto e sull'impianto.

Le tecniche di demolizione da adoperare per strutture e capannoni varieranno in funzione delle caratteristiche strutturali del manufatto oggetto di demolizione.

Dal punto di vista della gestione dei materiali di risulta, sarà privilegiato l'impiego di tecniche di demolizione selettiva che – ove possibile – consentano la massimizzazione dell'invio a recupero dei materiali di risulta e la raccolta e smaltimento dei detriti di demolizione per codici EER omogenei. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione specifica 60705578_CBS_00_RL03_2_0 "Relazione Gestione delle materie" ed alla relazione specialistica *60705578_CBS_08_RL01_2_0_WST_ALL01_Piano di bonifica rifiuti e residui di processo*, allegata alla relazione *60705578_CBS_08_RL01_2_0_Relazione tecnica decommissioning*.

L'intervento consentirà la demolizione completa fino alla quota del piano campagna di tutte le strutture ed impianti di processo, comprese le pavimentazioni, i basamenti in c.a. delle apparecchiature rimosse, i muretti e i cordoli presenti in sito. A conclusione di tutte le attività le aree saranno restituite sgombre da materiali residui, attrezzature e mezzi di cantiere utilizzati e da tutte le installazioni provvisorie non più necessarie.

La demolizione degli edifici e la successiva gestione dei materiali sarà effettuata per aree omogenee in modo tale da ottenere per ogni area di demolizione uno o più cumuli da sottoporre ad indagine per il controllo di idoneità al recupero e per definirne la destinazione finale.

I materiali saranno stoccati in cumuli da cui saranno prelevati campioni rappresentativi da sottoporre all'analisi di caratterizzazione, comprensiva del test di cessione, al fine di definirne le modalità corrette di gestione. L'Appaltatore potrà valutare l'opportunità di effettuare un'attività di recupero in sito dei materiali potenzialmente idonei al trattamento di End Of Waste e produzione di materia prima seconda ai sensi del Decreto Ministeriale 27 settembre 2022, n. 152.

11. INTERVENTI SUI TERRENI INSATURI PROFONDI

I terreni profondi compresi nell'orizzonte tra i 20-30 m da p.c. sono quelli potenzialmente interessati dalle fluttuazioni della falda, attuale e futura, che possono essere influenzati dai fenomeni di lisciviazione e dissoluzione dei contaminanti in essi presenti.

Gli interventi di bonifica (Tavola 60705578_CBS_00_C06_2_0 "Interventi di bonifica relativi ai terreni profondi") saranno mirati alla rimozione, al trattamento e/o alla immobilizzazione dei contaminanti in corrispondenza dei nuclei delle sorgenti secondarie, i quali pongono maggiori rischi per la qualità delle acque sotterranee.

Le aree di intervento sono state individuate sulla base dei risultati delle indagini di caratterizzazione relative alla matrice terreni e delle campagne di monitoraggio delle acque di falda e sono rappresentate in Tavola 60705578_CBS_03_C02_2_0 "Area di MISP - Interventi di bonifica e soil replacement - Pianta e sezioni tipo - Tavola 1 di 2" e Tavola 60705578_CBS_03_C03_2_0 "Area di MISP - Interventi di bonifica e soil replacement - Pianta e sezioni tipo - Tavola 2 di 2":

- C26c, C26e: area interessata prevalentemente dalla presenza, negli orizzonti profondi, di PCB, PCDD-PCDF, Clorobenzeni e As; tale situazione risulta confermata dai risultati delle indagini integrative realizzate in corrispondenza del punto MW7, che ha evidenziato concentrazioni significative lungo tutta la verticale di indagine (Intervento "C");

- C27: area interessata prevalentemente dalla presenza, negli orizzonti profondi, di PCB, PCDD-PCDF, Clorobenzeni e As (Intervento "D");

- C34: area interessata prevalentemente dalla presenza di As negli orizzonti profondi; tale situazione risulta confermata dai risultati delle indagini integrative realizzate in corrispondenza del punto MW5, che ha evidenziato concentrazioni significative lungo tutta la verticale di indagine (Intervento "B");

Considerata la distribuzione delle sorgenti primarie identificate attraverso il modello concettuale del sito e le evidenze di contaminazione riscontrate nelle acque sotterranee, sono stati previsti ulteriori interventi sugli orizzonti insaturi profondi in relazione alla presenza di:

- Hg e Cr VI, per i quali sono state riscontrate evidenze significative a carico delle acque di falda nella porzione centrale del sito, in corrispondenza del piezometro Pz10 (in prossimità degli impianti Clorato ed ex Cloro-Soda) (Intervento "A");

- Solventi clorurati, con riferimento in particolare al Tetracloruro di carbonio, riscontrato principalmente in corrispondenza del piezometro MW6, e al Cloroformio, riscontrato prevalentemente in corrispondenza del piezometro Pz10 e a valle dello stesso in Pz5 (in prossimità dell'ex impianto Clortex).

Il trattamento degli orizzonti profondi sarà sviluppato mediante l'esecuzione di una serie di azioni integrate in base al livello di contaminazione riscontrato, alla profondità di intervento ed ai volumi complessivi di trattamento:

- Interventi localizzati di **Soil Replacement** mediante asportazione dei terreni insaturi profondi nelle porzioni di sottosuolo risultate maggiormente contaminate, in particolare con riferimento alle aree identificate dai poligoni C26e, C27 e C34 e in corrispondenza dell'area nelle vicinanze di Pz10;

- Interventi di **Soil Stabilization / Inertizzazione** mediante jet-grouting di miscele stabilizzanti, per i terreni profondi non asportati dall'azione di Soil Replacement (indicativamente a profondità comprese tra 10-29 m

da p.c.), caratterizzati da contaminazione generalmente elevata ma non estesa lungo tutta la verticale e difficilmente trattabili mediante tecnologie in situ;

- Interventi di bonifica in situ sui livelli profondi contaminati, riscontrati in corrispondenza della zona di frangia capillare e dell'orizzonte soggetto a fluttuazione della falda, mediante **Ossidazione Chimica e/o Soil Flushing**;

- Interventi di bonifica in situ sui livelli profondi insaturi contaminati da solventi clorurati, mediante **Soil Vapour Extraction**.

Gli interventi sulle sorgenti profonde saranno soggetti a collaudo mediante la verifica della loro corretta esecuzione; per questi interventi l'eventuale prelievo ed analisi di campioni di terreno sarà finalizzato alla sola stima della massa residuale.

Nelle aree oggetto di intervento sui terreni profondi, a seguito della conclusione dei trattamenti previsti, si procederà alla realizzazione delle opere di messa in sicurezza mediante impermeabilizzazione e incapsulamento come specificato al Paragrafo 11.1.7, che garantiranno l'interruzione di tutti i percorsi di esposizione e della lisciviazione in falda.

Si precisa che gli interventi di bonifica suoli profondi potranno interessare alcune aree in parziale interferenza/sovrapposizione con le opere di emungimento in funzione, che, nell'ambito del presente Progetto Definitivo Stralcio di Prima Fase, manterranno il piping fuori terra ed i collegamenti previsti, in attesa del completamento delle fasi successive della bonifica.

In particolare, con riferimento alla Tavola "60705578_CBS_00_C06_2_0_Interventi di bonifica relativi ai terreni profondi", potranno potenzialmente verificarsi sovrapposizioni fra le attività di ISCO relative ai poligoni di bonifica dei suoli profondi nell'area Ovest-Sud/Ovest del sito ed il Pozzo 7 e del relativo impianto di trattamento.

In tali aree dovrà essere posta la massima attenzione nell'esecuzione delle perforazioni per le iniezioni ISCO al fine di non compromettere l'integrità di componenti di impianto. Eventuali aree di impianti non accessibili con mezzi di perforazione/iniezione dovranno essere individuate in campo e su supporto cartografico: le stesse dovranno essere comunicate al Commissario ed alla direzione dei Lavori e dovranno essere ricomprese nelle successive fasi di appalto per la bonifica delle acque di falda, una volta rimossi tali impianti.

Si precisa che, in ogni caso, la definizione delle aree oggetto di bonifica potrà essere finalizzata solo al termine delle indagini di remedial investigation e della progettazione esecutiva degli interventi; pertanto, le attuali rappresentazioni grafiche di tali aree potranno subire variazioni.

11.1.1. Soil Replacement

Gli interventi di Soil Replacement saranno finalizzati alla sostituzione del terreno contaminato fino alla massima profondità di scavo (29 m), al fine di rimuovere le sorgenti secondarie riscontrate nei terreni e ridurre drasticamente la massa di contaminazione presente.

In considerazione dei costi elevati della tecnologia, tale tipologia di intervento si prospetta come economicamente sostenibile per la bonifica delle porzioni di sottosuolo che hanno evidenziato concentrazioni molto elevate di contaminanti sostanzialmente lungo tutta la verticale di indagine. L'intervento avrà pertanto come obiettivo primario la rimozione di una massa significativa dei contaminanti associata ai principali nuclei di contaminazione riscontrati in sito.

Si prevede pertanto l'applicazione della tecnologia di Soil Replacement per le seguenti aree (Tavola 60705578_CBS_03_C02_2_0 "Area di MISP - Interventi di bonifica e soil replacement - Pianta e sezioni tipo - Tavola 1 di 2" e Tavola 60705578_CBS_03_C03_2_0 "Area di MISP - Interventi di bonifica e soil replacement - Pianta e sezioni tipo - Tavola 2 di 2"):

- area individuata dai punti di indagine C26c, C26 e MW7, in corrispondenza della quale è stata riscontrata una contaminazione significativa da PCB sull'intera verticale di indagine, fino ad una profondità massima di circa 29 m (Intervento "C");
- area individuata dal punto di indagine C27, in corrispondenza della quale è stata riscontrata una contaminazione da Clorobenzeni e PCB lungo l'intera verticale di indagine, fino ad una profondità massima di circa 29 m (Intervento "D");
- area individuata dal punto di indagine C34, in corrispondenza della quale è stata riscontrata una contaminazione significativa da As sull'intera verticale di indagine, fino ad una profondità massima di circa 29 m (Intervento "B");
- inoltre, area in corrispondenza delle sorgenti secondarie di contaminazione da Hg e Cr VI, che si ipotizza possano essere riscontrate nella porzione centrale del sito, nelle vicinanze del piezometro PZ10, fino ad una profondità massima di circa 29 m (Intervento "A").

Le aree di intervento saranno in ogni caso meglio definite in sede esecutiva a seguito della demolizione delle strutture che consentirà di portare alla luce le condizioni del sottosuolo e dell'esecuzione delle indagini di *remedial investigation* (Capitolo 13), finalizzate anche ad ulteriori verifiche della distribuzione e delle concentrazioni dei contaminanti in corrispondenza delle zone di interesse. Il programma di esecuzione sarà definito in dettaglio a seguito di approfondimenti in sede di progettazione esecutiva e dell'esecuzione di specifici campi prova. Inoltre, la geometria e l'estensione degli interventi di bonifica saranno da confermare a valle della specifica campagna di analisi ambientale dei suoli.

Nel caso in cui i risultati delle indagini integrative dovessero evidenziare ulteriori sorgenti secondarie nei terreni con le medesime caratteristiche (continuità lungo la verticale), si potranno infatti definire ulteriori aree di intervento di Soil Replacement.

Per i dettagli sulle modalità esecutive dell'intervento si rimanda al documento 60705578_CBS_03_RL01_2_0 "Relazione geotecnica / tecnico-illustrativa".

Per l'esecuzione dell'intervento si stima una produzione oraria di circa 2–3 m/h per gruppo di lavoro; per soddisfare le esigenze programmatiche si potrà valutare l'impiego di più gruppi di lavoro operanti in contemporanea e/o di operare su più turni.

I terreni estratti saranno direttamente caricati su mezzi gommati e trasportati nelle aree di accumulo. Il riempimento degli stessi avverrà con materiale conforme certificato descritto precedentemente. Una volta completato il riempimento e rimosso il rivestimento metallico, si procederà ad eseguire il foro successivo.

11.1.2. Gestione dei materiali derivanti da “soil replacement”

Sulla base delle assunzioni fatte, si stima la rimozione di un quantitativo complessivo pari a circa 14.300 m^3 di terreni contaminati, che saranno successivamente recapitati all’area di accumulo per il successivo invio a incapsulamento diretto (8.100 m^3) o previa inertizzazione (6.200 m^3). Considerando un rigonfiamento del 20%, il totale di materiale da gestire è pari a circa 17.200 m^3.

Le stime si basano sulle seguenti assunzioni:

- Terreno destinato ad area di MISP senza inertizzazione: stimato 80% del volume delle Aree di intervento A, B, D e 25% del volume dell’Area di intervento C;
- Terreno destinato ad area di MISP previa inertizzazione: stimato 20% del volume delle Aree di intervento A, B, D e 75% del volume dell’Area di intervento C.

Le attività di scavo di gestione materiali dovranno essere eseguite secondo i seguenti criteri generali:

- l’escavatore in prossimità delle aree di “soil replacement” caricherà direttamente il cassone dell’autocarro navetta con la sola rotazione laterale;
- l’autocarro, con cassone chiuso e coperto, provvederà poi alla movimentazione delle terre nelle aree di stoccaggio;
- in fase di asportazione e movimentazione dei terreni contaminati, allo scopo di ridurre la formazione delle polveri, si provvederà, se necessario, ad una leggera bagnatura dell’area di scavo.

11.1.2.1. Aree di accumulo

Le piazzole per il posizionamento dei cumuli di terreno scavato e dei vari flussi di terreno saranno ubicate come rappresentato nelle Tavole di “Layout di cantiere (demolizioni e bonifica)”.

Sono previste le seguenti aree di accumulo:

- Baia A1: accumulo terreno profondo da inviare a MISP;
- Baie A2-A3: accumulo terreno profondo da inertizzare;
- Baia A4: accumulo terreno profondo post-inertizzazione, da inviare a MISP.

Nella baia denominata A1 saranno inizialmente gestiti anche i volumi derivanti dallo scotico dei terreni superficiali propedeutico alla realizzazione delle aree di MISP/capping.

Le aree di accumulo avranno una dimensione utile pari a circa 2.000 m^3, al fine di consentire una gestione del materiale di scavo per un tempo compreso fra circa e 25-35 gg, stante la produzione di terreno derivante dall’intervento di scavo profondo. I volumi relativi alla produzione di jet-grouting, pari a circa 7.042 m^3, saranno inviati all’area di MISP direttamente, senza l’utilizzo delle baie di accumulo, a meno di particolari esigenze operative in corso d’opera.

L’effettivo dimensionamento delle aree dovrà essere definito a seguito delle operazioni di caratterizzazione integrativa che permetteranno di definire eventuali necessità di ulteriori interventi di “soil replacement”.

La gestione delle baie sarà definita in fase esecutiva a seconda della portata effettiva dell’impianto di inertizzazione scelto.

Nella presente fase di progettazione si è considerato che all'interno delle aree e per i muri perimetrali, saranno utilizzati elementi prefabbricati tipo New Jersey. Le aree di accumulo saranno realizzate al di sopra del piano campagna attuale, in aree quindi pavimentate (senza operazioni di demolizione di fondazioni/scavi). Ogni area sarà opportunamente impermeabilizzata, seguendo le seguenti operazioni:

- livellamento e regolarizzazione superficiale delle pavimentazioni, con rimozione di detriti ed elementi emergenti dal piano campagna;
- realizzazione del cordolo perimetrale di contenimento in calcestruzzo armato o elementi prefabbricati;
- posa in opera di pozzetti per la raccolta delle acque;
- impermeabilizzazione del fondo con la stesura di un telo HDPE dello spessore di 1 mm;
- posa in opera di uno strato di fondazione in misto granulare non legato avente spessore complessivo di ca. 10 cm, che dovrà essere opportunamente costipato;
- rivestimento di tutta la superficie con una mano di ancoraggio per consentire la successiva posa in opera del conglomerato bituminoso;
- posa in opera di conglomerato bituminoso di tipo chiuso con spessore finito di 6 cm, avente funzione di Binder;
- posa in opera dello strato di usura con spessore finito di 3 cm che dovrà essere realizzato con conglomerato bituminoso di tipo chiuso, previo il rivestimento di tutta la superficie con mano d'attacco;
- posa di new jersey per la separazione delle diverse aree di stoccaggio dei materiali;
- posizionamento di una pompa autoadescante all'interno di ciascun pozzetto o in un unico pozzetto in caso collettamento degli stessi, che invierà l'acqua ad un sistema di raccolta prima del successivo invio a trattamenti specifici;
- utilizzo di teli e coperture mobili giornaliere, sulle aree di accumulo, al fine di preservare il terreno dagli agenti atmosferici e quindi dalle acque di infiltrazione.

In riferimento alla gestione delle acque meteoriche in corrispondenza delle baie di stoccaggio, si evidenzia che i materiali stoccati saranno coperti con teli impermeabili (ad es. in LDPE) a fine turno di lavoro e in occasione di eventi meteorici. Si prevede pertanto che le acque derivanti da tali aree possano essere costituite esclusivamente dagli eventuali colaticci del materiale stoccato.

I colaticci derivanti dalle baie di stoccaggio situate nell'area sud di stabilimento saranno raccolti mediante pozzetti di raccolta e convogliati mediante tubazione a pozzetti di aspirazione. Da tali pozzetti di aspirazione, le acque saranno rimosse all'evenienza, con pompa dedicata o con autospurgo.

Si vedano nelle seguenti figure gli estratti della Tavola "60705578_CBS_03_B05_2_0 Layout area di gestione terreni e inertizzazione", che riporta la disposizione prevista delle baie di accumulo e gestione del materiale.

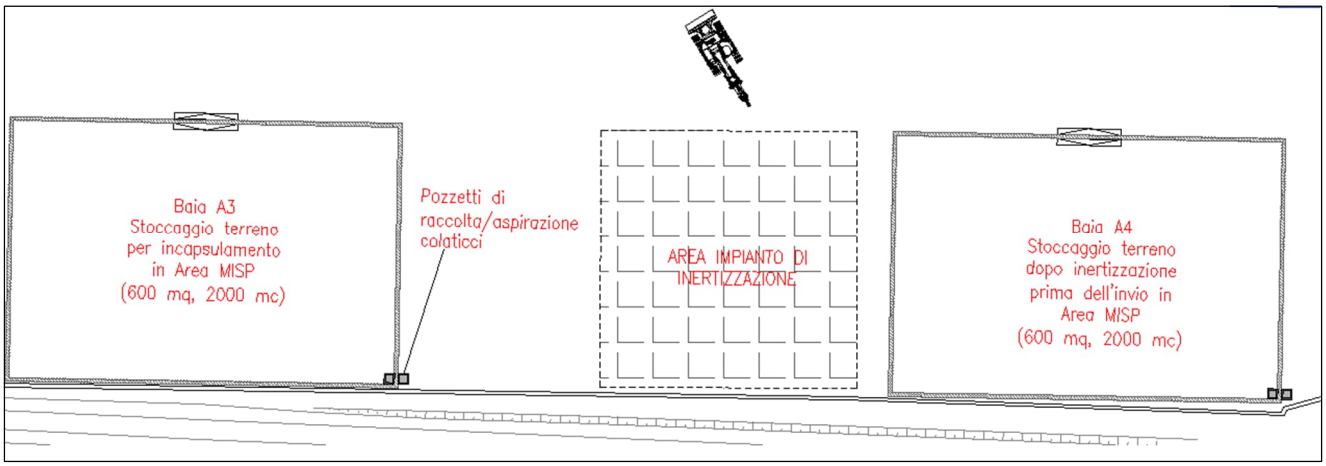


Figura 34: Baie di stoccaggio terreni profondo - linee di raccolta e convogliamento colaticci

Il settore fondale di ogni piazzola avrà pendenza tale da consentire il deflusso delle acque piovane verso i sistemi laterali di drenaggio e quindi verso i pozzetti di raccolta delle acque.

Le aree di accumulo saranno adeguatamente segnalate e dotate di opportuna cartellonistica. Inoltre, saranno dotate di piste di accesso e spazi di manovra tali da consentire non solo il transito dei mezzi, ma anche le manovre di carico e scarico materiali. Durante tali operazioni, i mezzi d'opera non dovranno transitare sui cumuli di materiali stoccati, per evitare di sporcare le ruote e quindi la pista centrale.

11.1.2.2. Impianto di inertizzazione

In termini di maggior cautela, preliminarmente al conferimento in MISP, per i terreni derivanti dall'attività di "soil replacement" e che dovessero evidenziare caratteristiche potenzialmente non compatibili con l'invio a discarica per rifiuti pericolosi, è stato previsto un pretrattamento mediante impianto di inertizzazione.

Il processo di inertizzazione ha la finalità di ridurre la mobilità degli inquinanti presenti nel materiale (terreno) oggetto di trattamento, al fine di consentire la gestione dei materiali internamente al sito di intervento.

I volumi di terreno da sottoporre a trattamento di inertizzazione saranno valutati alla luce degli esiti della remedial investigation e, conseguentemente, saranno verificate la potenzialità e il dimensionamento dei relativi impianti, anche sulla base di valutazioni in termini di costi/benefici.

In ogni caso la potenzialità dell'impianto di inertizzazione dovrà garantire una portata minima di trattamento dei suoli in ingresso pari a **10 t/h**.

Sono state previste delle baie dedicate per lo stoccaggio del materiale trattato, in attesa di maturazione. I reagenti alimentati all'impianto di inertizzazione potranno essere reagenti polverulenti, quali cemento portland, ossido di calcio e/o bentoniti, depositati in silo, o reagenti liquidi, depositati in serbatoi e trasferiti a mezzo elettropompa.

La tipologia e il numero degli apparecchi che costituiranno l'impianto mobile di inertizzazione dipenderanno dalle caratteristiche costruttive dell'impianto che sarà proposto dall'appaltatore secondo le finalità di progetto. In linea generale, si prevede che l'impianto disporrà di un gruppo di alimentazione, costituito da una tramoggia su cui verrà caricato tramite mezzi meccanici il terreno da trattare. Il materiale alimentato all'impianto sarà oggetto di vagliatura preliminare, che potrà essere eseguita mediante escavatore con benna vagliatrice ovvero con griglia di separazione installata sulla tramoggia di carico dell'impianto. Il terreno caricato nella tramoggia passerà su un nastro trasportatore e sarà quindi convogliato all'interno di un miscelatore continuo. Il terreno all'interno del

miscelatore verrà miscelato con additivi solidi, come calce e cemento, che saranno stoccati all'interno di silos dedicati e trasportati da coclee.

Nel miscelatore potranno inoltre essere aggiunti additivi liquidi, che saranno stoccati in serbatoi dedicati e dosati tramite una pompa dosatrice. Una volta completate le operazioni di miscelazione del terreno con i reagenti solidi, liquidi e l'eventuale aggiunta di acqua d'impasto, si procederà con lo scarico del terreno dal miscelatore e lo stoccaggio in baia per maturazione.

La tipologia di additivi solidi o liquidi da utilizzare per la stabilizzazione, il loro dosaggio, i tempi richiesti per la maturazione del materiale trattato prima di sottoporlo a verifica analitica, nonché la volumetria richiesta per lo stoccaggio del materiale in corso di maturazione dovranno essere verificati a seguito della realizzazione delle indagini, in sede di progettazione esecutiva.

11.1.3. In Situ Soil Stabilization

L'intervento di In Situ Soil Stabilization prevede l'introduzione all'interno del terreno contaminato di opportuni reagenti inorganici (come cemento/silicati, calce e argilla) al fine di diminuire la mobilità dei contaminanti, attraverso meccanismi di stabilizzazione e/o solidificazione.

Tale tecnologia applicata direttamente in-situ (senza asportare il terreno contaminato) comporta l'utilizzo di macchine perforatrici in grado dapprima di smuovere il terreno e poi iniettare la miscela inertizzante miscelandola nelle giuste proporzioni con il suolo contaminato.

L'intervento di stabilizzazione/solidificazione sarà finalizzato alla messa in sicurezza dei terreni profondi caratterizzati da una contaminazione significativa ed estesa lungo alcune porzioni della verticale, che presentano limitazioni al trattamento mediante tecnologie classiche di risanamento in situ e che non sono rimuovibili con la tecnologia del Soil Replacement in modo cost-effective.

Il trattamento consente una riduzione della mobilità dei contaminanti attraverso i seguenti fenomeni:

- riduzione della superficie esposta al contatto con acque di percolazione e della permeabilità complessiva del materiale contaminato;
- formazione di legami tra i contaminanti ed i reagenti impiegati nel trattamento;
- riduzione della solubilità dei contaminanti a seguito della formazione di precipitati.

La tecnologia proposta (jet-grouting) consentirà la disgregazione, miscelazione e rioccupazione dei vuoti del terreno mediante un getto fluido costituito da una miscela cementizia.

Per i dettagli operativi si rimanda al documento 60705578_CBS_03_RL01_2_0 "Relazione geotecnica / tecnico-illustrativa".

Le piante delle aree di intervento e le sezioni tipo degli interventi di soil stabilization sono dettagliate in Tavola 60705578_CBS_03_C02_2_0 "Area di MISP - Interventi di bonifica e soil replacement - Pianta e sezioni tipo - Tavola 1 di 2" e Tavola 60705578_CBS_03_C03_2_0 "Area di MISP - Interventi di bonifica e soil replacement - Pianta e sezioni tipo - Tavola 2 di 2")

Sulla base delle assunzioni fatte, si stima la produzione di terreno-miscela di risulta pari a circa il 30% del volume di terreno da trattare, che verrà successivamente destinata all'incapsulamento in sito; i terreni-miscela estratti saranno caricati su mezzi gommati e trasportati all'interno dell'area di MISP.

La tecnologia di Soil Stabilization sarà applicata per l'inertizzazione dei terreni insaturi profondi contaminati lungo l'intero spessore di potenziale oscillazione della falda (a profondità comprese tra 10 e 29 m circa). Nello specifico si prevede di intervenire sulle seguenti sorgenti Tavola 60705578_CBS_00_C06_2_0 "Interventi di bonifica relativi ai terreni profondi:

- sorgente residua secondaria di PCB, Clorobenzeni e Diossine presente nell'intorno dell'area oggetto di Soil Replacement, prevalentemente in corrispondenza dei poligoni C26e-C26c, attraverso l'esecuzione di una serie di perforazioni su un'area di circa 500 m^2, con uno spessore medio di inertizzazione pari a circa 19 m (Intervento "C");

- sorgente residua secondaria di PCB, Clorobenzeni e Diossine presente nell'intorno dell'area oggetto di Soil Replacement, in corrispondenza del poligono C27, su un'area di circa 100 m^2, con uno spessore medio di inertizzazione pari a circa 19 m (Area di Intervento "D");

- sorgente residua secondaria di As presente nell'intorno dell'area oggetto di Soil Replacement, in corrispondenza del poligono C34, su un'area di circa 100 m^2, con uno spessore medio di inertizzazione pari a circa 19 m (Intervento "B");

- sorgente residua secondaria di Hg e Cr VI nell'intorno dell'area oggetto di Soil Replacement, nelle vicinanze del piezometro Pz10, con uno spessore medio di inertizzazione pari a circa 19 m (Intervento "A").

L'estensione effettiva delle aree di trattamento e gli spessori di intervento saranno verificati a seguito degli interventi di demolizione e delle indagini di remedial investigation (Capitolo 13) che consentiranno di definire la distribuzione e la concentrazione dei contaminanti in corrispondenza delle zone di interesse. La tecnologia potrà essere anche utilizzata, se necessario, per una efficace azione di ossidazione, descritta in seguito, al fine di integrare l'azione di ossidazione dei contaminanti presenti con l'azione di stabilizzazione in sito delle frazioni residue.

Ulteriori zone di intervento potranno essere previste in corrispondenza di sorgenti secondarie profonde successivamente identificate.

11.1.4. Interventi di bonifica in situ – Ossidazione chimica

Per la porzione residua di terreni profondi non interessata dagli interventi di Soil Replacement e di Soil Stabilization si prevede di mettere in atto interventi di risanamento basati su tecnologie in situ (principalmente Chemical Oxidation e Soil Flushing).

Tali interventi di bonifica saranno finalizzati in particolare al trattamento dei livelli più profondi, in corrispondenza della zona di frangia capillare, nelle aree che potrebbero presentare maggiori criticità in relazione ai fenomeni di lisciviazione e dilavamento, principalmente all'intorno delle aree oggetto delle due tecnologie sopra descritte (Soil Replacement e In Situ Soil Stabilization).

L'applicazione della tecnologia ISCO sarà indirizzata al trattamento della porzione di sottosuolo contaminata da composti organici persistenti (PCB, Clorobenzeni, Diossine); prima dell'applicazione full scale della tecnologia si prevede una fase di test pilota in situ (cfr. paragrafo 14.2) per meglio definire i parametri di dimensionamento.

Sulla base delle attuali conoscenze sono previste quindi le seguenti aree di intervento (Tavola 60705578_CBS_15_C02_2_0 "ISCO – Planimetria area di intervento"):

- in corrispondenza dei poligoni C26c-C26e, nelle zone non interessate da Soil Replacement e Soil Stabilization, con superficie di intervento stimata in circa 1000 m^2, a profondità comprese tra 23 e 29 m circa.

- in corrispondenza del poligono C27, per una superficie di trattamento stimata in circa 2000 m^2, a profondità comprese tra 23 e 25 m circa.

L'estensione delle aree di intervento ed i volumi di terreno da trattare saranno verificati in base ai risultati delle indagini previste successivamente alle operazioni di demolizione.

11.1.4.1. Definizione del processo

Le modalità applicative e la tipologia di ossidanti saranno meglio definite alla luce dei risultati delle prove pilota da realizzare in situ (cfr. paragrafo 14.2). Tuttavia, in considerazione della tipologia di contaminazione riscontrata e dei risultati dei test di trattabilità effettuati, si ritiene in questa fase di prendere primariamente in considerazione trattamenti di ossidazione con ozono.

L'ozono è uno dei più forti ossidanti disponibili ed è maggiormente solubile in acqua rispetto all'ossigeno. Per i processi ISCO viene prodotto in sito utilizzando un generatore di ozono a partire da un flusso di ossigeno; i generatori in commercio producono generalmente ozono in un intervallo compreso tra il 2-10% in peso.

I meccanismi di reazione prodotti dall'applicazione dell'ozono sono di due tipi: ossidazione diretta per contatto della molecola sul contaminante e ossidazione per via indiretta a seguito della produzione di radicali ossidrilici $OH^{\cdot}$(caratterizzati da elevato potere ossidante ma breve vita). L'elevata reattività riduce l'emivita dell'ozono in soluzione a circa 20 minuti (soluzione pH 7 a 20 °C).

L'eventuale applicazione combinata di perossido di idrogeno e ozono comporta la generazione di elevati livelli di radicali ossidrili ed è considerata come una delle più aggressive forme di tecnologie di ossidazione chimica in situ.

Sulla base delle informazioni disponibili, si è previsto di realizzare l'intervento di bonifica in situ mediante iniezione di ozono disciolto in fase acquosa attraverso una rete di pozzi di iniezione appositamente realizzati. Sulla base dei risultati del test pilota in sito, il sistema potrà essere eventualmente integrato con la co-iniezione di H_2O_2 o surfattanti ad integrazione dell'ozono.

Il trattamento sarà primariamente finalizzato alla degradazione dei contaminanti organici prevalentemente adsorbiti alle frazioni fini di sottosuolo in corrispondenza della zona di oscillazione della falda, prevalentemente PCB nel caso in oggetto.

L'intervento di ossidazione potrà inoltre favorire un desorbimento dei contaminanti aumentando il trasferimento di massa verso la fase acquosa attraverso l'ossidazione della materia organica e la variazione dell'equilibrio fase tra la fase adsorbita e la fase disciolta: i contaminanti eventualmente disciolti nelle acque sotterranee saranno rimossi e trattati attraverso i sistemi di emungimento e trattamento delle acque installati.

Nei processi di ossidazione con ozono la domanda di ossidante è di complessa determinazione a causa delle reazioni tra O_3, H_2O e radicali OH. La domanda totale di ossidante comprende sia la domanda dovuta ai contaminanti presenti nel suolo che alla domanda naturale di ossidanti legata alla presenza di specie inorganiche in forma ridotta e di materia organica naturale, che sarà determinata mediante test pilota.

Per la presente progettazione, si è assunta una domanda totale di ossidante basata sui risultati del test di ossidazione condotti in laboratorio con terreno e acque sotterranee prelevate presso il sito di intervento. Tali test hanno evidenziato che l'efficacia di rimozione dei PCB dalla matrice suolo è maggiore per dosaggi compresi tra 0.5 e 1 g/kg di ozono. In considerazione di quanto sopra:

- per l'area di trattamento relativa al poligono C27 (denominata Area 1), in corrispondenza del quale la concentrazione media di PCB pari a 6 mg/kg si è considerata una richiesta totale di ozono pari a circa 0.5 g per kg di suolo da trattare.

- per l'area di trattamento relativa ai poligoni C26c e C26e (denominata Area 2), caratterizzata da una concentrazione media di PCB di circa 100 mg/kg, si è considerata una richiesta totale di ozono pari a circa 1 g per kg di suolo da trattare.

11.1.4.2. Descrizione dell'intervento

La massa di ossidante in questione sarà immessa nel sottosuolo mediante una rete di pozzi di iniezione di diametro 2", realizzati in acciaio inox. I dati di dimensionamento (es. entità e tipologia della contaminazione, richiesta di ossidante, profondità e spaziatura tra pozzi) saranno rivalutati in base agli esiti della remedial investigation e delle prove pilota in sito. In particolare, i pozzi saranno fenestrati in corrispondenza degli spessori di trattamento che saranno individuati in fase di remedial investigation.

Per lo sviluppo della presente progettazione, si è ipotizzato un raggio di influenza del singolo pozzo pari a 2 m. L'iniezione in corrispondenza delle aree in questione è pertanto prevista mediante una rete costituita da 64 pozzi per l'area di trattamento relativa ai poligoni C26c e C26e e 148 pozzi per l'area di trattamento relativa al poligono C27.

L'intervallo di trattamento previsto sarà compreso tra 23 e 29 m da p.c. per l'Area 1 e tra 23 e 25 m da p.c. per l'Area 2. Al fine di consentire una distribuzione quanto più omogenea della soluzione ed evitare la formazione di vie preferenziali, ciascun pozzo di iniezione sarà fessurato per una lunghezza non superiore a 3 m.

In particolare, per l'Area 1 si è prevista la realizzazione di n. 2 tipologie di pozzi di iniezione:

- Tipologia A: pozzo con profondità pari a 26 m e finestrato nell'intervallo 23-26 m da p.c.;

- Tipologia B: pozzo con profondità pari a 29 m e finestrato nell'intervallo 26-29 m da p.c.

Si è prevista una distribuzione uniforme delle tipologie A e B dei pozzi di iniezione sull'Area 1, in modo da distribuire la soluzione ossidante null'intero intervallo oggetto di intervento.

Per l'Area 2 si è prevista un'unica tipologia di pozzo avente profondità pari a 25 m e finestrato nell'intervallo 23-25 m da p.c.

L'impianto di trattamento sarà costituito dai seguenti elementi principali:

- Alimentazione acque per produzione acqua ozonizzata.

- Impianto containerizzato di produzione acqua ozonizzata;

- Linea di adduzione del fluido ai pozzi e rete di pozzi di immissione.

La potenza installata per tale impianto è stimata pari a circa 30 kW.

Per l'adduzione dell'acqua si utilizzeranno preferibilmente le stesse acque di falda estratte attraverso i sistemi di emungimento e trattate mediante sistemi in sito (impianto TAF). In alternativa, potrà essere utilizzata acqua di rete. La portata di approvvigionamento prevista è di 22.5 mc/h (portata utile all'iniezione in corrispondenza di tre pozzi).

Un compressore d'aria rotativo a vite fornirà aria compressa secca a un concentratore di ossigeno, che produrrà ossigeno puro (95%) ad una portata di circa 5.5 m^3/h, che verrà inviato a un serbatoio di accumulo da 250 L e che quindi alimenterà il generatore di ozono. Il compressore sarà alimentato da aria ambiente filtrata.

Il generatore di ozono produrrà una portata di massa pari a circa 450 g/h di ozono e sarà raffreddato a liquido mediante un chiller dotato di pompa di ricircolo del liquido refrigerante.

Una pompa booster riceverà l'acqua di rete del sito e aumenterà la pressione di questa fino a un valore pari a circa 10 bar. L'acqua pressurizzata, ad una portata di circa 22.5 m3/h scorrerà attraverso un eiettore venturi, il quale richiamerà, per depressione, una portata di massa di circa 450 g/h di ozono dal generatore di ozono. L'ozono si dissolverà in acqua all'interno dell'eiettore venturi e l'acqua ozonizzata scorrerà all'interno di un reattore flash che permetterà un'ulteriore miscelazione dell'ozono. L'acqua scorrerà quindi in una colonna di degasaggio che fornirà acqua ozonizzata priva di bolle. È previsto un trasferimento di ozono in acqua con un'efficienza del 95% circa.

La sommità della colonna sarà collegata a un sistema di distruzione catalitico di ozono per convertire l'ozono residuo gassoso in ossigeno prima dell'immissione in atmosfera.

La base della colonna di degasaggio si unirà a un collettore in acciaio (3") per il convogliamento dell'acqua ozonizzata verso le n. 3 linee dei pozzi. Il fluido sarà convogliato ai pozzi di iniezione mediante tubazione flessibile in HDPE DE63 fuori terra.

Il flusso di acqua ozonizzata sarà inviato all'immissione contemporanea in n. 3 pozzi. A seguito dell'immissione del volume previsto da progetto sui 3 punti in questione (per l'Area 1: 3'850 mc/pozzo in 21 giorni; per l'Area 2: 1'100 mc/pozzo in 12 giorni), le tubazioni di adduzione della soluzione ossidante saranno scollegate e ricollegate a 3 differenti punti di iniezione, fino a completamento dell'attività di trattamento. Si è prevista l'operatività per 24 h/gg e 365 giorni/anno.

Il dimensionamento dell'impianto e l'eventuale integrazione di H_2O_2 o ulteriori reagenti saranno rivalutati sulla base degli esiti del test pilota di ISCO.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento 60705578_CBS_15_RL01_2_0 "Relazione tecnica impianti di bonifica" ed ai seguenti elaborati specifici:

- Tavola 60705578_CBS_15_H08_2_0 "ISCO – P&ID";
- Tavola 60705578CBS_15_H09_2_0 "ISCO – Process Flow Diagram";
- Tavola 60705578_CBS_15_H10_2_0 "ISCO – Tipologico pozzi di iniezione".

11.1.5. Interventi di bonifica in sito – Soil Flushing

La tecnologia in oggetto prevede il trattamento del suolo contaminato attraverso un'azione di lavaggio a mezzo di un fluido immesso nel sottosuolo al fine di favorire la solubilizzazione e la successiva estrazione dei contaminanti in modo da ridurre significativamente il rischio di lisciviazione dei contaminanti dai suoli.

Sulla base delle attuali conoscenze sono previste le seguenti aree di intervento (Tavola 60705578_CBS_15_C03_2_0 “Soil Flushing – Planimetria area di intervento”):

- in corrispondenza dell’area identificata come sorgente principale della contaminazione da Cromo VI, nella porzione centrale del sito. L’area di trattamento, denominata Area 1 di Soil Flushing, ha una superficie di circa 310 mq;
- in corrispondenza dell’area identificata come sorgente principale della contaminazione da As, in corrispondenza del punto di indagine C34 (confermata dai risultati relativi al sondaggio MW5). L’area di trattamento, denominata Area 2 di Soil Flushing, ha una superficie di circa 815 mq.

Per l’applicazione dell’intervento si è prevista l’installazione in sito di una rete di pozzi di iniezione di diametro 4”, realizzati in PVC. I pozzi saranno fenestrati a partire da 1 m al di sopra dell’intervallo di trattamento individuato fino al bottom dello stesso (intervallo 19-28 m da p.c.). L’intervallo di trattamento previsto è compreso tra 20 e 28 m da p.c.

In presenza di livelli di terreno più fini o di discontinuità litologiche gli intervalli di trattamento dovranno essere adeguatamente ridotti al fine di garantire una distribuzione quanto più uniforme della soluzione di lavaggio.

Per lo sviluppo della presente progettazione, si è adottata una rete di pozzi di immissione caratterizzati da un raggio di influenza ipotizzato di 1.5 m. Si è pertanto prevista una rete di pozzi di immissione costituita da n. 40 pozzi per l’Area 1 di Soil Flushing e n. 108 pozzi per l’Area 2 di Soil Flushing.

Le aree di intervento e gli spessori interessati saranno verificati in base ai risultati delle indagini integrative previste a seguito del completamento delle operazioni di demolizione nell’area di interesse (Capitolo 13).

11.1.5.1. Definizione del processo

In considerazione della tipologia della contaminazione riscontrata e dei test sugli eluati già effettuati, per il trattamento di lavaggio dei suoli si prevede di utilizzare preferibilmente le stesse acque di falda estratte attraverso i sistemi di emungimento e trattate mediante sistemi in sito.

Dopo il passaggio attraverso la zona contaminata il fluido di lavaggio arricchito di contaminanti sarà estratto ed inviato a smaltimento o trattamento per riutilizzo / reiniezione.

Le caratteristiche del fluido di lavaggio e l’eventuale necessità di additivi saranno comunque valutati sulla base di appositi campi prova in situ. I risultati delle prove consentiranno inoltre di stimare il numero di cicli di lavaggio da applicare al terreno ed i parametri idraulici di dimensionamento.

Per la presente progettazione, il volume di flussaggio necessario per il trattamento delle aree di intervento è stato stimato mediante un modello semplificato (*batch flushing model*). Tale modello è finalizzato a stimare il numero di cicli di immissione di acqua nel sottosuolo e di estrazione necessari a rimuovere il contaminante soluto e desorbito dal mezzo poroso, sulla base della massa di terreno oggetto di trattamento e delle caratteristiche chimico-fisiche del contaminante in questione.

Sulla base dei dati disponibili, si è considerato l’utilizzo di un impianto avente una portata di iniezione pari a 10 mc/h e si è stimato un volume di iniezione corrispondente a circa 9’200 mc per l’area 1 e circa 26’300 mc per l’area 2, con un’operatività di impianto pari a 24 h/gg e 365 gg/anno.

In particolare, si è prevista l'iniezione in corrispondenza di un singolo punto di iniezione, con trattamento sequenziale di tutti i punti installati. La volumetria prevista di iniezione in corrispondenza di ogni punto è pari a circa 240 mc/pozzo sia per l'Area 1 che per l'Area 2 (corrispondenti all'immissione di una portata di 10 mc/h per 24 ore). A completamento dell'iniezione in un punto, la tubazione di adduzione del fluido di flussaggio sarà scollegata e ricollegata ad un differente punto di iniezione, fino a completamento dell'attività di trattamento.

11.1.5.2. Descrizione dell'intervento

La progettazione dell'impianto, descritta nel seguito, è basata sulle informazioni disponibili. I parametri di progettazione (a titolo esemplificativo la spaziatura dei pozzi, gli intervalli di finestratura, le portate di immissione, l'uso di additivi) saranno verificati e eventualmente aggiornati sulla base delle indagini integrative nonché degli esiti delle prove pilota in sito.

Il sistema di bonifica è costituito dai seguenti elementi principali:

- Alimentazione acque per flussaggio;
- Impianto containerizzato di stoccaggio, rilancio e controllo del fluido di flussaggio. Tale impianto sarà costituito dai seguenti elementi principali:
    - Quadro di comando;
    - n.1 serbatoio per accumulo acque di lavaggio con volumetria di 3 mc;
    - n. 1 pompa di iniezione con portata di progetto pari a 10 m3/h e prevalenza 20 m;
    - Stazione di pompaggio, costituita da una pompa centrifuga con portata di progetto 10 mc/h e potenza installata 3 kW;
- Linea di adduzione del fluido ai pozzi e rete di pozzi di immissione;
- Punti di emungimento dell'acqua di falda.

Le caratteristiche del fluido di lavaggio e l'eventuale necessità di additivi saranno valutati sulla base di appositi campi prova in situ.

La portata di approvvigionamento prevista è di 10 mc/h (portata utile al flussaggio in corrispondenza di un pozzo). Il fluido rilanciato dal suddetto impianto sarà convogliato al pozzo di iniezione mediante tubazione flessibile in HDPE DE63 fuori terra. Il dimensionamento dell'impianto sarà rivalutato sulla base degli esiti del test pilota. Si potrà inoltre, se ritenuto utile sulla base degli esiti del test pilota, integrare l'impianto con una stazione di dosaggio additivi.

La potenza installata asservita a tale impianto è prevista pari a circa 10 kW.

La modalità di estrazione delle acque derivanti dall'intervento di Soil Flushing sarà definita a valle del test pilota e potrà comprendere:

- Cicli sequenziali di immissione e emungimento dallo stesso pozzo o da pozzi limitrofi;

- L'immissione e il contemporaneo emungimento da pozzi limitrofi (considerando l'emungimento da pozzo o pozzi situati a valle idrogeologica rispetto al punto di immissione).
- L'immissione e il contemporaneo emungimento da un pozzo di nuova realizzazione situato a valle dell'area di intervento, oppure da uno dei pozzi facenti parte della rete di barrieramento idraulico di stabilimento.

In tutti i suddetti casi la portata di emungimento dovrà essere pari o superiore alla portata di immissione. Le acque emunte saranno inviate all'impianto di trattamento acque di falda.

Per maggiori dettagli si rimanda alla specifica tecnica contenuta nel documento 60705578_CBS_15_RL01_2_0 "Relazione tecnica impianti di bonifica" ed ai seguenti elaborati specifici:

- Tavola 60705578_CBS_15_H11_2_0 "Soil Flushing – P&ID", per il Piping & Instrumentation Diagram;
- Tavola 60705578_CBS_15_H12_2_0 "Soil Flushing – Process Flow Diagram", per il diagramma a blocchi del processo;
- Tavola 60705578_CBS_15_H13_2_0 "Soil Flushing – Tipologico pozzi di iniezione", per le sezioni tipiche dei pozzi di iniezione.

11.1.6. Interventi di bonifica in situ – Soil Vapour Extraction

La tecnologia SVE utilizzerà un sistema di generazione di vuoto per estrarre dal sottosuolo vapori interstiziali contaminati da composti organici volatili (VOC) provenienti dalla volatilizzazione dei contaminanti in fase adsorbita nella matrice solida del terreno. I vapori estratti contaminati da VOC saranno abbattuti tramite trattamento di adsorbimento su carbone attivo, prima dell'emissione in atmosfera.

Gli interventi interesseranno un'area di circa 3000 m^2 caratterizzata principalmente da una contaminazione nei terreni insaturi da solventi clorurati. L'area è situata in prossimità dell'ex impianto di produzione di polimeri clorurati denominato Clortex all'interno del sito. I risultati del monitoraggio delle acque di falda effettuato nell'ambito delle indagini integrative effettuate (cfr. cap. 6) hanno infatti evidenziato concentrazioni significative di Triclorometano (cloroformio) e Tetracloruro di carbonio rispettivamente in corrispondenza dei piezometri Pz5-Pz10 e MW6-MW7.

Inoltre, i dati disponibili del monitoraggio di Soil gas in sito indicano che le classi di sostanze volatili potenzialmente presenti nel flusso di gas estratti dall'impianto sono:

- Alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni;
- Clorobenzeni;
- BTEXS;
- Mercurio.

Laddove fossero riscontrate concentrazioni significative di solventi nei terreni insaturi, considerate le caratteristiche di elevata volatilità dei contaminanti e l'elevata permeabilità dei terreni, si prevede la possibilità di integrare gli interventi di bonifica già descritti con azioni locali di ventilazione del sottosuolo.

11.1.6.1. Caratteristiche di processo

L'azione di ventilazione del sottosuolo sarà finalizzata al trattamento delle sorgenti di contaminazione nei terreni insaturi, anche profondi, fino al livello della frangia capillare (ca. 30 m da p.c.), interrompendone la migrazione verso la zona satura. In considerazione dell'elevato spessore di insaturo potenzialmente coinvolto si prevede

l'installazione di un numero di pozzi di estrazione dei vapori compresi tra 15 e 20, intestati a diverse profondità, per il trattamento di "colonne" di terreno impattato e/o di orizzonti specifici di sottosuolo. La posizione dei pozzi di estrazione sarà finalizzata a coprire in maniera omogenea la superficie considerata, sulla base di un raggio di influenza, per punto di estrazione, pari ad almeno 10 m. Il numero esatto di pozzi e la loro ubicazione, così come il raggio di influenza, saranno confermati a seguito delle indagini integrative e dello specifico campo di prova SVE (Capitolo 13). I pozzi afferiranno ad un unico impianto SVE.

La definizione di dettaglio degli interventi sarà realizzata previa una miglior localizzazione delle sorgenti residue attraverso specifici test pilota di venting, finalizzati alla verifica della presenza delle frazioni volatili nel sottosuolo ed al dimensionamento dei relativi sistemi di estrazione e trattamento.

L'ingegneria richiesta per la realizzazione delle opere e dei sistemi necessari per attivare gli interventi di bonifica finalizzati alla realizzazione dell'impianto SVE è descritta nel documento 60705578_CBS_15_RL01_2_0 "Relazione tecnica impianti di bonifica". In tale documento si possono trovare informazioni dettagliate riguardanti la realizzazione dei pozzi di estrazione, delle opere civili, meccaniche, elettriche e strumentali. Per maggiori dettagli si rimanda inoltre ai seguenti elaborati specifici:

- Tavola 60705578_CBS_15_H05_2_0 "SVE – P&ID";
- Tavola 60705578_CBS_15_H06_2_0 "SVE – Process Flow Diagram";
- Tavola 60705578_CBS_15_H07_2_0 "SVE – Tipologico pozzi di aspirazione".

In seguito, si riporta una breve sintesi generale della descrizione del processo.

11.1.6.2. Descrizione dell'impianto

L'impianto SVE consisterà in un unico modulo di aspirazione containerizzato contente n. 3 aspiratori a canale laterale, a servizio dei pozzi di estrazione, e un separatore di condensa da 1,2 m^3. Il separatore sarà installato a monte degli aspiratori per separare la componente liquida dal flusso gassoso di aria umida estratta dai pozzi. All'esterno del container verranno collocati il sistema di trattamento a carboni attivi e il serbatoio di accumulo della condensa da 3 m^3 che riceverà le acque provenienti dal separatore per mezzo di una pompa centrifuga dedicata. Il sistema di trattamento sarà composto da 4 filtri a carboni attivi disposti su due linee in parallelo. Ogni linea presenta due filtri in serie; ogni filtro avrà un volume di 1,5 m^3 e conterrà 800 kg di carbone attivo.

Le prestazioni dei singoli elementi dell'impianto sono, in sintesi, le seguenti:

- n. 3 aspiratori a canale laterale operanti in parallelo. Ciascun aspiratore avrà:
  - Portata d'esercizio: 500 Nm^3/h;
  - Pressione relativa in ingresso: -150 mbar(g);
- n.1 pompe di scarico della condensa e rilancio al serbatoio di accumulo. La pompa avrà:
  - Portata d'esercizio: 2 m^3/h;
  - Prevalenza massima: 15 m.

La potenza massima impegnata dal sistema sarà di 20 kW.

Sulla base delle caratteristiche prestazionali delle unità di aspirazione/ventilazione, si individuano portate massime di aspirazione in corrispondenza di ciascun pozzo comprese tra 50 e 100 Nm^3/h.

La tecnologia di bonifica in situ di SVE consente la rimozione di composti organici volatili (VOC) adsorbiti al terreno insaturo attraverso l'applicazione nel sottosuolo di un certo grado di depressione e l'estrazione dei gas interstiziali incanalati in appositi pozzi di estrazione; l'estrazione dei vapori avviene mediante il posizionamento di un tubo di aspirazione in corrispondenza del tratto fenestrato del pozzo (Tavola 60705578_CBS_15_H07_2_0 "SVE – Tipologico pozzi di aspirazione").

I pozzi saranno collegati ad una sola unità impiantistica SVE, alloggiata all'interno di un container, mediante tubazioni di interconnessione in HDPE PE100 PN10.

L'aria che sarà estratta dal sottosuolo tramite l'impianto di SVE, prima di essere emessa in atmosfera verrà gestita attraverso il sistema di trattamento su filtrazione a carboni attivi.

11.1.7. Messa In Sicurezza Permanente (MISP)

I terreni contaminati derivanti dagli interventi di scavo profondo verranno incapsulati in sito mediante confinamento superficiale (capping), con successiva ricopertura finale e piantumazione dell'area a capping.

Come si può notare in dettaglio nella Tavola 60705578_CBS_03_B01_2_0 "Area di MISP – Planimetria di progetto e tracciamento cumulo", per l'area soggetta a messa in sicurezza permanente sono previste due differenti tipologie di sistemazione:

1. Aree MISP a singola impermeabilizzazione (capping)

   Tale intervento è relativo alle aree in cui è prevista la copertura del terreno in sito, senza escavazione, nell'intorno del cumulo contenente i materiali oggetto di incapsulamento.

   Le aree oggetto di messa in sicurezza mediante impermeabilizzazione singola saranno dotate di adeguata pendenza, al fine di consentire l'eventuale deflusso delle acque verso le canaline perimetrali.

   Successivamente sarà realizzata una copertura impermeabile multistrato, completata con strato vegetale di copertura.

2. Aree MISP a doppia impermeabilizzazione (confinamento)

   Tale intervento è relativo all'area interessata dalla realizzazione del rilevato costituito dai terreni e materiali oggetto di incapsulamento.

   L'impermeabilizzazione di fondo avrà la funzione di barriera fisica con lo scopo di interrompere i percorsi di migrazione dei contaminanti (lisciviazione, migrazione di polveri e vapori) e i conseguenti percorsi di esposizione (contatto dermico e ingestione con il suolo superficiale, inalazione di polveri e vapori).

   Il fondo così realizzato sarà seguito da uno strato di regolarizzazione e di uno strato impermeabile minerale argilloso allo scopo di favorire la messa in opera dei sistemi di confinamento per i materiali di cui è prevista la messa in sicurezza nel capping (terreni profondi).

   Il sistema di confinamento sarà completato con pacchetto impermeabile multistrato e la posa di una copertura vegetale. Lo strato di base e quello superficiale saranno opportunamente saldati nel perimetro di congiunzione, al fine di isolare eventuali vapori e/o acque di condensa.

Gli interventi potranno essere avviati a seguito della dismissione e demolizione delle strutture fuori terra; in tali aree si dovrà pertanto procedere alla rimozione di eventuali strutture e/o manufatti interferenti con la messa in opera realizzazione delle opere di MISP.

All'interno dell'area di intervento si evidenzia inoltre la presenza di alcuni piezometri di monitoraggio (PZ3, MW8-40m, MW8-80m) che dovranno essere dismessi preliminarmente alla realizzazione dei pacchetti di impermeabilizzazione al fine di eliminare eventuali vie preferenziali dalla superficie verso gli strati più profondi. La sigillatura sarà effettuata mediante iniezione di miscela cementizia in pressione per consolidare il pozzo in luogo, con taglio del pozzo a 600 mm al di sotto del piano campagna.

Nel seguito vengono presentate sinteticamente le caratteristiche dei pacchetti di capping.

11.1.7.1. Caratteristiche dei pacchetti di impermeabilizzazione

I pacchetti di impermeabilizzazione previsti nell'ambito degli interventi di MISP sono stati definiti nel rispetto di quanto previsto dal D.Lgs. n. 36 del 13.01.2003 "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti", ai fini del conferimento dei terreni escavati.

Si precisa che, in ottemperanza a quanto prescritto dagli Enti con le Prescrizioni del Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020 di approvazione del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" Rev 1 – AECOM – Dicembre 2019 e le Osservazioni del CTA (Adunanza del 14-01-2021), per i terreni potenzialmente non conformi a impianto di discarica per rifiuti pericolosi non conformi è previsto un preliminare trattamento di inertizzazione/stabilizzazione.

I dettagli degli strati e degli elementi costituenti i pacchetti di impermeabilizzazione sono riportati nella Tavola 60705578_CBS_03_F01_2_0 "Area di MISP – Dettagli pacchetto capping". Gli stadi di lavoro riguardanti la posa dei pacchetti di impermeabilizzazione sono invece descritti nella Tavola 60705578_CBS_03_C01_2_0 "Area di MISP – Stadi di lavoro" e vengono in seguito riportati sinteticamente:

- 1: creazione di un piano di lavoro mediante prescavo posto a 30 cm da p.c. locale e ribasso localizzato per la creazione di una trincea di ammarro geocomposito bentonitico; si stima che mediamente tale piano di lavoro sarà raggiunto a seguito della rimozione delle solette, pavimentazioni, asfalti e dello scotico di ulteriori 10 cm di terreno in posto;

- 2: posa, sull'impronta dei rilevati, di: uno strato di regolarizzazione di spessore 20 cm, uno strato granulare di 10 cm per la captazione dei gas, uno strato di argilla minerale compattata di 50 cm (anche sulle aree intercluse), un geocomposito drenante e geomembrane di protezione e impermeabilizzazione (anche su aree intercluse);

- 3: creazione del rilevato con terreni oggetto di MISP;

- 4: posa, sulla sommità del rilevato, di: uno strato di regolarizzazione di spessore 20 cm, uno strato di argilla minerale compattata di 50 cm, geomembrane di protezione e impermeabilizzazione, un geocomposito drenante e uno strato vegetale di spessore 100 cm (anche su aree intercluse).

Si specifica inoltre:

- Gli interventi di capping "superficiale" nelle aree a singola impermeabilizzazione e di capping "di fondo" sono previsti a partire da un **piano di lavoro** posto indicativamente a 30 cm da p.c. locale, con la rimozione della pavimentazione esistente;

- Per lo strato con funzione di barriera impermeabile si prevede l'impiego di un **geocomposito bentonitico** tipo "bentomat", in grado di garantire una permeabilità equivalente a quella ottenuta mediante posa di uno strato di 1 m di argilla compattata. L'utilizzo di geocompositi bentonitici è previsto per la realizzazione degli strati a bassa permeabilità; tali materiali, oltre a garantire prestazioni di impermeabilità elevatissime, consentono la minimizzazione dei volumi e dei costi di trasporto ed una maggiore semplicità e rapidità di applicazione;

- Ad ulteriore protezione nei confronti del geocomposito bentonitico, nel capping "di fondo" si prevede la posa di uno **strato di argilla minerale compattata** (classe A6-A7 Classificazione HRB AASHSTO) **di spessore pari a 50 cm**;

- Nel capping di fondo, alla base dello strato di argilla si prevede la posa di uno **strato di materiale drenante** (tout-venant di cava) di spessore pari a 10 cm con funzione di intercettazione di eventuali gas interstiziali nel terreno in sito;

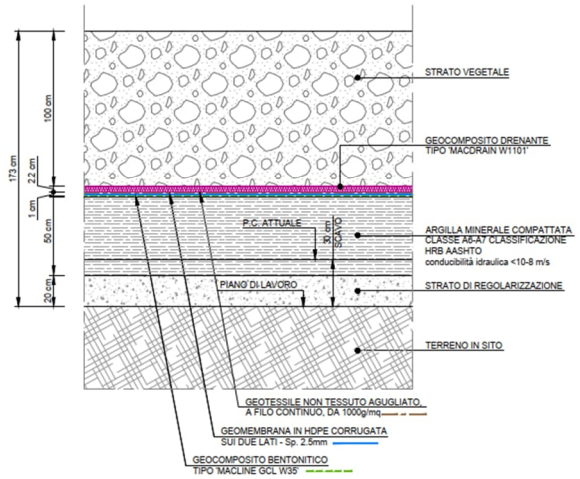
- Per gli strati con funzione di drenaggio ed intercettazione delle acque (meteoriche, che si infiltrano nel suolo nelle superfici a verde, e di condensa), si prevede l'impiego di un **geocomposito drenante** con elevata capacità idraulica di tipo "mecdrain" o similare, posto appena sopra alla geomembrana di impermeabilizzazione. L'utilizzo del geocomposito drenante permette inoltre di proteggere il sistema di impermeabilizzazione dal danneggiamento meccanico per punzonamento in fase di posa e di rinterro e di prevenire l'intasamento del tubo collettore ad opera delle particelle fini del terreno;

- A protezione dello strato con funzione di barriera impermeabile si prevede la posa di un **geotessile non tessuto agugliato a filo continuo** da 1000 g/mq e di una **geomembrana in HDPE corrugata sui due lati**;

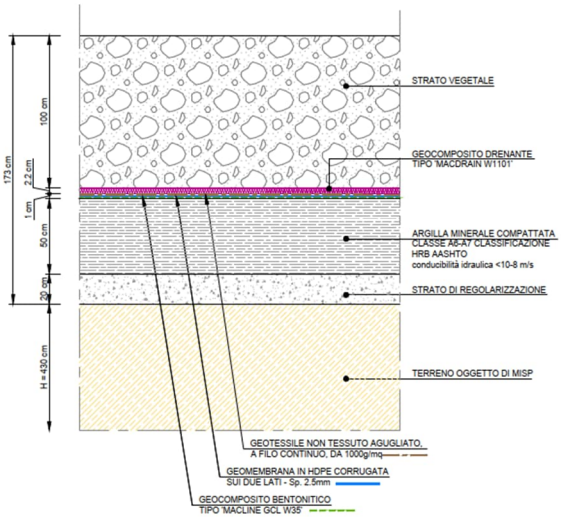
- Lo strato di regolarizzazione di base assolve infine alla funzione di creazione di un piano di posa regolare e di definizione delle pendenze di progetto;

- Lo strato superficiale di terreno vegetale presenta uno spessore di 100 cm, in accordo a quanto previsto dalla Norma, al fine di consentire la piantumazione ed il rinverdimento delle aree.

CAPPING SUPERFICIALE TIPO 1
(1:20)



CAPPING SUPERFICIALE TIPO 2
(1:20)



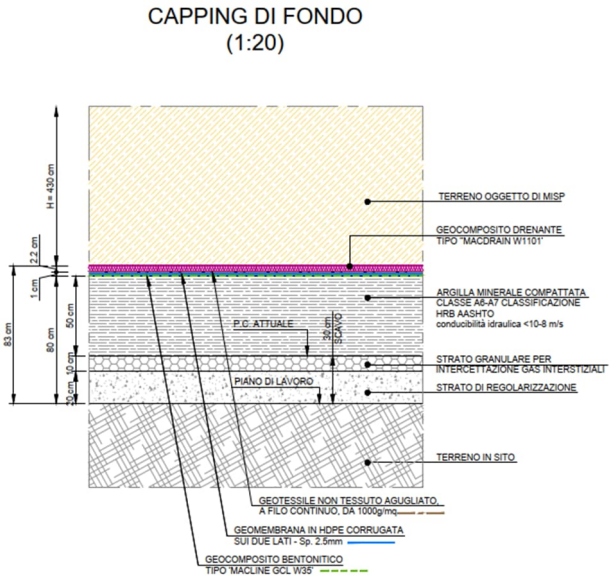


Figura 35: Dettagli pacchetti capping

Le superfici impermeabilizzate saranno realizzate in modo tale da prevedere le pendenze idonee a garantire il deflusso superficiale delle acque meteoriche verso il sistema di raccolta delle acque.

11.1.7.2. Dimensionamento dei rilevati

Le caratteristiche dimensionali del sistema di incapsulamento sono state definite sulla base delle modalità di gestione dei flussi di terreni previsti. Le caratteristiche del sistema di confinamento sono riportate nella Tavola 60705578_CBS_03_E01_2_0 “Area di MISP – Sezioni generali”.

Il sistema è stato oggetto di una verifica di stabilità, la cui relazione di calcolo è contenuta nel documento 60705578_CBS_03_RL02_2_0 “Area di MISP – Verifiche geotecniche”.

La geometria del rilevato ed il layout plano-altimetrico potranno essere oggetto di modifiche in funzione della progettazione esecutiva degli interventi di bonifica e/o del futuro progetto urbanistico di risviluppo e di sistemazione dell’area a parco, fatto salvo il rispetto delle caratteristiche costruttive e dei vincoli prestazionali dei sistemi di MISP descritti.

11.1.7.3. Regimazione acque meteoriche

L’area in oggetto verrà resa completamente impermeabile per impedire l’interazione tra il terreno e le acque meteoriche, mediante confinamento superficiale (capping). Per tale motivo verrà predisposta una rete di smaltimento delle acque meteoriche per inviare le acque al recapito finale individuato con il corso d’acqua superficiale “Roggia Fiumicella Ramo Est”. Le verifiche relative alla rete di collettamento delle acque sono descritte nel documento specifico 60705578_CBS_03_RL03_2_0 “Area di MISP – Opere di regimazione delle acque di superficie – Verifica idraulica”.

Il dettaglio della rete di regimazione è descritto dalla Tavola 60705578_CBS_03_B02_2_0 “Area di MISP – Planimetria di progetto rete di regimazione acque meteoriche”.

La regimazione delle acque superficiali sarà garantita dalle pendenze attribuite alle aree impermeabilizzate.

Al fine di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo e riequilibrare il regime idrologico e idraulico naturale, si dimensioneranno le opere di smaltimento sulla base del R.R. n. 7/2017 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idrologica e idraulica ai sensi dell'articolo 58 bis della L.R. 11 marzo 2005, n° 12, così come modificato dai R.R. n. 7/2018 e n. 8/2019)).

Considerando la superficie dell'area, è stata prevista la realizzazione di un bacino di laminazione finalizzato a garantire l'invarianza idraulica e limitare l'immissione delle portate meteoriche nella Roggia Fiumicella Ramo Est al valore limite previsto da normativa (10 l/s/ha, R.R. n. 7/2017).

Per i dettagli sulle caratteristiche dimensionali del bacino, si rimanda alla relazione 60705578_CBS_03_RL03_2_0 "Area di MISP – Opere di regimazione delle acque di superficie – Verifica idraulica".

Le sezioni tipo del sistema di drenaggio delle acque meteoriche, del bacino di laminazione delle acque meteoriche e del relativo manufatto di immissione sono riportate nella Tavola 60705578_CBS_03_E03_2_0 "Area di MISP – Sezioni tipo e particolari reti di regimazione acque meteoriche e reti di raccolta condense e gas", mentre la carpenteria dei manufatti di regimazione è riportata nella Tavola 60705578_CBS_03_I01_2_0 "Area di MISP – Manufatti di regimazione acque meteoriche - Carpenteria".

11.1.7.4. Presidi di monitoraggio del sistema di MISP

11.1.7.4.1. Sistema di raccolta e monitoraggio condense e vapori

Il cumulo realizzato mediante l'incapsulamento dei materiali descritti precedentemente sarà costituito da materiale dotato di scarsa umidità, non biodegradabile, per il quale non si prevede una produzione di biogas, né di percolato, quanto al limite di una frazione di condense.

La progettazione del rilevato oggetto di MISP ha quindi previsto la possibilità di drenare, raccogliere e smaltire le condense che potrebbero venire a crearsi all'interno del cumulo confinato (Tavola 60705578_CBS_03_B04_2_0 "Planimetria di progetto reti di raccolta condense e gas").

Il sistema dovrà garantire la raccolta dei liquidi perché ristagni d'acqua potrebbero comportare una diminuzione della stabilità del cumulo. A tal fine si prevede la realizzazione di una rete di raccolta condense all'interno del rilevato formata da tubazioni in HDPE fessurate che recapitino l'eventuale accumulo di condensa fino a un pozzetto in HDPE posto esternamente al deposito. La giunzione in prossimità dello strato impermeabilizzante è prevista a tenuta.

Il sistema sarà dotato di uno strato di drenaggio/captazione che recapiterà ad uno o più pozzetti di raccolta che consentiranno di monitorare la presenza di condense per tutto il tempo di vita dell'intervento di impermeabilizzazione, o comunque per un tempo non inferiore a 30 anni dalla data di chiusura dell'attività (come previsto dal D. Lgs. 36/2003 per le discariche di equivalente categoria) e provvedere all'eventuale spurgo e invio a impianto di smaltimento autorizzato.

In caso di necessità, la rete di raccolta condense potrà essere utilizzata anche per l'intercettazione e l'estrazione in sicurezza di eventuali vapori contaminati all'interno del materiale confinato attraverso il collegamento ad un apposito sistema di aspirazione e la messa in leggera depressione del sistema confinato (in tal caso i vapori estratti saranno convogliati ad un sistema di filtrazione).

Il sistema di raccolta sopra descritto dovrà essere realizzato in modo da:

- sopportare i carichi previsti;

- prevenire intasamenti ed occlusioni per tutto il periodo di funzionamento previsto;
- minimizzare il battente idraulico delle eventuali condense sul fondo.

Il sistema di raccolta delle condense sarà costituito dai seguenti elementi principali:

- Strato drenante disposto sul fondo dello scavo con la funzione di captare e convogliare la condensa nei collettori. Sarà realizzato mediante l'utilizzo di ghiaia e sarà posizionato al di sopra dello strato di impermeabilizzazione (geomembrana);
- Rete di tubazioni fessurate in HDPE alloggiata all'interno dello strato drenante la quale permette di raccogliere e allontanare la condensa fuori dall'area interessata dal capping; il sistema di drenaggio consentirà contemporaneamente anche il recupero di eventuali gas formatisi;
- Pozzetto di raccolta finale dove la condensa arriva dal sistema di drenaggio ed infine viene allontanata per pompaggio verso l'opportuno trattamento.

11.1.7.4.2. Sistema di captazione vapori sottostante il capping di fondo

Nell'intorno delle aree di appoggio del cumulo, si prevede la realizzazione di una rete costituita da tubi drenanti HDPE DN63mm con funzione di captazione di eventuali gas interstiziali dei terreni in posto, la cui condizione di stabilità/equilibrio potrebbe venire perturbata dalla variazione dello stato tensionale a seguito del carico trasmesso dai rilevati (Tavola 60705578_CBS_03_B04_2_0 "Planimetria di progetto reti di raccolta condense e gas").

Per tale ragione il primo strato da posare sopra il terreno in posto sarà costituito da un sistema in grado di assolvere alla funzione di sfogo di eventuali gas interstiziali, qualora presenti, ed uno scambio di riequilibrio delle pressioni interstiziali conseguenti alla variazione di quella atmosferica.

La rete di captazione gas sarà posizionata al di sotto del capping di fondo, nell'intorno dell'impronta del rilevato.

Considerata la natura prevalentemente granulare dei terreni di fondazione è possibile prevedere che i cedimenti si esauriscano già in fase di applicazione dei carichi. In fase operativa, durante la formazione del rilevato, si potrà quindi valutare la necessità di collegare i punti di raccolta ai sistemi di aspirazione già previsti per il trattamento dei terreni profondi al fine di prevenire l'eventuale migrazione di vapori nel sottosuolo.

11.1.7.5. Piano di gestione e monitoraggio vapori e condense in operam

11.1.7.5.1. Monitoraggio acque superficiali di drenaggio

Nell'ambito della realizzazione della MISP si provvederà a convogliare le acque di drenaggio superficiale alla rete di collettamento.
In caso di eventi meteorici significativi si procederà prelevando le acque con cadenza semestrale per verificarne lo stato qualitativo con analisi chimiche.

11.1.7.5.2. Monitoraggio gas interstiziali – Rete di captazione sotto telo

Nello strato di captazione inferiormente al capping di fondo si procederà ad effettuare una verifica periodica delle condizioni dei gas interstiziali. Il monitoraggio sarà realizzato con frequenza mensile mediante verifica con strumentazione portatile (PID e rilevatore vapori di mercurio).

Considerata la natura prevalentemente granulare dei terreni di fondazione, è stato stimato che i cedimenti si esauriscano sostanzialmente in fase di applicazione dei carichi. Pertanto, è già stato previsto che in fase operativa, durante la formazione del rilevato, si valuti la necessità di implementare azioni di prevenzione mediante collegamento della rete di captazione vapori ad un sistema di estrazione (anche in considerazione della disponibilità del sistema di Soil Vapor Extraction previsto nell'ambito del trattamento dei terreni profondi nelle aree contaminate da solventi).

Durante la formazione del rilevato si andranno dunque a valutare eventuali rilasci e, in caso di rilevamento di concentrazioni significative di vapori organici o inorganici, si procederà al campionamento dei gas interstiziali mediante fiale da sottoporre a determinazione analitica di laboratorio.

Tabella 23: Piano dei controlli in operam

	Parametro	***Frequenza misure gestione post-operativa***
Acque superficiali di drenaggio	Analisi chimiche	in prossimità di eventi meteorici significativi o almeno Semestrale
Rete di raccolta condense	Presenza e Volume	mensile
Rete di captazione gas sotto telo	Concentrazione sostanze volatili (PID e rilevatore Hg)	quindicinale

11.1.7.6. Piano di gestione e monitoraggio vapori e condense post operam

11.1.7.6.1. Monitoraggio acque superficiali di drenaggio

Per quanto concerne il monitoraggio delle acque di drenaggio superficiali, saranno eseguiti prelievi delle acque con cadenza semestrale in corrispondenza dei punti di recapito prima dell'ingresso delle acque al bacino di laminazione, al fine di verificarne lo stato qualitativo mediante analisi chimiche.

11.1.7.6.2. Monitoraggio rete di raccolta condense

Per quanto riguarda la presenza di eventuali condense all'interno dei cumuli si procederà ad effettuare un monitoraggio con cadenza semestrale mediante controllo visivo dai pozzetti di raccolta installati. Nel caso in cui si verifichi la presenza di condense, si procederà ad effettuare uno spurgo e invio a smaltimento delle stesse.

11.1.7.6.3. Monitoraggio gas interstiziali - Rete di captazione interna

Al fine di verificare la concentrazione di composti volatili nei gas captati dalla rete interna ai sistemi di incapsulamento e monitorarne l'evoluzione nel tempo, si prevede di effettuare un monitoraggio dei gas con frequenza semestrale mediante verifica con strumentazione portatile (PID e rilevatore vapori di mercurio) dai terminali della rete di

captazione. In caso di rilevamento di concentrazioni significative di composti volatili organici o inorganici si procederà al campionamento dei gas interstiziali mediante fiale per le determinazioni analitiche di laboratorio.

11.1.7.6.4. Monitoraggio gas interstiziali – Rete di captazione sotto telo

Nello strato di captazione realizzato inferiormente al capping di fondo si procederà ad effettuare, a seguito del completamento dei sistemi di incapsulamento, una verifica periodica delle condizioni dei gas interstiziali. Il monitoraggio sarà realizzato con frequenza semestrale mediante verifica con strumentazione portatile (PID e rilevatore vapori di mercurio) dai terminali della rete di tubazioni di captazione installati nelle aree adiacenti il cumulo. In caso di rilevamento di concentrazioni significative di vapori organici o inorganici si procederà al campionamento dei gas interstiziali mediante fiale da sottoporre a determinazione analitica di laboratorio.

11.1.7.6.5. Monitoraggio soil gas – Strato di copertura superficiale

Con lo scopo di confermare efficacia del sistema di impermeabilizzazione e verificare l'assenza di diffusione di vapori attraverso lo strato impermeabile del sistema di MISP, per le aree oggetto di messa in sicurezza è prevista la realizzazione di campagne di monitoraggio Soil Gas mediante l'installazione di Camere di flusso (Flux Chamber) le quali consentono di misurare in maniera precisa esclusivamente il gas proveniente dal sottosuolo, isolandolo da eventuali interferenze atmosferiche.

In alternativa all'installazione delle Flux Chamber, si potrà valutare il campionamento dei gas nello strato di copertura superficiale tramite l'installazione di una serie di sonde Nesty Probe nello strato di copertura superficiale fino ad una profondità di circa 80 cm da p.c..

Il campionamento potrà avvenire mediante Canister o Bottle Vac al fine di permettere l'analisi mediante metodiche EPA TO-15 dell'intero spettro di composti volatili (VOC); inoltre si procederà al campionamento mediante fiale apposite, per la determinazione del mercurio volatile. Il monitoraggio verrà eseguito con cadenza trimestrale nel primo anno, semestrale nel secondo anno e successivamente annuale.

I risultati delle analisi dei gas saranno confrontati con le concentrazioni soglia di rischio verificate mediante l'analisi di rischio sito specifica e riportati all'interno della tabella A3-3 dell'allegato 3 dell'ADR. I risultati del monitoraggio consentiranno di confermare l'interruzione del percorso di volatilizzazione e l'assenza di rischio per i recettori del sito.

Nel caso in cui dal monitoraggio ambientale dovesse emergere la presenza di gas in concentrazioni prossime alle concentrazioni soglia di rischio, nelle aree potenzialmente critiche, si provvederà ad attivare immediatamente opportune misure di prevenzione mediante collegamento delle reti di captazione gas interne e di fondo a sistemi mobili di recupero e trattamento vapori.

La tabella seguente riassume i controlli previsti per le matrici ambientali ed i presidi di monitoraggio installati nelle aree oggetto di MISP.

Tabella 24: Piano dei controlli post operam

	Parametro	***Frequenza misure gestione post-operativa***
Acque superficiali di drenaggio	Analisi chimiche	Semestrale
Soil Gas *Rete superficiale*	Analisi chimiche	Trimestrale (1° anno) Semestrale (2° anno) Annuale (dal 3° anno)
Rete di raccolta condense	Presenza e Volume	Semestrale
Rete di captazione gas interna	Concentrazione sostanze volatili (PID e rilevatore Hg)	Semestrale
Rete di captazione gas sotto telo	Concentrazione sostanze volatili (PID e rilevatore Hg)	Semestrale

12. PIANO DI MONITORAGGIO E COLLAUDI

12.1. Monitoraggio delle polveri e della qualità dell'aria

Nelle aree di scavo e nelle zone di caratterizzazione dei materiali (aree di deposito intermedio) saranno installati sistemi fissi di monitoraggio di qualità dell'aria che prevederanno la misura dei parametri COV (Composti Organici Volatili), Mercurio, PCB, Fitofarmaci, Polveri Totali e Diossine.

Le postazioni fisse di monitoraggio saranno posizionate a piano campagna in corrispondenza del bordo degli scavi di scotico o in prossimità di quelli profondi. Ulteriori postazioni saranno previste per il monitoraggio nell'ambito delle attività di demolizione.

La strumentazione da utilizzare e le modalità per il monitoraggio, che sarà effettuato unicamente in fase di cantiere, è descritta al Paragrafo 12.1.1. In particolare, tali presidi di monitoraggio della qualità dell'aria saranno installati con le seguenti modalità:

1. Aree di scavo: ciascuna area di scavo sarà dotata di almeno n. 1 stazione fissa per il monitoraggio del parametro polveri e n. 1 campionatore passivo per i parametri COV, Mercurio, PCB e Fitofarmaci;
2. Area di gestione terreni: l'area sarà dotata di n. 1 stazione fissa di monitoraggio del parametro polveri e n. 1 campionatore passivo per la determinazione del parametro COV, Mercurio, PCB e Fitofarmaci;
3. Aree di deposito intermedio: ciascuna macroarea sarà dotata di n. 1 stazione fissa per il monitoraggio del parametro polveri e n. 1 campionatore passivo per la determinazione del parametro COV, Mercurio, PCB e Fitofarmaci.

Inoltre, per la misurazione dei COV e del mercurio, sarà condotta a cura di tecnici specializzati una rilevazione di campo mediante strumento portatile PID (fotoionizzatore) e rilevatore portatile di mercurio.

Saranno inoltre installati n. 2 punti di campionamento sul terreno (deposimetri) ai fini della verifica di eventuali rilasci di diossine e PCB durante il corso delle operazioni.

12.1.1. Metodologie di rilievo

La strumentazione che sarà utilizzata per garantire il monitoraggio di qualità dell'aria è la seguente:

1. Campionatori passivi (tipo Radiello) ubicati a bordo scavo per la rilevazione dei COV. Il campionamento verrà effettuato al fine di ottenere una misura delle concentrazioni del suddetto parametro durante l'attività giornaliera (ossia sulle 8 ore lavorative previste). I filtri dei campionatori saranno quindi posizionati all'inizio della giornata lavorativa e ritirati alla fine della stessa, e saranno inviati ad analisi presso un laboratorio esterno accreditato;
2. Campionatori a fiala attivi per il monitoraggio di mercurio, fitofarmaci e PCB. Il campionamento verrà effettuato al fine di ottenere una misura delle concentrazioni dei suddetti parametri durante l'attività giornaliera (ossia sulle 8 ore lavorative previste). I filtri dei campionatori saranno posizionati all'inizio della giornata lavorativa e ritirati alla fine della stessa, e saranno quindi inviati ad analisi presso un laboratorio esterno accreditato;
3. Fotoionizzatore portatile (PID) per la misura strumentale diretta in campo del parametro COV nel corso dell'intera durata giornaliera delle attività di scavo;
4. Rilevatore di vapori di mercurio (Hg);

5. Stazioni fisse per il monitoraggio del parametro Polveri, costituite da pompe di campionamento ad alto volume (mod. Tecora Charlie o equivalente) atte al prelievo dei campioni per le successive analisi da effettuarsi a cura di un laboratorio esterno accreditato. Anche in questo caso il campione sarà rappresentativo dell'attività giornaliera (8 ore lavorative previste);
6. Deposimetro: sistema di raccolta passivo costituito da un bulk in vetro per la determinazione di inquinanti quali PCB e diossine. I deposimetri saranno esposti all'aria ambiente per un periodo pari ad un mese. Al termine di ogni periodo di esposizione si provvederà a raccogliere il campione da analizzare, procedendo ad un accurato lavaggio della superficie interna dei deposimetri, e raccogliendo la soluzione acquosa di lavaggio da sottoporre ad analisi di laboratorio.

12.1.2. Monitoraggio del parametro COV

Per quanto concerne il parametro COV (campionatori passivi di tipo radiello), le attività di monitoraggio ambientale saranno effettuate con le seguenti frequenze:

1. campionamento del bianco, per un periodo di 8 ore, prima dell'avvio dei lavori di scavo;
2. campionamento, sempre della durata della giornata lavorativa (8 ore), da eseguirsi con cadenza mensile per la durata degli scavi.

I radielli saranno posizionati, in corrispondenza del bordo di scavo e su appositi sostegni a quota pari a 150 cm da p.c.. Tali sistemi di campionamento garantiscono la captazione dei composti volatili eventualmente aerodispersi tramite adsorbimento su filtri. Tali filtri, in accordo alle modalità sopra descritte, saranno prelevati da tecnici specializzati e, una volta imballati opportunamente, trasferiti ad un laboratorio esterno accreditato che provvederà alle relative determinazioni analitiche

Gli analiti da ricercare sono sintetizzati nella seguente tabella.

Tabella 25: COV da ricercare

SET ANALITICO - COV	
Benzene	Cicloesano
Etilbenzene	Metilcicloesano
Propilbenzene	Metilciclopentano
Isopropilbenzene	Isottano
Stirene	Naftalene
Toluene	ETBE, MTBE
m-Xilene, o-Xilene, p-Xilene,	Isopropanolo
1,2,4 Trimetilbenzene	Triclorometano
n-Pentano, n-Esano, n-Eptano, n-Ottano, n-Nonano, n-Decano, n-Undecano, n-Dodecano,	Tetracloruro di carbonio

I COV totali saranno calcolati come sommatoria delle singole molecole individuate. Il limite di rilevabilità analitica per ogni molecola è pari a 5 µg/campione, pari a circa 0,15 mg/m^3 su 8 ore di posizionamento del radiello.

Inoltre, durante tutta la durata del cantiere di scavo i COV saranno monitorati anche in maniera diretta mediante fotoionizzatore portatile (PID). I dati acquisiti dal PID saranno riportati dal tecnico specializzato su un registro cartaceo e su supporto informatico.

12.1.3. Monitoraggio dei parametri Mercurio, Fitofarmaci e PCB

Per ogni postazione fissa individuata (costituita da sistemi di pompaggio attivo e cattura su fiale specifiche), le attività di monitoraggio ambientale dei suddetti parametri saranno effettuate con le seguenti frequenze:

1. campionamento del bianco, per un periodo di 8 ore, prima dell'avvio dei lavori di scavo;
2. campionamento, sempre della durata della giornata lavorativa (8 ore), da eseguirsi con cadenza mensile per la durata del cantiere di scavo.

I sistemi di campionamento saranno posizionati in corrispondenza del bordo di scavo e su appositi sostegni a quota pari a 150 cm da p.c.. Tali sistemi di campionamento garantiscono la captazione dei composti volatili e semivolatili eventualmente aerodispersi tramite adsorbimento su filtri specifici. Tali filtri, in accordo alle procedure di campionamento previste e con le modalità sopra descritte, saranno prelevati da tecnici specializzati e, una volta imballati opportunamente, trasferiti ad un laboratorio esterno accreditato che provvederà alle relative determinazioni analitiche.

Gli analiti da ricercare sono sintetizzati nella seguente tabella.

Tabella 26: Parametri da ricercare

SET ANALITICO
Mercurio
Fitofarmaci (Alachlor e Atrazina)
PCB
Diossine

Parallelamente al monitoraggio mediante PID sarà eseguito il monitoraggio con analizzatore portatile di mercurio (Hg) per verificare la presenza di vapori di mercurio in aria ambiente. Anche i dati relativi al monitoraggio istantaneo di Hg saranno riportati dal tecnico specializzato su di un registro cartaceo e su supporto informatico.

12.1.4. Monitoraggio polveri

Per quanto concerne il parametro PTS (Polveri Totali Sospese), il monitoraggio sarà effettuato mediante postazioni fisse caratterizzate da pompe di campionamento ad alto volume, per il prelievo dei campioni e successivo invio ad un laboratorio esterno accreditato per le determinazioni analitiche. Il suddetto monitoraggio, inoltre, sarà esteso anche alla rilevazione del parametro PM2.5 e PM10 e verrà effettuato conformemente alla norma UNI EN 12341:2013 per la frazione PM2.5 e PM10 e al D.P.C.M. 28/03/1983 per il parametro Polveri Totali.

Per il parametro Polveri Totali, il prelievo prevedrà la sola filtrazione dell'aria tramite aspirazione forzata; per il PM2.5 e PM10, il prelievo dell'aria sarà eseguito mediante aspirazione forzata su di un filtro posto a valle di un sistema di ugelli che effettuano il "taglio" della frazione di interesse.

La successiva analisi presso un laboratorio esterno accreditato prevederà la determinazione gravimetrica delle polveri depositate sul filtro.

La frequenza di campionamento prevista per ciascuna postazione fissa sarà la seguente:

1. campionamento del bianco, per un periodo di 8 ore, prima dell'avvio dei lavori di scavo;
2. campionamento, sempre della durata della giornata lavorativa (8 ore), da eseguirsi con cadenza mensile per la durata del cantiere di scavo.

12.2. Collaudo degli interventi

12.2.1. Collaudo interventi su sorgenti profonde

Gli interventi sulle sorgenti profonde saranno soggetti a collaudo mediante la verifica della loro corretta esecuzione, come da specifiche di progetto; per questi interventi, il prelievo e l'analisi di terreni di fondo scavo e/o delle pareti serviranno alla eventuale stima della massa residuale.

12.2.2. Collaudo delle impermeabilizzazioni

Prima della messa in opera dei materiali, sia naturali che artificiali (geosintetici), costituenti il pacchetto impermeabile dovranno essere condotti tutti i controlli necessari a verificare la rispondenza dei prodotti alle rispettive specifiche tecniche. In particolare, dovranno essere verificati tutti gli elementi che garantiscono l'impermeabilità e l'isolamento del sistema, senza trascurare gli altri componenti che contribuiscono a preservarne nel tempo l'efficienza.

In corso d'opera verranno effettutati i controlli finalizzati a verificare la rispondenza degli interventi sia in termini di idoneità dei materiali sia di corretta esecuzione dei lavori. Ciascuno strato dovrà essere posato solo dopo aver accertato, anche mediante l'esecuzione di prove di controllo, l'idoneità dello strato sottostante.

Tutte le saldature tra i teli costituenti lo strato impermeabile dovranno essere collaudate in presenza della Direzione Lavori secondo un protocollo redatto in sede di Progettazione Esecutiva (60705578_CBS_00_CT02_2_0 "Capitolato speciale d'appalto – Parte tecnica").

Ad opere ultimate dovranno essere eseguiti i controlli necessari per accertare il comportamento del sistema di copertura superficiale nelle reali condizioni di esercizio e per verificare la conformità dell'opera realizzata.

Le prove da eseguire possono essere di tipo non invasivo e invasivo (che, a differenza delle precedenti, necessitano di un intervento diretto sull'opera (perforazioni, infissione di strumenti, ecc.)):

- prove non invasive e non distruttive (metodo geoelettrico): permettono di verificare l'integrità del sistema misurando la continuità dell'isolamento elettrico;
- prove invasive (lisimetri e campionatori BAT): permettono di verificare l'efficacia dell'intervento nell'impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche attraverso il suolo contaminato campionando in situ le acque interstiziali nella porzione di terreno sottostante la copertura impermeabile.

Il tipo di prove da eseguire verrà definito in sede di Progettazione Esecutiva dall'Appaltatore, in comune accordo con il Direttore Lavori, il quale dovrà redigere anche il verbale di collaudo.

12.3. Monitoraggio delle acque di falda per la verifica nel corso del tempo degli interventi di bonifica

Il monitoraggio della qualità delle acque di falda sarà pianificato, in questa fase di intervento, quale monitoraggio degli effetti delle attività previste nell'ambito del Stralcio di Prima Fase, in attesa delle successive fasi di appalto per il completamento degli interventi bonifica previsti nel POB.

A seguito del monitoraggio di baseline previsto nell'ambito delle attività di remedial investigation, successivamente all'avvio degli interventi di bonifica dei suoli profondi, sarà attivato il monitoraggio periodico per una durata stimata di 3 anni, da eseguire con cadenza trimestrale per due anni e successivamente semestrale.

Tali monitoraggi non costituiranno, pertanto, il collaudo finale dell'intervento per il raggiungimento degli obiettivi di bonifica definiti dall'Analisi di Rischio per la matrice acque sotterrane (Paragrafo 8.2.1).

L'attività di monitoraggio della rete piezometrica comprenderà i seguenti punti (cfr. Tavola 01 allegata):

- Pz1 (80m), Pz2 (80m), Pz3 (80m), Pz4 (80m), Pz5 (80m), Pz6 (80m), Pz7 (80m), Pz8 (50m), Pz9 (40m), Pz10 (40m);
- PZ CL - PZ CS (piezometri procura)
- MW9 (40m), MW10 (40m) (nuovi piezometri)
- MW1 (32m), MW1 (40m), MW1 (80m), MW2 (40m), MW2 (80m), MW3 (40m), MW3 (80m), MW4 (40m), MW4 (80m), MW5 (32m), MW5 (40m), MW5 (80m), MW6 (40m), MW6 (80m), MW7 (32m), MW7 (40m), MW7 (80m), MW8 (40m), MW8 (80m) (piezometri multilivello)

Eventuali variazioni e/o integrazioni della rete di monitoraggio potranno essere effettuate in accordo con la Committente in funzione dell'avanzamento delle attività di bonifica e di messa in sicurezza (ad esempio a seguito di dismissione di pozzi/piezometri nelle diverse aree di intervento).

I campioni prelevati saranno inviati a laboratorio accreditato ACCREDIA per la determinazione dei seguenti parametri analitici:

- Hg, As, Cr tot, Cr VI;
- Alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni;
- Fitofarmaci;
- PCB;
- PCDD/PCDF.

Nel caso in cui, durante gli interventi di decommissioning o di bonifica suoli, alcuni dei pozzi/piezometri esistenti dovessero essere danneggiati e/o modificati, gli stessi verranno ripristinati con una distribuzione tale da garantire il monitoraggio periodico delle acque sotterranee monte-valle idrogeologico.

Il monitoraggio delle acque di falda verrà intensificato con cadenza trimestrale durante l'esecuzione degli interventi di bonifica in situ nei suoli insaturi profondi, che prevedono azioni mirate finalizzate alla rimozione, al trattamento e/o alla immobilizzazione dei contaminanti, in corrispondenza delle sorgenti secondarie che pongono maggiori rischi per la qualità delle acque sotterranee.

13. TEST DI TRATTABILITA'

I test di trattabilità, che sono prove di laboratorio finalizzate a verificare in tempi relativamente brevi l'efficacia di un trattamento su campioni di matrici ambientali prelevate direttamente in sito e ad orientare modalità e dosaggi per i successivi campi prova in sito, sono stati realizzati in modo da verificare che le assunzioni di progetto siano realistiche in termini di efficacia delle tecnologie proposte e di tempistiche previste dal progetto stesso e forniscono quindi indicazioni preliminari per lo sviluppo della strategia di intervento per la bonifica/messa in sicurezza delle matrici ambientali.

Le prove eseguite hanno riguardato 4 tipologie di trattamenti:

- prove di separazione granulometrica propedeutiche al lavaggio terreni (soil washing);
- prove di stabilizzazione chimica (soil stabilization);
- prove di ossidazione chimica (advanced oxidation processes);
- prove di adsorbimento su carbone attivo e riduzione chimico-biologica con reagente a base di ferro metallico (chemical reduction).

Al fine di effettuare una valutazione sulla fattibilità di un trattamento biologico di dealogenazione riduttiva sono state inoltre svolte alcune analisi di biologia molecolare sulle matrici ambientali prelevate in sito per valutare la presenza di gruppi microbici deputati allo sviluppo di tale processo.

I campioni di suolo sono stati prelevati durante le fasi di indagini ambientali propedeutiche alla progettazione realizzate in sito nel periodo dicembre 2018 – febbraio 2019 (cfr. Capitolo 6). In fase di campionamento è stato eseguito uno screening preliminare dei campioni in modo tale da determinarne le caratteristiche, prima del loro invio ai test di trattamento, al fine di definire nel dettaglio i parametri di esecuzione delle prove.

La relazione tecnica che descrive la metodologia con cui sono state realizzate le prove ed i materiali utilizzati, nonché i risultati ottenuti e le considerazioni che ne derivano è riportata in Annesso A. Di seguito si riporta una sintesi dei principali risultati delle prove di trattabilità realizzate in laboratorio, che dovranno comunque essere verificati a più ampia scala mediante test pilota (campi prova) appositamente realizzati (cfr. Paragrafo 14.1).

13.1. Sintesi dei risultati

13.1.1. Soil Washing

Le prove di laboratorio hanno consentito di riprodurre su piccola scala la separazione granulometrica del campione di terreno (che in un intervento full scale viene effettuata mediante impianto dedicato di soil washing).

L'analisi granulometrica dei campioni ha evidenziato la presenza di una frazione di terreno indicativamente del 25-30% (frazione fine limosa) per la quale la tecnologia risulta non applicabile, mentre risulta potenzialmente applicabile alla frazione rimanente (70-75%), avente granulometria maggiore.

Le analisi chimiche effettuate sulle diverse frazioni hanno evidenziato livelli di PCB generalmente decrescenti con l'aumentare della granulometria (con l'eccezione del campione di terreno superficiale che ha evidenziato un livello di contaminazione estremamente elevato).

Il grado di contaminazione dei suoli da sottoporre a trattamento dovrà essere attentamente valutato in quanto valori di concentrazione troppo elevati, quali quelli evidenziati in alcuni suoli superficiali (riporti) potrebbero limitare l'efficacia del trattamento di lavaggio.

La definizione del fluido di lavaggio e delle soluzioni impiantistiche saranno oggetto di ulteriori approfondimenti da sviluppare a più larga scala in fase di prova pilota.

13.1.2. Soil stabilization

Le prove di stabilizzazione sono state effettuate con tre diversi prodotti (Lipidur A, Lipidur B, Cemento Portland commerciale tipo CEM II/A-LL 42,5) e con due diversi dosaggi di legante (10% e 20% in peso). I risultati hanno evidenziato che il miglior effetto di solidificazione/stabilizzazione, valutato in termini di resistenza meccanica, è stato ottenuto con l'uso di Lipidur A.

In tutti i campioni sottoposti a trattamento si è osservato un incremento della prestazione all'aumento del dosaggio di prodotto.

I test di cessione effettuati (dopo frantumazione) secondo la norma UNI 12457/2 sulla frazione < 4 mm hanno evidenziato la presenza di superamenti dei limiti stabiliti per le acque sotterranee per il parametro PCB; le concentrazioni riscontrate negli eluati sono risultate sostanzialmente in linea con quelle relative al campione pretrattato ad eccezione dei provini MW5 trattati con Lipidur A che hanno evidenziato valori inferiori di circa 1 ordine di grandezza.

13.1.3. Ossidazione chimica avanzata

Le prove di ossidazione chimica sono state effettuate mediante l'uso di n. 4 diversi sistemi ossidanti: Ozono, Perozono, Perossido di idrogeno e reagente di Fenton.

Le prove di ossidazione con Ozono hanno evidenziato una riduzione significativa della concentrazione dei contaminanti all'aumentare del dosaggio del reagente, con una percentuale di abbattimento dei PCB tra il 57% e il 94% nella frazione acquosa e del 51% nella matrice suolo.

Le prove con Perozono hanno evidenziato delle percentuali di abbattimento dei PCB comprese tra 82% e 90% nella frazione acquosa e del 58% nei suoli.

Le prove con il Perossido di idrogeno hanno evidenziato variazioni poco significative nella concentrazione di PCB, con limitate oscillazioni in relazione al dosaggio di reagente considerato.

Le prove con il reagente di Fenton hanno evidenziato una notevole riduzione per la maggior parte dei solventi, con percentuali di abbattimento anche del 99%, mentre le concentrazioni di PCB non hanno evidenziato riduzioni.

13.1.4. Analisi di biologia molecolare

I risultati ottenuti hanno consentito di evidenziare nei campioni analizzati una presenza di fondo di ceppi microbici e gruppi funzionali potenzialmente utili allo sviluppo di processi di dealogenazione riduttiva.

13.1.5. Riduzione chimica e biologica

Le prove di trattamento effettuate con l'utilizzo dei prodotti BOS100 e CAT100 hanno consentito di valutare l'efficacia del trattamento di riduzione chimica e del trattamento combinato chimico-biologico per la rimozione dei PCB dalle matrici acque di falda e suolo.

Le prove di riduzione effettuate a scala di laboratorio hanno evidenziato un'efficacia nella riduzione della massa dei PCB dell'ordine del 22% per la sola degradazione abiotica e attorno al 43-46% per il trattamento combinato chimico e biologico.

14. ATTIVITA' PROPEDEUTICHE ALLA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA

Le tecnologie individuate in questa sede di progettazione saranno valutate nel dettaglio a valle dei necessari ulteriori studi di approfondimento, che comprendono:

- Campi prova specifici in campo (test pilota);
- Bonifica ordigni bellici;
- Indagini integrative propedeutiche all'esecuzione degli interventi di bonifica.

14.1. Campi prova

I campi prova in sito (Annesso B) consentiranno di verificare l'efficacia delle tecnologie di bonifica su più larga scala, permettendo il corretto dimensionamento degli impianti e dei trattamenti full-scale, in relazione alle condizioni specifiche del sito nel quale saranno applicate.

Il numero e la tipologia dei campi prova sono stati definiti in funzione delle tecnologie definite come applicabili in sede di fattibilità e sulla base delle indicazioni dei test di trattabilità (Capitolo 13) ove disponibili.

In questa sede si prevede pertanto la realizzazione dei seguenti campi prova (il cui layout è rappresentato nella Tavola 60705578_CBS_00_C12_2_0) in sito finalizzati alla verifica delle tecnologie di trattamento dei terreni superficiali e profondi:

- test pilota di lavaggio terreni (impianto pilota soil washing);
- test pilota di in situ soil stabilization;
- test pilota di ossidazione chimica in situ;
- test pilota di in-situ soil flushing;
- test pilota di adsorbimento e chemical reduction (Trap&Treat);
- test pilota di soil vapour extraction.

Ulteriori campi prova potranno essere previsti in funzione dei risultati dei test di trattabilità e dei campi prova che saranno condotti.

14.2. Bonifica ordigni bellici

A seguito della demolizione di tutti i manufatti, e quindi preliminarmente alla realizzazione delle opere di bonifica e messa in sicurezza permanente per lo stabilimento Caffaro Brescia, si procederà con l'effettuazione degli interventi di bonifica bellica, con interessamento di tutta la superficie di occupazione dell'intervento e delle aree di cantierizzazione. Per maggiori dettagli si rimanda al documento specifico 60705578_CBS_00_RL05_2_0 "Relazione bonifica ordigni bellici (BOB)".

14.3. Indagini propedeutiche agli interventi di bonifica

Le attività proposte (*remedial investigation*) saranno realizzate successivamente agli interventi di demolizione di edifici e degli impianti presenti in sito, che consentiranno di indagare la matrice suolo e sottosuolo in corrispondenza delle aree attualmente non accessibili.

I risultati delle indagini integrative permetteranno quindi di valutare la presenza di eventuali sorgenti secondarie ad oggi non evidenziate consentendo di estendere, laddove necessario, gli interventi di risanamento già individuati.

Il Piano di indagini di "*remedial investigation*" è dettagliato in Annesso B.

Si precisa, come previsto nel computo metrico di progetto, che in corrispondenza di ogni punto di indagine dovrà essere eseguita una ricerca puntuale di sottoservizi, mediante tecnologia con "scavo a risucchio".

15. ANALISI DEI VINCOLI E DELLE INTERFERENZE

15.1. Vincoli di natura storica, artistica, archeologica, paesaggistica

Il presente progetto è pienamente coerente con il D.M. 24 febbraio 2003, che individua il comparto suolo e il comparto acque sotterranee come matrici ambientali che necessitano di interventi di bonifica.

Esso non interferisce con aree appartenenti alla **Rete Natura 2000** (l'area più vicina è posta, infatti, a una distanza di circa 11 km), né con elementi della Rete Ecologica Regionale (RER); infatti il progetto non creerà elementi di frammentazione della RER. Avrà, anzi, il fine ultimo di consegnare un'area bonificata, ove le successive opere di impermeabilizzazione, modellazione e piantumazione non avranno solo la funzione di interrompere i percorsi di migrazione dei contaminanti e i conseguenti percorsi di esposizione, ma permetteranno la creazione di un'area verde fruibile all'interno di contesto altamente antropizzato.

Secondo quanto riportato nella mappa della pericolosità del **Piano di Gestione Rischio Alluvioni del bacino del Fiume Po** (PGRA-Po), il sito Caffaro ricade all'interno dell'area L "Scenario raro". Tenuto conto della finalità di bonifica e messa in sicurezza del progetto, lo stesso non appare in contrasto con il PRGR-Po.

La variante al PGT del Comune di Brescia, adottata con deliberazione di C.C . 34 del 16.04.2018 (PG 88759), approvata con deliberazione di C.C. n 110 del 30.11.2018 (P.G. n. 235232) e pubblicata sul BURL della Regione in data 26.06.2019 serie avvisi e concorsi n. 26, ha adeguato la componente geologica del PGT al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) e ad ulteriori condizioni di rischio di livello locale. L'elaborato "V.I. ALall04r0 - norme geologiche" di piano e gli elaborati grafici della sopracitata variante al PGT costituiscono il riferimento normativo in base al quale è possibile sancire la compatibilità dell'intervento in oggetto in presenza di scenario di piena "raro".

All'area di intervento individuata nell'elaborato V.I.-ALall04g - Carta PAI-PGRA 2019 in fascia C del PAI e in aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (aree P1/L) del PGRA viene associata nell'elaborato V.I.-ALall04n Fattibilità geologica classe di fattibilità geologica 2a.

Si riporta di seguito la disciplina normativa:

classe 2a – Aree di pianura Area stabile, coincidente con zone di pianura e talora con la fascia marginale delle superfici di raccordo tra pianura e rilievi, caratterizzata da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche.

Localmente possono essere presenti zone poste al margine dei rilievi dove negli strati superficiali del terreno si possono riscontrare orizzonti litologici con caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti o zone potenzialmente oggetto di ritombamento. L'area può comprendere porzioni caratterizzate da terreni rimaneggiati, localmente riportati, con potenziale compromissione antropica. All'interno delle aree così classificate gli interventi di viabilità, nuova edificazione, ricostruzione, ampliamento, scavi, devono essere supportati da indagini geologiche e geotecniche che valutino la compatibilità dell'intervento stesso con le caratteristiche geologiche e geotecniche del sito.

Rispetto agli indirizzi di sviluppo, conservazione e salvaguardia del territorio e delle sue risorse previsti nel **Piano Territoriale Regionale (PTR)** e nel **Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR)**, il progetto è in linea con gli obiettivi di programmazione e azione regionale, in concerto con gli Enti locali, di rendere disponibili per l'insediamento di funzioni a consumo di suolo zero le aree da rigenerare, le aree sottoutilizzate, e quelle dismesse e da bonificare, per il miglioramento della qualità paesaggistica, ambientale e sociale del territorio lombardo.

Il progetto risulta, altresì, allineato agli obiettivi definiti nel **Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)** della Provincia di Brescia, che individua il sito di Caffaro quale area interessata da bonifica per cui prevale l'esigenza di azioni e indicazioni progettuali specifiche volte a riqualificare l'area. Dalla ricognizione delle tutele e dei beni paesaggistici del Piano, non sono identificate all'interno del sito beni paesaggistici tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/2004 s.m.i..

Secondo quanto riportato nel **Piano di Governo del Territorio (PGT)**, in accordo con quanto riportato nella Tavola V-PR11 Vincoli paesaggistici, il sito di Caffaro non ricade all'interno o nelle immediate vicinanze di aree vincolate ai sensi del Dlgs 42/2004 e s.m.i.; ricade, tuttavia, in un'area di interesse archeologico (Tavola V-PRO6 Tavola dei vincoli Zone di interesse archeologico) (cfr. Paragrafo 4.3).

Dal punto di vista archeologico, nelle conclusioni della Relazione Archeologica (60705578_CBS_00_RL02_2_0) si sottolinea l'opportunità in fase di progettazione esecutiva di alcuni approfondimenti quali l'esame dei carotaggi, se conservati e visionabili, o almeno delle schede descrittive delle stratigrafie, al fine di individuare eventuali depositi di interesse archeologico ed eventuali saggi preventivi in zone che potrebbero emergere dall'esame visivo dei carotaggi. Inoltre, è indicata l'assistenza archeologica durante i lavori di scavo fino alla quota di tre metri o almeno per quanto riguarda i livelli più superficiali di sbancamento.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento "Studio di fattibilità ambientale" (60705578_CBS_06_RL01_2_0) e alla Relazione Archeologica (60705578_CBS_00_RL02_2_0) predisposti per l'area Caffaro. In particolare, lo studio di fattibilità ambientale, redatto ai sensi dell'art.27 c.2 del DPR 207/2010, approfondisce le caratteristiche ambientali del territorio oggetto dell'intervento, con particolare attenzione all'analisi delle misure atte a ridurre o compensare gli effetti dello stesso sull'ambiente e sulla salute, e a riqualificare e migliorare la qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale in cui verrà realizzato.

15.2. Interferenze

Le interferenze all'interno dell'area di intervento "Stabilimento Caffaro Brescia", riscontrabili in fase di realizzazione, possono essere ricondotte a tre tipologie principali:

- **Interferenze aeree:** tutte le linee elettriche ad alta tensione, parte delle linee elettriche a media e bassa tensione, l'illuminazione pubblica e parte delle linee telefoniche;
- **Interferenze superficiali:** i canali, i fossi a cielo aperto e la viabilità pedonale e carrabile;
- **Interferenze interrate:** i gasdotti, le fognature, gli acquedotti, le condotte di irrigazione a pressione, parte delle linee elettriche a media e bassa tensione e parte delle linee telefoniche, nonché i rinvenimenti archeologici.

In particolare, sarà da valutare la presenza di impianti interni ed esterni alle opere oggettivamente o potenzialmente interferenti, quali:

- la presenza di linee elettriche in rilievo o interrate con conseguente rischio di elettrocuzione/folgorazione per contatto diretto o indiretto;
- il rischio di intercettazione (specie nelle operazioni di scavo) di linee o condotte e di interruzione del servizio idrico, di scarico, telefonico, ecc;
- l'intercettazione di impianti gas con rischio di esplosione o incendio;
- l'eventuale adozione, a seconda del caso, di idonee misure preventive, protettive e/o operative, quali la richiesta all'ente erogatore di interruzione momentanea del servizio, qualora possibile.

Oltre alle interferenze generate da reti e sottoservizi pubblici o relativi agli impianti dello stabilimento industriale, si segnala la presenza di interferenze relative alle parti di impianti di emungimento/trattamento delle acque di falda, attualmente in gestione a Caffaro Brescia s.r.l. in liquidazione, che dovranno essere preservati durante l'esecuzione degli interventi previsti. Questi impianti sono costituiti in generale da:

- linee idrauliche ed elettriche per il collegamento di n.7 piezometri in emungimenti nell'ambito di attività di Messa in Sicurezza di Emergenza (MISE) ed il relativo impianto di trattamento acque di falda; tali inee sono interrate o presenti su un "rack";

- in fase transitoria, linee idrauliche ed elettriche per il collegamento dei pozzi di emungimento delle acque di falda nell'ambito degli interventi di confinamento idraulico delle stesse (pozzi 2,4,5,7); tale interferenza permane sino al completamento della realizzazione delle linee sostitutive, previste nell'ambito del presente Progetto.

L'analisi riportata nel documento 60705578_CBS_00_RL04_2_0 "Relazione delle Interferenze", è stata effettuata per fasi successive, che possono di seguito riassumersi in:

- Esame del progetto con prima individuazione delle problematiche interferenziali più significative;
- Screening delle dorsali principali e dei manufatti maggiori delle reti presenti sul territorio e dei relativi enti interessati gestori delle stesse;
- Ricerca ed acquisizione della cartografia e di informazioni di dettaglio presso enti erogatori/gestori;
- sopralluogo di dettaglio dei siti interessati dalle interferenze individuate;
- Analisi preliminari delle singole problematiche interferenziali con definizione della risoluzione delle stesse;
- Redazione degli elaborati di sintesi dello studio, comprendenti la presente relazione e la definizione planimetrica ed in sezione degli stessi.

Le tavole illustrative di dettaglio sono:

- 60705578_CBS_00_RL04_2_0: Tavola 01- Interferenze sottoservizi esterni

- 60705578_CBS_00_RL04_2_0: Tavola 02- Interferenze sottoservizi interni

Le reti dei sottoservizi descritte nella relazione e riportate negli elaborati grafici sono state ottenute da informazioni ricevute da parte degli enti competenti. L'Appaltatore, in sede esecutiva, dovrà verificare la precisa ubicazione di tali impianti nonché la presenza di ulteriori sottoservizi esistenti e le eventuali interferenze con le opere di progetto.

Si rileva che le interferenze con le linee interrate sono limitate alle sole aree di scavo per realizzazione di capping o MISP, che, nell'ambito del Progetto Definitivo Stralcio di Prima Fase occupano una superficie limitata rispetto allo sviluppo complessivo del sito.

Si ricorda, inoltre, che non saranno effettuate attività nell'area a sud di Via Morosini nell'ambito del presente appalto.
Si segnala che nell'ambito del cantiere potranno essere in corso attività operative in capo ad altre società nell'ambito del completamento di alcune attività di decommissioning o smaltimento rifiuti in corso o per la realizzazione di presidi di messa in sicurezza della falda e relativi impianti. Tali interferenze, che potranno essere meglio dettagliate allo stato dei luoghi nel corso della progettazione esecutiva, dovranno essere gestite nell'ambito del cantiere di concerto con il Coordinatore della Sicurezza e con la Direzione Lavori.

15.3. Sistema barriera idraulica

Si riporta nel seguito una descrizione degli impianti attualmente in uso, che dovranno essere preservati nel corso degli interventi di decommissioning previsti dal presente Progetto Definitivo.

15.3.1. Pozzi barriera

Originariamente tutti i pozzi industriali, ad eccezione del Pozzo 5, avevano caratteristiche di captazione multifalda.

Al fine di ottimizzare i sistemi di emungimento, nel periodo dicembre 2004 – marzo 2006, Caffaro ha provveduto alla ristrutturazione dei pozzi modificandone la tipologia da multifalda a monofalda. L'intervento, mirato a escludere la captazione degli acquiferi profondi, posti oltre i 90 m di profondità dal p.c., è stato predisposto con le finalità di:

- captare le acque solamente dal primo acquifero migliorando l'efficienza idrochimica del prelievo;
- isolare le falde profonde preservandole dalla contaminazione mediante posa di tamponi di argilla impermeabile;
- accentuare, a parità di prelievo, la depressione piezometrica indotta nel primo acquifero in corrispondenza dello stabilimento Caffaro, migliorando l'efficienza idraulica del sistema.

In tutti i pozzi le operazioni di cementazione hanno interessato la tubazione interna, non sono stati realizzati interventi nell'infradreno. Nel seguito sono riportate le caratteristiche dei pozzi industriali prima e dopo gli interventi di ristrutturazione.

Pozzo 7

Anno di costruzione: 1969

- Profondità: 138 m
- Diametro: 800 mm da 0 a 60 m; 400 mm da 60 a 138 m
- Tratti fenestrati: 44 ÷ 51 m, 65 ÷ 68 m, 71.5 ÷ 78 m, 81.5 ÷ 84.5 m, 94 ÷ 97 m (unità conglomeratica); 100.5 ÷ 103.5 m, 116 ÷ 119 m, 128.5 ÷ 135.0 m (unità argilloso-sabbiosa);
- Lunghezza tratti fenestrati: 21.5 m "unità conglomeratica"; 13 m "unità argilloso-sabbiosa"
- Lunghezza totale tratti fenestrati: 34.5 m

Anno di ristrutturazione: 2004

- Profondità: 97 m
- Diametro: 800 mm da 0 a 60 m; 400 mm da 60 a 97 m
- Tratti fenestrati: 44 ÷ 51 m, 65 ÷ 68 m, 71.5 ÷ 78 m, 81.5 ÷ 84.5 m, 94 ÷ 97 m (unità conglomeratica)
- Lunghezza totale tratti fenestrati: 21.5 m

Pozzo 2

Anno di costruzione: 1956

- Profondità: 145 m
- Diametro: 455 mm da 0 a 37 m; 354 mm da 37 a 60 m; 304 mm da 60 a 100 m; 258 mm da 100 a 145 m
- Tratti fenestrati: 37 ÷ 44.5 m, 52.5 ÷ 54.1 m, 57.4 ÷ 59 m, 60.5 ÷ 63.5 m, 72 ÷ 73.5 m (unità conglomeratica); 103 ÷ 104 m, 109.9 ÷ 111.5 m, 113.9 ÷ 118.5 m, 123 ÷ 124.4 m, 139 ÷ 140.5 m (unità argilloso-sabbiosa)
- Lunghezza tratti fenestrati: 15.1 m "unità conglomeratica"; 10.1 m "unità argilloso-sabbiosa"
- Lunghezza totale tratti fenestrati: 25.2 m

Anno di ristrutturazione: 2004

- Profondità: 86 m
- Diametro: 455 mm da 0 a 37 m; 354 mm da 37 a 60 m; 304 mm da 60 a 86 m
- Tratti fenestrati: 37 ÷ 44.5 m, 52.5 ÷ 54.1 m, 57.4 ÷ 59 m, 60.5 ÷ 63.5 m, 72 ÷ 73.5 m (unità conglomeratica)
- Lunghezza tratti fenestrati: 15.1 m

Pozzo 3

Anno di costruzione: 1957

- Quota topografica: 142.8 m s.l.m.
- Profondità: 165.5 m
- Diametro: 455 mm da 0 a 37 m; 354 mm da 37 a 61 m; 304 mm da 61 a 98 m; 258 mm da 98 a 145 m
- Tratti fenestrati: 36 ÷ 41.5 m, 47 ÷ 50 m, 51.5 ÷ 53 m, 55 ÷ 59 m, 80 ÷ 81 m, 85.5 ÷ 87 m (unità conglomeratica); 91 ÷ 95 m, 99 ÷ 100 m, 111 ÷ 112 m, 115 ÷ 119 m, 128 ÷ 131 m, 146 ÷ 151 m, 152.3 ÷ 154.2 m, 162.1 ÷ 164 m (unità argilloso-sabbiosa)
- Lunghezza tratti fenestrati: 16.5 m "unità conglomeratica"; 21.8 m "unità argilloso-sabbiosa"
- Lunghezza totale tratti fenestrati: 36.5 m

Anno di ristrutturazione: 2005

- Profondità: 90 m
- Diametro: 273 mm da 0 a 60 m; 219 mm da 60 a 90 m
- Tratti fenestrati: 36 ÷ 42 m, 48 ÷ 60 m, 80 ÷ 83 m, 86 ÷ 89 m
- Lunghezza tratti fenestrati: 24 m

Per questo pozzo l'intervento di ristrutturazione ha previsto il ritubaggio con nuova colonna fino a 90 m da p.c.

Pozzo 6

Anno di costruzione: 1968

- Profondità: 131 m
- Diametro: 800 mm da 0 a 57 m; 400 mm da 57 a 131 m
- Tratti fenestrati: 63.5 ÷ 70 m, 75 ÷ 79 m (unità conglomeratica); 91 ÷ 97.5 m, 116 ÷ 119 m, 122 ÷ 124.5 m (unità argilloso-sabbiosa)
- Lunghezza tratti fenestrati: 10.5 m "unità conglomeratica"; 12 m "unità argilloso-sabbiosa"
- Lunghezza totale tratti fenestrati: 22.5 m

Anno di ristrutturazione: 2005

- Profondità: 84 m
- Diametro: 800 mm da 0 a 57 m; 400 mm da 57 a 84 m
- Tratti fenestrati: 63.5 ÷ 70 m, 75 ÷ 79 m
- Lunghezza tratti fenestrati: 10.5 m

Pozzo 1

Anno di costruzione: sconosciuto

- Profondità: 144 m (da stratigrafia originaria); 107 m (profondità riscontrata in fase di ristrutturazione)
- Diametro: 400 mm da 0 a 37 m; 350 mm da 37 a 61 m; 300 mm da 61 a 102 m; ≈ 270 mm da 102 a 107.4 m
- Tratti fenestrati: 37 ÷ 44.5 m, 51 ÷ 55 m, 58.6 ÷ 60 m, 61.8 ÷ 65 m, 73.5 ÷ 75 m (unità conglomeratica); 105 ÷ 106 m (unità argilloso-sabbiosa)
- Lunghezza tratti fenestrati: 17.6 m "unità conglomeratica"; 1 m "unità argilloso-sabbiosa"

Anno di ristrutturazione: 2006

- Profondità: 99 m
- Diametro: 400 mm da 0 a 37 m; 350 mm da 37 a 61 m; 300 mm da 61 a 100 m
- Tratti fenestrati: 37 ÷ 44.5 m, 51 ÷ 55 m, 58.6 ÷ 60 m, 61.8 ÷ 65 m, 73.5 ÷ 75 m
- Lunghezza tratti fenestrati: 17.6 m

Pozzo 4

Anno di costruzione: 1962

- Profondità: 163.5 m (da stratigrafia originaria); 150 m (profondità riscontrata in fase di ristrutturazione)
- Diametro: 455 mm da 0 a 44 m; 354 mm da 44 a 61 m; 304 mm da 61 a 100 m; 258 mm da 100 a 163.5 m
- Tratti fenestrati: 39 ÷ 46.5 m, 53.2 ÷ 54.6 m, 65.2 ÷ 67.2 m, 75.6 ÷ 80 m, 87 ÷ 94 m (unità conglomeratica); 107 ÷ 108.5 m, 110 ÷ 111.6 m, 128 ÷ 130.8 m, 156 ÷ 158 m (unità argilloso-sabbiosa)
- Lunghezza tratti fenestrati: 22.3 m "unità conglomeratica"; 7.9 m "unità argilloso-sabbiosa"
- Lunghezza totale tratti fenestrati: 30.2 m

Anno di ristrutturazione: marzo 2006

- Profondità: 95 m
- Diametro: 455 mm da 0 a 44 m; 354 mm da 44 a 61 m; 304 mm da 61 a 95 m;
- Tratti fenestrati: 39 ÷ 46.5 m, 53.2 ÷ 54.6 m, 65.2 ÷ 67.2 m, 75.6 ÷ 80 m, 87 ÷ 94 m
- Lunghezza tratti fenestrati: 22.3 m

Pozzo 5

Di seguito si riportano le caratteristiche del pozzo 5 (così come indicate dai dati stratigrafici) che avendo caratteristiche monofalda, con captazione dal primo acquifero, non ha subito interventi di ristrutturazione.

Anno di costruzione: 1966

- Profondità: 102 m
- Diametro: 800 mm da 0 a 61 m; 400 mm da 61 a 102 m
- Tratti fenestrati: 42.5 ÷ 48 m, 65 ÷ 71.5 m, 78.5 ÷ 82 m, 87 ÷ 89 m, 92.5 ÷ 99 m
- Lunghezza tratti fenestrati: 24 m

15.3.2. Impianto di trattamento Pozzo 7

L'acqua emunta dal Pozzo 7 viene inviata su due linee di trattamento:

- vecchia linea di trattamento costituita da un impianto di strippaggio con aria per la riduzione del contenuto di VOC, sezione di filtrazione a carbone attivo e filtrazione a resine per la rimozione del mercurio. L'impianto è dimensionato per trattare una portata di circa 210 m^3/h.
- nuova linea di trattamento costituita esclusivamente da una sezione di filtrazione a carbone attivo, dimensionata anch'essa per una portata di circa 200 m^3/h.

Figura 36: Ubicazione delle sezioni di trattamento Pozzo 7

Figura 37: Impianto di trattamento per acque di falda da P7 (Linea 1 - 2002).

Figura 38: Impianto di trattamento per acque di falda da P7 (Linea 2 - 2012).

15.3.3. Modulo di trattamento Pozzo 2

Il modulo utilizzato per il trattamento delle acque emunte dal Pozzo 2 consiste in una sezione di trattamento a resine a scambio ionico selettive per la rimozione del mercurio.

Il sistema è costituito da due apparecchi in serie, ciascuno dei quali di diametro 2500 mm e con uno strato di riempimento di circa 200 mm di resina con gruppi funzionali tiolici.

La portata d'acqua di trattamento risulta pari a circa 330 m^3/h.

Figura 39: Vista filtri presso Pozzo P2

16. AUTORIZZAZIONI

Gli interventi previsti per la bonifica/messa in sicurezza dei suoli e delle acque di falda descritti nei Capitoli 9 e 10 non risultano assoggettabili a VIA in quanto autorizzati in conformità a quanto previsto dal Comma 6 art 252 del D.Lgs. 152/06 che prevede: "*L'autorizzazione del progetto e dei relativi interventi sostituisce a tutti gli effetti le autorizzazioni, le concessioni, i concerti, le intese, i nulla osta, i pareri e gli assensi previsti dalla legislazione vigente, ivi compresi, tra l'altro, quelli relativi alla realizzazione e all'esercizio degli impianti e delle attrezzature necessarie alla loro attuazione. L'autorizzazione costituisce, altresì, variante urbanistica e comporta dichiarazione di pubblica utilità, urgenza ed indifferibilità dei lavori*."

Nel seguito vengono citate autorizzazioni e istanze che si ritengono necessarie ai fini dell'esecuzione dei lavori. Si ricorda che ai sensi del Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020 viene demandato all'organo Tavolo Tecnico territoriale, coordinato dalla regione Lombardia, la valutazione dei lavori ed eventuali varianti.

- **Deroga alle emissioni acustiche** da parte del Comune di Brescia
- **Parere della soprintendenza** (cfr. 60705578_CBS_00_RL02_2_0 "Relazione archeologica")
- **Autorizzazioni edilizie per interventi di demolizione** secondo vigente normativa

Si citano inoltre le autorizzazioni evidenziate nel Parere della Provincia (Allegato 7 alla presente relazione), di pertinenza per la realizzazione delle opere previste dal Progetto Definitivo Stralcio di Prima Fase:

- **Autorizzazione alle emissioni in atmosfera ai sensi dell'articolo 269** per quanto riguarda la metodologia Soil Vapour Extraction (SVE);
- **Comunicazione di attività ad inquinamento scarsamente rilevante** per le attività propedeutiche alla realizzazione degli interventi di bonifica (test e prove pilota) – Istanza ai sensi art. 252 comma 8bis.
- **Autorizzazione idraulica** per lo scarico delle acque meteoriche di ruscellamento dall'area di MISP in recapito nella "Roggia Fiumicella".

Si sottolinea che, come riportato anche nel Capitolato parte Tecnica, l'espletamento delle autorizzazioni necessarie alla realizzazione delle opere sarà a carico dell'Appaltatore.

17. GESTIONE DELLE MATERIE

Il documento 60705578_CBS_00_RL03_2_0 “Relazione Gestione delle materie” si inserisce nell’ambito delle attività di progettazione definitiva per i lavori di decommissioning, bonifica e messa in sicurezza per lo “Stabilimento Caffaro Brescia” e riporta dettagliatamente le modalità di gestione dei materiali che verranno prodotti nell’ambito dei suddetti interventi.

Le tipologie di matrici che saranno prodotte sono di diversa provenienza e quantità in relazione alle attività e fase esecutiva che si prevede di realizzare (Figura sottostante).

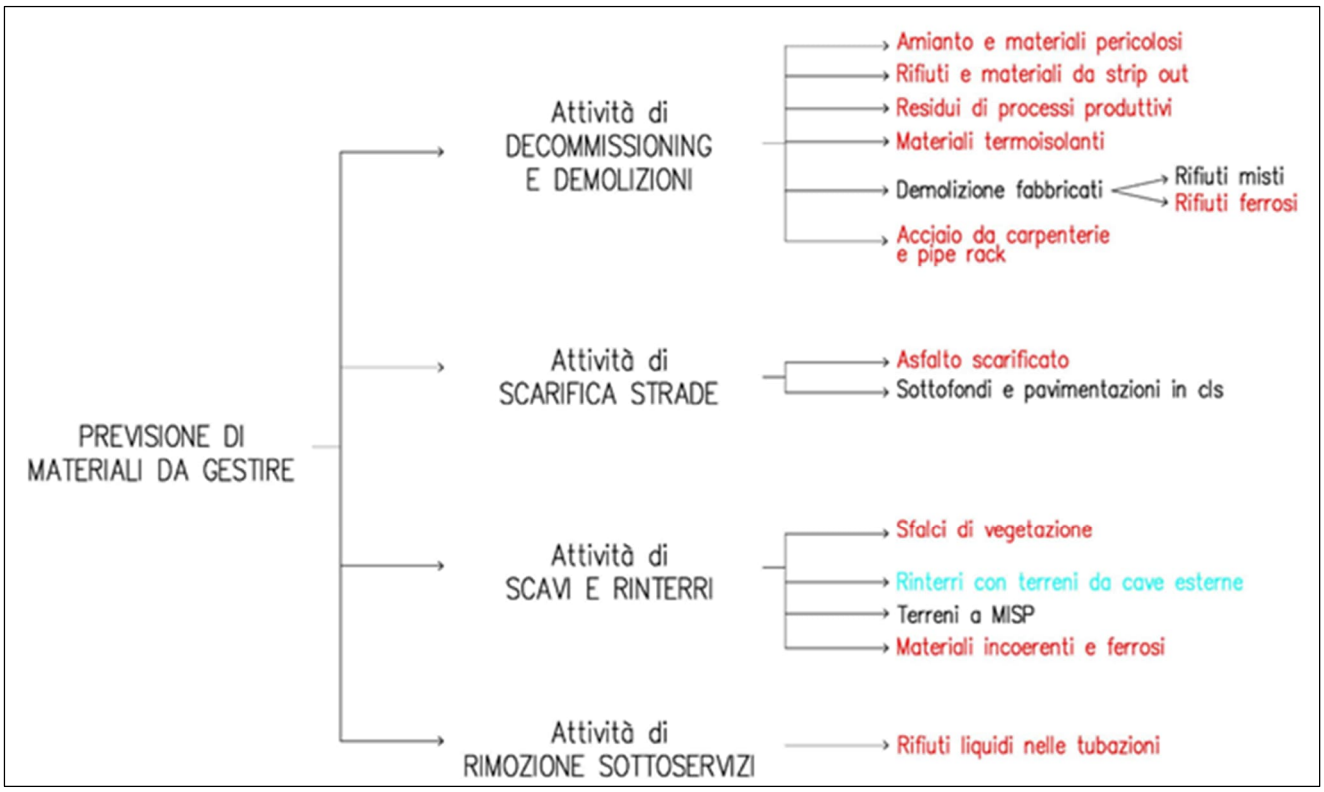


Figura 40: Quadro riepilogativo delle attività e delle materie prodotte all’interno del cantiere

17.1. Materiali derivanti dalle attività di decommissioning e demolizione

Le attività di decommissioning e demolizione sono propedeutiche alla realizzazione della bonifica dei suoli e pertanto saranno le prime ad essere realizzate.

Per quanto concerne la demolizione dei fabbricati è possibile stimare sia le volumetrie di macerie che verranno prodotte che la loro destinazione. Le macerie denominabili come “rifiuti misti di demolizione composti da cemento, laterizi, mattonelle e ceramiche” verranno gestite al fine di caratterizzarle e definirne l’idoneo impianto esterno di recupero o smaltimento. Non si prevede, nell’ambito dello Stralcio di Prima Fase, un loro impiego in sito, in quanto non saranno realizzati scavi di bonifica che ne consentano un riutilizzo.

A seguito delle analisi di caratterizzazione, le macerie potranno rientrare a far parte delle volumetrie che saranno conferite in via preferenziale ad impianti di recupero esterni al sito o, qualora non conformi, ad impianti discarica.

Nell'ambito di questa fase progettuale, non sono invece previste attività di smantellamento/scarifica degli asfalti e sottofondo stradale relativo alla rete di viabilità interna all'area di intervento, se non nelle aree ove saranno realizzati i cumuli di MISP e le opere di drenaggio perimetrali, secondo l'ubicazione indicata negli elaborati grafici di progetto.

La seguente tabella riassume dunque le volumetrie stimate derivanti da tutte le attività di demolizione sopra menzionate.

Tabella 27: Stima del flusso di macerie da demolizione

Volume macerie da demolizione fabbricati	Volume macerie da demolizione pavimentazioni esterne in cls e fondazioni superficiali	Volume asfalti
ca. 30.000 m^3	ca. 1.000 m^3	ca. 750 m^3

Dopo la caratterizzazione, parte delle macerie da demolizione sarà inviata ad impianto di recupero esterno al sito.

In fase di demolizione, l'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti ed apprestamenti al fine di recuperare le frazioni valorizzabili dalle macerie (es. materiali ferrosi).

Per il dettaglio dei volumi, codici EER previsti e le modalità di gestione dei rifiuti derivanti dalle attività di decommissioning e demolizione si rimanda al documento 60705578_CBS_00_RL03_2_0 "Relazione Gestione delle materie".

17.2. Terreni derivanti dalle attività di scavo

Le attività di scavo costituiscono, insieme alle attività di demolizione, la principale fonte di materiale prodotto all'interno del cantiere. Nella seguente immagine riepilogativa delle tecniche di bonifica di progetto vengono evidenziate in rosso quelle che comportano l'escavazione di quantitativi importanti di terre.

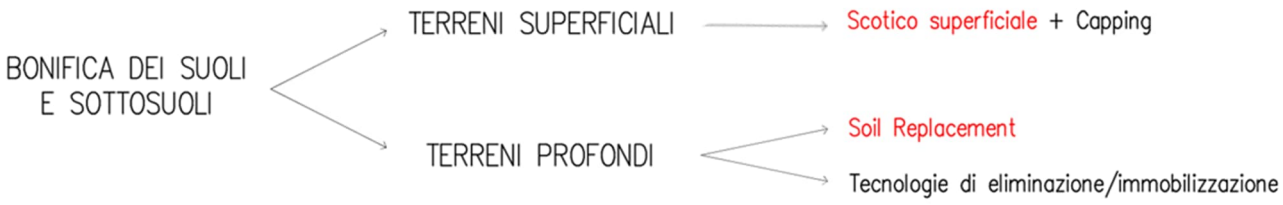


Figura 41: Quadro riepilogativo delle attività di bonifica dei suoli

Le tecniche di bonifica si differenziano in base alla profondità che si raggiungono. I terreni profondi, oggetto del presente Progetto, sono tutti quelli oltre i 6 metri di profondità.

Per quanto riguarda i terreni superficiali, dovranno essere gestiti solamente i quantitativi di materiali prodotti dallo scotico di 10 cm di terreno superficiale nella realizzazione di un *Capping* che impedisce la liscivazione dei terreni contaminati, interrompe i percorsi di rischio e permette il successivo incapsulamento dei terreni destinati a MISP.

I terreni profondi invece vengono bonificati o mediante scavi di profondità atti a rimuovere e sostituire il terreno contaminato (*Soil Replacement*) oppure mediante tecnologie di eliminazione e immobilizzazione degli elementi contaminanti. Solamente nel primo caso si deve prevedere la movimentazione di grandi quantitativi di terra in quanto verranno asportati e rinterrati i suoli fino a profondità massima di 30 metri.

Nell'ambito delle attività di "soil stabilization" si prevede anche la generazione di sfridi/materiali di risulta dal jet grouting, che saranno incapsulati nell'area di MISP.

I terreni profondi potranno essere incapsulati nelle aree di MISP direttamente o previa inertizzazione, a seconda della loro compatibilità con un set analitico analogo a quello previsto per l'accettazione presso discariche per rifiuti pericolosi.

Tutti i terreni escavati nell'ambito della bonifica dei suoli profondi indipendentemente dalla granulometria, dalla profondità e tecnica di escavazione e dal grado di contaminazione, verranno gestiti interamente all'interno del cantiere in baie dedicate, e anche la loro destinazione finale sarà all'interno del cantiere a seconda degli esiti delle analisi per la valutazione della loro conformità:

- Per i terreni con caratteristiche compatibili con i limiti per un invio ad impianti discarica per rifiuti pericolosi, incapsulamento in sito nelle aree di MISP;
- Per i terreni con caratteristiche non compatibili con i limiti per un invio ad impianti discarica per rifiuti pericolosi, incapsulamento in sito nelle aree di MISP, previa inertizzazione.

In considerazione delle profondità di scavo previste e delle analisi effettuate sulle litologie presenti, non si prevede la necessità di aggottare acque di falda o stagnanti durante le operazioni di scavo.

Le volumetrie di scavo previste sono le seguenti:

- terreni superficiali escavati (scotico): 1.300 m^3;
- terreni superficiali escavati (bacino di laminazione): 2.236 m^3;
- terreni profondi escavati nelle aree interessate da Soil Replacement: 14.296 m^3;
- terreni profondi/miscele cementizie derivanti da jet-grouting: 7.042 m^3

In totale, si prevede una **volumetria totale di terreni escavati di 24.875 m^3**, ossia circa 28.720 m^3 considerando un coefficiente di rigonfiamento del 20% per il terreno escavato (a meno dei quantitativi derivanti da jet grouting). Ulteriori quantitativi di terreno (circa 500 m^3) saranno prodotti dagli scavi per le opere di canalizzazione delle acque meteoriche di ruscellamento sulle opere di capping/MISP.

Per la realizzazione del capping e per rinterri è inoltre previsto l'approvvigionamento di materiale da cave esterne.

Gli eventuali sfalci di grosse dimensioni derivanti dalle attività di decespugliamento verranno caricati su cassoni scarrabili e conferiti presso la più vicina isola ecologica.

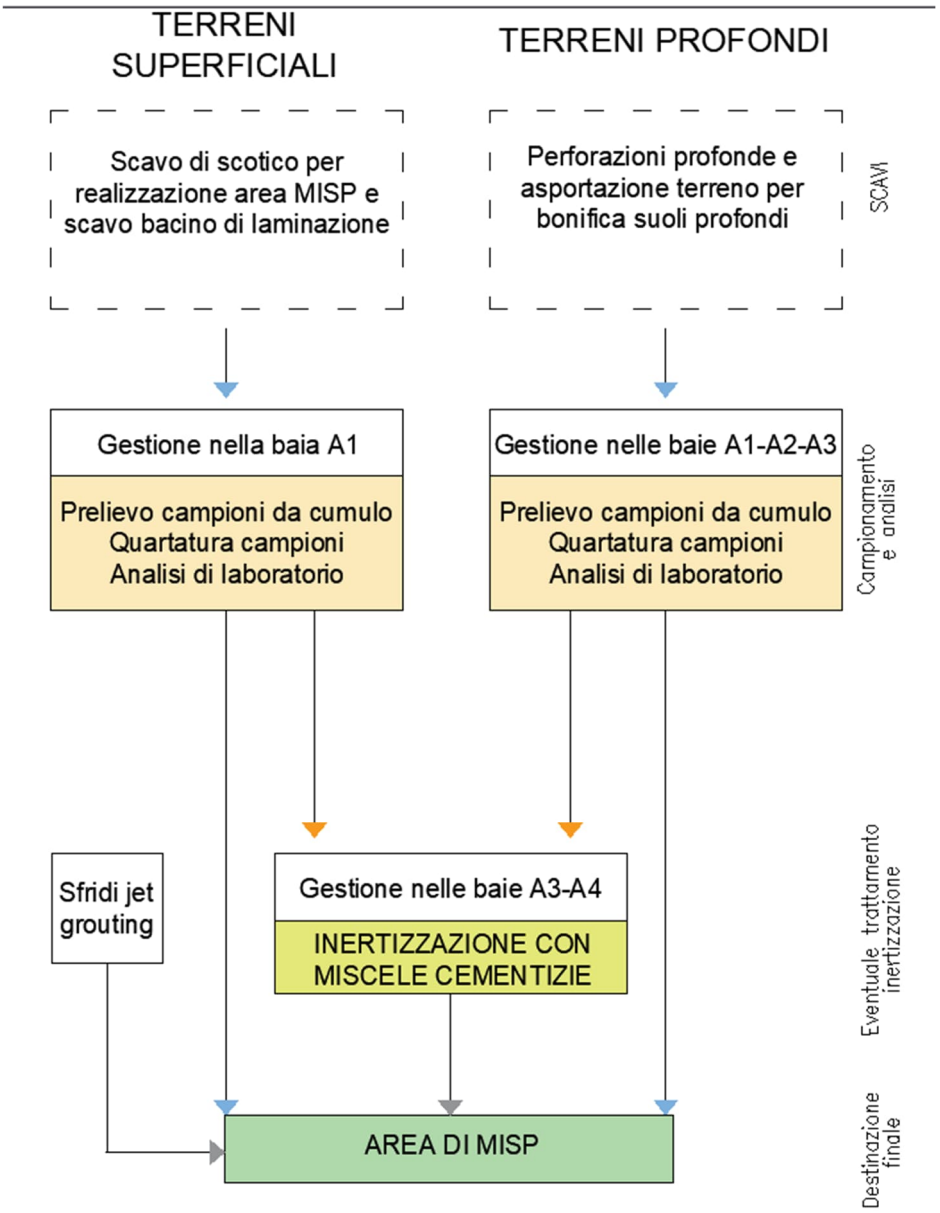


Figura 42: Flussi dei terreni scavati

18. ASPETTI DI SALUTE, SICUREZZA E AMBIENTE

Sulla base delle tipologie dei lavori da eseguire e delle caratteristiche intrinseche del sito, ivi compreso lo stato qualitativo dei terreni e delle acque, è stato redatto l'apposito Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC), che contiene le disposizioni di coordinamento e l'indicazione delle procedure e degli apprestamenti destinati a garantire la sicurezza e la salute degli addetti durante l'esecuzione degli interventi oggetto del presente documento.

Il PSC è stato redatto in conformità a quanto previsto dall'art. 10 del D. Lgs. n. 106 del 03.08.2009 (D. Lgs. 81/08 e s.m.i.) e quindi dall'Allegato XV; il fascicolo dell'opera secondo l'Allegato XVI allo stesso Decreto. Inoltre, sono state tenute in considerazione le Norme Tecniche Nazionali (UNI) ed Europee (EN).

Si riportano in seguito gli elementi minimi che costituiscono il PSC (per maggiori dettagli si rimanda al documento 60705578_CBS_17_RL01_2_0 "Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC)"):

1. L'identificazione e la descrizione dell'intervento
2. L'indirizzo di cantiere. Sono stati individuati e analizzati, ai fini della cantierizzazione, i luoghi e i punti di deposito dei materiali e dei mezzi d'opera.
3. L'identificazione dei soggetti con compiti di sicurezza
4. La valutazione dei rischi

   L'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi sono esplicate considerando gli elementi essenziali, in riferimento:

   - alle caratteristiche dell'area di cantiere ove si eseguiranno la movimentazione dei terreni da escavare e le aree di accumulo per la caratterizzazione dei materiali da trattare;
   - all'installazione dei sistemi di:
     - trattamento in situ mediante Soil Replacement, Soil Stabilization, ISCO/ISSF, SVE;
   - agli eventuali rischi che le lavorazioni di cantiere possono comportare per l'area circostante.

   Per ogni elemento dell'analisi di cui ai punti precedenti sono state indicate:

   - le scelte progettuali ed organizzative, le procedure, le misure preventive e protettive richieste per eliminare o ridurre al minimo i rischi di lavoro;
   - le misure di coordinamento atte a realizzare gli interventi in sicurezza.
5. L'organizzazione del cantiere

   In riferimento all'organizzazione del cantiere, il PSC contiene l'individuazione e l'analisi dei seguenti elementi:

   a. la recinzione del cantiere, con accessi e segnalazioni;
   b. i servizi igienico-assistenziali;
   c. la viabilità principale del cantiere e l'eventuale modalità di accesso dei mezzi e l'interferenza con la viabilità pubblica;

d. la dislocazione degli impianti fissi di cantiere e scarico;

e. le zone di deposito attrezzature e stoccaggio materiali;

f. le eventuali zone di deposito materiali con pericolo d'incendio o di esplosione.

Analogamente a quanto sopra, sono state indicate le scelte progettuali ed organizzative, le procedure, le misure preventive e protettive richieste per eliminare o ridurre al minimo i rischi di lavoro e le misure di coordinamento atte a realizzare quanto esposto.

6. Le lavorazioni

L'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi in riferimento alle lavorazioni in cantiere sono state esplicitate suddividendo le singole lavorazioni in fasi di lavoro e, quando l'opera lo richiede, in sottofasi di lavoro. Analogamente a quanto sopra, sono state indicate le scelte progettuali ed organizzative, le procedure, le misure preventive e protettive richieste per eliminare o ridurre al minimo i rischi di lavoro e le misure di coordinamento atte a realizzare quanto esposto.

7. Le interferenze con le lavorazioni

L'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi in riferimento alle interferenze tra le lavorazioni sono state esplicitate con la predisposizione del cronoprogramma delle operazioni e l'analisi delle loro interferenze.

Nel documento sono indicate le misure preventive e protettive atte ad eliminare o ridurre al minimo i rischi d'interferenza; nei casi in cui permangono rischi d'interferenza rilevanti, sono indicate le prescrizioni operative per lo sfasamento spaziale o temporale delle lavorazioni interferenti e la modalità di verifica del rispetto di tali prescrizioni.

Durante i periodi di maggiore rischio dovuto ad interferenze di lavoro, il coordinatore per l'esecuzione verificherà periodicamente, in collaborazione con le imprese esecutrici ed i lavoratori autonomi interessati, la compatibilità della relativa parte del PSC con l'andamento dei lavori, aggiornando il piano ed in particolare il cronoprogramma dei lavori, se necessario.

In sede di progettazione esecutiva il coordinamento tra progettista e coordinatore della sicurezza per la progettazione dovrà consentire di poter monitorare l'evolversi della progettazione nelle sue diverse fasi, avendo cura di:

- privilegiare scelte operative che prevedano la possibilità di realizzare dispositivi di protezione collettiva rispetto a quelli di protezione soggettiva;

- definire, suddividendo le lavorazioni in fasi, l'eventuale contemporaneità nell'esecuzione, potenzialmente pericolosa, adattando di conseguenza le scelte progettuali ad una diminuzione dei rischi inducibili nelle diverse fasi. Infine, verranno considerate nella progettazione tutte quelle interferenze con l'ambiente esterno tali da indurre o ricevere rischi all'esterno o dall'esterno del cantiere, privilegiando nella progettazione quelle forme d'intervento che considerano un abbassamento dei livelli di rischio presenti.

19. QUADRO ECONOMICO

La stima dell'importo dei lavori è stata eseguita con riferimento a prezzi unitari desunti dal **Prezziario Regionale delle Opere Pubbliche, Regione Lombardia, 2023**.

Le voci di prezzo mancanti sono state desunte da altri prezzari regionali, indagini di mercato o analisi prezzi.

Per maggiori dettagli si rimanda ai seguenti elaborati:

- 60705578_CBS_00_CM01_2_0 "Computo metrico";
- 60705578_CBS_00_CM02_2_0 "Computo metrico estimativo";
- 60705578_CBS_00_EP01_2_0 "Elenco prezzi";
- 60705578_CBS_00_AP01_2_0 "Analisi prezzi";
- 60705578_CBS_00_CM03_2_0 "Quadro incidenza manodopera";
- 60705578_CBS_00_QE01_2_0 "Quadro economico".

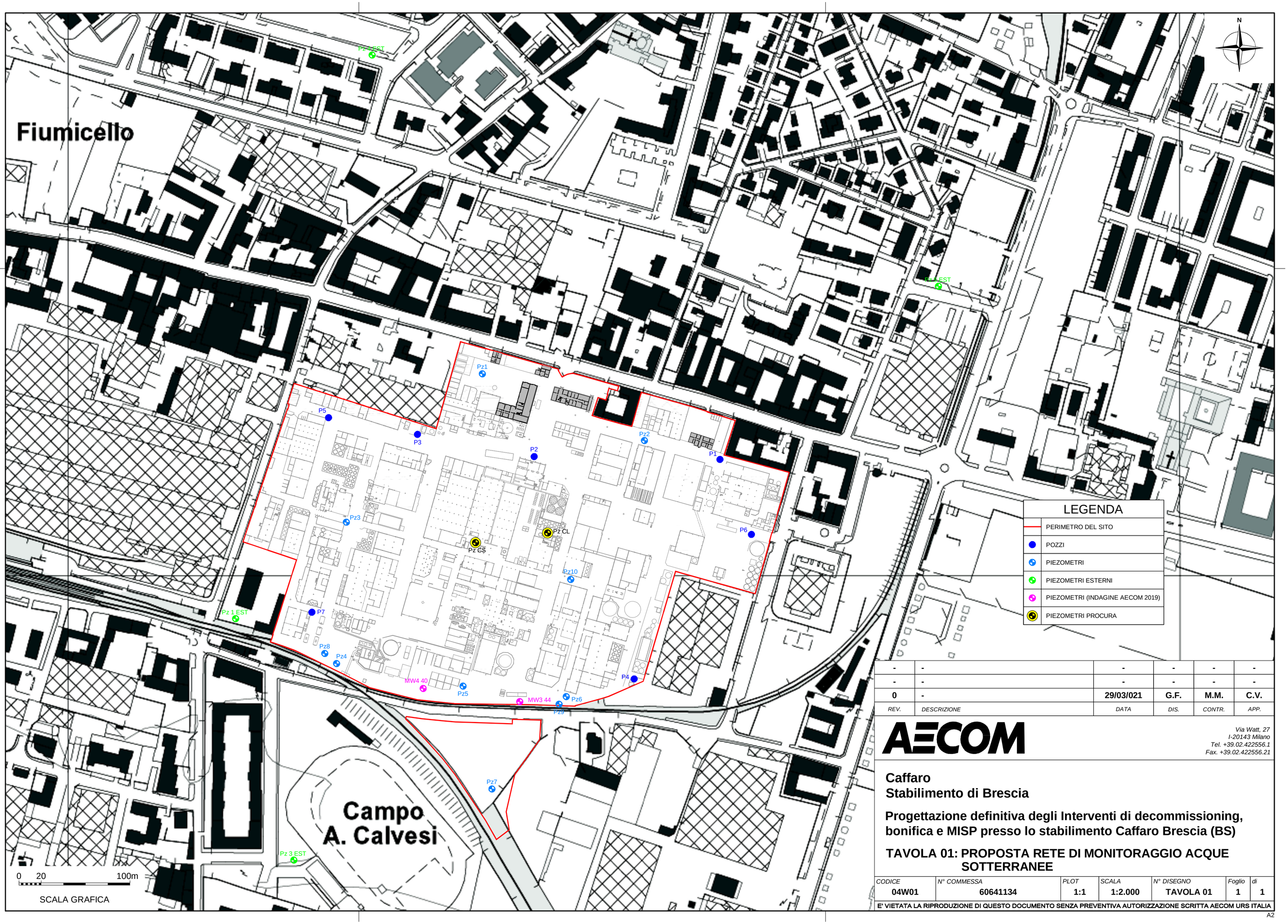
20. CRONOPROGRAMMA

La durata dei lavori per le opere comprese nel presente Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase è stimabile in circa 4 anni e 9 mesi, ossia circa 1725 giorni naturali consecutivi.

Si sottolinea che la strategia e gli obiettivi di intervento illustrati nel progetto definitivo (così come da POB decretato) sono basati sul modello concettuale del sito sviluppato sulla base delle indagini di caratterizzazione eseguite in corrispondenza di aree attualmente accessibili e quindi non occupate da strutture e impianti. Lo sviluppo degli interventi di bonifica dello stabilimento Caffaro non potrà prescindere dalla preliminare azione di smantellamento degli impianti, demolizione degli edifici esistenti e di parte delle strutture interrate, con il solo mantenimento di alcuni edifici storici. Oltre ai dati di qualità ambientale ad oggi disponibili, saranno quindi fondamentali gli esiti delle indagini integrative propedeutiche agli interventi di bonifica, che consentiranno di indagare la matrice suolo in corrispondenza di aree attualmente non accessibili e definire con maggior dettaglio l'inquadramento geologico, nonché lo stato di contaminazione in cui versa il sito, e i risultati dei test pilota, previsti per permettere il corretto dimensionamento degli impianti e dei trattamenti su scala reale, in relazione alle condizioni specifiche del sito nel quale saranno applicate.

Tutto ciò potrà portare ad una revisione delle tempistiche degli interventi indicate nel cronoprogramma e per il cui dettaglio di rimanda al documento 60705578_CBS_00_CP01_2_0 "Cronoprogramma".

Tavola 01



-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
0	**-**	**29/03/021**	**G.F.**	**M.M.**	**C.V.**
REV.	*DESCRIZIONE*	*DATA*	*DIS.*	*CONTR.*	*APP.*

AECOM

Via Watt, 27
I-20143 Milano
Tel. +39.02.422556.1
Fax. +39.02.422556.21

Caffaro
Stabilimento di Brescia

Progettazione definitiva degli Interventi di decommissioning, bonifica e MISP presso lo stabilimento Caffaro Brescia (BS)

TAVOLA 01: PROPOSTA RETE DI MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE

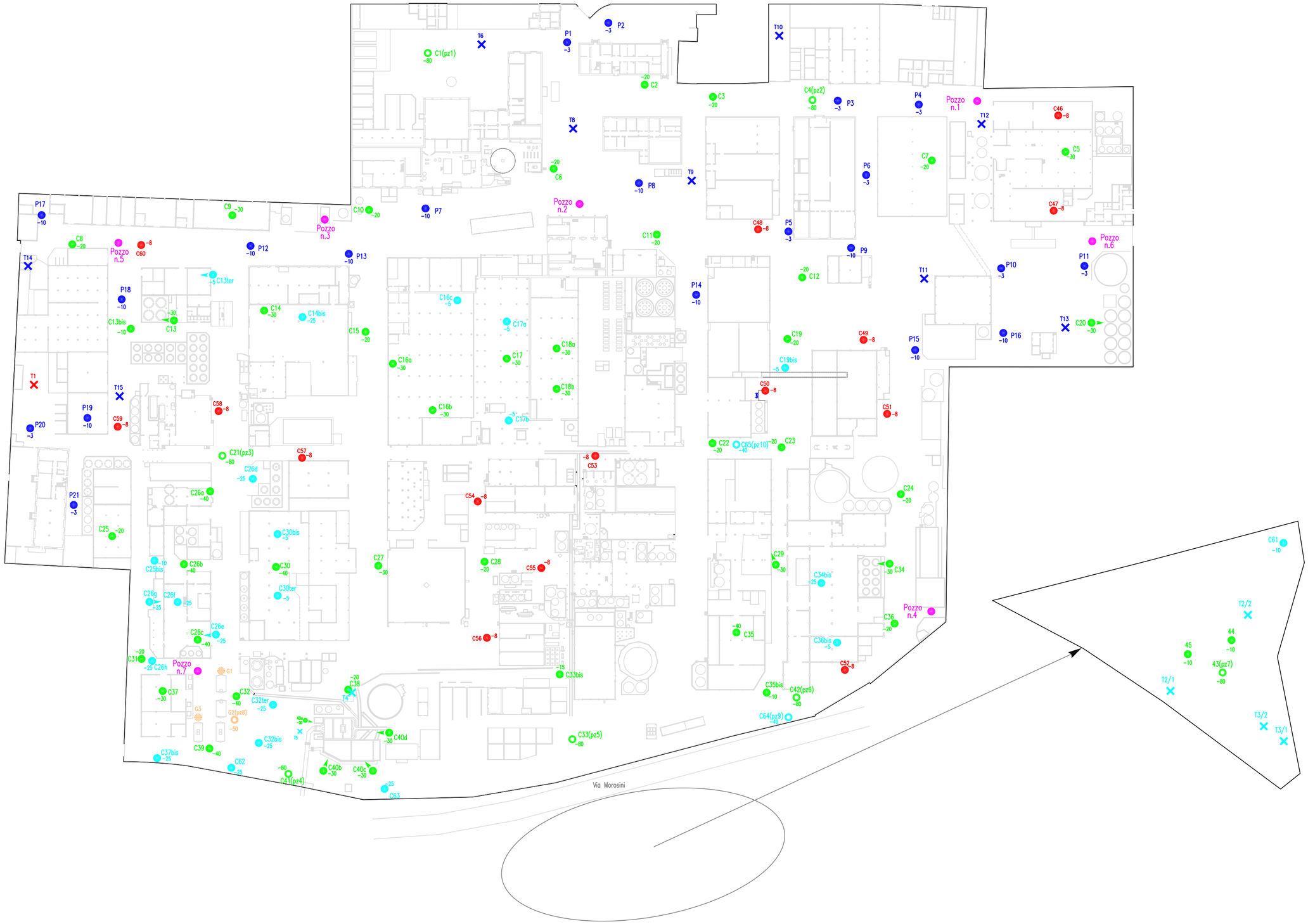
CODICE	*N° COMMESSA*	*PLOT*	*SCALA*	*N° DISEGNO*	*Foglio*	*di*
04W01	**60641134**	**1:1**	**1:2.000**	**TAVOLA 01**	**1**	**1**

E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA AECOM URS ITALIA

A2

Allegati

Allegato 1



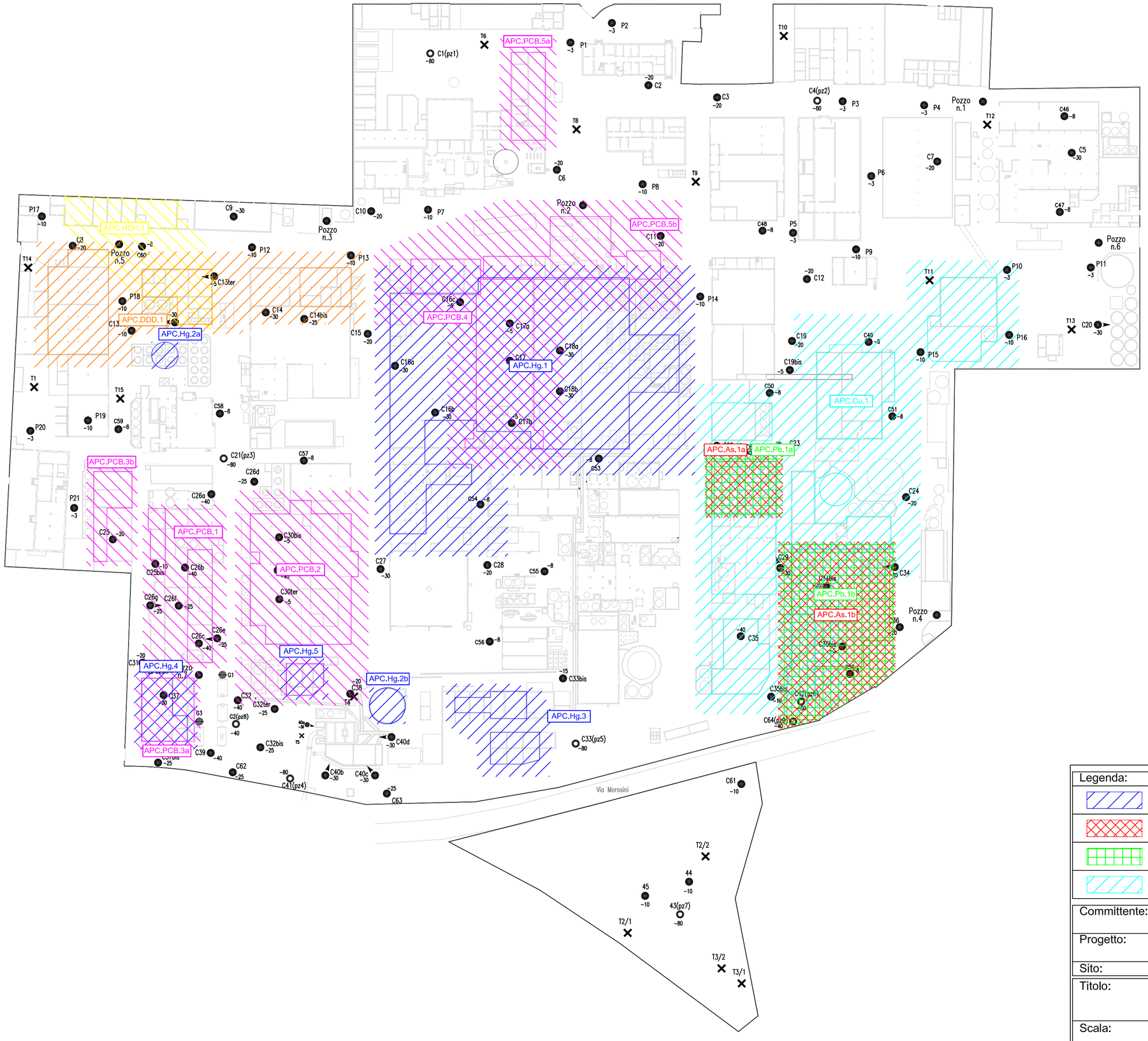
Legenda:			
●	Carotaggi verticali	● ○ ► ✕	Seconda campagna
►●	Carotaggi inclinati	● ○ ► ✕	Terza campagna
○	Piezometri	● ○ ► ✕	Quarta campagna
✕	Trincee	G1 G2(pz8) -40	Sondaggi geognostici
● ○ ► ✕	Prima campagna	Pozzo n.4	Pozzi

Committente:	Caffaro S.r.l. Stabilimento di Brescia		
Progetto:	Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo		
Sito:	Brescia	N. Prg.	02-04-059
Titolo:	Ubicazione dei punti di indagine dei terreni. Campagne di indagine del terreno insaturo dal dicembre 2000 all'aprile 2005		
Scala: grafica	0 25 50 m		N

NCE
Via Creta 21, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

Tavola:	2
Rev.:	0
Data:	28.04.06
Disegnato da:	RCA
Approvato da:	AGU

Allegato 2



Legenda:			
	Sorgente primaria Mercurio		Sorgente primaria PCB-PCN-PCT
	Sorgente primaria Arsenico		Sorgente primaria Alfa HCH-Beta HCH - LINDANO
	Sorgente primaria Piombo		Sorgente primaria DDD-DDT-DDE
	Sorgente primaria Rame		

Committente:	Caffaro S.r.l. Stabilimento di Brescia		
Progetto:	Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo		
Sito:	Brescia	N. Prg.	02-04-059
Titolo:	Distribuzione areale delle sorgenti primarie di contaminazione - CoC		
Scala:	0 25 50 m	N	
grafica			

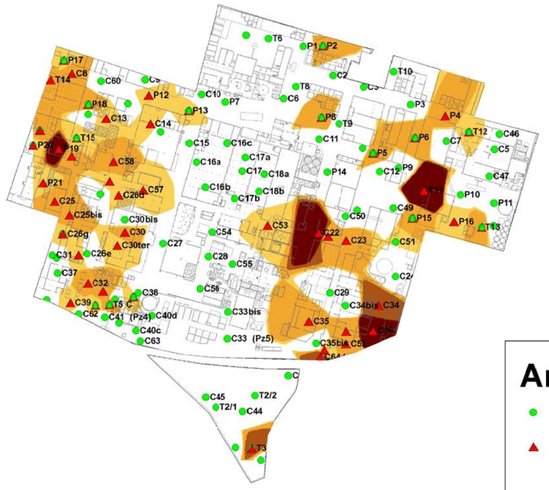
NCE
Via Creta 21, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

Tavola:	8
Rev.:	0
Data:	28.04.06
Disegnato da:	RCA
Approvato da:	AGU

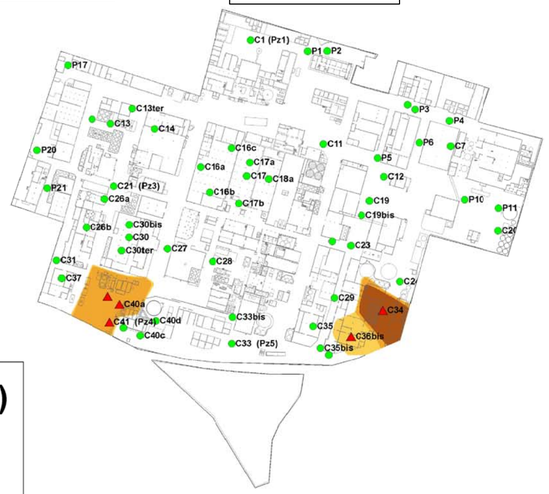
Allegato 3

Sorgenti secondarie

Livello A



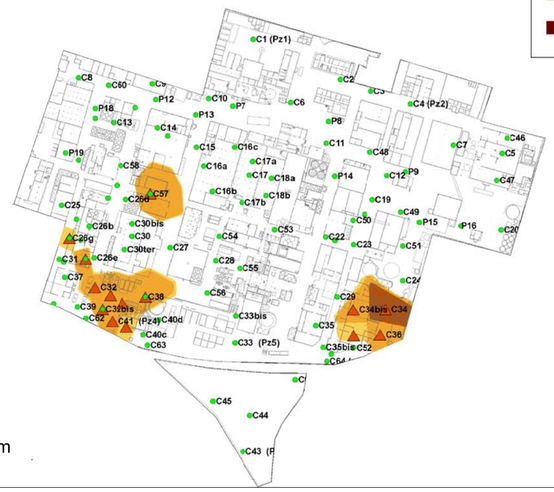
Livello B



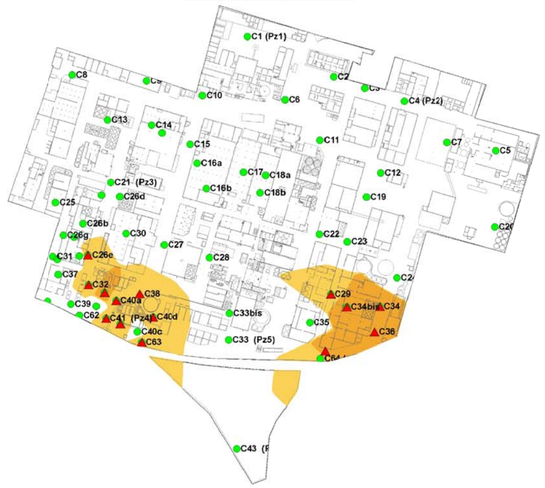
Arsenico (mg/Kg)

- 0.0 - 50.0
- > 50
- 0 - 50
- 50 - 100
- 100 - 500
- 500 - 1000
- 1000 - 10000

Livello C

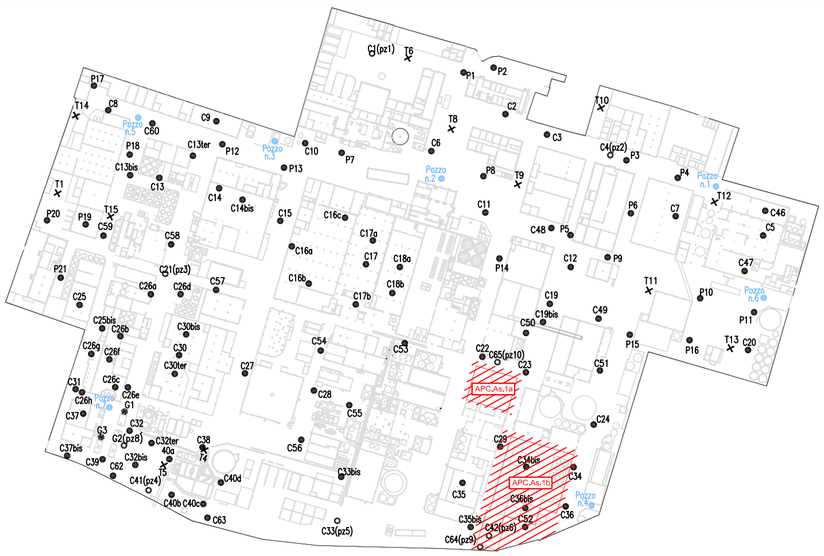


Livello D



0 50 100 m

Livello	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]
Livello A	0.0 - 1.5	1.5
Livello B	1.5 - 3.0	1.5
Livello C	3.0 - 10.0	7.0
Livello D	10.0 - 40.0	30.0



0 50 100 m

Sorgenti primarie

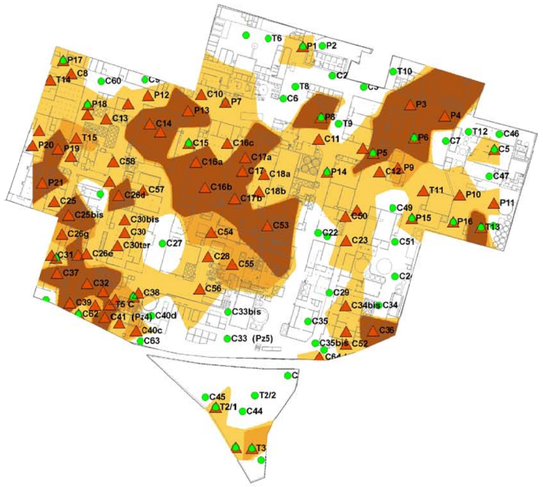
Committente:	Caffaro S.r.l. Stabilimento di Brescia		
Progetto:	Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo		
Sito:	Brescia	N. Prg.	02-04-059
Titolo:	Rappresentazione e confronto tra le sorgenti primarie e secondarie di contaminazione. Arsenico		
Scala:		N	
varie			

NCE
Via Creta 21, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

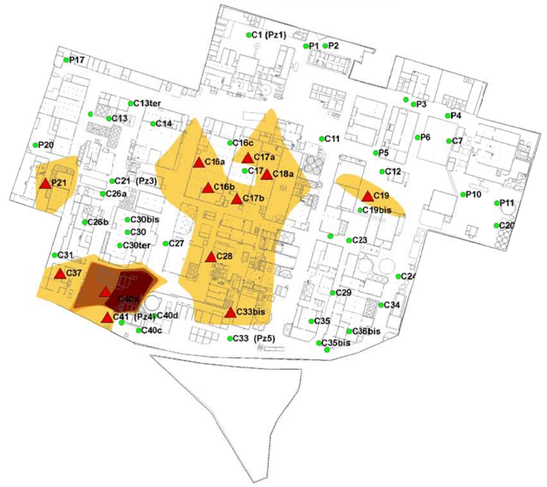
Tavola:	9a
Rev.:	0
Data:	28.04.06
Disegnato da:	EAR
Approvato da:	AGU

Sorgenti secondarie

Livello A



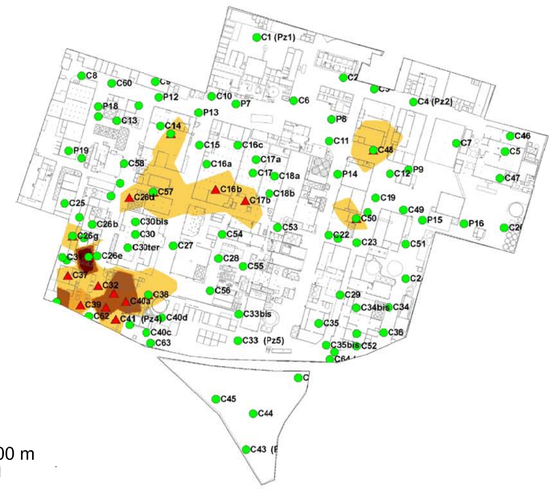
Livello B



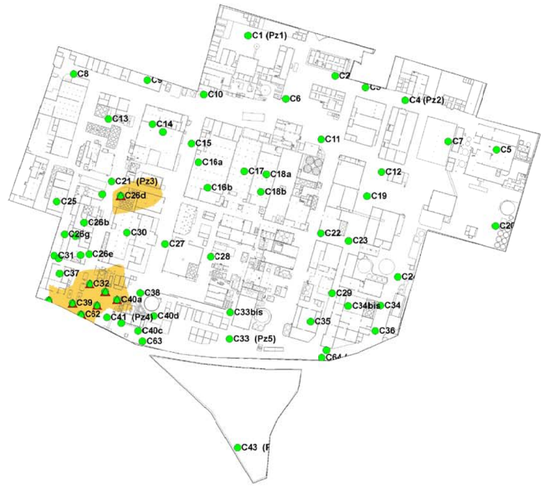
Mercurio (mg/Kg)

- 0.0 - 5.0
- > 5
- 0 - 5
- 5 - 50
- 50 - 100
- 100 - 1000
- 1000 - 11000

Livello C

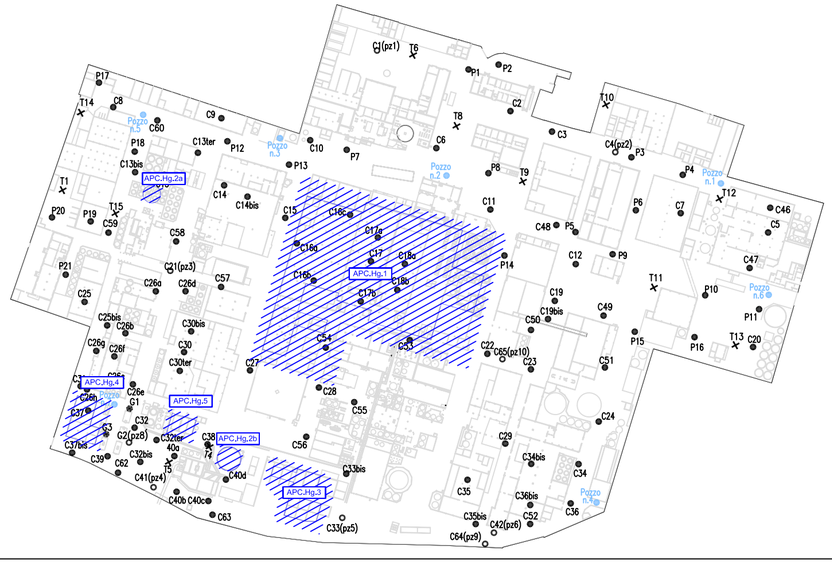


Livello D



0 50 100 m

Livello	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]
Livello A	0.0 - 1.5	1.5
Livello B	1.5 - 3.0	1.5
Livello C	3.0 - 10.0	7.0
Livello D	10.0 - 40.0	30.0



0 50 100 m

Sorgenti primarie

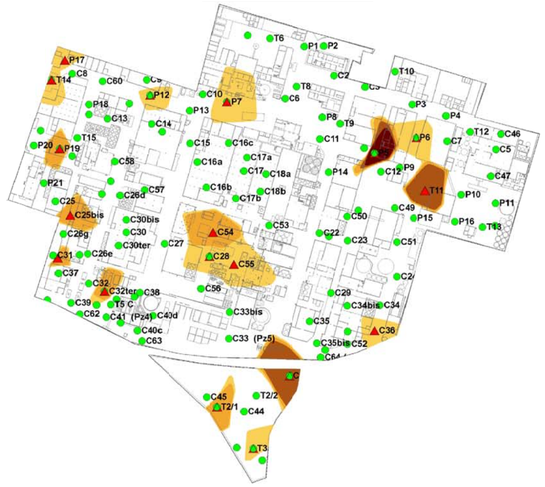
Committente:	Caffaro S.r.l. Stabilimento di Brescia		
Progetto:	Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo		
Sito:	Brescia	N. Prg.	02-04-059
Titolo:	Rappresentazione e confronto tra le sorgenti primarie e secondarie di contaminazione. Mercurio		
Scala:			N
varie			

NCE
Via Creta 21, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

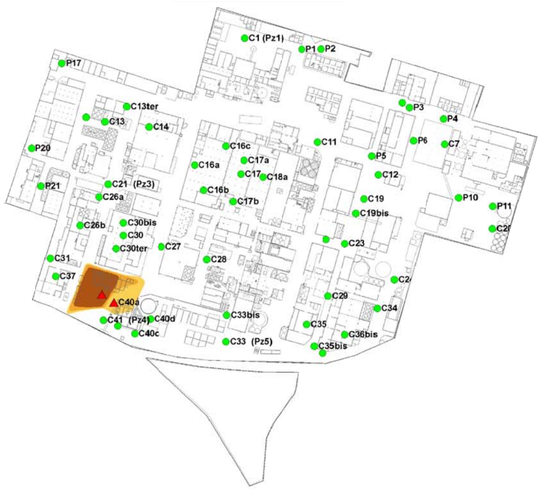
Tavola:	9b
Rev.:	0
Data:	28.04.06
Disegnato da:	RCA
Approvato da:	AGU

Sorgenti secondarie

Livello A



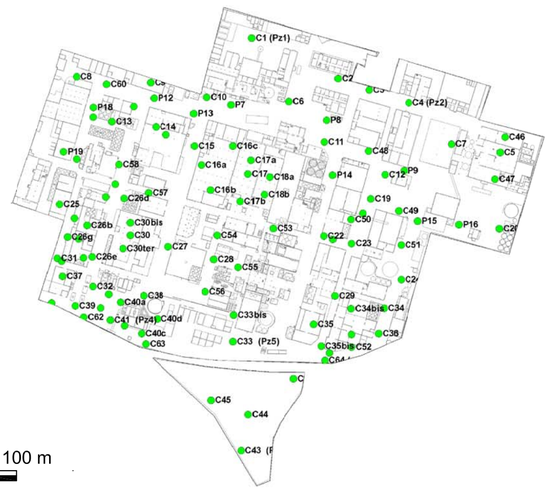
Livello B



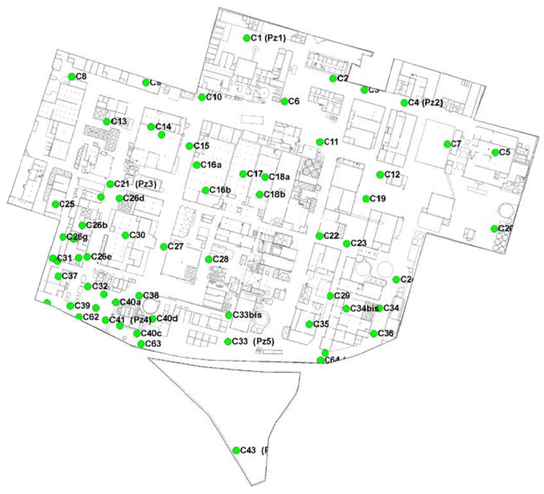
Piombo (mg/Kg)

- 15 - 1000
- > 1000
- 0 - 1000
- 1000 - 2000
- 2000 - 5000
- 5000 - 10000
- 10000 - 20000

Livello C



Livello D



Livello	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]
Livello A	0.0 - 1.5	1.5
Livello B	1.5 - 3.0	1.5
Livello C	3.0 - 10.0	7.0
Livello D	10.0 - 40.0	30.0

Sorgenti primarie

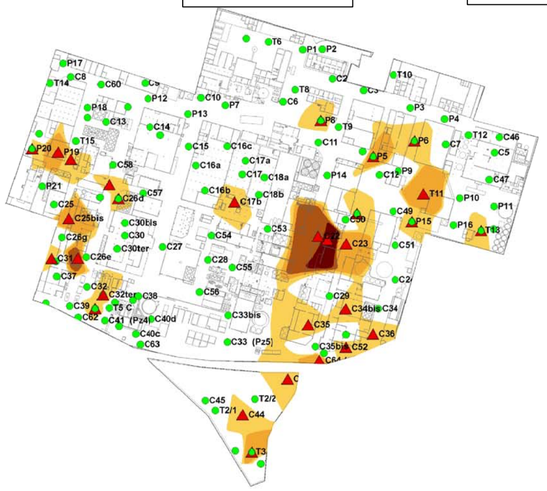
Committente:	Caffaro S.r.l. Stabilimento di Brescia		
Progetto:	Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo		
Sito:	Brescia	N. Prg.	02-04-059
Titolo:	Rappresentazione e confronto tra le sorgenti primarie e secondarie di contaminazione. Piombo		
Scala: varie		N	

NCE
Via Creta 21, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

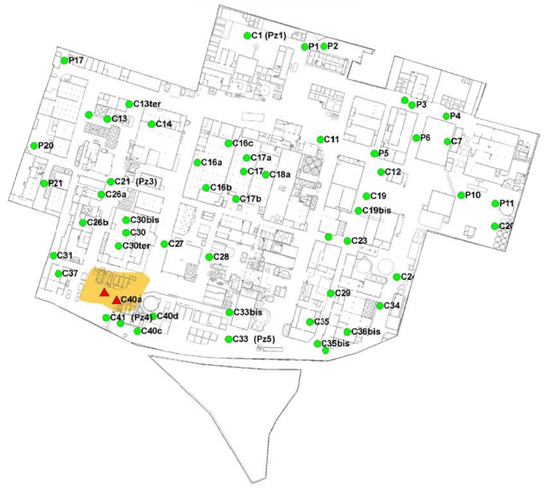
Tavola:	9c
Rev.:	0
Data:	28.04.06
Disegnato da:	RCA
Approvato da:	AGU

Sorgenti secondarie

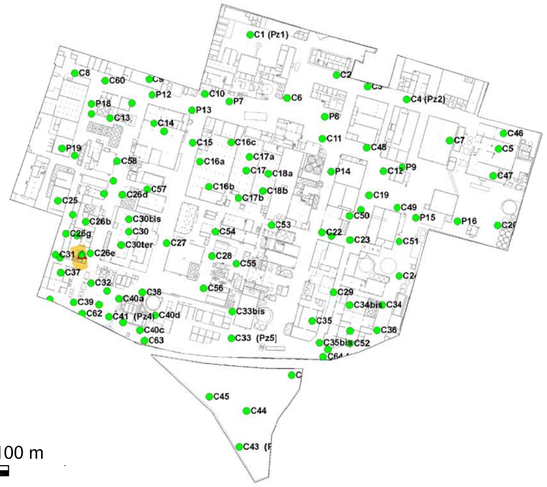
Livello A



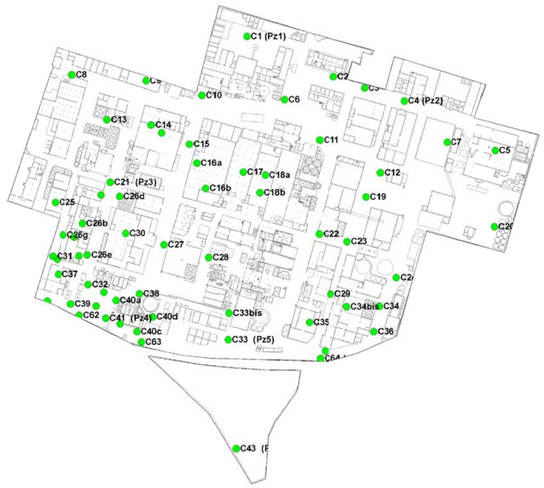
Livello B



Livello C



Livello D



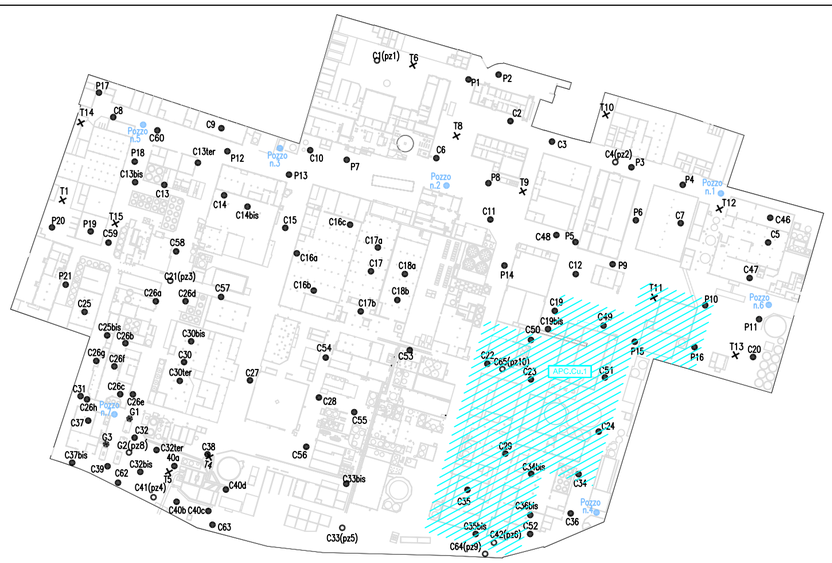
Rame (mg/Kg)

- 0 - 600
- > 600
- 0 - 600
- 600 - 3000
- 3000 - 10000
- 10000 - 30000
- 30000 - 76000

0 50 100 m

Livello	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]
Livello A	0.0 - 1.5	1.5
Livello B	1.5 - 3.0	1.5
Livello C	3.0 - 10.0	7.0
Livello D	10.0 - 40.0	30.0

Sorgenti primarie



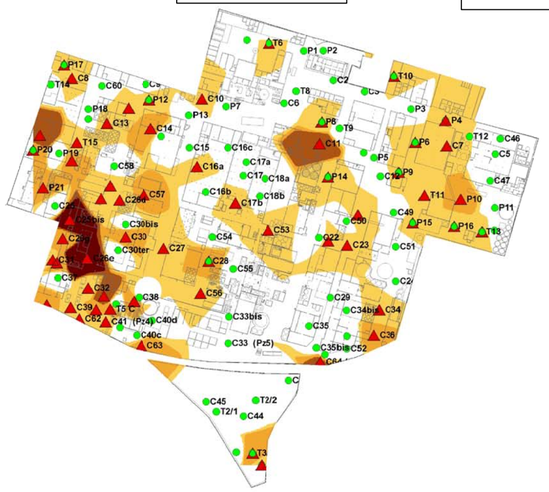
0 50 100 m

Committente:	Caffaro S.r.l. Stabilimento di Brescia		
Progetto:	Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo		
Sito:	Brescia	N. Prg.	02-04-059
Titolo:	Rappresentazione e confronto tra le sorgenti primarie e secondarie di contaminazione. Rame	Tavola:	9d
Scala: varie	N	Rev.:	0
		Data:	28.04.06
		Disegnato da:	RCA
		Approvato da:	AGU

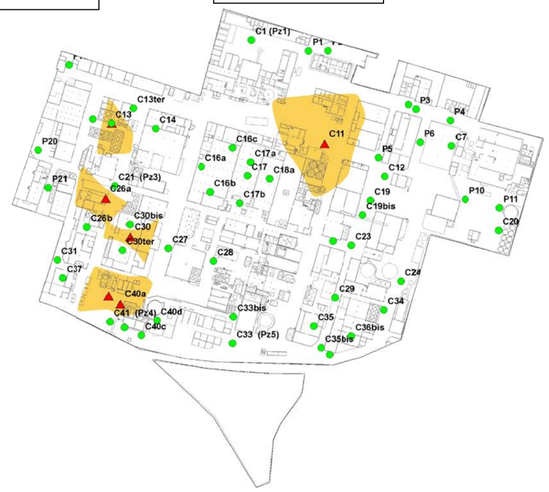
NCE
Via Creta 21, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

Sorgenti secondarie

Livello A



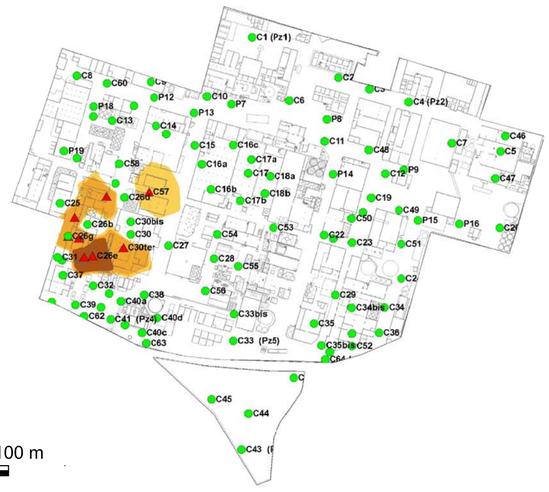
Livello B



PCB (mg/Kg)

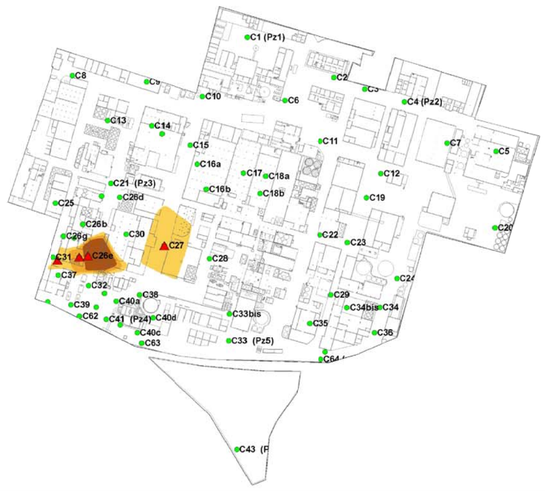
- 0.0 - 5.0
- > 5
- 0 - 5
- 5 - 100
- 100 - 1000
- 1000 - 10000
- 10000 - 100000

Livello C



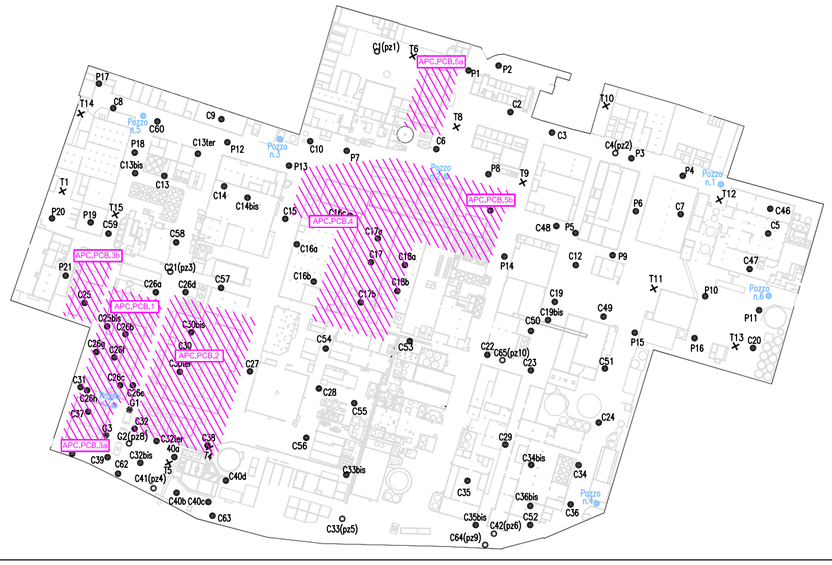
0 50 100 m

Livello D



Livello	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]
Livello A	0.0 - 1.5	1.5
Livello B	1.5 - 3.0	1.5
Livello C	3.0 - 10.0	7.0
Livello D	10.0 - 40.0	30.0

Sorgenti primarie



0 50 100 m

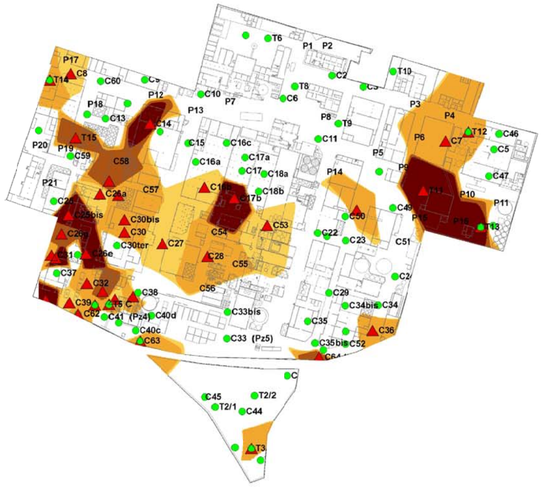
Committente:	Caffaro S.r.l. Stabilimento di Brescia		
Progetto:	Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo		
Sito:	Brescia	N. Prg.	02-04-059
Titolo:	Rappresentazione e confronto tra le sorgenti primarie e secondarie di contaminazione. PCB		
Scala:			N
varie			

NCE
Via Creta 21, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

Tavola:	9e
Rev.:	0
Data:	28.04.06
Disegnato da:	RCA
Approvato da:	AGU

Sorgenti secondarie

Livello A

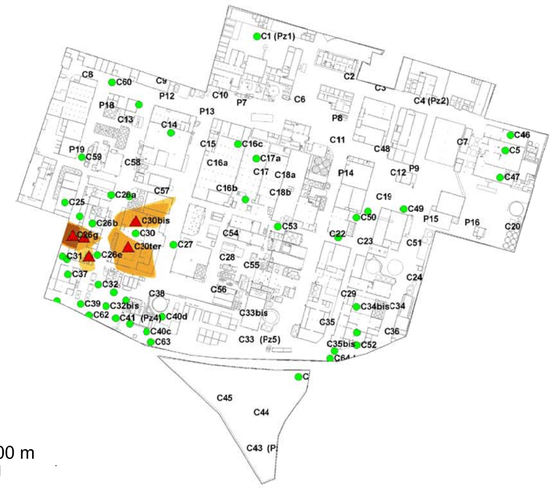


Livello B

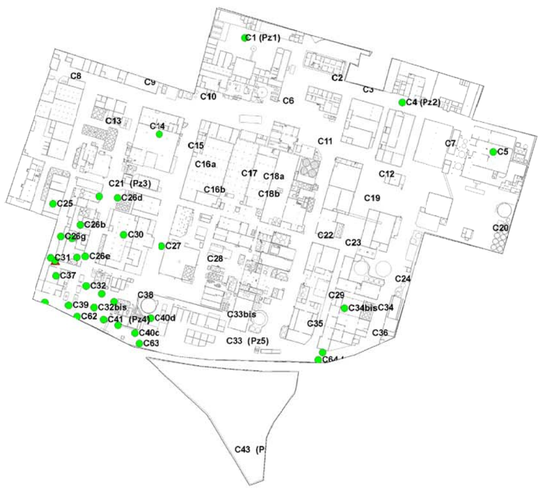
PCN (mg/Kg)

- 0.0 - 5.0
- > 5
- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500

Livello C

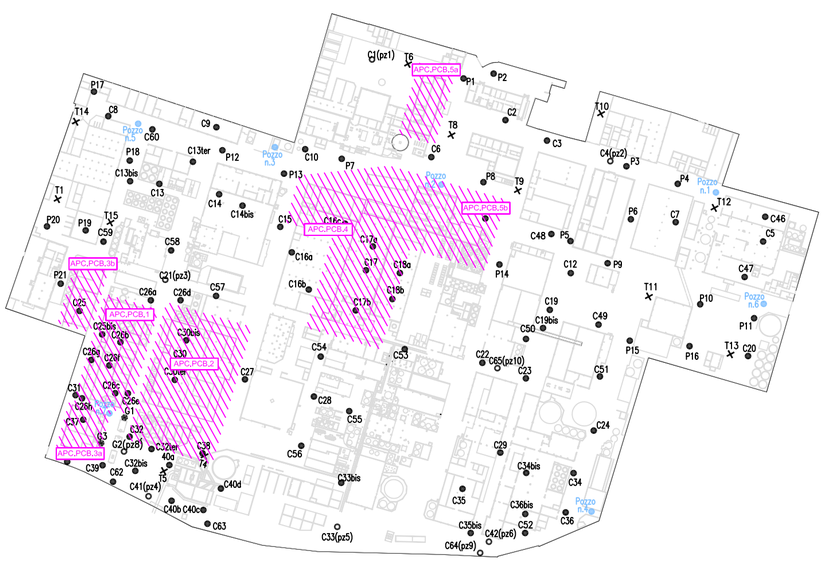


Livello D



0 50 100 m

Livello	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]
Livello A	0.0 - 1.5	1.5
Livello B	1.5 - 3.0	1.5
Livello C	3.0 - 10.0	7.0
Livello D	10.0 - 40.0	30.0

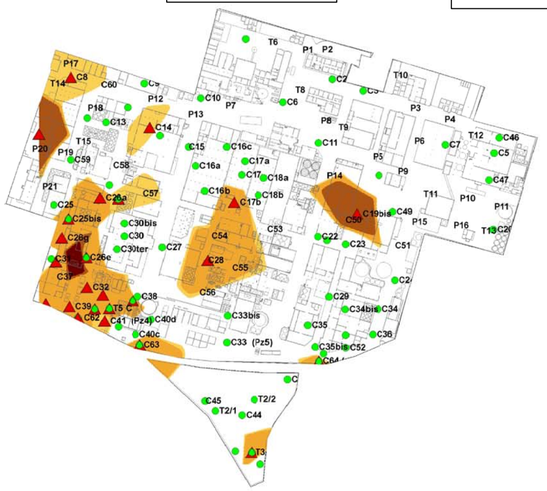


Sorgenti primarie

Committente:			Via Creta 21, 25124 Brescia T.030.2426536 - F.030.2429772
Progetto:	Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo		
Sito:	N. Prg.		
Titolo:	Rappresentazione e confro e secondarie di contaminazione. PCN	Tavola:	9f
Scala:	N	Rev.:	
varie			

Sorgenti secondarie

Livello A

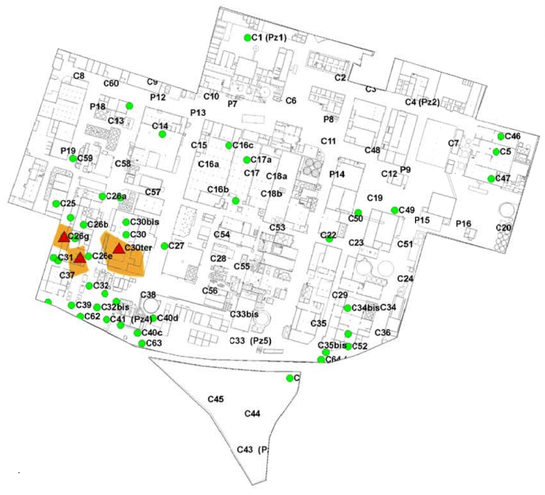


Livello B

PCT (mg/Kg)

- 0.0 - 5.0
- > 5
- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 1000
- 1000 - 2300

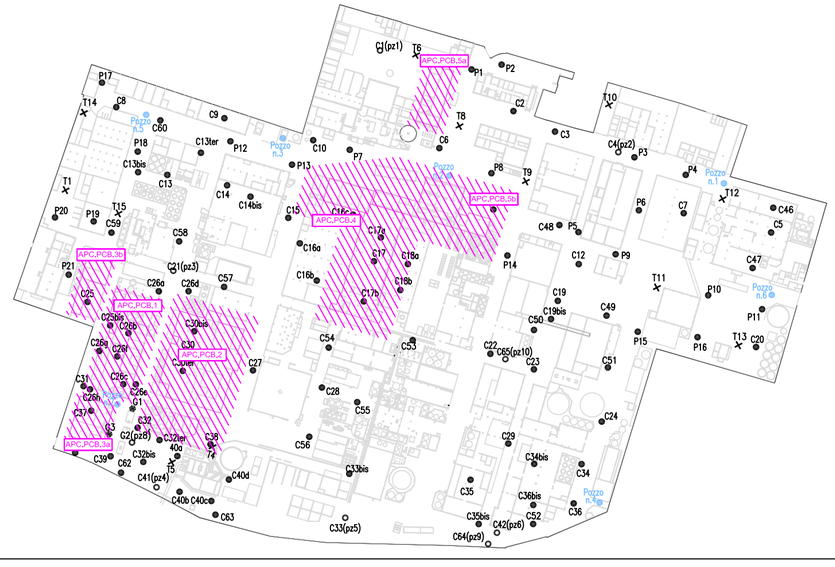
Livello C



Livello D

0 50 100 m

Livello	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]
Livello A	0.0 - 1.5	1.5
Livello B	1.5 - 3.0	1.5
Livello C	3.0 - 10.0	7.0
Livello D	10.0 - 40.0	30.0



0 50 100 m

Sorgenti primarie

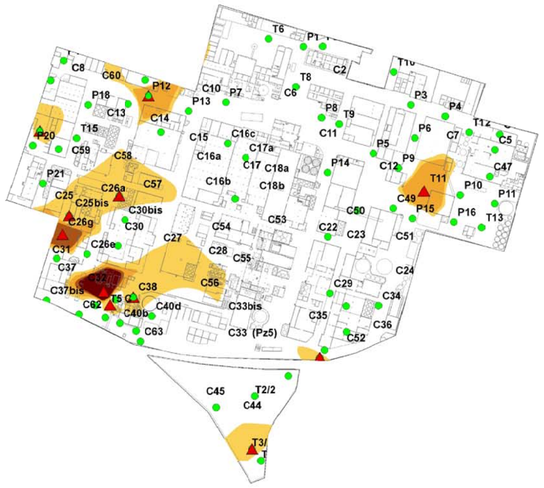
Committente:	Caffaro S.r.l. Stabilimento di Brescia		
Progetto:	Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo		
Sito:	Brescia	N. Prg.	02-04-059
Titolo:	Rappresentazione e confronto tra le sorgenti primarie e secondarie di contaminazione. PCT		
Scala: varie		N	

NCE
Via Creta 21, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

Tavola:	9g
Rev.:	0
Data:	28.04.06
Disegnato da:	RCA
Approvato da:	AGU

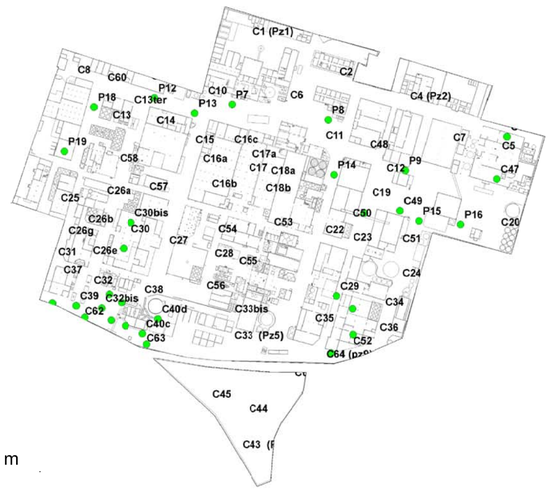
Sorgenti secondarie

Livello A



Livello B

Livello C



Livello D

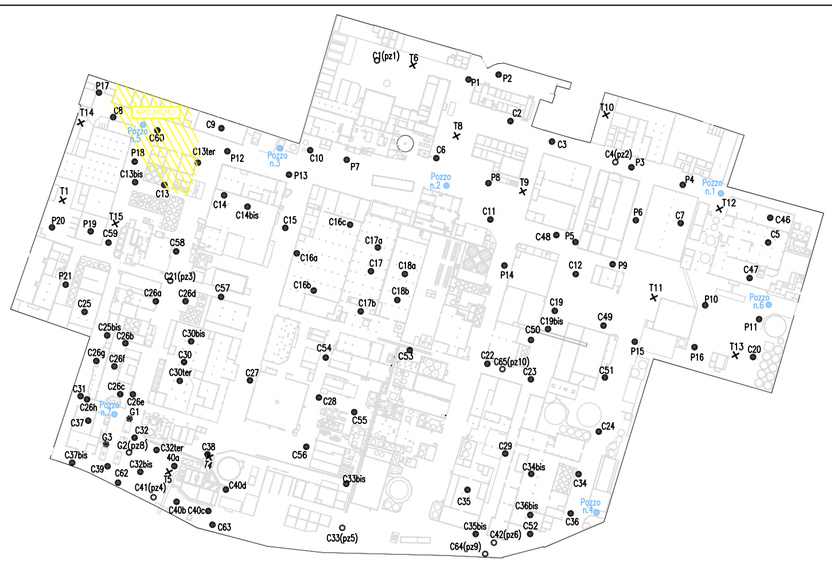
Alfa HCH (mg/Kg)

- 0.00 - 0.10
- > 0.10
- 0.0 - 0.1
- 0.1 - 1.0
- 1.0 - 10.0
- 10.0 - 20.0
- 20.0 - 50.0

0 50 100 m

Livello	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]
Livello A	0.0 - 1.5	1.5
Livello B	1.5 - 3.0	1.5
Livello C	3.0 - 10.0	7.0
Livello D	10.0 - 40.0	30.0

Sorgenti primarie



0 50 100 m

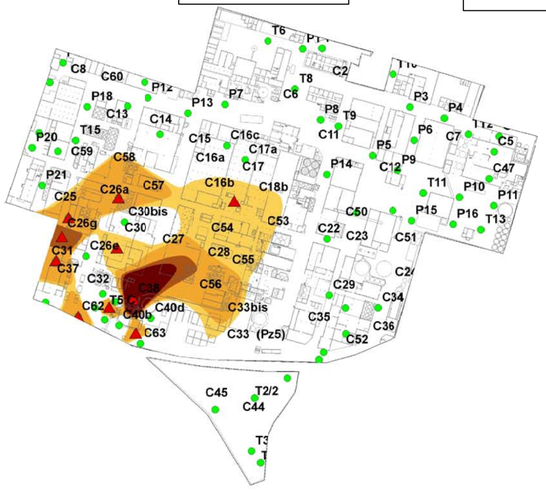
Committente:	Caffaro S.r.l. Stabilimento di Brescia		
Progetto:	Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo		
Sito:	Brescia	N. Prg.	02-04-059
Titolo:	Rappresentazione e confronto tra le sorgenti primarie e secondarie di contaminazione. α HCH		
Scala: varie		N	

NCE
Via Creta 21, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

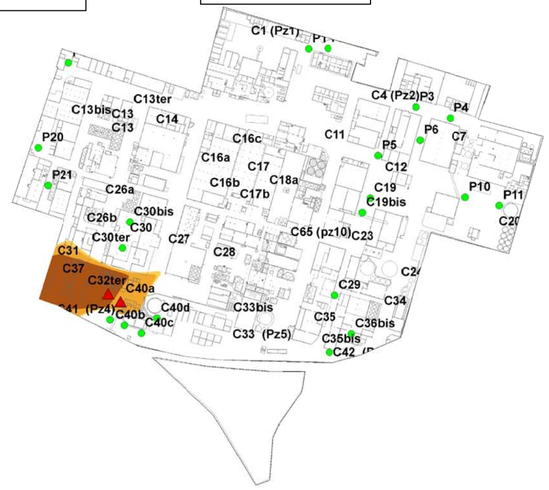
Tavola:	9h
Rev.:	0
Data:	28.04.06
Disegnato da:	RCA
Approvato da:	AGU

Sorgenti secondarie

Livello A



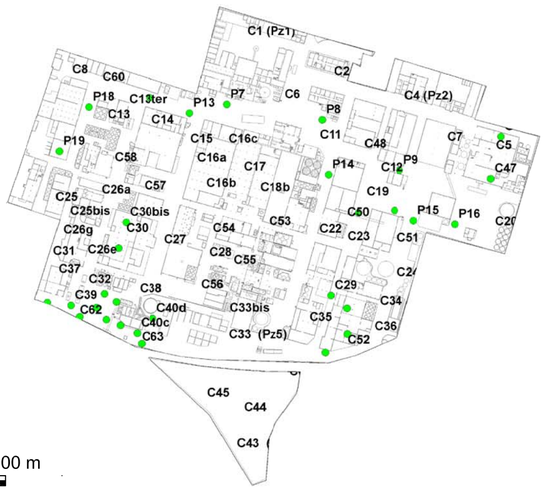
Livello B



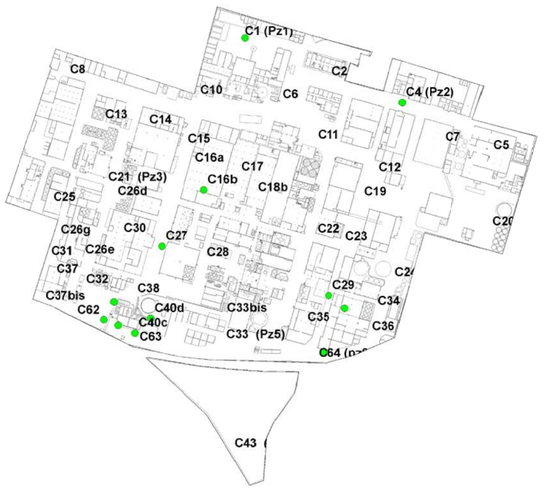
beta HCH (mg/kg)

- 0.0 - 0.5
- > 0.5
- 0.0 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 10.0
- 10.0 - 20.0
- 20.0 - 40.0

Livello C



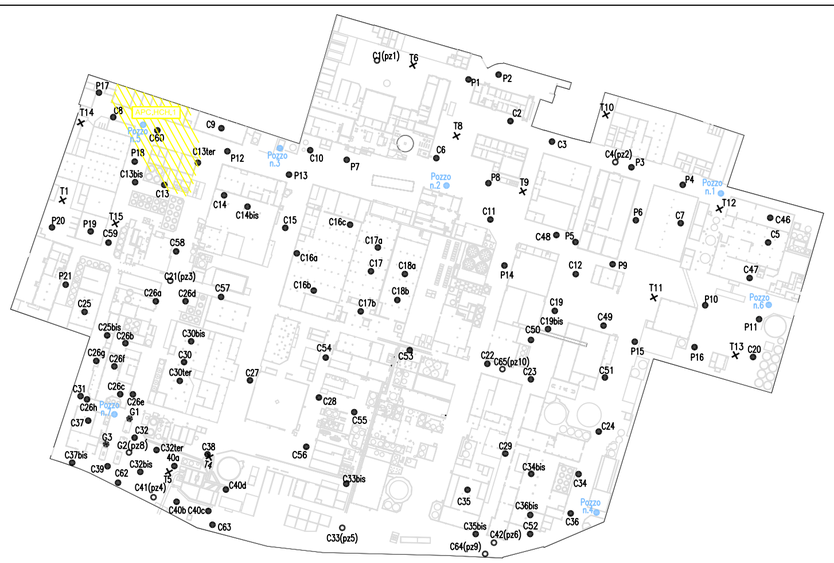
Livello D



0 50 100 m

Livello	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]
Livello A	0.0 - 1.5	1.5
Livello B	1.5 - 3.0	1.5
Livello C	3.0 - 10.0	7.0
Livello D	10.0 - 40.0	30.0

Sorgenti primarie



0 50 100 m

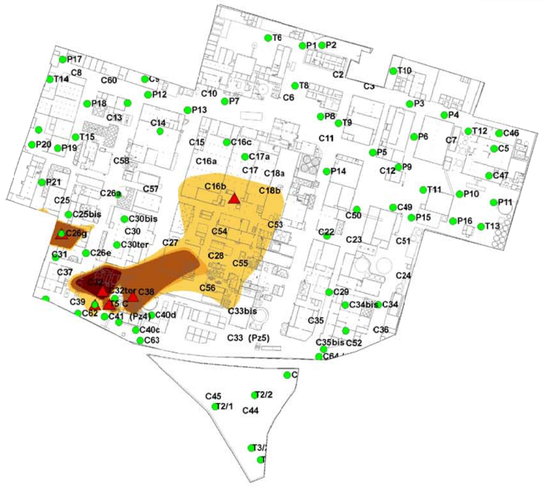
Committente:	Caffaro S.r.l. Stabilimento di Brescia		
Progetto:	Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo		
Sito:	Brescia	N. Prg.	02-04-059
Titolo:	Rappresentazione e confronto tra le sorgenti primarie e secondarie di contaminazione. β HCH		
Scala: varie		N	

NCE
Via Creta 21, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

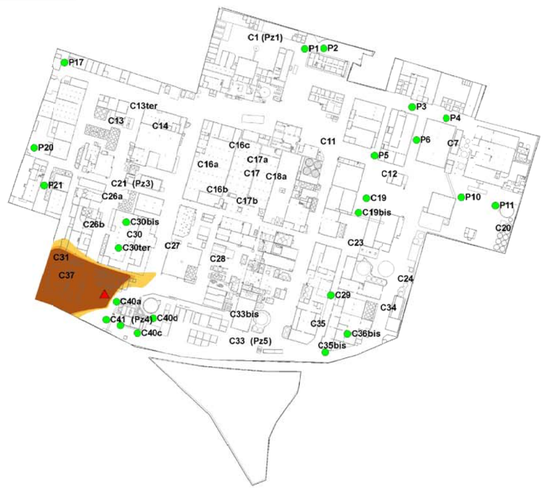
Tavola:	9i
Rev.:	0
Data:	28.04.06
Disegnato da:	RCA
Approvato da:	AGU

Sorgenti secondarie

Livello A



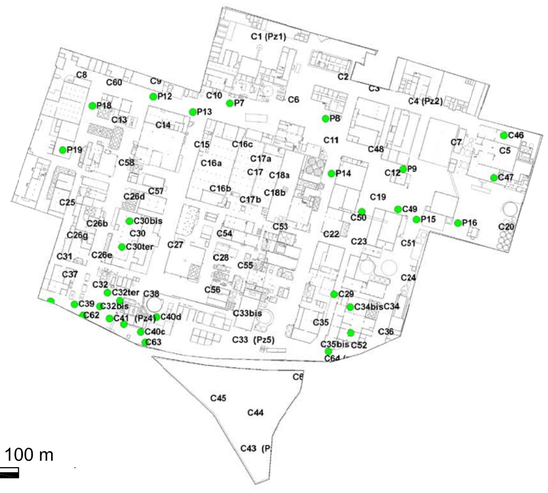
Livello B



Lindano (mg/Kg)

- 0.0 - 0.5
- > 0.5
- 0.0 - 0.5
- 0.5 - 5.0
- 5.0 - 10.0
- 10.0 - 100.0
- 100.0 - 210.0

Livello C

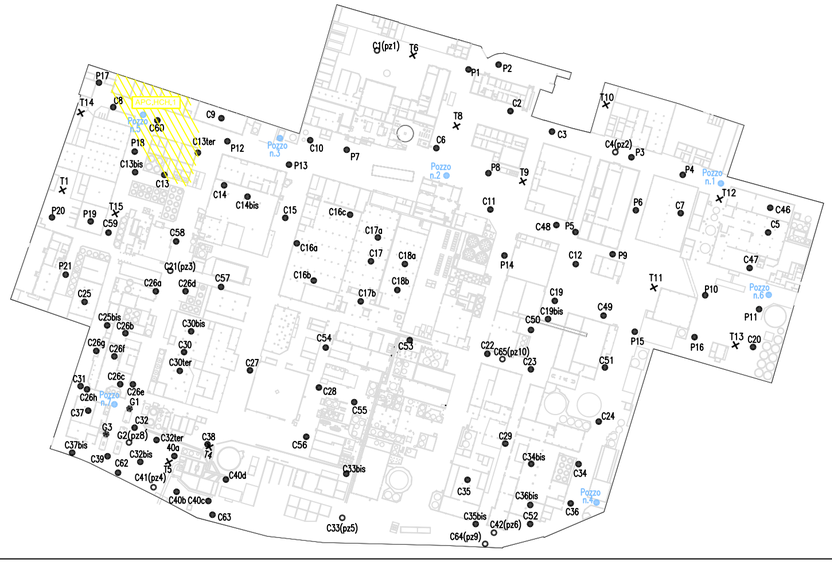


Livello D

0 50 100 m

Livello	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]
Livello A	0.0 - 1.5	1.5
Livello B	1.5 - 3.0	1.5
Livello C	3.0 - 10.0	7.0
Livello D	10.0 - 40.0	30.0

Sorgenti primarie



0 50 100 m

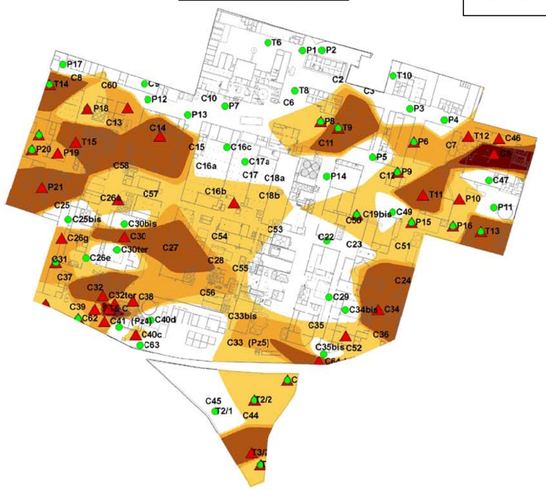
Committente:	Caffaro S.r.l. Stabilimento di Brescia		
Progetto:	Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo		
Sito:	Brescia	N. Prg.	02-04-059
Titolo:	Rappresentazione e confronto tra le sorgenti primarie e secondarie di contaminazione. Lindano		
Scala: varie		N	

NCE
Via Creta 21, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

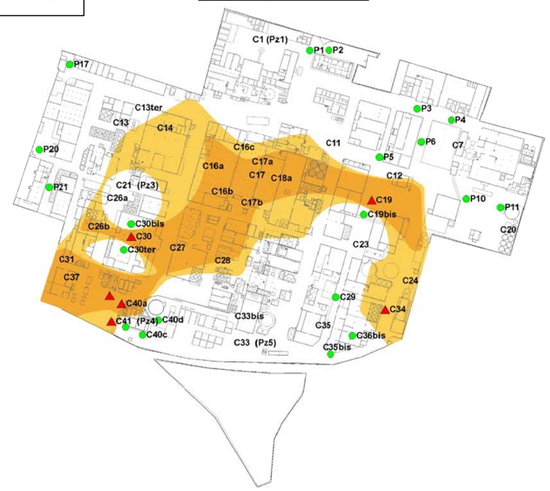
Tavola:	9I
Rev.:	0
Data:	28.04.06
Disegnato da:	RCA
Approvato da:	AGU

Sorgenti secondarie

Livello A



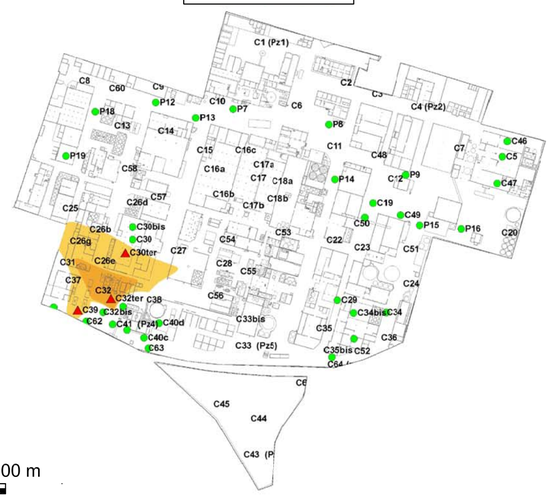
Livello B



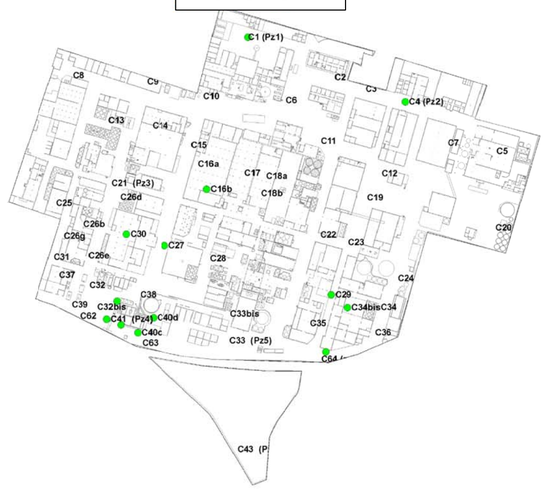
DDD,DDT,DDE (mg/Kg)

- 0.0 - 0.1
- > 0.1
- 0.0 - 0.1
- 0.1 - 1.0
- 1.0 - 10.0
- 10.0 - 100.0
- 100.0 - 200.0

Livello C



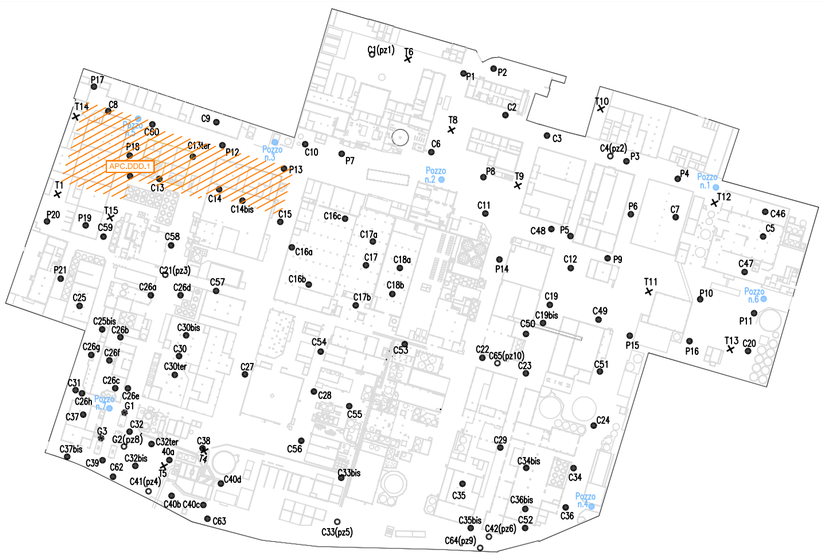
Livello D



0 50 100 m

Livello	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]
Livello A	0.0 - 1.5	1.5
Livello B	1.5 - 3.0	1.5
Livello C	3.0 - 10.0	7.0
Livello D	10.0 - 40.0	30.0

Sorgenti primarie



0 50 100 m

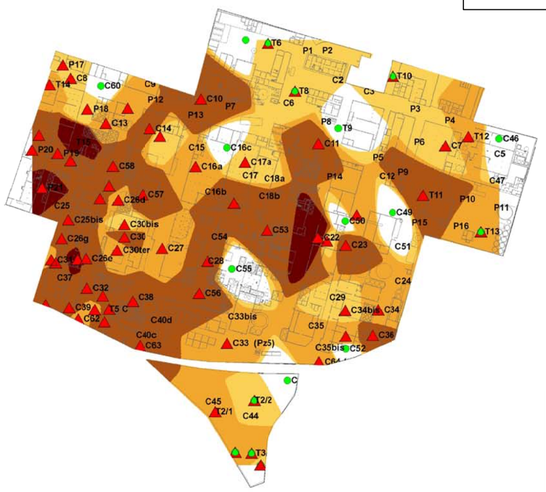
Committente:	Caffaro S.r.l. Stabilimento di Brescia		
Progetto:	Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo		
Sito:	Brescia	N. Prg.	02-04-059
Titolo:	Rappresentazione e confronto tra le sorgenti primarie e secondarie di contaminazione. DDD,DDT,DDE		
Scala: varie		N	

NCE
Via Creta 21, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

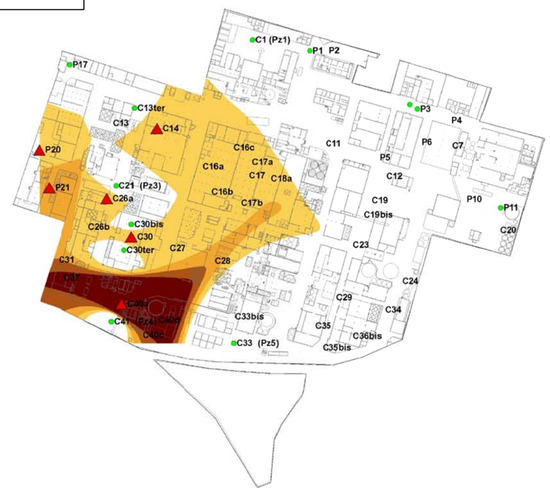
Tavola:	9m
Rev.:	0
Data:	28.04.06
Disegnato da:	RCA
Approvato da:	AGU

Sorgenti secondarie

Livello A



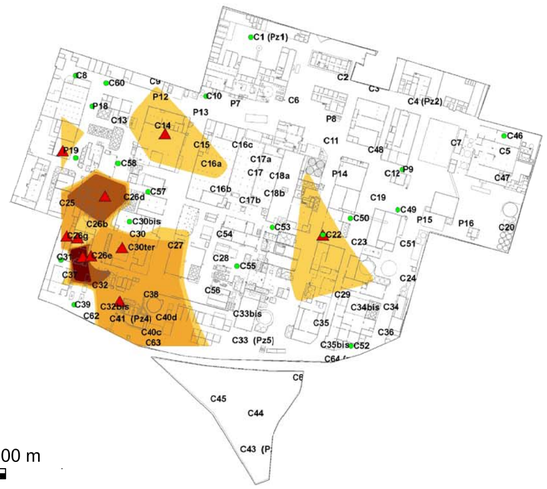
Livello B



PCDD/F (mg/Kg)

- 0.0000 - 0.0001
- > 0.0001
- 0 - 0.0001
- 0.0001 - 0.001
- 0.001 - 0.01
- 0.01 - 0.1
- 0.1 - 1

Livello C

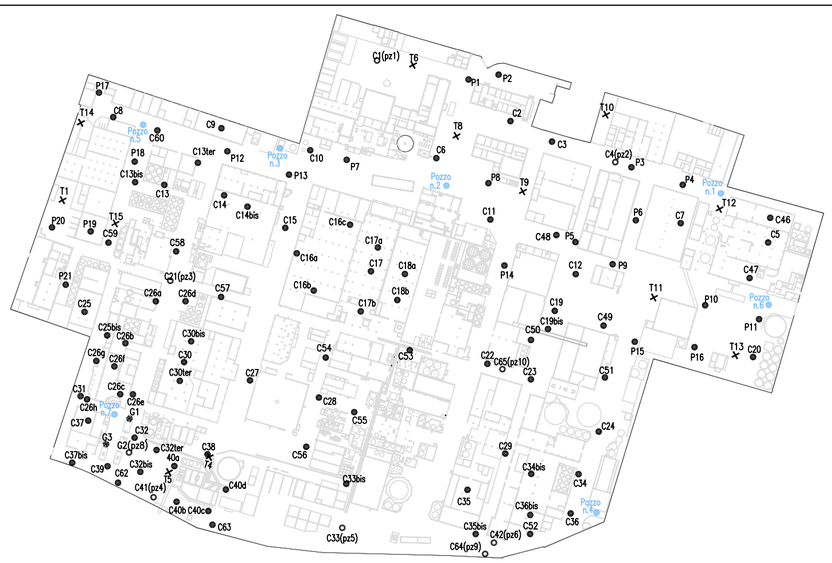


0 50 100 m

Livello D

Livello	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]
Livello A	0.0 - 1.5	1.5
Livello B	1.5 - 3.0	1.5
Livello C	3.0 - 10.0	7.0
Livello D	10.0 - 40.0	30.0

Sorgenti primarie



0 50 100 m

Committente:	Caffaro S.r.l. Stabilimento di Brescia		
Progetto:	Analisi della concentrazione delle sostanze contaminanti presenti nel sottosuolo		
Sito:	Brescia	N. Prg.	02-04-059
Titolo:	Rappresentazione e confronto tra le sorgenti primarie e secondarie di contaminazione. PCDD/PCDF		
Scala:	varie		N

NCE
Via Creta 21, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

Tavola:	9n
Rev.:	0
Data:	28.04.06
Disegnato da:	RCA
Approvato da:	AGU

Allegato 4

MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

commissario straordinario
BRESCIA CAFFARO

STABILIMENTO CAFFARO BRESCIA

ANALISI STRUMENTALE A SUPPORTO DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO

Prepared for:

Commissario Straordinario Brescia Caffaro

Prepared by:

AECOM URS Italia S.p.a.
20143 - Via Giacomo Watt 27
Milano
Italia

T: +39 02 4225561
aecom.com

Revision History

Revision	Revision date	Details	Authorized	Name	Position
0	30/11/2018	Emissione	GL	GL	Project Director

Distribution List

Code Number	# Hard Copies	PDF Required	Association / Company Name
CIG 7590107271_MI_R4-REV-00	-	1	Commissario Straordinario Brescia Caffaro

© Novembre 30 2018 AECOM URS Italia S.p.a.. All Rights Reserved.

This document has been prepared by AECOM URS Italia S.p.a. (“AECOM”) for sole use of our client (the “Client”) in accordance with generally accepted consultancy principles, the budget for fees and the terms of reference agreed between AECOM and the Client. Any information provided by third parties and referred to herein has not been checked or verified by AECOM, unless otherwise expressly stated in the document. No third party may rely upon this document without the prior and express written agreement of AECOM.

AECOM URS Italia S.p.A. - Via Watt 27, 20143 Milano (MI)

ANALISI STRUMENTALE A SUPPORTO DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO

AREA: stabilimento “Caffaro Brescia srl” in Via Nullo in Comune di Brescia

- ***ANALISI STRUMENTALE GEOFISICA*** ***GEOSIDE snc***

TITOLO ELABORATO:				DATA:
RELAZIONE TECNICA				06.11.2018
CODIFICA ELABORATO				
STR	**0128**	**RTC**	**001**	**0**
EMITTENTE	NR. COMMESSA	TIPO ELABORATO	NR. PROGRESSIVO	REV.

SERVIZIO TECNICO:

CONSORZIO S.T.E.R.N.
via Marie Curie, 17 – 39100 Bolzano (BZ)
e-mail: consorziostern@gmail.com PEC: consorziostern@pec.it
p.IVA: 02945340210 numero REA: 218776

VINCA srls / vGmbH
Via Marie Curie, 17 – 39100 Bolzano (BZ)

GEOSIDE snc
Via Busiago, 106/2 - 35010 Campo San Martino (PD)

BORD srl
via Longhin, 83 – 35129 Padova (PD)

ECOGAIA SRL
Via Cantu 2B - 35010 Cadoneghe (PD)

REV N.	*DATA*	*DESCRIZIONE*	*RED.*	*APPR.*	*TIMBRO E FIRMA*
00	06.11.2018	PRIMA EMISSIONE	*RRM/LF*	*RRM*	ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI BOLZANO Dott. Ing. ROBERTO RICCI MACCARINI No. 1360 INGENIEURKAMMER DER PROVINZ BOZEN

1 INDICE

1 INDICE 2
2 GENERALITA' 3
3 FINALITA' 4
4 INQUADRAMENTO NORMATIVO 5
4.1 Legge N. 177/2012 5
4.2 D.M. nr.82 del 11 maggio 2015 (Regolamento attuativo messa in sicurezza) 6
5 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 7
6 ANALISI STRUMENTALE 8
6.1 METODOLOGIA DELLE OPERAZIONI DI RILIEVO ED ACQUISIZIONE DEI DATI 9
6.2 METODOLOGIE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATE 10
6.2.1 INDAGINI MAGNETOMETRICHE 10
6.2.2 INDAGINI GEORADAR 16
6.2.3 INDAGINI CON RADIOLOCALIZZATORE 20
6.2.4 RILIEVO TOPOGRAFICO 21
6.3 ANALISI ED ELABORAZIONE DEI DATI 21
6.3.1 DATI MAGNETICI 21
6.3.2 DATI RADAR 22
6.3.3 DATI TOPOGRAFICI 22
6.4 RISULTATI 22
7 APPENDICE FOTOGRAFICA INDAGINE STRUMENTALE 25

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

2 GENERALITA'

Il consorzio **S.T.E.R.N.** è stato incaricato dalla Committenza – AECOM URS Italia S.p.A. - di eseguire una campagna di analisi strumentale a supporto della valutazione del rischio bellico residuo all'interno dello stabilimento "Caffaro Brescia srl" in Via Nullo in Comune di Brescia.

Le indagini si sono svolte in corrispondenza di piazzole di area 5m x 5m nell'intorno di 21 punti di futura realizzazione di sondaggi geognostici.

Titolare delle competenze professionali per la valutazione del rischio interferente è la società **V.INC.A. srls**, consorziata al citato consorzio, nella persona dello scrivente ing. Roberto Ricci Maccarini, mentre le indagini geofisiche sul campo sono state eseguite dalla società **GEOSIDE snc**, anch'essa consorziata.

Accertato in via preventiva che il territorio in esame non è stato estraneo ad eventi bellici, l'obiettivo della presente campagna di misure è quello di fornire alle persone preposte alla Valutazione del Rischio (CSP) uno strumento in grado di indagare la possibile presenza di anomalie dovute alla presenza di masse tipo riconducibili a potenziali ordigni bellici.

Le tecniche di prospezione geofisica valutate più efficaci e messe in atto per il caso specifico sono state:

- rilievo georadar a copertura totale con sistema GPR multicanale IDS STREAM X;
- rilievo gradiometrico a copertura totale con sistema Gem System GSM-19;
- rilievo topografico per la georeferenziazione delle misure geofisiche con strumentazione satellitare sistema GNSS Trimble R8S.

I risultati di tale indagine sono descritti nella presente relazione e riportati nelle tavole grafiche allegate alla presente.

Sono dunque parte integrante della presente relazione anche gli elaborati grafici:

- da **STR.0128.EGR.001** a **STR.0128.EGR.005**

Le prospezioni di campagna sono state eseguite nella giornata del 15 ottobre 2018.

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

3 FINALITA'

La presente specifica tecnica si pone l'obiettivo di eseguire una corretta valutazione preliminare del rischio bellico residuale ascrivibile all'area di progetto, al fine di permettere l'esecuzione dei lavori previsti in sicurezza e di determinare la necessità o meno di procedere in fase successiva con un intervento di messa in sicurezza convenzionale, definito da normativa tecnica vigente.

La compenetrazione tra i dati documentali [analisi storiografica], lo stato di fatto sovrapposto allo stato di progetto [analisi stato di fatto] ed i dati empirici raccolti su campo [analisi strumentale] permetterà la definizione di massima del grado di rischio bellico residuo dell'area progettuale. L'analisi storiografica è eseguita mediante raccolta dati ed informazioni storiche prodotte da archivi ufficiali, escludendo informazioni non preventivamente censite, relative per esempio a memorialistica soggettiva (diari, scritti postumi) prodotta da singoli combattenti non suffragate da bibliografia ufficiale.

L'analisi documentale deve essere eseguita mediante la raccolta, integrazione, armonizzazione e valutazione complessiva dei dati messi a disposizione dalla committente, in relazione ai diversificati interventi di antropizzazione che hanno interessato o modificato il piano campagna esistente del sito oggetto di monitoraggio di campo, nel corso del periodo post bellico. Di fatto per il sito in esame non sono state forniti dettagli sull'intervento previsto, e per tale motivo si è considerato di condurre l'analisi per l'intero spessore di sub-strato ritenuto potenzialmente a rischio. Come verrà più specificatamente descritto nel seguito, non essendoci state evidenti modifiche del piano campagna dagli eventi bellici ad oggi, tale spessore può cautelativamente ritenersi esaurito ad una profondità di 7.00 m dal p.c. odierno.

L'analisi strumentale eseguita sull'area progettuale, vista la tipologia di opere antropiche previste, con relativa incidenza sotto piano di campagna consegnato, è stata eseguita con esplorazione indiretta dal piano campagna attuale esistente con analisi geofisica magnetica, mediante prospezione gradiometrica differenziale e mediante georadar multicanale, in grado di rilevare eventuali anomalie magnetiche riconducibili a massa target fino anche ad una profondità di 10.0/11.0 m.

La successiva definizione di ulteriori eventuali interventi di antropizzazione in area progettuale resta unicamente ad arbitrio ed insindacabile giudizio del RUP [Responsabile Unico del Procedimento] e del CSP (Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione) figura legislativamente direttamente preposta, ai sensi della Legge n. 177, emanata in data 1 ottobre 2012, oggetto di successivo decreto di attuazione interministeriale (D.M. 82/2015).

In tale sede si è proceduto alla sola analisi strumentale, dato per accertata, quindi, una rilevanza degli eventi bellici che possono aver interessato l'area, non oggetto della presente relazione.

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

4 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Le fonti del diritto in materia di valutazione del rischio bellico residuo sono le seguenti:

- Testo Unico Sicurezza [D. Lgs 81/2008];
- Legge N. 177 del 01 ottobre 2012;
- D.M. nr. 82 del 11 maggio 2015;
- Parere Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali in data 29/12/2015;
- Decreto Legislativo 81/2008 (Testo Unico Sicurezza.)
- Linee guida per la VRB del C.N.I. del 26.05.2017

L'obbligo legislativo associato a una responsabilità diretta vige a carico dell'ente proprietario o concessionario di un'area di pubblico godimento e consiste nella corretta ed esaustiva valutazione del rischio bellico residuale. La scelta progettuale finale sulla tipologia di attività o procedura definita, con la relativa assunzione di responsabilità, spetta unicamente alle figure responsabili preposte in nome e per conto dell'ente proprietario o concessionario delle aree oggetto di successiva antropizzazione [CSP / CSE].

4.1 Legge N. 177/2012

In data 1 ottobre 2012 è stata approvata la Legge nr. 177 dal titolo "*Modifiche ed integrazioni del D.Lgs 81/2008 in materia di ordigni residuati bellici*" rinvenibili sul territorio nazionale**.** Il testo integrale è disponibile su G.U. nr. 244 del 18/10/2012. In sintesi il testo prevede le seguenti modifiche:

a) Obbligo diretto a carico del C. S. P. (Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione) di eseguire la valutazione preliminare del rischio bellico residuale di un'area progettuale;
b) Previsione del C. S. P., in caso di rischio residuo, di una messa in sicurezza convenzionale;
c) Esclusiva competenza del Ministero Difesa in materia di procedure di messa in sicurezza;
d) Predisposizione a cura del Ministero della Difesa di un sistema di qualificazione per imprese specializzate in bonifica bellica (in sostituzione dell'ex Albo A. F. A., soppresso in precedenza) dalla data della pubblicazione del decreto del Ministro della Difesa, di cui al comma due.

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

4.2 D.M. nr.82 del 11 maggio 2015 (Regolamento attuativo messa in sicurezza)

In data 26 giugno 2015 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale nr. 146 il decreto attuativo interministeriale (Decreto Ministero della Difesa, Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, nr. 82), emanato in data 11 maggio 2015, che produce i seguenti effetti giuridici:

a) Conferisce piena efficacia giuridica alla Legge n 177/2012 (emendamento TUS – DLGS 81/2008) in materia di valutazione rischio bellico:

b) Riorganizza integralmente il settore della messa in sicurezza (bonifica bellica preventiva e sistematica).

La piena efficacia di diritto attribuita alla Legge n 177/2012, modifiche ed integrazioni al T.U.S. in materia di Valutazione Rischio Bellico (V.R.B.) comporta a carico delle figure normative preposte (RUP/CSP) l'obbligo di procedere in sede preliminare così:

- ✓ *Valutare i rischi derivanti da possibile rinvenimento di ordigni bellici* inesplosi nei cantieri temporanei o mobili (art 28 mod), *interessati da attività di scavo, Art. 89 - com 1-a»*;
- ✓ *Prevedere, in presenza di rischio residuo non accettabile, la successiva attività di messa in sicurezza convenzionale* (art 91 – comma 2).
- ✓ *Inserire nel P.S.C. evidenza (specifico riferimento) alla valutazione* dei rischi derivanti dal possibile rinvenimento di ordigni (art 100 comma 1).
- ✓ *Verificare il possesso requisiti impresa certificata - accreditata*, in nuovo albo da istituire presso il Ministero Difesa (art 104 – comma 4 bis).
- ✓ *Inserire in elenco lavori che espongono i lavoratori a rischio di esplosione derivante dall'innesco accidentale* di ordigno inesploso rinvenuto nelle attività di scavo (allegato I.)
- ✓ *Inserire in fase analisi rischi aggiuntivi al rischio di esplosione derivante dall'innesco accidentale di un ordigno* bellico inesploso rinvenuto nelle attività di scavo (allegato XII).
- ✓ *In caso di livello di rischio inaccettabile, inserire ai sensi dell'art 25 del DLgs 81/2008 un costo per la messa in sicurezza convenzionale (bonifica bellica), negli oneri sicurezza non soggetti a ribasso (interpretazione giuridica prevalente).*

La valutazione del rischio bellico fornirà al Coordinatore della Sicurezza dell'opera gli strumenti necessari per definire il livello di rischio, secondo due tipologie standard:

a) Livello di rischio accettabile per l'area oggetto di monitoraggio, nell'ipotesi in cui il rilievo geofisico non documenti la presenza di anomalie di cui a massa tipo a potenziale rischio bellico residuo; in tal caso non necessita un iter procedurale di messa in sicurezza convenzionale;

b) Livello di rischio non accettabile, nell'ipotesi in cui il rilievo geofisico documenti la presenza di anomalie di campo magnetico di cui a massa tipo ascrivibile a rischio bellico residuo.

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

L'eventuale successiva messa in sicurezza convenzionale (BOB - *bonifica da ordigni bellici*), disciplinata ai sensi del D.Lgs 66/2010 e s.m.i. (D.Lgs 20/2012 – D.M. 82/2015), sarà eseguita secondo il "parere vincolante" dell'ente preposto, emanato a seguito attivazione di idoneo iter procedurale presso l'organo tecnico ministeriale competente (Ministero Difesa – 5° Reparto Infrastrutture – Ufficio BCM Padova).

5 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Le aree oggetto della presente campagna di misure geofisiche sono ubicate all'interno dello stabilimento Caffaro Brescia srl nel Comune di Brescia (BS).

Le indagini si sono svolte in corrispondenza di piazzole di area 5m x 5m nell'intorno di 21 punti di futura realizzazione di sondaggi geognostici.

L'obiettivo delle indagini era individuazione della posizione più idonea all'esecuzione dei carotaggi mediante mappatura di strutture sepolte/sottoservizi ed l'individuazione di eventuali oggetti metallici di interesse ai fini della VRB.

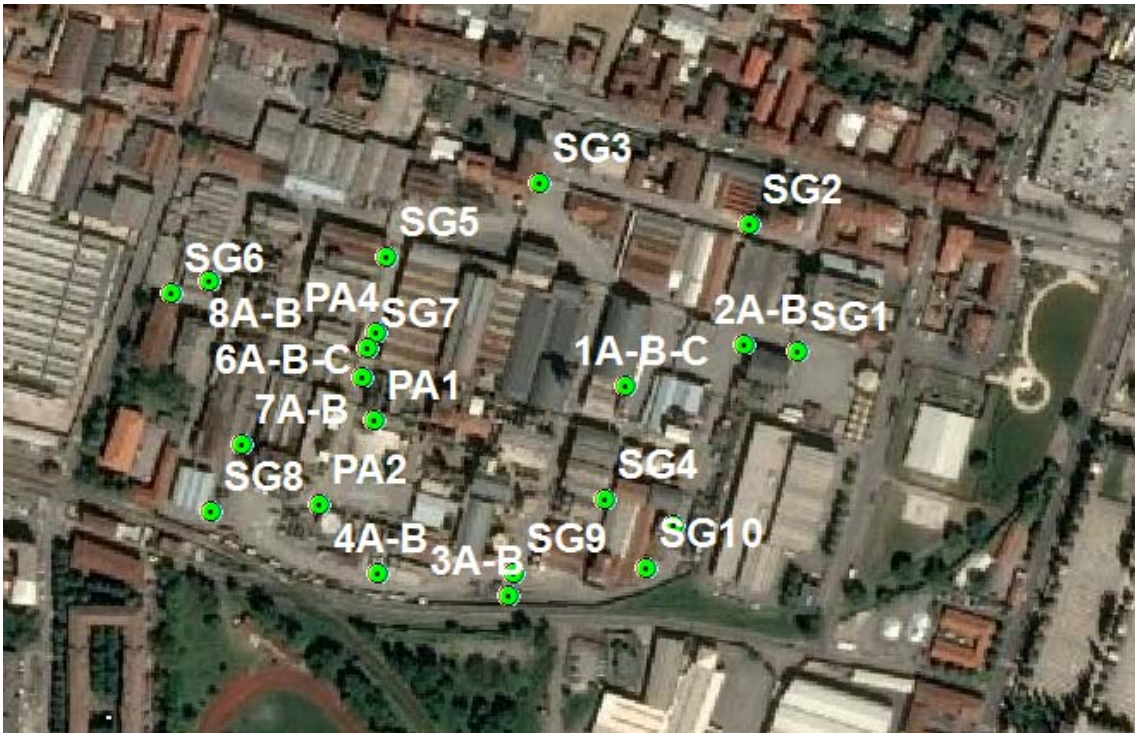


Immagine 1 - Immagine satellitare dell'area in esame con ubicazione dei punti di indagine

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

6 ANALISI STRUMENTALE

La geofisica applicata rappresenta una forma avanzata di prospezione non invasiva del sottosuolo, capace di fornire modelli dettagliati e attendibili della geometria e delle caratteristiche fisico meccaniche di grandi volumi di rocce e terre attraverso indagini principali geoelettriche, radar, magnetiche, elettromagnetiche.

Il rilievo geofisico indiretto è considerato da sempre strumento fondamentale sia nelle fasi preliminari che esecutive di piccole e grandi opere di ingegneria, nella realizzazione di strutture industriali e nelle infrastrutture stradali e ferroviarie, nel campo dell'idrogeologia, della prospezione di risorse minerarie. Gli sviluppi normativi recenti hanno esteso l'ambito di applicazione geofisico anche al campo della valutazione dei principali rischi interferenze riferibili al contesto del "cantiere", quali analisi del rischio ambientale, archeologico e bellico residuo.

La tipologia di prospezione o la combinazione di prospezioni ottimali è funzione diretta dello stato di fatto del sito oggetto di analisi; maggior livello di antropizzazione esistente comporta la necessità di applicare diverse metodologie combinate di analisi indirette, al fine di massimizzare i dati rinvenibili su campo ed elaborabili con software applicativi a tavolino.

Questo rapporto tecnico si fonda sull'applicazione di conoscenze e di leggi scientifiche riconosciute ma anche di calcoli e di valutazioni professionali circa eventi o fenomeni suscettibili di interpretazione.

Le stime e le considerazioni ivi espresse sono basate su informazioni acquisite o comunque disponibili al momento dell'indagine e sono strettamente condizionate dai limiti imposti dalla tipologia e dalla consistenza dei dati utilizzabili, dalle risorse fruibili per il caso di specie, nonché dal programma di lavoro concordato con il Cliente.

E' importante ricordare che le procedure di misura impiegate per l'indagine geofisica si basano su tecniche di esplorazione indiretta che, nonostante siano utilizzate allo stato dell'arte sia delle conoscenze scientifiche che degli avanzamenti tecnologici, hanno una serie di limitazioni intrinseche. L'indagine geofisica non può, infatti, sostituire integralmente l'esplorazione diretta anche se ne rappresenta un indispensabile complemento per colmare le lacune informative e per garantire un'univoca correlazione dei principali elementi strutturali presenti nel sottosuolo.

Questo rapporto si basa inoltre sulla conoscenza professionale degli attuali standard e codici, tecnologia e legislazione dell'Unione Europea. Modifiche e aggiornamenti di quanto sopra citato potrebbero rendere inappropriate o scorrette le conclusioni, le raccomandazioni e le indicazioni stilate nel testo.

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

Le conclusioni ed i suggerimenti operativi contenuti nel presente rapporto vanno intesi come proposte di intervento e non come azioni vincolanti, salvo ciò non sia specificatamente indicato.

La scrivente non intende, inoltre, fornire alcuna garanzia, espressa o implicita, utilizzabile per qualsiasi finalità, relativa allo stato di qualità ambientale di settori di proprietà non indagati e, più in generale, al valore commerciale del sito in argomento.

Si tiene a precisare, infine, che le valutazioni contenute in questo rapporto sono state elaborate da tecnici e pertanto rivestono un carattere esclusivamente tecnico, non costituendo in alcun modo parere legale.

Gli Autori rispondono unicamente al Committente circa la corrispondenza del rapporto emesso, in ordine agli obiettivi delle ricerche definite nell'ambito dell'incarico, e non possono farsi carico di responsabilità per danni, rivendicazioni, perdite, azioni o spese, qualora subite anche da terzi, come risultato di decisioni prese o azioni condotte e basate sul rapporto stesso.

6.1 METODOLOGIA DELLE OPERAZIONI DI RILIEVO ED ACQUISIZIONE DEI DATI

Come anticipato nei paragrafi precedenti lo scopo del rilievo gradiometrico e georadar multicanale era l'individuazione e la mappatura dei sottoservizi, la mappatura di strutture sepolte e l'individuazione di eventuali oggetti metallici di dimensioni rilevanti nel primo sottosuolo dell'area di indagine al fine di fornire informazioni geofisiche di supporto alla VRB (Valutazione del Rischio Bellico).

Le indagini si sono svolte in corrispondenza di 21 piazzole di area 5m x 5m nell'intorno dei punti di futura realizzazione di sondaggi geognostici. Il fine delle indagini era quello di valutare la posizione più idonea all'esecuzione dei carotaggi.

A tal fine, si è optato per l'utilizzo dei seguenti sistemi geofisici:

- Georadar multicanale IDS stream X che ha consentito un rilievo di dettaglio per tutte le aree accessibili all'interno dei settori concordati con la committenza. Al fine di individuare eventuali target presenti in corrispondenza di ogni punto di indagine si è provveduto ad effettuare più scansioni radar georeferenziate in real time mediante un sistema GNSS fino ad ottenere la completa mappatura delle aree di indagine.
- Magnetometro GEM GSM – 19 Overhauser, con il quale è stato eseguito un rilievo gradiometrico per tutte le aree accessibili all'interno dei settori concordati con la committenza.

Per l'ubicazione delle aree indagate si rimanda alle tavole allegate alla presente.

Per la descrizione delle caratteristiche degli strumenti e delle metodologie d'indagini adottate si rimanda ai paragrafi successivi.

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

6.2 METODOLOGIE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATE

6.2.1 INDAGINI MAGNETOMETRICHE

I magnetometri sono strumenti ampiamente utilizzati per misurare il campo magnetico terrestre. I campi magnetici sono quantità vettoriali caratterizzati da intensità e direzione. L'intensità di un campo magnetico è misurata in unità Tesla nel SI. Le misurazioni del campo magnetico terrestre vengono misurate in nanoTesla ($nT=10^{-9}$ Tesla), anche chiamato "gamma".

Le sorgenti magnetiche interne alla Terra sono costituite da una componente proveniente dal Nucleo Interno (Campo Principale) ed una dai materiali che costituiscono la Crosta Terrestre (Campo Crostale); il Mantello non contiene sorgenti che contribuiscono al Campo Magnetico Terrestre (CMT).

Esistono inoltre variazioni giornaliere (Campo Esterno) dovute alle esplosioni della corona solare, sunspots, ed a perturbazioni della ionosfera, tempeste magnetiche, che possono produrre anche rapide ed intense variazioni.

Il campo magnetico terrestre può variare da 20.000 a 80.000 nT seconda della posizione; il CMT alle nostre latitudini ha un'intensità di circa 46000 nT, un'inclinazione (I) di circa 60° e una declinazione magnetica (D) di circa 0°05'. Le fluttuazioni del campo magnetico terrestre sono dell'ordine di 100 nT, e le variazioni di campo magnetico dovute ad anomalie magnetiche possono essere nell'intervallo del picotesla (pT).

Nell'ambito delle indagini geofisiche, le misure magnetometriche trovano impiego nell'individuazione di anomalie magnetiche di vario tipo: dall'individuazione di strutture geologiche a scala regionale e nell'esplorazione mineraria alla localizzazione di tubazioni, di siti archeologici, di materiali metallici e di discontinuità sepolte nella prospezione ambientale. Le variazioni di campo magnetico che si registrano in ricerche di tipo ambientale e/o archeologico vanno da 1 a qualche centinaia di nanotesla per piccole localizzazioni a diverse profondità. Accumuli importanti di oggetti metallici sepolti possono creare anomalie da 100 a 1.000 nanotesla e oltre.

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

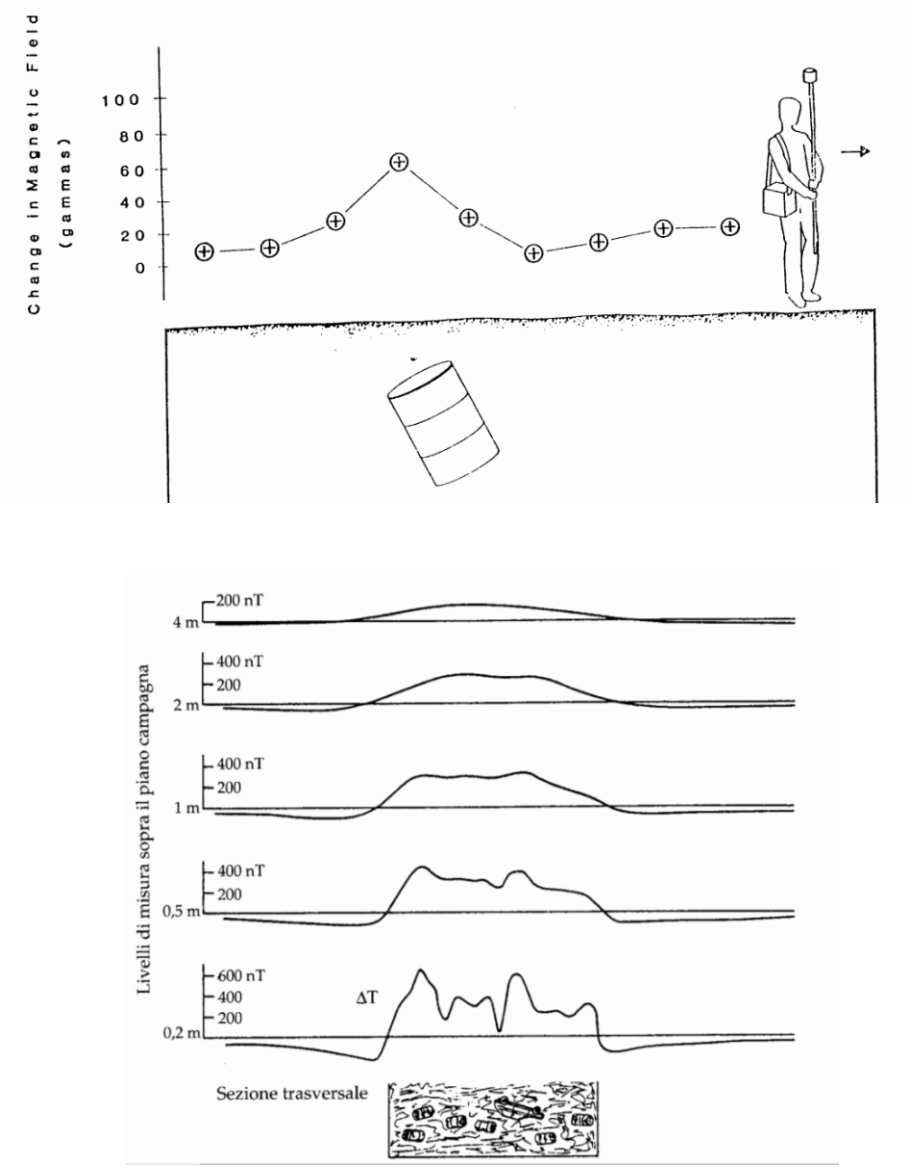


Immagine 2 - Schematizzazione del rilievo e dei dati magnetometrici

Le misure magnetometriche presentano alcuni limiti:

- sono limitate esclusivamente all'individuazione di materiali ferrosi (ferromagnetici); metalli non-ferromagnetici, quali l'alluminio, il rame e lo stagno, non inducono anomalie del campo magnetico;

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

- parecchi fattori influenzano la risposta di un magnetometro, in particolare la massa e la profondità, nonché l'interferenza con tubazioni, recinzioni o altri oggetti in ferro eventualmente presenti nell'area;
- materiali dotati di magnetizzazione residua possono innalzare o diminuire la risposta totale dell'oggetto al campo magnetico terrestre che risulta di difficile interpretazione. Inoltre, anche la forma e l'orientazione dell'oggetto metallico influenzano l'intensità e la forma dell'anomalia risultante.
- L'interpretazione delle misure risulta molto spesso esclusivamente di tipo semi quantitativo, consentendo di determinare l'ubicazione e l'estensione di eventuali oggetti in ferro, senza però fornire indicazioni sulla quantità e profondità del ritrovamento.

Dal punto di vista operativo, le misure possono essere riferite ad una stazione fissa sul sito oppure effettuate in configurazione gradiometrica al fine di escludere variazioni di campo dovute alle fluttuazioni naturali del Campo Magnetico Terrestre.

La strumentazione viene mobilitata lungo linee di misura equidistanti (es. 2x2; 4x4 m grid), a seconda della risoluzione richiesta, e le misure avvengono per punti o in continuo lungo i tracciati dei percorsi. La sonda è sospesa sul terreno. Possibilità di georeferenziazione con sistema GPS.

Dall'elaborazione delle misure magnetometriche si ottengono delle cartografie che illustrano in planimetria per isolinee il gradiente/Campo Magnetico Terrestre, che come riportato in precedenza forniscono un'interpretazione semi quantitativa dell'ubicazione ed estensione di eventuali ferromagnetici presenti.

La risposta di un magnetometro dipende dalla massa e dalla profondità a cui si trova l'oggetto metallico: è possibile individuare accumuli importanti di materiale ferroso anche ad oltre una decina di metri di profondità.

Le anomalie sono estremamente variabili in forma ed ampiezza: sono quasi sempre asimmetriche e complesse anche se dovute a sorgenti semplici. La natura asimmetrica delle anomalie è soprattutto una conseguenza delle direzioni delle linee di campo della sorgente.

La presenza di un corpo metallico nel sottosuolo, alle nostre latitudini (F=46000 Nt, I=60°, D=0,05°) genera un'anomalia costituita da un dipolo magnetico: l'orientazione delle linee di forza del campo magnetico generato dal corpo metallico è tale che vi sia un settore in cui le linee di forza si sommano (picco positivo) a quelle del CMT ed un altro in cui si sottraggono (picco negativo).

Il corpo metallico che genera l'anomalia è collocato al metà tra il massimo della componente positiva ed il minimo di quella negativa del dipolo generato.

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

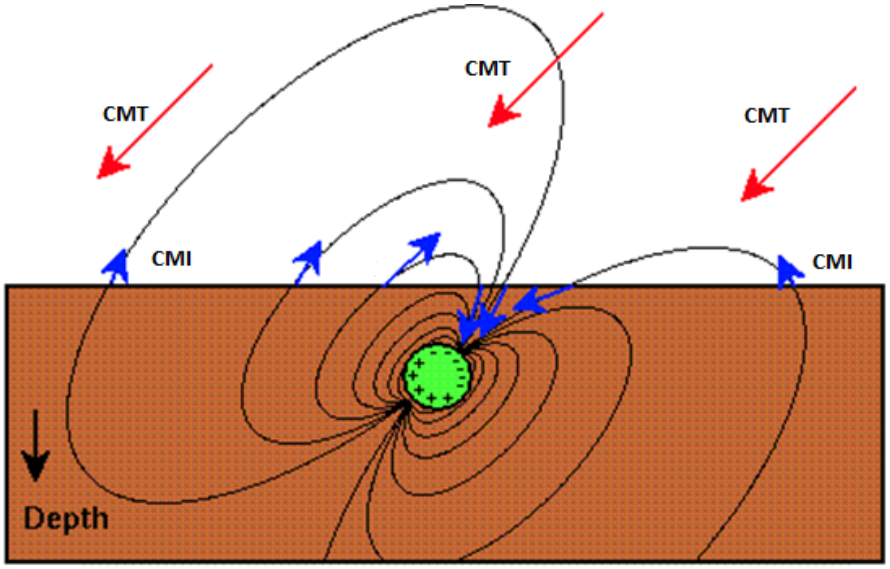


Immagine 3 - Linee di forza del Campo Magnetico Terrestre (CMT) e del Campo Magnetico Indotto (CMI) dall'anomalia

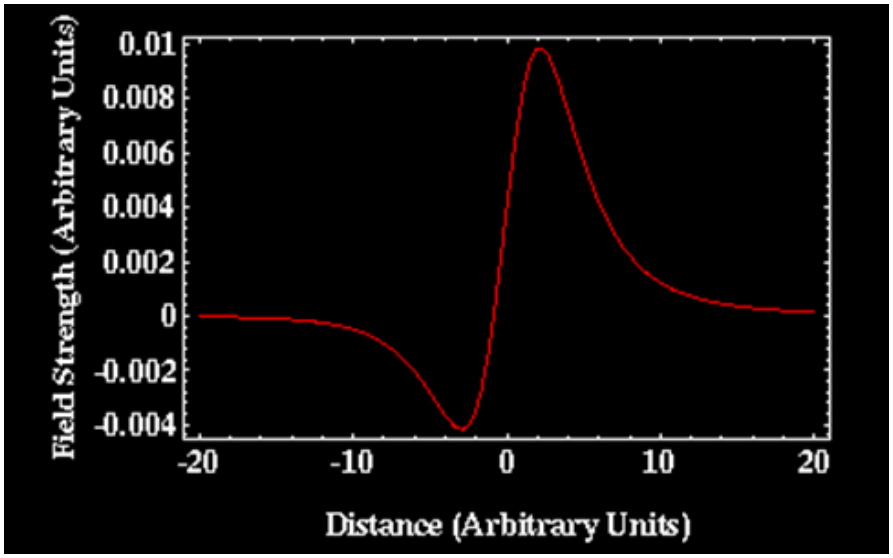


Immagine 4 - Intensità del campo magnetico per presenza di anomalia

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

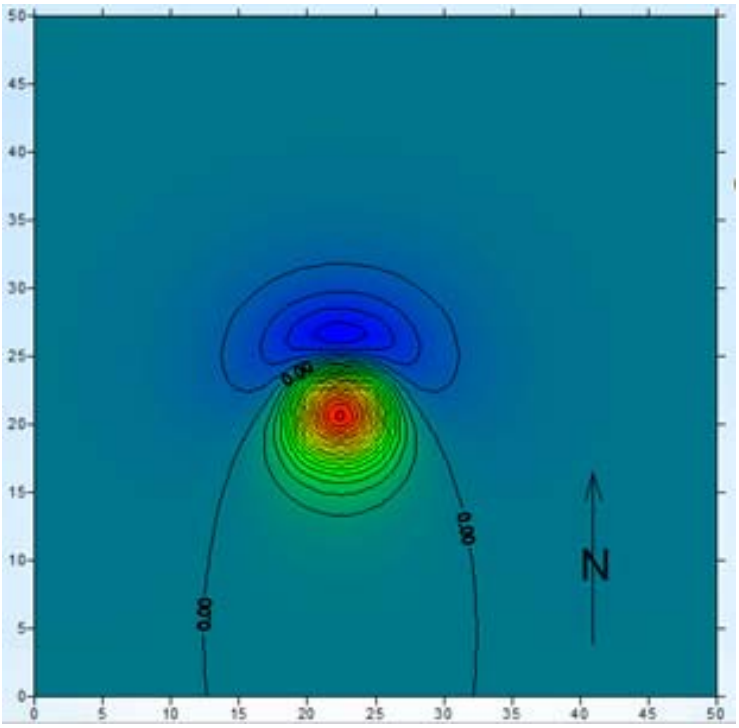


Immagine 5 - Vista in pianta di un'anomalia magnetica alle nostre latitudini

In commercio esistono differenti tipologie di magnetometri. Nel campo ambientale e/o archeologico vengono generalmente utilizzati:

- MAGNETOMETRO FLUXGATE: consiste in due nuclei ferromagnetici avvolti da bobine primarie e secondarie. I nuclei sono portati a saturazione uguale e di segno opposto. In presenza di un campo esterno la saturazione avverrà per una corrente rispettivamente minore e maggiore, a seconda se il campo esterno si somma o sottrae a quello indotto dalle bobine. La precisione è dell'ordine del nT. A seconda dell'orientazione dei nuclei lo strumento misura qualsiasi componente del campo magnetico terrestre.
- MAGNETOMETRO A PROTONI viene generato un campo magnetico intorno ad un fluido di una sostanza particolare. Il campo creato produce una orientazione dei protoni all'interno del fluido. Quando il campo magnetico viene annullato, il movimento di spin dei protoni si orienta secondo il campo magnetico totale. La loro precessione nucleare genera un segnale la cui frequenza è proporzionale all'intensità del campo. Viene così misurata direttamente l'intensità del campo magnetico locale.
- MAGNETOMETRO OVERHAUSEN utilizza lo stesso effetto fondamentale del magnetometro a precessione di protoni per effettuare le misure. L'effetto Overhausen avviene quando uno speciale liquido (con elettroni non accoppiati) è combinato con atomi d'idrogeno e successivamente esposto a polarizzazione secondaria da un campo

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

magnetico a radiofrequenza (RF). Gli elettroni non accoppiati trasferiscono la loro forte polarizzazione agli atomi d'idrogeno, creando in tal modo un forte segnale di processione che è ideale per misure ad elevata precisione. Questo ha due vantaggi principali: operando nel campo RF consente batterie più leggere per le unità portatili ed un campionamento di misura più veloce. Un magnetometro Overhauser produce letture con una deviazione standard di 0,01 nT a 0,02 nT, e un campionamento inferiore al secondo.

Nello specifico del presente rilievo, è stato adottato un magnetometro GEM GSM – 19 Overhausen che presenta le seguenti caratteristiche:

Sensitività	0.022 nT/1 Hz
Risoluzione	0.01 nT
Accuratezza Assoluta	±0.01 nT
Range	200000÷1200000 nT
Tolleranza Gradiente	Fino a 10000 nT/m
Campionamento a	60+, 5, 3, 2, 1, 0.5, 0.2 sec
Temperatura di funzionamento	-40 °C ÷ + 50 ° C

Inoltre lo strumento è dotato di un sistema GPS integrato OEM (GPS Board built-in type) NovAtel con risoluzione < 1.5 m, in modalità real–time che consente di ubicare senza soluzione di continuità le misure durante il rilievo.

Immagine 6 - Consolle d'acquisizione e sensore del magnetometro GEM GSM-19 Overhauser

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

6.2.2 INDAGINI GEORADAR

Le misure radar sono state acquisite mediante un sistema IDS (Ingegneria dei Sistemi) Stream X equipaggiato con 16 antenne a frequenza centrale di 200 Mhz.

Immagine 7 - Strumentazione IDS Stream X

Il metodo comunemente chiamato georadar (noto in campo internazionale con il termine anglosassone di ground probing radar - GPR), è un sistema di indagine del sottosuolo basato sulla riflessione delle onde elettromagnetiche con frequenza compresa tra 10 e 2000 MHz.

Operativamente consiste nell'invio nel terreno di impulsi elettromagnetici ad alta frequenza (radio frequenze) e nella misura del tempo impiegato dal segnale a ritornare al ricevitore dopo essere stato riflesso da eventuali discontinuità intercettate durante il suo percorso. Tali riflessioni sono causate in generale dal cambiamento delle proprietà elettriche del sottosuolo, dalla variazione del contenuto d'acqua e da cambiamenti litostratigrafici.

In particolare, nel caso della prospezione per la ricerca di sottoservizi, le riflessioni possono essere prodotte da strutture, da vuoti presenti nel terreno (ipogei, cunicoli, ecc.), da elementi metallici e superfici di contatto tra strati differenti.

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

Da un punto di vista teorico il principio di funzionamento dello strumento infatti è legato alla propagazione di un'onda EM nel sottosuolo e si basa sul fenomeno fisico di partizione dell'energia ad un'interfaccia tra due mezzi con diverse proprietà dielettriche.

In particolare, in corrispondenza di un'interfaccia fisica, l'onda EM generata in superficie ed immessa nel sottosuolo per mezzo dell'antenna subisce un fenomeno di riflessione e parte dell'energia ritorna verso la superficie.

La velocità di propagazione V_m di un onda EM in un mezzo m è data dalla (1) dove C è la velocità della luce ed E_r è la costante dielettrica del mezzo, normalizzata rispetto a quella dell'aria.

$$V_m = \frac{C}{\sqrt{\varepsilon_r}}; \qquad (1)$$

Il grado di direzionalità dell'onda EM generata dall'antenna, com'è noto, determina l'ampiezza dell'angolo solido in fase di energizzazione, governando quindi l'area di effettiva riflessione sulla superficie del bersaglio. Una delle unità di misura utilizzabili per la caratterizzazione del sottosuolo e quindi gli orizzonti riflettenti è il grado di riflettività (R), dato dalla (2), e cioè il rapporto tra energia incidente (E_i) ed energia riflessa (E_r) per ogni singolo riflettore.

$$R = \frac{E_i}{E_r} \qquad (2)$$

Il risultato dell'elaborazione strumentale è una serie di diagrammi, spikes, la cui intensità dipende da quella del contrasto tra gli orizzonti attraversati oltre che dall'impostazione strumentale; l'ubicazione dei radargrammi dipende dalla velocità di propagazione delle onde nei materiali.

Conoscendo le principali grandezze fisiche elettromagnetiche dei terreni attraversati è possibile trasformare la sezione distanze-tempi in una sezione distanze-profondità. La profondità massima di esplorazione risulta funzione della frequenza dominante del segnale emesso e della resistività elettrica del terreno.

In questo modo, una volta valutate le caratteristiche elettriche del mezzo attraversato dall'impulso elettromagnetico, si è in grado di identificare la forma dell'oggetto, il suo spessore e valutare la profondità alla quale esso si trova, con una precisione e attendibilità maggiore di quella degli altri metodi geofisici.

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

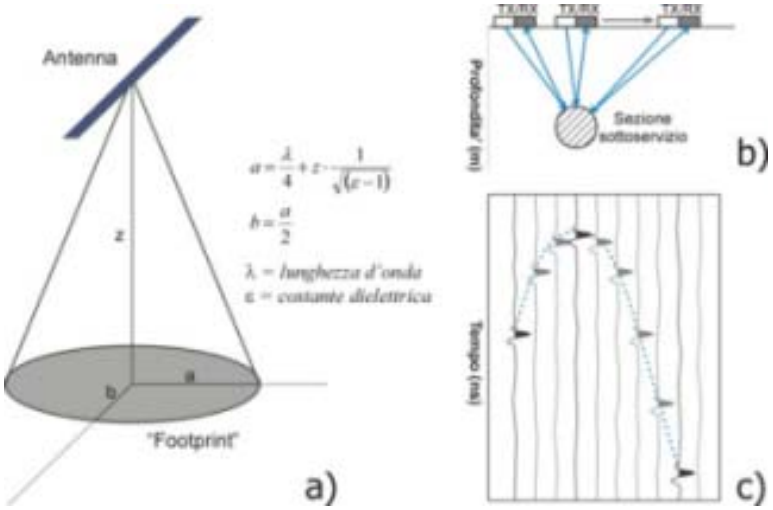


Immagine 8 - a) propagazione impulso con la profondità;
b) schema di funzionamento georadar: trascinamento antenna rx/tx e
c) radargramma

In commercio esistono radar mono o multicanale: la prima tipologia è costituita da strumenti dotati di una sola antenna trasmittente ed una ricevente, con un ingombro in termini di dimensioni modesto: da ogni linea di scansione si ottiene una sola sezione 2D del terreno, di conseguenza la copertura dei rilievi risulta generalmente limitata e per correlare tra loro più sezioni sono necessarie inevitabili interpolazioni.

La seconda tipologia di strumenti, dal momento che sono dotati di più antenne emittenti e riceventi, presenta un ingombro maggiore: da una singola scansione si ottengono più sezioni 2D, assai ravvicinate, con una copertura in termini di rilievo maggiore il che comporta una riduzione anche importante degli errori legati all'interpolazione. Dall'elaborazione dei dati radar è possibile ottenere modelli 3D e timeslices (piani di riflettenza radar) a differenti profondità.

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

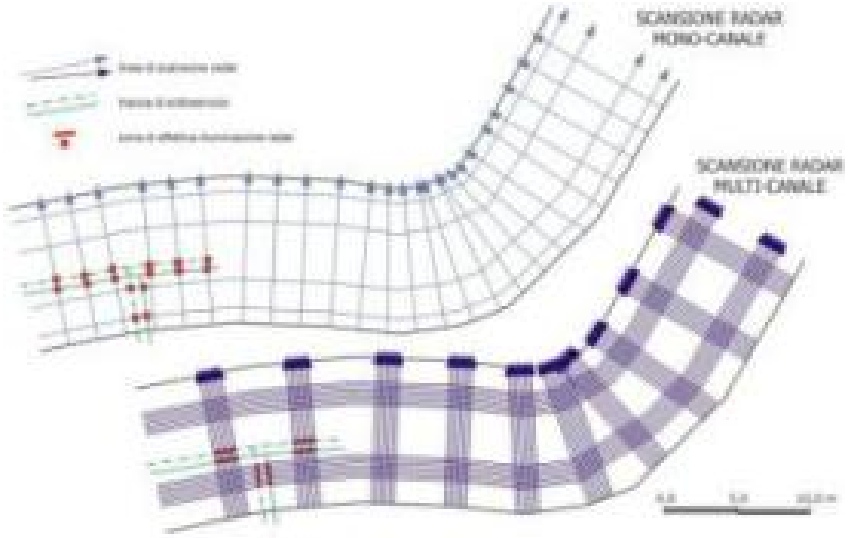


Immagine 9 - Confronto scansione radar mono-canale e multi-canale: notare la maggior copertura che si è in grado di assicurare con il georadar multi antenna.

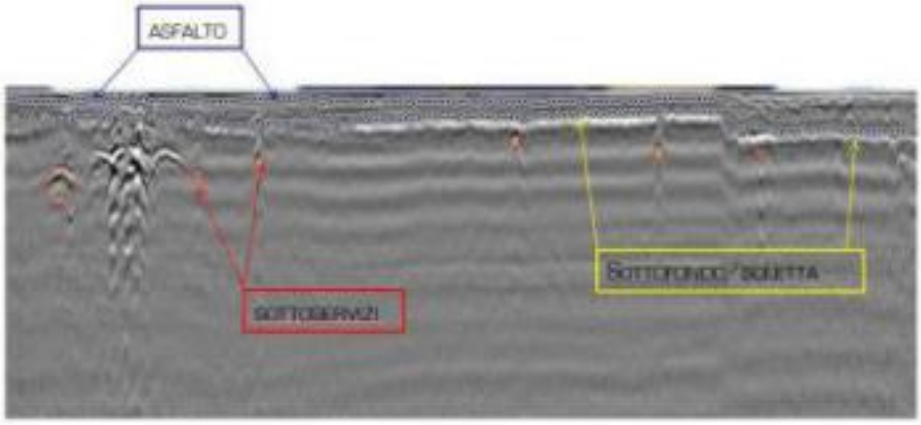


Immagine 10 - Sezione 2D da radar mono-canale.

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

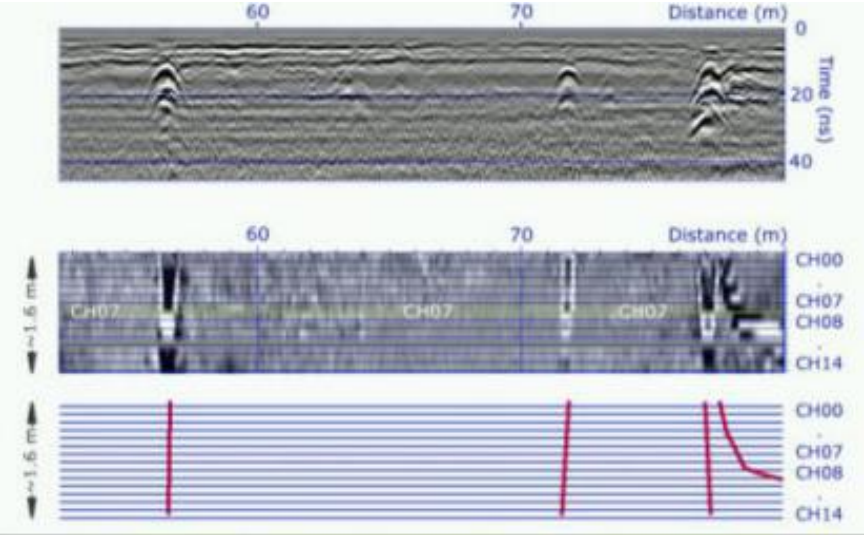


Immagine 11 - Georadar multiantenna: radargramma e planimetria.

Nello specifico per l'esecuzione dei rilievi georadar si è adottato un sistema georadar equipaggiato con un'antenna a medio bassa frequenza (200 Mhz);

Nel caso in esame lo strumento è stato adattato per essere spinto a mano per la conformazione del tracciato e poter mappare la maggior superficie possibile.

L'unità di controllo e il display sono collegati mediante un cavo al trasduttore; i dati vengono visualizzati direttamente sullo schermo LCD a matrice attiva sotto forma di radargrammi a colori e registrati su hard disk interno, per poi essere trasferiti al computer di elaborazione.

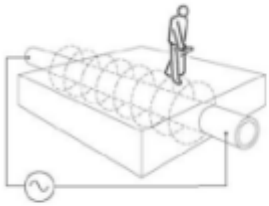
6.2.3 INDAGINI CON RADIOLOCALIZZATORE

Il sistema si compone di un ricevitore nel quale è incorporata una bobina ricevente e di un trasmettitore. Lo strumento rileva le correnti indotte nella bobina ricevente.

Come noto una corrente continua (D.C.) che fluisce attraverso un conduttore determina la formazione di un campo magnetico stazionario che risulta distribuito intorno al conduttore e possiede un forma. Anche una corrente alternata (A.C.) che fluisce attraverso un conduttore determina la formazione di un campo magnetico; il campo ha la medesima forma del precedente ma presenta un'intensità ed una direzione variabile nel tempo. La misura di questo campo è possibile sfruttando il principio dell'induzione EM.

Nello specifico verrà utilizzato il sistema radiolocalizzatore (RD7000 Plus della Radiodetection LTD).

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210



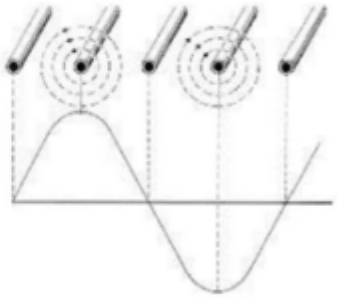


Immagine 12: Rilievo con RD7000 Plus della Radiodetection LTD e schema di funzionamento della strumentazione

6.2.4 RILIEVO TOPOGRAFICO

Tutti gli elementi del rilievo sono stati georeferenziati mediante un rilievo topografico satellitare. Il rilievo satellitare è stato eseguito con strumentazione GNSS Trimble R8s in modalità Real-Time.

I punti-misura sono stati codificati in fase di memorizzazione nello strumento impiegato.

La precisione di questa configurazione di misura non è risultata inferiore ai 8 mm + 1 ppm in planimetria e 15 mm + 2 ppm in quota.

6.3 ANALISI ED ELABORAZIONE DEI DATI

6.3.1 DATI MAGNETICI

I dati magnetici sono stati importati ed elaborati nei software commerciale GEM Link e importati in GIS. In questo modo i dati sono stati sottoposti ai necessari filtraggi e guadagni in modo da renderli leggibili, oltre che ad abbinarli ai dati geometrici di navigazione per ottenere la corretta ubicazione delle anomalie. In questo modo è stata ottenuta una planimetria per isolinee del gradiente dell'area indagata.

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

6.3.2 DATI RADAR

Dall'analisi dei dati radar grezzi, in parte elaborati in sito per tracciare eventuali bersagli target presenti nel sottosuolo, si evince come la tipologia dei suoli superficiali ha limitato la propagazione coerente dell'energia EM che penetra sino ad un massimo di circa 2.00 m dal piano campagna. All'interno di questo strato la risposta dei bersagli, in funzione della capacità di detezione, è decisamente buona soprattutto quando i contrasti di impedenza elettrica sono adeguati.

I dati radar, sono stati importati ed elaborati nei software commerciale GPR-CAD della Macleod & Simmonds ltd.

Ogni singola scansione radar è stata sottoposta ai necessari filtraggi (background removal, vertical bandpass filter etc.) e guadagni in modo da ottenere radar grammi leggibili, successivamente si sono abbinati i dati geometrici di navigazione per ottenere la corretta correlazione tra le anomalie.

Per la trasposizione da tempo a profondità è stata utilizzata la velocità di 0.14 m/ns, che è stata stimata analizzando la curvatura di alcuni iperboloidi di riflessione.

6.3.3 DATI TOPOGRAFICI

Gli elementi del rilievo geofisico sono stati georeferenziati mediante rilievo topografico integrato satellitare-tradizionale con strumentazione Satellitare GNSS in modalità Real-Time dove vi era copertura satellitare e Total Station Robotica negi settori al di sotto delle alberature.

Da un punto di vista metodologico il rilievo è stato effettuato in modalità Real-Time VRS agganciandosi per la correzione differenziale alla rete di stazioni permanenti NETGEO certificata dall'Istituto Geografico Militare. La precisione di questa configurazione di misura non è risultata inferiore ai 8 mm + 1 ppm in planimetria e 15 mm + 2 ppm in quota.

La restituzione e proiezione planimetrica è stata eseguita attraverso il software topografico Trimble Business Center con conversione delle coordinate native WGS 84 in sistema UTM Fuso 32 (WGS84); per quanto riguarda l'altimetria le quote elissoidiche native del sistema GNSS sono state convertite in quote ortometriche s.l.m.m. tramite l'utilizzo del modello geoidico Egm 2008.

6.4 RISULTATI

Le **indagini georadar** effettuate hanno permesso di ottenere un set di informazioni ad altissima risoluzione delle aree indagate; hanno permesso di mappare il primo sottosuolo dell'area di indagine con un'ottima coerenza del segnale fino ad una profondità di circa 2.0 m dal pc.

Il rilievo georadar eseguito, ha consentito di individuare:

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

- tubazioni;
- strutture sepolte (come, per esempio, solette armate, scatolari, binari ferroviari a altro).

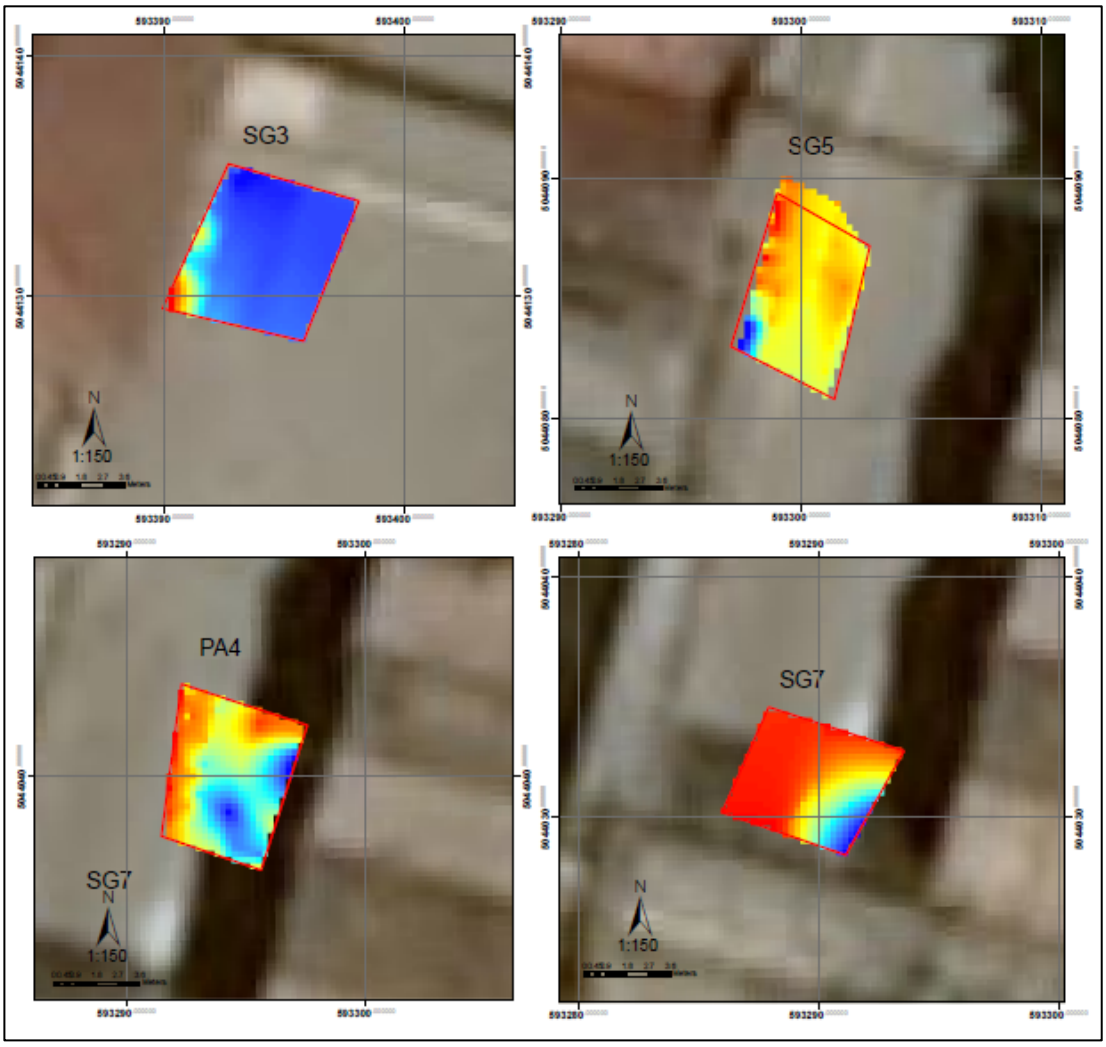


Immagine 13 - Dettaglio di una delle tavole di consegna

Immagine 14 - Legenda degli elementi del rilievo

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

Il **rilievo gradiometrico** ha consentito di ottenere una planimetria di Gradiente/Campo Magnetico Terrestre, che fornisce un'interpretazione semi-quantitativa dell'ubicazione ed estensione di elementi ferromagnetici che possono essere presenti fino a circa 12 m dal piano campagna.

L'analisi e l'interpretazione dei dati gradiometrici, effettuata in sito, è risultata essere molto complessa a causa dell'elevata presenza di oggetti metallici in superficie e nel sottosuolo (cisterne, tubazioni, recinzioni, tombini, strutture sepolte, etc). La presenza di tali strutture potrebbe in qualche modo mascherare la presenza di bersagli target posti o al di sotto di esse o nelle loro immediate vicinanze.

La combinazione delle due tipologie di rilievo ha consentito di individuare la posizione più idonea per l'esecuzione dei 21 sondaggi: tale posizione, nei casi in cui differiva da quella originaria tracciata in campagna dalla Committenza, è stata ritracciata direttamente in sito con uno spray di colore blu.

L'ubicazione idonea alla realizzazione dei 21 punti di sondaggio è stata inoltre indicata al responsabile del sito preposto dalla Committenza che ha seguito le attività di rilievo per tutta la loro durata.

Nelle tavole allegate si riportano le planimetrie magnetiche e l'indicazione delle aree indagate con georadar per tutti i 21 punti di indagine.

Bolzano, 06.11.2018

Il tecnico responsabile dell'indagine geofisica

Dr. Lorenzo Facco

Il tecnico incaricato
Per supporto ad attività di VRB
Dott. Ing. Roberto Ricci Maccarini

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

7 APPENDICE FOTOGRAFICA INDAGINE STRUMENTALE

Foto - Rilievo Georadar con Georadar IDS Stream-X e rilievo con Radiolocalizzatore RD7000+

Foto - Rilievo gradiometrico

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

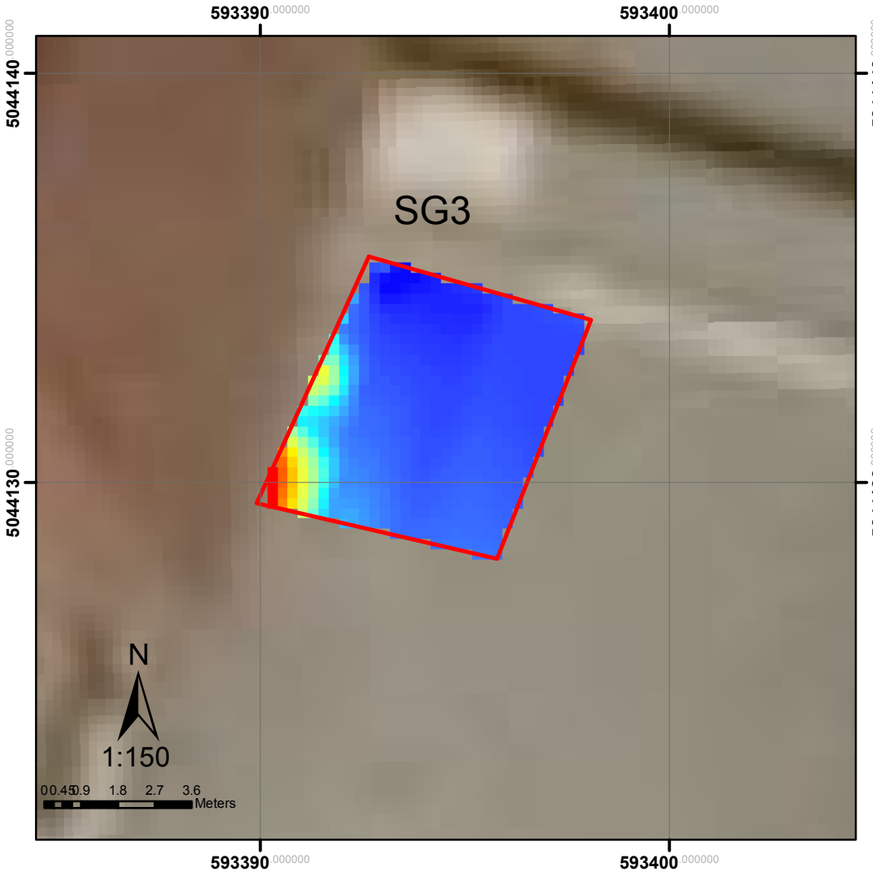
Foto-Rilievo gradiometrico

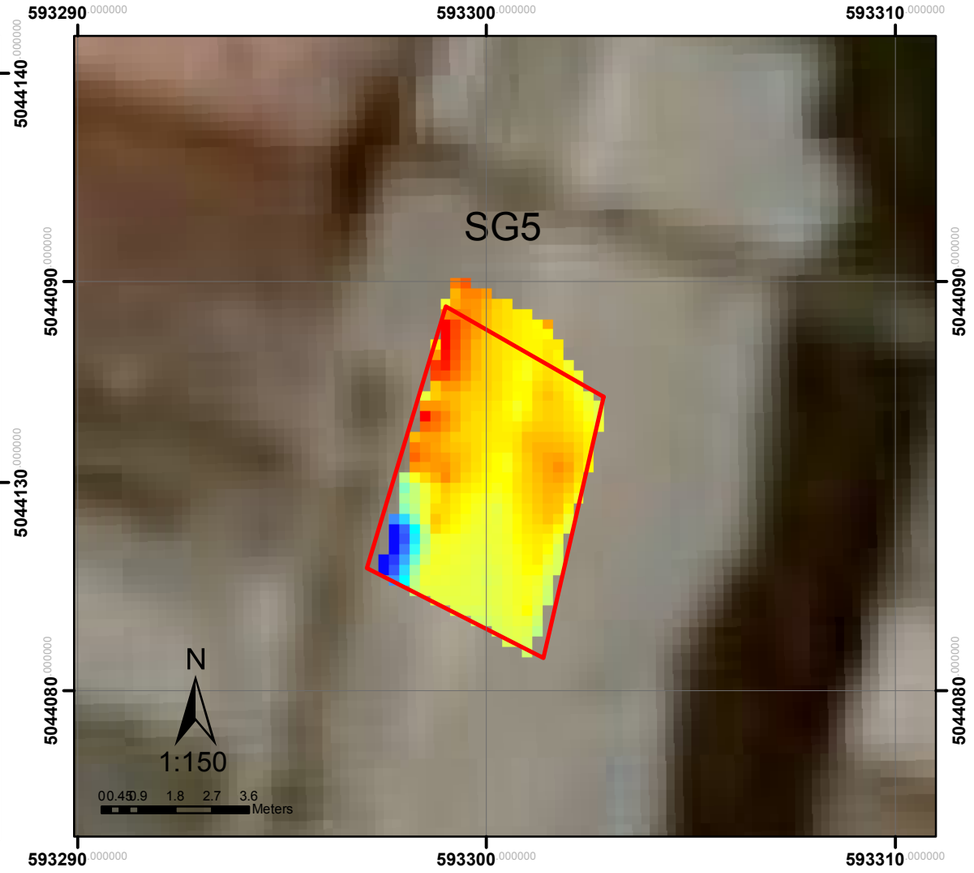
Foto-Ubicazione del punto di sondaggio SG8 (in blu la posizione idonea all'esecuzione del sondaggio)

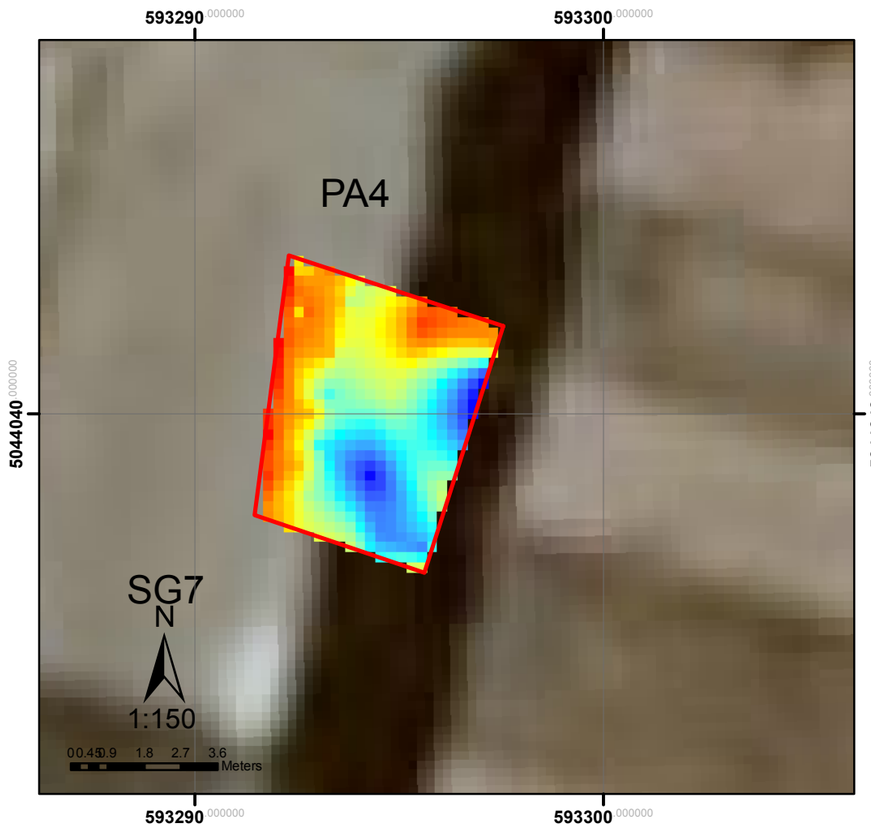
Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210

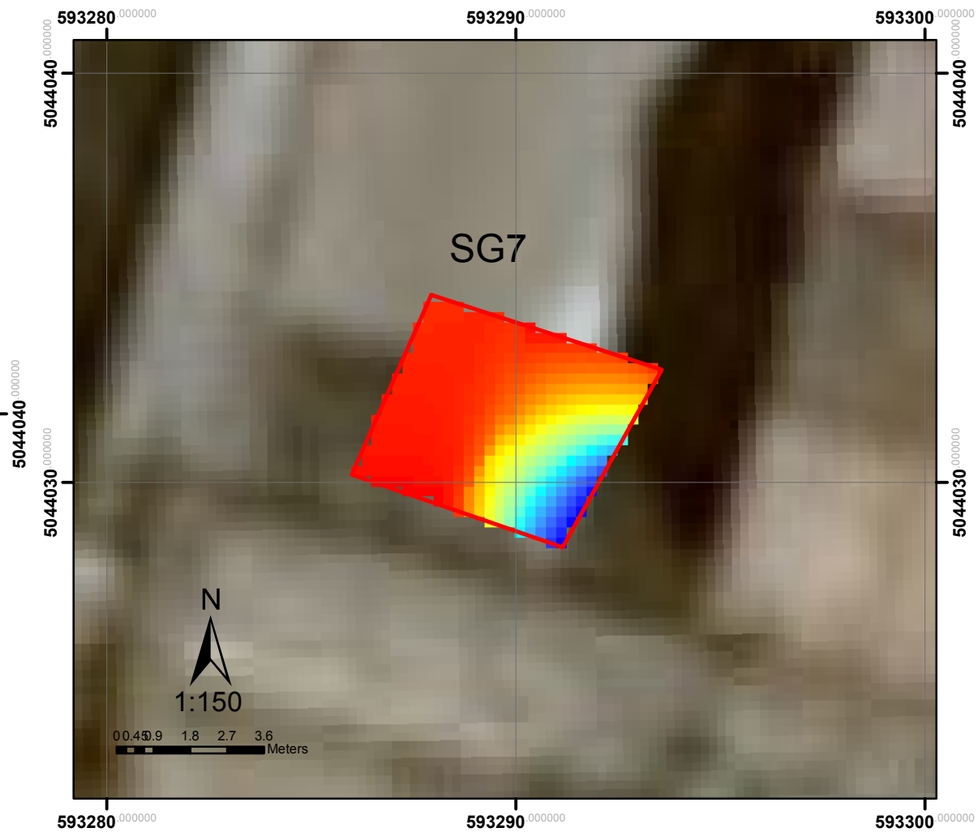
Foto-Anomalie lineari tracciate mediante rilievo georadar e con radiolocalizzatore

Sede legale / Rechtlicher Sitz: Via Marie Curie 17 – I-39100 Bolzano (BZ)
E-mail: consorziostern@gmail.com
P.E.C.: consorziostern@legalmail.it
C.F./P.IVA / St.-Nr./MwSt: 02945340210









SERVIZIO DI RILIEVO GRADIOMETRICO E GEORADAR MULTICANALE

TAV01

PUNTI DI INDAGINE SG3, SG5, PA4,SG7

Esecutori:

Consorzio S.T.E.R.N.
via Marie Curie, 17 – 39100 Bolzano
e-mail: consorziostern@gmail.com
PEC: consorziostern@pec.it
CF/P.IVA 02945340210

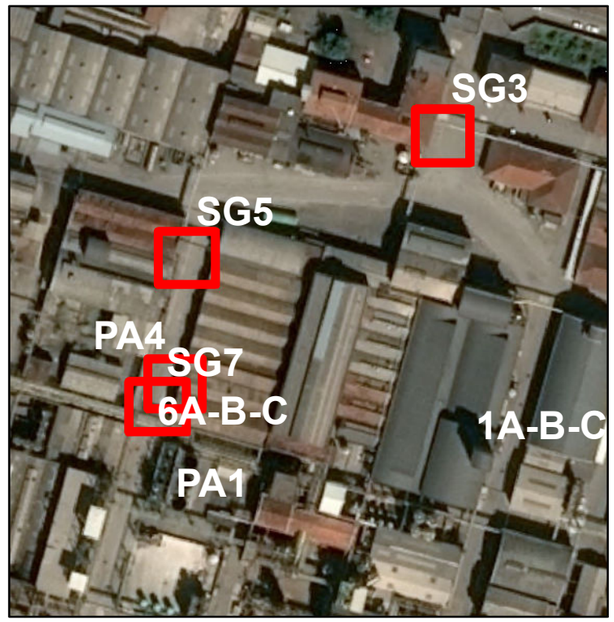
Committente:

AECOM URS Italia S.p.A.
Via Watt, 27 - 20143 Milano
Tel: +39 (02) 4225561
P.IVA 10388820150

Ubicazione: Via Francesco Nullo 8, Brescia

Data: 15 ottobre 2018

ID Commessa: C51418



LEGENDA

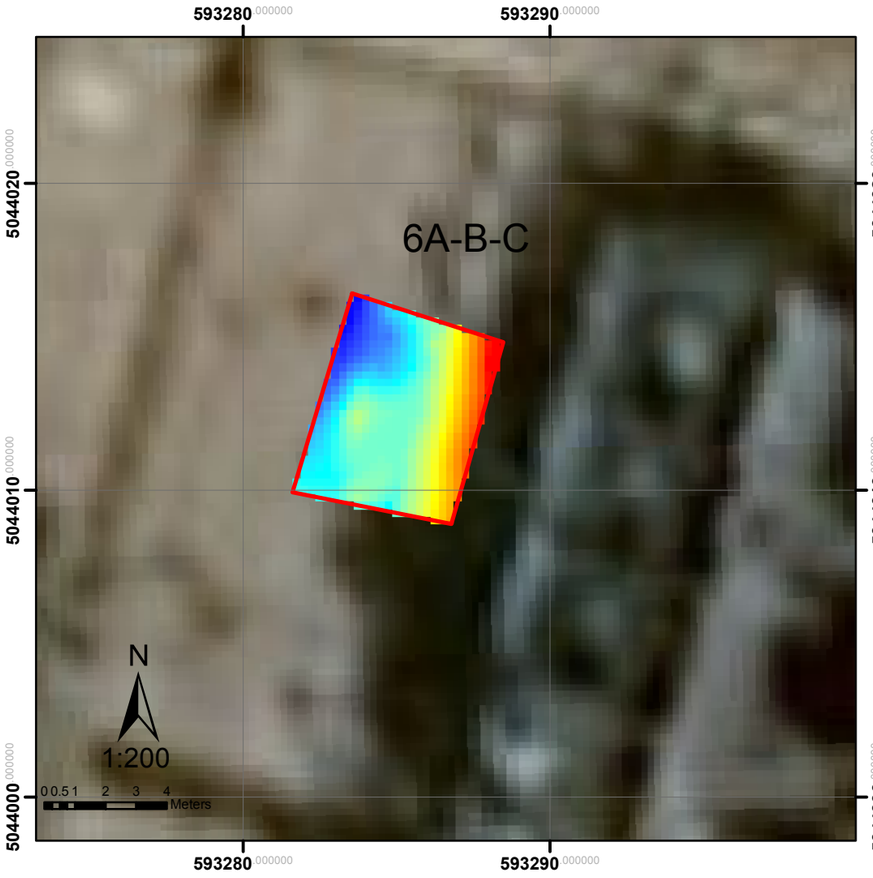
Area_Indagine_Georadar

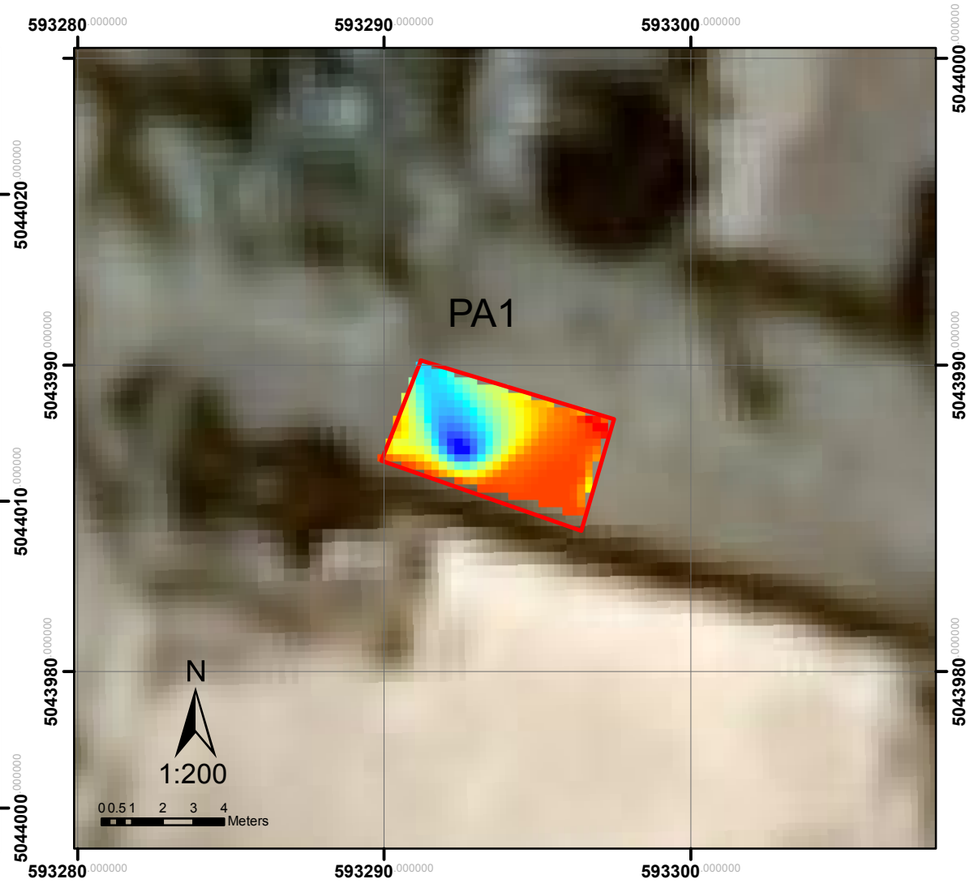
Mappa_gradiometrica

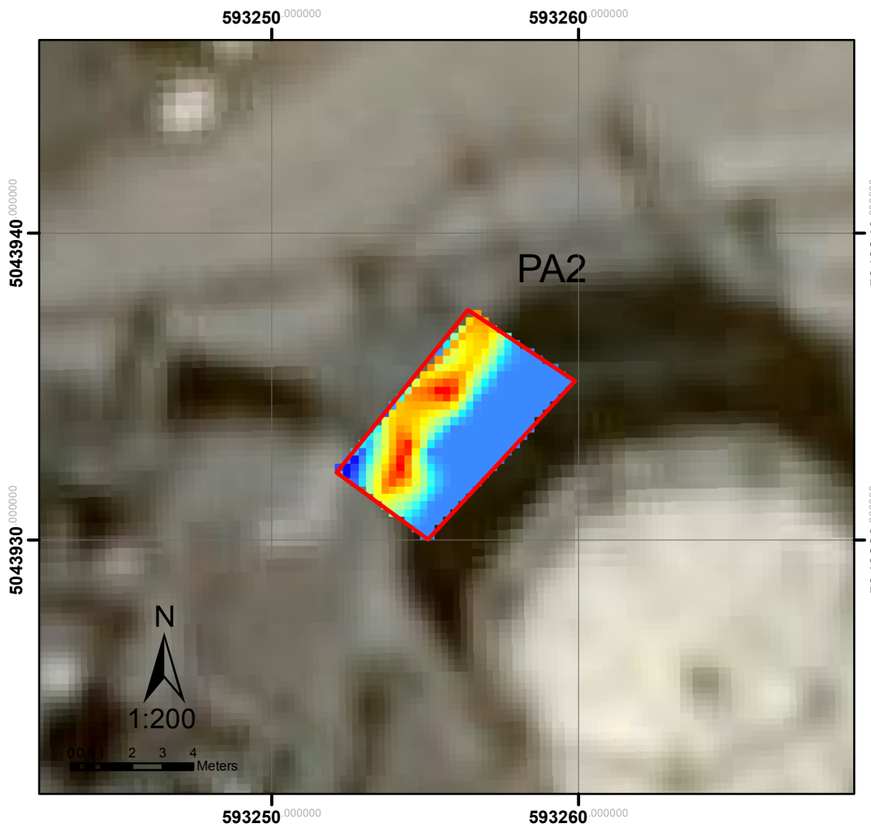
Valori nT/m

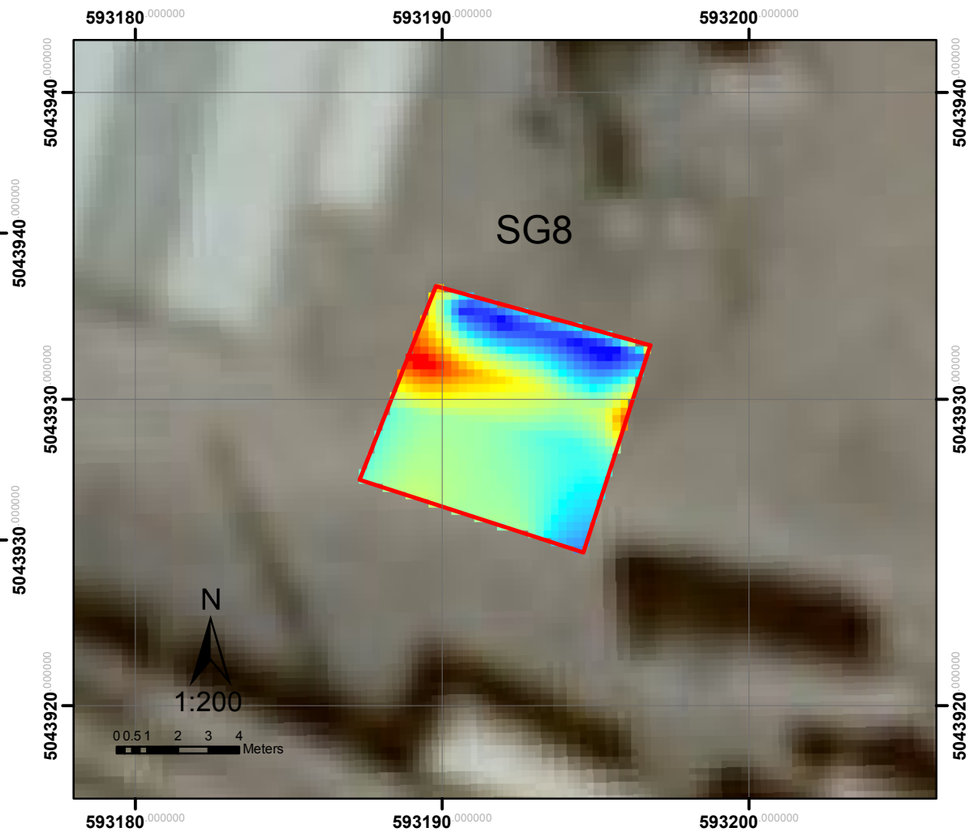
High : 5000

Low : -5000









SERVIZIO DI RILIEVO GRADIOMETRICO E GEORADAR MULTICANALE

TAV02

PUNTI DI INDAGINE 6A-B-C, PA1, PA2, SG8

Esecutori:

Consorzio S.T.E.R.N.
via Marie Curie, 17 – 39100 Bolzano
e-mail: consorziostern@gmail.com
PEC: consorziostern@pec.it
CF/P.IVA 02945340210

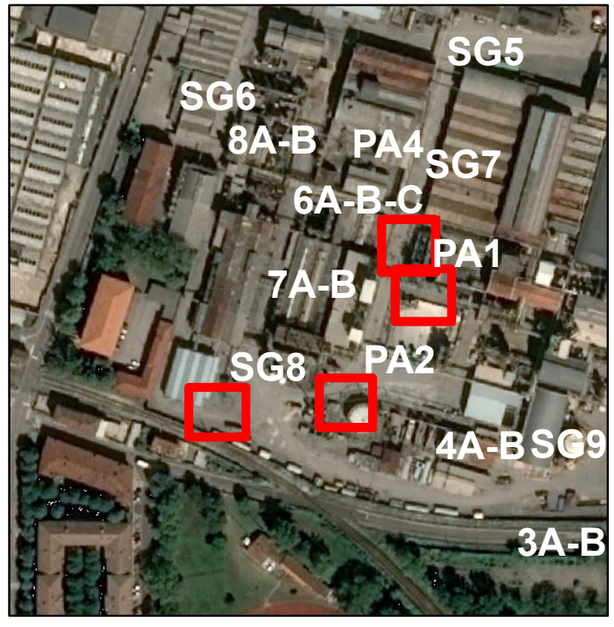
Committente:

AECOM URS Italia S.p.A.
Via Watt, 27 - 20143 Milano
Tel: +39 (02) 4225561
P.IVA 10388820150

Ubicazione: Via Francesco Nullo 8, Brescia

Data: 15 ottobre 2018

ID Commessa: C51418



LEGENDA

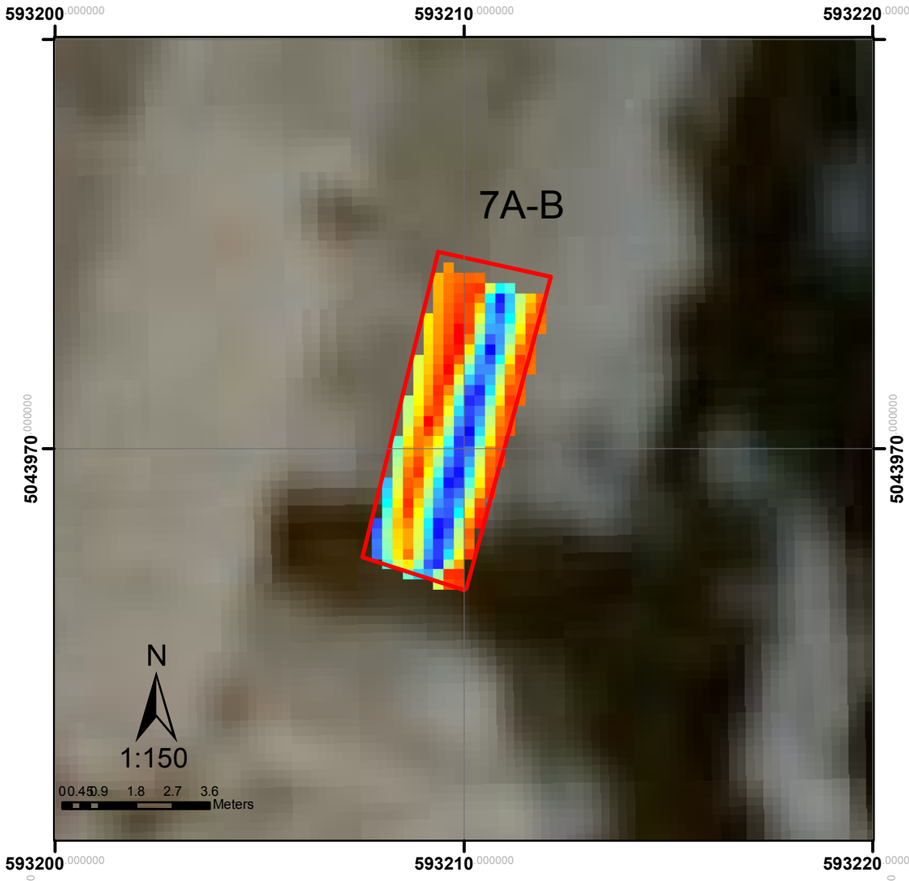
Area_Indagine_Georadar

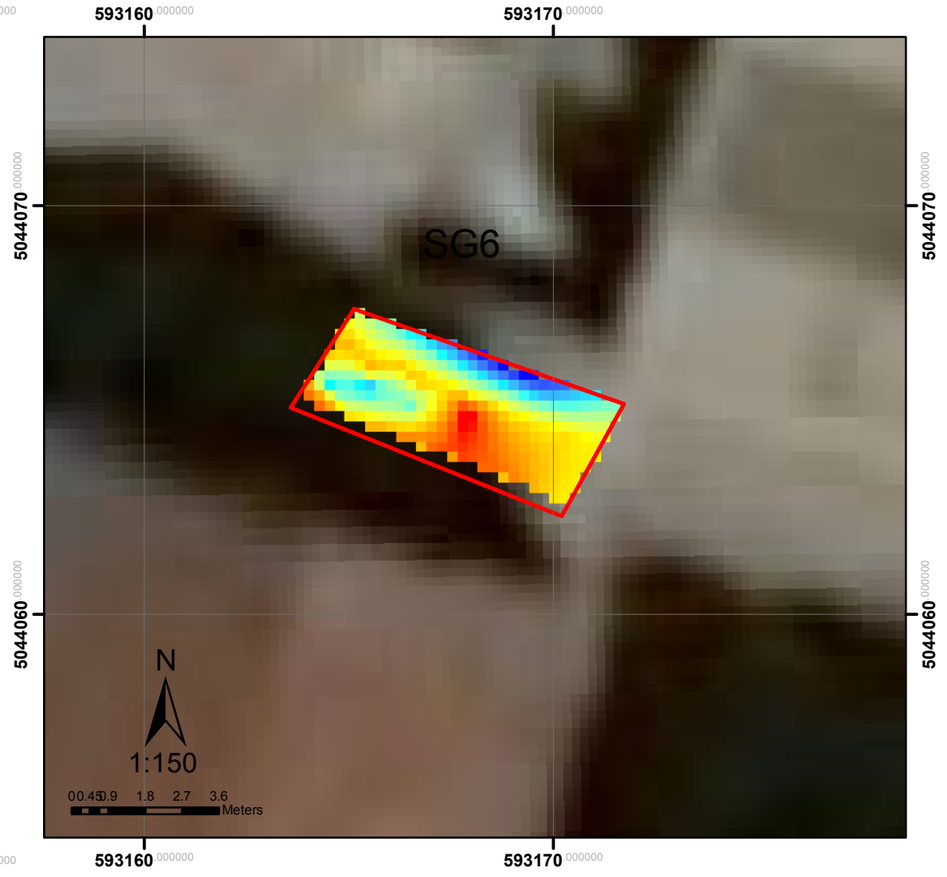
Mappa_gradiometrica

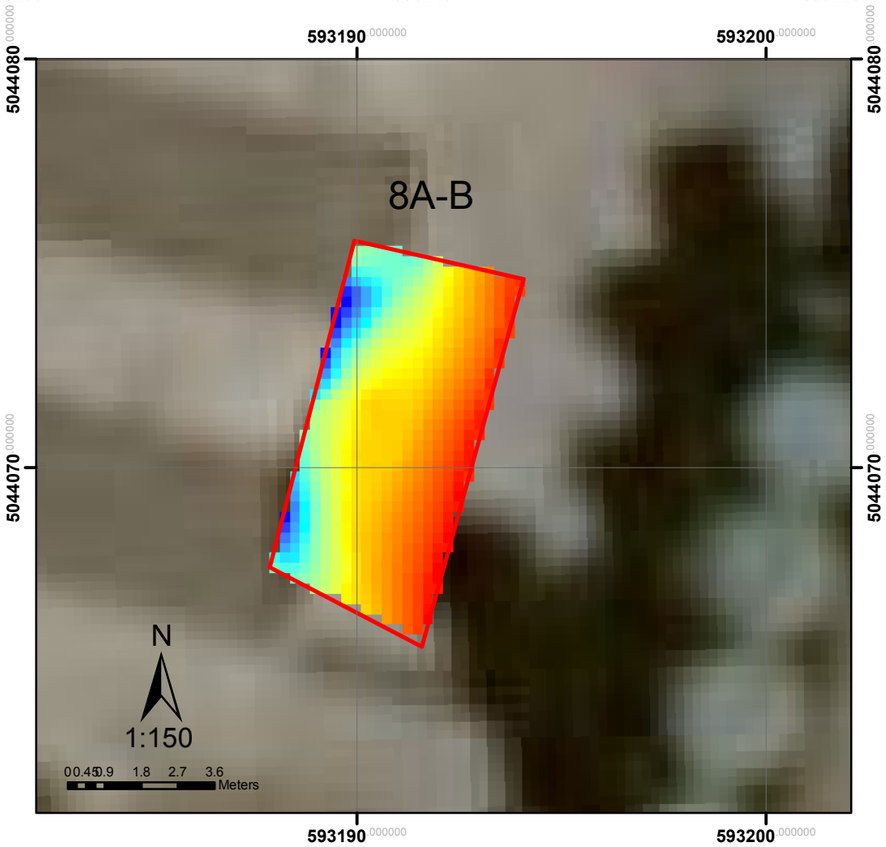
Valori nT/m

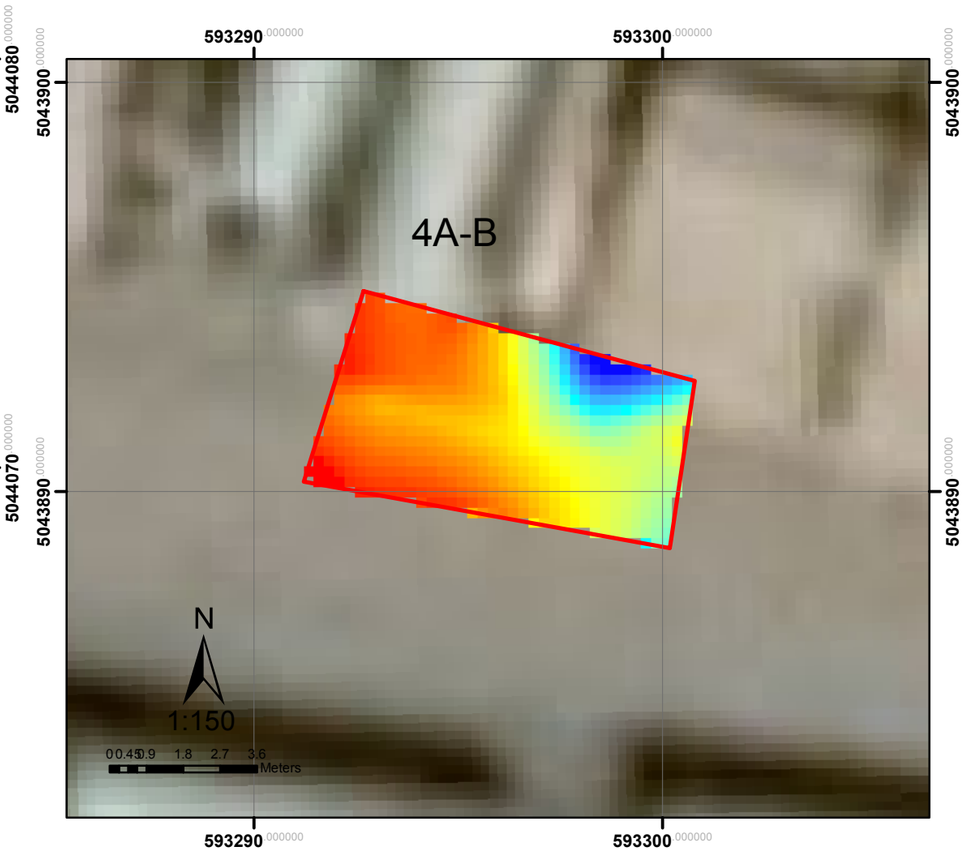
High : 5000

Low : -5000









SERVIZIO DI RILIEVO GRADIOMETRICO E GEORADAR MULTICANALE

TAV03

PUNTI DI INDAGINE 7A-B, SG6, 8A-B, 4A-B

Esecutori:

Consorzio S.T.E.R.N.
via Marie Curie, 17 – 39100 Bolzano
e-mail: consorziostern@gmail.com
PEC: consorziostern@pec.it
CF/P.IVA 02945340210

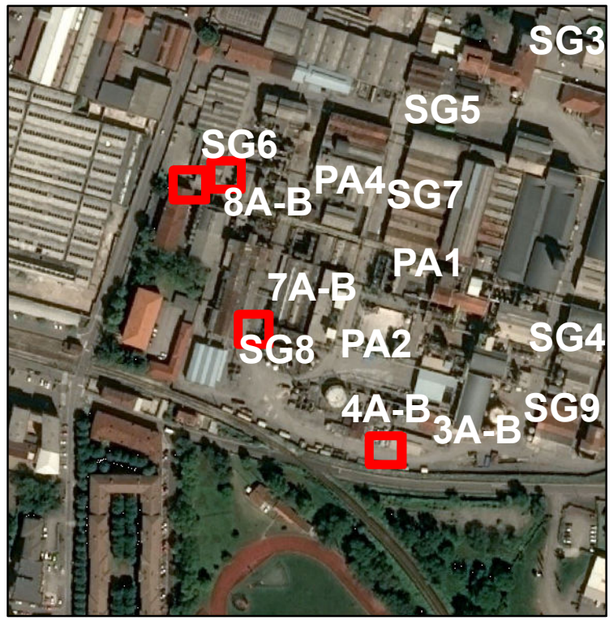
Committente:

AECOM URS Italia S.p.A.
Via Watt, 27 - 20143 Milano
Tel: +39 (02) 4225561
P.IVA 10388820150

Ubicazione: Via Francesco Nullo 8, Brescia

Data: 15 ottobre 2018

ID Commessa: C51418



LEGENDA

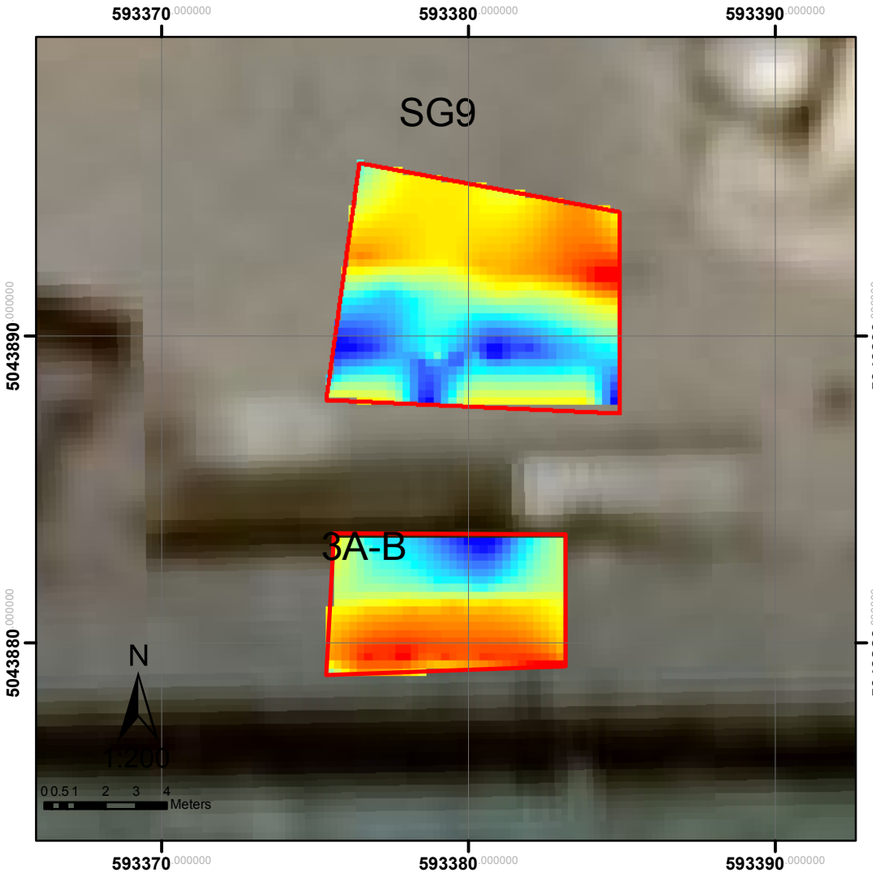
Area_Indagine_Georadar

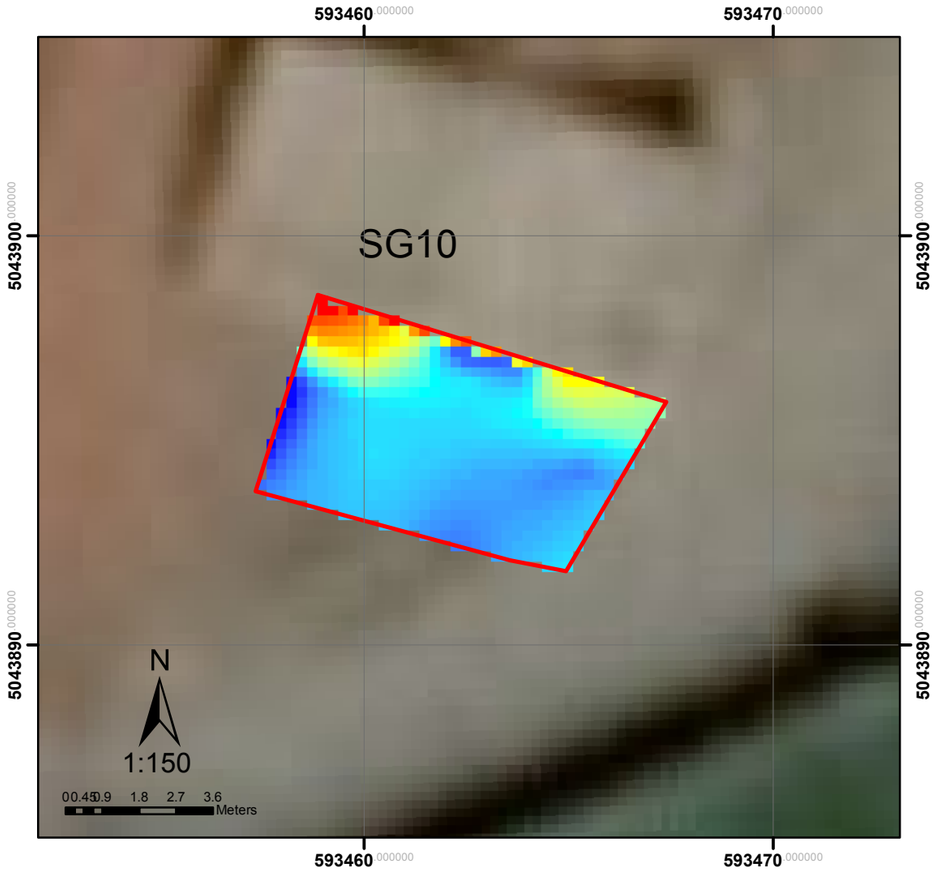
Mappa_gradiometrica

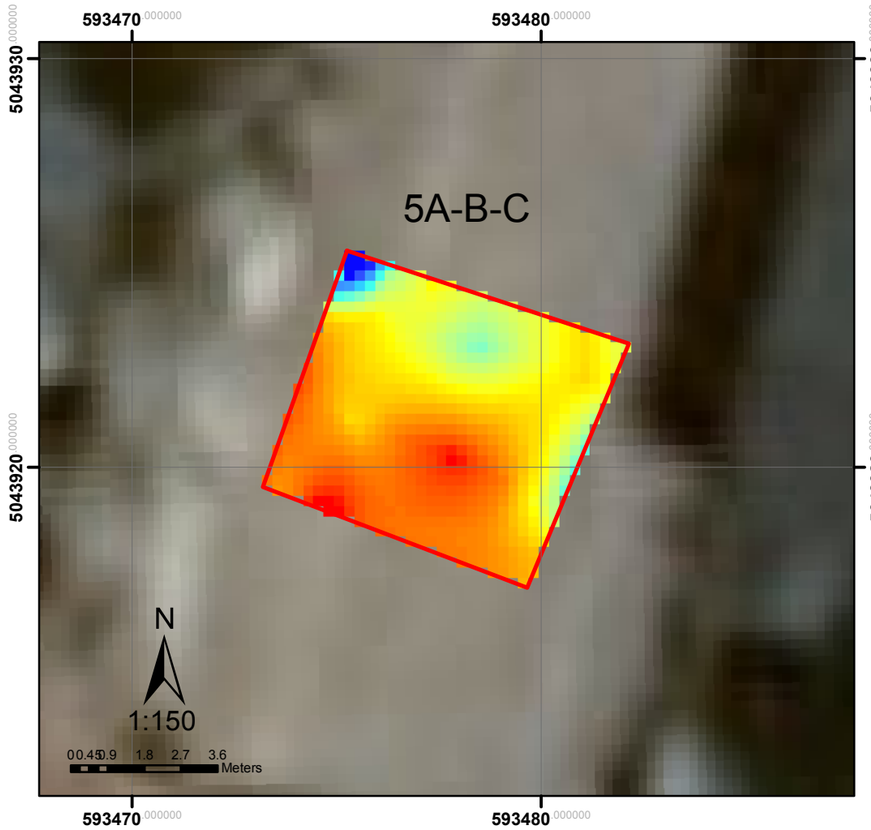
Valori nT/m

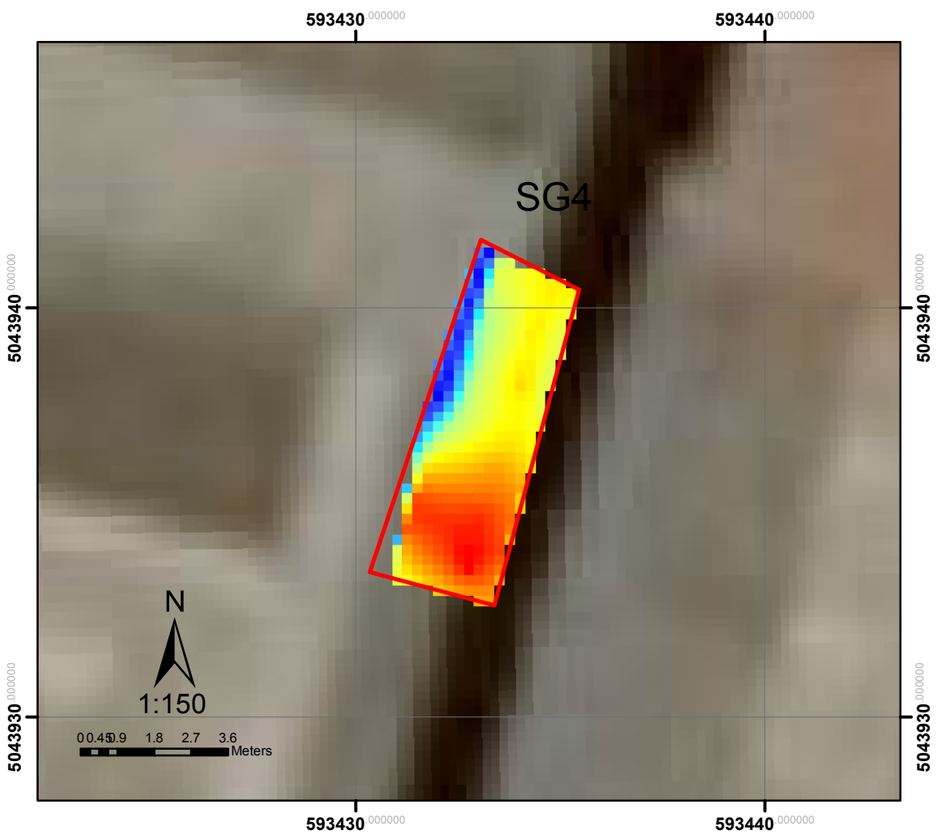
High : 5000

Low : -5000









SERVIZIO DI RILIEVO GRADIOMETRICO E GEORADAR MULTICANALE

TAV04

PUNTI DI INDAGINE 3A-B, SG9, SG10, 5A-B-C, SG4

Esecutori:

Consorzio S.T.E.R.N.
via Marie Curie, 17 – 39100 Bolzano
e-mail: consorziostern@gmail.com
PEC: consorziostern@pec.it
CF/P.IVA 02945340210

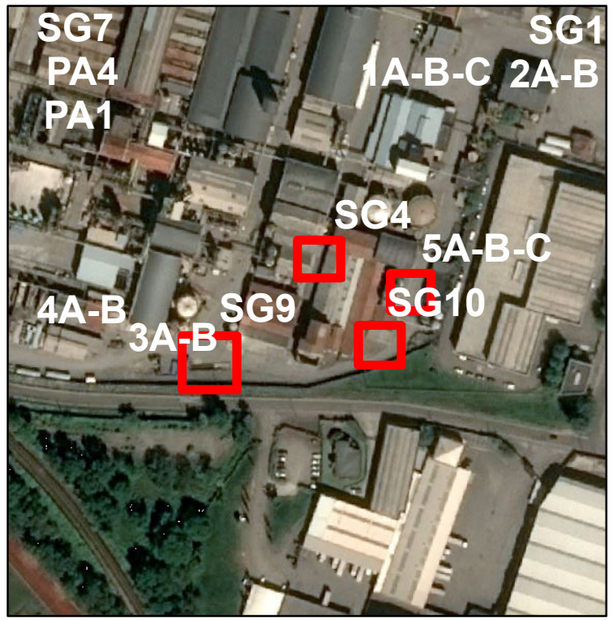
Committente:

AECOM URS Italia S.p.A.
Via Watt, 27 - 20143 Milano
Tel: +39 (02) 4225561
P.IVA 10388820150

Ubicazione: Via Francesco Nullo 8, Brescia

Data: 15 ottobre 2018

ID Commessa: C51418



LEGENDA

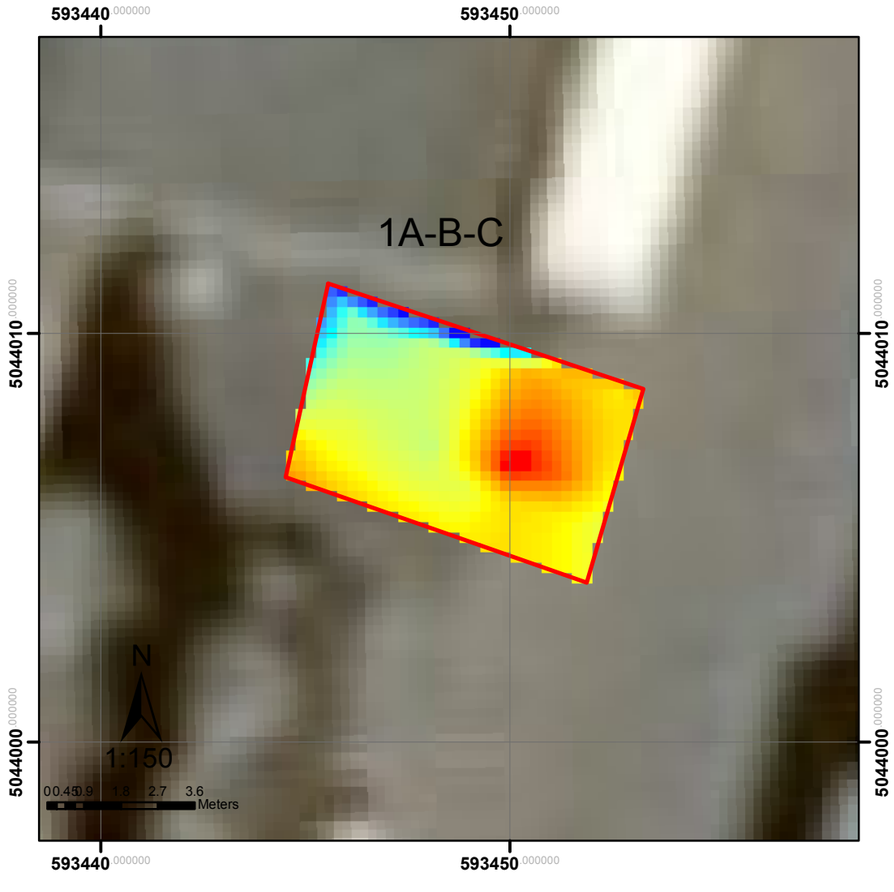
Area_Indagine_Georadar

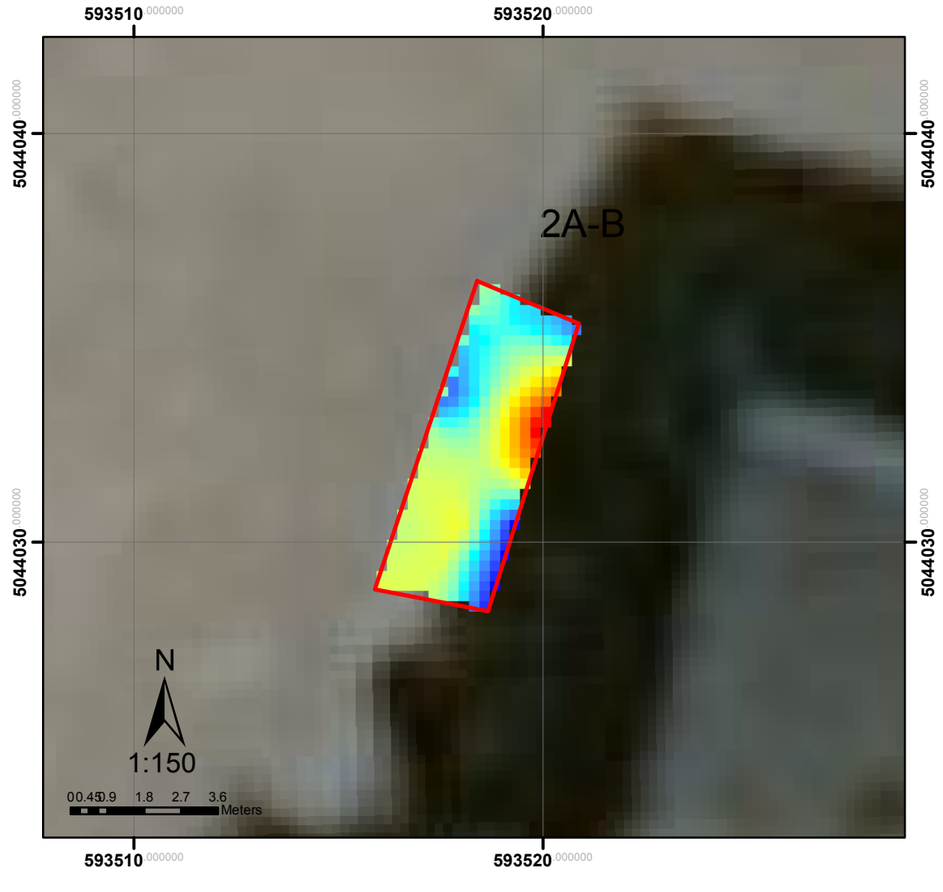
Mappa_gradiometrica

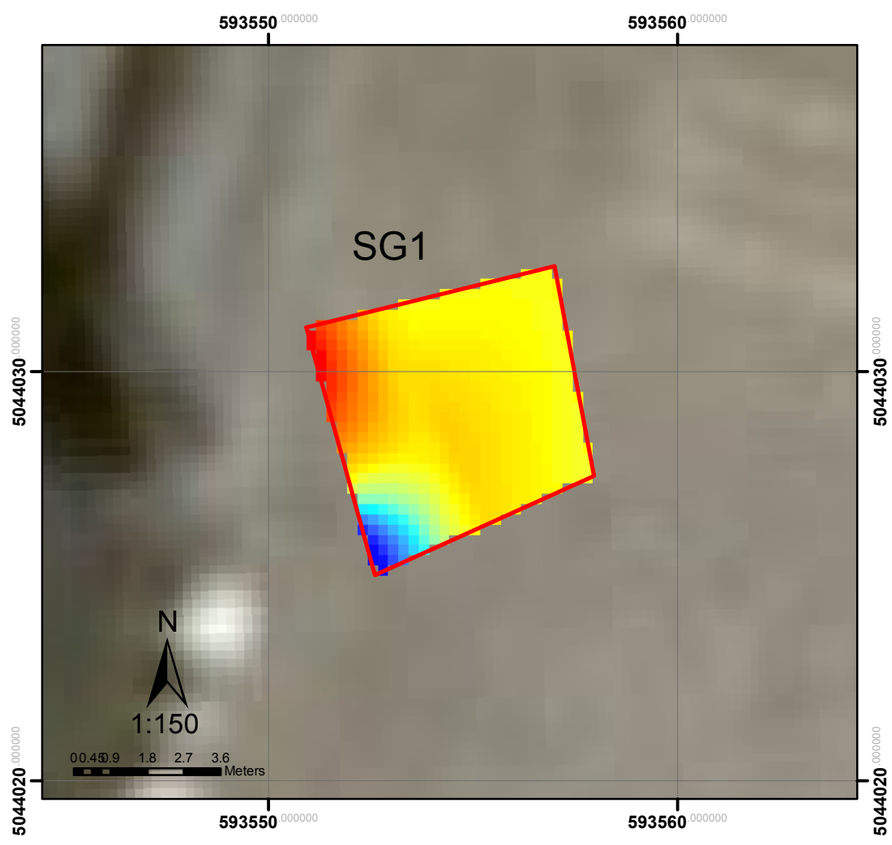
Valori nT/m

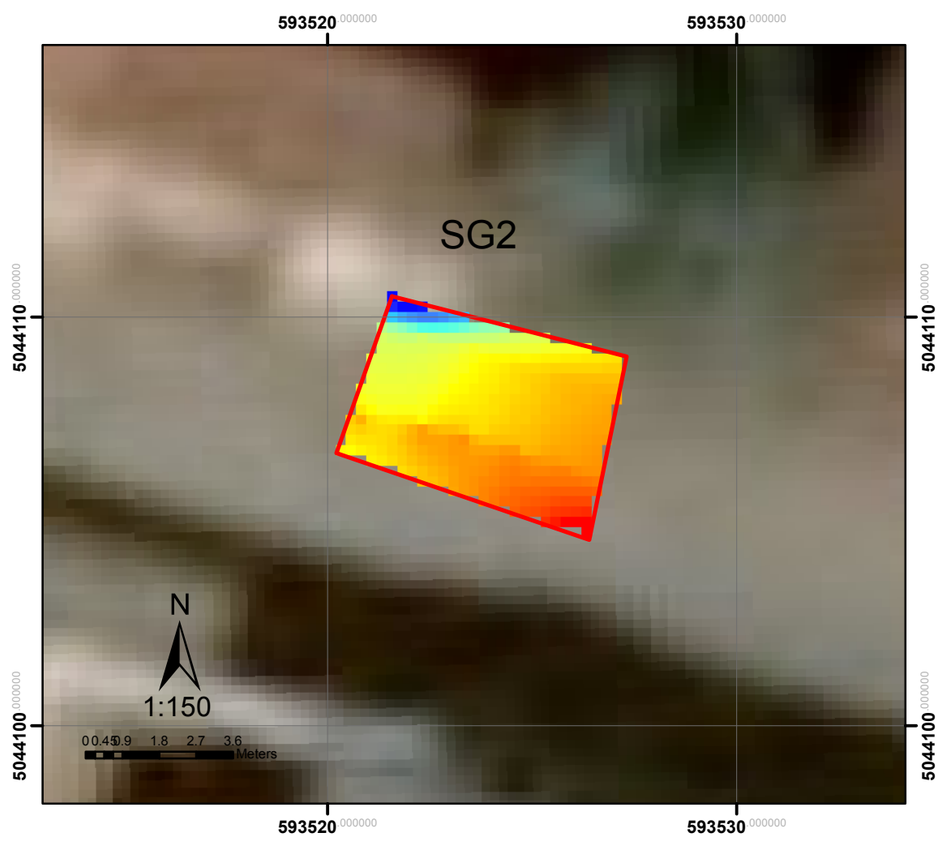
High : 5000

Low : -5000









SERVIZIO DI RILIEVO GRADIOMETRICO E GEORADAR MULTICANALE

TAV05

PUNTI DI INDAGINE 1A-B-C, 2A-B, SG1, SG2

Esecutori:

Consorzio S.T.E.R.N.
via Marie Curie, 17 – 39100 Bolzano
e-mail: consorziostern@gmail.com
PEC: consorziostern@pec.it
CF/P.IVA 02945340210

Committente:

AECOM URS Italia S.p.A.
Via Watt, 27 - 20143 Milano
Tel: +39 (02) 4225561
P.IVA 10388820150

Ubicazione: Via Francesco Nullo 8, Brescia

Data: 15 ottobre 2018

ID Commessa: C51418

LEGENDA

Area_Indagine_Georadar

Mappa_gradiometrica

Valori nT/m

High : 5000

Low : -5000

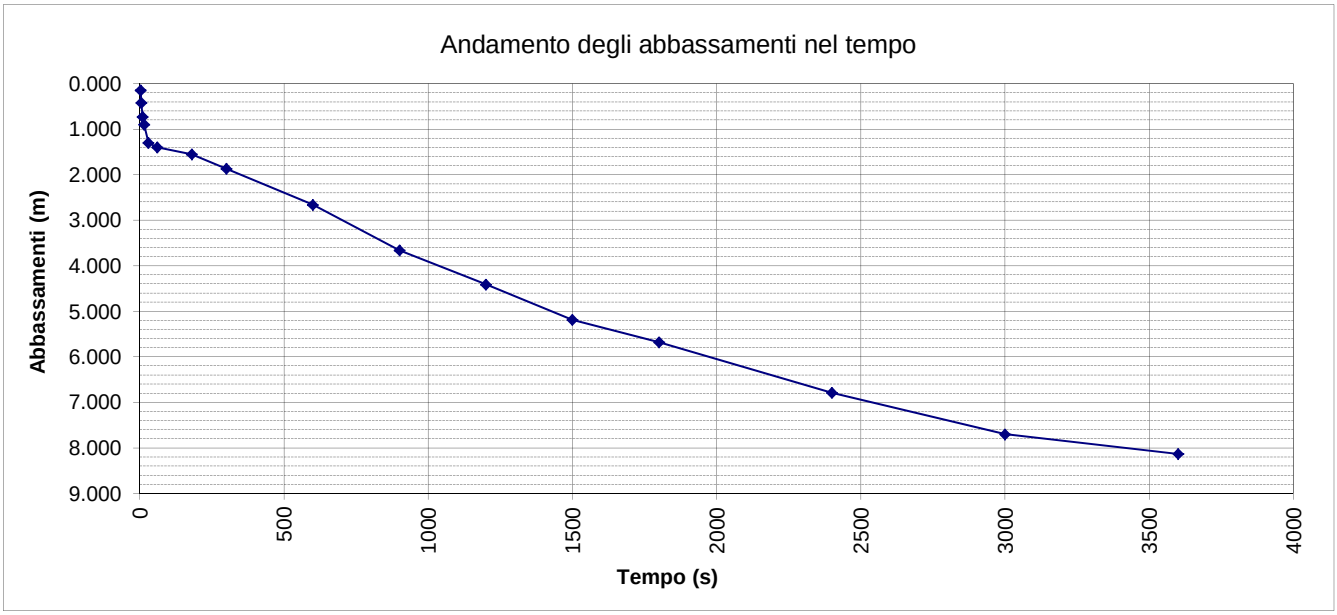
Allegato 5

Prova idrogeologica tipo Lefranc a carico variabile

Cliente:	**CAFFARO Brescia**
Ubicazione:	**Via Francesco Nullo 8**
Data:	**18/01/19**

Dati di input

Nome :	**MW1-80**
Profondità foro (m) =	**29.3**
Sogg. Statica (m) =	**29.0**
Altezza tasca (m) =	**0.3**
Carico iniziale (m) =	**29.6**
Raggio rivestimento (m) =	**0.0655**
Area rivestimento (m^2) =	**0.0135**
Fattore forma (m)=	**1.00**
Conducibilità idraulica K (m/s)	**1.3E-06**



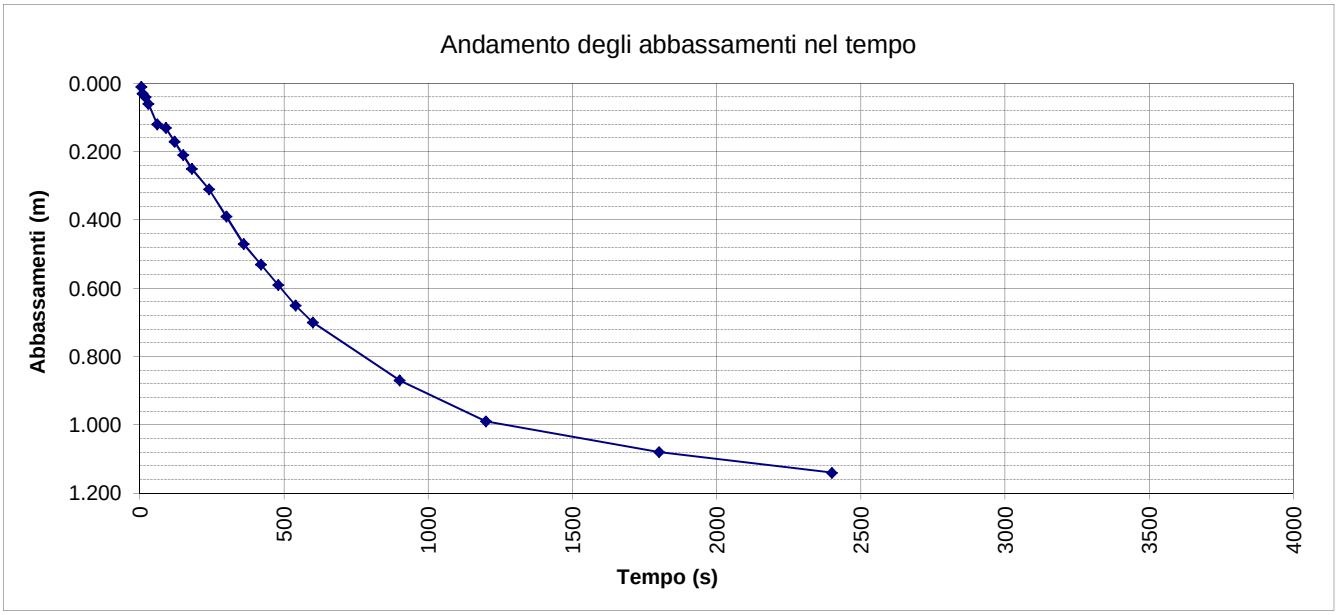
Dati di campo			
Tempo (sec)	**Abbassamento (m)**	**Carico imposto (m)**	**h1/h2**
0	**0**	**29.6**	**-**
3	0.150	29.450	1.005
5	0.420	29.180	1.009
10	0.730	28.870	1.011
15	0.900	28.700	1.006
30	1.300	28.300	1.014
60	1.400	28.200	1.004
180	1.550	28.050	1.005
300	1.870	27.730	1.012
600	2.660	26.940	1.029
900	3.660	25.940	1.039
1200	4.410	25.190	1.030
1500	5.190	24.410	1.032
1800	5.680	23.920	1.020
2400	6.790	22.810	1.049
3000	7.700	21.900	1.042
3600	8.130	21.470	1.020

Prova idrogeologica tipo Lefranc a carico variabile

Cliente:	**CAFFARO Brescia**
Ubicazione:	**Via Francesconi Nullo 8**
Data:	**21/01/19**

Dati di input

Nome :	**MW1-80**
Profondità foro (m) =	**43.3**
Sogg. Statica (m) =	**29.0**
Altezza tasca (m) =	**0.3**
Carico iniziale (m) =	**43.6**
Raggio rivestimento (m) =	**0.0655**
Area rivestimento (m^2) =	**0.0135**
Fattore forma (m)=	**1.00**
Conducibilità idraulica K (m/s)	**3.6E-07**



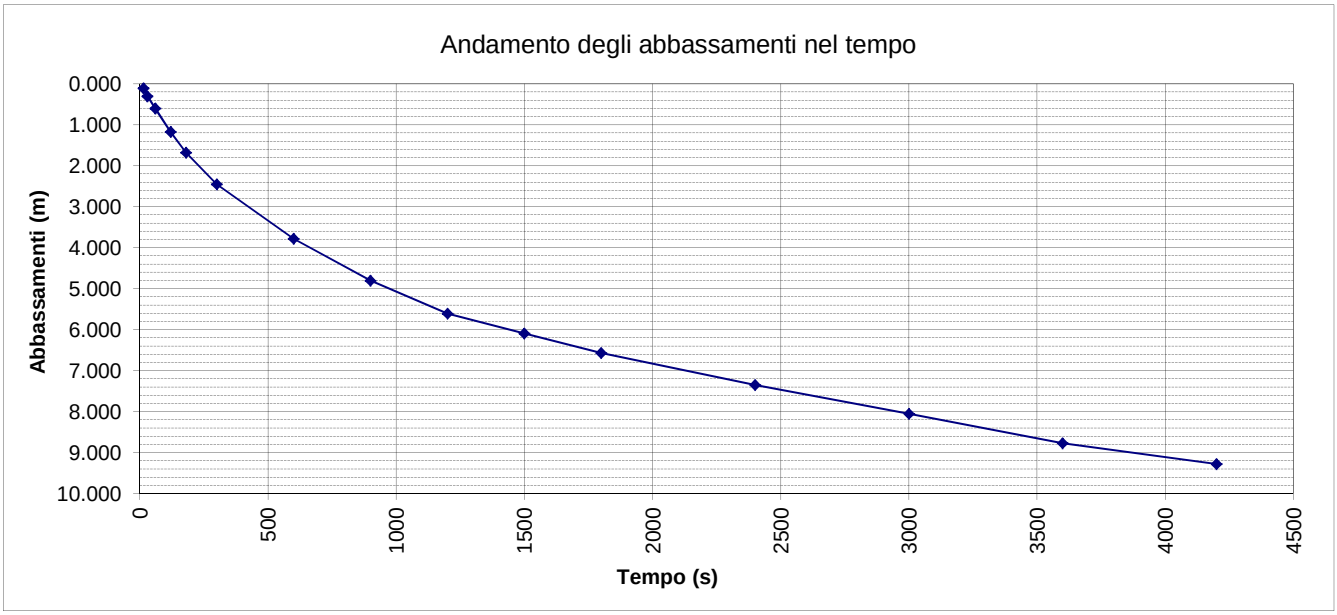
Dati di campo			
Tempo (sec)	**Abbassamento (m)**	**Carico imposto (m)**	**h1/h2**
0	**0**	**43.6**	**-**
5	0.010	43.590	1.000
10	0.030	43.570	1.000
20	0.040	43.560	1.000
30	0.060	43.540	1.000
60	0.120	43.480	1.001
90	0.130	43.470	1.000
120	0.170	43.430	1.001
150	0.210	43.390	1.001
180	0.250	43.350	1.001
240	0.310	43.290	1.001
300	0.390	43.210	1.002
360	0.470	43.130	1.002
420	0.530	43.070	1.001
480	0.590	43.010	1.001
540	0.650	42.950	1.001
600	0.700	42.900	1.001
900	0.870	42.730	1.004
1200	0.990	42.610	1.003
1800	1.080	42.520	1.002
2400	1.140	42.460	1.001

Prova idrogeologica tipo Lefranc a carico variabile

Cliente:	**CAFFARO Brescia**
Ubicazione:	**Via Francesco Nullo 8**
Data:	**04/01/19**

Dati di input

Nome :	**MW2-80**
Profondità foro (m) =	**31.0**
Sogg. Statica (m) =	**28.5**
Altezza tasca (m) =	**0.5**
Carico iniziale (m) =	**31.1**
Raggio rivestimento (m) =	**0.0655**
Area rivestimento (m^2) =	**0.0135**
Fattore forma (m)=	**1.00**
Conducibilità idraulica K (m/s)	**2.0E-06**



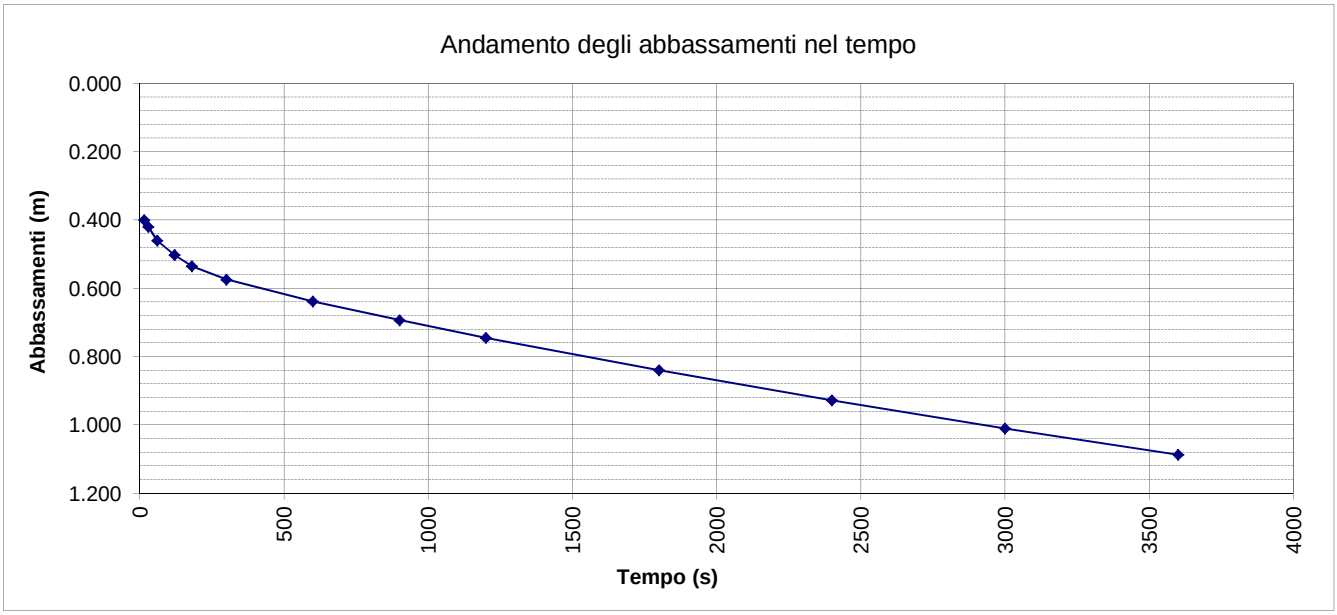
Dati di campo			
Tempo (sec)	**Abbassamento (m)**	**Carico imposto (m)**	**h1/h2**
0	**0**	**31.1**	**-**
15	0.110	30.990	1.004
30	0.300	30.800	1.006
60	0.600	30.500	1.010
120	1.170	29.930	1.019
180	1.680	29.420	1.017
300	2.450	28.650	1.027
600	3.780	27.320	1.049
900	4.800	26.300	1.039
1200	5.610	25.490	1.032
1500	6.090	25.010	1.019
1800	6.570	24.530	1.020
2400	7.350	23.750	1.033
3000	8.050	23.050	1.030
3600	8.770	22.330	1.032
4200	9.280	21.820	1.023

Prova idrogeologica tipo Lefranc a carico variabile

Cliente:	**CAFFARO Brescia**
Ubicazione:	**Via Francesco Nullo 8**
Data:	**09/01/19**

Dati di input

Nome :	**MW2-80**
Profondità foro (m) =	**43.5**
Sogg. Statica (m) =	**28.5**
Altezza tasca (m) =	**0.5**
Carico iniziale (m) =	**43.6**
Raggio rivestimento (m) =	**0.0655**
Area rivestimento (m^2) =	**0.0135**
Fattore forma (m)=	**1.00**
Conducibilità idraulica K (m/s)	**2.3E-07**



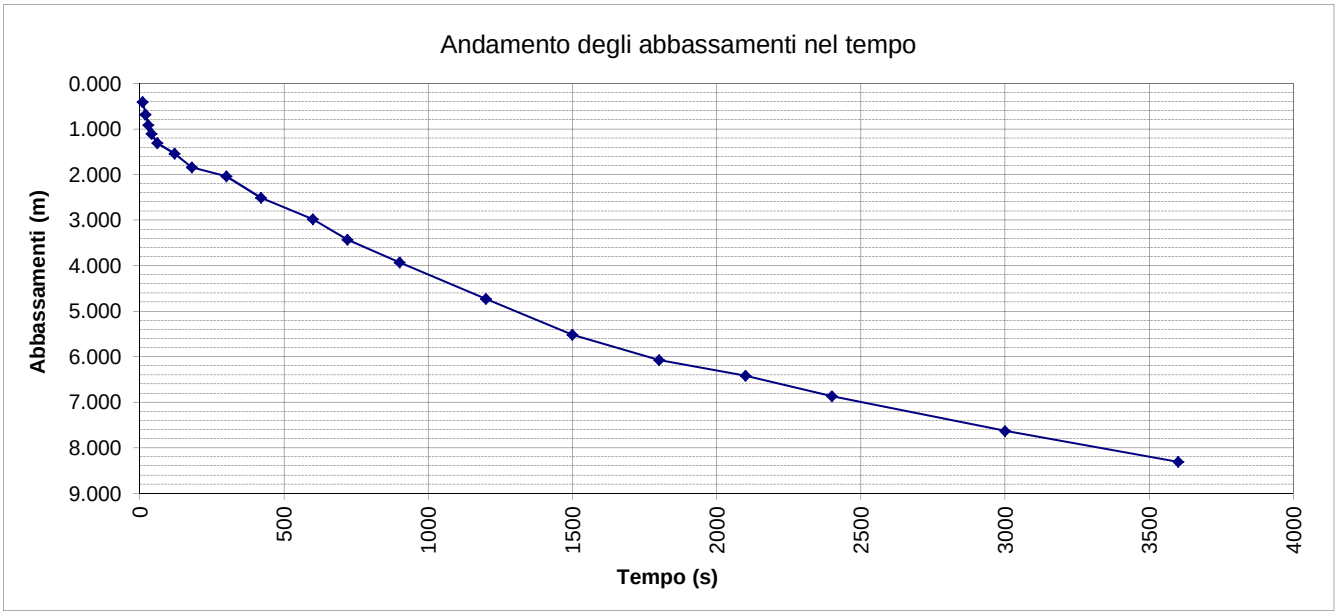
Dati di campo			
Tempo (sec)	**Abbassamento (m)**	**Carico imposto (m)**	**h1/h2**
0	**0**	**43.6**	**-**
15	0.400	43.200	1.009
30	0.420	43.180	1.000
60	0.460	43.140	1.001
120	0.502	43.098	1.001
180	0.535	43.065	1.001
300	0.574	43.026	1.001
600	0.638	42.962	1.001
900	0.693	42.907	1.001
1200	0.745	42.855	1.001
1800	0.840	42.760	1.002
2400	0.928	42.672	1.002
3000	1.010	42.590	1.002
3600	1.087	42.513	1.002

Prova idrogeologica tipo Lefranc a carico variabile

Cliente:	**CAFFARO Brescia**
Ubicazione:	**Via Francesco Nullo 8**
Data:	**29/01/19**

Dati di input

Nome :	**MW3-80**
Profondità foro (m) =	**31.5**
Sogg. Statica (m) =	**29.0**
Altezza tasca (m) =	**0.5**
Carico iniziale (m) =	**31.6**
Raggio rivestimento (m) =	**0.0655**
Area rivestimento (m^2) =	**0.0135**
Fattore forma (m)=	**1.00**
Conducibilità idraulica K (m/s)	**1.5E-06**



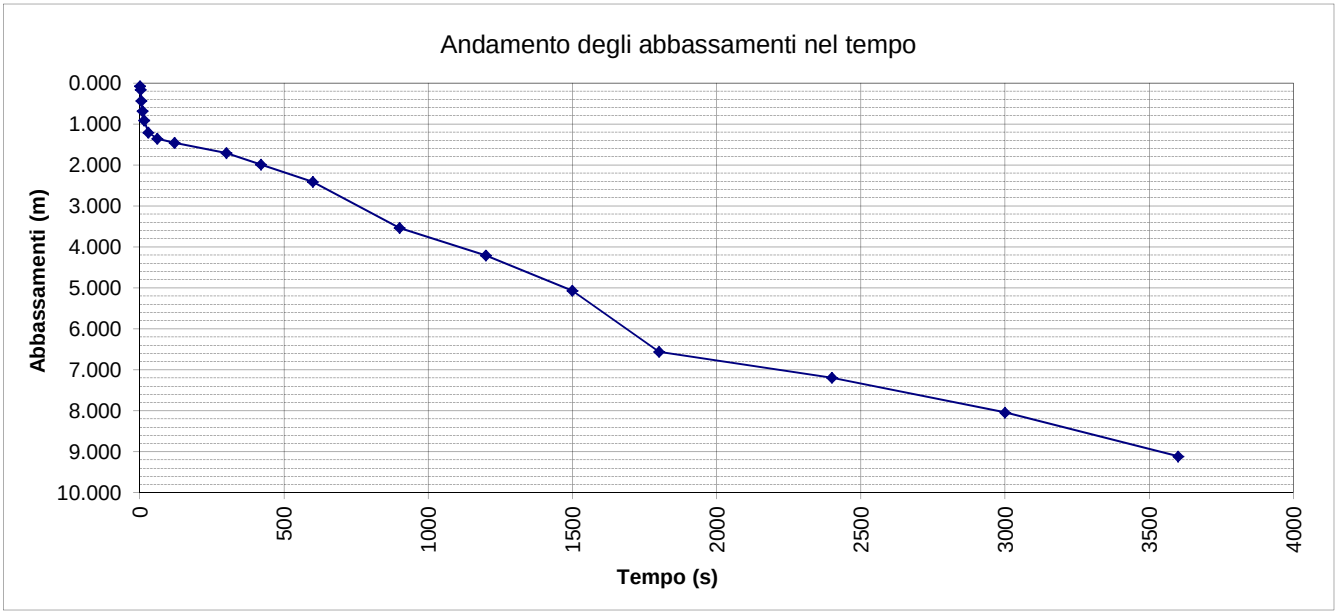
Dati di campo			
Tempo (sec)	**Abbassamento (m)**	**Carico imposto (m)**	**h1/h2**
0	**0**	**31.6**	**-**
10	0.410	31.190	1.013
20	0.680	30.920	1.009
30	0.910	30.690	1.007
40	1.100	30.500	1.006
60	1.310	30.290	1.007
120	1.540	30.060	1.008
180	1.840	29.760	1.010
300	2.040	29.560	1.007
420	2.510	29.090	1.016
600	2.980	28.620	1.016
720	3.430	28.170	1.016
900	3.930	27.670	1.018
1200	4.730	26.870	1.030
1500	5.520	26.080	1.030
1800	6.070	25.530	1.022
2100	6.420	25.180	1.014
2400	6.870	24.730	1.018
3000	7.630	23.970	1.032
3600	8.310	23.290	1.029

Prova idrogeologica tipo Lefranc a carico variabile

Cliente:	**CAFFARO Brescia**
Ubicazione:	**Via Francesco Nullo 8**
Data:	**29/01/19**

Dati di input

Nome :	**MW4-80**
Profondità foro (m) =	**31.0**
Sogg. Statica (m) =	**29.0**
Altezza tasca (m) =	**0.5**
Carico iniziale (m) =	**31.6**
Raggio rivestimento (m) =	**0.0655**
Area rivestimento (m^2) =	**0.0135**
Fattore forma (m)=	**1.00**
Conducibilità idraulica K (m/s)	**1.2E-06**



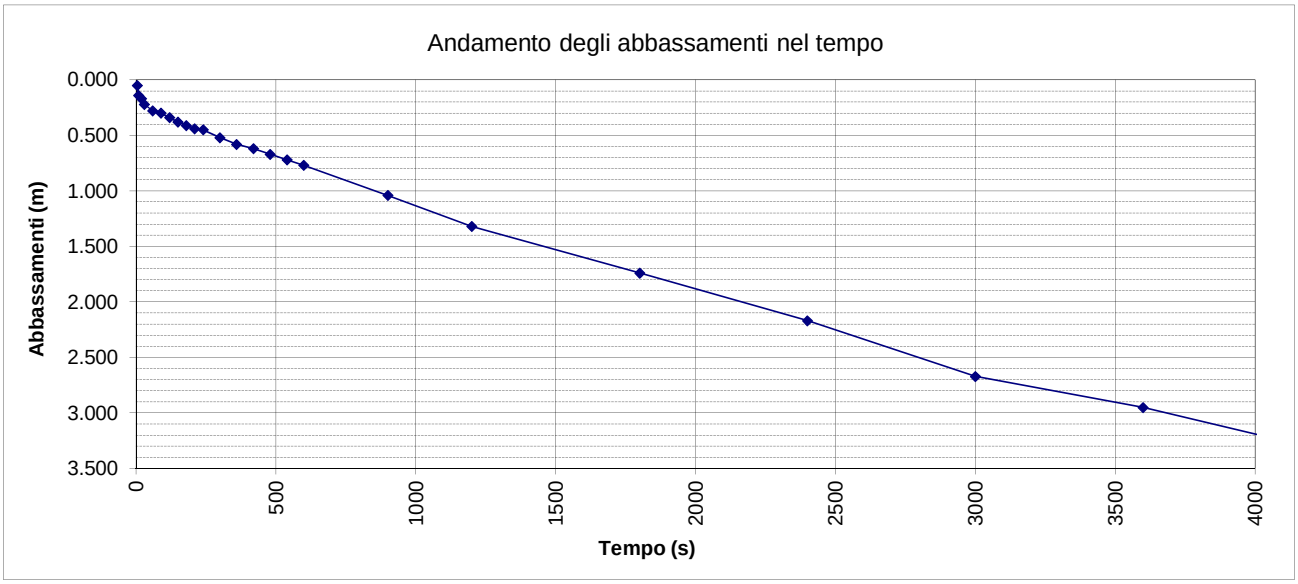
Dati di campo			
Tempo (sec)	**Abbassamento (m)**	**Carico imposto (m)**	**h1/h2**
0	**m**	**31.6**	**-**
1	0.080	31.520	1.003
3	0.160	31.440	1.003
5	0.440	31.160	1.009
10	0.690	30.910	1.008
15	0.910	30.690	1.007
30	1.210	30.390	1.010
60	1.360	30.240	1.005
120	1.460	30.140	1.003
300	1.710	29.890	1.008
420	1.990	29.610	1.009
600	2.410	29.190	1.014
900	3.540	28.060	1.040
1200	4.210	27.390	1.024
1500	5.070	26.530	1.032
1800	6.560	25.040	1.060
2400	7.190	24.410	1.026
3000	8.040	23.560	1.036
3600	9.110	22.490	1.048

Prova idrogeologica tipo Lefranc a carico variabile

Cliente:	**CAFFARO Brescia**
Ubicazione:	**Via Francesco Nullo 8**
Data:	**22/01/19**

Dati di input

Nome :	**MW6-80**
Profondità foro (m) =	**30.0**
Sogg. Statica (m) =	**7.8**
Altezza tasca (m) =	**0.5**
Carico iniziale (m) =	**30.1**
Raggio rivestimento (m) =	**0.0655**
Area rivestimento (m^2) =	**0.0135**
Fattore forma (m)=	**1.00**
Conducibilità idraulica K (m/s)	**4.0E-07**



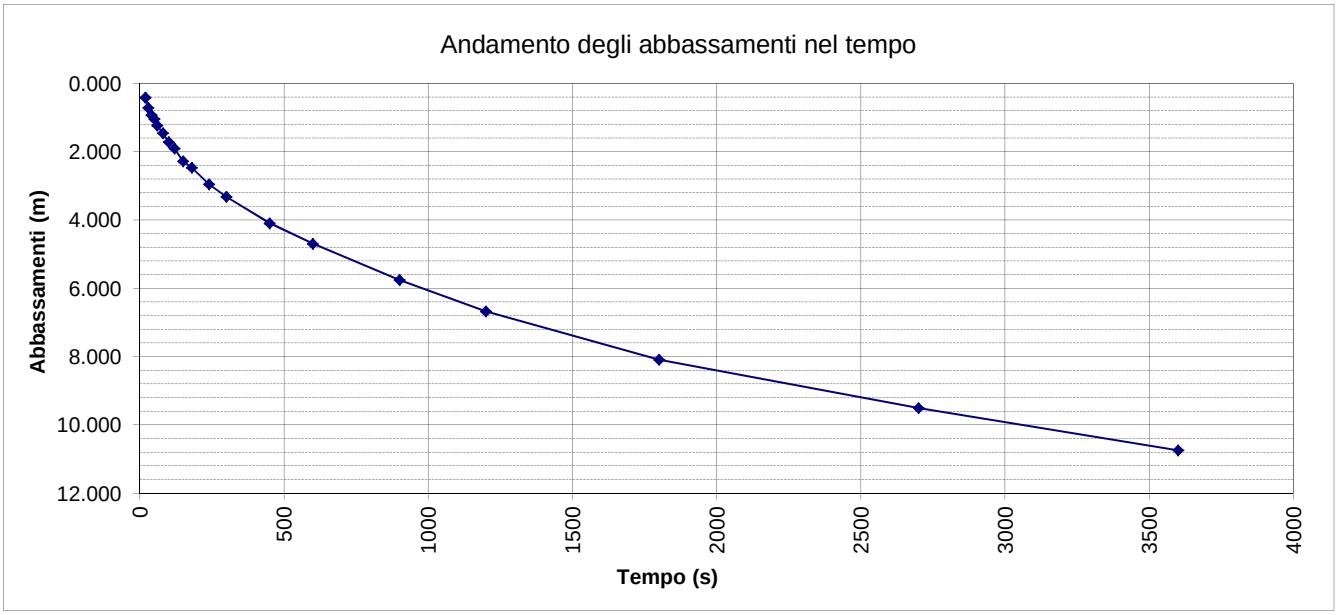
Dati di campo			
Tempo (sec)	**Abbassamento (m)**	**Carico imposto (m)**	**h1/h2**
0	**0**	**30.1**	**-**
5	0.050	30.050	1.002
10	0.140	29.960	1.003
20	0.170	29.930	1.001
30	0.220	29.880	1.002
60	0.280	29.820	1.002
90	0.300	29.800	1.001
120	0.340	29.760	1.001
150	0.380	29.720	1.001
180	0.410	29.690	1.001
210	0.440	29.660	1.001
240	0.450	29.650	1.000
300	0.520	29.580	1.002
360	0.580	29.520	1.002
420	0.620	29.480	1.001
480	0.670	29.430	1.002
540	0.720	29.380	1.002
600	0.770	29.330	1.002
900	1.040	29.060	1.009
1200	1.320	28.780	1.010
1800	1.740	28.360	1.015
2400	2.170	27.930	1.015
3000	2.670	27.430	1.018
3600	2.950	27.150	1.010
4200	3.310	26.790	1.013

Prova idrogeologica tipo Lefranc a carico variabile

Cliente:	**CAFFARO Brescia**
Ubicazione:	**Via Francesco Nullo 8**
Data:	**09/01/19**

Dati di input

Nome :	**MW7-80**
Profondità foro (m) =	**30.0**
Sogg. Statica (m) =	**28.8**
Altezza tasca (m) =	**0.5**
Carico iniziale (m) =	**30.1**
Raggio rivestimento (m) =	**0.0655**
Area rivestimento (m^2) =	**0.0135**
Fattore forma (m)=	**1.00**
Conducibilità idraulica K (m/s)	**5.3E-06**



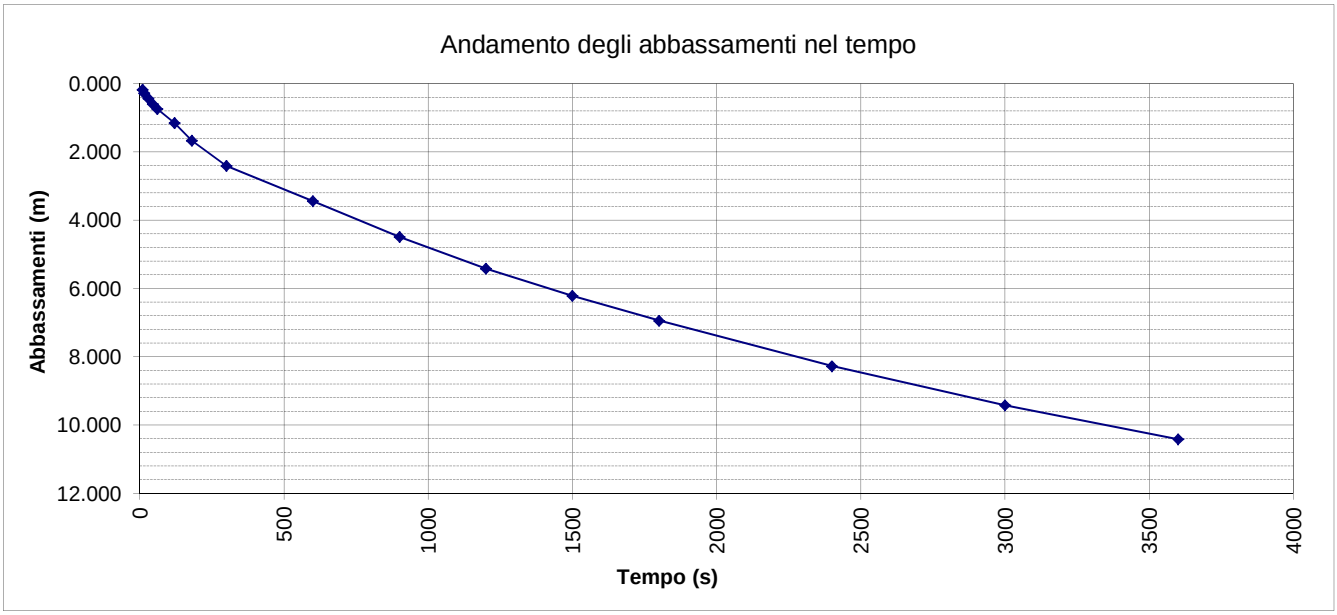
Dati di campo			
Tempo (sec)	**Abbassamento (m)**	**Carico imposto (m)**	**h1/h2**
0	**0**	**30.1**	**-**
20	0.410	29.690	1.014
30	0.710	29.390	1.010
40	0.930	29.170	1.008
50	1.040	29.060	1.004
60	1.230	28.870	1.007
80	1.450	28.650	1.008
100	1.710	28.390	1.009
120	1.900	28.200	1.007
150	2.280	27.820	1.014
180	2.460	27.640	1.007
240	2.950	27.150	1.018
300	3.320	26.780	1.014
450	4.090	26.010	1.030
600	4.690	25.410	1.024
900	5.750	24.350	1.044
1200	6.670	23.430	1.039
1800	8.090	22.010	1.065
2700	9.500	20.600	1.068
3600	10.740	19.360	1.064

Prova idrogeologica tipo Lefranc a carico variabile

Cliente:	**CAFFARO Brescia**
Ubicazione:	**Via Francesco Nullo 8**
Data:	**10/01/19**

Dati di input

Nome :	**MW7-80**
Profondità foro (m) =	**46.0**
Sogg. Statica (m) =	**28.8**
Altezza tasca (m) =	**0.5**
Carico iniziale (m) =	**46.1**
Raggio rivestimento (m) =	**0.0655**
Area rivestimento (m^2) =	**0.0135**
Fattore forma (m)=	**1.00**
Conducibilità idraulica K (m/s)	**1.9E-06**



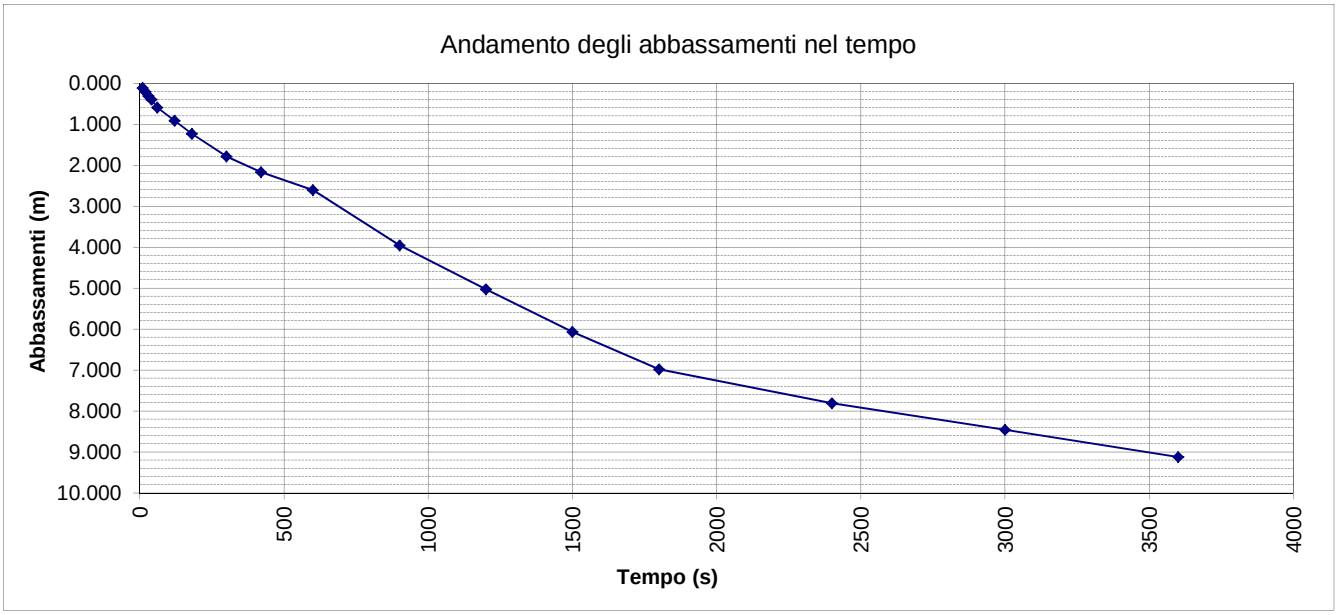
Dati di campo			
Tempo (sec)	**Abbassamento (m)**	**Carico imposto (m)**	**h1/h2**
0	**0**	**46.1**	**-**
10	0.180	45.920	1.004
15	0.280	45.820	1.002
30	0.430	45.670	1.003
45	0.600	45.500	1.004
60	0.740	45.360	1.003
120	1.150	44.950	1.009
180	1.670	44.430	1.012
300	2.410	43.690	1.017
600	3.440	42.660	1.024
900	4.490	41.610	1.025
1200	5.420	40.680	1.023
1500	6.210	39.890	1.020
1800	6.940	39.160	1.019
2400	8.270	37.830	1.035
3000	9.420	36.680	1.031
3600	10.410	35.690	1.028

Prova idrogeologica tipo Lefranc a carico variabile

Cliente:	**CAFFARO Brescia**
Ubicazione:	**Via Francesco Nullo 8**
Data:	**07/02/19**

Dati di input

Nome :	**MW8-80**
Profondità foro (m) =	**32.0**
Sogg. Statica (m) =	**29.5**
Altezza tasca (m) =	**0.4**
Carico iniziale (m) =	**32.1**
Raggio rivestimento (m) =	**0.0655**
Area rivestimento (m^2) =	**0.0135**
Fattore forma (m)=	**1.00**
Conducibilità idraulica K (m/s)	**1.5E-06**



Dati di campo			
Tempo (sec)	**Abbassamento (m)**	**Carico imposto (m)**	**h1/h2**
0	**0**	**32.1**	**-**
10	0.120	31.980	1.004
20	0.210	31.890	1.003
30	0.310	31.790	1.003
40	0.400	31.700	1.003
60	0.590	31.510	1.006
120	0.910	31.190	1.010
180	1.230	30.870	1.010
300	1.790	30.310	1.018
420	2.170	29.930	1.013
600	2.610	29.490	1.015
900	3.960	28.140	1.048
1200	5.030	27.070	1.040
1500	6.070	26.030	1.040
1800	6.980	25.120	1.036
2400	7.810	24.290	1.034
3000	8.460	23.640	1.027
3600	9.120	22.980	1.029

Allegato 6

m_amte.MATTM_.RIA REGISTRO DECRETI.R.0000110.04-09-2020

Ministero dell'Ambiente

e della Tutela del Territorio e del Mare

DIREZIONE GENERALE PER IL RISANAMENTO AMBIENTALE

Decreto con determinazione motivata di conclusione positiva, ex articolo 14-bis, comma 5, della Legge 7 agosto 1990, n. 241, della conferenza di servizi decisoria, indetta con nota del 10 giugno 2020 con protocollo n. 43256/MATTM, relativa al sito di bonifica di interesse nazionale di "Brescia - Caffaro", per l'approvazione del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)", così come integrato dal documento "Controdeduzioni relative alle osservazioni tecniche inviate da ARPA Lombardia al Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente". Commissario Straordinario Delegato del Sito di Interesse Nazionale di "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)".

Vista la Legge 8 luglio 1986, n. 349 recante "Istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale";

Vista la Legge 7 agosto 1990, n. 241 recante "Nuove norme sul procedimento amministrativo", in particolare gli articoli 14 e segg.;

Visto il Decreto Legislativo 30 luglio 1999, n. 300 recante "Riforma dell'organizzazione del Governo, a norma dell'articolo 11 della Legge 15 marzo 1997, n. 59";

Vista la Legge 31 luglio 2002, n. 179 recante "Disposizioni in materia ambientale" che, all'articolo 14, individua, tra gli altri, l'intervento relativo al sito di "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" come intervento di bonifica di interesse nazionale;

Visto il Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 24 febbraio 2003 recante la perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)";

Visto il Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 recante "Norme in materia ambientale", in particolare gli articoli 242 e 252;

Visto il Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, di concerto con il Ministro dell'Economia e delle Finanze, n. 78 del 28 marzo 2019 recante il rinnovo al Dott. Roberto Moreni dell'incarico di Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)";

Visto il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 19 giugno 2019, n. 97 recante "Regolamento di organizzazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, dell'Organismo indipendente di valutazione della performance e degli Uffici di diretta collaborazione";

✓ Resp. Div.: Distaso L.
Ufficio: RiA_03
Data: 04/09/2020

Firmato digitalmente in data 04/09/2020 alle ore 15:01

Visto, in particolare, l'articolo 26 del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 19 giugno 2019, n. 97 che regolamenta la fase transitoria della riorganizzazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;

Visto il Decreto-legge 21 settembre 2019, n. 104, convertito con modificazioni dalla Legge 18 novembre 2019, n. 132, recante "Disposizioni urgenti per il trasferimento di funzioni e per la riorganizzazione dei Ministeri per i Beni e le Attività Culturali, delle Politiche Agricole Alimentari, Forestali e del Turismo, dello Sviluppo Economico, degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale, delle Infrastrutture e dei Trasporti, dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, nonché per la rimodulazione degli stanziamenti per la revisione dei ruoli e delle carriere e per i compensi per lavoro straordinario delle Forze di polizia e delle Forze armate, in materia di qualifiche dei dirigenti e di tabella delle retribuzioni del personale del Corpo nazionale dei vigili del fuoco e per la continuità delle funzioni dell'Autorità per le garanzie nelle comunicazioni";

Visto il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 19 dicembre 2019 recante il conferimento al dott. Giuseppe Lo Presti dell'incarico di Direttore della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;

Vista la nota del Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" del 23 maggio 2019 con protocollo n. 188, acquisita al protocollo della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 10094/STA del 23 maggio 2019, con la quale si chiede alla Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di fissare un incontro tecnico per l'illustrazione e la valutazione del "Progetto operativo di bonifica e di messa in sicurezza permanente dell'area dello stabilimento Caffaro di Brescia";

Visto il "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dello Stabilimento Caffaro Brescia" trasmesso dal Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro" con nota del 12 giugno 2019 con protocollo n. 212, acquisita al protocollo della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 11699/STA del 12 giugno 2019;

Vista la nota della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 25 giugno 2019 con protocollo n. 12751/STA, con la quale è stata indetta per il giorno 17 luglio 2019 la prima riunione di una conferenza di servizi istruttoria per l'esame del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dello Stabilimento Caffaro Brescia";

Visto il verbale della riunione del 17 luglio 2019 della conferenza di servizi istruttoria trasmesso dalla Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota del 29 luglio 2019 con protocollo n. 15644/STA;

Vista la nota della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 25 settembre 2019 con protocollo n. 19449/STA, con la quale è convocato per il giorno 1° ottobre 2019 un tavolo tecnico avente ad oggetto il "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dello Stabilimento Caffaro Brescia" attesa la necessità di acquisire chiarimenti per la prosecuzione dell'iter istruttorio;

Visto il parere sul "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dello Stabilimento Caffaro Brescia" trasmesso dall'INAIL con nota dell'8 ottobre 2019 con protocollo n. 8832, acquisita al protocollo della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 20458/MATTM dell'8 ottobre 2019;

Visto il resoconto del tavolo tecnico del 1° ottobre 2019, con allegato anche il parere dell'INAIL di cui al punto precedente, trasmesso dalla Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota del 4 novembre 2019 con protocollo n. 22423/STA;

Vista la nota della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 22 novembre 2019 con protocollo n. 24003/STA, con la quale è convocato per il giorno 28 novembre 2019 un tavolo tecnico avente ad oggetto la presentazione dell'aggiornamento del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dello Stabilimento Caffaro Brescia";

Visto il "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)" trasmesso dal Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" con nota del 9 dicembre con protocollo n. 505, acquisita al protocollo della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ai nn. 25356/STA, 25364/STA, 25367/STA, 25370/STA, 25371/STA, 25372/STA e 25373/STA del 9 dicembre 2019;

Vista la nota della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare dell'11 dicembre 2019 con protocollo n. 25525/STA, con la quale è stata indetta per il giorno 17 dicembre 2019 la seconda riunione di una conferenza di servizi istruttoria per l'esame del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)";

Visto il resoconto del tavolo tecnico del 28 novembre 2019 trasmesso dalla Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota del 24 dicembre 2019 con protocollo n. 26581/STA;

Visto il verbale della riunione del 17 dicembre 2019 della conferenza di servizi istruttoria trasmesso dalla Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota del 22 gennaio 2020 con protocollo n. 3172/MATTM, con allegati i seguenti pareri acquisiti dopo la riunione stessa:

- parere dell'ATS Brescia trasmesso con nota del 19 dicembre 2019, acquisita al protocollo della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 26346/STA del 20 dicembre 2019;
- parere dell'INAIL trasmesso con nota del 20 dicembre 2019 con protocollo n. 11378, acquisita al protocollo della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 26456/STA del 23 dicembre 2019;

Vista la nota della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 24 gennaio 2020 con protocollo n. 4118/MATTM, con la quale si forniscono indicazioni relativamente ai materiali da demolizione non conformi e all'assoggettabilità degli stessi a messa in sicurezza permanente;

Visto il parere sul "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)" trasmesso dall'ARPA Lombardia – Dipartimento di Brescia con nota del 28 gennaio 2020 con protocollo n. 12439, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 5177/MATTM del 29 gennaio 2020;

Considerato che, a seguito delle osservazioni contenute nel parere dell'ARPA Lombardia di cui al punto precedente, su richiesta dell'Agenzia, è stata convocata dalla Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare una

riunione tecnica con la partecipazione dei tecnici dell'ISPRA e dell'ARPA Lombardia per il giorno 14 febbraio 2020;

Visto il documento "Controdeduzioni relative alle osservazioni tecniche inviate da ARPA Lombardia al Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" trasmesso dal Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" con nota del 19 febbraio 2020, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 11804/MATTM del 19 febbraio 2020, con la quale si chiede la convocazione di una conferenza di servizi decisoria finalizzata ad approvare il progetto di bonifica così come integrato;

Vista la nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 27 febbraio 2020 con protocollo n. 13875/MATTM con la quale, sulla base agli esiti della riunione del 14 febbraio 2020, si evidenzia al Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" la necessità di presentare, ai fini dell'approvazione in sede di conferenza di servizi, un Progetto Operativo di Bonifica "stralcio", comprensivo delle fasi indicate nella nota medesima (demolizione degli impianti/edifici, integrazione della caratterizzazione, ecc.) specificando che tale Progetto avrebbe potuto costituire la prima fase di un percorso condiviso per la bonifica dell'intera area dello stabilimento Caffaro, da disciplinare all'interno dell'Accordo di Programma per il sito di bonifica di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)";

Vista la nota del Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" del 2 marzo 2020, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 15017/MATTM del 2 marzo 2020, con la quale si forniscono alcuni elementi di riscontro alla nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 27 febbraio 2020 con protocollo n. 13875/MATTM e si comunica che per il giorno 4 marzo 2020 è previsto una riunione promossa dalla Regione Lombardia, con la partecipazione del Comune di Brescia, della Provincia di Brescia, dell'ARPA Lombardia, dell'ATS di Brescia e del Commissario stesso al fine di adottare una sintesi condivisa;

Visto il verbale della riunione del 4 marzo 2020 trasmesso dalla Regione Lombardia con nota dell'11 marzo 2020 con protocollo n. 12975, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 19112/MATTM del 12 marzo 2020;

Vista la nota del Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" del 12 marzo 2020, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 19621/MATTM del 16 marzo 2020, con la quale si chiede, tenuto conto degli esiti della riunione del 4 marzo 2020, di procedere alla convocazione di una conferenza di servizi decisoria finalizzata ad approvare il progetto di bonifica così come integrato;

Vista la nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 20 marzo 2020 con protocollo n. 20137/MATTM, con la quale si chiede al SNPA/ISPRA e all'ARPA Lombardia di fornire, un parere congiunto conclusivo sul "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)" così come successivamente integrato;

Visto il parere conclusivo, elaborato congiuntamente dall'ISPRA e dall'ARPA Lombardia che "sintetizza il contributo tecnico condiviso dal Sistema (cfr. Sistema Nazionale Protezione Ambientale) sui temi più rilevanti emersi nel procedimento senza che ciò esaurisca l'esaustività delle valutazioni già espresse da ISPRA e da ARPA Lombardia né superi le considerazioni emerse nel corso delle riunioni tecniche e delle CdS istruttorie intervenute", trasmesso dall'ISPRA con nota del 1° aprile 2020 con protocollo n. 14832, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della

Tutela del Territorio e del Mare al n. 23025/MATTM del 1° aprile 2020, nel quale, oltre a numerose osservazioni, si rappresenta la necessità di acquisire documentazione integrativa sulla base di ulteriori valutazioni e approfondimenti tecnici;

Considerata l'urgenza di giungere in tempi rapidi alla convocazione di una conferenza di servizi decisoria rappresentata dal Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" nelle citate note del 19 febbraio 2020 e del 12 marzo 2020;

Considerato che, ai fini del prosieguo dell'iter istruttorio, è stato necessario definire nel dettaglio il quadro prescrittivo che derivava dal parere conclusivo elaborato congiuntamente dall'ISPRA e dall'ARPA Lombardia, trasmesso dall'ISPRA con nota del 1° aprile 2020 con protocollo n. 14832;

Considerata la necessità di definire un percorso, condiviso da tutti i soggetti interessati, al fine di conseguire l'obiettivo comune del risanamento del sito "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)";

Vista la nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 24 aprile 2020 con protocollo n. 28796/MATTM, con la quale è stata convocata per il giorno 19 maggio 2020 una nuova riunione della conferenza di servizi istruttoria per l'esame del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)" così come successivamente integrato;

Visto il verbale della riunione del 19 maggio 2020 della conferenza di servizi istruttoria, trasmesso dalla Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota del 4 giugno 2020 con protocollo n. 41499/MATTM, nella quale si è stabilito quanto segue:

1. di concordare sul quadro prescrittivo, basato sul parere conclusivo congiunto elaborato nell'ambito del SNPA come confermato/chiarito agli esiti della discussione tenutasi nell'ambito della conferenza di servizi stessa;
2. che non debba essere fornita documentazione integrativa al fine del completamento dell'istruttoria;
3. di concordare sull'istituzione in fase decisoria del tavolo tecnico territoriale proposto, i cui esiti dovranno essere in tutti i casi comunicati ufficialmente al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, al fine di consentire le necessarie valutazioni/azioni;
4. di provvedere, da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare all'indizione della conferenza di servizi decisoria;

Vista la nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 10 giugno 2020 con protocollo n. 43256/MATTM, con la quale è indetta una conferenza di servizi decisoria, in forma semplificata e in modalità asincrona, avente ad oggetto l'approvazione del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)" così come successivamente integrato;

Viste le relazioni delle competenti Unità Organizzative sul rinvenimento di rifiuti in 28 reparti storici dello stabilimento Caffaro e sulle risultanze delle indagini sulle matrici naturali presso i reparti ex Cloro-Soda e Clorato trasmesse, previo nulla osta dell'Autorità Giudiziaria, dall'ARPA Lombardia - Dipartimento di Brescia con nota del 18 giugno 2020 con protocollo n. 81460, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 46069/MATTM del 18 giugno 2020, allo scopo di assicurare "la necessaria conoscenza nell'ambito delle procedure attivate sul sito e … di integrare, facilitare, contestualizzare e condurre a buon fine le stesse evitando che le situazioni accertate ed i pregiudizi conclamati esitino in ulteriori passività ambientali";

Visto il documento trasmesso dalla Regione Lombardia con nota del 3 luglio 2020 con protocollo n. 26689, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 51433/MATTM del 6 luglio 2020, recante le indicazioni e le proposte che la Regione ritiene che debbano essere inserite nel verbale della conferenza di servizi decisoria indetta con nota la nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 10 giugno 2020 con protocollo n. 43256/MATTM;

Vista la nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 10 luglio 2020 con protocollo n. 53594/MATTM, con la quale si forniscono chiarimenti circa il procedimento amministrativo in atto e le modalità delle conferenze di servizi decisorie in forma semplificata e in modalità asincrona;

Vista l'errata-corrige relativa alla precedente comunicazione dell'Agenzia del 18 giugno 2020 con protocollo n. 81460 trasmessa dall'ARPA Lombardia – Dipartimento di Brescia con nota del 10 luglio 2020 con protocollo n. 152151, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 53810/MATTM del 13 luglio 2020;

Vista la nota dell'ARPA Lombardia – Dipartimento di Brescia del 17 luglio 2020 con protocollo n. 97181, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 55936/MATTM del 17 luglio 2020, con la quale si conferma il contenuto del citato parere congiunto trasmesso dall'ISPRA con nota del 1° aprile 2020 con protocollo n. 14832;

Vista l'Ordinanza ai sensi dell'articolo 304 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 14271/UDCM del 4 agosto 2020 con la quale si ingiunge alla Caffaro S.r.l. in A.S. in liquidazione, alla Caffaro Chimica S.r.l. in A.S. in liquidazione, alla SNIA S.p.A. in A.S. in liquidazione, alla Caffaro Brescia S.r.l. e alla CSA Costruzioni Strutturali in Acciaio S.r.l. di procedere nel termine di sessanta giorni all'adozione delle misure e degli interventi individuati dall'ARPA – Dipartimento di Brescia nelle relazioni trasmesse con nota del 18 giugno 2020 con protocollo n. 81460 in quanto necessari ad impedire il verificarsi di un aggravamento della situazione ambientale in atto;

Vista la nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 4 agosto 2020 con protocollo n. 61533/MATTM, con la quale sono state comunicate le prescrizioni che si intendono riportare nel presente decreto di approvazione al fine di acquisire, ai sensi di quanto disposto dall'art. 14-bis, comma 5, della Legge 7 agosto 1990, n. 241, eventuali osservazioni;

Vista la nota della Regione Lombardia del 12 agosto 2020 con protocollo n. 32286, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 64036/MATTM del 13 agosto 2020 di riscontro alla nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 4 agosto 2020 con protocollo n. 61533/MATTM;

Considerato che si è ritenuta non accoglibile la richiesta formulata nella fase istruttoria di nominare un collaudatore terzo in corso d'opera con il compito di verificare la conformità dei Piani adottati, seguire lo svolgimento degli interventi, accertare l'andamento di lavori, la loro regolarità e la conformità al Progetto, alle norme tecniche vigenti e alle BAT applicabili, poiché si tratterebbe di una figura professionale ultronea rispetto alla normativa vigente che già individua responsabilità e competenze in detti campi;

Tenuto conto che nella nota di indizione della conferenza è stato indicato il termine di 10 giorni dal ricevimento della nota stessa per la richiesta al soggetto proponente, da parte delle Amministrazioni interessate al procedimento, di integrazioni documentali o approfondimenti, nonché chiarimenti relativi a fatti, stati o qualità non attestati in documenti già in possesso dell'Amministrazione stessa o non direttamente acquisibili presso altre pubbliche Amministrazioni;

Tenuto conto che nella nota di indizione della conferenza è stato indicato il termine di 30 giorni dal ricevimento della nota stessa per la trasmissione, da parte delle Amministrazioni interessate al procedimento, delle proprie determinazioni relative alla decisione oggetto della conferenza, formulate in termini di assenso o dissenso e recanti, ove possibile, le modifiche eventualmente necessarie ai fini dell'assenso;

Considerato che l'articolo 14-bis, comma 5, della Legge 7 agosto 1990, n. 241 prescrive l'adozione della determinazione motivata di conclusione positiva della conferenza, con gli effetti di cui all'articolo 14-quater, qualora siano stati acquisiti esclusivamente atti di assenso non condizionato, anche implicito, ovvero qualora l'Amministrazione ritenga, sentiti i privati e le altre Amministrazioni interessate, che le condizioni e prescrizioni eventualmente indicate dalle Amministrazioni ai fini dell'assenso o del superamento del dissenso possano essere accolte senza necessità di apportare modifiche sostanziali alla decisione oggetto della conferenza;

Ritenuto che, alla luce degli atti di assenso, anche implicito, acquisiti mediante la conferenza, sussistono i presupposti per l'adozione della determinazione motivata di conclusione positiva della conferenza con gli effetti di cui all'articolo 14-quater della Legge 7 agosto 1990, n. 241;

DECRETA

ART. 1

1. È approvato il "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)" trasmesso dal Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" con nota del 9 dicembre 2019 con protocollo n. 505, così come integrato dal documento "Controdeduzioni relative alle osservazioni tecniche inviate da ARPA Lombardia al Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" trasmesso sempre dal Commissario con nota del 19 febbraio 2020, a condizione che siano rispettate le seguenti prescrizioni:
    1. fatto salvo quanto previsto nelle specifiche prescrizioni che seguono, al Tavolo Tecnico Territoriale, coordinato dalla Regione Lombardia, composto da Regione, Commissario Straordinario, Comune di Brescia, Provincia di Brescia e ATS Brescia, con ARPA Lombardia quale supporto tecnico della Regione, sono demandate le seguenti funzioni:
        a) valutare l'esecuzione delle attività previste dal Progetto di bonifica, per condividere il percorso e consentire di monitorare l'intervento, verificando la coerenza tra quanto approvato con il presente Decreto e quanto realizzato;
        b) valutare e condividere le modalità di adempimento delle prescrizioni e di eventuali approfondimenti del Progetto di bonifica, che prevede varie fasi tra cui il decommissioning (propedeutica all'esecuzione delle attività di bonifica), approfondimenti sullo stato dell'area, campi prova di soil washing, bonifica dei suoli, realizzazione di due aree differenti di messa in sicurezza permanente on site di cui una con realizzazione di una discarica di servizio e messa in sicurezza della falda;
        c) valutare in particolare l'eventuale trattamento dei materiali di riporto più contaminati prima del loro conferimento nella messa in sicurezza permanente con capping superficiale prevista, nel rispetto delle migliori tecniche di pretrattamento adottabili;
        d) comunicare formalmente al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare tutti gli esiti delle valutazioni correlate all'attuazione del Progetto di bonifica, sottolineando quelle che potrebbero comportare la valutazione della necessità di una variante del Progetto approvato al fine di consentire le opportune valutazioni da parte del Ministero;

2. contestualmente all'avvio della gara di aggiudicazione dei lavori, deve essere trasmesso a tutti gli Enti, il Progetto esecutivo posto a base di gara, redatto secondo i contenuti del Progetto operativo di bonifica;
3. prima dell'avvio dei lavori deve essere concordato con l'ARPA competente il Piano complessivo di monitoraggio e controllo al fine di verificare l'efficacia degli interventi;
4. preliminarmente alle demolizioni deve essere eseguita una ricognizione completa e approfondita dello stato delle installazioni produttive ancora esistenti (ancorché cessate) e dei depositi di rifiuti al fine di consentire opere di rimozione, smaltimento e bonifica impiantistica: a conclusione di tali attività deve essere redatto un report con i risultati della ricognizione effettuata;
5. le attività di demolizione non sono oggetto del Progetto di bonifica e devono essere autorizzate secondo la vigente normativa edilizia, ad esclusione delle misure di Messa in sicurezza d'emergenza ai sensi dell'articolo 242 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, necessarie in fase di *decommissioning* degli impianti;
6. la demolizione degli edifici e dei reparti produttivi e la successiva gestione dei materiali derivanti dalle stesse devono essere effettuate per lotti omogenei: per ogni edificio/reparto deve essere prodotto specifico lotto di demolizione che darà origine ad uno o più cumuli da sottoporre ad indagini specifiche (anche con la ricerca dei contaminanti storicamente utilizzati in tale area) per la verifica della classificazione di pericolosità del rifiuto e per il controllo di idoneità previsto per il recupero;
7. nell'ambito degli interventi di messa in sicurezza permanente (MISP) devono essere conferite esclusivamente le matrici derivanti dalle operazioni di bonifica (terreni/terreni di riporto post bonifica non conformi al riutilizzo *on-site*);
8. a valle delle attività di demolizione, per le aree interessate dagli interventi di bonifica mediante scavo con destinazione commerciale-industriale, nella proposta di indagini ambientali preliminari deve essere integrato il set analitico con i parametri Antimonio, Cobalto e Zinco; deve altresì essere concordato con l'ARPA competente un eventuale riposizionamento dei punti di indagine in fase esecutiva anche alla luce di potenziali criticità in sede di dismissione e demolizione degli impianti;
9. per le aree interessate da interventi di bonifica mediante scavo alle CSC/CSR, considerando che la fascia edificata comprende una serie di potenziali centri di pericolo (sala celle, impianto clorato, etc.), sulla base degli esiti delle attività di caratterizzazione integrativa previste, la definizione degli interventi deve essere eventualmente modificata tenuto conto degli esiti delle valutazioni correlate all'attuazione del Progetto di bonifica eseguite in sede di Tavolo Tecnico Territoriale;
10. in relazione alle acque sotterranee, per i seguenti parametri gli obiettivi di bonifica sono determinati tramite analisi statistica delle concentrazioni in ingresso al sito: Cromo VI (17,6 µg/l), 1,1Dicloroetilene (1,57 µg/l), Tetracloroetilene (32,2 µg/l); per il parametro Cloroformio l'obiettivo è pari alla concentrazione massima in ingresso al sito (0,2 µg/l); per i restanti parametri l'obiettivo di bonifica è il raggiungimento delle rispettive CSC;
11. per quanto riguarda la MISP dei riporti non conformi mediante capping superficiale, in fase di monitoraggio ne deve essere valutata l'efficacia a lungo termine nei confronti delle matrici ambientali e della salute pubblica, tenuto conto delle ragioni tecniche espresse nel parere trasmesso dall'ARPA con nota del 28 gennaio 2020 con protocollo n. 12439;
12. per quanto riguarda la MISP a doppia impermeabilizzazione, deve essere fornita al Tavolo Tecnico Territoriale la documentazione tecnica che comprovi, con elevato livello di confidenza, l'equivalenza prestazionale dei pacchetti di isolamento proposti alla base e alla

sommità del sistema adottato rispetto a quanto contenuto al punto 2.4.2 dell'Allegato 1 del Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n. 36;

13. sempre per quanto riguarda la MISP – e con afferenza al tema dei materiali derivanti dalle operazioni di bonifica oltre i limiti di ammissibilità in discarica – tenuto conto delle ragioni tecniche espresse nel parere trasmesso dall'ARPA Lombardia con nota del 28 gennaio 2020 con protocollo n. 12439, nonché del rispetto del principio di precauzione, si chiede:
    a) di implementare l'estensione della caratterizzazione integrativa prevista sui suoli, in modo rappresentativo, con la verifica di ammissibilità in discarica dei lotti di cui è previsto il conferimento in MISP;
    b) di adottare - in presenza di materiali contaminati non ammissibili in discarica per rifiuti pericolosi e al fine di una maggiore garanzia della tutela della salute e dell'ambiente - misure di precauzione quali la preliminare solidificazione o la parziale stabilizzazione, ove tecnicamente fattibili, dei suddetti materiali contaminati;
    c) di sottoporre alla valutazione del Tavolo Tecnico Territoriale le attività di cui alle due lettere precedenti;
14. sui materiali conferiti in MISP deve essere predisposto un monitoraggio dei vapori, anche con l'utilizzo di camere di flusso, e deve essere allestito, ove necessario, un impianto di captazione, estrazione e trattamento. In fase di predisposizione del Piano di monitoraggio, gli Enti con competenze sanitarie devono fornire gli approfondimenti necessari e le eventuali valutazioni tecniche al fine di definire limiti per le sostanze volatili (in particolare COV e Mercurio) da applicarsi in corso d'opera;
15. in fase autorizzatoria, relativamente alla rete di regimazione acque meteoriche, deve essere acquisita la valutazione del Comune di Brescia circa la compatibilità idraulica dell'opera rispetto alla roggia Fiumicella; inoltre, il Commissario deve fornire approfondimenti atti a dimostrare, con elevato livello di confidenza, che le opere di regimazione nel tempo non interagiscano negativamente con le funzioni di inibizione dei percorsi di lisciviazione o inficino i sistemi di MISP previsti (manutenzione compresa);
16. per quanto riguarda il sistema di raccolta e monitoraggio delle condense, deve essere previsto un Piano di gestione e monitoraggio delle stesse che ne garantisca il tempestivo allontanamento durante le fasi di realizzazione dell'impianto di MISP;
17. per quanto attiene al sistema di captazione vapori sottostante il capping di fondo, deve essere integrato il Piano di monitoraggio, introducendo una serie di verifiche dei soil gas anche in fase di realizzazione del sistema di MISP;
18. sugli aspetti geotecnici connessi con gli interventi di MISP, qualora non sia già stato previsto, devono essere verificate le ipotesi relative ai possibili cedimenti tramite idonee prove di carico su piastra. Inoltre, nel caso vengano modificate significativamente le caratteristiche geometriche di Progetto, devono essere riverificate le condizioni di sicurezza calcolate. Tali verifiche sono di competenza del Tavolo Tecnico Territoriale;
19. per quanto riguarda il monitoraggio post operam, deve essere effettuato, anche in fase di realizzazione del sistema di MISP, un monitoraggio con adeguata frequenza della rete di raccolta delle condense e delle acque superficiali di drenaggio del sito, le cui modalità devono essere stabilite di concerto con gli Enti di controllo;
20. in relazione alle modalità di collaudo degli interventi di scavo, devono essere ottemperate le eventuali ulteriori prescrizioni relative agli aspetti operativi formulate dall'ARPA competente e da concordarsi in sede di cantiere;
21. prima della fase esecutiva, deve essere predisposto un addendum specifico, da inviare all'ARPA e alla Provincia, contenente:

a) Piano di controllo delle forniture di materiali/materie prime/ausiliarie utilizzate, comprendente le verifiche di accettazione (sulla scorta dei certificati del produttore) e le prove di laboratorio, anche distruttive, da effettuare prima della messa in opera;

b) Piano di controllo delle opere messe in posa - comprendente le verifiche d'uopo, i monitoraggi e le prove non distruttive necessarie - atto ad accertare la corretta esecuzione dei lavori;

c) proposta di Piano di collaudo, anche per lotti, delle opere di messa in posa, atta a definire le procedure, le modalità, i monitoraggi e le tecniche di collaudo sulle opere completate;

22. non è consentito svolgere attività di scavo/movimentazione terra in presenza di vento idoneo a sollevare polvere;

23. al punto 16.1.4. "Monitoraggio polveri" del Capitolo 16 del "Piano di monitoraggio e collaudi", deve essere previsto anche il monitoraggio della frazione PM 2,5, oltre a quello su Polveri Totali Sospese e PM10;

24. al fine della tutela dei lavoratori, per la valutazione e gestione del rischio chimico per i lavoratori attuali del sito deve farsi riferimento a quanto contenuto nel manuale operativo INAIL (2014) "Il rischio chimico per i lavoratori nei siti contaminati";

25. in fase di redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, relativo alle attività di bonifica e messa in sicurezza permanente, ai sensi del Titolo IV del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81, devono essere effettuate adeguate valutazione e gestione del rischio chimico, in particolare inalatorio e dermico, per esposizione a sostanze pericolose presenti nelle matrici ambientali contaminate (secondo quanto disposto dal Titolo IX del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81), tenendo conto della contaminazione del suolo insaturo e delle acque di falda. In particolare:

a) in riferimento al rischio inalatorio, devono essere effettuate periodiche misurazioni dell'aria ambiente durante la realizzazione degli interventi e in particolare durante le attività di scavo: a tal fine è possibile fare riferimento alla norma UNI EN 689-2019;

b) in riferimento al rischio di ingestione di suolo e acqua di falda contaminati, devono essere adottate specifiche norme igieniche, come il divieto di assumere cibi, di fumare, ecc., ex articolo 237 e articolo 273 del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81;

26. prima dell'avvio dei lavori, deve essere fornito l'elenco degli interventi e dei relativi costi riferiti a ciascuna area individuata sulla base degli identificativi catastali, corredato da apposita planimetria.

2. È autorizzata la realizzazione degli interventi indicati nel Progetto di cui al comma 1, nel rispetto dei criteri e delle modalità previsti.

3. Il Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" resta l'unico responsabile di eventuali danni arrecati a terzi o all'ambiente in conseguenza dell'esecuzione del Progetto di bonifica di cui al comma 1.

4. Il Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" resta altresì responsabile della conformità rispetto allo stato dei luoghi di quanto dichiarato nel Progetto di bonifica di cui al comma 1 e nella relativa documentazione a corredo.

5. Resta fermo l'obbligo del Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" di acquisire dalle Amministrazioni competenti le autorizzazioni per le opere, gli interventi e le attività (ad esempio, impianti asserviti alla bonifica - soil washing, SVE, trattamento in situ dei materiali da

demolizione, trattamento acque di falda, etc.), i cui elaborati progettuali non sono stati portati all'esame delle medesime Amministrazioni nell'istruttoria del procedimento di approvazione del Progetto di cui al comma 1, nonché le ulteriori autorizzazioni necessarie all'avvio dei lavori, quelle edilizie, quelle relative alle emissioni in atmosfera, sui limiti al rumore, etc., nonché quelle da acquisire sulla base della progettazione esecutiva. Il Commissario dovrà informare il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare dell'intervenuto rilascio delle predette autorizzazioni.

6. Gli elaborati progettuali relativi al Progetto di cui al comma 1 saranno conservati presso l'Archivio della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
7. La corretta esecuzione e il completamento del Progetto di cui al comma 1 sono attestati dalla Provincia di Brescia mediante apposita certificazione sulla base di una relazione tecnica predisposta dall'ARPA territorialmente competente, ai sensi dell'articolo 248, comma 2, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

ART. 2

1. I lavori previsti nel Progetto di bonifica di cui all'articolo 1 devono iniziare entro e non oltre sei mesi dalla data di notifica del presente Decreto e devono rispettare i tempi previsti nel cronoprogramma contenuto nel Progetto medesimo.
2. Per ogni annualità il Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" deve trasmettere, entro il mese di febbraio dell'anno successivo, una Relazione contenente lo stato di attuazione dei lavori previsti dal Progetto di cui all'articolo 1.

ART. 3

3. Qualora nel corso dell'intervento si individuassero ulteriori e impreviste contaminazioni diverse da quelle accertate in fase di caratterizzazione il Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)", al fine di consentire la verifica della necessità di una variante al Progetto di cui all'articolo 1 ne dovrà dare comunicazione alla Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con proprie valutazioni tecniche in merito all'efficacia degli interventi previsti nel Progetto ad abbattere la nuova contaminazione rilevata.
4. Qualora nel corso dell'intervento si individuassero ulteriori e imprevisti volumi di rifiuti/terreni da trattare rispetto a quelli previsti nel Progetto di cui all'articolo 1, tali da comportare una variazione delle dimensioni e delle condizioni di esercizio degli impianti asserviti alla bonifica previsti nel Progetto, dovrà essere predisposta dal Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" una variante da sottoporre alla procedura prevista dall'articolo 252 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

ART. 4

1. Gli interventi previsti nel Progetto di cui all'articolo 1 saranno finanziati con le risorse di cui all'Accordo di Programma in corso di sottoscrizione e si configurano come interventi in sostituzione e in danno dei soggetti responsabili dell'inquinamento rimasti inadempienti.
2. Ai sensi di quanto disposto dall'articolo 253 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 gli interventi previsti nel Progetto di cui all'articolo 1 approvati con il presente Decreto costituiscono onere reale sulle aree contaminate in quanto effettuati d'ufficio dall'autorità competente di cui

all’art. 252 del medesimo Decreto Legislativo. Le spese sostenute per la loro realizzazione sono assistite da privilegio speciale immobiliare sulle aree medesime, ai sensi e per gli effetti dell’articolo 2748, secondo comma, del Codice civile.

ART. 5

1. Avverso il presente provvedimento è ammesso ricorso al TAR entro 60 giorni o al Capo dello Stato entro 120 giorni decorrenti dal giorno della notifica.

Il Direttore Generale
Giuseppe Lo Presti
(documento informatico firmato digitalmente
ai sensi dell’art. 24 D.Lgs. 82/2005 e ss.mm.ii.)

Allegato 7

PROVINCIA DI BRESCIA

SETTORE DELL'AMBIENTE E DELLA PROTEZIONE CIVILE

Ufficio Controllo e Tutela del Suolo

VIA MILANO, 13
25126 Brescia
ambiente@pec.provincia.bs.it
Tel. 030 3749 .711
Fax 030 3748482
C.F. 80008750178
P.IVA 03046380170

Brescia,

Commissario Straordinario Delegato
"SIN Brescia Caffaro"
commissario@pec.bresciacaffaro.it

Ministero dell'Ambiente e della Tutela
del Territorio e del Mare - Direzione Generale per
la Salvaguardia del Territorio e delle Acque
Divisione III – Bonifiche e Risanamento
dgsta@pec.minambiente.it

Regione Lombardia - Direzione Generale
Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile
ambiente@pec.regione.lombardia.it

Comune di Brescia
Settore Tutela Ambientale e
Protezione Civile
ambienteecologia@pec.comune.brescia.it

ARPA Lombardia
Dipartimento di Brescia U.O. Bonifiche
dipartimentobrescia.arpa@pec.regione.lombardia.it

A.T.S. di Brescia
protocollo@pec.ats-brescia.it

Prot. n._____
Protocollo generato dal sistema
Cl. 9.11.4 GMT/am

Oggetto: Fas. 89/18 proc.15 – S.I.N. "Brescia – Caffaro" Documento "Stabilimento Caffaro Brescia – Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente" valutazioni di competenza successiva alla Conferenza di Servizi istruttoria del 17.07.2019.
Richiesta integrazioni

AMBIENTE

A seguito della Conferenza di Servizi Istruttoria tenutasi in data 17.07.2019, si comunica che dalla valutazione del progetto presentato, è necessario acquisire i seguenti titoli abilitativi ambientali, ai sensi del decreto legislativo 152/06:

- autorizzazione alle emissioni in atmosfera ai sensi dell'articolo 269 per quanto riguarda la metodologia Soil Vapour Extraction (SVE);
- autorizzazione per i processi di trattamento dei fanghi, in base alla capacità degli impianti di trattamento acque a monte (art. 272 comma 1 o art. 272 comma 2 o art. 269);
- comunicazione di attività ad inquinamento scarsamente rilevante ai sensi dell'art. 272 comma 1 per le attività propedeutiche alla realizzazione degli interventi di bonifica (test e prove pilota);
- verifica di assoggettabilità alla VIA, in quanto il progetto rientra nelle fattispecie di cui al punto 7 lettera b) dell'allegato IV alla parte II al d.lgs. 152/2006 e s.m.i.;
- autorizzazione per il trattamento delle macerie derivanti dalla demolizione dei manufatti;
- autorizzazione per la vagliatura preliminare a secco prima del successivo trattamento di Soil Washing;
- autorizzazione scarico delle restanti acque reflue dell'impianto Soil Washing e delle acque di prima pioggia della piattaforma, con individuazione del recettore finale.

Per quanto sopra si chiede di trasmettere la documentazione, reperibile sul sito della Provincia di Brescia, necessaria per acquisire i titoli abilitativi sopra elencati.

Distinti saluti.

Il Direttore
Dott. Giovanmaria Tognazzi
(Documento *firmato digitalmente)*

Referente per la Pratica/procedimento
Ufficio Controllo e Tutela del Suolo
Alessio Miotto tel.0303748811

Allegato 8

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE ALLE OPERE PUBBLICHE
PER LA LOMBARDIA E L'EMILIA ROMAGNA
MILANO

IL COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO

Adunanza del 14/01/2021

Voto n. 01/MIBO

Visto il rescritto n. 260 del 11/01/2021 con il quale il sig. Provveditore ha trasmesso, per esame e parere, la praticaindicata in oggetto;
Visti gli atti relativi alla questione in argomento avuti in comunicazione;
Uditi i relatori:

- ing. Andrea Di Stazio
- ing. Crescenzo Prisco
- prof. dott. Silvano Focardi
- prof. dott. Giorgio Mattassi

OGGETTO: Sito Interesse Nazionale SIN Brescia-Caffaro – Messa in sicurezza di emergenza e bonifica/messa in sicurezza permanente delle acque sotterranee e per la bonifica/messa in sicurezza permanente del suolo e del sottosuolo dello stabilimento Caffaro a Brescia

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA

Importo totale del progetto: € 72.802.043,97
di cui € 60.933.812,29 per lavori, comprensivi di € 1.053.300,09 per oneri della sicurezza non soggetti a ribasso ed € 11.868.231,68 per somme a disposizione della stazione appaltante.

PREMESSE

L'articolo 14 della Legge 31 luglio 2002, n. 179 -Disposizioni in materia ambientale- ha individuato tra i Siti di Interesse Nazionale (SIN), quello di "Brescia – Caffaro" (aree industriali e relative discariche da bonificare) quale intervento di bonifica di interesse nazionale.

Con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) emanato in data 24 febbraio 2003, pubblicato sulla G.U. n. 121 del 27 maggio 2003, è stata approvata la perimetrazione del SIN Sito d'Interesse Nazionale di "Brescia - Caffaro" che comprende oltre ad aree ubicate nel territorio comunale di Brescia, anche i comuni di Castegnato e Passirano.

In forza di pronunce dell'Autorità Giudiziaria passate in giudicato, è stata riconosciuta la responsabilità della società Caffaro S.p.A., poi Caffaro s.r.l. in liquidazione e successivamente in amministrazione straordinaria, per l'inquinamento del suolo e sottosuolo del sito industriale, con conseguente obbligo di

adozione delle misure di messa in sicurezza di emergenza e di presentazione del progetto di bonifica.

La società Caffaro srl, in bonis, non ha provveduto ad adempiere al suddetto obbligo di bonifica né ha presentato alcun progetto in merito.

Con Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto con il Ministro dell'Economia e delle Finanze prot. n. 178 del 10 agosto 2015, è stato nominato il Commissario Straordinario Delegato alle operazioni di bonifica nella persona del Dott. Roberto Moreni.

La realizzazione degli interventi in oggetto, finanziati con le risorse stanziate nell'ambito dell' "***Accordo di Programma per la realizzazione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica del Sito di Interesse Nazionale di Brescia Caffaro***" sottoscritto dagli Enti interessati in data 06/11/2020, si configurano come interventi in sostituzione del soggetto responsabile dell'inquinamento, e pertanto il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare procederà, in ogni sede ritenuta opportuna, al recupero delle risorse pubbliche stanziate per l'esecuzione degli interventi previsti nel citato Accordo di Programma nonché per l'eventuale ulteriore risarcimento del danno ambientale nei termini previsto dalla Parte VI del Decreto Legislativo 03 aprile 2006 n. 152 -Norme in materia Ambientale.

Con D.M. emanato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) in data 04/09/2020, n. 110, è stato approvato, con una serie di prescrizioni, il "***Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)***", così come integrato dal documento "*Controdeduzioni relative alle osservazioni tecniche inviate da ARPA Lombardia al Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente*" trasmesso dal Commissario Straordinario Delegato con nota del 19/02/2020.

Il progetto di fattibilità tecnica per la Messa in sicurezza di emergenza e bonifica/messa in sicurezza permanente delle acque sotterranee e per la bonifica/messa in sicurezza permanente del suolo e del sottosuolo dello stabilimento Caffaro a Brescia, elaborato secondo il citato Progetto Operativo di Bonifica, viene sottoposto all'esame del CTA sedente presso il Provveditorato in epigrafe, ai sensi dell'art. 215 del Decreto Legislativo 18 aprile 2016 n. 50 -Codice dei Contratti Pubblici-

PROGETTO FATTIBILITÀ

Il progetto di fattibilità tecnica all'esame del CTA, elaborato secondo il citato Piano di Bonifica, prevede interventi solo sull'area comunale di Brescia e in particolare nell'area dello stabilimento Caffaro.

Il progetto prevede interventi di bonifica e di messa in sicurezza del suolo/sottosuolo e falda presso lo stabilimento Caffaro di Brescia che ha un'estensione di circa 116.000 mq ed è ubicato nel contesto urbano della città di Brescia, delimitato a Nord da Via Milano, a Sud dalla via Emilio Morosini, a ovest da Via Villa Glori e ad Est da Via Francesco Nullo.

Il progetto di fattibilità tecnica è stato elaborato a seguito di caratterizzazione del sito sulla scorta dei dati desunti da quattro campagne di indagini e prove in sito ed in laboratorio, estese all'intera area di sedime dello stabilimento industriale in esame.

In via preliminare si procederà alla dismissione degli impianti ancora produttivi, alla demolizione degli edifici ed alla rimozione degli impianti presenti nell'area di sedime del sito industriale e quant'altro per ripristinare le condizioni della superficie del piano campagna antecedente all'industrializzazione del sito; si procederà, indi, all'esecuzione di indagini integrative (*remedial investigation*) volte ad indagare le aree attualmente non accessibili e definirne la caratterizzazione ambientale del suolo e sottosuolo.

Propedeuticamente alle attività di bonifica, è prevista l'esecuzione di una serie di test e prove pilota in sito per la verifica in campo delle tecnologie di bonifica da adottare ed ottimizzare la configurazione ed il dimensionamento degli impianti di trattamento da realizzare.

La bonifica e la messa in sicurezza del sito prevedono interventi che riguardano il suolo superficiale, quello profondo e la falda.

Gli interventi sul suolo profondo, che saranno realizzati con delle tecniche di seguito descritte, ovviamente interagiscono con le attività di messa in sicurezza della falda in quanto, andando ad asportare l'inquinante dal suolo profondo lo stesso non viene interessato da fenomeni di lisciviazione e dissoluzione dei contaminanti in essi presenti. Gli interventi sul suolo profondo sono i seguenti: Soil Flushing, soil Vapour Extraction, soil Replacement e soil stabilization.

I suoli superficiali invece saranno trattati e poi messi in sicurezza in sito. Gli interventi di messa in sicurezza saranno realizzati con sistemi atti ad isolare parzialmente i suoli superficiali dalla matrice naturale al fine di impedirne fenomeni di lisciviazione degli inquinanti.

I materiali derivanti dalle demolizioni verranno frantumati ed analizzati; a seconda delle risultanze delle analisi (test di cessione) verranno riutilizzati in sito ovvero smaltiti a norma di legge.

L'intervento di messa in sicurezza e bonifica del Sito di Interesse Nazionale di Brescia Caffaro verrà realizzato mediante appalto integrato di progettazione esecutiva ed esecuzione di lavori ai sensi dell'art. 59, comma 1 bis del D. Lgs. 50/2016. In particolare, l'affidamento verrà espletato tramite procedura aperta di cui all'art. 60 del Codice dei Contratti con aggiudicazione secondo il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa individuata sulla base del miglior rapporto qualità/prezzo, ai sensi dell'art. 95 comma 2 e 3 del Codice stesso.

CONSIDERAZIONI

Il progetto di fattibilità tecnico-economica all'esame del CTA è stato predisposto sulla scorta di quattro campagne di indagini chimico fisiche e geognostiche, le cui risultanze hanno permesso la caratterizzazione geologica, fisico-meccanica e sismica dei terreni del sito di intervento e la relativa mappatura delle matrici ambientali e relativi livelli di contaminazione.

Propedeuticamente alle attività di bonifica, ad avvenuta rimozione dei manufatti ed impianti insistenti nell'area di sedime del complesso industriale, saranno eseguiti, a cura dell'operatore economico aggiudicatario dell'appalto, campi prova in sito per la verifica dell'efficacia delle tecnologie di bonifica su più larga scala, permettendo il corretto dimensionamento degli impianti e dei trattamenti full-scale, in relazione alle condizioni specifiche del sito nel quali saranno applicate.

Sono previsti i seguenti campi prova in sito finalizzati alla verifica delle tecnologie di trattamento dei terreni superficiali e profondi:

- test pilota di lavaggio terreni (impianto pilota soil washing);
- test pilota di soil stabilization;
- test pilota di ossidazione chimica;
- test pilota di soil flushing;
- test pilota di adsorbimento e chemical reduction (Trap&Treat).

Inoltre, in relazione agli interventi di adeguamento e ottimizzazione dei sistemi di messa in sicurezza e trattamento delle acque di falda si prevede di realizzare prove idrauliche (prove a gradini e di lunga durata a portata costante), con lo scopo di definire i parametri idraulici dell'acquifero anche in relazione ad una potenziale ottimizzazione dei livelli di emungimento.

Per quanto attiene il trattamento della falda derivante dalla barriera idraulica in essere e da possibili ulteriori trattamenti, attualmente monitorati attraverso pozzi disposti nell'immediato confine del sito, si fa obbligo agli estensori del progetto definitivo di individuare, sulla base del modello idraulico, uno o più pozzi rappresentativi della potenziale evoluzione quali quantitativa del corpo idrico sotterraneo rispetto alle modifiche dello stato e degli obiettivi di qualità previsti nell'ambito dell'applicazione della direttiva quadro 2000/60/CE così come recepito dal DLgs 152/2006 (Gli standard di qualità (definiti a livello europeo) e i valori soglia (definiti a livello nazionale) per le acque sotterranee sono riportati nella lettera B, parte A dell'allegato 1 alla parte III del DLgs 152/2006 (tabella 2 e tabella 3). I valori soglia adottati dall'Italia sono stati modificati dal decreto del Ministero dell'Ambiente del 6 luglio 2016 che recepisce la direttiva 2014/80/UE, di modifica dell'Allegato II della direttiva 2006/118/CE).

Per quanto attiene la liberazione di composti volatili conseguenti al trattamento dei suoli, si fa obbligo preliminarmente alla progettazione definitiva di eseguire una adeguata campagna di valutazione dell'aria ambiente soprastante i suoli oggetto di intervento limitatamente al set di analiti per i quali di persegue l'abbattimento. Tale monitoraggio sarà ripetuto a conclusione del trattamento dando evidenza della percentuale di abbattimento ottenuta.

Nella sezione monitoraggio delle polveri e qualità dell'aria vengono indicati i parametri mercurio, Fitofarmaci (Alachlor e Atrazina), PCB e Diossine. Alcuni di questi parametri, in particolare Diossine (intendendo PCDD + PCDF) e PCB compresi anche i congeneri Dioxin-Like, si legano al particellato e si depositano sui suoli dove si accumulano per la loro scarsa mobilità in acqua. Per valutare correttamente il

rilascio di questi contaminanti, oltre alle postazioni indicate nel piano di monitoraggio, si dovranno prevedere punti di campionamento sul terreno (deposimetri) e all'esterno dell'area di operazioni. La scelta dei punti di monitoraggio dovrà tener conto di parametri quali le direttrici del vento.

L'analisi dei PCB, delle Diossine e dei Furani, in tutte le matrici considerate, dovrebbe riportare i valori dei Tossici Equivalenti totali (ΣTE PCB-dioxin like + diossine + furani) in modo da valutare correttamente il rischio sanitario determinato da questi contaminanti; è nota infatti la loro caratteristica di penetrare nella catena alimentare con fenomeni di bioaccumulo e biomagnificazione. A tal fine l'analisi dei PCB-Dioxin Like (non-orto: PCB-77, PCB-81, PCB-126 e PCB-169 e mono-orto: PCB-105, PCB-114, PCB-118, PCB-123, PCB-156, PCB-157, PCB-167, PCB-189) dovrebbe essere effettuata con una metodica più adeguata; nelle indagini sui terreni propedeutiche alla progettazione operativa viene riportato un LOQ per congenere pari a 5 ng/kg s.s.; questo non permette di determinare questi congeneri e conseguentemente il contributo dei PCB alla tossicità.

Ulteriori campi prova potranno essere previsti in funzione dei risultati dei test di trattabilità e dei campi prova che saranno condotti.

Il progetto è completo degli elaborati previsti dal d.P.R. 207/2010 per il livello di progettazione in esame; gli elaborati grafici illustrano esaurientemente le attività da espletare; si rilevano tuttavia alcune discordanze tra gli elaborati grafici e descrittivi che non inficiano la valenza previsionale degli interventi, andrebbero inoltre individuate le categorie di cui all'allegato A del d.P.R. 207/2010.

Nell'ambito degli interventi, propedeuticamente agli interventi di messa in sicurezza/bonifica, è prevista la demolizione completa degli edifici e manufatti insistenti nell'area di sedime del complesso industriale, ad eccezione di quattro edifici di interesse storico architettonico, ubicati lungo lo sviluppo di via Milano; dall'esame della documentazione tecnica prodotte, si è rilevato che gli edifici da demolire, in numero di 47, occupano la superficie complessiva di circa metri quadri 42.275 per la volumetria complessiva, vuoto per pieno, di circa 401.510 metri cubi.

Il prezzo desumibile dal quadro economico è di circa € 10/m^3, congruo il valore del Prezziario della Regione Lombardia.

Il calcolo sommario della spesa è stato redatto applicando alle singole voci "a corpo" prezzi unitari di cui non vi è riferimento alcuno in merito alla provenienza da listini ufficiali o da apposite analisi dei prezzi e/o indagini di mercato all'uopo esperite. Circa la congruità di prezzi in sede di istruttoria è stato possibile accertare la congruità solo delle demolizioni e del trattamento di soil washing, mentre per le altre voci, essendo a corpo e non essendo stati indicati i prezzi di riferimento, non è stato possibile fare tale verifica.

Nelle ulteriori fasi progettuali i progetti dovranno essere dedotti da listini ufficiali ovvero in base ad analisi prezzi effettuate a partire da non meno n. 3 preventivi prodotti da operatori economici.

Si evidenzia ad esempio, che per quanto riguarda il trattamento della falda il costo della gestione degli impianti è previsto per un solo anno a fronte della durata pluriennale del funzionamento di detti impianti.

I lavori saranno eseguiti in regime di applicazione I.V.A. in ragione del 10% senza indicazione della fonte normativa.

L'importo del progetto ammonta complessivamente ad € 72.802.043,97 di cui € 60.933.812,29 per lavori comprensivi di € 1.053.300,09 per oneri di sicurezza non soggetti a ribasso ed € 11.868.231,68 per somme a disposizione della stazione appaltante. L'importo complessivo risulta superiore alla somma stanziata per l'intervento, pari ad € 70.000.000 (cfr. Accordo di Programma sottoscritto in data 06/11/2020, artt. 4 e 5).

In merito alla copertura finanziaria dell'intervento, si evidenzia che il comma 3 dell'Articolo 9 -Disposizioni generali e finali- del citato Accordo di Programma riporta: *"Qualora dall'attuazione degli interventi derivino eventuali maggiori spese rispetto a quelle previste, le stesse non sono a carico del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare né a carico del soggetto attuatore."*

Tutto ciò premesso e considerato

IL COMITATO

all'unanimità

È DEL PARERE

che il progetto di fattibilità tecnica per la "**Messa in sicurezza di emergenza e bonifica/messa in sicurezza permanente delle acque sotterranee e per la bonifica/messa in sicurezza permanente del suolo e del sottosuolo dello stabilimento Caffaro a Brescia**" sia meritevole di approvazione sotto il profilo tecnico-economico così come distinto nelle premesse e con le osservazioni/raccomandazioni sotto elencate, da recepire in sede di elaborazione del progetto definitivo il cui adempimento viene demandato al Responsabile Unico del Procedimento:

- per la corretta gestione della falda prima, durante e dopo l'applicazione del piano di bonifica si fa obbligo agli estensori del progetto definitivo di individuare, sulla base del modello idraulico, uno o più pozzi rappresentativi della potenziale evoluzione quali quantitativa del corpo idrico sotterraneo rispetto alle modifiche dello stato e degli obiettivi di qualità previsti nell'ambito dell'applicazione della direttiva quadro 2000/60/CE così come recepito dal DLgs 152/2006 (Gli standard di qualità (definiti a livello europeo) e i valori soglia (definiti a livello nazionale) per le acque sotterranee sono riportati nella lettera B, parte A dell'allegato 1 alla parte III del DLgs 152/2006 (tabella 2 e tabella 3). I valori soglia adottati dall'Italia sono stati modificati dal decreto del Ministero dell'Ambiente del 6 luglio 2016 che recepisce la direttiva 2014/80/UE, di modifica dell'Allegato II della direttiva 2006/118/CE).
- per la completa valutazione del trattamento per la bonifica dei composti volatili conseguenti al trattamento dei suoli, si fa obbligo preliminarmente alla progettazione definitiva di eseguire una adeguata campagna di valutazione dell'aria ambiente soprastante i suoli oggetto di intervento limitatamente al set di analiti per i quali di persegue l'abbattimento. Tale monitoraggio sarà ripetuto a conclusione del trattamento dando evidenza della percentuale di abbattimento ottenuta;
- per la corretta valutazione del rilascio dei contaminanti quali Diossine (intendendo PCDD + PCDF) e PCB compresi anche i congeneri Dioxin-Like, oltre alle postazioni indicate nel piano di monitoraggio, si dovranno prevedere punti di campionamento sul terreno (deposimetri) e all'esterno dell'area di operazioni. La scelta dei punti di monitoraggio dovrà tener conto di parametri quali le direttrici del vento;
- l'analisi dei PCB, delle Diossine e dei Furani, in tutte le matrici considerate, dovrebbe riportare i valori dei Tossici Equivalenti totali (ΣTE PCB-dioxin like + diossine + furani) in modo da valutare correttamente il rischio sanitario determinato da questi contaminanti; è nota infatti la loro caratteristica di penetrare nella catena alimentare con fenomeni di bioaccumulo e biomagnificazione;
  A tal fine l'analisi dei PCB-Dioxin Like (non-orto: PCB-77, PCB-81, PCB-126 e PCB-169 e mono-orto: PCB-105, PCB-114, PCB-118, PCB-123, PCB-156, PCB-157, PCB-167, PCB-189) dovrebbe essere effettuata con una metodica più adeguata;
- Il progetto definitivo a base di gara dovrà contenere dettagliate prescrizioni operative in merito all'esecuzione dei test pilota e campi prova in sito per la verifica dell'efficacia delle tecnologie di bonifica su più larga scala per il corretto dimensionamento degli impianti e dei trattamenti full-scale che l'impresa esecutrice realizzerà/adotterà nei successivi interventi di bonifica; il tutto finalizzato all'invariabilità della disciplina economica-contrattuale dell'appalto;
- i successivi livelli di progettazione saranno elaborati in ottemperanza alle prescrizioni impartite nel D.M. n. 110 del 04/09/2020 con il quale il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) in data 04/09/2020, n. 110, ha approvato il "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)", così come integrato dal documento "Controdeduzioni relative alle osservazioni tecniche inviate da ARPA Lombardia al Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente";

- nei successivi livelli di progettazione, il costo totale degli interventi di bonifica deve essere desunto applicando alle varie categorie di lavorazioni, il relativo prezzo unitario desunto dal prezzario vigente nella regione Lombardia o limitrofe; per i prezzi unitari non rilevabili dal citato prezzario, si istruiranno apposite analisi dei prezzi utilizzando i costi unitari per la manodopera, i materiali ed i noli, riportati nei listini ufficiali di riferimenti vigenti nell'area;
- il costo degli interventi di progetto deve trovare copertura finanziaria per l'intero importo stimato.

IL PRESIDENTE
(dott. ing. Fabio RIVA)

I RELATORI

(ing. Andrea Di Stazio)

(ing. Crescenzo Prisco)

(prof. Silvano Focardi)

(prof. Giorgio Mattassi)

Si attesta la conformità del documento all'originale analogico ai sensi dell'art. 23-ter c. 3 del D. Lgs n. 82 del 07/03/2005

IL SEGRETARIO
(rag. Franca Guarino)

FRANCA GUARINO
MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
15.03.2021 16:07:51 UTC

Allegato 9

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO S.I.N. "BRESCIA CAFFARO"

Brescia, 11/05/2023

Al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
Direzione generale uso sostenibile del suolo e delle risorse idriche
Ex divisione III – bonifica dei siti di interesse nazionale
c.a. dott. Giuseppe Lo Presti
c.a. ing. Luciana Distaso
USSRI@PEC.mite.gov.it

E, p.c. ARPA Lombardia - Dipartimento di Brescia
dipartimentobrescia.arpa@pec.regione.lombardia.it

AECOM URS Italia S.p.A.
aecom@aecompec.it

Comune di Brescia – Unità di Progetto Risanamento Ambientale e Bonifiche
risanamentoambientale@pec.comune.brescia.it

Oggetto: SITO EX STABILIMENTO CAFFARO BRESCIA – Riunione di allineamento con ARPA sull'assetto degli interventi di messa in sicurezza della falda e le relative interferenze con il Progetto di Bonifica "Stralcio di Prima Fase"

Come noto, è in corso la predisposizione degli elaborati per la gara d'appalto delle opere di bonifica – 1° fase dell'area dello stabilimento Caffaro, in Brescia, che saranno completati entro il corrente mese di maggio.

In tale ambito si è dovuta affrontare la questione relativa al raccordo tra le previsioni progettuali da porre in gara e l'attività di predisposizione dei nuovi impianti di barrieramento idraulico in corso da parte di Caffaro Brescia s.r.l. , come da impegni sottoscritti dalla medesima Società nei confronti di codesto Ministero.

In relazione a ciò si è ritenuto indispensabile realizzare un approfondimento con i tecnici della Società AECOM, incaricata della elaborazione del progetto da porre in gara, e il Dipartimento di Brescia di Arpa Lombardia, sulla base degli interventi in corso di esecuzione e/o progettazione da parte di Caffaro Brescia, come da questa Società indicate.

Gli esiti di tale approfondimento sono contenuti nell'allegata nota verbale, che costituiscono quindi ora il necessario riferimento per il completamento degli elaborati da mettere a gara. Ove vi siano osservazioni da parte del Ministero, si chiede che vengano formulate a stretto giro di posta, tenendo conto della scadenza sopra indicata data l'urgenza di avviare il procedimento di gara.

Il protrarsi dei tempi di definizione e realizzazione delle opere in merito programmate da Caffaro Brescia, con l'assenza - ad oggi - del progetto di parte delle opere stesse che la società dovrà realizzare e della sua formalizzazione, determina ovviamente ricadute sulle nostre elaborazioni in corso, dovendosi tra l'altro disciplinare le possibili interferenze tra la permanenza della Società nell'area dello stabilimento fino al

Ufficio mittente:

Commissario Straordinario S.I.N. "Brescia Caffaro"
Via G.Marconi, 12 25128 Brescia
030.297 8063
segreteria@commissario.bresciacaffaro.it
commissario@pec.bresciacaffaro.it

completamento delle nuove opere di barrieramento, al loro collaudo e all'entrata in attività del soggetto gestore di tali nuovi impianti.

Cordiali saluti

Il Commissario Straordinario SIN Brescia-Caffaro
Ing. Mario Nova
(firmato digitalmente ai sensi dell' art.24 D.Lgs.7 marzo 2005 n.82)

Ufficio mittente:

Commissario Straordinario S.I.N. "Brescia Caffaro"
Via G:Marconi, 12 25128 Brescia
segreteria@commissario.bresciacaffaro.it
commissario@pec.bresciacaffaro.it

AECOM

Minutes

Meeting name SIN Caffaro Brescia - Progetto definitivo Stralcio	**Subject** Riunione di coordinamento	**Attendees** Ing. Mario Nova – Commissario Straordinario Ing. Susi Canti - Comune di Brescia (RUP) Dott. Fabio Cambielli – ARPA Lombardia Dott. Enrico Alberico – ARPA Lombardia Ing. Ciro Viscotti – AECOM Ing. Giovanni Amenduni – AECOM Ing. Luca Schiattareggia - AECOM
Meeting date 2023-04-28 Ore 15.00÷15.35	**Location** Teams Call	
Project name Progetto Definitivo Stralcio - Caffaro Brescia	**Prepared by** G.Amenduni	

OGGETTO: SITO EX STABILIMENTO CAFFARO BRESCIA – Riunione di allineamento con ARPA sull'assetto degli interventi di messa in sicurezza della falda e le relative interferenze con il Progetto di Bonifica "Stralcio di Prima Fase"

Il Commissario del SIN di Caffaro Brescia ha indetto una riunione con i referenti di ARPA Lombardia ed i progettisti di AECOM, per discutere i seguenti aspetti:

- attuale assetto della barriera idraulica del Sito Caffaro e punti di emungimento da mantenere attivi, in considerazione di quanto previsto nel Progetto Operativo di Bonifica (POB) approvato e delle recenti attività di messa in sicurezza integrative realizzate a cura dell'attuale gestore della barriera (cosiddetto impianto 7 piezometri);
- idoneità dei nuovi pozzi n.8 e n.9, realizzati dall'attuale gestore della barriera, rispetto a tipologia, ubicazione e obiettivi dei pozzi omonimi previsti nel POB;
- interferenze delle reti elettrica ed idraulica dei pozzi attualmente in emungimento con le attività di decommissioning previste nell'ambito del Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase, in corso di redazione.

A seguito di valutazione e discussione sui diversi aspetti fra le parti presenti, ARPA Lombardia fornisce le seguenti indicazioni:

- i nuovi pozzi n.8 e n.9 già realizzati possono essere considerati sostitutivi di quelli omonimi già previsti nel POB;
- rispetto alle Fasi operative previste nel POB per le opere di adeguamento della barriera idraulica, ci si colloca sostanzialmente nella "Fase 2", nelle more del collegamento/attivazione dei pozzi 8 e 9;
- allo stato attuale deve essere garantito il prosieguo del funzionamento dei pozzi 7 e 4; per il pozzo 5, attualmente in funzione, si può prevedere una disattivazione una volta completata la messa in esercizio dei pozzi 8 e 9 e del relativo impianto TAF; sul pozzo 2 (unico pozzo attualmente provvisto di impianto di trattamento per il parametro mercurio) Caffaro Brescia sta effettuando delle valutazioni per il suo spegnimento una volta completato l'assetto della nuova barriera;
- per quanto riguarda le attività di MISE costituite dai 7 piezometri in emungimento e relativo impianto di trattamento, può essere previsto uno spegnimento del sistema una volta completata la messa in esercizio dei pozzi 8 e 9 e del relativo impianto TAF; in ogni caso, qualora la presenza dell'impianto sia ostativa per l'esecuzione di interventi di bonifica dei suoli profondi previsti nel POB, lo stesso potrà essere dismesso.

Il Commissario ed i progettisti prendono atto delle indicazioni di ARPA.

AECOM segnala in merito quanto segue:

- si conferma che nell'ambito della progettazione possono essere effettuate le modifiche all'attuale rete elettrica/idraulica in modo da predisporre il collegamento dei pozzi n. 2, 4, 5, 7 ed i rispettivi moduli di trattamento esistenti, nonché l'impianto di emungimento/trattamento dei 7 piezometri;

Comm.Straord. SIN BS CAFFARO partenza Prot 0000227 11-05-2023

- può inoltre essere prevista la predisposizione per l’alimentazione dei nuovi pozzi n.8 e n.9; si precisa che tutte le opere elettriche/idrauliche necessarie al collegamento e funzionamento di tali pozzi e del relativo impianto TAF sono in ogni caso al di fuori dei limiti di batteria della progettazione di AECOM e delle opere che saranno oggetto di appalto nell’ambito dello Stralcio di Prima Fase.

Le parti convengono che tali elementi dovranno essere oggetto di comunicazione al Ministero per eventuali valutazioni di competenza.

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO S.I.N. "BRESCIA CAFFARO"

Brescia, 11/05/2023

Al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
Direzione generale uso sostenibile del suolo e delle risorse idriche
Ex divisione III – bonifica dei siti di interesse nazionale
c.a. dott. Giuseppe Lo Presti
c.a. ing. Luciana Distaso
USSRI@PEC.mite.gov.it

E, p.c. ARPA Lombardia - Dipartimento di Brescia
dipartimentobrescia.arpa@pec.regione.lombardia.it

AECOM URS Italia S.p.A.
aecom@aecompec.it

Comune di Brescia – Unità di Progetto Risanamento Ambientale e Bonifiche
risanamentoambientale@pec.comune.brescia.it

Oggetto: SITO EX STABILIMENTO CAFFARO BRESCIA – Riunione di allineamento con ARPA sull'assetto degli interventi di messa in sicurezza della falda e le relative interferenze con il Progetto di Bonifica "Stralcio di Prima Fase"

Come noto, è in corso la predisposizione degli elaborati per la gara d'appalto delle opere di bonifica – 1° fase dell'area dello stabilimento Caffaro, in Brescia, che saranno completati entro il corrente mese di maggio.

In tale ambito si è dovuta affrontare la questione relativa al raccordo tra le previsioni progettuali da porre in gara e l'attività di predisposizione dei nuovi impianti di barrieramento idraulico in corso da parte di Caffaro Brescia s.r.l. , come da impegni sottoscritti dalla medesima Società nei confronti di codesto Ministero.

In relazione a ciò si è ritenuto indispensabile realizzare un approfondimento con i tecnici della Società AECOM, incaricata della elaborazione del progetto da porre in gara, e il Dipartimento di Brescia di Arpa Lombardia, sulla base degli interventi in corso di esecuzione e/o progettazione da parte di Caffaro Brescia, come da questa Società indicate.

Gli esiti di tale approfondimento sono contenuti nell'allegata nota verbale, che costituiscono quindi ora il necessario riferimento per il completamento degli elaborati da mettere a gara. Ove vi siano osservazioni da parte del Ministero, si chiede che vengano formulate a stretto giro di posta, tenendo conto della scadenza sopra indicata data l'urgenza di avviare il procedimento di gara.

Il protrarsi dei tempi di definizione e realizzazione delle opere in merito programmate da Caffaro Brescia, con l'assenza - ad oggi - del progetto di parte delle opere stesse che la società dovrà realizzare e della sua formalizzazione, determina ovviamente ricadute sulle nostre elaborazioni in corso, dovendosi tra l'altro disciplinare le possibili interferenze tra la permanenza della Società nell'area dello stabilimento fino al

Ufficio mittente:

Commissario Straordinario S.I.N. "Brescia Caffaro"
Via G.Marconi, 12 25128 Brescia
030.297 8063
segreteria@commissario.bresciacaffaro.it
commissario@pec.bresciacaffaro.it

completamento delle nuove opere di barrieramento, al loro collaudo e all'entrata in attività del soggetto gestore di tali nuovi impianti.

Cordiali saluti

Il Commissario Straordinario SIN Brescia-Caffaro
Ing. Mario Nova
(firmato digitalmente ai sensi dell' art.24 D.Lgs.7 marzo 2005 n.82)

MARIO NOVA
COMUNE DI BRESCIA
COMMISSARIO TECNICO STRAORDINARIO
11.05.2023 12:26:41 GMT+00:00

Ufficio mittente:

Commissario Straordinario S.I.N. "Brescia Caffaro"
Via G:Marconi, 12 25128 Brescia
segreteria@commissario.bresciacaffaro.it
commissario@pec.bresciacaffaro.it

Allegato 10

Ministero dell'Ambiente
e della Sicurezza Energetica

DIREZIONE GENERALE USO SOSTENIBILE DEL SUOLO E DELLE RISORSE IDRICHE

IL DIRETTORE GENERALE

Al Commissario Straordinario Delegato S.I.N. Brescia Caffaro
Ing. Mario Nova
commissario@pec.bresciacaffaro.it

e, p. c.

Al Comune di Brescia
Unità di Progetto Risanamento Ambientale e Bonifiche
risanamento ambientale@pec.comune.brescia.it

All'ARPA Lombardia - Dipartimento di Brescia
dipartimentobrescia.arpa@pec.regione.lombardia.it

Alla AECOM URS Italia S.p.A.
aecom@aecompec.it

OGGETTO: (ID SIN_42) SIN "BRESCIA-CAFFARO" – SITO EX STABILIMENTO CAFFARO BRESCIA – RIUNIONE DI ALLINEAMENTO CON ARPA SULL'ASSETTO DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELLA FALDA E LE RELATIVE INTERFERENZE CON IL PROGETTO DI BONIFICA "STRALCIO DI PRIMA FASE" – **RISCONTRO NOTA DEL COMMISSARIO PROT. N. 227 DELL'11.05.2023**

In riscontro alla nota in oggetto, acquisita dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica al prot. n. 76639 dell'11.05.2023, si comunica che non si ravvisano ulteriori osservazioni rispetto a quanto già rappresentato da ARPA Lombardia – Dipartimento di Brescia nel verbale allegato alla nota medesima.

Come già segnalato, si evidenzia l'assoluta urgenza in merito al completamento delle attività commissariali in corso.

Il Direttore Generale
Giuseppe Lo Presti

(documento informatico firmato digitalmente
ai sensi dell'art. 24 D.Lgs. 82/2005 e ss.mm.ii)

ID Utente: 1134
ID Documento: USSRI_07-1134_2023-0069
Data stesura: 12/05/2023

✓ Resp. Div.: Distaso L.
Ufficio: USSRI_07
Data: 15/05/2023

Tuteliamo l'ambiente! Non stampate se non necessario. 1 foglio di carta formato A4 = 7,5g di CO_2

Firmato digitalmente in data 15/05/2023 alle ore 12:09

m_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.USCITA.0078141.15-05-2023

Ministero dell'Ambiente
e della Sicurezza Energetica

DIREZIONE GENERALE USO SOSTENIBILE DEL SUOLO E DELLE RISORSE IDRICHE

IL DIRETTORE GENERALE

Al Commissario Straordinario Delegato S.I.N. Brescia Caffaro
Ing. Mario Nova
commissario@pec.bresciacaffaro.it

e, p. c.

Al Comune di Brescia
Unità di Progetto Risanamento Ambientale e Bonifiche
risanamento ambientale@pec.comune.brescia.it

All'ARPA Lombardia - Dipartimento di Brescia
dipartimentobrescia.arpa@pec.regione.lombardia.it

Alla AECOM URS Italia S.p.A.
aecom@aecompec.it

OGGETTO: (ID SIN_42) SIN "BRESCIA-CAFFARO" – SITO EX STABILIMENTO CAFFARO BRESCIA – RIUNIONE DI ALLINEAMENTO CON ARPA SULL'ASSETTO DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELLA FALDA E LE RELATIVE INTERFERENZE CON IL PROGETTO DI BONIFICA "STRALCIO DI PRIMA FASE" – **RISCONTRO NOTA DEL COMMISSARIO PROT. N. 227 DELL'11.05.2023**

In riscontro alla nota in oggetto, acquisita dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica al prot. n. 76639 dell'11.05.2023, si comunica che non si ravvisano ulteriori osservazioni rispetto a quanto già rappresentato da ARPA Lombardia – Dipartimento di Brescia nel verbale allegato alla nota medesima.

Come già segnalato, si evidenzia l'assoluta urgenza in merito al completamento delle attività commissariali in corso.

Il Direttore Generale
Giuseppe Lo Presti

(documento informatico firmato digitalmente
ai sensi dell'art. 24 D.Lgs. 82/2005 e ss.mm.ii)

ID Utente: 1134
ID Documento: USSRI_07-1134_2023-0069
Data stesura: 12/05/2023

✓ Resp. Div.: Distaso L.
Ufficio: USSRI_07
Data: 15/05/2023

Firmato digitalmente in data 15/05/2023 alle ore 12:09

Tuteliamo l'ambiente! Non stampate se non necessario. 1 foglio di carta formato A4 = 7,5g di CO_2

Annessi

commissario straordinario
BRESCIA CAFFARO

PROGETTO DEFINITIVO

Interventi di decommissioning, bonifica e MISP presso lo stabilimento Caffaro Brescia (BS) Stralcio di Prima Fase

SITO: Stabilimento Caffaro Brescia

CUP F84D20000140001

COMMITTENTE:	PROJECT MANAGER:	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO PER LA PROGETTAZIONE
Commissario Straordinario S.I.N. "Brescia Caffaro" Via G. Marconi, 12 25128 Brescia TEL. 030 297.8064	Dott.ssa Donata Camiolo	Dott. Roberto Moreni (sino al 04/07/2021) Ing. Mario Nova (dal 05/07/2021)

PROGETTAZIONE: AECOM

PROJECT MANAGER / LEAD	RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE	COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Dott.ssa Donata Camiolo Dott. Gianmarco Lucchini Dott. Giacomo Donini	Ing. Emanuele Perrotta	Ing. Massimo Viarenghi

Progetto geotecnico e regimazione idraulica	Progetto elettrico	Progetto decommissioning e demolizioni	Progetto aspetti sicurezza	Progetto aspetti ambientali
PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Maffeis	PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Appiani	PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Viarenghi	PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Viarenghi	PROGETTISTA INCARICATO: Dott. Lucchini

RELAZIONE ILLUSTRATIVA – ANNESSO A: RISULTATI TEST TRATTABILITÀ

Codice elaborato / file pdf

60705578_CBS_00_RL01_2_0

3				Informazioni Qualità	
2				Preparato da	C.V.
1				Controllato da	G.D.
0	07/06/23	PRIMA EMISSIONE	AECOM	Verificato da	G.L.
Rev.	Data	Rif. Revisione	Redatto	Approvato da	E.P.

© Giugno 2023 AECOM URS Italia S.p.A.. All Rights Reserved. This document has been prepared by AECOM URS Italia S.p.A. ("AECOM") for sole use of our client (the "Client") in accordance with generally accepted consultancy principles, the budget for fees and the terms of reference agreed between AECOM and the Client. Any information provided by third parties and referred to herein has not been checked or verified by AECOM, unless otherwise expressly stated in the document. No third party may rely upon this document without the prior and express written agreement of AECOM.

MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

commissario straordinario
BRESCIA CAFFARO

STABILIMENTO CAFFARO BRESCIA

Report prove di trattabilità

Prepared for:

Commissario Straordinario Brescia Caffaro

Prepared by:

AECOM URS Italia S.p.A.
20143 - Via Giacomo Watt 27
Milano
Italia

T: +39 02 4225561
aecom.com

Quality information

Prepared by	Checked by	Verified by	Approved by
Ing. Marco Gubertini	Ing. Ciro Viscotti	Dott.ssa Donata Camiolo Dott. Giacomo Donini	Dott. Gianmarco Lucchini

Revision History

Revision	Revision date	Details	Authorized	Name	Position
00	08/09/2020	Emissione	GL	Dott. Gianmarco Lucchini	

Distribution List

Code Number	# Hard Copies	PDF Required	Association / Company Name
CIG7590107271_MI_R12-REV-00	-	1	Commissario Straordinario Brescia Caffaro

© Settembre 2020 AECOM URS Italia S.p.a.. All Rights Reserved.

This document has been prepared by AECOM URS Italia S.p.a. (“AECOM”) for sole use of our client (the “Client”) in accordance with generally accepted consultancy principles, the budget for fees and the terms of reference agreed between AECOM and the Client. Any information provided by third parties and referred to herein has not been checked or verified by AECOM, unless otherwise expressly stated in the document. No third party may rely upon this document without the prior and express written agreement of AECOM.

INDICE

N° di Pag.

1. INTRODUZIONE..... 4

2. PROVE DI TRATTABILITA' 5

2.1. Soil Washing..... 5
2.1.1. Principi generali 5
2.1.2. Descrizione delle prove 5
2.2. Soil stabilization 8
2.2.1. Principi generali 8
2.2.2. Descrizione delle prove 8
2.3. Ossidazione chimica 13
2.3.1. Principi generali 13
2.3.2. Prova Ozono..... 15
2.3.3. Prova Perozono 17
2.3.4. Prova Perossido d'Idrogeno 19
2.3.5. Prova Fenton 21
2.3.6. Prove finali con Perozono 23
2.4. Analisi in biologia molecolare 26
2.5. Test di campo speditivo con ozono..... 27
2.6. Prove di riduzione chimica e biologica 29
2.6.1. Principi generali 29
2.6.2. Descrizione delle prove eseguite..... 30
2.6.3. Risultati..... 31

3. SINTESI DEI RISULTATI..... 35

ALLEGATI

Allegato 1: Soil washing - Certificati analitici campioni pre-trattamento

Allegato 2: Soil washing - Certificati analitici post separazione granulometrica

Allegato 3: Prove di stabilizzazione – Certificati analitici eluati

Allegato 4: Prove di ossidazione – Report laboratorio SIAD

Allegato 5: Prove di ossidazione – Certificati analitici

Allegato 6: Prova speditiva con ozono – Certificati analitici

Allegato 7: Prove di riduzione chimica e biologica – Grafici e risultati

1. INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica descrive i risultati delle prove di trattabilità realizzate ai fini della progettazione delle tecnologie di bonifica dei suoli individuate per lo stabilimento Caffaro Brescia. Le prove, eseguite in base alle specifiche tecniche redatte da AECOM (rif. All. 11 al Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente, CIG 7590107271_MI_R5), hanno riguardato 4 tipologie di trattamenti:

- prove di separazione granulometrica propedeutiche al lavaggio terreni (soil washing);
- prove di stabilizzazione chimica (soil stabilization);
- prove di ossidazione chimica (advanced oxidation processes);
- prove di adsorbimento su carbone attivo e riduzione chimico-biologica con reagente a base di ferro metallico (chemical reduction).

Al fine di effettuare una valutazione sulla fattibilità di un processo biologico di dealogenazione riduttiva sono state inoltre svolte alcune analisi in biologia molecolare per valutare la presenza di gruppi microbici deputati allo sviluppo di tale processo.

I campioni di suolo sono stati prelevati durante le fasi di indagini ambientali propedeutiche alla progettazione realizzate in sito nel periodo dicembre 2018 – febbraio 2019. In fase di campionamento è stato eseguito uno screening preliminare dei campioni in modo tale da determinarne le caratteristiche, prima del loro invio ai test di trattamento, al fine di definire nel dettaglio i parametri di esecuzione delle prove.

Il presente documento descrive la metodologia con cui sono state realizzate le prove ed i materiali utilizzati, nonché i risultati ottenuti e le considerazioni che ne derivano. I risultati delle prove realizzate in laboratorio forniscono indicazioni preliminari per lo sviluppo della strategia di intervento per la bonifica/messa in sicurezza delle matrici ambientali e dovranno essere verificati a più ampia scala mediante test pilota appositamente realizzati.

2. PROVE DI TRATTABILITA'

Nei paragrafi che seguono sono presentate le specifiche tecniche seguite per l'esecuzione delle prove di trattabilità.

2.1. Soil Washing

2.1.1. Principi generali

La tecnica del Soil Washing si basa sulla separazione granulometrica e sul lavaggio dei terreni contaminati. I contaminanti rimossi dal terreno principalmente attraverso due meccanismi: tramite la rimozione della frazione di terreno fine contenente una concentrazione di contaminanti e/o tramite la dissoluzione dei contaminanti nella soluzione acquosa del lavaggio. Il primo meccanismo si basa sul fatto che gran parte della contaminazione presente nel terreno si lega alla frazione fine del suolo, caratterizzata da una superficie specifica più elevata e da un maggior contenuto di sostanza organica. Il secondo meccanismo è basato sulla dissoluzione dei contaminanti, presenti inizialmente nel terreno, nel fluido di lavaggio.

2.1.2. Descrizione delle prove

A seguito delle indagini effettuate sull'area dello stabilimento Caffaro Brescia sono stati prelevati campioni per tre diverse tipologie di terreni, identificate come segue:

- terreni superficiali (riporti, caratterizzati in prevalenza dalla presenza di pietrisco misto a ghiaia, sabbie e limi);
- terreni tra i 2 - 4 m di profondità (con litologie prevalentemente assimilabili a sabbie);
- terreni profondi (caratterizzati da litologie diversificate, comprensive di ghaia fine, sabbia fine limosa ed argilla limosa).

Le analisi di caratterizzazione preliminare dei campioni di suolo superficiale, terreni a media profondità e terreni profondi viene riportata in Allegato 1.

Le prove di laboratorio hanno consentito di riprodurre su piccola scala la separazione granulometrica del campione di terreno (che in un intervento full scale viene effettuata mediante impianto dedicato di soil washing).

Ciascun campione delle tre tipologie di suolo sopra elencate è stato sottoposto ad un processo di vagliatura, dal quale sono state ricavate tre diverse classi granulometriche. Nello specifico, attraverso il processo di vagliatura, è stato possibile selezionare le seguenti classi granulometriche:

- grana grossolana (al di sopra dei 12,5 mm del vaglio);
- grana intermedia sabbiosa (compresa tra i 2 e i 12,5 mm del vaglio);

- grana fine limosa (al di sotto dei 2 mm del vaglio), per la quale la tecnica del soil washing risulta pressoché inefficace.

Tale processo fornisce importanti indicazioni per la quantificazione delle frazioni di suolo potenzialmente trattabili mediante lavaggio, rispetto alla massa complessiva di suolo da trattare, in modo tale da stimare l'efficacia su larga scala.

Si riportano di seguito i risultati delle analisi granulometriche effettuate, suddivise per tipologia di terreno analizzata (gli istogrammi riportati in tabella mostrano la distribuzione delle frazioni granulometriche nelle tre tipologie di suolo identificate).

Tabella 2.1.2.1 Risultati analisi granulometriche

Vaglio [mm]	Terreno superficiale		Terreno intermedio (sabbia)		Terreno profondo	
	Peso [g]	Percentuale [%]	Peso [g]	Percentuale [%]	Peso [g]	Percentuale [%]
> 31,5	147.0	5.1	407.0	6.0	431.5	9.3
> 22,4	199.5	7.0	892.0	13.1	696.0	15.0
> 12,5	394.5	13.8	1'017.5	15.0	898.0	19.3
> 6,3	256.0	8.9	1'077.5	15.8	695.0	14.9
> 2	1'031.5	36.1	1'273.5	18.7	755.5	16.2
< 2	832.0	29.1	2'132.0	31.4	1'173.5	25.3
Peso complessivo del campione [g]	**2'860.5**	**100.0**	**6'799.5**	**100.0**	**4'649.5**	**100.0**

I risultati dei test effettuati hanno permesso di stimare la frazione di suoli difficilmente trattabile mediante il processo di soil washing (tale tecnologia risulta sostanzialmente inefficace sul terreno a grana fine limoso-argillosa).

La percentuale in peso del terreno non trattabile è stimata indicativamente pari al 30% e, in particolare, nei tre orizzonti considerati è risultata pari:

- al 29,1 % del peso del campione sul terreno superficiale;
- al 31,4 % del peso del campione sul terreno intermedio (sabbioso);
- al 25,3 % del peso del campione sul terreno profondo.

I campioni così ottenuti sono stati quindi sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio al fine di verificare i diversi livelli di contaminazione in relazione alla classe granulometrica per ogni tipologia di terreno. Di seguito si riportano le concentrazioni dei diversi contaminanti presenti in ogni tipologia di terreno, eseguite dal laboratorio Centro Ricerche Chimiche Srl (gli istogrammi evidenziano la distribuzione dei contaminanti nelle diverse frazioni analizzate).

Tabella 2.1.2.2 Risultati analisi chimiche

Parametro *Metodo*	U.M	Terreno superficiale			Terreno interm. (sabbia)			Terreno profondo			Limiti Col. A	Limiti Col. B
		< 2 mm	2 - 12.5 mm	> 12.5 mm	< 2 mm	2 - 12.5 mm	> 12.5 mm	< 2 mm	2 - 12.5 mm	> 12.5 mm		
Piombo (Pb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	215	190	119	13	16	8.1	16	23	28	100	1000
Rame (Cu) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	330	273	229	14	22	10	14	9.3	75	120	600
Cadmio (Cd) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	1.3	1.6	1.3	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1.4	1.5	2.2	2	15
Cobalto (Co) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	8	10	6.3	5	3.6	3.2	8.4	8.4	6.6	20	250
Arsenico (As) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	340	252	222	39	21	13	15	11	28	20	50
Mercurio (Hg) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	19	24	19	1.1	1.3	<1,0	1.5	< 1,0	1.6	1	5
Selenio (Se) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	3	15
Cromo (Cr) *CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985*	mg/kg	24	32	49	13	14	5.6	18	16	17	150	800
Cromo VI *CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985*	mg/kg	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	2	15
Nichel (Ni) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	26	29	26	13	12	6.7	14	12	13	120	500
Bario (Ba) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	589	610	371	74	58	42	176	151	162	-	-
Berillio (Be) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	2	10
Molibdeno (Mo) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	1.4	1.2	2.2	1.1	1.3	3.9	< 1,0	1	< 1,0	-	-
Antimonio (Sb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	1.6	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	10	30
Manganese (Mn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	500	622	927	400	237	211	760	598	439	-	-
Stagno (Sn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	4	7.2	4.5	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1.4	< 1,0	1.6	1	350
Tallio (Ti) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1	10
Vanadio (V) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	29	55	38	24	26	16	50	37	43	90	250
Zinco (Zn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	161	184	144	67	116	53	83	81	207	150	1500
Policlorobifenili espressi come Aroclor 1260 *EPA 3540 C 1996 + EPA 3620 C 2014 + EPA 8082 A 2007*	mg/kg	215	293	408	37	13	8	57	41	40	0.06	5

La distribuzione delle concentrazioni dei contaminanti (tab. 2.1.1.2) ha evidenziato come l'orizzonte maggiormente interessato dalla contaminazione sia quello superficiale ove sono stati riscontrati superamenti dei limiti di Col. B, Tab. 1 dell'All. 5 alla Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. per i parametri As, Hg e PCB.

Così come per la granulometria anche il grado di contaminazione delle diverse frazioni è un parametro da tenere in considerazione nella valutazione del processo di trattamento in quanto concentrazioni estremamente elevate di PCB, quali quelle riscontrate nel campione superficiale analizzato, potrebbero limitare l'efficacia del trattamento di lavaggio.

Per la definizione del fluido di lavaggio e delle soluzioni impiantistiche saranno necessari ulteriori approfondimenti da sviluppare a più larga scala in sede di prova pilota.

2.2. Soil stabilization

2.2.1. Principi generali

Tale tecnica consiste nell'introduzione, all'interno del terreno contaminato, di opportuni reagenti inorganici (tipo cemento/silicati, calce e argilla) o organici (asfalto, bitume, resine termoplastiche o polimeri) al fine di diminuire la mobilità dei contaminanti, attraverso meccanismi di stabilizzazione chimica (trasformazione dei contaminanti in una forma più stabile dal punto di vista chimico) e di solidificazione (incapsulamento del materiale contaminato al fine di ridurne la mobilità e quindi la dispersione nell'ambiente).

La riduzione della mobilità dei contaminanti avviene mediante i fenomeni di:

- riduzione della superficie esposta al contatto con acque di percolazione e della permeabilità complessiva del materiale contaminato;
- formazione di legami chimici tra i contaminanti ed i reagenti impiegati nel trattamento;
- riduzione della solubilità dei contaminanti a seguito della formazione di precipitati.

Tali obiettivi vengono raggiunti tramite l'utilizzo di agenti leganti. Nell'ambito dei test di trattamento effettuati sono stati utilizzati, come agenti leganti, diverse miscele cementizie, una di tipo commerciale e le altre due brevettate:

- Cemento Portland commerciale tipo CEM II/A-LL 42,5 (cemento Portland composito di tipo II ad alta resistenza normalizzata ed a resistenza iniziale elevata, ampiamente utilizzato sul mercato);
- *Lipidur® A* di Buzzi Unicem (prodotto premiscelato composto da leganti minerali cementizi e aggiunte speciali, appositamente sviluppato per la stabilizzazione di terreni contaminati da sostanze organiche e inorganiche);
- *Lipidur® B* di Buzzi Unicem.

Per ciascun legante sono state effettuate diverse prove procedendo alla miscelazione del prodotto con il terreno con due diverse percentuali in peso, in particolare sono stati utilizzati quantitativi di legante cementizio pari al 10% e al 20% in peso rispetto al terreno contaminato.

2.2.2. Descrizione delle prove

Per le prove sono stati utilizzati due campioni di suolo profondo, costituiti da terreni prelevati dai punti di perforazione MW5 e MW7. Le tabelle che seguono mostrano le analisi di caratterizzazione chimico fisica dei campioni sottoposti a trattamento.

Tabella 2.2.1.1 Analisi chimiche campione MW5

	MW5_80 (13.5-14.5)	MW5_80 (25-26)	MW5_80 (28-29)
	28/01/2019	29/01/2019	29/01/2019
Parametro			
Scheletro (2mm - 2cm)	339	372	152
Scheletro (2 mm)	365	383	338
Residuo a 105°C	87,5	79,3	80,4
Residuo a 105°C	>100,0	>100,0	>100,0
pH (in H2O)	8,4	N.A.	8,7
Carbonio organico	<1000	N.A.	1480
Carbonio organico	<0,1	N.A.	0,2
Metalli			
Cromo VI	<1	<1	<1
Arsenico	**230**	**430**	**270**
Mercurio	<0,1	0,7	0,5
Cromo	14	16	14
Piombo	12	24	19
Rame	15	19	15
PCBs			
PCB	<0,1	<0,1	<0,1
PCN	<5,0	<5,0	<5,0
PCT	<5,0	<5,0	<5,0
Aroclor 5060	<5,0	<5,0	<5,0
Aroclor 5460	<5,0	<5,0	<5,0
Aroclor 5442	<5,0	<5,0	<5,0

Tabella 2.2.1.2 Analisi chimiche campione MW7

	MW7_80 (22.4-23.4)	MW7_80 (23.4-24.4)	MW7_80 (27-28)
	08/01/2019	08/01/2019	09/01/2019
Parametro			
Scheletro (2mm - 2cm)	357	<1	298
Scheletro (2 mm)	444	<1	352
Residuo a 105°C	87,8	80,3	83,8
pH (in H2O)	N.A.	N.A.	8,3
Carbonio organico	N.A.	N.A.	<1000
Carbonio organico	N.A.	N.A.	<0,1
Metalli			
Cromo VI	<1	<1	<1
Arsenico	8	**53**	4
Mercurio	0,4	0,1	<0,1
Cromo	8	27	14
Piombo	14	180	31
Rame	10	36	18
PCBs			
PCB	**93**	**15**	**598**
PCN	<5,0	<5,0	<10
PCT	<75	<5,0	<600
Aroclor 5060	<50	<5,0	<400
Aroclor 5460	<50	<5,0	<400
Aroclor 5442	<50	<5,0	<400

Ciascun campione è stato suddiviso in 6 provini i quali sono stati testati con diverse miscele e diverse percentuali in peso, come riportato in Tabella 2.2.2.3.

Tabella 2.2.1.3 Criteri di confezionamento dei provini e prove di resistenza alla compressione

Codifica campione terreno	Campione 1 (MW5)						Campione 2 (MW7)					
N°provino	147	148	158	159	161	162	163	164	165	166	167	168
Terreno contaminato [kg]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Formulazione miscela	Miscela A Lipidur A		Miscela B Lipidur B		Miscela C CEM II/A-LL 42,5		Miscela A Lipidur A		Miscela B Lipidur B		Miscela C CEM II/A-LL 42,5	
Dosaggio in peso	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%
σ 28 gg [N/mm^2]	12	17,5	4,4	10,5	7,3	12,5	5,5	10,1	4,1	8,4	4,4	5,5

Le fasi di esecuzione della prova sono state le seguenti:

1. preparazione dei campioni di prova
2. maturazione dei campioni
3. esecuzione di test fisico meccanici
4. esecuzione test di cessione.

La fase di maturazione ha avuto una durata di 28 giorni, al seguito della quale sono state valutate le caratteristiche di resistenza meccanica dei provini attraverso una prova di resistenza alla compressione (UNI EN 196-1). A seguito del trattamento tutti i campioni trattati hanno mostrato un buon comportamento a livello fisico/meccanico. Nella figura seguente si evidenzia lo stato dei provini a seguito del processo di maturazione:

I risultati dei test hanno evidenziato che il miglior effetto di solidificazione/stabilizzazione, in termini di resistenza meccanica, è stato ottenuto con l'uso della miscela Lipidur A. In tutti i casi, si è osservato un incremento della prestazione all'aumento del dosaggio di prodotto.

A seguito dei test fisico meccanici si è proceduto all'invio dei provini presso laboratorio di analisi per l'esecuzione dei test sugli eluati. Ai fini di una valutazione conservativa è stato definito di effettuare i test di cessione previa frantumazione dei campioni secondo la norma UNI 12457/2 su frazione <4mm piuttosto che eluati monolitici.

Analizzando i risultati ottenuti mediante i test di cessione in laboratorio, relativamente al **campione n. 1**, si evidenzia quanto segue:

- I provini n°147 e il n°158 presentano concentrazioni di Arsenico rispettivamente pari a 16 ± 5 ug/L e 19 ± 5,3 ug/L, superando il limite di legge per le acque sotterranee pari a 10 ug/L; non sono stati riscontrati superamenti per altri metalli;
- Tutti i provini relativi al campione superano il limite di legge per PCB nelle acque di falda (pari a 0,01 ug/L), con le seguenti concentrazioni:
  - nel provino n°147 pari a 0,02 ± 0,3 ug/L;
  - nel n°148 pari a 0,67 ± 0,22 ug/L;
  - nel n°158 pari a 6,00 ± 1,76 ug/L
  - nel n°159 pari a 5,04 ± 1,48 ug/L
  - nel n°161 pari a 6,01 ± 1,76 ug/L
  - nel n°162 pari a 4,40 ± 1,30 ug/L;
- In linea generale è stato osservato un generale decremento delle concentrazioni di PCB nell'eluato all'aumentare del dosaggio (con l'eccezione dei provini n. 147 e 148).
- I provini n°161 e n°162 sono caratterizzati da concentrazioni di Cromo Esavalente rispettivamente pari a 38 ± 5 ug/L e 30 ± 4,1 ug/L, superando il limite di legge per acque sotterranee di 5 ug/L.

Per quanto riguarda il **campione n. 2** è stato possibile effettuare la prova di cessione solamente sui primi 4 provini in quanto i restanti sono risultati danneggiati all'arrivo in laboratorio. Analizzando i risultati ottenuti si evince che:

- Il solo provino n°165 presenta una concentrazione di Arsenico pari a 11 ± 5 ug/L, superiore al limite per acque sotterranee pari a 10 ug/L;
- tutti i provini del campione superano il limite di legge per i PCB nelle acque sotterranee (pari a 0,01 ug/L) con le seguenti concentrazioni:

- nel provino n° 163 pari a 5,78 ± 1,7 ug/L
- nel n°164 pari a 5,27 ± 1,55 ug/L;
- nel n°165 pari a 5,65 ± 1,66 ug/L;
- nel n°166 pari a 4,78 ± 1,41 ug/L;

2.3. Ossidazione chimica

2.3.1. Principi generali

La tecnologia in oggetto è basata sul trattamento chimico in situ (ISCO) della matrice contaminata mediante l'applicazione di specifici reagenti ossidanti in grado di degradare i contaminanti presenti nel sottosuolo, in sostanze meno tossiche o innocue.

Tramite i test di laboratorio è possibile riprodurre su piccola scala i processi di ossidazione chimica, consentendo di valutare in ambiente controllato l'efficacia del trattamento. Per le prove sono stati testati diversi reagenti ossidanti, in particolare Perossido di Idrogeno (H2O2), reagente di Fenton, Ozono (O3) e Perozono (H2O2+O3).

I test di trattabilità sono stati eseguiti presso il laboratorio SIAD di Dalmine;il report completo delle attività eseguite è riportato in Allegato 4.

Figura 2.3.1.1 Vista banco di prova

Per l'esecuzione dei test sono stati prelevati campioni di terreno costituiti da materiale di perforazione del sondaggio MW7 e acqua di falda prelevata dal piezometro MW7, in modo tale da avere dei campioni rappresentativi della contaminazione del sottosuolo.

Per la preparazione dei campioni sono state utilizzate in particolare le seguenti matrici:

Terreno

- Lotto 1 (MW7 profondo): ca 10 kg, costituito da: 10% frazione fine (<2-3 mm); 60% frazione limoso-argillosa; 30% frazione inerte grossolana (sassi)
- Lotto 2 (MW7 profondo): ca 7 kg, costituito prevaentemente dalla sola frazione limoso-argillosa.
- Lotto 3 (MW7 profondo): ca 9 kg, costituito prevalentemente da frazione argillosa secca.

Acqua di falda

- N.2 taniche da 25 litri (MW7_80)

Le prove sono state eseguite su miscela di acqua di falda e terreno (slurry) per valutare la fattibilità di rimozione dei contaminanti con diversi reagenti ossidanti, in particolare **Perossido di Idrogeno (H_2O_2), Reagente di Fenton, Ozono (O_3)** e **Perozono (H_2O_2+O_3).**

La preparazione di ciascun campione di slurry ha previsto la miscelazione di 500 grammi di terreno e 1,5 litri di acqua di falda (rapporto in peso acqua/terreno circa 3:1).

Per ciascun lotto di terreno è stato inoltre preparato uno slurry di riferimento non trattato (To MIX1, To MIX2, To MIX3). I campioni di slurry non trattato sono stati sottoposti ad analisi chimiche per verificare la concentrazione iniziale dei contaminanti obiettivo, sia sulla matrice terreno che sull'acqua di falda.

Per ogni tipologia di ossidante sono stati predisposti diversi reattori, ognuno caratterizzato da un dosaggio di reagente differente ed un reattore di controllo (BIANCO) senza alcuna aggiunta di reagente o, per il test con ossidante gassoso, con flussaggio di inerte (azoto).

Al termine di ciascuna prova di trattamento sono stati preparate le aliquote di campione da inviare al laboratorio per le analisi chimiche. In particolare la preparazione dei campioni per analisi ha previsto la separazione della frazione acquosa dalla frazione solida secondo la seguente procedura:

- Sedimentazione per circa 10-15 ore.
- Separazione frazione acquosa (acqua di falda chiarificata).
- Travaso frazione solida.

Nel seguito viene riportata la descrizione delle singole prove di trattamento realizzate.

2.3.2. Prova Ozono

La prova di ossidazione con ozono è stata condotta in modalità batch, in reattore dedicato contenente un volume di circa 2 litri di slurry (composto da 500 g di terreno e 1,5 litri di acqua di falda) secondo le seguenti procedure:

- avvio miscelazione;
- alimentazione miscela O_3/O_2 (secondo concentrazioni di 170-180 gO_3/Nm^3 e flussi di 0,4-0,5 NL/min);
- misura in continuo della concentrazione dell'ozono nel off-gas del reattore mediante analizzatore di ozono al fine di determinare il valore netto trasferito al campione trattato;
- termine prova al raggiungimento del dosaggio netto desiderato.

Durante l'esecuzione della prova sono stati prelevati n.3 campioni di slurry a tre tempi di reazione consecutivi, corrispondenti a dosaggi progressivi di ozono, nello specifico a: 0,5 mg O_3/g terreno; 1 mg O_3/g terreno; 1,5 mg O_3/g terreno.

Le tabelle 2.3.2.1 e 2.3.2.2 riportano i valori di concentrazione dei contaminanti riscontrati nei campioni sottoposti a trattamento rispettivamente per le matrici acqua di falda e terreno, confrontati con i valori relativi al campione analizzato prima di effettuare le prove di ossidazione.

I valori di concentrazione riportati di seguito relativi ai campioni dell'acqua di falda, sono stati tutti valutati con il metodo EPA 6020B 2014 ad eccezione del Cromo VI, valutato con metodo APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22rd Ed.2017.

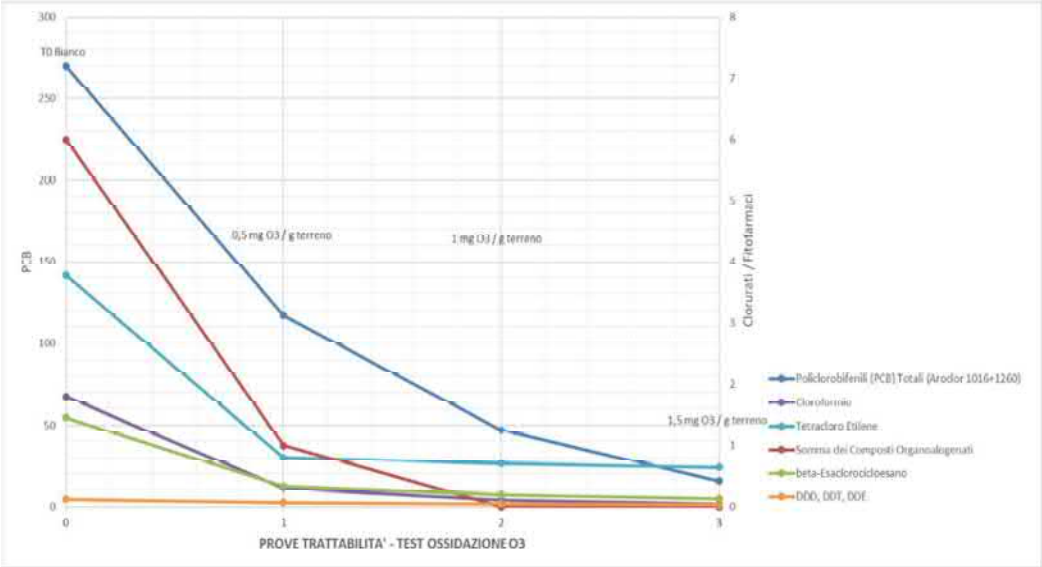
Tabella 2.3.2.1 Valori di concentrazione dei principali contaminanti nei campioni sottoposti a prova di ossidazione con Ozono – Matrice acqua di falda

Analisi prova di Ossidazione acqua di falda con Ozono							
Parametro	**Unita Misura**	**Limite Rapportaggio**	**Valore limite**	**AECOM T0 MIX 1 PROVE**	**AECOM Prova N. 1 O3 0,5mg O3 / g**	**AECOM Prova N. 2 O3 1mg O3 / g terreno**	**AECOM Prova N. 8 O3 1,5mg O3 / g**
Cromo	ug/L	1	50	12	91	114	170
Mercurio	ug/L	0.1	1	<0,1	38	35	26
Cromo VI	ug/L	1	5	13	93	114	180
Policlorobifenili	ug/L	0.01	0.01	270	117	47	15.6
Cloroformio	ug/L	0.01	0.15	1.8	0.3	0.11	0.05
Tetracloro Etilene	ug/L	0.01	1.1	3.77	0.8	0.7	0.64
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	1	10	6	1	<1	<1
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	0.01	0.1	1.46	0.33	0.19	0.13
DDD, DDT, DDE	ug/L	0.03	0.1	0.12	0.07	0.05	0.03

Il grafico sottostante mostra l'andamento dei contaminanti obiettivo al variare del dosaggio di Ozono, evidenziando una riduzione significativa della concentrazione di PCB all'aumentare del

dosaggio del reagente (con percentuali di abbattimento per la prova n°1 del 57%, per la prova n°2 del 83% e per la prova n°3 del 94%).

Grafico 2.3.2.1 Valori di concentrazione di PCB nei campioni sottoposti a prova di ossidazione con reagente Ozono - Matrice acqua di falda (valori in ordinata in µg/l)



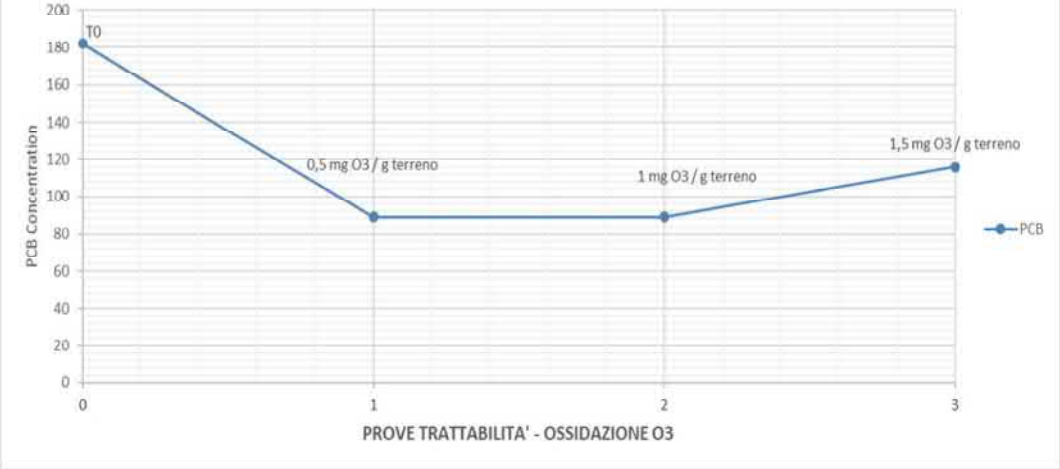
Per quanto riguarda la matrice terreno, si riportano nella tabella seguente i valori di concentrazione di PCB (unico parametro con valori eccedenti i limiti tabellari) relativi ai campioni trattati con Ozono a confronto con il campione non trattato.

Tabella 2.3.2.2 Valore di concentrazione di PCB nei campioni sottoposti a prova di ossidazione con Ozono – Matrice suolo (Metodo EPA 8082 A 2007)

Analisi prova di Ossidazione terreno con Ozono							
Parametro	**Unita Misura**	**Limite Rapportaggio**	**Valore limite**	**AECOM T0 MIX 1 PROVE OSSIDAZIONE**	**AECOM Prova N. 1 O3 0,5mg O3 / g terreno**	**AECOM Prova N. 2 O3 1mg O3 / g terreno**	**AECOM Prova N. 8 O3 1,5mg O3 / g terreno**
Policlorobifenili	ug/L	0.1	5	182	89	89	116

Il grafico seguente evidenzia l'andamento della concentrazione di PCB nelle diverse prove effettuate caratterizzate da un differente dosaggio di Ozono. Le percentuali di abbattimento di PCB risultano pari al 51% per dosaggi di 0,5 mg O_3/g terreno e di 1mg O_3/g terreno (prove n°1 e n°2).

Grafico 2.3.2.2 Valori di concentrazione di PCB nei campioni sottoposti a prova di ossidazione con Ozono – Matrice suolo (valori in ordinata in mg/kg)



2.3.3. Prova Perozono

La prova di ossidazione con perozono (H_2O_2 + O_3) è stata condotta in modalità batch in reattore dedicato contenente 2 litri di slurry, caratterizzato dalla medesima composizione utilizzata per la prova con Ozono (500 g di terreno e 1,5 litri di acqua di falda). In questo caso sono stati aggiunti due diversi dosaggi successivi di H_2O_2 per valutare l'effetto catalizzante sulla reazione di ossidazione mediante la produzione di radicali ossidrilici OH.

Per ciascun dosaggio sono stati prelevati 4 campioni a diversi tempi di reazione, corrispondenti a dosaggi progressivi di ozono. Nello specifico:

- la prova n°3 è caratterizzata da una durata di 6 + 30' [min], con 0,5 [mg/g terreno] di O_3 trasferito e 1 [mg/g terreno] di H_2O2 dosato;
- la prova n°4 è caratterizzata da una durata di 15 + 30' [min], con 1 [mg/g terreno] di O_3 trasferito e 2 [mg/g terreno] di H_2O2 dosato;
- la prova n°5 è caratterizzata da una durata di 5 + 30' [min], con 0,5 [mg/g terreno] di O_3 trasferito e 0,5 [mg/g terreno] di H_2O2 dosato;
- la prova n°6 è caratterizzata da una durata di 14 + 30' [min], con 1 [mg/g terreno] di O_3 trasferito e 1 [mg/g terreno] di H_2O2 dosato.

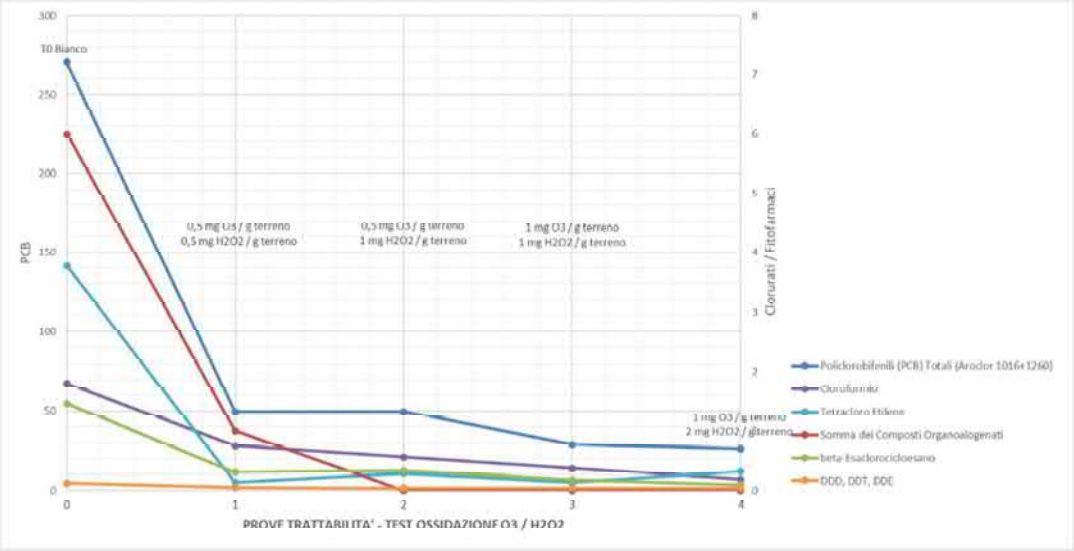
In seguito, si riportano i risultati dell'efficienza di degradazione dei principali contaminanti obiettivo.

Tabella 2.3.3.1 Valori di concentrazione dei contaminanti nei campioni sottoposti a prova di ossidazione con Perozono - Matrice acqua di falda

Analisi prova di Ossidazione acqua di falda con Perozono								
Parametro	**Unita Misura**	**Limite Rapportaggio**	**Valore limite**	**AECOM T0 MIX 1 PROVE OSSIDAZIONE**	**AECOM Prova N. 5 O3 /H_2O_2 0,5mg O3 / g terreno 0,5 mg H_2O_2/g terreno**	**AECOM Prova N. 3 O3/H2O2 0,5mg O3 / g terreno 1mg H2O2 / g terreno**	**AECOM Prova N. 6 O3/H2O2 1mg O3 / g terreno 1mg H2O2 / g terreno**	**AECOM Prova N. 4 O3/H2O2 1mg O3 / g terreno 2mg H2O2 / g terreno**
Cromo	ug/L	1	50	12	13	14	17	23
Mercurio	ug/L	0.1	1	<0,1	12	15	21	17
Cromo VI	ug/L	1	5	13	14	15	18	24
Policlorobifenili	ug/L	0.01	0.01	270	49.6	49.7	28.9	26
Cloroformio	ug/L	0.01	0.15	1.8	0.75	0.56	0.37	0.18
Tetracloro Etilene	ug/L	0.01	1.1	3.77	0.13	0.28	0.13	0.31
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	1	10	6	1	<1	<1	<1
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	0.01	0.1	1.46	0.3	0.33	0.17	0.09
DDD, DDT, DDE	ug/L	0.03	0.1	0.12	0.05	0.04	0.04	0.04

Nel grafico sottostante si riporta l'andamento dei contaminanti obiettivo, in relazione ai diversi dosaggi di reagente utilizzato.

Grafico 2.3.3.1 Andamento dei contaminanti obiettivo nel campione sottoposto a prova di ossidazione con Perozono - Matrice acqua di falda (valori in ordinata in µg/l)



Soffermandosi sull'andamento dei PCB, si evidenzia come tutte le prove di ossidazione effettuate con Perozono restituiscano una riduzione significativa della concentrazione del contaminante. Le percentuali di abbattimento, infatti, risultano nello specifico del 82% per le prove n°3 e n°5, del 89% per la prova n°6, ed infine del 90% per la prova n°4.

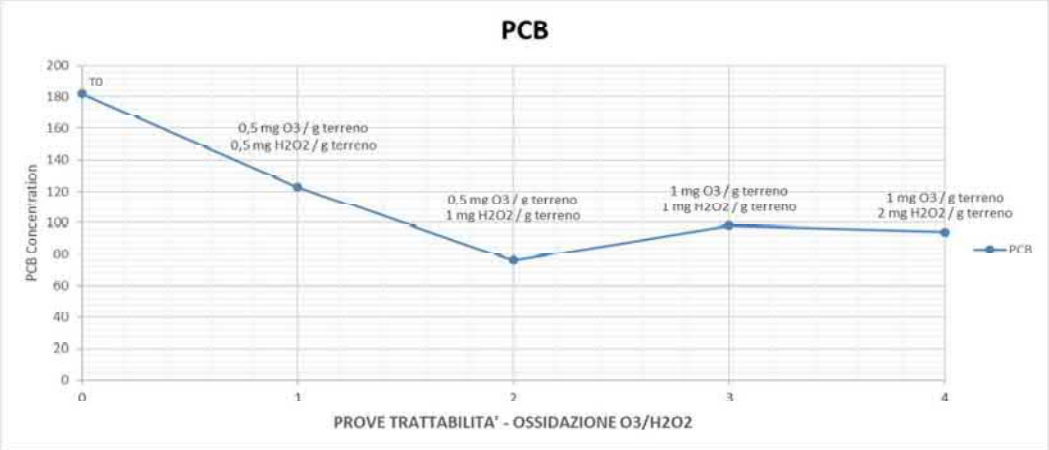
Come nel precedente caso, per quanto riguarda i campioni di terreno si evidenzia che l'unico parametro eccedente i limiti di legge è quello relativo ai PCB.

Tabella 2.3.3.2 Valore di concentrazione di PCB nel campione trattato con Perozono – Matrice suolo

Analisi prova di Ossidazione terreno con Perozono								
Parametro	Unita Misura	Limite Rapportaggio	Valore limite	AECOM T0 MIX1 PROVE OSSIDAZIONE	AECOM Prova N. 5 O3/H2O2 0,5mg O3 / g terreno 0,5mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 3 O3/H2O2 0,5mg O3 / g terreno 1mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 6 O3/H2O2 1mg O3 / g terreno 1mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 4 O3/H2O2 1mg O3 / g terreno 2mg H2O2 / g terreno
Policlorobifenili	ug/L	0.1	5	182	123	76	98	94

Nel grafico sottostante si osserva la concentrazione di PCB per le diverse prove effettuate, caratterizzate da un differente dosaggio di reagenti. Si evidenzia che il miglior abbattimento sulle concentrazioni di PCB è stato ottenuto ottiene con la prova n°3 caratterizzata da un dosaggio di 0,5 [mg/g terreno] di O_3 e 1 [mg/g terreno] di H_2O2, con una percentuale di riduzione pari a 58%, rispetto ai valori di concentrazione iniziali.

Grafico 2.3.3.2 Concentrazione di PCB nel campione sottoposto a prova di ossidazione con Perozono Matrice suolo (valori in ordinata in mg/kg)



2.3.4. Prova Perossido d'Idrogeno

Per l'esecuzione del test sono stati predisposti dei reattori batch in fase slurry mediante la miscelazione di terreno e acqua contaminati (500 g di terreno e 1,5 litri di acqua di falda).

Nello specifico sono stati realizzati n. 3 campioni caratterizzati da differenti dosaggi di reagente, i quali sono stati confrontati utilizzando come campione di controllo il T0 MIX 2, dunque un campione inalterato.

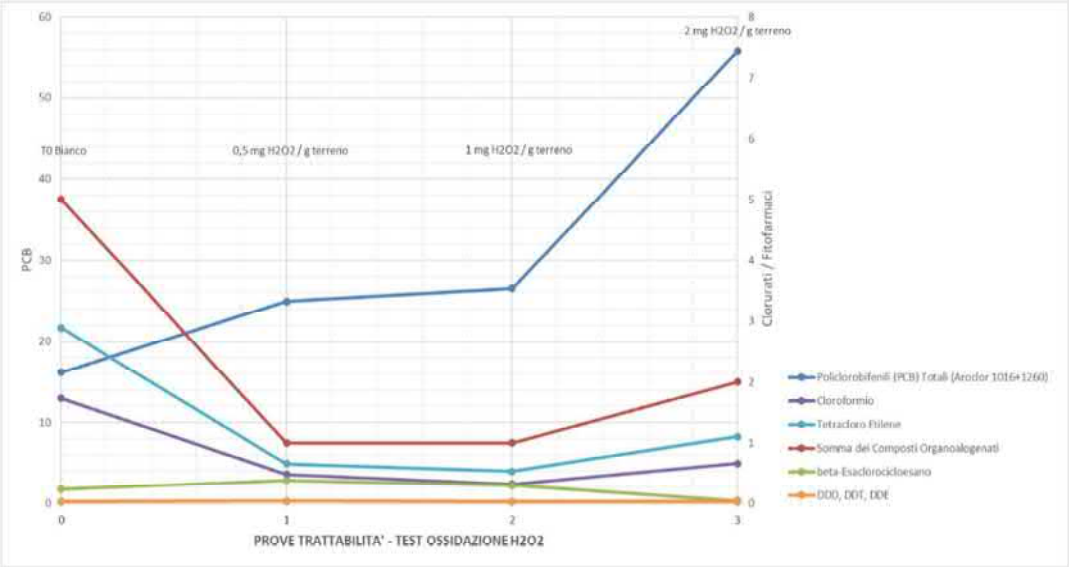
Di seguito, si riportano i risultati ottenuti dal test di ossidazione servendosi del Perossido d'Idrogeno come reagente, rispettivamente per i campioni sull'acqua di falda e sul terreno.

Tabella 2.3.4.1 Valori di concentrazione dei contaminanti nel campione sottoposto a prova di ossidazione con Perossido d'Idrogeno - Matrice acqua di falda

Analisi prova di Ossidazione acqua di falda con Perossido d'Idrogeno							
Parametro	**Unita Misura**	**Limite Rapportaggio**	**Valore limite**	**AECOM T0 MIX2 PROVE OSSIDAZIONE**	**AECOM Prova N. 10 H2O2 0,5mg H2O2 / g terreno**	**AECOM Prova N. 11 H2O2 1mg H2O2 / g terreno**	**AECOM Prova N. 12 H2O2 2mg H2O2 / g terreno**
Cromo VI	ug/L	1	5	17	9	9	8
Policlorobifenili	ug/L	0.01	0.01	16.2	24.9	26.5	55.8
Cloroformio	ug/L	0.01	0.15	1.73	0.48	0.32	0.66
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0.005	0.05	0.052	<0,005	0.006	0.017
Tetracloro Etilene	ug/L	0.01	1.1	2.89	0.65	0.53	1.1
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	0.01	0.1	0.23	0.38	0.29	0.05
DDD, DDT, DDE	ug/L	0.03	0.1	0.03	0.04	0.03	0.03

Nel grafico 2.3.4.1, si mostrano l'andamento dei contaminanti obiettivo. Soffermandosi sull'analisi dei PCB (raffigurati in blu) si evidenzia come, in seguito alla prova, questi subiscano un incremento del valore di concentrazione con percentuali che vanno dal 54% della prova n°10 al 244% della prova n°12.

Grafico 2.3.4.1 Valori di concentrazione dei contaminanti obiettivo nel campione sottoposto a prova di ossidazione con Perossido d'idrogeno - Matrice acqua di falda (valori in ordinata in µg/l)



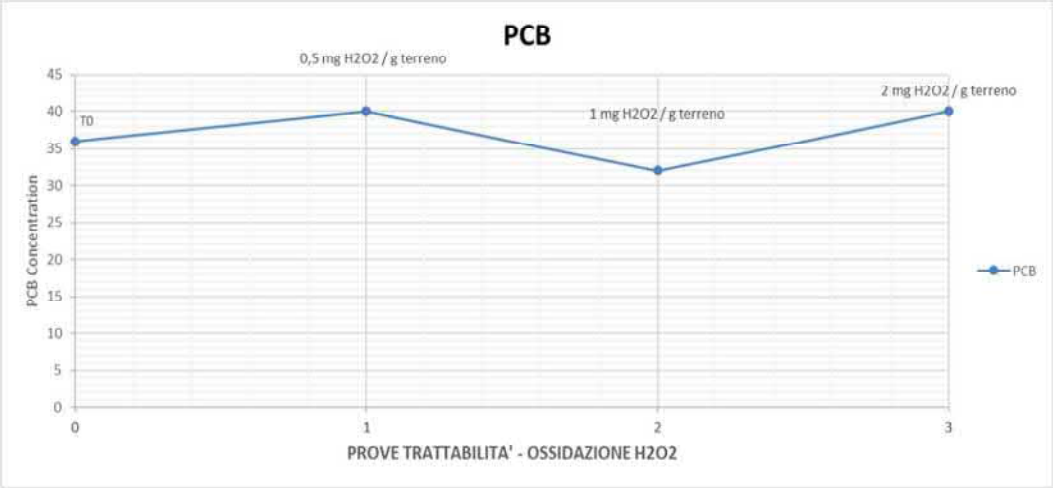
Per i campioni di terreno, si riporta di seguito l'andamento delle concentrazioni relative ai PCB in quanto contaminanti di maggior interesse.

Tabella 2.3.4.2 Valori di concentrazione di PCB nei campioni sottoposti a trattamento con Perossido d'idrogeno – Matrice suolo

Analisi prova di Ossidazione terreno con Perossido d'Idrogeno							
Parametro	**Unita Misura**	**Limite Rapportaggio**	**Valore limite**	**AECOM T0 MIX2 PROVE OSSIDAZIONE**	**AECOM Prova N. 10 H2O2 0,5mg H2O2 / g terreno**	**AECOM Prova N. 11 H2O2 1mg H2O2 / g terreno**	**AECOM Prova N. 12 H2O2 2mg H2O2 / g terreno**
Policlorobifenili	ug/L	0.1	5	36	40	32	40

La figura seguente mostra in forma grafica l'andamento della concentrazione di PCB per la matrice suolo nelle diverse prove effettuate. Si evidenzia una variazione scarsamente significativa dei valori di concentrazione rispetto ai valori iniziali, anche in relazione ai diversi dosaggi utilizzati.

Grafico 2.3.4.2 Valori di concentrazione di PCB nel campione sottoposto a prova di ossidazione con reagente Perossido d'idrogeno – Matrice suolo (valori in ordinata in mg/kg)



2.3.5. Prova Fenton

Per la prova di ossidazione con reagente di Fenton sono stati predisposti n. 3 reattori batch in fase slurry, caratterizzati dalla medesima miscela delle prove precedenti (500 g di terreno e 1,5 litri di acqua di falda), ognuno con diverso dosaggio di reagente. Nel dettaglio:

- la prova n°13 è stata realizzata considerando 0,5 mg/g terreno di H_2O_2, 1,84 mg/g terreno di H_2SO_4, 0,5 mg/g terreno di $FeSO_4$ e 6,08 mg/g terreno di NaOH;
- la prova n°14 è stata realizzata considerando 1 mg/g terreno di H2O2, 2,58 mg/g terreno di H2SO4, 0,5 mg/g terreno di FeSO4 e 5 mg/g terreno di NaOH;
- la prova n°15 è stata realizzata considerando 2 mg/g terreno di H2O2, 2,58 mg/g terreno di H2SO4, 0,5 mg/g terreno di FeSO4 e 6 mg/g terreno di NaOH.

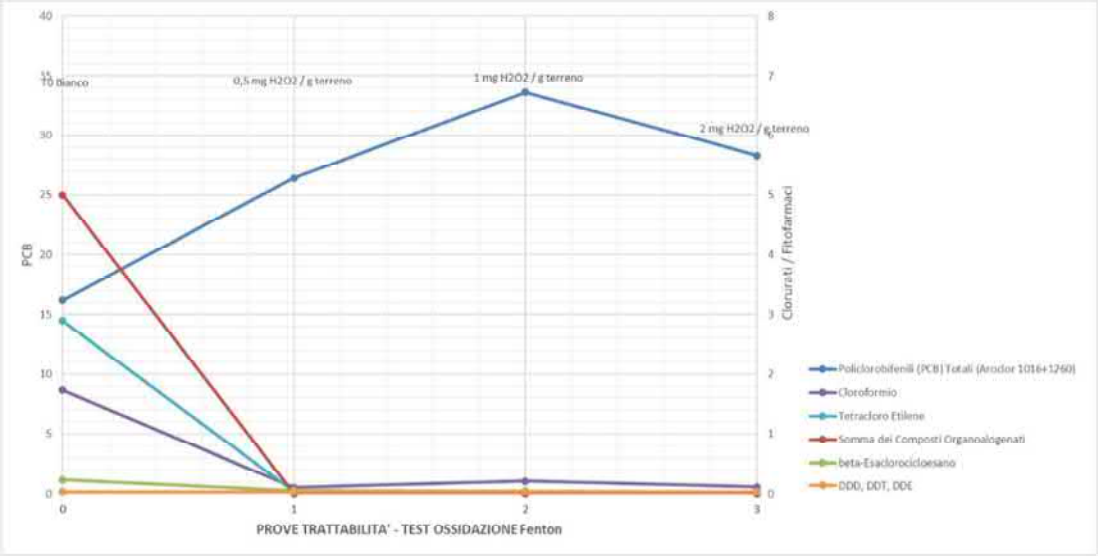
In Tabella 2.3.5.1 si riportano i valori di concentrazione ottenuti per i diversi test effettuati, relativi alla frazione acquosa del campione di slurry.

Tabella 2.3.5.1 Valori di concentrazione dei contaminanti nei campioni sottoposti a prova di ossidazione con Reagente di Fenton – Matrice acqua di falda

Analisi prova di Ossidazione acqua di falda con Fenton							
Parametro	Unita Misura	Limite Rapportaggio	Valore limite	AECOM T0 MIX2 PROVE OSSIDAZIONE	AECOM Prova N. 13 Fenton 0,5mg H2O2 / g terreno 0,5mg FeSO4 / g terreno	AECOM Prova N. 14 Fenton 1mg H2O2 / g terreno 1mg FeSO4 / g terreno	AECOM Prova N. 15 Fenton 2mg H2O2 / g terreno 2mg FeSO4 / g terreno
Arsenico	ug/L	1	10	<1	47	20	14
Cromo VI	ug/L	1	5	17	<4	<5	4
Policlorobifenili	ug/L	0.01	0.01	16.2	26.4	33.6	28.3
Cloroformio	ug/L	0.01	0.15	1.73	0.1	0.21	0.11
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0.005	0.05	0.052	<0,005	<0,005	<0,005
Tetracloro Etilene	ug/L	0.01	1.1	2.89	0.04	0.03	0.01
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	1	10	5	<1	<1	<1
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	0.01	0.1	0.23	0.05	0.04	0.03
DDD, DDT, DDE	ug/L	0.03	0.1	0.03	0.03	0.03	0.03

Il grafico sottostante evidenzia una notevole riduzione per la maggior parte dei contaminanti di interesse ad eccezione dei PCB che subiscono un consistente incremento.

Grafico 2.3.5.1 Andamento dei contaminanti obiettivo nel cmpione sottoposto a prova di ossidazione con Reagente di Fenton – Matrice acqua di falda (valori in ordinata in µg/l)



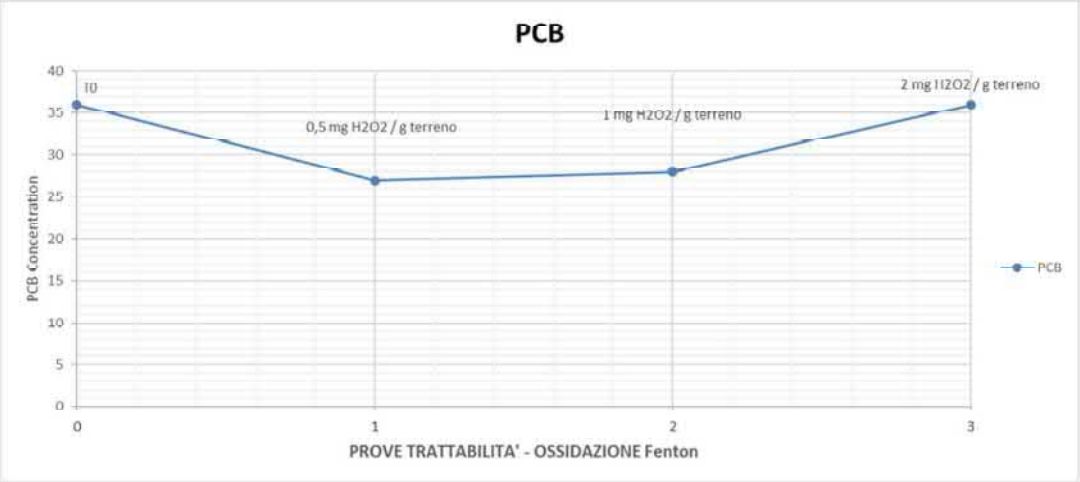
La Tabella 2.3.5.2 seguente riporta i valori di concentrazione di PCB (unico parametro a non rientrare nei limiti di legge) riscontrati a seguito dei diversi test effettuati, relativamente alla frazione suolo del campione di slurry.

Tabella 2.3.5.2 Valori di concentrazione di PCB nei campioni di terreno trattato con Reagente di Fenton – Matrice suolo

Analisi prova di Ossidazione terreno con Fenton							
Parametro	Unita Misura	Limite Rapportaggio	Valore limite	AECOM T0 MIX2 PROVE OSSIDAZIONE	AECOM Prova N. 13 Fenton 0,5mg H2O2 / g terreno 0,5mg FeSO4 / g terreno	AECOM Prova N. 14 Fenton 1mg H2O2 / g terreno 1mg FeSO4 / g terreno	AECOM Prova N. 15 Fenton 2mg H2O2 / g terreno 2mg FeSO4 / g terreno
Policlorobifenili	ug/L	0.1	5	36	27	28	36

Analizzando l'andamento dei valori di concentrazione dei PCB riportati nel grafico sottostante, risulta evidente un decremento delle concentrazioni con percentuali di riduzione rispettivamente del 25% e 22% per le prove n°13 e n°14, mentre il dosaggio relativo alla prova n°15 non ha comportato alcuna variazione della concentrazione rispetto al campione inalterato.

Grafico 2.3.5.2 Andamento del valore di concentrazione di PCB nei campioni trattati con Reagente di Fenton Matrice suolo (valori in ordinata in mg/kg)



2.3.6. Prove finali con Perozono

A seguito dei precedenti test sono state effettuate ulteriori prove con i dosaggi di reagenti ritenuti ottimali; in particolare i test sono stati eseguiti con Perozono quale reagente ossidante con dosaggio pari a 0,5mg O_3 / g terreno e 1mg H_2O_2 / g terreno.

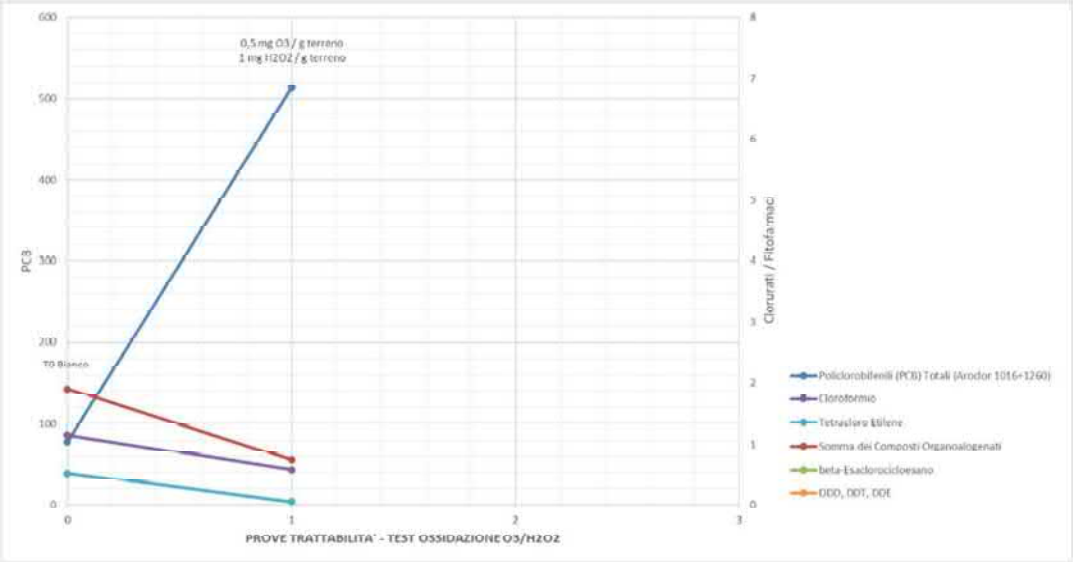
Le prove sono state realizzate a seguito di preparazione di un nuovo campione di terreno inalterato denominato T0 MIX3; è da sottolineare come tale campione abbia evidenziato una presenza di contaminanti significativamente più elevata di quella riscontrata nei lotti predisposti in precedenza (T0 MIX1 e T0 MIX2) con diversi parametri con valori di concentrazione eccedenti i limiti di legge e valori di concentrazione di PCB estremamente elevati.

Per quanto riguarda la frazione acquosa relativa al campione trattato (Prova n°17) ha evidenziato un notevole incremento di PCB rispetto al campione inalterato, come evidenziato dai valori riportati nella tabella 2.3.6.1 e dal grafico 2.3.6.1 sottostanti.

Tabella 2.3.6.1 Valori di concentrazione nel campione sottoposto a prova di ossidazione con Perozono – Matrice acqua di falda

Analisi prova di Ossidazione acqua di falda					
Parametro	**Unita Misura**	**Limite Rapportaggio**	**Valore limite**	**AECOM T0 MIX3 PROVE OSSIDAZIONE**	**AECOM Prova N. 17 O3/H2O2 0,5mg O3 / g terreno 1mg H2O2 / g terreno**
Policlorobifenili	ug/L	0.01	0.01	78	513
Cloroformio	ug/L	0.01	0.15	1.15	0.58
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	1	10	1.9	0.74
Tetracloro Etilene	ug/L	0.01	1.1	0.52	0.05
Somma PCB congeneri	ug/L			28.4	159

Grafico 2.3.6.1 Andamento dei contaminanti nel campione sottoposto a prova di ossidazione con Perozono Matrice acqua di falda (valori in ordinata in µg/l)



Diversamente dalla frazione acquosa, la matrice suolo relativa al campione trattato (prova n°17), è caratterizzata da una leggera diminuzione del valore di concentrazione dei PCB rispetto al campione di controllo inalterato.

Tabella 2.3.6.2 Valori di concentrazione dei contaminanti nel campione di terreno sottoposto a prova di ossidazione con Perozono – Matrice suolo

Analisi prova di Ossidazione terreno con Perozono					
Parametro	**Unita Misura**	**Limite Rapportaggio**	**Valore limite**	**AECOM T0 MIX3 PROVE OSSIDAZIONE**	**AECOM Prova N. 17 O3/H2O2 0,5mg O3 / g terreno 1mg H2O2 / g terreno**
Policlorobifenili	ug/L	0.1	5	1800	1750
Somma PCB congeneri	mg/kg	0.005		664	680
DDD, DDT, DDE	mg/kg	0.06	0.1	1.38	1.42
beta-BHC	mg/kg	0.02	0	0.08	0.06
2,3,7,8-TCDD	ug/kg	0.0005	0	2.1	1.6
1,2,3,7,8-PCDD	ug/kg	0.001	0	4.5	3.4
1,2,3,4,7,8-HCDD	ug/kg	0.001	0	0.4	0.036
1,2,3,6,7,8-HCDD	ug/kg	0.001	0	0.53	0.39
1,2,3,7,8,9-HCDD	ug/kg	0.001	0	3.4	2.7
1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	ug/kg	0.001	0	0.0036	0.0018
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	ug/kg	0.004	0	1.2	0.93
2,3,7,8-TCDF	ug/kg	0.0005	0	0.95	0.69
1,2,3,7,8-PCDF	ug/kg	0.001	0	0.17	0.14
2,3,4,7,8-PCDF	ug/kg	0.001	0	34	63
1,2,3,4,7,8-HCDF	ug/kg	0.001	0	0.078	0.065
1,2,3,6,7,8-HCDF	ug/kg	0.001	0	0.3	0.26
2,3,4,6,7,8-HCDF	ug/kg	0.001	0	5.5	4.7
1,2,3,7,8,9-HCDF	ug/kg	0.001	0	2.2	2
1,2,3,4,6,7-8-HPCDF	ug/kg	0.001	0	1.3	0.94
1,2,3,4,7,8-9-HPCDF	ug/kg	0.001	0	0.073	0.063
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	ug/kg	0.004	0	2.4	1.9
PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	ug/kg	0.0013	0.1	3	2.2

Nel corso della prova di bianco sono state inoltre prodotte n.4 cartucce per adsorbimento del PCB (cod.20351–106572 Orbo 60) al fine di verificare la massa di contaminante eventualmente volatilizzata per l'azione del flussaggio di gas nel reattore di prova. Le suddette fiale Orbo hanno analizzato diverse tempistiche di adsorbimento:

- fiala 1: adsorbimento da 0 a 10 minuti;
- fiala 2: adsorbimento da 10 a 30 minuti;
- fiala 3: adsorbimento da 30 a 60 minuti;
- fiala 4: adsorbimento da 60 a 90 minuti.

Le analisi sulle fiale sono state condotte tramite il metodo NIOSH 5503 1994 ed hanno consentito di determinare i seguenti PCB: PCB-28; PCB-52; PCB-101; PCB-118; PCB-138; PCB-153; PCB-180; PCB-194. I risultati analitici hanno evidenziato per ogni fiala che la massa di contaminante rimossa per volatilizzazione risulta sostanzialmente non significativa.

2.4. Analisi in biologia molecolare

Al fine di effettuare una prima valutazione di massima di fattibilità di un processo biologico di dealogenazione riduttiva è stata svolta un'analisi in biologia molecolare per valutare la presenza di gruppi microbici deputati allo sviluppo del processo stesso. In particolare è stata effettuata l'analisi in PCR quantitativa (qPCR) per la determinazione della presenza di Dehalococcoides mccartyi (16S rDNA) e relativi geni funzionali (tceA, bvceA e vcrA) delle frazioni acquose dei campioni To-MIX2 e To-MIX3.

Le analisi hanno evidenziato la presenza Dehaloccocoides mccarty secondo concentrazioni di 103 copie geniche/L per entrambi i campioni. Si riscontra la presenza del gruppo funzionale tceA per il campione To-MIX2 secondo concentrazione di 103 copie geniche/L e del gruppo funzionale vcrA per il campione To-MIX3 secondo concentrazioni di 102 copie geniche/L.

I risultati ottenuti indicano una presenza di fondo dei gruppi microbici utili ai processi di dealogenazione riduttiva; in particolare in letteratura si ritrova come Dehaloccocoides mccarty possa risultare attivo nella dealogenazione dei solventi clorurati monoalogenati e potenzialmente anche dei PCB, soprattutto grazie alla presenza del gruppo funzionale tceA.

In termini di valutazione preliminari, i terreni risultano essere caratterizzati da un contenuto microbico utile a perseguire la rimozione per via biologica riduttiva della contaminazione alogenata.

2.5. Test di campo speditivo con ozono

Nel periodo 08-15/04/2019 sono stati svolti alcuni test speditivi di campo al fine di valutare l'applicabilità dell'immissione di Ozono nelle acque di falda; per la produzione della corrente d'aria arricchita di Ozono è stato utilizzato un sistema mobile containerizzato da 15' (piedi) con le seguenti caratteristiche:

- Alimentazione colonne: Area arricchita di Ossigeno al 80%
- Numero di colonne produttrici: 2
- Produzione nominale totale g/h 120 di O3 (60 + 60)
- Raffreddamento: ad acqua con riciclo forzato

All'esterno del container è stato installato un serbotoio di contatto in AISI 316 per la dissoluzione della corrente di ozono in acqua ed un filtro a carboni attivi per l'abbattimento dell'ozono residuo; la figura sottostante riporta lo schema meccanico semplificato del sistema.

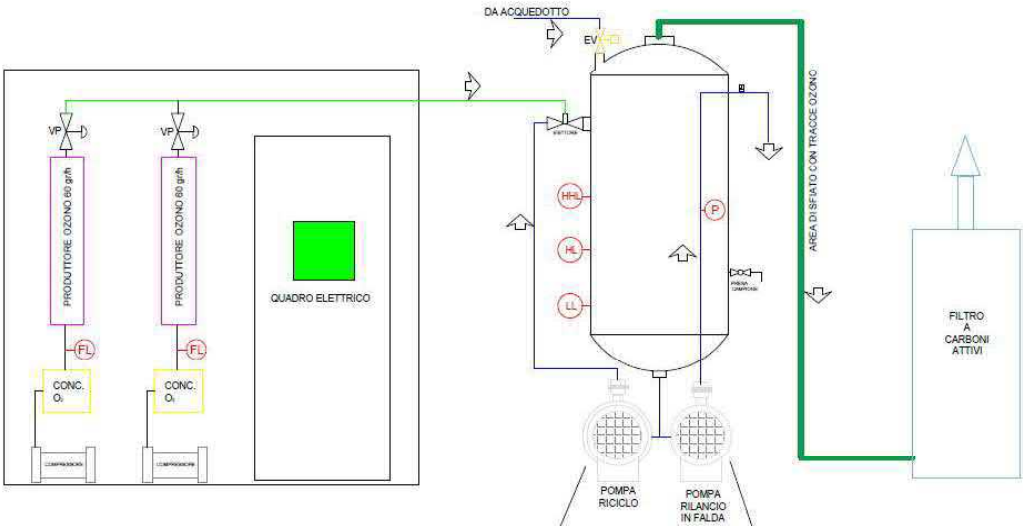


Figura 2.5.1 Schema meccanico impianto ozonizzazione

Il flusso di acqua ozonizzata (ca. 50 l/min) generato dal sistema è stato quindi immesso mediante pompa di rilancio e tubazione dedicata in corrispondenza del piezometro MW7-32. Il test speditivo ha avuto una durata complessiva di ca. 11 giorni al termine dei quali sono stati prelevati campioni di acqua di falda dal piezometro stesso (pre e post spurgo a basso flusso).

Durante il corso della prova sono stati prelevati alcuni campioni di acqua di falda in corrispondenza del pozzo di immissione, sia in assenza di spurgo (immediatamente a seguito dell'immissione del flusso di acqua ozonizzata) che successivamente allo spurgo.

I risultati analitici relativi ai campioni prelevati a seguito dell'immissione di ozono hanno generalmente evidenziato valori di concentrazione di PCB inferiori ai valori di background riscontrati a seguito delle operazioni di spurgo. I risultati analitici sono riportati nella Tabella 2.5.1.

Tabella 2.5.1 Risultati analitici acque di falda – Piezometro MW7_32

			Post trattamento 7 gg Pre spurgo	Post trattamento 7 gg Spurgo 50L	Post trattamento 11 gg Pre spurgo	Post trattamento 11 gg Spurgo 50L	Post trattamento 11 gg Spurgo 100L
			PD19-01685	PD19-01685	PD19-01749	PD19-01749	PD19-01749
			PD19-01685.001	PD19-01685.002	PD19-01749.001	PD19-01749.002	PD19-01749.003
			MW7_32 i	MW7_32 i post	MW7_32 i	MW7_32 i (50 l)	MW7_32 i (100 l)
			15/04/2019	15/04/2019	19/04/2019	19/04/2019	19/04/2019
			16/04/2019	16/04/2019	23/04/2019	23/04/2019	23/04/2019
Parametro	**Metodo**	**UM**					
METALLI							
Arsenico	EPA 6020B 2014	ug/L	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo	EPA 6020B 2014	ug/L	14	10	10	10	10
Mercurio	EPA 6020B 2014	ug/L	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
Piombo	EPA 6020B 2014	ug/L	<1	<1	<1	<1	<1
Rame	EPA 6020B 2014	ug/L	<1	<1	4	2	<1
Cromo VI	APHA Standard Methods	ug/L	13	10	9	9	9
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI	EPA 8260D 2017						
Triclorometano	EPA 8260D 2017	ug/L	11	11,2	12	12,1	12,2
1,1-Dicloro Etilene	EPA 8260D 2017	ug/L	0,14	0,15	0,17	0,17	0,17
Tricloro Etilene	EPA 8260D 2017	ug/L	2,62	2,8	3,05	3,15	3,11
Tetracloro Etilene	EPA 8260D 2017	ug/L	4,36	4,49	4,39	4,47	4,64
Solventi Organici Alogenati (Sommatoria D.Lgs. 152/06)	EPA 8260D 2017	ug/L	18,3	18,7	19,7	20	20,2
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI	EPA 8260D 2017						
Carbonio Tetracloruro	EPA 8260D 2017	ug/L	40,6	42	46	47	47,3
PCBs							
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	EPA 8082A 2007	ug/L	21,4	159	20,1	10	129
PCN	EPA 8082 A 2007	mg/L	<0,02	<0,02	<1,00	<1,00	<1,00
PCT	EPA 8082 A 2007	mg/L	0,08	0,08	0,7	0,7	1,2
Somma PCB congeneri sopraelencati	EPA 8270E 2017	ug/L	8,64	61,6	10,7	5,19	56,8
FITOFARMACI							
Sommatoria Fitofarmaci	EPA 8270E 2017	ug/L	0,69	0,77	0,79	0,77	0,82
PCDD-PCDF							
PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	EPA 1613 B 1994	pg/L	82,4	107	42,9	67,8	97,8

2.6. Prove di riduzione chimica e biologica

2.6.1. Principi generali

L'utilizzo di tecnologie di riduzione chimica mediante microparticelle di ferro zerovalente (ZVI) o ferro metallico per la degradazione di policlorobifenili (PCB) è ben supportato in letteratura e dall'analisi di numerosi casi studio nel mondo.

L'applicazione di tecnologie di biostimolazione può presentare maggiori complessità, tuttavia dal punto di vista teorico la degradazione di tipo biologico interessa in particolare i congeneri inferiori. Per questa ragione si ritiene che tale tecnologia possa essere efficace nella degradazione e rimozione di questi composti dalla fase disciolta e dal suolo saturo. I principali obiettivi delle prove di riduzione chimica e riduzione combinata chimico-biologica con sono di seguito elencati:

- valutazione dell'efficienza di degradazione dei PCB secondo **meccanismi strettamente abiotici**;
- valutazione dell'efficienza di **biodegradazione** dei PCB mediante verifica della presenza di biomarcatori sottoprodotti di degradazione.

L'esecuzione delle prove di trattabilità in oggetto è stata realizzata in collaborazione con il laboratorio di ricerca RPI Inc. (Golden, Colorado), produttore dei reagenti selezionati.

Caratteristiche del prodotto BOS100

Il reagente BOS100® è basato su una tecnologia sotto il brevetto Trap&Treat®, sviluppata appositamente per la degradazione di solventi clorurati e basata su una combinazione di processi di adsorbimento su carbone attivo e riduzione chimica (abiotica) grazie al contenuto di ferro metallico.

BOS100 è un materiale costituito da carbone attivo granulare impregnato con ferro metallico. Il carbone è inizialmente caricato con sale di ferro e quindi processato termicamente a 850 °C in un'atmosfera riducente. In queste condizioni, il sale di ferro si decompone ed è ridotto a ferro metallico. Nel corso della formazione del sale metallico, questo si dissolve parzialmente nel carbone creando un legame chimico tra i due materiali. Questo legame è responsabile delle proprietà del materiale e delle sue capacità di degradare i composti organici alogenati, che sono resistenti alla degradazione operata dal solo ferro zerovalente.

Caratteristiche del prodotto CAT100

CAT 100 è un prodotto basato sull'azione combinata della degradazione ottenuta con l'uso di ferro, mediante il prodotto BOS 100, e la tecnologia (ERD - enhanced reductive dechlorination), basata sulla degradazione biologica dei contaminanti. Il CAT100 è costituito dai seguenti componenti principali:

1. BOS 100.
2. Varie miscele di microrganismi aggiunte per scopi specifici, come la degradazione di substrati ad elevato peso molecolare o la degradazione di contaminanti specifici.
3. Substrato carbonioso ad elevato peso molecolare come l'amido di grado alimentare.
4. Estratto di lievito con basso contenuto di sodio

La tecnologia del prodotto CAT 100 è basata sul fatto che il ferro metallico è parzialmente disciolto nel carbonio, e che la mineralizzazione biologica dei composti donatori produce elettroni.

2.6.2. Descrizione delle prove eseguite

Data la solubilità molto bassa dei PCB in acqua, l'approccio utilizzato per l'esecuzione della prova è consistito nella dissoluzione dei PCB in un solvente e nell'aggiunta di una quantità misurata di soluzione a una dose pre-pesata di BOS100. Si è scelto l'esano come solvente, in considerazione dei limiti di solubilità. Sono state preparate dosi di 10 mg e di 100 mg di PCB per grammo di BOS 100. Assieme al contaminante, è stato adsorbito circa 100 mg di esano per grammo di BOS100.

Il test di laboratorio per il test del prodotto CAT100 ha compreso controlli multipli e numerose vials di trattamento contenenti vari ammendanti. In particolare, sono state effettuate prove con l'utilizzo di:

- fibra di soia;
- amido di tipo alimentare.

Nel test con il prodotto CAT100 sono stati utilizzati sia **organismi** in grado di degradare un'ampia gamma di composti organici clorurati, sia organismi la cui unica funzione è quella di mineralizzare il substrato primario, generando elettroni e producendo frammenti di molecole utili per la degradazione dei contaminanti sito. Si è utilizzato un alto dosaggio, con oltre 2 x 10^9 CFU aggiunti a ogni fiala di trattamento.

Le fiale di prova sono state preparate con acqua contenente una varietà di metalli in traccia, micro e macronutrienti e accettori di elettroni terminali. Questo è stato fatto per garantire che ogni fiala di prova avesse i requisiti di base per la crescita batterica.

Le **fonti di azoto** sono importanti in quanto sono cruciali per la crescita microbica e come accettatori di elettroni terminali nella degradazione contaminante:

- Il **nitrato** è ampiamente consumato da molti organismi nel processo di mineralizzazione di vari composti, tra cui idrocarburi alifatici come l'esano. L'unico ammendante contenente nitrato è il nitrato di anidine.
- **L'azoto ammoniacale** è importante per la crescita cellulare e i vari ammendanti supplementari sono stati selezionati per fornire una sorgente a lungo termine di ammoniaca. L'urea è una forma ben nota di azoto ammoniacale, ampiamente utilizzata in agricoltura e biorisanamento. Il nitrato di guanidina e la dicyandiamide sono simili all'urea e sono fonti di azoto ammoniacale. L'efficacia di questi composti può essere misurata monitorando le concentrazioni di ammoniaca misurate nel corso del test.
- Gli **acidi grassi volatili** sono quasi universalmente considerati benefici quando si valuta la degradazione biologica dei contaminanti. Nelle fiale di prova è stato generato un insieme diversificato di acidi grassi, inclusi molti di quelli identificati nella letteratura come vantaggiosi per la degradazione dei PCB.

Per ciascuno dei due set di trattamenti (fibra di soia e amido) e per ogni combinazione di ammendanti sono state preparate 5 bottiglie di prova (vials da 150 ml). Il liquido è stato accuratamente rimosso per ridurre al minimo l'inclusione di solidi/sedimenti sul fondo della fiala. I solidi sono stati quindi lavati dalla fiala e raccolti su un filtro a vuoto. I sedimenti sono stati separati dal BOS 100 mediante lavaggio e il BOS 100 è stato pressato a secco, pesato e trasferito in una piccola fiala per lo stoccaggio in attesa di estrazione. L'estratto risultante è stato analizzato per i PCB.

Nei campioni, al completamento del test, si è osservata una significativa quantità residua di esano, che potrebbe aver ridotto il tasso di degradazione dei contaminanti. In eventuali ulteriori prove, potrebbe essere valutato l'uso di un differente solvente quale l'etanolo.

2.6.3. Risultati

In tutte le fiale di prova di soia e amido è stata aggiunta una varietà di metalli in tracce insieme a micro e macronutrienti di base, per sostenere la crescita microbica. Inoltre, in ogni fiala di prova è stata aggiunta stessa dose di microrganismi. Le fiale non sono state sterilizzate, quindi anche le fiale di controllo in cui non sono stati aggiunti microrganismi hanno mostrato un basso livello di attività biologica. Sulla base dei dati raccolti, si stima che la quantità di ferro metallico sia

sufficiente per sostenere la degradazione abiotica del 50% circa della massa di PCB presente nei campioni.

- La **fibra di soia** è stata selezionata come donatore di elettroni a lungo termine perché è un prodotto altamente nutriente, contenente circa il 50% di fibre (il 6% è solubile), il 32% di proteine e 18 aminoacidi. La fibra fornisce un substrato a lungo termine per la generazione di elettroni mentre gli altri costituenti forniscono una fonte a lungo termine di aminoacidi e altri nutrienti essenziali per la crescita batterica e fungina.

  Ciascuno degli ammendanti combinati con la fibra di soia ha avuto successo in una certa misura nel degradare i contaminanti del sito, tra cui la PCB. La combinazione che ha mostrato il più alto livello di degradazione dei PCB è quella contenente il nitrato di guanidina e l'acido umido come ammendanti supplementari. Nel corso dei primi due mesi, è stata osservata una **degradazione di PCB del 46%,** basata sulla massa contaminante estratta dal BOS 100 precaricato. Ciò rappresenta più del doppio della degradazione del solo BOS100, suggerendo che la sinergia tra ferro metallico e microrganismi è significativa.

- **L'amido** è stato selezionato perché ha dimostrato di avere molto successo come donatore di elettroni con rilascio nel tempo per la degradazione dei solventi clorurati. L'amido è un carboidrato complesso costituito da zuccheri. Ha una solubilità in acqua bassa quindi tende a fermentare per un tempo molto lungo producendo una fonte costante di elettroni e una fonte di frammenti di monomeri a basso peso molecolare che possono essere utilizzati dai microrganismi che degradano i PCB.

  In questa serie di ammendanti, la dicyandiamide è la fonte di azoto che ha prodotto i risultati più interessanti. È interessante notare che, a differenza di quanto osservato per la fibra di soia, l'aggiunta di acido umico non sembra avere alcun effetto positivo. Nel corso dei primi due mesi, è stata osservata una **degradazione dei PCB del 43%** (in peso) basata sulla massa residua recuperata dal BOS100.

  A differenza della fibra di soia, l'amido di grado alimentare è uno zucchero polimerico con pochissimo valore nutrizionale. Tuttavia, l'amido è scarsamente solubile in acqua, quindi verrà consumato per un tempo prolungato. L'altro vantaggio dell'amido è che sembra generare più etanolo della fibra di soia e questo può migliorare la biodisponibilità dei PCB assorbenti e stimolare i microbi in grado di degradarli.

- Il test con il solo **BOS 100** fornisce reattività di base, utile a valutare la combinazione di ammendanti aggiunta al CAT100. In questo caso, l'attività batterica è minima e non vengono aggiunti ammendanti, quindi l'unico meccanismo significativo di degradazione è la declorazione riduttiva abiotica.

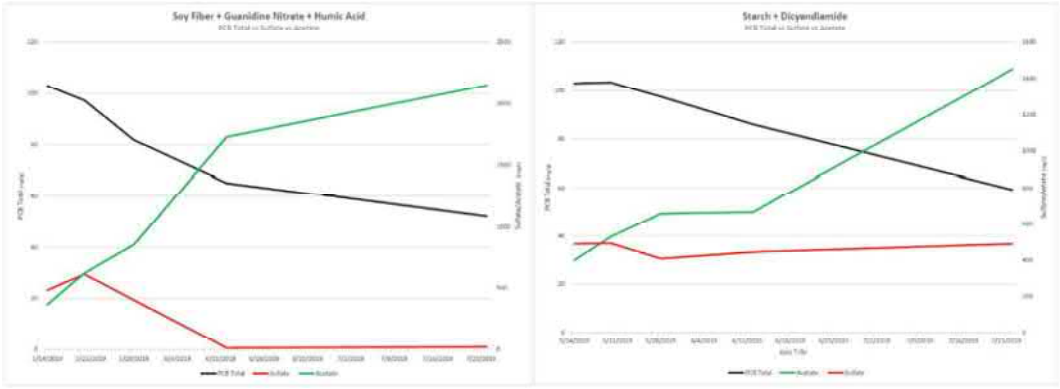
  Come si può osservare dai dati, sono presenti pochissime evidenze di attività biologica, e la degradazione basata sulla massa di PCB recuperata è **poco meno del 22 %** (in peso).

La seguente figura fornisce il grafico della massa PCB nel tempo. Come si può vedere, tutti e tre i test (basato su soia, amido e sul solo BOS100) degradano i PCB nel tempo, considerando la riduzione di massa.

Grafico 2.6.3.1 Andamento massa PCB

I seguenti grafici mostrano la variazione di acetato e solfato per i test effettuati con il prodotto CAT100 e l'uso di fibra di soia e di amido. Tali composti sono noti per avere un effetto positivo nella degradazione biologica dei PCB.si evidenzia una significativa produzione di acetato, mentre il solfato rimane a livelli relativamente bassi.

Grafico 2.6.3.2 Andamento acetato e solfati



L'applicabilità di ZVI per la degradazione dei PCB e la degradazione biologica di questi composti è nota, mentre va valutato il periodo di tempo in cui queste tecnologie possono rimanere attive e i tassi relativi di degradazione. In particolare, il costo e la relativa breve durata per nZVI nel sottosuolo ne riducono l'uso diffuso. I PCB sono contaminanti molto idrofobici, poco solubili in acqua e pertanto tendono ad essere adsorbiti al suolo. Vi è quindi un trasporto molto lento dalla

fase adsorbita alle acque sotterranee e alla successiva degradazione. Di conseguenza, sono necessari anni per rimuovere questi composti dai siti interessati.

In sintesi, le prove effettuate hanno evidenziato che la riduzione della massa di contaminante dovuta al solo processo abiotico si attesta attorno al 22% in un arco di tempo di circa 2 mesi, mentre la degradazione ottenuta anche con il processo biologico è superiore e raggiunge il 43-46%.

3. SINTESI DEI RISULTATI

Si sintetizzano di seguito i principali risultati delle prove di trattabilità effettuate.

Soil washing

Le prove di laboratorio hanno consentito di riprodurre su piccola scala la separazione granulometrica del campione di terreno (che in un intervento full scale viene effettuata mediante impianto dedicato di soil washing)

L'analisi granulometrica dei campioni ha evidenziato la presenza di una frazione di terreno indicativamente del 25-30% (frazione fine limosa) per la quale la tecnologia risulta non applicabile, mentre risulta potenzialmente applicabile alla frazione rimanente (70-75%), avente granulometria maggiore.

Le analisi chimiche effettuate sulle diverse frazioni hanno evidenziato livelli di PCB generalmente decrescenti con l'aumentare della granulometria (con l'eccezione del campione di terreno superficiale che ha evidenziato un livello di contaminazione estremamente elevato).

Il grado di contaminazione dei suoli da sottoporre a trattamento dovrà essere attentamente valutato in quanto valori di concentrazione troppo elevati, quali quelli evidenziati in alcuni suoli superficiali (riporti) potrebbero limitare l'efficacia del trattamento di lavaggio.

La definizione del fluido di lavaggio e delle soluzioni impiantistiche saranno oggetto di ulteriori approfondimenti da sviluppare a più larga scala in fase di prova pilota.

Soil stabilization

Le prove di stabilizzazione sono state effettuate con tre diversi prodotti (Lipidur A, Lipidur B, Cemento Portland commerciale tipo CEM II/A-LL 42,5) e con due diversi dosaggi di lengante (10% e 20% in peso). I risultati hanno evidenziato che il miglior effetto di solidificazione/stabilizzazione, valutato in termini di resistenza meccanica, è stato ottenuto con l'uso di Lipidur A.

In tutti i campioni sottoposti a trattamento si è osservato un incremento della prestazione all'aumento del dosaggio di prodotto.

I test di cessione effettuati (dopo frantumazione) secondo la norma UNI 12457/2 sulla frazione <4mm hanno evidenziato la presenza di superamenti dei limiti stabiliti per le acque sotterranee per il parametro PCB; le concentrazioni riscontrate negli eluati sono risultate sostanzialmente in linea con quelle relative al campione pretrattato ad eccezione dei provini MW5 trattati con Lipidur A che hanno evidenziato valori inferiori di circa 1 ordine di grandezza.

Ossidazione chimica avanzata

Le prove di ossidazione chimica sono state effettuate mediante l'uso di quattro diversi sistemi ossidanti: Ozono, Perozono, Perossido di idrogeno e reagente di Fenton.

Le prove di ossidazione con **Ozono** hanno evidenziato una riduzione significativa della concentrazione dei contaminanti all'aumentare del dosaggio del reagente, con una percentuale di abbattimento del PCB compresa tra il 57% e il 94% nella frazione acquosa e del 51% nella matrice suolo.

Le prove con **Perozono** hanno evidenziato delle percentuali di abbattimento del PCB comprese tra 82% e 90% sulla frazione acquosa e del 58% nei suoli.

Le prove con il **Perossido di idrogeno** hanno evidenziato variazioni poco significative nella concentrazione di PCB, con limitate oscillazioni in relazione al dosaggio di reagente considerato.

Le prove con il reagente di **Fenton** hanno evidenziato una notevole riduzione per la maggior parte dei solventi, con percentuali di abbattimento anche del 99%, mentre le concentrazioni di PCB non hanno evidenziato riduzioni.

Analisi di biologia molecolare

Al fine di effettuare una valutazione preliminare sulla fattibilità di un trattamento biologico di dealogenazione riduttiva sono state svolte alcune analisi in biologia molecolare, sulle matrici ambientali prelevate in sito, per valutare la presenza di gruppi microbici deputati allo sviluppo di tali processi.

I risultati ottenuti hanno consentito di evidenziare nei campioni analizzati una presenza di fondo di ceppi microbici e gruppi funzionali potenzialmente utili allo sviluppo di processi di dealogenazione riduttiva.

Riduzione chimica e biologica

Le prove di trattamento effettuate con l'utilizzo dei prodotti BOS100 e CAT100 hanno consentito di valutare l'efficacia del trattamento di riduzione chimica e del trattamento combinato chimico-biologico per la rimozione dei PCB dalle matrici acqua di falda e suolo.

Le prove di riduzione effettuate a scala di laboratorio hanno evidenziato un'efficacia nella riduzione della massa di PCB dell'ordine del 22% per la sola degradazione abiotica e attorno al 43-46% per il trattamento combinato chimico e biologico.

ALLEGATI

ALLEGATO 1

No Accettazione						PD19-01191
No Rapport						PD19-01191.001
Sigla						Test Lavaggio Sabbie
Proveniente da						Indagini Caffaro Brescia
Mod. di Campionamento						Committente
Prelevato il						08/03/2019
Rapp Data						18/03/2019
Modalita	Parametro	Metodo	Unita Misura	Limite di Rapportaggio	Limite di Legge	
Su camp. secco all'aria (frazione <2 c	Scheletro (2mm - 2cm)	DM 13/09/1999	g/kg	1		676
Su campione secco all'aria	Scheletro (2 mm)	DM 13/09/1999	g/kg	1		706
Su campione secco all'aria (frazione <	Residuo a 105°C	DM 13/09/1999	%	0,1		99,7
Su campione secco all'aria (frazione <	Residuo a 105°C	DM 13/09/1999	g/kg	1		997,2
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Arsenico	EPA 6020B 201	mg/kg	1	50	26
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Cromo	EPA 6020B 201	mg/kg	1	800	4
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Mercurio	EPA 6020B 201	mg/kg	0,1	5	1,5
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Piombo	EPA 6020B 201	mg/kg	1	1000	15
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Rame	EPA 6020B 201	mg/kg	1	600	10
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Cromo VI	EPA 3060A 199	mg/kg	1	15	<1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	ALIFATICI CLORURATI CANCEROGE	EPA 8260D 201	-			
Su campione tal quale (frazione < 2 n	Clorometano	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	5	<0,1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	Diclorometano	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	5	<0,1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	Cloroformio	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	5	<0,1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	Cloruro di Vinile	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	0.1	<0,1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	1,2-Dicloroetano	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	5	<0,1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	1,1-Dicloroetilene	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	1	<0,1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	Tricloroetilene	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	10	<0,1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	Tetracloroetilene (PCE)	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	20	<0,1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	ALIFATICI CLORURATI NON CANCER	EPA 8260D 201	-			
Su campione tal quale (frazione < 2 n	1,1-Dicloroetano	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	30	<0,1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	1,2-Dicloroetilene (cis+trans)	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	15	<0,1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	1,1,1-Tricloroetano	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	50	<0,1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	1,2-Dicloropropano	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	5	<0,1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	1,1,2-Tricloroetano	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	15	<0,1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	1,2,3-Tricloropropano	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	10	<0,1
Su campione tal quale (frazione < 2 n	1,1,2,2-Tetracloroetano	EPA 8260D 201	mg/kg	0,1	10	<0,1
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	AROMATICI POLICICLICI	EPA 8270E 201	-			
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Benzo(a)Antracene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,05	10	<0,05
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Benzo(a)Pirene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,05	10	<0,05
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Benzo(b)Fluorantene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,05	10	<0,05
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Benzo(k)Fluorantene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,05	10	<0,05
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Benzo(g,h,i)Perilene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,05	10	<0,05
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Crisene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,05	50	<0,05
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Dibenzo(a,e)Pirene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,5	10	<0,5
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Dibenzo(a,l)Pirene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,5	10	<0,5
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Dibenzo(a,i)Pirene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,5	10	<0,5
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Dibenzo(a,h)Pirene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,5	10	<0,5
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Dibenzo(a,h)Antracene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,05	10	<0,05
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Indeno(1,2,3-cd)Pirene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,05	5	<0,05
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Pirene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,05	50	<0,05
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Sommatoria Policiclici Aromatici (da co	EPA 8270E 201	mg/kg	1,15	100	1,15
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	CLOROBENZENI	EPA 8270E 201	-			
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	1,2,4,5-Tetracloro benzene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,2	25	<0,2
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Pentacloro benzene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,2	50	<0,2
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Esaclorobenzene	EPA 8270E 201	mg/kg	0,2	5	<0,2
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	DDD, DDT, DDE	EPA 8270E 201	mg/kg	0,06	0.1	0,22
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	beta-BHC	EPA 8270E 201	mg/kg	0,02		<0,02
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1(	EPA 8082A 200	mg/kg	0,1	5	2290
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	2,3,7,8-TCDD	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,0005		<0,0005
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	1,2,3,7,8-PCDD	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,001		0,0036
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	1,2,3,4,7,8-HCDD	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,001		0,0022
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	1,2,3,6,7,8-HCDD	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,001		0,0065
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	1,2,3,7,8,9-HCDD	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,001		0,0049
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,001		0,042
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,004		0,32
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	2,3,7,8-TCDF	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,0005		0,84
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	1,2,3,7,8-PCDF	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,001		0,39
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	2,3,4,7,8-PCDF	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,001		0,62
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	1,2,3,4,7,8-HCDF	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,001		0,71
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	1,2,3,6,7,8-HCDF	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,001		0,1
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	1,2,3,7,8,9-HCDF	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,001		0,049
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	2,3,4,6,7,8-HCDF	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,001		0,12
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	1,2,3,4,6,7-8-HPCDF	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,001		0,27
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	1,2,3,4,7,8-9-HPCDF	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,001		0,13
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,004		0,42
Su camp. secco all'aria (frazione < 2	PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	EPA 1613 B 199	ug/kg	0,0013	0.1	0,52

				Campione 10 - Medio composito terreni profondi			
				Sabbia da fine a limosa, nocciola scura, presenza di ghiaia subarrotondata e qualche ciottolo	Ghiaia fine media in matrice sabbiosa, livelletti di sabbia fine, marrone-grigio, umida	Argilla Limosa, nocciola con venature color ocra	Sabbia fine, marrone asciutta
Parametro	Metodo	Unita Misur	L4				
Scheletro (2mm - 2cm)	DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Me	g/kg	0	344	357	<1	298
Scheletro (2 mm)	DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Me	g/kg	0	378	444	<1	352
Residuo a 105° C	DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Me	%	0	91,0	87,8	80,3	83,8
pH (in H2O)	DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Me	-	0	N.A.	N.A.	N.A.	8,3
Carbonio organico	DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Me	mg/kg	0	N.A.	N.A.	N.A.	<1000
Carbonio organico	DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Me	%	0	N.A.	N.A.	N.A.	<0,1
Arsenico	EPA 6020B 2014	mg/kg	50	12	8	53 L4	4
Mercurio	EPA 6020B 2014	mg/kg	5	0,7	0,4	0,1	<0,1
Cromo	EPA 6020B 2014	mg/kg	800	14	8	27	14
Piombo	EPA 6020B 2014	mg/kg	1000	15	14	180	31
Rame	EPA 6020B 2014	mg/kg	600	17	10	36	18
Cromo VI	EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg	15	<1	<1	<1	<1
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI							
Clorometano	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Diclorometano	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	0,1	0,1	0,2	0,1
Cloroformio	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	0,1	0,1	0,2	0,1
Cloruro di Vinile	EPA 8260D 2017	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dicloroetilene	EPA 8260D 2017	mg/kg	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tricloroetilene	EPA 8260D 2017	mg/kg	10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetracloroetilene (PCE)	EPA 8260D 2017	mg/kg	20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI							
1,1-Dicloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	30	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloroetilene (cis+trans)	EPA 8260D 2017	mg/kg	15	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,1-Tricloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	50	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloropropano	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2-Tricloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	15	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,3-Tricloropropano	EPA 8260D 2017	mg/kg	10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2,2-Tetracloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
FITOFARMACI							
Alaclor	EPA 8270E 2017	mg/kg	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Aldrin	EPA 8270E 2017	mg/kg	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Atrazina	EPA 8270E 2017	mg/kg	1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Clordano	EPA 8270E 2017	mg/kg	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DDD, DDT, DDE	EPA 8270E 2017	mg/kg	0,1	0,08	<0,06	<0,06	<0,06
Dieldrin	EPA 8270E 2017	mg/kg	0,1	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05
Endrin	EPA 8270E 2017	mg/kg	2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
PCB	EPA 8082 A 2007	mg/kg	5	152 L4	93 L4	15 L4	598 L4
PCT	EPA 8082 A 2007	mg/kg	0	<450	NVL	NVL	NVL
2,3,7,8-TCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
1,2,3,7,8-PCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
1,2,3,4,7,8-HCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
1,2,3,6,7,8-HCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,0040
1,2,3,7,8,9-HCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0010	0,0064	<0,0010	0,0040
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,010	0,10	<0,0040	0,041
2,3,7,8-TCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0005	0,22	<0,0005	0,40
1,2,3,7,8-PCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0010	0,067	<0,0010	0,15
2,3,4,7,8-PCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0010	0,33	<0,0010	0,93
1,2,3,4,7,8-HCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,0041	0,38	0,049	1,20
1,2,3,6,7,8-HCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0010	0,035	<0,0010	0,10
2,3,4,6,7,8-HCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0010	0,10	<0,0010	0,30
1,2,3,7,8,9-HCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0010	0,0086	<0,0010	0,031
1,2,3,4,6,7,8-HPCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,0021	0,14	0,010	0,0040
1,2,3,4,7,8,9-HPCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,0026	0,034	<0,0010	0,057
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,0082	0,27	<0,0040	0,72
PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,002	0,18	0,002	0,49
Residuo a 105° C	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984	%	0	N.A.	89,1	80,3	86,0
Umidità (da calcolo) UNI EN 14346:2007 Met.A	UNI EN 12457-2:2004	%	0	N.A.	11	20	14
TEST CESSIONE							
Volume lisciviante	UNI EN 12457-2:2004	L	0	N.A.	2,0	2,0	2,0
Peso campione Tal quale	UNI EN 12457-2:2004	g	0	N.A.	230	250	240
Temperatura APAT CNR IRSA 2100 Man 29 20	UNI EN 12457-2:2004	°C	0	N.A.	23	23	23
Conducibilità APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2	UNI EN 12457-2:2004	uS/cm	0	N.A.	76	86	84
pH APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	UNI EN 12457-2:2004	-	0	N.A.	9,2	8,0	8,8
pH	UNI EN 12457-2:2004+APAT CNR IRS	-	0	N.A.	9,2	8,0	8,8
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	UNI EN 12457-2:2004 +ISO 15705:2002	mg/L	0	N.A.	5	6	8
Cianuri liberi	UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 2251:2008	ug/L	0	N.A.	<2	<2	<2
Cianuri totali	UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 2251:2008	ug/L	0	N.A.	<2	<2	<2
Cromo esavalente (come Cr)	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IR	ug/L	0	N.A.	2,5	1,0	3,1
Solfati	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/L SO4	0	N.A.	7,5	7,5	5,6
Fluoruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	ug/L	0	N.A.	<200	<200	<200
Cloruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/L	0	N.A.	2,4	3,9	9,1
Nitrati	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/L NO3	0	N.A.	<1,0	<1,0	<1,0
Alluminio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 20	ug/L	0	N.A.	310	<10	95
Arsenico	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 20	ug/L	0	N.A.	<5	<5	<5
Bario	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 20	ug/L	0	N.A.	18	6	8
Berillio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 20	ug/L	0	N.A.	<1,0	<1,0	<1,0
Cadmio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 20	ug/L	0	N.A.	<0,5	<0,5	<0,5
Cobalto	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 20	ug/L	0	N.A.	<5,0	<5,0	<5,0
Cromo	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 20	ug/L	0	N.A.	<5	<5	<5
Nichel	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 20	ug/L	0	N.A.	1	1	1
Piombo	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 20	ug/L	0	N.A.	<5	<5	<5
Selenio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 20	ug/L	0	N.A.	<2	<2	<2
Zinco	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 20	ug/L	0	N.A.	<5	5	<5
Mercurio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 20	ug/L	0	N.A.	<0,2	<0,2	<0,2
Rame	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 20	ug/L	0	N.A.	<1	<1	<1
Vanadio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 20	ug/L	0	N.A.	<5	<5	<5
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI							
Cloro Metano	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	<0,1	<0,1	
Cloroformio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	<0,01	0,03	
Cloruro di Vinile	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	<0,05	<0,05	
1,2-Dicloro Etano	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	<0,1	<0,1	
1,1-Dicloro Etilene	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	<0,005	<0,005	
Tricloro Etilene	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	0,01	<0,01	
Tetracloro Etilene	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	0,01	0,02	
Esacloro Butadiene	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	<0,01	<0,01	
Somma dei Composti Organoalogenati	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	<0	<0	
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI							
1,1-Dicloro Etano	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	<0,1	<0,1	
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	<0,1	<0,1	
1,2-Dicloro Propano	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	<0,01	<0,01	
1,1,2-Tricloro Etano	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	<0,01	<0,01	
1,2,3-Tricloro Propano	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	<0,001	<0,001	
1,1,2,2-Tetracloro Etano	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 20	ug/L	0	N.A.	<0,005	<0,005	

				Campione 1	Campione 2	Campione 4	Campione 4	Campione 5
				Ghiaia medio-fine, sabbia grossolana, ciottoli, riporto.	Pietrisco, frammenti di laterizi, sabbia e limo, riporto.	Pietrisco di natura calcarea misto a ghiaia, sabbia e limo; presenza laterizi, riporto.	Pietrisco fine con presenza di calce e laterizi, ciottoli poligenici e limo nerastro al letto, riporto	Pietrisco di natura calcarea misto a ghiaia, sabbia e limo; presenza laterizi, riporto.
Parametro	Metodo	Unita Misura	L4					
Scheletro (2mm - 2cm)	DM 13/09/1999 GU n°	g/kg	0	131	304	104	99	465
Scheletro (2 mm)	DM 13/09/1999 GU n°	g/kg	0	203	322	104	99	516
Residuo a 105°C	DM 13/09/1999 GU n°	%	0	80,5	68,5	82,6	71,6	90,2
pH (in H2O)	DM 13/09/1999 GU n°	-	0	8,2	7,8	8,5	8,0	8,5
Cromo VI	EPA 3060A 1996 + E	mg/kg	15	<1	<1	<1	<1	<1
Arsenico	EPA 6020B 2014	mg/kg	50	180 L4	360 L4	630 L4	55 L4	11
Mercurio	EPA 6020B 2014	mg/kg	5	16 L4	233 L4	15 L4	13 L4	27 L4
Cromo	EPA 6020B 2014	mg/kg	800	23	18	22	25	13
Piombo	EPA 6020B 2014	mg/kg	1000	150	880	355	205	62
Rame	EPA 6020B 2014	mg/kg	600	290	1060 L4	350	380	105
Carbonio organico	DM 13/09/1999 GU n°	mg/kg	0	8760	20400	8250	11900	3550
Carbonio organico	DM 13/09/1999 GU n°	%	0	0,9	2,0	0,8	1,2	0,4
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI	EPA 8260D 2017	-	0					
Clorometano	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Diclorometano	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cloroformio	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	<0,1	3,7	<0,1	<0,1	0,8
Cloruro di Vinile	EPA 8260D 2017	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dicloroetilene	EPA 8260D 2017	mg/kg	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tricloroetilene	EPA 8260D 2017	mg/kg	10	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	0,2
Tetracloroetilene (PCE)	EPA 8260D 2017	mg/kg	20	<0,1	0,9	<0,1	<0,1	0,7
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROG	EPA 8260D 2017	-	0					
1,1-Dicloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	30	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloroetilene (cis+trans)	EPA 8260D 2017	mg/kg	15	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,1-Tricloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	50	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloropropano	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2-Tricloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	15	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,3-Tricloropropano	EPA 8260D 2017	mg/kg	10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2,2-Tetracloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
FITOFARMACI	EPA 8270E 2017	-						
Alaclor	EPA 8270E 2017	mg/kg	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1
Aldrin	EPA 8270E 2017	mg/kg	0,1	<0,02	<0,05	<0,02	<0,20	<0,02
Atrazina	EPA 8270E 2017	mg/kg	1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Clordano	EPA 8270E 2017	mg/kg	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DDD, DDT, DDE	EPA 8270E 2017	mg/kg	0,1	<0,06	0,37 L4	0,59 L4	7,06 L4	0,09
Dieldrin	EPA 8270E 2017	mg/kg	0,1	<0,02	<0,05	<0,05	<0,50	<0,03
Endrin	EPA 8270E 2017	mg/kg	2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
PCB	EPA 8082 A 2007	mg/kg	5	0,9	<10	0,1	6910 L4	49 L4
PCN	EPA 8082 A 2007	mg/kg	0	<5,0	<5,0	<5,0	<250	<5,0
PCT	EPA 8082 A 2007	mg/kg	0	<5,0	<75	<5,0	<300	<13
2,3,7,8-TCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0005	0,22	<0,0005	0,04	<0,0005
1,2,3,7,8-PCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0010	0,16	<0,0010	0,58	<0,0010
1,2,3,4,7,8-HCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0010	0,15	<0,0010	7,50	<0,0010
1,2,3,6,7,8-HCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0010	0,045	<0,0010	8,20	<0,0010
1,2,3,7,8,9-HCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,0010	0,019	<0,0010	3,40	<0,0010
1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,0070	0,25	0,15	54,0	<0,0010
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,039	1,10	0,042	450	0,20
2,3,7,8-TCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,25	640	0,54	22,0	2,20
1,2,3,7,8-PCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,072	300	0,25	11,0	1,00
2,3,4,7,8-PCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,047	230	0,25	27,0	0,69
1,2,3,4,7,8-HCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,066	290	0,31	31,0	1,10
1,2,3,6,7,8-HCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,012	55,0	0,061	3,80	0,22
2,3,4,6,7,8-HCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,0076	24,0	0,0044	0,71	0,075
1,2,3,7,8,9-HCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,0078	20,0	0,023	1,20	0,10
1,2,3,4,6,7-8-HPCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,053	67,0	0,010	18,0	0,31
1,2,3,4,7,8-9-HPCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,016	36,0	0,068	4,70	0,14
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,10	110	0,28	42,0	0,48
PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,05	180	0,18	18,0	0,61
Clorobenzeni		mg/kg		N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
IPA		mg/kg		N.A.	200	N.A.	N.A.	22

				Campione 6	Campione 7	Campione 8	Campione 9
				Pietrisco di natura calcarea misto a ghiaia, sabbia e limo; presenza laterizi, riporto.	Pietrisco di natura calcarea misto a ghiaia, sabbia e limo; presenza laterizi, riporto.	Pietrisco di natura calcarea misto a ghiaia, sabbia e limo; presenza laterizi, riporto.	Pietrisco di natura calcarea misto a ghiaia, sabbia e limo; presenza laterizi, riporto.
Parametro	Metodo	Unita Misura	L4				
Scheletro (2mm - 2cm)	DM 13/09/1999 GU r	g/kg	0	34	269	586	35
Scheletro (2 mm)	DM 13/09/1999 GU r	g/kg	0	34	269	671	35
Residuo a 105°C	DM 13/09/1999 GU r	%	0	79,3	89,2	93,5	80,4
Cromo VI	EPA 3060A 1996 + E	mg/kg	15	<1	<1	<1	<1
Arsenico	EPA 6020B 2014	mg/kg	50	42	53 L4	8	2800 L4
Mercurio	EPA 6020B 2014	mg/kg	5	6,0 L4	11 L4	21 L4	110 L4
Cromo	EPA 6020B 2014	mg/kg	800	27	41	7	33
Piombo	EPA 6020B 2014	mg/kg	1000	140	200	41	850
Rame	EPA 6020B 2014	mg/kg	600	62	350	78	1100 L4
Arsenico	EPA 6020B 2014	mg/kg	0	43,00	39,00	9,00	1400,00
Mercurio	EPA 6020B 2014	mg/kg	0	27,000	10,000	23,000	29,000
Cromo	EPA 6020B 2014	mg/kg	0	25,00	32,00	10,00	26,00
Piombo	EPA 6020B 2014	mg/kg	0	130,00	205,00	55,00	310,00
Rame	EPA 6020B 2014	mg/kg	0	155,00	310,00	87,00	420,00
PCB	EPA 8082 A 2007	mg/kg	5	4,2	4370 L4	78 L4	16 L4
PCN	EPA 8082 A 2007	mg/kg	0	<5,0	<200	<5,0	<10
PCT	EPA 8082 A 2007	mg/kg	0	<5,0	<1500	<75	<75
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI	EPA 8260D 2017	-	0	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Clorometano	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Diclorometano	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	0,6	0,3	0,2	0,6
Cloroformio	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	0,7	0,4	0,2	0,7
Cloruro di Vinile	EPA 8260D 2017	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dicloroetilene	EPA 8260D 2017	mg/kg	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tricloroetilene	EPA 8260D 2017	mg/kg	10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetracloroetilene (PCE)	EPA 8260D 2017	mg/kg	20	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
ALIFATICI CLORURATI NON CANCERO(	EPA 8260D 2017	-	0	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
1,1-Dicloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	30	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloroetilene (cis+trans)	EPA 8260D 2017	mg/kg	15	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,1-Tricloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	50	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloropropano	EPA 8260D 2017	mg/kg	5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2-Tricloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	15	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,3-Tricloropropano	EPA 8260D 2017	mg/kg	10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2,2-Tetracloroetano	EPA 8260D 2017	mg/kg	10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
FITOFARMACI	EPA 8270E 2017	-	0	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Alaclor	EPA 8270E 2017	mg/kg	1	<0,5	<0,2	<0,1	<0,1
Aldrin	EPA 8270E 2017	mg/kg	0,1	<0,10	0,26 L4	<0,02	<0,02
Atrazina	EPA 8270E 2017	mg/kg	1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Clordano	EPA 8270E 2017	mg/kg	0,1	<0,02	0,92 L4	<0,02	0,17 L4
DDD, DDT, DDE	EPA 8270E 2017	mg/kg	0,1	12,3 L4	1,94 L4	0,95 L4	20,8 L4
Dieldrin	EPA 8270E 2017	mg/kg	0,1	<0,02	<1,00	<0,02	<0,05
Endrin	EPA 8270E 2017	mg/kg	2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
2,3,7,8-TCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	<0,00050	0,16	<0,00050	1,37
1,2,3,7,8-PCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,0086	0,27	0,030	30,4
1,2,3,4,7,8-HCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,009	<0,0010	0,058	44,1
1,2,3,6,7,8-HCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,018	0,027	0,26	61,7
1,2,3,7,8,9-HCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,014	0,013	0,14	53,9
1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,09	0,32	1,74	519
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,25	3,70	27,4	881
2,3,7,8-TCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,62	540	9,5	26,4
1,2,3,7,8-PCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,24	133	3,48	12,7
2,3,4,7,8-PCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,21	237	3,90	35,3
1,2,3,4,7,8-HCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,28	104	6,63	157
1,2,3,6,7,8-HCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,0055	22,2	0,22	17,6
1,2,3,7,8,9-HCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,020	7,32	0,50	2,64
2,3,4,6,7,8-HCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,030	0,47	0,22	18,6
1,2,3,4,6,7-8-HPCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,12	20,7	3,07	147
1,2,3,4,7,8-9-HPCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,041	6,28	1,00	47,0
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,98	8,13	8,29	578
PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	EPA 1613 B 1994	ug/kg	0	0,22	193	3,99	81,6
Residuo a 105°C	CNR IRSA 2 Q 64 V(	%	0	79,7	84,1	94,1	75,6
TEST CESSIONE							
Umidità (da calcolo) UNI EN 14346:2007 M	UNI EN 12457-2:200	%	0	21	11	6,5	20
Volume lisciviante	UNI EN 12457-2:200	L	0	0,50	0,50	0,50	0,50
Peso campione Tal quale	UNI EN 12457-2:200	g	0	64	57	54	63
Temperatura APAT CNR IRSA 2100 Man	UNI EN 12457-2:200	°C	0	21	21	21	21
Conducibilità APAT CNR IRSA 2030 Man	UNI EN 12457-2:200	uS/cm	0	176	239	78	165
pH APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	UNI EN 12457-2:200	-	0	8,6	8,9	10,1	8,6
pH	UNI EN 12457-2:200	-	0	8,6	8,9	10,1	8,6
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	UNI EN 12457-2:200	mg/L	0	43	<3	<3	8
Fluoruri	APAT CNR IRSA 40	mg/L	0	0,4	0,4	<0,2	0,9
Cloruri	APAT CNR IRSA 40	mg/L	0	0,8	18	0,9	1,4
Nitrati	APAT CNR IRSA 40	mg/L NO3	0	<1,0	5,1	1,1	2,8
Solfati	APAT CNR IRSA 40	mg/L SO4	0	1,9	60	4,8	21
Bario	UNI EN 12457-2:200	mg/L	0	0,13	0,04	0,05	0,24
Rame	UNI EN 12457-2:200	mg/L	0	0,039	0,017	0,020	0,030
Zinco	UNI EN 12457-2:200	mg/L	0	0,026	0,011	0,012	0,015
Arsenico	UNI EN 12457-2:200	ug/L	0	25	20	10	14000
Berillio	UNI EN 12457-2:200	ug/L	0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cadmio	UNI EN 12457-2:200	ug/L	0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cobalto	UNI EN 12457-2:200	ug/L	0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Cromo	UNI EN 12457-2:200	ug/L	0	<5	<5	<5	<5
Mercurio	UNI EN 12457-2:200	ug/L	0	2,0	0,5	2,5	87
Nichel	UNI EN 12457-2:200	ug/L	0	4	1	1	5
Piombo	UNI EN 12457-2:200	ug/L	0	53	<5	5	<5
Selenio	UNI EN 12457-2:200	ug/L	0	<2	<2	<2	<2
Vanadio	UNI EN 12457-2:200	ug/L	0	12	<5	<5	13
Cianuri totali	UNI EN 12457-2:200	ug/L	0	<2	7	<2	<2
Amianto	UNI EN 12457-2:200	mg/L	0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

Rapporto di Prova PD19-01191.001 _0

LAB N° 0080 L

Prima pagina

CLIENTE		LABORATORIO	
Cliente	AECOM URS ITALIA SPA	Head of Laboratory	Cristiano Toffoletti
		Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Indirizzo	Via Watt, 27 MILANO MI 20143	Indirizzo	Via Campodoro, 25 Villafranca Padovana (PD) 35010
Contatto		Telefono	+39 049 9050013
Telefono		Fax	+39 049 9050065
Fax		Email	sgs.eco@sgs.com
Email		Accettazione n°	PD19-01191
		Pervenuto il	18/03/2019
Progetto	-	Data inizio analisi.	18/03/2019
Ordine n°	095/2019/C1/PD/Rev.0	Data fine analisi.	03/04/2019
Matrice	TERRENI(1)		
		Data emissione	05/04/2019
		Rapporto di Prova n°	PD19-01191.001 _0

Campione Dettagli

Campione n°	PD19-01191.001
Sigla campione	Test Lavaggio Sabbie – Analisi Pre-trattamento
Proveniente da	Indagini Caffaro Brescia
Matrice	TERRENI
Campionato da	Committente

RIFERIMENTI

Mattia Favaro	Cristiano Toffoletti
Project Agent	Head Of Laboratory

COMMENTI

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del DLgs 82/05 s.m.i e norme collegate, sostituisce documento cartaceo. Firmato da Dr. Cristiano Toffoletti Ordine dei chimici della Provincia di Venezia/94004270271

LAB N° 0080 L

INDICE

Prima Pagina..... 1

Indice..... 2

Risultati..... 3-5

Limiti Di Riferimento..... 6-7

Note sulle metodiche impiegate..... 8

Legenda..... 9

LAB N° 0080 L

RISULTATI

Campione n°	PD19-01191.001
Sigla campione	Test Lavaggio Sabbie – Analisi Pre-trattamento
Proveniente da	Indagini Caffaro Brescia
Tipo campione	TERRENI
Campionato da	Committente
Campionato il	08/03/2019

Parametro	U.M.	RL	Risultato	L1	L2	L3	L4
Scheletro [Su camp. secco all'aria (frazione <2 cm) + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.3]							
Scheletro (2mm - 2cm)	g/kg	1	676 ±68	-	-	-	-
Scheletro (2 mm) [Su campione secco all'aria + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1]							
Scheletro (2 mm)	g/kg	1	706 ±71	-	-	-	-
Residuo a 105° C Umidita' [Su campione secco all'aria (frazione < 2 mm) + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2]							
Residuo a 105°C	%	0,1	99,7 ±6,0	-	-	-	-
Residuo a 105°C	g/kg	1	997,2	-	-	-	-
Metalli [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014]							
Arsenico	mg/kg	1	26 ±4	-	-	-	50
Cromo	mg/kg	1	4 ±2	-	-	-	800
Mercurio	mg/kg	0,1	1,5 ±0,3	-	-	-	5
Piombo	mg/kg	1	15 ±2	-	-	-	1000
Rame	mg/kg	1	10 ±7	-	-	-	600
Cromo esavalente (come Cr) [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992]							
Cromo VI	mg/kg	1	<1	-	-	-	15
V.O.C. [Su campione tal quale (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017]							
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI							
Clorometano	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	5
Diclorometano	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	5
Cloroformio	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	5
Cloruro di Vinile	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	0,1
1,2-Dicloroetano	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	5
1,1-Dicloroetilene	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	1
Tricloroetilene	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	10
Tetracloroetilene (PCE)	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	20
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI							
1,1-Dicloroetano	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	30
1,2-Dicloroetilene (cis+trans)	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	15
1,1,1-Tricloroetano	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	50
1,2-Dicloropropano	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	5
1,1,2-Tricloroetano	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	15
1,2,3-Tricloropropano	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	10
1,1,2,2-Tetracloroetano	mg/kg	0,1	<0,1	-	-	-	10
S.V.O.C. [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017]							
AROMATICI POLICICLICI							
Benzo(a)Antracene	mg/kg	0,05	<0,05	-	-	-	10

LAB N° 0080 L

RISULTATI

Campione n°	PD19-01191.001
Sigla campione	Test Lavaggio Sabbie – Analisi Pre-trattamento
Proveniente da	Indagini Caffaro Brescia
Tipo campione	TERRENI
Campionato da	Committente
Campionato il	08/03/2019

	Parametro	U.M.	RL	Risultato	L1	L2	L3	L4
	S.V.O.C. [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017] (segue)							
	Benzo(a)Pirene	mg/kg	0,05	<0,05	-	-	-	10
	Benzo(b)Fluorantene	mg/kg	0,05	<0,05	-	-	-	10
	Benzo(k)Fluorantene	mg/kg	0,05	<0,05	-	-	-	10
	Benzo(g,h,i)Perilene	mg/kg	0,05	<0,05	-	-	-	10
	Crisene	mg/kg	0,05	<0,05	-	-	-	50
	Dibenzo(a,e)Pirene	mg/kg	0,5	<0,5	-	-	-	10
	Dibenzo(a,l)Pirene	mg/kg	0,5	<0,5	-	-	-	10
	Dibenzo(a,i)Pirene	mg/kg	0,5	<0,5	-	-	-	10
	Dibenzo(a,h)Pirene	mg/kg	0,5	<0,5	-	-	-	10
	Dibenzo(a,h)Antracene	mg/kg	0,05	<0,05	-	-	-	10
	Indeno(1,2,3-cd)Pirene	mg/kg	0,05	<0,05	-	-	-	5
	Pirene	mg/kg	0,05	<0,05	-	-	-	50
	Sommatoria Policiclici Aromatici (da cod.25 a 34 D.Lgs. 152/06)	mg/kg	1,15	1,15 ±1,15	-	-	-	100
	CLOROBENZENI							
	1,2,4,5-Tetracloro benzene	mg/kg	0,2	<0,2	-	-	-	25
	Pentacloro benzene	mg/kg	0,2	<0,2	-	-	-	50
	Esaclorobenzene	mg/kg	0,2	<0,2	-	-	-	5
	DDD, DDT, DDE	mg/kg	0,06	0,22 ±0,11 L4	-	-	-	0,1
	beta-BHC	mg/kg	0,02	<0,02	-	-	-	-
	Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260) [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 3660B 1996 + EPA 8082A 2007]							
	Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	mg/kg	0,1	2290 ±794 L4	-	-	-	5
	PCDD-PCDF [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 1613 B 1994]							
^^	2,3,7,8-TCDD	ug/kg	0,0005	<0,0005	-	-	-	-
^^	1,2,3,7,8-PCDD	ug/kg	0,001	0,0036	-	-	-	-
^^	1,2,3,4,7,8-HCDD	ug/kg	0,001	0,0022	-	-	-	-
^^	1,2,3,6,7,8-HCDD	ug/kg	0,001	0,0065	-	-	-	-
^^	1,2,3,7,8,9-HCDD	ug/kg	0,001	0,0049	-	-	-	-
^^	1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	ug/kg	0,001	0,042	-	-	-	-
^^	1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	ug/kg	0,004	0,32	-	-	-	-
^^	2,3,7,8-TCDF	ug/kg	0,0005	0,84	-	-	-	-
^^	1,2,3,7,8-PCDF	ug/kg	0,001	0,39	-	-	-	-
^^	2,3,4,7,8-PCDF	ug/kg	0,001	0,62	-	-	-	-
^^	1,2,3,4,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,71	-	-	-	-
^^	1,2,3,6,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,10	-	-	-	-
^^	1,2,3,7,8,9-HCDF	ug/kg	0,001	0,049	-	-	-	-
^^	2,3,4,6,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,12	-	-	-	-

LAB N° 0080 L

RISULTATI

Campione n°	PD19-01191.001
Sigla campione	Test Lavaggio Sabbie – Analisi Pre-trattamento
Proveniente da	Indagini Caffaro Brescia
Tipo campione	TERRENI
Campionato da	Committente
Campionato il	08/03/2019

PCDD-PCDF [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 1613 B 1994] (segue)

	Parametro	U.M.	RL	Risultato	L1	L2	L3	L4
^^	1,2,3,4,6,7-8-HPCDF	ug/kg	0,001	0,27	-	-	-	-
^^	1,2,3,4,7,8-9-HPCDF	ug/kg	0,001	0,13	-	-	-	-
^^	1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	ug/kg	0,004	0,42	-	-	-	-
^^	PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	ug/kg	0,0013	0,52 L4	-	-	-	0,1

LAB N° 0080 L

LIMITI DI RIFERIMENTO

Matrice	Descrizione limiti
TERRENI	I limiti si riferiscono alle C.S.C. della colonna B della Tabella 1 dell`All. 5 al titolo V della parte IV del D.Lgs 152/06.

Parametro	U.M.	L1	L2	L3	L4
Metalli [EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	mg/kg	-	-	-	50
Cromo	mg/kg	-	-	-	800
Mercurio	mg/kg	-	-	-	5
Piombo	mg/kg	-	-	-	1000
Rame	mg/kg	-	-	-	600
Cromo esavalente (come Cr) [EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992]					
Cromo VI	mg/kg	-	-	-	15
V.O.C. [EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017]					
Clorometano	mg/kg	-	-	-	5
Diclorometano	mg/kg	-	-	-	5
Cloroformio	mg/kg	-	-	-	5
Cloruro di Vinile	mg/kg	-	-	-	0,1
1,2-Dicloroetano	mg/kg	-	-	-	5
1,1-Dicloroetilene	mg/kg	-	-	-	1
Tricloroetilene	mg/kg	-	-	-	10
Tetracloroetilene (PCE)	mg/kg	-	-	-	20
1,1-Dicloroetano	mg/kg	-	-	-	30
1,2-Dicloroetilene (cis+trans)	mg/kg	-	-	-	15
1,1,1-Tricloroetano	mg/kg	-	-	-	50
1,2-Dicloropropano	mg/kg	-	-	-	5
1,1,2-Tricloroetano	mg/kg	-	-	-	15
1,2,3-Tricloropropano	mg/kg	-	-	-	10
1,1,2,2-Tetracloroetano	mg/kg	-	-	-	10
S.V.O.C. [EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017]					
Benzo(a)Antracene	mg/kg	-	-	-	10
Benzo(a)Pirene	mg/kg	-	-	-	10
Benzo(b)Fluorantene	mg/kg	-	-	-	10
Benzo(k)Fluorantene	mg/kg	-	-	-	10
Benzo(g,h,i)Perilene	mg/kg	-	-	-	10
Crisene	mg/kg	-	-	-	50
Dibenzo(a,e)Pirene	mg/kg	-	-	-	10
Dibenzo(a,l)Pirene	mg/kg	-	-	-	10
Dibenzo(a,i)Pirene	mg/kg	-	-	-	10
Dibenzo(a,h)Pirene	mg/kg	-	-	-	10
Dibenzo(a,h)Antracene	mg/kg	-	-	-	10
Indeno(1,2,3-cd)Pirene	mg/kg	-	-	-	5
Pirene	mg/kg	-	-	-	50
Sommatoria Policiclici Aromatici (da cod.25 a 34 D.Lgs. 152/06)	mg/kg	-	-	-	100

LIMITI DI RIFERIMENTO

1,2,4,5-Tetracloro benzene	mg/kg	-	-	-	25
Pentacloro benzene	mg/kg	-	-	-	50
Esaclorobenzene	mg/kg	-	-	-	5
DDD, DDT, DDE	mg/kg	-	-	-	0,1

Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260) [EPA 3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 3660B 1996 + EPA 8082A 2007]

Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	mg/kg	-	-	-	5

PCDD-PCDF [EPA 1613 B 1994]

PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	ug/kg	-	-	-	0,1

Metodo

Estratto del metodo	SOMMARIO DEL METODO
EPA 1613 B 1994	Se priva di asterisco, la prova è accreditata Accredia con num. 0051, dal laboratorio subappaltato
EPA 8260D 2017	Prova eseguita presso la nostra sede di Via Campodoro 23 – Villafranca Padovana (PD)

LAB N° 0080 L

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.
^^	Eseguito presso laborotorio esterno.
RL	Limite di Rapportaggio
↑	Limite di rapportaggio innalzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito
IS	Campione insufficiente per l'analisi.
LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
NA	Campione non analizzato per questo parametro
TBA	Parametro non ancora analizzato

NOTE RELATIVE ALL'ACCREDITAMENTO

* Prova non accreditata ACCREDIA.

il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempiere alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I risultati contenuti nel seguente rapporto si riferiscono esclusivamente al campione provato.

Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.
Il confronto dei risultati con i rispettivi limiti, quando presente, non tiene conto dell'incertezza di misura stimata.
Eventuali risultati fuori limite sono segnalati in rosso.
Il recupero ove previsto,se non diversamente indicato,è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici.
Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.
Se non diversamente specificato,valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di rapportaggio (criterio "medium bound")

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---

Rapporto di Prova PD19-01192.001 _0

LAB N° 0080 L

Prima pagina

CLIENTE		LABORATORIO	
Cliente	AECOM URS ITALIA SPA	Head of Laboratory	Cristiano Toffoletti
		Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Indirizzo	Via Watt, 27 MILANO MI 20143	Indirizzo	Via Campodoro, 25 Villafranca Padovana (PD) 35010
Contatto		Telefono	+39 049 9050013
Telefono		Fax	+39 049 9050065
Fax		Email	sgs.eco@sgs.com
Email		Accettazione n°	PD19-01192
		Pervenuto il	18/03/2019
Progetto	-	Data inizio analisi.	20/03/2019
Ordine n°	095/2019/C1/PD/Rev.0	Data fine analisi.	05/04/2019
Matrice	TERRENI(1)		
		Data emissione	05/04/2019
		Rapporto di Prova n°	PD19-01192.001 _0

Campione Dettagli

Campione n°	PD19-01192.001
Sigla campione	Test Lavaggio Superficiale – Analisi Pre-trattamento
Proveniente da	Indagini Caffaro Brescia
Matrice	TERRENI
Campionato da	Committente

RIFERIMENTI

Mattia Favaro	Cristiano Toffoletti
Project Agent	Head Of Laboratory

COMMENTI

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del DLgs 82/05 s.m.i e norme collegate, sostituisce documento cartaceo. Firmato da Dr. Cristiano Toffoletti Ordine dei chimici della Provincia di Venezia/94004270271

LAB N° 0080 L

INDICE

Prima Pagina..... 1

Indice..... 2

Risultati..... 3-4

Limiti Di Riferimento..... 5-6

Note sulle metodiche impiegate..... 7

Legenda..... 8

LAB N° 0080 L

RISULTATI

Campione n°	PD19-01192.001
Sigla campione	Test Lavaggio Superficiale – Analisi Pre-trattamento
Proveniente da	Indagini Caffaro Brescia
Tipo campione	TERRENI
Campionato da	Committente
Campionato il	08/03/2019

	Parametro	U.M.	RL	Risultato	L1	L2	L3	L4
Residui [Su campione tal quale + CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984]								
	Residuo a 105°C	%	0,1	90,2 ±2,7	-	-	-	-
Test di cessione [Prova di eluizione ottenuta per lisciviazione secondo SOP/P-05, relativa alla norma UNI EN 12457-2: 2004, così come richiesto dalla norma UNI 10802: 2013 App. A + UNI EN 12457-2:2004]								
	Umidità (da calcolo) UNI EN 14346:2007 Met.A	%	-	9,8 ±0,59	-	-	-	-
*	Volume lisciviante	L	-	2,0	-	-	-	-
*	Peso campione Tal quale	g	-	220	-	-	-	-
	Temperatura APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	°C	-	23	-	-	-	-
	Conducibilità APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	uS/cm	-	275 ±28	-	-	-	-
	pH APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	-	-	9,1 ±0,7	-	-	-	-
Cianuri - determinazione finale con Discrete Analyzer [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 2251:2008 (esclusi par.8.2.2 e 8.2.3)]								
	Cianuri liberi	ug/L	2	<2	-	-	-	50
Anioni [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003]								
	Solfati	mg/L SO4	1	30 ±2,5	-	-	-	250
	Fluoruri	ug/L	200	780 ±288	-	-	-	1500
	Cloruri	mg/L	0,1	38 ±3,2	-	-	-	-
	Nitrati	mg/L NO3	1	4,5 ±1	-	-	-	-
Metalli [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014]								
	Alluminio	ug/L	10	370	-	-	-	-
	Arsenico	ug/L	5	3500 ±980 L4	-	-	-	10
	Bario	ug/L	1	107 ±20	-	-	-	-
	Berillio	ug/L	1	<1,0	-	-	-	4
	Cadmio	ug/L	0,5	<0,5	-	-	-	5
	Cobalto	ug/L	5	<5,0	-	-	-	50
	Cromo	ug/L	5	<5	-	-	-	50
	Mercurio	ug/L	0,2	0,5 ±0,3	-	-	-	1
	Nichel	ug/L	1	<1	-	-	-	20
	Piombo	ug/L	5	12 ±5 L4	-	-	-	10
	Rame	ug/L	1	37 ±16	-	-	-	-
	Selenio	ug/L	2	2 ±2	-	-	-	10
	Vanadio	ug/L	5	11 ±5	-	-	-	-
	Zinco	ug/L	5	10 ±5	-	-	-	-
Cromo esavalente [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003]								
*	Cromo esavalente (come Cr)	ug/L	1	1,2 ±1	-	-	-	5
COD (come O2) [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 +ISO 15705:2002]								
	Richiesta chimica di ossigeno (COD)	mg/L	3	6 ±3	-	-	-	-
Policlorobifenili [Su cessione + EPA 3520C 1996 + EPA 3620C 2007 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8082A 2007]								
*	Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	0,01	10,9 ±3,18 L4	-	-	-	0,01
V.O.C. [Su cessione + EPA 5030C 2003 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017]								
	COMPOSTI ORGANICI AROMATICI							

LAB N° 0080 L

RISULTATI

Campione n°	PD19-01192.001
Sigla campione	Test Lavaggio Superficiale – Analisi Pre-trattamento
Proveniente da	Indagini Caffaro Brescia
Tipo campione	TERRENI
Campionato da	Committente
Campionato il	08/03/2019

V.O.C. [Su cessione + EPA 5030C 2003 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017] (segue)

Parametro	U.M.	RL	Risultato	L1	L2	L3	L4
Benzene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	1
Etil Benzene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	50
Stirene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	25
Toluene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	15
meta Xilene + para Xilene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	10
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI							
Cloro Metano	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	1,5
Cloroformio	ug/L	0,01	0,12	-	-	-	0,15
Cloruro di Vinile	ug/L	0,05	<0,05	-	-	-	0,5
1,2-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	3
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0,005	<0,005	-	-	-	0,05
Tricloro Etilene	ug/L	0,01	0,05	-	-	-	1,5
Tetracloro Etilene	ug/L	0,01	0,03	-	-	-	1,1
Esacloro Butadiene	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,15
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	0,27	1	-	-	-	10
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI							
1,1-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	810
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	60
1,2-Dicloro Propano	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,15
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,2
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	0,001	<0,001	-	-	-	0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	0,005	<0,005	-	-	-	0,05
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI							
Bromoformio	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,3
1,2-Dibromo Etano	ug/L	0,01	<0,01 L4	-	-	-	0,001
Dibromo Cloro Metano	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,13
Dicloro Bromo Metano	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,17

LAB N° 0080 L

LIMITI DI RIFERIMENTO

Matrice	Descrizione limiti
TERRENI	I limiti si riferiscono al DLgs 152/06 - All.5, parte IV, Tab 2 - Acque sotterranee.

Parametro	U.M.	L1	L2	L3	L4
Cianuri - determinazione finale con Discrete Analyzer [UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 2251:2008 (esclusi par.8.2.2 e 8.2.3)]					
Cianuri liberi	ug/L	-	-	-	50
Anioni [UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003]					
Solfati	mg/L SO4	-	-	-	250
Fluoruri	ug/L	-	-	-	1500
Metalli [UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	ug/L	-	-	-	10
Berillio	ug/L	-	-	-	4
Cadmio	ug/L	-	-	-	5
Cobalto	ug/L	-	-	-	50
Cromo	ug/L	-	-	-	50
Mercurio	ug/L	-	-	-	1
Nichel	ug/L	-	-	-	20
Piombo	ug/L	-	-	-	10
Selenio	ug/L	-	-	-	10
Cromo esavalente [UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003]					
Cromo esavalente (come Cr)	ug/L	-	-	-	5
Policlorobifenili [EPA 3520C 1996 + EPA 3620C 2007 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8082A 2007]					
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	-	-	-	0,01
V.O.C. [EPA 5030C 2003 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017]					
Benzene	ug/L	-	-	-	1
Etil Benzene	ug/L	-	-	-	50
Stirene	ug/L	-	-	-	25
Toluene	ug/L	-	-	-	15
meta Xilene + para Xilene	ug/L	-	-	-	10
Cloro Metano	ug/L	-	-	-	1,5
Cloroformio	ug/L	-	-	-	0,15
Cloruro di Vinile	ug/L	-	-	-	0,5
1,2-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	3
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	-	-	-	0,05
Tricloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,5
Tetracloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,1
Esacloro Butadiene	ug/L	-	-	-	0,15
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	-	-	-	10
1,1-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	810
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	-	-	-	60
1,2-Dicloro Propano	ug/L	-	-	-	0,15
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	-	-	-	0,2
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	-	-	-	0,001

LIMITI DI RIFERIMENTO

1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	-	-	-	0,05
Bromoformio	ug/L	-	-	-	0,3
1,2-Dibromo Etano	ug/L	-	-	-	0,001
Dibromo Cloro Metano	ug/L	-	-	-	0,13
Dicloro Bromo Metano	ug/L	-	-	-	0,17

LAB N° 0080 L

Metodo

Estratto del metodo	SOMMARIO DEL METODO
UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017	Prova eseguita presso la nostra sede di Via Campodoro 23 – Villafranca Padovana (PD)

LAB N° 0080 L

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.
^^	Eseguito presso laborotorio esterno.
RL	Limite di Rapportaggio
↑	Limite di rapportaggio innalzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito
IS	Campione insufficiente per l'analisi.
LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
NA	Campione non analizzato per questo parametro
TBA	Parametro non ancora analizzato

NOTE RELATIVE ALL'ACCREDITAMENTO

* Prova non accreditata ACCREDIA.

il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempiere alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I risultati contenuti nel seguente rapporto si riferiscono esclusivamente al campione provato.

Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.
Il confronto dei risultati con i rispettivi limiti, quando presente, non tiene conto dell'incertezza di misura stimata.
Eventuali risultati fuori limite sono segnalati in rosso.
Il recupero ove previsto,se non diversamente indicato,è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici.
Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.
Se non diversamente specificato,valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di rapportaggio (criterio "medium bound")

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---

Rapporto di Prova PD19-01192.002 _0

Prima pagina

CLIENTE

Cliente	AECOM URS ITALIA SPA
Indirizzo	Via Watt, 27 MILANO MI 20143
Contatto	
Telefono	
Fax	
Email	
Progetto	-
Ordine n°	095/2019/C1/PD/Rev.0
Matrice	TERRENI(1)

LABORATORIO

Head of Laboratory	Cristiano Toffoletti
Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Indirizzo	Via Campodoro, 25 Villafranca Padovana (PD) 35010
Telefono	+39 049 9050013
Fax	+39 049 9050065
Email	sgs.eco@sgs.com
Accettazione n°	PD19-01192
Pervenuto il	18/03/2019
Data inizio analisi.	20/03/2019
Data fine analisi.	05/04/2019
Data emissione	05/04/2019
Rapporto di Prova n°	PD19-01192.002 _0

Campione Dettagli

Campione n°	PD19-01192.002
Sigla campione	Test Lavaggio Sabbie – Analisi Pre-trattamento
Proveniente da	Indagini Caffaro Brescia
Matrice	TERRENI
Campionato da	Committente

RIFERIMENTI

Mattia Favaro	Cristiano Toffoletti
Project Agent	Head Of Laboratory

COMMENTI

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del DLgs 82/05 s.m.i e norme collegate, sostituisce documento cartaceo. Firmato da Dr. Cristiano Toffoletti Ordine dei chimici della Provincia di Venezia/94004270271

LAB N° 0080 L

INDICE

Prima Pagina..... 1

Indice..... 2

Risultati..... 3-4

Limiti Di Riferimento..... 5-6

Note sulle metodiche impiegate..... 7

Legenda..... 8

LAB N° 0080 L

RISULTATI

Campione n°	PD19-01192.002
Sigla campione	Test Lavaggio Sabbie – Analisi Pre-trattamento
Proveniente da	Indagini Caffaro Brescia
Tipo campione	TERRENI
Campionato da	Committente
Campionato il	08/03/2019

	Parametro	U.M.	RL	Risultato	L1	L2	L3	L4
Residui [Su campione tal quale + CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984]								
	Residuo a 105°C	%	0,1	98,8 ±3,0	-	-	-	-
Test di cessione [Prova di eluizione ottenuta per lisciviazione secondo SOP/P-05, relativa alla norma UNI EN 12457-2: 2004, così come richiesto dalla norma UNI 10802: 2013 App. A + UNI EN 12457-2:2004]								
	Umidità (da calcolo) UNI EN 14346:2007 Met.A	%	-	1,2 ±0,072	-	-	-	-
*	Volume lisciviante	L	-	2,0	-	-	-	-
*	Peso campione Tal quale	g	-	200	-	-	-	-
	Temperatura APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	°C	-	23	-	-	-	-
	Conducibilità APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	uS/cm	-	73 ±7,3	-	-	-	-
	pH APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	-	-	9,5 ±0,7	-	-	-	-
Cianuri - determinazione finale con Discrete Analyzer [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 2251:2008 (esclusi par.8.2.2 e 8.2.3)]								
	Cianuri liberi	ug/L	2	<2	-	-	-	50
Anioni [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003]								
	Solfati	mg/L SO4	1	2,7 ±1	-	-	-	250
	Fluoruri	ug/L	200	247 ±200	-	-	-	1500
	Cloruri	mg/L	0,1	2,1 ±0,2	-	-	-	-
	Nitrati	mg/L NO3	1	<1,0	-	-	-	-
Metalli [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014]								
	Alluminio	ug/L	10	315	-	-	-	-
	Arsenico	ug/L	5	180 ±50 L4	-	-	-	10
	Bario	ug/L	1	14 ±3	-	-	-	-
	Berillio	ug/L	1	<1,0	-	-	-	4
	Cadmio	ug/L	0,5	<0,5	-	-	-	5
	Cobalto	ug/L	5	<5,0	-	-	-	50
	Cromo	ug/L	5	<5	-	-	-	50
	Mercurio	ug/L	0,2	<0,2	-	-	-	1
	Nichel	ug/L	1	<1	-	-	-	20
	Piombo	ug/L	5	<5	-	-	-	10
	Rame	ug/L	1	2 ±1	-	-	-	-
	Selenio	ug/L	2	<2	-	-	-	10
	Vanadio	ug/L	5	5 ±5	-	-	-	-
	Zinco	ug/L	5	<5	-	-	-	-
Cromo esavalente [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003]								
*	Cromo esavalente (come Cr)	ug/L	1	<1,0	-	-	-	5
COD (come O2) [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 +ISO 15705:2002]								
	Richiesta chimica di ossigeno (COD)	mg/L	3	4 ±3	-	-	-	-
Policlorobifenili [Su cessione + EPA 3520C 1996 + EPA 3620C 2007 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8082A 2007]								
*	Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	0,01	0,06 ±0,04 L4	-	-	-	0,01
V.O.C. [Su cessione + EPA 5030C 2003 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017]								
	COMPOSTI ORGANICI AROMATICI							

LAB N° 0080 L

RISULTATI

Campione n°	PD19-01192.002
Sigla campione	Test Lavaggio Sabbie – Analisi Pre-trattamento
Proveniente da	Indagini Caffaro Brescia
Tipo campione	TERRENI
Campionato da	Committente
Campionato il	08/03/2019

V.O.C. [Su cessione + EPA 5030C 2003 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017] (segue)

Parametro	U.M.	RL	Risultato	L1	L2	L3	L4
Benzene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	1
Etil Benzene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	50
Stirene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	25
Toluene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	15
meta Xilene + para Xilene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	10
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI							
Cloro Metano	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	1,5
Cloroformio	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,15
Cloruro di Vinile	ug/L	0,05	<0,05	-	-	-	0,5
1,2-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	3
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0,005	<0,005	-	-	-	0,05
Tricloro Etilene	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	1,5
Tetracloro Etilene	ug/L	0,01	0,01	-	-	-	1,1
Esacloro Butadiene	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,15
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	0,27	0	-	-	-	10
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI							
1,1-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	810
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	60
1,2-Dicloro Propano	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,15
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,2
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	0,001	<0,001	-	-	-	0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	0,005	<0,005	-	-	-	0,05
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI							
Bromoformio	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,3
1,2-Dibromo Etano	ug/L	0,01	<0,01 L4	-	-	-	0,001
Dibromo Cloro Metano	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,13
Dicloro Bromo Metano	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,17

LAB N° 0080 L

LIMITI DI RIFERIMENTO

Matrice	Descrizione limiti
TERRENI	I limiti si riferiscono al DLgs 152/06 - All.5, parte IV, Tab 2 - Acque sotterranee.

Parametro	U.M.	L1	L2	L3	L4
Cianuri - determinazione finale con Discrete Analyzer [UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 2251:2008 (esclusi par.8.2.2 e 8.2.3)]					
Cianuri liberi	ug/L	-	-	-	50
Anioni [UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003]					
Solfati	mg/L SO4	-	-	-	250
Fluoruri	ug/L	-	-	-	1500
Metalli [UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	ug/L	-	-	-	10
Berillio	ug/L	-	-	-	4
Cadmio	ug/L	-	-	-	5
Cobalto	ug/L	-	-	-	50
Cromo	ug/L	-	-	-	50
Mercurio	ug/L	-	-	-	1
Nichel	ug/L	-	-	-	20
Piombo	ug/L	-	-	-	10
Selenio	ug/L	-	-	-	10
Cromo esavalente [UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003]					
Cromo esavalente (come Cr)	ug/L	-	-	-	5
Policlorobifenili [EPA 3520C 1996 + EPA 3620C 2007 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8082A 2007]					
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	-	-	-	0,01
V.O.C. [EPA 5030C 2003 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017]					
Benzene	ug/L	-	-	-	1
Etil Benzene	ug/L	-	-	-	50
Stirene	ug/L	-	-	-	25
Toluene	ug/L	-	-	-	15
meta Xilene + para Xilene	ug/L	-	-	-	10
Cloro Metano	ug/L	-	-	-	1,5
Cloroformio	ug/L	-	-	-	0,15
Cloruro di Vinile	ug/L	-	-	-	0,5
1,2-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	3
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	-	-	-	0,05
Tricloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,5
Tetracloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,1
Esacloro Butadiene	ug/L	-	-	-	0,15
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	-	-	-	10
1,1-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	810
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	-	-	-	60
1,2-Dicloro Propano	ug/L	-	-	-	0,15
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	-	-	-	0,2
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	-	-	-	0,001

LAB N° 0080 L

LIMITI DI RIFERIMENTO

1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	-	-	-	0,05
Bromoformio	ug/L	-	-	-	0,3
1,2-Dibromo Etano	ug/L	-	-	-	0,001
Dibromo Cloro Metano	ug/L	-	-	-	0,13
Dicloro Bromo Metano	ug/L	-	-	-	0,17

LAB N° 0080 L

Metodo

Estratto del metodo	SOMMARIO DEL METODO
UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017	Prova eseguita presso la nostra sede di Via Campodoro 23 – Villafranca Padovana (PD)

LAB N° 0080 L

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.
^^	Eseguito presso laborotorio esterno.
RL	Limite di Rapportaggio
↑	Limite di rapportaggio innalzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito
IS	Campione insufficiente per l'analisi.
LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
NA	Campione non analizzato per questo parametro
TBA	Parametro non ancora analizzato

NOTE RELATIVE ALL'ACCREDITAMENTO

* Prova non accreditata ACCREDIA.

il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempiere alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I risultati contenuti nel seguente rapporto si riferiscono esclusivamente al campione provato.

Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.
Il confronto dei risultati con i rispettivi limiti, quando presente, non tiene conto dell'incertezza di misura stimata.
Eventuali risultati fuori limite sono segnalati in rosso.
Il recupero ove previsto,se non diversamente indicato,è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici.
Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.
Se non diversamente specificato,valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di rapportaggio (criterio "medium bound")

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---

Rapporto di Prova PD19-01192.003 _0

Prima pagina

CLIENTE		LABORATORIO	
Cliente	AECOM URS ITALIA SPA	Head of Laboratory	Cristiano Toffoletti
		Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Indirizzo	Via Watt, 27 MILANO MI 20143	Indirizzo	Via Campodoro, 25 Villafranca Padovana (PD) 35010
Contatto		Telefono	+39 049 9050013
Telefono		Fax	+39 049 9050065
Fax		Email	sgs.eco@sgs.com
Email		Accettazione n°	PD19-01192
		Pervenuto il	18/03/2019
Progetto	-	Data inizio analisi.	20/03/2019
Ordine n°	095/2019/C1/PD/Rev.0	Data fine analisi.	05/04/2019
Matrice	TERRENI(1)		
		Data emissione	05/04/2019
		Rapporto di Prova n°	PD19-01192.003 _0

Campione Dettagli

Campione n°	PD19-01192.003
Sigla campione	Test Lavaggio Profondo – Analisi Pre-trattamento
Proveniente da	Indagini Caffaro Brescia
Matrice	TERRENI
Campionato da	Committente

RIFERIMENTI

Mattia Favaro	Cristiano Toffoletti
Project Agent	Head Of Laboratory

COMMENTI

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del DLgs 82/05 s.m.i e norme collegate, sostituisce documento cartaceo. Firmato da Dr. Cristiano Toffoletti Ordine dei chimici della Provincia di Venezia/94004270271

LAB N° 0080 L

INDICE

Prima Pagina..... 1

Indice..... 2

Risultati..... 3-4

Limiti Di Riferimento..... 5-6

Note sulle metodiche impiegate..... 7

Legenda..... 8

LAB N° 0080 L

RISULTATI

Campione n°	PD19-01192.003
Sigla campione	Test Lavaggio Profondo – Analisi Pre-trattamento
Proveniente da	Indagini Caffaro Brescia
Tipo campione	TERRENI
Campionato da	Committente
Campionato il	08/03/2019

	Parametro	U.M.	RL	Risultato	L1	L2	L3	L4
Residui [Su campione tal quale + CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984]								
	Residuo a 105°C	%	0,1	81,9 ±2,5	-	-	-	-
Test di cessione [Prova di eluizione ottenuta per lisciviazione secondo SOP/P-05, relativa alla norma UNI EN 12457-2: 2004, così come richiesto dalla norma UNI 10802: 2013 App. A + UNI EN 12457-2:2004]								
	Umidità (da calcolo) UNI EN 14346:2007 Met.A	%	-	18 ±1,1	-	-	-	-
*	Volume lisciviante	L	-	2,0	-	-	-	-
*	Peso campione Tal quale	g	-	250	-	-	-	-
	Temperatura APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	°C	-	23	-	-	-	-
	Conducibilità APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	uS/cm	-	109 ±11	-	-	-	-
	pH APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	-	-	8,5 ±0,6	-	-	-	-
Cianuri - determinazione finale con Discrete Analyzer [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 2251:2008 (esclusi par.8.2.2 e 8.2.3)]								
	Cianuri liberi	ug/L	2	<2	-	-	-	50
Anioni [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003]								
	Solfati	mg/L SO4	1	9,4 ±1	-	-	-	250
	Fluoruri	ug/L	200	<200	-	-	-	1500
	Cloruri	mg/L	0,1	4,8 ±0,4	-	-	-	-
	Nitrati	mg/L NO3	1	<1,0	-	-	-	-
Metalli [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014]								
	Alluminio	ug/L	10	22	-	-	-	-
	Arsenico	ug/L	5	<5	-	-	-	10
	Bario	ug/L	1	11 ±2	-	-	-	-
	Berillio	ug/L	1	<1,0	-	-	-	4
	Cadmio	ug/L	0,5	<0,5	-	-	-	5
	Cobalto	ug/L	5	<5,0	-	-	-	50
	Cromo	ug/L	5	<5	-	-	-	50
	Mercurio	ug/L	0,2	<0,2	-	-	-	1
	Nichel	ug/L	1	<1	-	-	-	20
	Piombo	ug/L	5	<5	-	-	-	10
	Rame	ug/L	1	2 ±1	-	-	-	-
	Selenio	ug/L	2	<2	-	-	-	10
	Vanadio	ug/L	5	<5	-	-	-	-
	Zinco	ug/L	5	<5	-	-	-	-
Cromo esavalente [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003]								
*	Cromo esavalente (come Cr)	ug/L	1	<1,0	-	-	-	5
COD (come O2) [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 +ISO 15705:2002]								
	Richiesta chimica di ossigeno (COD)	mg/L	3	9 ±3	-	-	-	-
Policlorobifenili [Su cessione + EPA 3520C 1996 + EPA 3620C 2007 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8082A 2007]								
*	Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	0,01	4,75 ±1,40 L4	-	-	-	0,01
V.O.C. [Su cessione + EPA 5030C 2003 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017]								
	COMPOSTI ORGANICI AROMATICI							

LAB N° 0080 L

RISULTATI

Campione n°	PD19-01192.003
Sigla campione	Test Lavaggio Profondo – Analisi Pre-trattamento
Proveniente da	Indagini Caffaro Brescia
Tipo campione	TERRENI
Campionato da	Committente
Campionato il	08/03/2019

V.O.C. [Su cessione + EPA 5030C 2003 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017] (segue)

Parametro	U.M.	RL	Risultato	L1	L2	L3	L4
Benzene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	1
Etil Benzene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	50
Stirene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	25
Toluene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	15
meta Xilene + para Xilene	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	10
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI							
Cloro Metano	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	1,5
Cloroformio	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,15
Cloruro di Vinile	ug/L	0,05	<0,05	-	-	-	0,5
1,2-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	3
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0,005	<0,005	-	-	-	0,05
Tricloro Etilene	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	1,5
Tetracloro Etilene	ug/L	0,01	0,02	-	-	-	1,1
Esacloro Butadiene	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,15
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	0,27	0	-	-	-	10
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI							
1,1-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	810
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	0,1	<0,1	-	-	-	60
1,2-Dicloro Propano	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,15
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,2
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	0,001	<0,001	-	-	-	0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	0,005	<0,005	-	-	-	0,05
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI							
Bromoformio	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,3
1,2-Dibromo Etano	ug/L	0,01	<0,01 L4	-	-	-	0,001
Dibromo Cloro Metano	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,13
Dicloro Bromo Metano	ug/L	0,01	<0,01	-	-	-	0,17

LAB N° 0080 L

LIMITI DI RIFERIMENTO

Matrice	Descrizione limiti
TERRENI	I limiti si riferiscono al DLgs 152/06 - All.5, parte IV, Tab 2 - Acque sotterranee.

Parametro	U.M.	L1	L2	L3	L4
Cianuri - determinazione finale con Discrete Analyzer [UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 2251:2008 (esclusi par.8.2.2 e 8.2.3)]					
Cianuri liberi	ug/L	-	-	-	50
Anioni [UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003]					
Solfati	mg/L SO4	-	-	-	250
Fluoruri	ug/L	-	-	-	1500
Metalli [UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	ug/L	-	-	-	10
Berillio	ug/L	-	-	-	4
Cadmio	ug/L	-	-	-	5
Cobalto	ug/L	-	-	-	50
Cromo	ug/L	-	-	-	50
Mercurio	ug/L	-	-	-	1
Nichel	ug/L	-	-	-	20
Piombo	ug/L	-	-	-	10
Selenio	ug/L	-	-	-	10
Cromo esavalente [UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003]					
Cromo esavalente (come Cr)	ug/L	-	-	-	5
Policlorobifenili [EPA 3520C 1996 + EPA 3620C 2007 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8082A 2007]					
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	-	-	-	0,01
V.O.C. [EPA 5030C 2003 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017]					
Benzene	ug/L	-	-	-	1
Etil Benzene	ug/L	-	-	-	50
Stirene	ug/L	-	-	-	25
Toluene	ug/L	-	-	-	15
meta Xilene + para Xilene	ug/L	-	-	-	10
Cloro Metano	ug/L	-	-	-	1,5
Cloroformio	ug/L	-	-	-	0,15
Cloruro di Vinile	ug/L	-	-	-	0,5
1,2-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	3
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	-	-	-	0,05
Tricloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,5
Tetracloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,1
Esacloro Butadiene	ug/L	-	-	-	0,15
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	-	-	-	10
1,1-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	810
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	-	-	-	60
1,2-Dicloro Propano	ug/L	-	-	-	0,15
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	-	-	-	0,2
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	-	-	-	0,001

LAB N° 0080 L

LIMITI DI RIFERIMENTO

1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	-	-	-	0,05
Bromoformio	ug/L	-	-	-	0,3
1,2-Dibromo Etano	ug/L	-	-	-	0,001
Dibromo Cloro Metano	ug/L	-	-	-	0,13
Dicloro Bromo Metano	ug/L	-	-	-	0,17

LAB N° 0080 L

Metodo

Estratto del metodo	SOMMARIO DEL METODO
UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017	Prova eseguita presso la nostra sede di Via Campodoro 23 – Villafranca Padovana (PD)

LAB N° 0080 L

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.
^^	Eseguito presso laborotorio esterno.
RL	Limite di Rapportaggio
↑	Limite di rapportaggio innalzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito
IS	Campione insufficiente per l'analisi.
LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
NA	Campione non analizzato per questo parametro
TBA	Parametro non ancora analizzato

NOTE RELATIVE ALL'ACCREDITAMENTO

* Prova non accreditata ACCREDIA.

il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempiere alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I risultati contenuti nel seguente rapporto si riferiscono esclusivamente al campione provato.

Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.
Il confronto dei risultati con i rispettivi limiti, quando presente, non tiene conto dell'incertezza di misura stimata.
Eventuali risultati fuori limite sono segnalati in rosso.
Il recupero ove previsto,se non diversamente indicato,è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici.
Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.
Se non diversamente specificato,valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di rapportaggio (criterio "medium bound")

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---

ALLEGATO 2

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.p.a. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Montichiari, **09/05/2019**

Rapporto di Prova n°: **19LA05484** del **09/05/2019**

Spett.
PBR S.r.l.
VIA MOLINO EMILI, N.22
25030 MACLODIO (BS)

Dati relativi al campione

Denominazione: **CONTROLLO INTERNO - PROVE LAVAGGIO - PROFONDO <2 MM**

Data accettazione: **30/04/2019**

Data inizio analisi: **30/04/2019 14.07** Data fine analisi: **08/05/2019 13.21**

Descrizione: **Materiale solido di pezzatura fine, Eterogeneo, Policromo, Odore Caratteristico**

Dati di campionamento

Data: **18/04/2019**

Campionamento a cura di: **Produttore**

Prelevato presso: **Produttore**

Risultati analitici

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Piombo (Pb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**16**
Rame (Cu) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**14**
Cadmio (Cd) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,4**
Cobalto (Co) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**8,4**
Arsenico (As) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**15**
Mercurio (Hg) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,5**
Selenio (Se) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Cromo (Cr) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**18**
Cromo VI *CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985*	mg/kg	**< 0,40**
Nichel (Ni) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**14**
Bario (Ba) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**176**
Berillio (Be) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Molibdeno (Mo) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Antimonio (Sb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.P.A. (R.I. di BS 00701150393)

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Manganese (Mn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**760**
Stagno (Sn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,4**
Tallio (Tl) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Vanadio (V) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**50**
Zinco (Zn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**83**
Policlorobifenili espressi come Aroclor 1260 *EPA 3540 C 1996 + EPA 3620 C 2014 + EPA 8082 A 2007*	mg/kg	**57**

Note:

La preparazione delle aliquote di prova dal campione di laboratorio sono state condotte in accordo con i principi della Norma UNI EN ISO 15002:2006

La denominazione del campione, la data di campionamento, il luogo di campionamento ed il metodo di campionamento, ove riportati, sono state comunicati a CRC dal committente o da un suo incaricato e come tali riportati nel rapporto di prova, il campionamento è stato effettuato dal committente per cui le metodiche citate sono da riferirsi unicamente all'attività analitica.

I risultati delle analisi si riferiscono unicamente al campione pervenuto in laboratorio.
I parametri analizzati sono stati scelti in base alla tipologia del campione, alle indicazioni fornite dal produttore ed alle richieste del committente.
Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo autorizzazione del Responsabile del Laboratorio.
I risultati analitici che non risultano conformi all'accettabilità dettata dal SGQ di CRC per recupero ed esattezza del metodo, vengono corretti con il fattore di recupero.
I dati/informazioni obbligatorie dettati dai metodi di prova non riportati nel presente, per facilitare la lettura al cliente, sono a disposizione previa richiesta degli stessi.

Il Tecnico Competente

Dott. Mauro Paris

Il Responsabile Laboratorio

Dott. Renato Gaetti

Ordine dei Chimici di Mantova
N° 174 - Chimico

Il presente Rapporto di Prova è stato firmato digitalmente secondo la normativa vigente.

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.p.a. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Montichiari, **09/05/2019**

Rapporto di Prova n°: **19LA05485** del **09/05/2019**

Spett.
PBR S.r.l.
VIA MOLINO EMILI, N.22
25030 MACLODIO (BS)

Dati relativi al campione

Denominazione: **CONTROLLO INTERNO - PROVE LAVAGGIO - PROFONDO >2 MM <12.5 MM**

Data accettazione: **30/04/2019**

Data inizio analisi: **30/04/2019 14.07** Data fine analisi: **08/05/2019 13.22**

Descrizione: **Materiale solido di pezzatura varia, Eterogeneo, Policromo, Odore Caratteristico**

Dati di campionamento

Data: **18/04/2019**

Campionamento a cura di: **Produttore**

Prelevato presso: **Produttore**

Risultati analitici

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Piombo (Pb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**23**
Rame (Cu) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**9,3**
Cadmio (Cd) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,5**
Cobalto (Co) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**8,4**
Arsenico (As) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**11**
Mercurio (Hg) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Selenio (Se) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Cromo (Cr) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**16**
Cromo VI *CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985*	mg/kg	**< 0,40**
Nichel (Ni) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**12**
Bario (Ba) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**151**
Berillio (Be) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Molibdeno (Mo) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,0**
Antimonio (Sb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.P.A. (R.I. di BS 00701150393)

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Manganese (Mn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**598**
Stagno (Sn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Tallio (Tl) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Vanadio (V) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**37**
Zinco (Zn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**81**
Policlorobifenili espressi come Aroclor 1260 *EPA 3540 C 1996 + EPA 3620 C 2014 + EPA 8082 A 2007*	mg/kg	**41**

Note:

La preparazione delle aliquote di prova dal campione di laboratorio sono state condotte in accordo con i principi della Norma UNI EN ISO 15002:2006

La denominazione del campione, la data di campionamento, il luogo di campionamento ed il metodo di campionamento, ove riportati, sono state comunicati a CRC dal committente o da un suo incaricato e come tali riportati nel rapporto di prova, il campionamento è stato effettuato dal committente per cui le metodiche citate sono da riferirsi unicamente all'attività analitica.

I risultati delle analisi si riferiscono unicamente al campione pervenuto in laboratorio.
I parametri analizzati sono stati scelti in base alla tipologia del campione, alle indicazioni fornite dal produttore ed alle richieste del committente.
Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo autorizzazione del Responsabile del Laboratorio.
I risultati analitici che non risultano conformi all'accettabilità dettata dal SGQ di CRC per recupero ed esattezza del metodo, vengono corretti con il fattore di recupero.
I dati/informazioni obbligatorie dettati dai metodi di prova non riportati nel presente, per facilitare la lettura al cliente, sono a disposizione previa richiesta degli stessi.

Il Tecnico Competente

Dott. Mauro Paris

Il Responsabile Laboratorio

Dott. Renato Gaetti

Ordine dei Chimici di Mantova
N° 174 - Chimico

Il presente Rapporto di Prova è stato firmato digitalmente secondo la normativa vigente.

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.p.a. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Montichiari, **09/05/2019**

Rapporto di Prova n°: **19LA05486** del **09/05/2019**

Spett.
PBR S.r.l.
VIA MOLINO EMILI, N.22
25030 MACLODIO (BS)

Dati relativi al campione

Denominazione: **CONTROLLO INTERNO - PROVE LAVAGGIO - PROFONDO >12.5 MM**

Data accettazione: **30/04/2019**

Data inizio analisi: **30/04/2019 14.07** Data fine analisi: **08/05/2019 13.23**

Descrizione: **Materiale solido di pezzatura varia, Eterogeneo, Policromo, Odore Caratteristico**

Dati di campionamento

Data: **18/04/2019**

Campionamento a cura di: **Produttore**

Prelevato presso: **Produttore**

Risultati analitici

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Piombo (Pb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**28**
Rame (Cu) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**75**
Cadmio (Cd) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**2,2**
Cobalto (Co) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**6,6**
Arsenico (As) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**28**
Mercurio (Hg) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,6**
Selenio (Se) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Cromo (Cr) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**17**
Cromo VI *CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985*	mg/kg	**< 0,40**
Nichel (Ni) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**13**
Bario (Ba) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**162**
Berillio (Be) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Molibdeno (Mo) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Antimonio (Sb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Monticchiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.P.A. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Manganese (Mn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**439**
Stagno (Sn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,6**
Tallio (Tl) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Vanadio (V) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**43**
Zinco (Zn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**207**
Policlorobifenili espressi come Aroclor 1260 *EPA 3540 C 1996 + EPA 3620 C 2014 + EPA 8082 A 2007*	mg/kg	**40**

Note:

La preparazione delle aliquote di prova dal campione di laboratorio sono state condotte in accordo con i principi della Norma UNI EN ISO 15002:2006

La denominazione del campione, la data di campionamento, il luogo di campionamento ed il metodo di campionamento, ove riportati, sono state comunicati a CRC dal committente o da un suo incaricato e come tali riportati nel rapporto di prova, il campionamento è stato effettuato dal committente per cui le metodiche citate sono da riferirsi unicamente all'attività analitica.

I risultati delle analisi si riferiscono unicamente al campione pervenuto in laboratorio.
I parametri analizzati sono stati scelti in base alla tipologia del campione, alle indicazioni fornite dal produttore ed alle richieste del committente.
Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo autorizzazione del Responsabile del Laboratorio.
I risultati analitici che non risultano conformi all'accettabilità dettata dal SGQ di CRC per recupero ed esattezza del metodo, vengono corretti con il fattore di recupero.
I dati/informazioni obbligatorie dettati dai metodi di prova non riportati nel presente, per facilitare la lettura al cliente, sono a disposizione previa richiesta degli stessi.

Il Tecnico Competente

Dott. Mauro Paris

Il Responsabile Laboratorio

Dott. Renato Gaetti

Ordine dei Chimici di Mantova
N° 174 - Chimico

Il presente Rapporto di Prova è stato firmato digitalmente secondo la normativa vigente.

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.P.A. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Oggetto: Valutazione dei risultati del Rapporto di Prova CRC n. **19LA05486** del **09/05/2019**

GIUDIZIO DI CLASSIFICAZIONE

- Visto la Caratterizzazione di Base del Rifiuto redatta dal legale rappresentante dell'azienda che produce il rifiuto in data xxxxxxxx;
- Visto il RdP n° xxxxxx del xxxxxxxx di xxxxxxxxl;
- Viste le informazioni disponibili sulla provenienza del rifiuto ed il ciclo di produzione che lo genera;
- Visto quanto previsto dalla Decisione della Commissione n°955 del 18 dicembre 2014 che modifica la decisione 2000/532/CEE relativa all'elenco dei rifiuti ai sensi della direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio;
- Ai sensi di quanto previsto dal Regolamento UE n°1357/2014 della Commissione del 18 dicembre 2014 che sostituisce l'allegato III della direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio;
- Visti i riscontri analitici relativi alle sostanze analiticamente determinate sul tal quale scelte con criterio di pertinenza, così come previsto dall'articolo 2 della Decisione della Commissione n°955 del 18 Dicembre 2014, in modo da caratterizzare compiutamente il materiale ed evidenziare eventuali caratteristiche di pericolo nel rifiuto, così come previsto all'articolo 3 del DM 27/09/2010 GU n. 281 del 1-12-2010;
- Ai sensi dell'art.6-quater della Legge n°13 del 27 Febbraio 2009 così come indicato nell' Allegato A al D.M 7 Novembre 2008 in accordo con quanto riportato da:

1) parere espresso dall'ISS 5 Luglio 2006 prot. N. 0036565, successiva integrazione prot.N. 0032074 del 23/06/2009 e seconda integrazione prot.N. 0035653 del 06/08/2010;
2) nota del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare protocollo n° 6123 del 17.03.2010;
3) Decreto Ministeriale 4 Agosto 2010 - Modifica del D.M 7 Novembre 2008
4) Parere ISS prot. N. 11368 del 27,04.2011 "Criteri di rifiuti contenenti idrocarburi" chiarimenti "origine nota"

- Visto il Regolamento (UE) 2016/1179 della commissione del 19 Luglio 2016 recante modifica, ai fini dell'adeguamento al progresso tecnico e scientifico, del regolamento (CE) n.1278/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele;
- Ai sensi dei criteri di classificazione previsti dal Regolamento (UE) 2017/997 del Consiglio del 8 Giugno 2017 che modifica l'allegato III della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la caratteristica di pericolo HP14;

si ritiene che i riscontri analitici, non portino ad evidenziare alcun elemento tale da conferire al rifiuto alcuna delle classi di pericolosità da HP1/HP8 e HP10/ HP15;la classe di pericolo HP9 non viene considerata in questo caso in quanto il rifiuto analizzato non rientra nei casi previsti dal Dpr 254/2003 e quindi non si sollevano riserve relativamente alla scelta fatta dal produttore in merito al codice CER attribuito al rifiuto e che questo sia classificato come rifiuto NON PERICOLOSO

Il Responsabile Laboratorio

Dott. Renato Gaetti

Ordine dei Chimici di Mantova
N° 174 - Chimico

Il presente Rapporto di Prova è stato firmato digitalmente secondo la normativa vigente.

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.p.a. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Montichiari, **09/05/2019**

Rapporto di Prova n°: **19LA05478** del **09/05/2019**

Spett.
PBR S.r.l.
VIA MOLINO EMILI, N.22
25030 MACLODIO (BS)

Dati relativi al campione

Denominazione: **CONTROLLO INTERNO - PROVE LAVAGGIO - SABBIA <2 MM**

Data accettazione: **30/04/2019**

Data inizio analisi: **30/04/2019 14.07** Data fine analisi: **07/05/2019 10.33**

Descrizione: **Materiale solido di pezzatura fine, Omogeneo, Colore Beige, Odore Caratteristico**

Dati di campionamento

Data: **18/04/2019**

Campionamento a cura di: **Produttore**

Prelevato presso: **Produttore**

Risultati analitici

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Piombo (Pb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**13**
Rame (Cu) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**14**
Cadmio (Cd) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Cobalto (Co) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**5,0**
Arsenico (As) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**39**
Mercurio (Hg) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,1**
Selenio (Se) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Cromo (Cr) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**13**
Cromo VI *CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985*	mg/kg	**< 0,40**
Nichel (Ni) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**13**
Bario (Ba) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**74**
Berillio (Be) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Molibdeno (Mo) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,1**
Antimonio (Sb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.P.A. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Manganese (Mn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**400**
Stagno (Sn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Tallio (Tl) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Vanadio (V) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**24**
Zinco (Zn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**67**
Policlorobifenili espressi come Aroclor 1260 *EPA 3540 C 1996 + EPA 3620 C 2014 + EPA 8082 A 2007*	mg/kg	**37**

Note:

La preparazione delle aliquote di prova dal campione di laboratorio sono state condotte in accordo con i principi della Norma UNI EN ISO 15002:2006

La denominazione del campione, la data di campionamento, il luogo di campionamento ed il metodo di campionamento, ove riportati, sono state comunicati a CRC dal committente o da un suo incaricato e come tali riportati nel rapporto di prova, il campionamento è stato effettuato dal committente per cui le metodiche citate sono da riferirsi unicamente all'attività analitica.

I risultati delle analisi si riferiscono unicamente al campione pervenuto in laboratorio.
I parametri analizzati sono stati scelti in base alla tipologia del campione, alle indicazioni fornite dal produttore ed alle richieste del committente.
Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo autorizzazione del Responsabile del Laboratorio.
I risultati analitici che non risultano conformi all'accettabilità dettata dal SGQ di CRC per recupero ed esattezza del metodo, vengono corretti con il fattore di recupero.
I dati/informazioni obbligatorie dettati dai metodi di prova non riportati nel presente, per facilitare la lettura al cliente, sono a disposizione previa richiesta degli stessi.

Il Tecnico Competente

Dott. Mauro Paris

Il Responsabile Laboratorio

Dott. Renato Gaetti

Ordine dei Chimici di Mantova
N° 174 - Chimico

Il presente Rapporto di Prova è stato firmato digitalmente secondo la normativa vigente.

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.p.a. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Montichiari, **09/05/2019**

Rapporto di Prova n°: **19LA05479** del **09/05/2019**

Spett.
PBR S.r.l.
VIA MOLINO EMILI, N.22
25030 MACLODIO (BS)

Dati relativi al campione

Denominazione: **CONTROLLO INTERNO - PROVE LAVAGGIO - SABBIA >2 MM <12.5MM**

Data accettazione: **30/04/2019**

Data inizio analisi: **30/04/2019 14.07** Data fine analisi: **07/05/2019 10.33**

Descrizione: **Materiale solido di pezzatura varia, Eterogeneo, Policromo, Odore Caratteristico**

Dati di campionamento

Data: **18/04/2019**

Campionamento a cura di: **Produttore**

Prelevato presso: **Produttore**

Risultati analitici

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Piombo (Pb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**16**
Rame (Cu) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**22**
Cadmio (Cd) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Cobalto (Co) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**3,6**
Arsenico (As) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**21**
Mercurio (Hg) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,3**
Selenio (Se) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Cromo (Cr) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**14**
Cromo VI *CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985*	mg/kg	**< 0,40**
Nichel (Ni) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**12**
Bario (Ba) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**58**
Berillio (Be) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Molibdeno (Mo) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,3**
Antimonio (Sb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.P.A. (R.I. di BS 00701150393)

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Manganese (Mn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**237**
Stagno (Sn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Tallio (Tl) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Vanadio (V) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**26**
Zinco (Zn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**116**
Policlorobifenili espressi come Aroclor 1260 *EPA 3540 C 1996 + EPA 3620 C 2014 + EPA 8082 A 2007*	mg/kg	**13**

Note:

La preparazione delle aliquote di prova dal campione di laboratorio sono state condotte in accordo con i principi della Norma UNI EN ISO 15002:2006

La denominazione del campione, la data di campionamento, il luogo di campionamento ed il metodo di campionamento, ove riportati, sono state comunicati a CRC dal committente o da un suo incaricato e come tali riportati nel rapporto di prova, il campionamento è stato effettuato dal committente per cui le metodiche citate sono da riferirsi unicamente all'attività analitica.

I risultati delle analisi si riferiscono unicamente al campione pervenuto in laboratorio.
I parametri analizzati sono stati scelti in base alla tipologia del campione, alle indicazioni fornite dal produttore ed alle richieste del committente.
Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo autorizzazione del Responsabile del Laboratorio.
I risultati analitici che non risultano conformi all'accettabilità dettata dal SGQ di CRC per recupero ed esattezza del metodo, vengono corretti con il fattore di recupero.
I dati/informazioni obbligatorie dettati dai metodi di prova non riportati nel presente, per facilitare la lettura al cliente, sono a disposizione previa richiesta degli stessi.

Il Tecnico Competente

Dott. Mauro Paris

Il Responsabile Laboratorio

Dott. Renato Gaetti

Ordine dei Chimici di Mantova
N° 174 - Chimico

Il presente Rapporto di Prova è stato firmato digitalmente secondo la normativa vigente.

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.p.a. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Montichiari, **09/05/2019**

Rapporto di Prova n°: **19LA05480** del **09/05/2019**

Spett.
PBR S.r.l.
VIA MOLINO EMILI, N.22
25030 MACLODIO (BS)

Dati relativi al campione

Denominazione: **CONTROLLO INTERNO - PROVE LAVAGGIO - SABBIA <12.5 MM**

Data accettazione: **30/04/2019**

Data inizio analisi: **30/04/2019 14.07** Data fine analisi: **07/05/2019 10.32**

Descrizione: **Materiale solido di pezzatura varia, Eterogeneo, Policromo, Odore Caratteristico**

Dati di campionamento

Data: **18/04/2019**

Campionamento a cura di: **Produttore**

Prelevato presso: **Produttore**

Risultati analitici

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Piombo (Pb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**8,1**
Rame (Cu) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**10**
Cadmio (Cd) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Cobalto (Co) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**3,2**
Arsenico (As) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**13**
Mercurio (Hg) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Selenio (Se) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Cromo (Cr) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**5,6**
Cromo VI *CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985*	mg/kg	**< 0,40**
Nichel (Ni) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**6,7**
Bario (Ba) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**42**
Berillio (Be) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Molibdeno (Mo) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**3,9**
Antimonio (Sb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.P.A. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Manganese (Mn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**211**
Stagno (Sn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Tallio (Tl) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Vanadio (V) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**16**
Zinco (Zn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**53**
Policlorobifenili espressi come Aroclor 1260 *EPA 3540 C 1996 + EPA 3620 C 2014 + EPA 8082 A 2007*	mg/kg	**8,0**

Note:

La preparazione delle aliquote di prova dal campione di laboratorio sono state condotte in accordo con i principi della Norma UNI EN ISO 15002:2006

La denominazione del campione, la data di campionamento, il luogo di campionamento ed il metodo di campionamento, ove riportati, sono state comunicati a CRC dal committente o da un suo incaricato e come tali riportati nel rapporto di prova, il campionamento è stato effettuato dal committente per cui le metodiche citate sono da riferirsi unicamente all'attività analitica.

I risultati delle analisi si riferiscono unicamente al campione pervenuto in laboratorio.
I parametri analizzati sono stati scelti in base alla tipologia del campione, alle indicazioni fornite dal produttore ed alle richieste del committente.
Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo autorizzazione del Responsabile del Laboratorio.
I risultati analitici che non risultano conformi all'accettabilità dettata dal SGQ di CRC per recupero ed esattezza del metodo, vengono corretti con il fattore di recupero.
I dati/informazioni obbligatorie dettati dai metodi di prova non riportati nel presente, per facilitare la lettura al cliente, sono a disposizione previa richiesta degli stessi.

Il Tecnico Competente

Dott. Mauro Paris

Il Responsabile Laboratorio

Dott. Renato Gaetti

Ordine dei Chimici di Mantova
N° 174 - Chimico

Il presente Rapporto di Prova è stato firmato digitalmente secondo la normativa vigente.

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.p.a. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Montichiari, **09/05/2019**

Rapporto di Prova n°: **19LA05481** del **09/05/2019**

Spett.
PBR S.r.l.
VIA MOLINO EMILI, N.22
25030 MACLODIO (BS)

Dati relativi al campione

Denominazione: **CONTROLLO INTERNO - PROVE LAVAGGIO - SUPERFICIALE <2 MM**

Data accettazione: **30/04/2019**

Data inizio analisi: **30/04/2019 14.07** Data fine analisi: **08/05/2019 13.20**

Descrizione: **Materiale solido di pezzatura varia, Eterogeneo, Colore Marrone, Odore Caratteristico**

Dati di campionamento

Data: **18/04/2019**

Campionamento a cura di: **Produttore**

Prelevato presso: **Produttore**

Risultati analitici

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Piombo (Pb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**215**
Rame (Cu) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**330**
Cadmio (Cd) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,3**
Cobalto (Co) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**8,0**
Arsenico (As) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**340**
Mercurio (Hg) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**19**
Selenio (Se) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Cromo (Cr) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**24**
Cromo VI *CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985*	mg/kg	**< 0,40**
Nichel (Ni) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**26**
Bario (Ba) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**589**
Berillio (Be) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Molibdeno (Mo) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,4**
Antimonio (Sb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,6**

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.P.A. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Manganese (Mn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**500**
Stagno (Sn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**4,0**
Tallio (Tl) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Vanadio (V) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**29**
Zinco (Zn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**161**
Policlorobifenili espressi come Aroclor 1260 *EPA 3540 C 1996 + EPA 3620 C 2014 + EPA 8082 A 2007*	mg/kg	**215**

Note:

La preparazione delle aliquote di prova dal campione di laboratorio sono state condotte in accordo con i principi della Norma UNI EN ISO 15002:2006

La denominazione del campione, la data di campionamento, il luogo di campionamento ed il metodo di campionamento, ove riportati, sono state comunicati a CRC dal committente o da un suo incaricato e come tali riportati nel rapporto di prova, il campionamento è stato effettuato dal committente per cui le metodiche citate sono da riferirsi unicamente all'attività analitica.

I risultati delle analisi si riferiscono unicamente al campione pervenuto in laboratorio.
I parametri analizzati sono stati scelti in base alla tipologia del campione, alle indicazioni fornite dal produttore ed alle richieste del committente.
Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo autorizzazione del Responsabile del Laboratorio.
I risultati analitici che non risultano conformi all'accettabilità dettata dal SGQ di CRC per recupero ed esattezza del metodo, vengono corretti con il fattore di recupero.
I dati/informazioni obbligatorie dettati dai metodi di prova non riportati nel presente, per facilitare la lettura al cliente, sono a disposizione previa richiesta degli stessi.

Il Tecnico Competente

Dott. Mauro Paris

Il Responsabile Laboratorio

Dott. Renato Gaetti

Ordine dei Chimici di Mantova
N° 174 - Chimico

Il presente Rapporto di Prova è stato firmato digitalmente secondo la normativa vigente.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.p.a. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Montichiari, **09/05/2019**

Rapporto di Prova n°: **19LA05482** del **09/05/2019**

Spett.
PBR S.r.l.
VIA MOLINO EMILI, N.22
25030 MACLODIO (BS)

Dati relativi al campione

Denominazione: **CONTROLLO INTERNO - PROVE LAVAGGIO - SUPERFICIALE >2 MM <12.5 MM**

Data accettazione: **30/04/2019**

Data inizio analisi: **30/04/2019 14.07** Data fine analisi: **08/05/2019 13.20**

Descrizione: **Materiale solido di pezzatura varia, Eterogeneo, Policromo, Odore Caratteristico**

Dati di campionamento

Data: **18/04/2019**

Campionamento a cura di: **Produttore**

Prelevato presso: **Produttore**

Risultati analitici

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Piombo (Pb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**190**
Rame (Cu) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**273**
Cadmio (Cd) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,6**
Cobalto (Co) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**10**
Arsenico (As) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**252**
Mercurio (Hg) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**24**
Selenio (Se) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Cromo (Cr) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**32**
Cromo VI *CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985*	mg/kg	**< 0,40**
Nichel (Ni) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**29**
Bario (Ba) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**610**
Berillio (Be) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Molibdeno (Mo) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,2**
Antimonio (Sb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.P.A. (R.I. di BS 00701150393)

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Manganese (Mn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**622**
Stagno (Sn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**7,2**
Tallio (Tl) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Vanadio (V) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**55**
Zinco (Zn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**184**
Policlorobifenili espressi come Aroclor 1260 *EPA 3540 C 1996 + EPA 3620 C 2014 + EPA 8082 A 2007*	mg/kg	**293**

Note:

La preparazione delle aliquote di prova dal campione di laboratorio sono state condotte in accordo con i principi della Norma UNI EN ISO 15002:2006

La denominazione del campione, la data di campionamento, il luogo di campionamento ed il metodo di campionamento, ove riportati, sono state comunicati a CRC dal committente o da un suo incaricato e come tali riportati nel rapporto di prova, il campionamento è stato effettuato dal committente per cui le metodiche citate sono da riferirsi unicamente all'attività analitica.

I risultati delle analisi si riferiscono unicamente al campione pervenuto in laboratorio.
I parametri analizzati sono stati scelti in base alla tipologia del campione, alle indicazioni fornite dal produttore ed alle richieste del committente.
Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo autorizzazione del Responsabile del Laboratorio.
I risultati analitici che non risultano conformi all'accettabilità dettata dal SGQ di CRC per recupero ed esattezza del metodo, vengono corretti con il fattore di recupero.
I dati/informazioni obbligatorie dettati dai metodi di prova non riportati nel presente, per facilitare la lettura al cliente, sono a disposizione previa richiesta degli stessi.

Il Tecnico Competente

Dott. Mauro Paris

Il Responsabile Laboratorio

Dott. Renato Gaetti

Ordine dei Chimici di Mantova
N° 174 - Chimico

Il presente Rapporto di Prova è stato firmato digitalmente secondo la normativa vigente.

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.p.a. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Montichiari, **09/05/2019**

Rapporto di Prova n°: **19LA05483** del **09/05/2019**

Spett.
PBR S.r.l.
VIA MOLINO EMILI, N.22
25030 MACLODIO (BS)

Dati relativi al campione

Denominazione: **CONTROLLO INTERNO - PROVE LAVAGGIO - SUPERFICIALE >12.5 MM**

Data accettazione: **30/04/2019**

Data inizio analisi: **30/04/2019 14.07** Data fine analisi: **08/05/2019 13.19**

Descrizione: **Materiale solido di pezzatura varia, Eterogeneo, Policromo, Odore Caratteristico**

Dati di campionamento

Data: **18/04/2019**

Campionamento a cura di: **Produttore**

Prelevato presso: **Produttore**

Risultati analitici

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Piombo (Pb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**119**
Rame (Cu) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**229**
Cadmio (Cd) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**1,3**
Cobalto (Co) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**6,3**
Arsenico (As) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**222**
Mercurio (Hg) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**19**
Selenio (Se) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Cromo (Cr) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**49**
Cromo VI *CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985*	mg/kg	**< 0,40**
Nichel (Ni) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**26**
Bario (Ba) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**371**
Berillio (Be) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Molibdeno (Mo) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**2,2**
Antimonio (Sb) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**

CRC Centro Ricerche Chimiche Srl
Via Sigalina a Mattina, 22
25018 Montichiari (BS)
Tel 0309961102
Fax 0309962115
<<www.crcnet.it>>

P.IVA 00667300982
n. iscr. CCIAA e C.F. 01961120175
REA 280768
Cap.Soc.i.v. Euro 218.400,00
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento
di Systema Ambiente S.P.A. (R.I. di BS 00701150393)

centro ricerche chimiche

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato
Manganese (Mn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**927**
Stagno (Sn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**4,5**
Tallio (Tl) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**< 1,0**
Vanadio (V) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**38**
Zinco (Zn) *UNI EN 13657 2004 + EPA 6010 D 2018*	mg/kg	**144**
Policlorobifenili espressi come Aroclor 1260 *EPA 3540 C 1996 + EPA 3620 C 2014 + EPA 8082 A 2007*	mg/kg	**408**

Note:

La preparazione delle aliquote di prova dal campione di laboratorio sono state condotte in accordo con i principi della Norma UNI EN ISO 15002:2006

La denominazione del campione, la data di campionamento, il luogo di campionamento ed il metodo di campionamento, ove riportati, sono state comunicati a CRC dal committente o da un suo incaricato e come tali riportati nel rapporto di prova, il campionamento è stato effettuato dal committente per cui le metodiche citate sono da riferirsi unicamente all'attività analitica.

I risultati delle analisi si riferiscono unicamente al campione pervenuto in laboratorio.
I parametri analizzati sono stati scelti in base alla tipologia del campione, alle indicazioni fornite dal produttore ed alle richieste del committente.
Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo autorizzazione del Responsabile del Laboratorio.
I risultati analitici che non risultano conformi all'accettabilità dettata dal SGQ di CRC per recupero ed esattezza del metodo, vengono corretti con il fattore di recupero.
I dati/informazioni obbligatorie dettati dai metodi di prova non riportati nel presente, per facilitare la lettura al cliente, sono a disposizione previa richiesta degli stessi.

Il Tecnico Competente

Dott. Mauro Paris

Il Responsabile Laboratorio

Dott. Renato Gaetti

Ordine dei Chimici di Mantova
N° 174 - Chimico

Il presente Rapporto di Prova è stato firmato digitalmente secondo la normativa vigente.

ALLEGATO 3

Comunicazione Provvisoria PD19-02373 _0

Prima pagina

CLIENTE		LABORATORIO	
Cliente	AECOM URS ITALIA SPA	Head of Laboratory	Gianluca Martinati
		Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Indirizzo	Via Watt, 27 MILANO MI 20143	Indirizzo	Via Campodoro, 25 Villafranca Padovana (PD) 35010
Contatto		Telefono	+39 049 9050013
Telefono		Fax	+39 049 9050065
Fax		Email	sgs.eco@sgs.com
Email		Accettazione n°	PD19-02373
		Pervenuto il	27/05/2019
Progetto	-	Data inizio analisi.	05/06/2019
Ordine n°	095/2019/C1/PD/Rev.0	Data fine analisi.	02/07/2019
Matrice	TERRENI(8)		
		Data emissione	26/07/2019
		Rapporto di Prova n°	PD19-02373 _0

RIFERIMENTI

Il presente è una comunicazione provvisoria. Le firme saranno apposte sul rapporto di prova.

COMMENTI

Comunicazione provvisoria; i risultati potrebbero subire modifiche in seguito ad ulteriori verifiche.

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

Sede legale C/O Caldera business park, via Caldera 21, Ed. B, 4 piano ala 3, 20153 Milano, Italy - Capitale sociale Euro 2.500.000 i.v. C.F./N. Iscr. Reg. Imprese di Milano 04112680378 - P. IVA n.11370520154 - Cod. Mecc. n.MI223913tf

INDICE

Prima Pagina..... 1
Indice..... 2
Commenti operativi..... 3
Risultati..... 4-7
Limiti Di Riferimento..... 8-9
Note sulle metodiche impiegate..... 10
Legenda..... 11

COMMENTI OPERATIVI

I limiti si riferiscono al DLgs 152/06 - All.5, parte IV, Tab 2 - Acque sotterranee.

RISULTATI

	Campione n°		PD19-02373.001	PD19-02373.002	PD19-02373.003	PD19-02373.004	PD19-02373.005
	Sigla campione		158	159	161	162	163
	Proveniente da		Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia
	Matrice		TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI
	Campionato da		Committente	Committente	Committente	Committente	Committente
	Campionato il		21/05/2019	21/05/2019	21/05/2019	21/05/2019	21/05/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
Residui [Su campione tal quale + CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984]							
Residuo a 105°C	%	0,1	84,5 ±2,5	84,3 ±2,5	90,1 ±2,7	91,3 ±2,7	85,9 ±2,6
Test di cessione [Prova di eluizione ottenuta per lisciviazione secondo SOP/P-05, relativa alla norma UNI EN 12457-2: 2004, così come richiesto dalla norma UNI 10802: 2013 App. A + UNI EN 12457-2:2004]							
Umidità (da calcolo) UNI EN 14346:2007 Met.A	%	-	16 ±0,96	16 ±0,96	9,9 ±0,59	8,7 ±0,52	14 ±0,84
Volume lisciviante	L	-	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Peso campione Tal quale	g	-	240	240	220	220	240
Temperatura APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	°C	-	22	22	22	22	22
Conducibilità APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	uS/cm	-	1230 ±123	1740 ±174	3420 ±342	5870 ±587	1370 ±137
pH APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	-	-	12,2 ±0,9	12,4 ±0,9	12,8 ±1,0	13,1 ±1,0	12,6 ±0,9
Cianuri - determinazione finale con Discrete Analyzer [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 2251:2008 (esclusi par.8.2.2 e 8.2.3)]							
Cianuri liberi	ug/L	2	3	7	<2	<2	<2
Anioni [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003]							
Solfati	mg/L SO4	1	16 ±1,3	18 ±1,5	3,4 ±1	2,7 ±1	16 ±1,3
Fluoruri	ug/L	200	242 ±200	<200	<200	<200	<200
Cloruri	mg/L	0,1	7,3 ±0,6	7,2 ±0,6	1,9 ±0,2	1,2 ±0,1	10 ±0,8
Nitrati	mg/L NO3	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Metalli [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014]							
Alluminio	ug/L	10	5100	6100	1100	380	5000
Arsenico	ug/L	5	19 ±5,3 L4	10 ±5	6,0 ±5	<5,0	8,0 ±5
Bario	ug/L	1	110 ±21	150 ±29	480 ±91	860 ±160	160 ±30
Berillio	ug/L	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cadmio	ug/L	0,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cobalto	ug/L	5	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Cromo	ug/L	5	14 ±5	19 ±5,1	38 ±10	31 ±8,4	5,0 ±5
Mercurio	ug/L	0,2	0,20 ±0,2	0,20 ±0,2	<0,20	<0,20	<0,20
Nichel	ug/L	1	2,0 ±1	1,0 ±1	1,0 ±1	2,0 ±1	17 ±6,8
Piombo	ug/L	5	<5,0	<5,0	<5,0	9,0 ±5	<5,0
Rame	ug/L	1	40 ±18	32 ±14	18 ±7,9	16 ±7,0	81 ±36
Selenio	ug/L	2	2,0 ±2	<2,0	2,0 ±2	2,0 ±2	<2,0
Vanadio	ug/L	5	7,0 ±5	5,0 ±5	<5,0	<5,0	7,0 ±5
Zinco	ug/L	5	17 ±5	18 ±5	19 ±5,1	22 ±5,9	16 ±5
Cromo esavalente [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003]							
Cromo esavalente (come Cr)	ug/L	1	<1,0	<1,0	38 ±5,0 L4	30 ±4,1 L4	<1,0
COD (come O2) [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 +ISO 15705:2002]							
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	mg/L	3	20 ±3	34 ±4	5 ±3	8 ±3	26 ±3
Policlorobifenili [Su cessione + EPA 3520C 1996 + EPA 3620C 2007 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8082A 2007]							
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	0,01	6,00 ±1,76 L4	5,04 ±1,48 L4	6,01 ±1,76 L4	4,40 ±1,30 L4	5,78 ±1,70 L4

RISULTATI

	Campione n°		PD19-02373.001	PD19-02373.002	PD19-02373.003	PD19-02373.004	PD19-02373.005
	Sigla campione		158	159	161	162	163
	Proveniente da		Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia
	Matrice		TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI
	Campionato da		Committente	Committente	Committente	Committente	Committente
	Campionato il		21/05/2019	21/05/2019	21/05/2019	21/05/2019	21/05/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
V.O.C. [Su cessione + EPA 5030C 2003 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017]							
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI							
Benzene	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Etil Benzene	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Stirene	ug/L	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,2	0,2
Toluene	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
meta Xilene + para Xilene	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI							
Cloro Metano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cloroformio	ug/L	0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,05
Cloruro di Vinile	ug/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Tricloro Etilene	ug/L	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,25
Tetracloro Etilene	ug/L	0,01	0,08	0,05	0,04	0,06	0,07
Esacloro Butadiene	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	0,27	0	0	0	0	1
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI							
1,1-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1,2-Dicloro Propano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI							
Bromoformio	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,2-Dibromo Etano	ug/L	0,01	<0,01 L4	<0,01 L4	<0,01 L4	<0,01 L4	<0,01 L4
Dibromo Cloro Metano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dicloro Bromo Metano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

RISULTATI

	Campione n°		PD19-02373.006	PD19-02373.007	PD19-02373.008
	Sigla campione		164	165	166
	Proveniente da		Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia
	Matrice		TERRENI	TERRENI	TERRENI
	Campionato da		Committente	Committente	Committente
	Campionato il		21/05/2019	21/05/2019	21/05/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
Residui [Su campione tal quale + CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984]					
Residuo a 105°C	%	0,1	83,5 ±2,5	84,5 ±2,5	82,8 ±2,5
Test di cessione [Prova di eluizione ottenuta per lisciviazione secondo SOP/P-05, relativa alla norma UNI EN 12457-2: 2004, così come richiesto dalla norma UNI 10802: 2013 App. A + UNI EN 12457-2:2004]					
Umidità (da calcolo) UNI EN 14346:2007 Met.A	%	-	16 ±0,96	15 ±0,90	17 ±1,0
Volume lisciviante	L	-	2,0	2,0	2,0
Peso campione Tal quale	g	-	240	240	250
Temperatura APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	°C	-	22	22	22
Conducibilità APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	uS/cm	-	1790 ±179	1170 ±117	1740 ±174
pH APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	-	-	12,6 ±0,9	12,5 ±0,9	12,6 ±0,9
Cianuri - determinazione finale con Discrete Analyzer [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 2251:2008 (esclusi par.8.2.2 e 8.2.3)]					
Cianuri liberi	ug/L	2	5	3	4
Anioni [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003]					
Solfati	mg/L SO4	1	10 ±1	23 ±1,9	14 ±1,2
Fluoruri	ug/L	200	<200	<200	<200
Cloruri	mg/L	0,1	5,0 ±0,4	12 ±1,0	10 ±0,8
Nitrati	mg/L NO3	1	<1,0	<1,0	<1,0
Metalli [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014]					
Alluminio	ug/L	10	5500	4200	5700
Arsenico	ug/L	5	5,0 ±5	11 ±5 L4	5,0 ±5
Bario	ug/L	1	280 ±53	110 ±21	210 ±40
Berillio	ug/L	1	<1,0	<1,0	<1,0
Cadmio	ug/L	0,5	<0,50	<0,50	<0,50
Cobalto	ug/L	5	<5,0	<5,0	<5,0
Cromo	ug/L	5	<5,0	5,0 ±5	<5,0
Mercurio	ug/L	0,2	<0,20	<0,20	<0,20
Nichel	ug/L	1	12 ±4,8	17 ±6,8	11 ±4,4
Piombo	ug/L	5	<5,0	<5,0	<5,0
Rame	ug/L	1	79 ±35	87 ±38	70 ±31
Selenio	ug/L	2	<2,0	<2,0	<2,0
Vanadio	ug/L	5	<5,0	9,0 ±5	<5,0
Zinco	ug/L	5	11 ±5	10 ±5	11 ±5
Cromo esavalente [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003]					
Cromo esavalente (come Cr)	ug/L	1	<1,0	<1,0	<1,0
COD (come O2) [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 +ISO 15705:2002]					
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	mg/L	3	30 ±4	28 ±4	36 ±5
Policlorobifenili [Su cessione + EPA 3520C 1996 + EPA 3620C 2007 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8082A 2007]					
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	0,01	5,27 ±1,55 L4	5,65 ±1,66 L4	4,78 ±1,41 L4

RISULTATI

	Campione n°		PD19-02373.006	PD19-02373.007	PD19-02373.008
	Sigla campione		164	165	166
	Proveniente da		Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia
	Matrice		TERRENI	TERRENI	TERRENI
	Campionato da		Committente	Committente	Committente
	Campionato il		21/05/2019	21/05/2019	21/05/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
V.O.C. [Su cessione + EPA 5030C 2003 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017]					
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI					
Benzene	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Etil Benzene	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Stirene	ug/L	0,1	0,2	<0,1	<0,1
Toluene	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
meta Xilene + para Xilene	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI					
Cloro Metano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cloroformio	ug/L	0,01	0,04	0,05	0,03
Cloruro di Vinile	ug/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Tricloro Etilene	ug/L	0,01	0,23	0,21	0,17
Tetracloro Etilene	ug/L	0,01	0,06	0,05	0,05
Esacloro Butadiene	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	0,27	0	0	0
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI					
1,1-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	0,1	0,1	0,1	0,1
1,2-Dicloro Propano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI					
Bromoformio	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,2-Dibromo Etano	ug/L	0,01	<0,01 L4	<0,01 L4	<0,01 L4
Dibromo Cloro Metano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dicloro Bromo Metano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01

LIMITI DI RIFERIMENTO

Matrice	Descrizione limiti
TERRENI	I limiti si riferiscono al DLgs 152/06 - All.5, parte IV, Tab 2 - Acque sotterranee.

Parametro	U.M.	L1	L2	L3	L4
Cianuri - determinazione finale con Discrete Analyzer [UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 2251:2008 (esclusi par.8.2.2 e 8.2.3)]					
Cianuri liberi	ug/L	-	-	-	50
Anioni [UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003]					
Solfati	mg/L SO4	-	-	-	250
Fluoruri	ug/L	-	-	-	1500
Metalli [UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	ug/L	-	-	-	10
Berillio	ug/L	-	-	-	4
Cadmio	ug/L	-	-	-	5
Cobalto	ug/L	-	-	-	50
Cromo	ug/L	-	-	-	50
Mercurio	ug/L	-	-	-	1
Nichel	ug/L	-	-	-	20
Piombo	ug/L	-	-	-	10
Selenio	ug/L	-	-	-	10
Cromo esavalente [UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003]					
Cromo esavalente (come Cr)	ug/L	-	-	-	5
Policlorobifenili [EPA 3520C 1996 + EPA 3620C 2007 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8082A 2007]					
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	-	-	-	0,01
V.O.C. [EPA 5030C 2003 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017]					
Benzene	ug/L	-	-	-	1
Etil Benzene	ug/L	-	-	-	50
Stirene	ug/L	-	-	-	25
Toluene	ug/L	-	-	-	15
meta Xilene + para Xilene	ug/L	-	-	-	10
Cloro Metano	ug/L	-	-	-	1,5
Cloroformio	ug/L	-	-	-	0,15
Cloruro di Vinile	ug/L	-	-	-	0,5
1,2-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	3
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	-	-	-	0,05
Tricloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,5
Tetracloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,1
Esacloro Butadiene	ug/L	-	-	-	0,15
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	-	-	-	10
1,1-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	810
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	-	-	-	60
1,2-Dicloro Propano	ug/L	-	-	-	0,15
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	-	-	-	0,2
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	-	-	-	0,001

LIMITI DI RIFERIMENTO

1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	-	-	-	0,05
Bromoformio	ug/L	-	-	-	0,3
1,2-Dibromo Etano	ug/L	-	-	-	0,001
Dibromo Cloro Metano	ug/L	-	-	-	0,13
Dicloro Bromo Metano	ug/L	-	-	-	0,17

Note sulle metodiche impiegate

Estratto del metodo	SOMMARIO DEL METODO
UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017	Prova eseguita presso la nostra sede di Via Campodoro 23 – Villafranca Padovana (PD)

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.	IS	Campione insufficiente per l'analisi.
^^	Eseguito presso laborotorio esterno.	LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
RL	Limite di Rapportaggio	NA	Campione non analizzato per questo parametro
↑	Limite di rapportaggio innalzato	TBA	Parametro non ancora analizzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito	†	Tempo massimo di conservazione superato

il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempiere alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I risultati contenuti nel seguente rapporto si riferiscono esclusivamente al campione provato.

Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.
Il confronto dei risultati con i rispettivi limiti, quando presente, non tiene conto dell'incertezza di misura stimata.
Eventuali risultati fuori limite sono segnalati in rosso.
Il recupero ove previsto,se non diversamente indicato,è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici.
Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.
Se non diversamente specificato,valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di rapportaggio (criterio "medium bound")

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---

Comunicazione Provvisoria PD19-02552 _0

Prima pagina

CLIENTE		LABORATORIO	
Cliente	AECOM URS ITALIA SPA	Head of Laboratory	Gianluca Martinati
		Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Indirizzo	Via Watt, 27 MILANO MI 20143	Indirizzo	Via Campodoro, 25 Villafranca Padovana (PD) 35010
Contatto		Telefono	+39 049 9050013
Telefono		Fax	+39 049 9050065
Fax		Email	sgs.eco@sgs.com
Email		Accettazione n°	PD19-02552
		Pervenuto il	07/06/2019
Progetto	-	Data inizio analisi.	11/06/2019
Ordine n°	095/2019/C1/PD/Rev.0	Data fine analisi.	02/07/2019
Matrice	TERRENI(2)		
		Data emissione	26/07/2019
		Rapporto di Prova n°	PD19-02552 _0

RIFERIMENTI

Il presente è una comunicazione provvisoria. Le firme saranno apposte sul rapporto di prova.

COMMENTI

Comunicazione provvisoria; i risultati potrebbero subire modifiche in seguito ad ulteriori verifiche.

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

Sede legale C/O Caldera business park, via Caldera 21, Ed. B, 4 piano ala 3, 20153 Milano, Italy - Capitale sociale Euro 2.500.000 i.v. C.F./N. Iscr. Reg. Imprese di Milano 04112680378 - P. IVA n.11370520154 - Cod. Mecc. n.MI223913tf

INDICE

Prima Pagina..... 1
Indice..... 2
Risultati..... 3-4
Limiti Di Riferimento..... 5-6
Note sulle metodiche impiegate..... 7
Legenda..... 8

RISULTATI

	Campione n°		PD19-02552.001	PD19-02552.002
	Sigla campione		147	148
	Proveniente da		Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia
	Matrice		TERRENI	TERRENI
	Campionato da		Committente	Committente
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**
Residui [Su campione tal quale + CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984]				
Residuo a 105°C	%	0,1	85,2 ±2,6	85,2 ±2,6
Test di cessione [Prova di eluizione ottenuta per lisciviazione secondo SOP/P-05, relativa alla norma UNI EN 12457-2: 2004, così come richiesto dalla norma UNI 10802: 2013 App. A + UNI EN 12457-2:2004]				
Umidità (da calcolo) UNI EN 14346:2007 Met.A	%	-	15 ±0,90	15 ±0,90
Volume lisciviante	L	-	2,0	2,0
Peso campione Tal quale	g	-	240	240
Temperatura APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	°C	-	22	22
Conducibilità APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	uS/cm	-	1240 ±124	1810 ±181
pH APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	-	-	12,4 ±0,9	12,4 ±0,9
Cianuri - determinazione finale con Discrete Analyzer [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 2251:2008 (esclusi par.8.2.2 e 8.2.3)]				
Cianuri liberi	ug/L	2	3	5
Anioni [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003]				
Solfati	mg/L SO4	1	12 ±1,0	8,3 ±1
Fluoruri	ug/L	200	<200	<200
Cloruri	mg/L	0,1	3,5 ±0,3	2,8 ±0,2
Nitrati	mg/L NO3	1	<1,0	<1,0
Metalli [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014]				
Alluminio	ug/L	10	8000	6500
Arsenico	ug/L	5	16 ±5 L4	7,0 ±5
Bario	ug/L	1	170 ±32	330 ±63
Berillio	ug/L	1	<1,0	<1,0
Cadmio	ug/L	0,5	<0,50	<0,50
Cobalto	ug/L	5	<5,0	<5,0
Cromo	ug/L	5	<5,0	<5,0
Mercurio	ug/L	0,2	0,20 ±0,2	<0,20
Nichel	ug/L	1	<1,0	<1,0
Piombo	ug/L	5	<5,0	<5,0
Rame	ug/L	1	2,0 ±1	2,0 ±1
Selenio	ug/L	2	<2,0	<2,0
Vanadio	ug/L	5	8,0 ±5	5,0 ±5
Zinco	ug/L	5	23 ±6,2	7,0 ±5
Cromo esavalente [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003]				
Cromo esavalente (come Cr)	ug/L	1	<1,0	<1,0
COD (come O2) [Su cessione + UNI EN 12457-2:2004 +ISO 15705:2002]				
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	mg/L	3	22 ±3	29 ±4
Policlorobifenili [Su cessione + EPA 3520C 1996 + EPA 3620C 2007 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8082A 2007]				
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	0,01	0,02 ±0,03 L4	0,67 ±0,22 L4

RISULTATI

	Campione n°		PD19-02552.001	PD19-02552.002
	Sigla campione		147	148
	Proveniente da		Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia
	Matrice		TERRENI	TERRENI
	Campionato da		Committente	Committente
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**
V.O.C. [Su cessione + EPA 5030C 2003 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017]				
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI				
Benzene	ug/L	0,1	<0,1	<0,1
Etil Benzene	ug/L	0,1	<0,1	<0,1
Stirene	ug/L	0,1	0,2	<0,1
Toluene	ug/L	0,1	<0,1	<0,1
meta Xilene + para Xilene	ug/L	0,1	<0,1	<0,1
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI				
Cloro Metano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1
Cloroformio	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
Cloruro di Vinile	ug/L	0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0,005	<0,005	<0,005
Tricloro Etilene	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
Tetracloro Etilene	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
Esacloro Butadiene	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	0,27	0	0
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI				
1,1-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	0,1	0,1	0,1
1,2-Dicloro Propano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	0,001	<0,001	<0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	0,005	<0,005	<0,005
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI				
Bromoformio	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
1,2-Dibromo Etano	ug/L	0,01	<0,01 L4	<0,01 L4
Dibromo Cloro Metano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
Dicloro Bromo Metano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01

LIMITI DI RIFERIMENTO

Matrice	Descrizione limiti
TERRENI	I limiti si riferiscono al DLgs 152/06 - All.5, parte IV, Tab 2 - Acque sotterranee.

Parametro	U.M.	L1	L2	L3	L4
Cianuri - determinazione finale con Discrete Analyzer [UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 2251:2008 (esclusi par.8.2.2 e 8.2.3)]					
Cianuri liberi	ug/L	-	-	-	50
Anioni [UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003]					
Solfati	mg/L SO4	-	-	-	250
Fluoruri	ug/L	-	-	-	1500
Metalli [UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	ug/L	-	-	-	10
Berillio	ug/L	-	-	-	4
Cadmio	ug/L	-	-	-	5
Cobalto	ug/L	-	-	-	50
Cromo	ug/L	-	-	-	50
Mercurio	ug/L	-	-	-	1
Nichel	ug/L	-	-	-	20
Piombo	ug/L	-	-	-	10
Selenio	ug/L	-	-	-	10
Cromo esavalente [UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003]					
Cromo esavalente (come Cr)	ug/L	-	-	-	5
Policlorobifenili [EPA 3520C 1996 + EPA 3620C 2007 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8082A 2007]					
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	-	-	-	0,01
V.O.C. [EPA 5030C 2003 + UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017]					
Benzene	ug/L	-	-	-	1
Etil Benzene	ug/L	-	-	-	50
Stirene	ug/L	-	-	-	25
Toluene	ug/L	-	-	-	15
meta Xilene + para Xilene	ug/L	-	-	-	10
Cloro Metano	ug/L	-	-	-	1,5
Cloroformio	ug/L	-	-	-	0,15
Cloruro di Vinile	ug/L	-	-	-	0,5
1,2-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	3
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	-	-	-	0,05
Tricloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,5
Tetracloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,1
Esacloro Butadiene	ug/L	-	-	-	0,15
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	-	-	-	10
1,1-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	810
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	-	-	-	60
1,2-Dicloro Propano	ug/L	-	-	-	0,15
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	-	-	-	0,2
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	-	-	-	0,001

LIMITI DI RIFERIMENTO

1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	-	-	-	0,05
Bromoformio	ug/L	-	-	-	0,3
1,2-Dibromo Etano	ug/L	-	-	-	0,001
Dibromo Cloro Metano	ug/L	-	-	-	0,13
Dicloro Bromo Metano	ug/L	-	-	-	0,17

Note sulle metodiche impiegate

Estratto del metodo	SOMMARIO DEL METODO
UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260D 2017	Prova eseguita presso la nostra sede di Via Campodoro 23 – Villafranca Padovana (PD)

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.	IS	Campione insufficiente per l'analisi.
^^	Eseguito presso laborotorio esterno.	LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
RL	Limite di Rapportaggio	NA	Campione non analizzato per questo parametro
↑	Limite di rapportaggio innalzato	TBA	Parametro non ancora analizzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito	†	Tempo massimo di conservazione superato

il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempiere alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I risultati contenuti nel seguente rapporto si riferiscono esclusivamente al campione provato.

Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.
Il confronto dei risultati con i rispettivi limiti, quando presente, non tiene conto dell'incertezza di misura stimata.
Eventuali risultati fuori limite sono segnalati in rosso.
Il recupero ove previsto,se non diversamente indicato,è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici.
Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.
Se non diversamente specificato,valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di rapportaggio (criterio "medium bound")

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---

ALLEGATO 4

RAPPORTO DI PROVA N° 106/19 del 20/12/2019

CLIENTE: AECOM URS Italia S.p.A. – Milano

CAMPIONI

Campioni di terreno

- Lotto 1 ricevuto il 04/02/19 (MW7 profondo): ca 10 kg
- Lotto 2 ricevuto il 06/02/19 (MW7 profondo): ca 7 kg
- Lotto 3 ricevuto il 02/04/19: ca 9 kg

Campione di acqua di falda

- N.2 taniche da 25 litri ricevute il 04/02/19 (MW7_80)

DETERMINAZIONI RICHIESTE

Prove di ossidazione con O_3, H_2O_2, $H_2O_2+O_3$ e processo Fenton su miscela di acqua di falda e terreno (*slurry*) per valutare la fattibilità di rimozione dei PCB.

Data esecuzione analisi e prove

- Prima sessione di prove: 05-08/02/2019.
- Seconda sessione di prove: 11-12/02/19.
- Terza sessione di prove: 09/04/19.

MATERIALI E METODI

Preparazione terreno

Le prove di trattamento sono state eseguite sui campioni di terreno di seguito descritti:

- Terreno Lotto 1 (MW7 profondo ricevuto il 04/02/19), costituito da:
    - 10% frazione fine (<2-3 mm)
    - 60% frazione argillosa
    - 30% frazione inerte grossolana (sassi)

- Terreno Lotto 2 (MW7 profondo ricevuto il 06/02/19), costituito da sola frazione argillosa.

- Terreno Lotto 3 (ricevuto il 02/04/19) costituito da frazione argillosa secca.

La preparazione del terreno per l'esecuzione delle prove di ossidazione ha previsto i seguenti passaggi operativi:

- Separazione materiale inerte grossolano (sassi).
- Per Lotto 1: separazione frazione fine (<2-3mm) da frazione argillosa più grossolana.
- Per Lotto 2 e 3: disgregazione/frantumazione blocchi argillosi.
- Preparazione campione terreno per esecuzione prove: 500 g/prova (per lotto 1 costituzione campione con 70g frazione fine e 430g frazione argillosa).

Nelle fotografie a seguire si riporta l'aspetto dei campioni di terreno utilizzati per l'esecuzione delle prove.

Fig.1: aspetto terreno LOTTO 1 (04/02/19). In sequenza: campione tal quale, frazione fine (<2 mm), frazione argillosa grossolana, terreno misto utilizzato per esecuzione prove (70g frazione fine+430 g frazione argillosa grossolana).

Fig.2: aspetto terreno LOTTO 2 (06/02/19). Terreno caratterizzato dalla sola frazione argillosa in blocchi grossolani.

Fig.3: aspetto terreno LOTTO 3 (02/04/19). In sequenza: blocco terreno tal quale (limo/argilla secca), aspetto terreno dopo frantumazione, terreno suddiviso nei contenitori di esecuzione delle prove.

Preparazione *slurry* per esecuzione prove

Le prove di ossidazione sono state eseguite su miscela di acqua di falda e di terreno (*slurry*). La preparazione dello *slurry* ha previsto l'unione di 500 grammi di terreno (preparato come descritto nel paragrafo precedente) e 1,5 litri di acqua di falda (rapporto in peso acqua/terreno circa 3:1).

Per ciascun lotto di terreno è stato preparato uno *slurry* di riferimento non trattato (To MIX1, To MIX2, To MIX3).

Nella tabella a seguire si riportano le corrispondenze tra i diversi campioni preparati e le prove svolte.

Tab.1: dettaglio tipologia prove svolte e tipologia di campione (slurry) trattato

	N.PROVA	Data esecuzione prova	Tipologia prova	Terreno Frazione fine g	Terreno Frazione argillosa g	Terreno Totale terreno g	Acqua falda Volume L
TERRENO LOTTO N.1	To MIX 1	05/02/2019	To Terreno Lotto 1 +acqua falda	70	430	500	1,5
	1	06/02/2019	O_3	70	430	500	1,5
	2	06/02/2019	O_3	70	430	500	1,5
	3	06/02/2019	O_3+H_2O_2	70	430	500	1,5
	4	06/02/2019	O_3+H_2O_2	70	430	500	1,5
	5	07/02/2019	O_3+H_2O_2	70	430	500	1,5
	6	07/02/2019	O_3+H_2O_2	70	430	500	1,5
	7	08/02/2019	Bianco prove O_3 / O_3+H_2O_2	70	430	500	1,5
	8	08/02/2019	O_3	70	430	500	1,5
TERRENO LOTTO N.2	To MIX 2	11/02/19	To Terreno lotto 2 +acqua falda	-	500	500	1,5
	9	11/02/19	Bianco prove H_2O_2/Fenton	-	500	500	1,5
	10	11/02/19	H_2O_2	-	500	500	1,5
	11	11/02/19	H_2O_2	-	500	500	1,5
	12	11/02/19	H_2O2	-	500	500	1,5
	13	11/02/19	Fenton	-	500	500	1,5
	14	11/02/19	Fenton	-	500	500	1,5
	15	12/02/19	Fenton	-	500	500	1,5
TERRENO LOTTO N.3	To MIX 3	09/04/19	To Terreno lotto 3 +acqua falda	-	500	500	1,5
	16	09/04/19	Bianco prova O_3+H_2O_2	-	500	500	1,5
	17	09/04/19	O_3+H_2O_2	-	500	500	1,5

In particolare si possono distinguere 3 sessioni di prova, corrispondenti ai 3 LOTTI di terreno:

- Sessione N.1 – *Slurry* Terreno Lotto N.1 + Acqua di falda: Prove da N.1 a N.8 + To MIX1
- Sessione N.2 – *Slurry* Terreno Lotto N.2 + Acqua di falda: Prove da N.9 a N.15 + To MIX2
- Sessione N.3 – *Slurry* Terreno Lotto N.3 + Acqua di falda: Prove da N.16 e N.17 + To MIX3

Nella Sessione N.1 sono state eseguite le prove di trattamento con ozono e ozono+acqua ossigenata e una prova in bianco di riferimento (prova CSTR con insufflazione gas inerte). Nella Sessione N.2 sono state eseguite le prove con acqua ossigenata e con processo Fenton e la relativa prova di in bianco (prova CSTR).
Nella Sessione N.3 è stato ripetuto il test con ozono e acqua ossigenata che ha dato le performance migliori e la relativa prova in bianco (prova CSTR con insufflazione gas inerte).

Preparazione campioni per analisi

Al termine di ciascuna prova sono stati preparati i campioni per le analisi. In particolare la preparazione dei campioni per analisi ha previsto la separazione della frazione acquosa dalla frazione solida secondo la seguente procedura:

- Sedimentazione campioni per circa 10-15 ore.
- Separazione frazione acquosa (acqua di falda chiarificata): suddivisione in N.1 bottiglia da 1 litro, N.2 vials da 40 ml e N.2 falcon da 50 ml.
- Travaso frazione solida (terreno dopo separazione surnatante) in N.1 bottiglia da 1 litro.

In corrispondenza della terza sessione di prove, oltre ai campioni di acqua e terreno, per la prova in bianco N.16, sono stati eseguiti anche i campionamenti dell'off-gas mediante adsorbimento su cartucce a carboni attivi per analisi dei PCB (N. 4 cartucce Sigma Aldrich ORBO60 cod.20351-106572).

I campioni così preparati sono stati inviati a laboratorio esterno (SGS Italia, Villafranca Padovana - PD) per l'esecuzione delle analisi dei contaminanti specifici. Un'aliquota della frazione acquosa e della frazione solida è stata conservata per l'esecuzione di controlli analitici da parte del laboratorio SIAD.

Causa rottura della bottiglia durante il trasporto dei campioni a SGS, e analisi sul campione di frazione solida della Prova N.16 sono state eseguite su aliquota da 80 ml (N.2 falcon da 40 ml) conservate e re-inviate a SGS.

Analisi chimiche

Le analisi dei contaminanti specifici sulle diverse matrici (acqua di falda/terreno) sono state eseguite da laboratorio esterno (SGS Italia). A seguire si riportano le metodiche analitiche impiegate per l'analisi delle acque di falda, del terreno e delle cartucce di adsorbimento.

Tab.2: metodi analitici su frazione acquosa (SGS Italia)

Parametro	Modalità trattamento campione	Metodo	U.M.
Arsenico	Su campione filtrato 0.45 micron	EPA 6020B 2014	ug/L
Cromo	Su campione filtrato 0.45 micron	EPA 6020B 2014	ug/L
Mercurio	Su campione filtrato 0.45 micron	EPA 6020B 2014	ug/L
Piombo	Su campione filtrato 0.45 micron	EPA 6020B 2014	ug/L
Rame	Su campione filtrato 0.45 micron	EPA 6020B 2014	ug/L
Cromo VI	Su campione tal quale	APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22rd Ed.2017, 3500 Cr C	ug/L
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	Su campione tal quale	EPA 8082A 2007	ug/L
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	
Cloro Metano	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
Cloroformio	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
Cloruro di Vinile	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
1,2-Dicloro Etano	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
1,1-Dicloro Etilene	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
Tricloro Etilene	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
Tetracloro Etilene	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
Esacloro Butadiene	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
Somma dei Composti Organoalogenati	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	
1,1-Dicloro Etano	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
1,2-Dicloro Propano	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
1,1,2-Tricloro Etano	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
1,2,3-Tricloro Propano	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
1,1,2,2-Tetracloro Etano	Su campione tal quale	EPA 8260D 2017	ug/L
FITOFARMACI	Su campione tal quale	EPA 8270E 2017	
beta-Esaclorocicloesano	Su campione tal quale	EPA 8270E 2017	ug/L
DDD, DDT, DDE	Su campione tal quale	EPA 8270E 2017	ug/L

Tab.3: metodi analitici su frazione solida (SGS Italia)

Parametro	Modalità trattamento campione	Metodo	Unita Misura
Scheletro (2mm - 2cm)	Su camp. secco all'aria (frazione <2 cm)	DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.3	g/kg
Scheletro (2 mm)	Su campione secco all'aria	DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	g/kg
Residuo a 105°C	Su campione secco all'aria (frazione < 2 mm)	DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2	g/kg
Cromo VI	Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro	EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg
Arsenico		EPA 6020B 2014	mg/kg
Mercurio		EPA 6020B 2014	mg/kg
Cromo		EPA 6020B 2014	mg/kg
Piombo		EPA 6020B 2014	mg/kg
Rame		EPA 6020B 2014	mg/kg
PCB		EPA 8082 A 2007	mg/kg
FITOFARMACI		EPA 8270E 2017	
DDD, DDT, DDE		EPA 8270E 2017	mg/kg
beta-BHC		EPA 8270E 2017	mg/kg
2,3,7,8-TCDD		EPA 1613 B 1994	ug/kg
1,2,3,7,8-PCDD		EPA 1613 B 1994	ug/kg
1,2,3,4,7,8-HCDD		EPA 1613 B 1994	ug/kg
1,2,3,6,7,8-HCDD		EPA 1613 B 1994	ug/kg
1,2,3,7,8,9-HCDD		EPA 1613 B 1994	ug/kg
1,2,3,4,6,7,8-HPCDD		EPA 1613 B 1994	ug/kg
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD		EPA 1613 B 1994	ug/kg
2,3,7,8-TCDF		EPA 1613 B 1994	ug/kg
1,2,3,7,8-PCDF		EPA 1613 B 1994	ug/kg
2,3,4,7,8-PCDF		EPA 1613 B 1994	ug/kg
1,2,3,4,7,8-HCDF		EPA 1613 B 1994	ug/kg
1,2,3,6,7,8-HCDF		EPA 1613 B 1994	ug/kg
2,3,4,6,7,8-HCDF		EPA 1613 B 1994	ug/kg
1,2,3,7,8,9-HCDF		EPA 1613 B 1994	ug/kg
1,2,3,4,6,7-8-HPCDF		EPA 1613 B 1994	ug/kg
1,2,3,4,7,8-9-HPCDF		EPA 1613 B 1994	ug/kg
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF		EPA 1613 B 1994	ug/kg
PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)		EPA 1613 B 1994	ug/kg

Tab.4: metodi analitici su cartucce di adsorbimento (SGS Italia)

Parametro	Modalita	Metodo	UM
PCB-28	Su campione tal quale	NIOSH 5503 1994	µg
PCB-52	Su campione tal quale	NIOSH 5503 1994	µg
PCB-101	Su campione tal quale	NIOSH 5503 1994	µg
PCB-118	Su campione tal quale	NIOSH 5503 1994	µg
PCB-138	Su campione tal quale	NIOSH 5503 1994	µg
PCB-153	Su campione tal quale	NIOSH 5503 1994	µg
PCB-180	Su campione tal quale	NIOSH 5503 1994	µg
PCB-194	Su campione tal quale	NIOSH 5503 1994	µg

Nella tabella a seguire vengono indicati i metodi delle analisi chimiche condotte da Laboratorio SIAD nel corso della conduzione delle prove.

Tab.5: metodi analitici Laboratorio SIAD

Parametro	Metodo	U.M.
pH	APAT IRSA CNR 2060 M 29/2003	Unità
CODtq	Metodo interno LBC2, 2005	mgO_2/l
Carbonio tot	IRSA CNR Q64, vol.II met.5 feb.1988	%wt
Umidità	IRSA CNR Q64, vol.II feb.1984	%
VS/TS	IRSA CNR Q64, vol.II feb.1984	%

A titolo di valutazione preliminare, ed in aggiunta alle analisi richieste, sulla frazione acquosa dei terreni del LOTTO2 e LOTTO3 sono state eseguite delle analisi in biologia molecolare PCR quantitativa (qPCR), per la determinazione della presenza di *Dehalococcoides mccartyi* (16S rDNA) e relativi geni funzionali (tceA, bvceA e vcrA). Analisi eseguite da Laboratorio esterno su richiesta SIAD.

Esecuzione test di ossidazione con Ozono e con Ozono+Acqua ossigenata

I test di trattamento con ozono hanno previsto la seguente modalità operativa:

- Preparazione *slurry* secondo quanto indicato nel paragrafo "Preparazione *slurry* per esecuzione prove".
- Travaso *slurry* in reattore di ozonizzazione (reattore in vetro da 2 Litri, fornito di miscelatore ad asta verticale per mantenere la completa miscelazione, diffusore poroso per alimentazione della miscela Ozono/Ossigeno, sistema di tenuta, sistema di captazione e misura del off-gas).
- Avvio miscelazione.
- Avvio alimentazione miscela O_3/O_2 (secondo concentrazioni di 170-180 gO_3/Nm^3 e flussi di 0,4-0,5 NL/min).
- Misura in continuo della concentrazione dell'ozono nel off-gas del reattore al fine di determinare il valore netto trasferito al campione trattato.
- Termine prova al raggiungimento del dosaggio netto desiderato.

I test con ozono e acqua ossigenata hanno previsto la medesima procedura operativa sopra riportata, con aggiunta delle seguenti operazioni:

- Dosaggio acqua ossigenata nel corso della prova (3-4 dosaggi istantanei fino a raggiungimento del dosaggio complessivo desiderato).
- Proseguimento miscelazione campione per 30 minuti dopo il termine del dosaggio di ozono e acqua ossigenata.

Le prove hanno previsto la conduzione di un test di controllo in bianco (Prova N.7, Prova N.16), mediante insufflazione di un gas inerte (N_2) in reattore mantenuto miscelato, secondo flussi corrispondenti a quelli impiegati nelle prove con ozono (0,5 Nl/min) e tempi di contatto confrontabili.
La prova N.16 ha previsto il convogliamento dell'off gas in cartucce a carboni attivi al fine di valutare eventuali fenomeni di volatilizzazione dei contaminanti specifici (PCB): impiegate N.4 cartucce per adsorbimento off gas nel corso della prova negli intervalli di tempo 0-10 min, 10-30 min, 30-60 min, 60-90 min.

La strumentazione utilizzata per la conduzione delle prove è la seguente:

- Reattore in vetro da 2 litri fornito di diffusore porrosi di alimentazione gas, sistema di captazione off-gas.
- Generatore ozono WEDECO Modular 8HC alimentato con ossigeno puro.
- Analizzatore ozono: BMT 964C.
- Miscelatore ad asta verticale: IKA RW20 digital.
- Flussimetro per azoto gassoso 0,2-2 L/min: La tecnica dei fluidi - mod.A/M-120.
- Cartucce a carboni attivi per PCB: Sigma Aldrich ORBO60 cod.20351-106572.

L'acqua ossigenata utilizzata per la conduzione delle prove $O_3+H_2O_2$ è H_2O_2 Aldrich 35%p/v (115 VOL).

Nella fotografia a seguire si riporta l'allestimento delle prove di ossidazione con ozono e ozono/acqua ossigenata.

Fig.4: allestimento strumentale per la conduzione delle prove di ossidazione con ozono e ozono+acqua ossigenata.

A seguire la fotografia delle prove in bianco (Prove N.7 e N.16)

Fig.5: allestimento strumentale per la conduzione delle prove in bianco di controllo (Prove N.7 e N.16) dei test con ozono e ozono+acqua ossigenata.

Nella tabella a seguire si riassumono i dosaggi di ossidanti e i tempi di contatto testati nelle prove di ossidazione svolte con ozono e ozono+acqua ossigenata.

Tab.6: prove di ossidazione con ozono e con ozono+acqua ossigenata

	N.PROVA	Data esecuzione prova	Descrizione prova	Durata prova min	O_3 trasferito $mg/g_{terreno}$	H_2O_2 dosata $mg/g_{terreno}$	H_2O_2/O_3 g/g	N_2 insufflato Nl/min
TERRENO LOTTO N.1	To MIX 1	05/02/19	To Terreno 1 +acqua falda	0	-	-	-	-
	1	06/02/19	O_3	24	0,5	-	-	-
	2	06/02/19	O_3	64	1	-	-	-
	3	06/02/19	$O_3+H_2O_2$	6 + 30	0,5	1	2	-
	4	06/02/19	$O_3+H_2O_2$	15 + 30	1	2	2	-
	5	07/02/19	$O_3+H_2O_2$	5 + 30	0,5	0,5	1	-
	6	07/02/19	$O_3+H_2O_2$	14 + 30	1	1	1	-
	7	08/02/19	Bianco prove O_3 / $O_3+H_2O_2$	120	-	-	-	0,5
	8	08/02/19	O_3	90	1,5	-	-	-
TERRENO LOTTO N.3	To MIX 3	09/04/19	To Terreno 3 +acqua falda	0	-	-	-	-
	16	09/04/19	Bianco prova $O_3+H_2O_2$	5 + 90	-	-	-	0,48
	17	09/04/19	$O_3+H_2O_2$	5 + 90	0,5	1	2	-

Le prove con solo ozono sono state svolte sul terreno del LOTTO N.1. In particolare sono state eseguite N.3 prove (Prova N.1, N.2 e N.8), testando il dosaggio di 0,5 – 1,0 – 1,5 $gO_3/g_{terreno}$.

Le prove con ozono e acqua ossigenata sono state eseguite su terreno del LOTTO N.1 e N.3. In particolare sul terreno del LOTTO N.1 sono state eseguite N.4 prove con $O_3+H_2O_2$ (Prova N.3, N.4, N.5, N.6), impostando il dosaggio di 0,5 e 1,0 $gO_3/g_{terreno}$ e testando un rapporto H_2O_2/O_3 di 1 e 2 gH_2O_2/gO_3 (ovvero, per i due dosaggi di ozono testati sono stati effettuati rispettivamente dosaggi di 0,5-1,0 $gH_2O_2/g_{terreno}$ e 1,0-2,0 $gH_2O_2/g_{terreno}$).
Sul terreno del Lotto N.3 è stata ripetuta la prova che ha dato le migliori prestazioni ovvero la prova con dosaggio di 0,5 $gO_3/g_{terrreno}$ e 1 gH_2O_2/gterreno (H_2O_2/O_3=2g/g).

Esecuzione test con acqua ossigenata

I test di trattamento con acqua ossigenata hanno previsto la seguente modalità operativa:

- Preparazione *slurry* secondo quanto indicato nel paragrafo "Preparazione *slurry* per esecuzione prove" in contenitore in vetro da 2 litri.
- Avvio miscelazione.
- Dosaggio acqua ossigenata secondo le dosi desiderate.
- Mantenimento miscelazione per 30 minuti.

Le prove hanno previsto la conduzione di un test di controllo in bianco (Prova N.9), mediante sola agitazione per lo stesso tempo di contatto impiegato nelle prove con dosaggio di H_2O_2 (30 min). La stessa prova rappresenta in controllo in bianco dei test con processo Fenton.

La strumentazione utilizzata per la conduzione delle prove è rappresentata da:

- Reattore da 2 litri.
- Miscelatore ad asta verticale IKA RW20 digital.

L'acqua ossigenata utilizzata per la conduzione delle prove è H_2O_2 Aldrich 35%p/v (115 VOL).

Nelle fotografie a seguire si riporta l'allestimento delle prove di ossidazione con acqua ossigenata.

Fig.6: allestimento delle prove di ossidazione con H_2O_2. In sequenza prove N.10, N.11 e 12. A destra: prova N.9 (bianco di controllo).

Nella tabella a seguire si riassumono i dosaggi di ossidanti e i tempi di contatto testati nelle prove di ossidazione svolte con acqua ossigenata.

Tab.7: prove di ossidazione con acqua ossigenata

	N.PROVA	Data esecuzione prova	Descrizione prova	Durata prova min	H_2O_2 dosata $mg/g_{terreno}$
TERRENO LOTTO N.2	To MIX 2	11/02/19	To Terreno 2 + acqua falda	0	-
	9	11/02/19	Bianco prove H_2O_2/Fenton	30	-
	10	11/02/19	H_2O_2	30	0,5
	11	11/02/19	H_2O_2	30	1,0
	12	11/02/19	H_2O2	30	2,0

Le prove con acqua ossigenata sono state svolte sul terreno del LOTTO N.2. In particolare sono state eseguite N.3 prove (Prova N.10, N.11 e N.12), testando il dosaggio di 0,5 – 1,0 – 2 $gH_2O_2/g_{terreno}$.

Esecuzione test con Processo Fenton

I test di trattamento con reattivo Fenton hanno previsto la seguente modalità operativa:

- Preparazione *slurry* secondo quanto indicato nel paragrafo "Preparazione *slurry* per esecuzione prove" in contenitore in vetro da 2 litri.
- Avvio miscelazione.
- Dosaggio H_2SO_4 per correzione pH a 3,5 unità.
- Dosaggio $FeSO_4$ e H_2O_2 secondo un rapporto 1:1.
- Mantenimento miscelazione fino a raggiungimento valori di pH e Temperatura costanti (30 minuti).
- Dosaggio finale NaOH fino a raggiungimento pH 12 unità.

Per le prove con processo Fenton il test di controllo in bianco corrisponde a quello svolto per le prove con acqua ossigenata (Prova N.9), mediante sola agitazione per 30 minuti.

La strumentazione utilizzata per la conduzione delle prove sono:

- Reattore in vetro da 2 litri.
- Miscelatore ad asta verticale IKA RW20 digital.
- Analizzatore pH portatile: WTW Multi350i, con sonda WTW - SenTix 41.

I reagenti impiegati per le prove con processo Fenton sono:

- Acqua ossigenata: H_2O_2 35%p/v (115 VOL) Aldrich
- Solfato ferroso: $FeSO_4$ $7H_2O$ Merck
- Acido solforico: H_2SO_4 95-97% Merck
- Idrossido di Sodio: NaOH Merck

Nella fotografia a seguire si riporta l'allestimento delle prove di ossidazione con processo Fenton.

Fig.7: allestimento delle prove di ossidazione con Processo Fenton.

Nella tabella a seguire si riassumono i dosaggi di ossidanti e i tempi di contatto testati nelle prove di ossidazione svolte con reattivo Fenton.

Tab.8: prove di ossidazione con reattivo Fenton

	N.PROVA	Data esecuzione prova	Descrizione prova	Durata prova	H_2O_2 dosata mg/$g_{terreno}$	H2SO4 mg/$g_{terreno}$	FeSO4 mg/$g_{terreno}$	H_2O_2/$FeSO_4$ mg/mg	NaOH mg/$g_{terreno}$
TERRENO LOTTO N.2	To MIX 2	11/02/19	To Terreno 2 +acqua falda	0	-	-	-	-	-
	9	11/02/19	Bianco prove H_2O_2/Fenton	30	-	-	-	-	-
	13	11/02/19	Fenton	30	0,5	1,84	0,5	1	6,08
	14	11/02/19	Fenton	30	1,0	2,58	1,0	1	5
	15	12/02/19	Fenton	30	2,0	2,58	2,0	1	6

Le prove con Processo Fenton sono state svolte sul terreno del LOTTO N.2. In particolare sono state eseguite N.3 prove (Prova N.13, N.14 e N.15), testando il dosaggio di 0,5 – 1,0 – 2 gH_2O_2/$g_{terreno}$ e corrispondente dosaggio di $FeSO_4$ (0,5 – 1,0 – 2,0 g$FeSO_4$/gH_2O_2). L'acidificazione iniziale del campione fino a valori di 3,5 unità ha richiesto un dosaggio di 1,8-2,6 mgH_2SO_4/$g_{terreno}$. La basificazione finale per ottenere la precipitazione dei metalli (pH 12 unità) ha richiesto dosaggi dell'ordine di 5-6 mgNaOH/$g_{terreno}$.

Nelle tabelle a seguire si riportano i dati operativi delle prove di ossidazione con processo Fenton svolte.

Tab.9: dati operativi prova Fenton N.13

Tempo	pH	T	Dosaggio H_2SO_4	Dosaggio $FeSO_4$	Dosaggio H_2O_2	Dosaggio NaOH
Min	unità	°C	mg/$g_{terreno}$	mg/$g_{terreno}$	mg/$g_{terreno}$	mg/$g_{terreno}$
To	7,62	19	-	-	-	-
+H_2SO_4	3,61	n.d.	1,84	-	-	-
+$FeSO_4$	3,59	n.d.	-	0,5	-	-
+H_2O_2	3,87	19,7	-	-	0,5	-
10	4,68	20	-	-	-	-
20	5,01	20,2	-	-	-	-
25	5,18	20,2	-	-	-	-
30	5,32	20,3	-	-	-	-
+NaOH	11,98	n.d.	-	-	-	6,08

Tab.10: dati operativi prova Fenton N.14

Tempo	pH	T	Dosaggio H_2SO_4	Dosaggio $FeSO_4$	Dosaggio H_2O_2	Dosaggio NaOH
Min	unità	°C	$mg/g_{terreno}$	$mg/g_{terreno}$	$mg/g_{terreno}$	$mg/g_{terreno}$
To	7,63	17,9	-	-	-	-
+H_2SO_4	3,72	18,2	2,58	-	-	-
+$FeSO_4$	3,65	18,3	-	1,0	-	-
+H_2O_2	3,78	18,4	-	-	1,0	-
10 min	4,52	18,6	-	-	-	-
20 min	4,79	18,9	-	-	-	-
30 min	4,93	19,1	-	-	-	-
+NaOH	11,77		-	-	-	5,0

Tab.11: dati operativi prova Fenton N.15

Tempo	pH	T	Dosaggio H_2SO_4	Dosaggio $FeSO_4$	Dosaggio H_2O_2	Dosaggio NaOH
Min	unità	°C	$mg/g_{terreno}$	$mg/g_{terreno}$	$mg/g_{terreno}$	$mg/g_{terreno}$
To	7,6	18,7	-	-	-	-
+H_2SO_4	3,45	18,9	2,58	-	-	-
+$FeSO_4$	3,5	19	-	2	-	-
+H_2O_2	3,4	19,1	-	-	2	-
10 min	3,99	19,3	-	-	-	-
15 min	4,39	19,4	-	-	-	-
20 min	4,6	19,6				
25 min	4,63	19,7				
30 min	4,68	19,7	-	-	-	-
+NaOH	11,74	20,1	-	-	-	6,0

Nei grafici a seguire si riporta l'andamento, dal tempo To a 30 minuti, del pH e della temperatura nelle tre prove Fenton svolte.

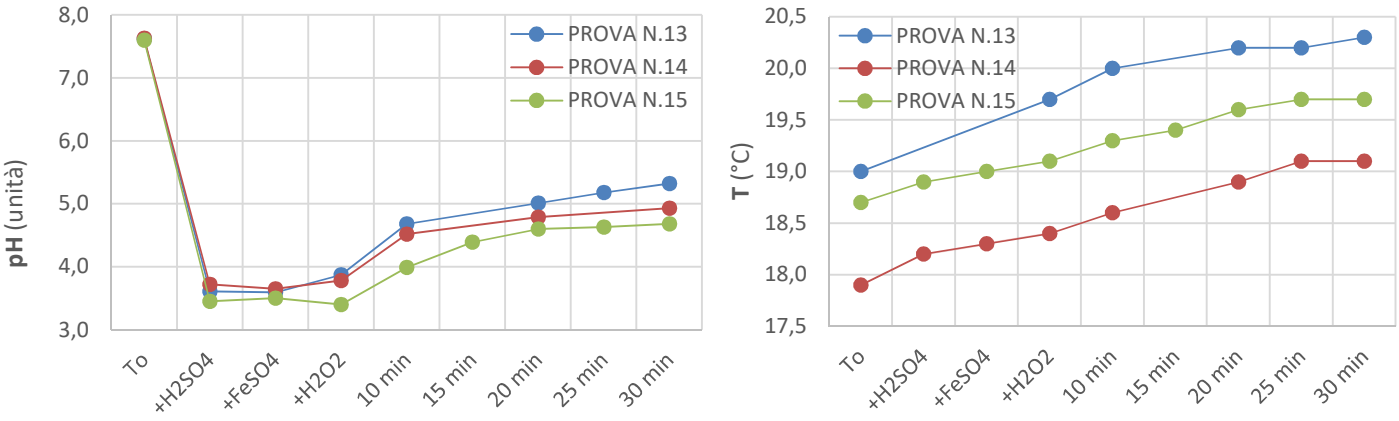


Fig.8: andamento di pH e temperatura nelle prove Fenton svolte (da To a 30 minuti).

RISULTATI
Caratterizzazione terreni

Nella tabella a seguire si riporta la caratterizzazione dei terreni del LOTTO1, LOTTO2 e LOTTO3 eseguita da Laboratorio SIAD.

Tab.12: caratterizzazioni terreni LOTTO1, LOTTO2 e LOTTO3 (analisi Laboratorio SIAD)

Parametro	U.M.	LOTTO1	LOTTO2	LOTTO3
Residuo a 105°C	gTS/kgterreno	879	844	978
Frazione organica volatile	gVS/kgTS	19,7	51,4	-

Si evidenzia come i tre terreni riscontrino un contenuto di umidità del 12,1% (Lotto1), del 15,6% (Lotto2) e del 2,2% (Lotto 3). Il contenuto organico volatile si attesta su valori di circa il 2% per il Lotto1 e di circa il 5% per il Lotto2.

Nella tabella a seguire si riportano a confronto le caratterizzazioni dei terreni utilizzati nelle tre sessioni di prova. L'analisi si riferisce al terreno della frazione solida degli *slurry* To-MIX1, To-MIX2 e To-MIX3.

Tab.13: caratterizzazione terreno impiegato nelle tre sessioni di prova. Analisi frazione solida dello slurry ToMIX1, ToMIX2 e ToMIX3.

Parametro	U.M.	Limite accettabilità D.Lgs.152/06	To MIX1	T0 MIX2	T0 MIX3
Scheletro (2mm-2cm)	g/kg		272	103	18
Scheletro (2 mm)	g/kg		272	103	18
Residuo a 105°C	g/kg		>100,0	>100,0	981,9
Cromo VI	mg/kg	15	<1	<1	<1
Arsenico	mg/kg	50	15	19	22
Mercurio	mg/kg	5	0,1	<0,1	0,4
Cromo	mg/kg	800	11	17	30
Piombo	mg/kg	1000	23	44	49
Rame	mg/kg	600	18	16	71
PCB	mg/kg	5	182	36	1800
FITOFARMACI					
DDD, DDT, DDE	mg/kg	0,100	<0,06	0,06	1,38
beta-BHC	mg/kg		<0,02	<0,02	0,08

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.1/B

Dall'analisi dei dati si evince come i 3 campioni di terreno, per granulometrie superiori a 2 mm, siano caratterizzati da un residuo inerte differente passando da 272 g/kg nel terreno To-MIX1, a 103 g/kg nel terreno To-MIX2 e a 18 g/kg nel terreno To-MIX3.
Il residuo secco del terreno è risultato essere >100 g/kg per i campioni To-MIX1 e TO-MIX2 e quantificato a valori di 982 g/kg per il terreno To-MIX3 (corrispondente ad un'umidità del 1,8%, confrontabile a quanto rilevato da analisi Laboratorio SIAD su terreno del Lotto3).

Dall'analisi dei metalli, si riscontra come i 3 terreni risultino essere caratterizzati da valori conformi ai limiti di accettabilità (D.Lgs 152/06).
Si riscontrano superamenti ai limiti di accettabilità per quanto riguarda i valori di PCB. In particolare i tre terreni riscontrano rispettivamente concentrazioni di 182 mg/kg, 36 mg/kg e 1.800 mg/kg. Si sottolinea come il campione To-MIX3 rilevi un contenuto iniziale di PBC pari a 1-2 ordini di grandezza superiore a quello dei campioni To-MIX1 e To-MIX2.

Il campione To-MIX3 rileva il superamento dei limiti di conformità anche per quanto riguarda i fitofarmaci, evidenziando una concentrazione di 1,38 mg/kg di DDD,DDT,DDE e di 0,08 mg/kg di beta-BHC.

Sul campione To-MIX3 è stata effettuata la speciazione dei PCB Congeneri e delle Diossine, riportata nella tabella a seguire.

Tab.14: speciazione PBC Congeneri e della Diossine della frazione solida dello slurry To-MIX3

PCB	U.M.	Esito	Diossine	U.M.	Esito
PCB-101	mg/kg	38,7	2,3,7,8-TCDD	ug/kg	2,1
PCB-105	mg/kg	5,5	1,2,3,7,8-PCDD	ug/kg	4,5
PCB-110	mg/kg	40,5	1,2,3,4,7,8-HCDD	ug/kg	0,4
PCB-114	mg/kg	0,22	1,2,3,6,7,8-HCDD	ug/kg	0,53
PCB-118	mg/kg	19,3	1,2,3,7,8,9-HCDD	ug/kg	3,4
PCB-123	mg/kg	0,92	1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	ug/kg	0,0036
PCB-126	mg/kg	<0,050	1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	ug/kg	1,2
PCB-128	mg/kg	12	2,3,7,8-TCDF	ug/kg	0,95
PCB-138	mg/kg	103	1,2,3,7,8-PCDF	ug/kg	0,17
PCB-146	mg/kg	11,5	2,3,4,7,8-PCDF	ug/kg	34
PCB-149	mg/kg	70,5	1,2,3,4,7,8-HCDF	ug/kg	0,078
PCB-151	mg/kg	15,3	1,2,3,6,7,8-HCDF	ug/kg	0,3
PCB-153	mg/kg	83,3	2,3,4,6,7,8-HCDF	ug/kg	5,5
PCB-156	mg/kg	7,8	1,2,3,7,8,9-HCDF	ug/kg	2,2
PCB-157	mg/kg	1,1	1,2,3,4,6,7-8-HPCDF	ug/kg	1,3
PCB-167	mg/kg	5,2	1,2,3,4,7,8-9-HPCDF	ug/kg	0,073
PCB-169	mg/kg	<5,0	1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	ug/kg	2,4
PCB-170	mg/kg	37,5	PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)*	ug/kg	3
PCB-177	mg/kg	18			
PCB-18	mg/kg	0,057			
PCB-180	mg/kg	71,2			
PCB-183	mg/kg	15,9			
PCB-187	mg/kg	28,6			
PCB-189	mg/kg	1,2			
PCB-194	mg/kg	7,4			
PCB-196+203	mg/kg	10,5			
PCB-209	mg/kg	0,069			
PCB-28	mg/kg	1,1			
PCB-31	mg/kg	0,81			
PCB-35	mg/kg	<0,050			
PCB-44	mg/kg	0,79			
PCB-52	mg/kg	2,7			
PCB-77	mg/kg	2			
PCB-81	mg/kg	<0,10			
PCB-95	mg/kg	44,1			
PCB-99	mg/kg	3,7			
PCB_Tot	mg/kg	664			

**Limite accettabilità (D.Lgs 152/06 Titolo V - All.5 –Tab.1/B): 0,1 ug/kg*

Nei grafico a seguire si riporta la speciazione dei PCB e delle Diossine riscontrati nel campione To-MIX3, riportati in ordine di concentrazione decrescente, indicando in rosso i PCB Diossina-simili.

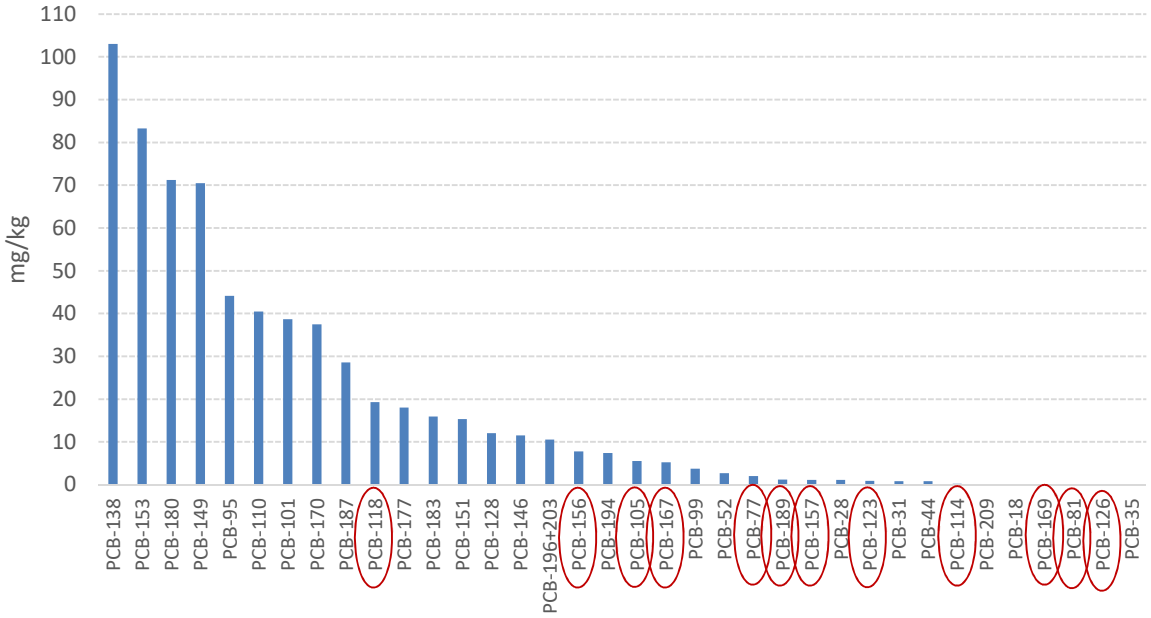


Fig.9: speciazione PCB nel campione di terreno To-MIX3. In rosso i 12 PCB Diossina-simili.

Si evidenzia come il terreno risulti essere contaminato da PCB, con una prevalenza di congeneri penta, esa e epta clorurati. Tra i PCB diossina-simili si riscontra la presenza significativa dei PCB-118, 156, 105 e 167 (concentrazioni comprese tra 5 e 20 mg/kg).

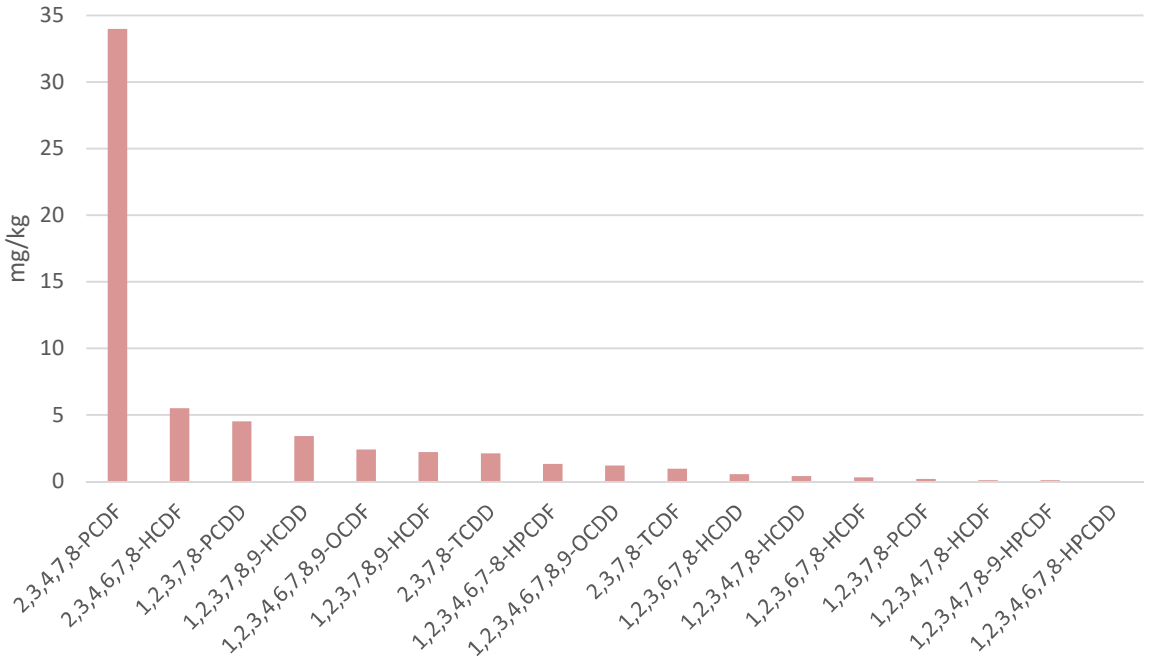


Fig.10: speciazione Diossine nel campione di terreno To-MIX3.

In termini di Diossine si rileva un valore di PCDD-PCDF (I-TEQ medium bound) di 3 ug/kg. Si riscontra la presenza prevalente di 2,3,4,7,8-PCDF (34 ug/kg), seguita da 2,3,4,6,7,8-HCDF (5,5 ug/kg), 1,2,3,7,8–PCDD (4,5 ug/Kg) e 1,2,3,4,6,7,8,9 OCDF (3,4 ugKg). Le altre diossine registrano concentrazioni inferiori a 2,5 ug/kg (0,0036-2,4 ug/kg).

Caratterizzazione acqua di falda

Nella tabella a seguire si riporta la caratterizzazione della frazione acquosa dello slurry costituito nelle 3 sessioni di prova (To MIX1, To MIX2 e To MIX3).

Tab.15: caratterizzazione della frazione acquosa dei campioni To MIX1, To MIX2 e To MIX3

Parametro	U.M.	Limite accettabilità D.Lgs152/06	Surnat. To MIX1	Surnat. T0 MIX2	Surnat. T0 MIX3
Arsenico	ug/L	10	<1	<1	<1
Cromo	ug/L	50	12	14	13
Mercurio	ug/L	1	<0,1	0,5	<0,1
Piombo	ug/L	10	<1	<1	<1
Rame	ug/L	1000	1	<1	2
Cromo VI	ug/L	5	13	17	12
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	0,01	270	16,2	78
Somma PCB congeneri	ug/L	-	n.d.	n.d.	28,4
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI					
Cloro Metano	ug/L	1,5	<0,1	0,2	<0,05
Cloroformio	ug/L	0,15	1,8	1,73	1,15
Cloruro di Vinile	ug/L	0,5	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	ug/L	3	<0,1	<0,1	<0,05
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0,05	0,046	0,052	0,012
Tricloro Etilene	ug/L	1,5	0,54	0,41	0,15
Tetracloro Etilene	ug/L	1,1	3,77	2,89	0,52
Esacloro Butadiene	ug/L	0,15	<0,01	<0,01	<0,01
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	10	6	5	1,9
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI					
1,1-Dicloro Etano	ug/L	810	<0,1	<0,1	0,02
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	60	<0,10	<0,10	0,04
1,2-Dicloro Propano	ug/L	0,15	0,01	0,01	0,01
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	0,2	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005
FITOFARMACI					
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	0,1	1,46	0,23	n.d.
DDD, DDT, DDE	ug/L	0,1	0,12	0,03	n.d.

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.2

Dall'analisi dei dati si evince come l'acqua di falda in esame risulti rispettare i limiti di conformità per tutte la specie metalliche ad eccezione del CrVI per il quale si registrano concentrazioni dell'ordine di 12-17 ug/l.

Per quanto riguarda il contenuto di clorurati alifatici, si registrano superamenti dei limiti di conformità per il cloroformio (1,15-1,8 ug/l) e per il tetracloroetilene per To-MIX1 e To-MIX2 (3,8- 2,9 ug/l). Si registra infine un lieve superamento per 1,1-dicloroetilene (0,052 ug/l) per il campione To-MIX2.

In termini di PCB si registrano superamenti dei limiti di conformità per tutti i campioni in esame, con concentrazioni dell'ordine di 270 ug/l per To-MIX1, 16,2 ug/l per To-MIX2 e 78 ug/l per To-MIX3. Per quest'ultimo campione l'analisi come somma dei PCB congeneri riscontra un valore di 28,4 ug/l.

Nella tabella e nel grafico a seguire si riporta la speciazione dei PCB congeneri del campione To-MIX3. In particolare nel grafico i PCB congeneri vengono rappresentati in ordine decrescente di concentrazione. Vengono inoltre indicati in rosso i PCB diossina simili.

Tab.16: speciazione PCB nella frazione acquosa del campione To-MIX3

PCB	U.M.	Esito
PCB-101	µg/l	2,2
PCB-105	µg/l	0,27
PCB-110	µg/l	2
PCB-114	µg/l	0,009
PCB-118	µg/l	0,81
PCB-123	µg/l	0,04
PCB-126	µg/l	<0,020
PCB-128	µg/l	0,47
PCB-138	µg/l	3,9
PCB-146	µg/l	0,43
PCB-149	µg/l	2,9
PCB-151	µg/l	0,92
PCB-153	µg/l	2,9
PCB-156	µg/l	0,25
PCB-157	µg/l	0,013
PCB-167	µg/l	0,26
PCB-169	µg/l	<0,10
PCB-170	µg/l	1,2
PCB-177	µg/l	0,67
PCB-18	µg/l	0,035
PCB-180	µg/l	2,6
PCB-183	µg/l	0,5
PCB-187	µg/l	1,1
PCB-189	µg/l	0,045
PCB-194	µg/l	0,32
PCB-196+203	µg/l	0,4
PCB-209	µg/l	0,005
PCB-28	µg/l	0,15
PCB-31	µg/l	0,15
PCB-35	µg/l	<0,005
PCB-44	µg/l	0,13
PCB-52	µg/l	0,32
PCB-77	µg/l	0,07
PCB-81	µg/l	<0,020
PCB-95	µg/l	3,1
PCB-99	µg/l	0,2
PCB-101	µg/l	2,2

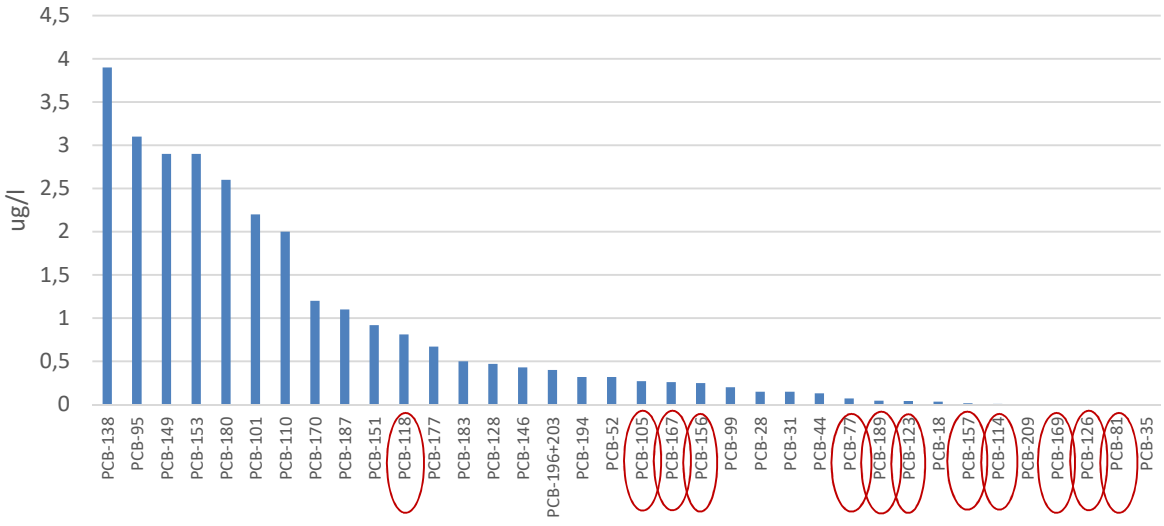


Fig.11: PCB congeneri della frazione acquosa del campione To-MIX3 (in rosso i PCB Diossina simili)

Dall'analisi dei dati si riscontra una buona corrispondenza tra le abbondanze relative dei diversi congeneri presenti in acqua di falda e nel terreno del campione To-MIX3.

Prove di ossidazione con ozono

Nel presente paragrafo si riportano i risultati ottenuti nelle prove di ossidazione con ozono (Prova N.1, Prova N.2 e Prova N.8). Le prove hanno previsto rispettivamente il dosaggio di 0,5-1,0-1,5 $mgO_3/g_{terreno}$. La prova in bianco di controllo è rappresentata dalla prova N.7. Per il dettaglio della metodica di esecuzione delle prove si rimanda alla sezione MATERIALI e METODI.

Nel grafico a seguire si riporta la resa di trasferimento di ozono in funzione del consumo di ozono, ottenuta nel corso delle prove svolte.
Le tre prove hanno avuto durata complessiva rispettivamente di 24, 64 e 96 minuti, corrispondenti ai tempi utili per il trasferimento dell'ozono desiderato (0,5-1,0-1,5 $mgO_3/g_{terreno}$). Si evidenzia come la resa di trasferimento sia andata diminuendo rapidamente nel corso dei test passando dal 90% a valori inferiori al 20% per dosaggi dell'ordine di 0,25-0,5 $mgO_3/g_{terreno}$.

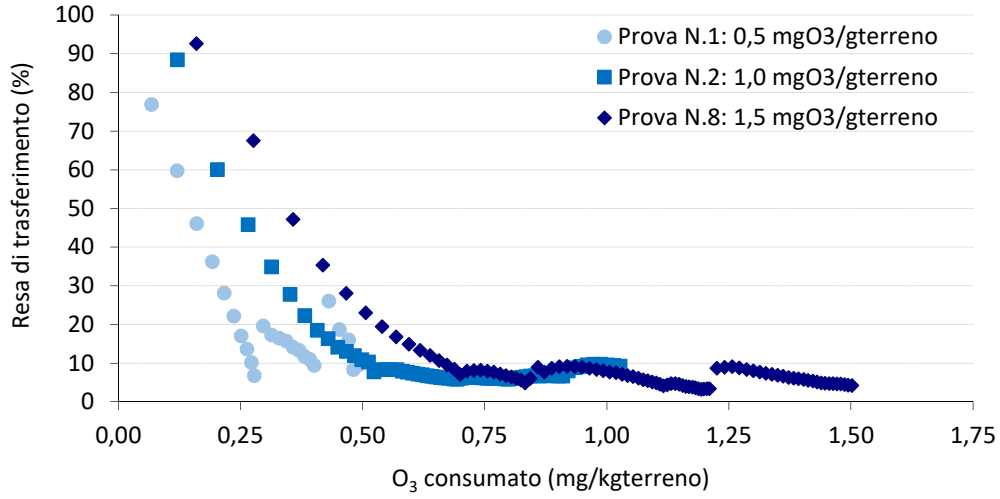


Fig.12: rese di trasferimento di ozono in funzione del consumo di ozono, ottenute nelle prove di ossidazione con ozono (Prove N.1, N.2 e N.8)

Nelle tabelle a seguire si riportano i risultati in termini di concentrazione di contaminanti specifici riscontrati nella matrice acquosa e nella matrice solida dello slurry sottoposto a trattamento (slurry di riferimento To-MIX1).

Tab.17: risultati prove di ossidazione con ozono – Matrice acquosa - Dati in ug/l.

Parametro	**Limiti** D.Lgs.152/06	**To MIX1**	**Prova N.1** 0,5 mgO_3/g_{terr}	**Prova N.2** 1,0 mgO_3/g_{terr}	**Prova N. 8** 1,5mg O_3/g_{terr}	**Prova N.7** BIANCO
Arsenico	10	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo	50	12	91	114	170	6
Mercurio	1	<0,1	38	35	26	0,5
Piombo	10	<1	<1	<1	<1	<1
Rame	1000	1	1	<1	<1	<1
Cromo VI	5	13	93	114	180	7
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	0,01	270	117	47	15,6	25
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI	0					
Cloro Metano	1,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cloroformio	0,15	1,8	0,3	0,11	0,05	0,15
Cloruro di Vinile	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dicloro Etilene	0,05	0,046	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Tricloro Etilene	1,5	0,54	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Parametro	Limiti D.Lgs.152/06	To MIX1	Prova N.1 0,5 mgO_3/g_{terr}	Prova N.2 1,0 mgO_3/g_{terr}	Prova N. 8 1,5mg O_3/g_{terr}	Prova N.7 BIANCO
Tetracloro Etilene	1,1	3,77	0,8	0,7	0,64	0,14
Esacloro Butadiene	0,15	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somma dei Composti Organoalogenati	10	6	1	<1	<1	<1
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI						
1,1-Dicloro Etano	810	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	60	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2-Dicloro Propano	0,15	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	0,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,3-Tricloro Propano	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
FITOFARMACI						
beta-Esaclorocicloesano	0,1	1,46	0,33	0,19	0,13	0,98
DDD, DDT, DDE	0,1	0,12	0,07	0,05	0,03	0,04

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.2

Tab.18: risultati prove di ossidazione con ozono – Matrice solida.

Parametro	U.M.	Limiti D.Lgs 152/06	To MIX1	Prova N.1 0,5mgO_3/g_{ter}	Prova N.2 1,0mgO_3/g_{ter}	Prova N. 8 1,5mgO_3/g_{terr}	Prova N.7 BIANCO
Scheletro (2mm - 2cm)	g/kg		272	278	259	244	274
Scheletro (2 mm)	g/kg		272	278	259	244	274
Residuo a 105°C	g/kg		>100,0	>100,0	>100,0	>100,0	>100,0
Cromo VI	mg/kg	15	<1	<1	<1	<1	<1
Arsenico	mg/kg	50	15	11	12	16	13
Mercurio	mg/kg	5	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Cromo	mg/kg	800	11	11	13	12	13
Piombo	mg/kg	1000	23	25	26	25	25
Rame	mg/kg	600	18	19	21	18	18
PCB	mg/kg	5	182	89	89	116	84
FITOFARMACI							
DDD, DDT, DDE	mg/kg	0,1	<0,06	<0,06	<0,06	0,06	0,06
beta-BHC	mg/kg	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.1/B

Nella tabella a seguire si riporta la caratterizzazione complessiva dello slurry in termini di massa totale (mg) dei diversi contaminati specifici. La determinazione del contenuto in massa è stato eseguito secondo il seguente calcolo (1):

M [mg] = $C_{terreno}$ [mg/kg] x 0,5 [$kg_{terreno}$] x Residuo secco 105°C [gTS/$kg_{terreno}$] + $C_{acqua\ falda}$ [ug/l] / 1000 [mg/ng] * 1,5 [L]

Tab.19: risultati prove di ossidazione con ozono – Contenuto in massa (mg) nello slurry sottoposto a trattamento

Parametro	U.M.	To MIX1	Prova N.1 0,5 mgO_3/g_{terr}	Prova N.2 1,0 mgO_3/g_{terr}	Prova N. 8 1,5mg O_3/g_{terr}	Prova N.7 BIANCO
Cromo VI	mg	0,46	0,58	0,61	0,71	0,45
Arsenico	mg	6,60	4,84	5,28	7,04	5,72
Mercurio	mg	0,044	0,101	0,096	0,083	0,045
Cromo	mg	4,86	4,98	5,89	5,53	5,73
Piombo	mg	10,1	11,0	11,4	11,0	11,0
Rame	mg	7,92	8,36	9,24	7,92	7,92
PCB	mg	80,5	39,3	39,2	51,1	37,0
DDD, DDT, DDE	mg	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026

Nel grafico a seguire si riporta l'andamento dei PCB (contaminante target del presente studio) nella matrice acquosa (ug/l), nella matrice solida (mg/kg) e nel totale dello slurry (mg) in funzione del dosaggio di ozono. Il grafico riporta anche i dati della prova in bianco.

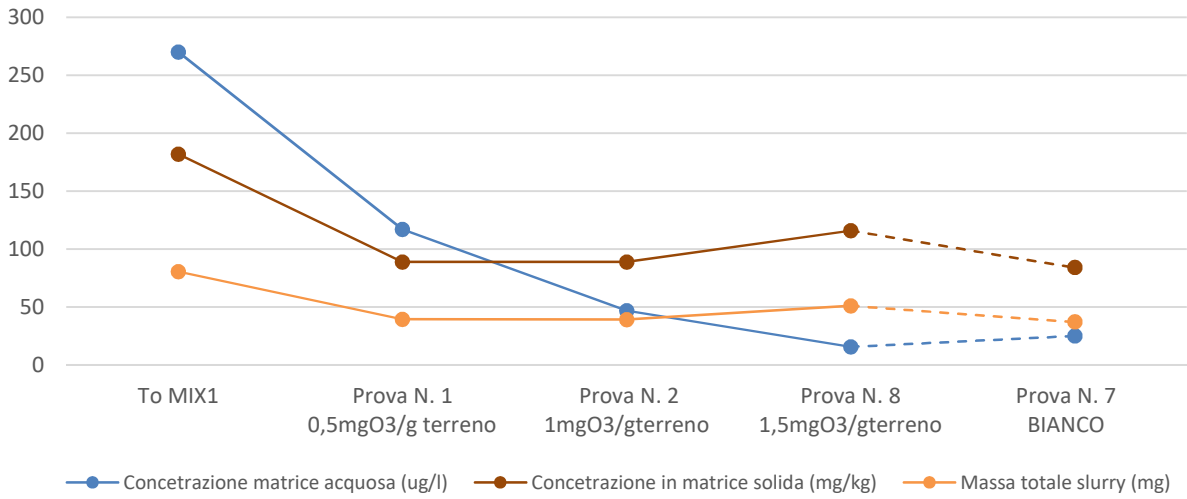


Fig.13: andamento dei PCB, in funzione del dosaggio di ozono, nella matrice acquosa (ug/l) nella matrice solida (mg/kg) e nel totale dello slurry (mg). Il grafico riporta anche i dati della prova in bianco (Prova N.7).

Nella tabella a seguire si riportano le prestazioni del processo di ossidazione con ozono rispetto ai PCB nella matrice acquosa, solida (terreno) e nello *slurry* complessivo.

Tab.20: prestazioni processo di ossidazione rispetto ai PCB nella matrice acquosa, nella matrice solida e nello slurry.

MATRICE	**Parametro**	**U.M.**	**Prova N.1** 0,5 mgO_3/g_{terr}	**Prova N.2** 1,0 mgO_3/g_{terr}	**Prova N. 8** 1,5mg O_3/g_{terr}
Acquosa	Resa PCB	%	57	83	94
	Consumo specifico	mgO_3/ugPCBr	1,10	1,53	1,96
Solida (terreno)	Resa PCB	%	51	51	36
	Consumo specifico	mgO_3/mgPCBr	5,38	10,8	22,7
Slurry	Resa PCB	%	51	0,51	0,37
	Consumo specifico	mgO_3/mgPCBr	5,35	10,7	22,4

Dall'analisi dei dati si evince come l'attività dell'ozono sia espressa principalmente sulla frazione acquosa, registrando una rimozione crescente di PCB (57-94%) in funzione del dosaggio di ozono. In termini di consumo specifico di ozono rispetto ai PCB disciolti rimossi si registrano valori dell'ordine di 1,10-1,96 mgO_3/ugPCBr. Valori così elevati evidenziano come l'azione dell'ozono non sia selettiva e come durante il trattamento esprima il suo effetto ossidante anche sul restante contenuto organico/inorganico del terreno.
Sulla matrice solida le rese di rimozione dei PCB si attestano su valori del 50% fino a dosaggi di 1 $mgO_3/g_{terreno}$ per poi diminuire a valori del 36% per dosaggi superiori. Tali rese sono corrisposte a consumi specifici crescenti di 5,4-22 mgO_3/mgPCBr.

Si sottolinea come la prova in bianco abbia apparentemente ottenuto esiti più performanti, raggiungendo rese di rimozione dei PCB nella frazione acquosa del 90% e nella frazione solida del 54%. Si rimanda al capitolo "Prove in bianco" la discussione di tali risultati.

Rispetto agli altri contaminanti organici si evidenzia come il trattamento con ozono nella matrice acquosa abbia determinato complessivamente la rimozione del contenuto di

cloroformio (da 1,8 a 0,05 ug/l), di tetracloroetilene (da 3,77 a 0,64 ug/l) e dei fitofarmaci (beta Esaclorocicloesano da 1,46 a 0,13 e DDD,DDT,DDE da 0,12 a 0,03 ug/l).
Sulla matrice solida, l'effetto del trattamento con ozono rispetto agli altri contaminati organici adsorbiti (Fitofarmaci) risulta non apprezzabile, considerate le concentrazioni iniziali già molto ridotte ed entro i limiti di conformità.

In merito al contenuto delle specie metalliche, il trattamento con ozono ha determinato, al crescere del dosaggio impostato, un aumento nella frazione acquosa della concentrazione di CromoVI (da 12 a 170 ug/l) e di Mercurio (da <0,1 a 26-38 ug/l). L'incremento di CrVI dipende dall'azione ossidante che l'ozono esprime sul contenuto di Cromo presente nello slurry. Analogamente l'incremento del Mercurio potrebbe dipendere dalla dissoluzione di sali di mercurio in acqua per azione dell'ozono sulla matrice solida.
Sulla matrice solida, l'effetto del trattamento con ozono rispetto ai contaminati inorganici adsorbiti risulta non apprezzabile, considerate le concentrazioni iniziali già molto ridotte ed entro i limiti di conformità.

Nelle fotografie a seguire si riporta l'aspetto dei campioni delle prove con ozono. In particolare si evidenza come dopo trattamento la frazione acquosa abbia assunto un colore rosato. Per i test con dosaggio di 0,5-1 $gO_3/g_{terreno}$ tale colorazione è andata scomparendo/affievolendosi il giorno successivo il trattamento, mentre per la prova con dosaggio di 1,5 $gO_3/g_{terreno}$ tale colorazione si è mantenuta. Nelle fotografie si riporta anche l'aspetto del campione dopo trattamento del Bianco.

Fig.14: foto campioni trattati con ozono. In alto: campioni delle prove N.1 e N.2 con dosaggi di 0,5-1 $gO_3/g_{terreno}$ dopo il trattamento e il giorno successivo al trattamento. In basso: campione della prova N.8 con dosaggio di 1,5 gO3/$g_{terreno}$ dopo il trattamento e il giorno successivo. Campione dopo la prova N.7 in bianco.

Prove ossidazione ozono + acqua ossigenata

Nel presente paragrafo si riportano i risultati ottenuti nelle prove di ossidazione con ozono e acqua ossigenata. Le prove (Prova N.5, Prova N.3, Prova N.6 e Prova N.4) hanno previsto il dosaggio di 0,5-1,0 $mgO_3/g_{terreno}$, combinato con un dosaggio di acqua ossigenata secondo un rapporto di H_2O_2/O_3 pari a 1 e 2 g/g. La prova in Bianco di controllo è rappresentata dalla prova N.7. Per il dettaglio della metodica di esecuzione delle prove si rimanda alla sezione MATERIALI e METODI.

Nel grafico a seguire si riporta la resa di trasferimento di ozono in funzione del consumo di ozono, ottenuta nel corso delle prove svolte.
Le quattro prove hanno avuto durata complessiva rispettivamente di 5, 6, 14 e 14 minuti, corrispondenti ai tempi utili per il trasferimento dell'ozono desiderato (0,5-1,0 $mgO_3/g_{terreno}$) ai diversi dosaggi di acqua ossigenata impostata e ulteriori 30 minuti di contatto. In particolare rispetto alle prove svolte con solo ozono, si rileva una resa di trasferimento di ozono molto più elevata dovuta all'effetto di consumo/interazione dell'ozono con l'acqua ossigenata. Si evidenzia come la resa di trasferimento sia andata diminuendo fino a valori del 30-50% per dosaggi di ozono dell'ordine di 0,5 $mgO_3/g_{terreno}$ per poi riscontrare un andamento piatto/crescente per dosaggi superiori.

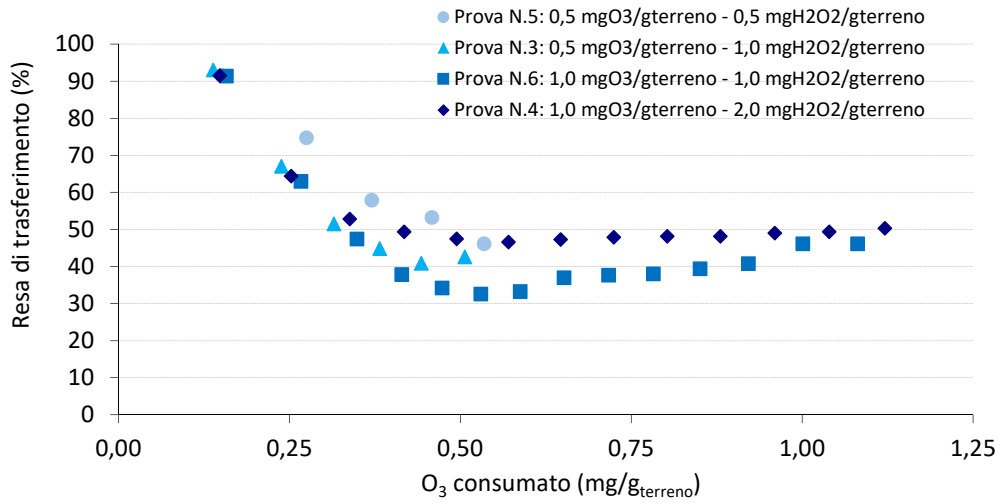


Fig.15: andamento resa di trasferimento delle prove di ossidazione con ozono e acqua ossigenata

Nelle tabelle a seguire si riportano i risultati in termini di concentrazione di contaminanti specifici riscontrati nella matrice acquosa e nella matrice solida dello slurry sottoposto a trattamento di ossidazione con ozono e acqua ossigenata (Slurry di riferimento To-MIX1).

Tab.21: risultati prove di ossidazione con ozono+acqua ossigenata – Matrice acquosa - Dati in ug/l.

Parametro	**Limiti D.Lgs. 152/06**	**To MIX1**	**Prova N.5** 0,5mgO3/g 0,5mgH2O2/g	**Prova N.3** 0,5mgO3/g 1,0mgH2O2/g	**Prova N. 6** 1,0mgO3/g 1,0mgH2O2/g	**Prova N.4** 1,0mgO3/g 2,0mgH2O2/g
Arsenico	10	<1	1	<1	<1	<1
Cromo	50	12	13	14	17	23
Mercurio	1	<0,1	12	15	21	17
Piombo	10	<1	<1	<1	<1	4
Rame	1000	1	1	2	1	3
Cromo VI	5	13	14	15	18	24
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	0,01	270	49,6	49,7	28,9	26
ALIFATICISCLORURATI CANCEROGENI	0					
Cloro Metano	1,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cloroformio	0,15	1,8	0,75	0,56	0,37	0,18

Parametro	Limiti D.Lgs. 152/06	To MIX1	Prova N.5 0,5mgO_3/g 0,5mgH_2O_2/g	Prova N.3 0,5mgO_3/g 1,0mgH_2O_2/g	Prova N. 6 1,0mgO_3/g 1,0mgH_2O_2/g	Prova N.4 1,0mgO_3/g 2,0mgH_2O_2/g
Cloruro di Vinile	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dicloro Etilene	0,05	0,046	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Tricloro Etilene	1,5	0,54	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tetracloro Etilene	1,1	3,77	0,13	0,28	0,13	0,31
Esacloro Butadiene	0,15	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somma dei Composti Organoalogenati	10	6	1	<1	<1	<1
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI						
1,1-Dicloro Etano	810	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	60	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2-Dicloro Propano	0,15	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	0,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,3-Tricloro Propano	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
FITOFARMACI						
beta-Esaclorocicloesano	0,1	1,46	0,3	0,33	0,17	0,09
DDD, DDT, DDE	0,1	0,12	0,05	0,04	0,04	0,04

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.1/B

Tab.22: risultati prove di ossidazione con ozono+acqua ossigenata – Matrice solida.

Parametro	U.M.	Limiti D.Lgs 152/06	To MIX1	Prova N.5 0,5mgO_3/g 0,5mgH_2O_2/g	Prova N.3 0,5mgO_3/g 1,0mgH_2O_2/g	Prova N. 6 1,0mgO_3/g 1,0mgH_2O_2/g	Prova N.4 1,0mgO_3/g 2,0mgH_2O_2/g
Scheletro (2mm - 2cm)	g/kg		272	241	294	264	278
Scheletro (2 mm)	g/kg		272	241	294	264	278
Residuo a 105°C	g/kg		>100,0	>100,0	>100,0	>100,0	>100,0
Cromo VI	mg/kg	15	<1	<1	<1	<1	<1
Arsenico	mg/kg	50	15	13	10	12	12
Mercurio	mg/kg	5	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
Cromo	mg/kg	800	11	16	11	12	12
Piombo	mg/kg	1000	23	23	26	21	25
Rame	mg/kg	600	18	16	18	16	19
PCB	mg/kg	5	182	123	76	98	94
FITOFARMACI							
DDD, DDT, DDE	mg/kg	0,1	<0,06	0,06	<0,06	0,06	<0,06
beta-BHC	mg/kg	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.1/B

Nella tabella a seguire si riporta la caratterizzazione complessiva dello slurry in termini di massa totale (mg) dei diversi contaminati specifici. La determinazione del contenuto in massa è stata eseguita secondo il calcolo (1) a pag.19.

Tab.23: risultati prove di ossidazione con ozono e acqua ossigenata – Contenuto in massa (mg) nello slurry sottoposto a trattamento

Parametro	Limiti D.Lgs. 152/06	To MIX1	Prova N.5 0,5mgO_3/g 0,5mgH_2O_2/g	Prova N.3 0,5mgO_3/g 1,0mgH_2O_2/g	Prova N. 6 1,0mgO_3/g 1,0mgH_2O_2/g	Prova N.4 1,0mgO_3/g 2,0mgH_2O_2/g
Cromo VI	mg	0,064	0,065	0,067	0,071	0,080
Arsenico	mg	6,60	5,72	4,40	5,28	5,28
Mercurio	mg	0,044	0,062	0,067	0,076	0,070
Cromo	mg	4,86	7,06	4,86	5,31	5,31
Piombo	mg	10,12	10,12	11,44	9,24	11,01
Rame	mg	7,92	7,04	7,92	7,04	8,36
PCB	mg	80,5	54,2	33,5	43,2	41,4
DDD, DDT, DDE	mg	0,027	0,026	0,026	0,026	0,026

Nel grafico a seguire si riporta l'andamento dei PCB (contaminante target del presente studio) nella matrice acquosa (ug/l), nella matrice solida (mg/kg) e nel totale dello slurry (mg) in funzione del dosaggio di ozono e acqua ossigenata. Il grafico riporta anche i dati della prova in bianco.

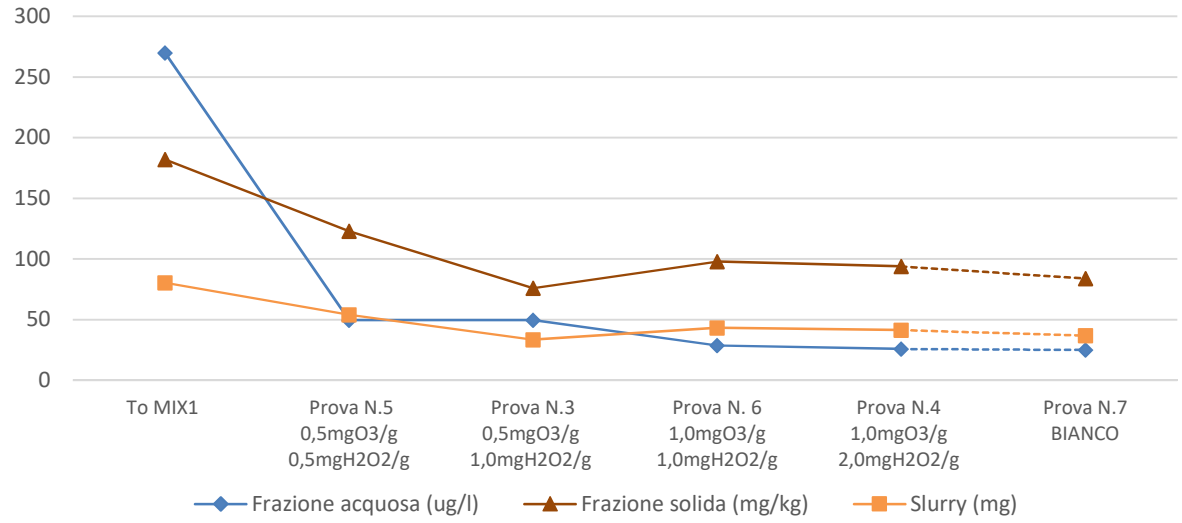


Fig.16: andamento dei PCB, in funzione del dosaggio di ozono e acqua ossigenata, nella matrice acquosa (ug/l) nella matrice solida (mg/kg) e nel totale dello slurry (mg). Il grafico riporta anche i dati della prova in bianco (Prova N.7).

Nella tabella a seguire si riportano le prestazioni, in termini di resa di rimozione e consumo specifico di ossidante, del processo di ossidazione con ozono e acqua ossigenata rispetto ai PCB nella matrice acquosa, solida (terreno) e nello *slurry* complessivo.

Tab.24: prestazioni processo di ossidazione rispetto ai PCB nella matrice acquosa, nella matrice solida e nello slurry.

MATRICE	Parametro	U.M.	**Prova N.5** 0,5mgO_3/g 0,5mgH_2O_2/g	**Prova N.3** 0,5mgO_3/g 1,0mgH_2O_2/g	**Prova N. 6** 1,0mgO_3/g 1,0mgH_2O_2/g	**Prova N.4** 1,0mgO_3/g 2,0mgH_2O_2/g
Acquosa	Resa PCB	%	81,6	81,6	89,3	90,4
	Consumo specifico	mg(O_3+H_2O_2)/ugPCBr	1,51	2,27	2,76	4,10
Solida (terreno)	Resa PCB	%	32,4	58,2	46,2	48,4
	Consumo specifico	mg(O_3+H_2O_2)/mgPCBr	16,9	14,2	23,8	34,1
Slurry	Resa PCB	%	32,7	58,4	46,4	48,6
	Consumo specifico	mg(O_3+H_2O_2)/mgPCBr	19,0	16,0	26,8	38,4

Dall'analisi dei dati si evince come l'attività di ozono e acqua ossigenata si sia espressa sia sulla frazione acquosa sia sulla frazione solida. Sulla frazione acquosa si registra un incremento della resa di rimozione dei PCB (dal 82 al 89%) all'incremento del dosaggio di ozono (da 0,5 a 1,0 mgO_3/$g_{terreno}$). Il dosaggio di acqua ossigenata secondo rapporto 1:1 o 1:2 rispetto al dosaggio di ozono non determina incremento delle prestazioni rispetto ai PCB. I consumi specifici di ossidante rispetto ai PCB disciolti in acqua si sono attestati su valori di 1,5-4,1 mg(O_3+H_2O_2)/ugPCBr.

Sulla frazione solida si riscontra un incremento progressivo della rimozione dei PCB (dal 32 al 58%) per dosaggio di 0,5 mgO_3/$g_{terreno}$ e dosaggi di acqua ossigenata di 0,5 e 1,0 mgH_2O_2/$g_{terreno}$. Dosaggi superiori di ozono e acqua ossigenata non hanno determinato ulteriori incrementi nelle rese di ossidazione. I consumi specifici si sono attestati su valori

di 14-16 mg(O_3+H_2O_2)/mgPCBr per le prove svolte a dosaggi di 0,5 mgO_3/$g_{terreno}$ e 0,5-1,0 mgH_2O_2/$g_{terreno}$ e su valori di 27-38 mg(O_3+H_2O_2)/$g_{terreno}$ per dosaggi superiori.

In base ai risultati riportati il test che ha riscontrato le migliori prestazioni è stato quello svolto secondo dosaggi di 0,5 mgO_3/$g_{terreno}$ e 1,0 mgH_2O_2/$g_{terreno}$, consentendo di ottenere una rimozione del 80% dei PCB dalla matrice acquosa e del 58% dei PCB della matrice solida. Si sottolinea come la prova in bianco abbia apparentemente ottenuto esiti più performanti, raggiungendo rese di rimozione dei PCB nella frazione acquosa del 90% e nella frazione solida del 54%. Si rimanda al capitolo "Prove in bianco" la discussione di tali risultati.

Rispetto agli altri contaminanti organici si evidenzia come il trattamento con ozono e acqua ossigenata nella matrice acquosa abbia determinato la rimozione del contenuto di cloroformio (da 1,8 a 0,18 ug/l), di tetracloroetilene (da 3,77 a 0,31 ug/l) e dei fitofarmaci (beta Esaclorocicloesano da 1,46 a 0,09 e DDD,DDT,DDE da 0,12 a 0,04 ug/l).
Sulla matrice solida, l'effetto del trattamento con ozono e acqua ossigenata sugli altri contaminati organici adsorbiti (Fitofarmaci) non è apprezzabile, considerate le concentrazioni iniziali già molto ridotte ed entro i limiti di conformità.

In merito al contenuto delle specie metalliche il trattamento con ozono e acqua ossigenata ha determinato, al crescere del dosaggio impostato, un aumento nella frazione acquosa della concentrazione di CromoVI (da 12 a 24 ug/l) e di Mercurio (da <0,1 a 21 ug/l). L'incremento di CrVI, dovuto all'ossidazione del Cromo totale, risulta essere inferiore a quello registrato nelle prove con solo O_3, rendendo il trattamento con ozono e acqua ossigenata preferibile rispetto all'impiego del solo ozono. Anche il rilascio di mercurio nel caso di trattamento combinato O_3+H_2O_2 risulta essere più contenuto rispetto a quanto registrato nelle prove con sono ozono.
Sulla matrice solida, l'effetto del trattamento con ozono e acqua ossigenata rispetto ai contaminanti inorganici adsorbiti risulta non apprezzabile, considerate le concentrazioni iniziali già molto ridotte ed entro i limiti di conformità.

Nelle fotografie a seguire si riporta l'aspetto dei campioni delle prove con ozono e acqua ossigenata. A titolo di confronto si riporta anche la fotografia del campione della Prova in bianco N.7.

Fig.17: aspetto dei campioni delle prove con ozono e acqua ossigenata. Da sinistra Prova N.5 (0,5 $gO_3/g_{terreno}$+0,5 $gH_2O_2/g_{terreno}$), Prova N.3 (0,5 $gO_3/g_{terreno}$+1,0 $gH_2O_2/g_{terreno}$), Prova N.4 (1,0 $gO_3/g_{terreno}$+2,0 $gH_2O_2/g_{terreno}$), Prova N.6 (1,0 $gO_3/g_{terreno}$+1,0 $gH_2O_2/g_{terreno}$) e Prova N.7 in bianco.

Prove di ossidazione acqua ossigenata

Nel presente paragrafo si riportano i risultati ottenuti nelle prove di ossidazione con acqua ossigenata. Le prove (Prova N.10, Prova N.11 e Prova N.12) hanno previsto il dosaggio di 0,5-1,0-2,0 $mgO_3/g_{terreno}$. La prova in bianco di controllo è rappresentata dalla prova N.9. Le quattro prove hanno avuto durata di 30 minuti ciascuna.
Per il dettaglio della metodica di esecuzione delle prove si rimanda alla sezione MATERIALI e METODI.

Nelle tabelle a seguire si riportano i risultati in termini di concentrazione di contaminanti specifici riscontrati nella matrice acquosa e nella matrice solida dello slurry sottoposto a trattamento (Slurry di riferimento To-MIX2).

Tab.25: risultati prove di ossidazione con acqua ossigenata – Matrice acquosa - Dati in ug/l.

Parametro	Limiti D.Lgs.152/06	To MIX2	Prova N.10 0,5mgH_2O_2/g	Prova N.11 1,0mgH_2O_2/g	Prova N. 12 2,0mgH_2O_2/g	Prova N.9 BIANCO
Arsenico	10	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo	50	14	8	8	7	10
Mercurio	1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2
Piombo	10	<1	<1	<1	<1	<1
Rame	1000	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo VI	5	17	9	9	8	12
PCB Totali (Aroclor 1016+1260)	0,01	16,2	24,9	26,5	55,8	12,5
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI						
Cloro Metano	1,5	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cloroformio	0,15	1,73	0,48	0,32	0,66	0,46
Cloruro di Vinile	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dicloro Etilene	0,05	0,052	<0,005	0,006	0,017	<0,005
Tricloro Etilene	1,5	0,41	0,07	0,05	0,14	0,07
Tetracloro Etilene	1,1	2,89	0,65	0,53	1,1	0,86
Esacloro Butadiene	0,15	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somma dei Composti Organoalogenati	10	5	1	1	2	2
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI						
1,1-Dicloro Etano	810	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	60	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2-Dicloro Propano	0,15	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	0,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,3-Tricloro Propano	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
FITOFARMACI						
beta-Esaclorocicloesano	0,1	0,23	0,38	0,29	0,05	0,37
DDD, DDT, DDE	0,1	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.1/B

Tab.26: risultati prove di ossidazione con acqua ossigenata – Matrice solida.

Parametro	U.M.	Limiti D.Lgs 152/06	To MIX2	Prova N.13 0,5mgH_2O_2/g	Prova N.14 1,0mgH_2O_2/g	Prova N. 15 2,0mgH_2O_2/g	Prova N.9 BIANCO
Scheletro (2mm - 2cm)	g/kg		103	106	98	100	98
Scheletro (2 mm)	g/kg		103	106	98	100	98
Residuo a 105°C	g/kg		>100,0	>100,0	>100,0	>100,0	>100,0
Cromo VI	mg/kg	15	<1	<1	<1	<1	<1
Arsenico	mg/kg	50	19	21	21	20	21
Mercurio	mg/kg	5	<0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1
Cromo	mg/kg	800	17	20	19	19	19
Piombo	mg/kg	1000	44	49	55	46	50
Rame	mg/kg	600	16	18	18	17	18
PCB	mg/kg	5	36	40	32	40	33
FITOFARMACI							
DDD, DDT, DDE	mg/kg	0,1	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
beta-BHC	mg/kg	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.1/B

Nella tabella a seguire si riporta la caratterizzazione complessiva dello slurry in termini di massa totale (mg) dei diversi contaminati specifici. La determinazione del contenuto in massa è stata eseguita secondo il calcolo (1) a pag.19.

Tab.27: risultati prove di ossidazione con acqua ossigenata – Contenuto in massa (mg) nello slurry sottoposto a trattamento

Parametro	To MIX2	Prova N.10 0,5mgH_2O_2/g	Prova N.11 1,0mgH_2O_2/g	Prova N. 12 2,0mgH_2O_2/g	Prova N.9 BIANCO
Cromo VI	Mg	0,45	0,43	0,43	0,43
Arsenico	Mg	7,98	8,82	8,82	8,40
Mercurio	Mg	0,04	0,04	0,04	0,04
Cromo	Mg	7,16	8,41	7,99	7,99
Piombo	Mg	18,5	20,6	23,1	19,3
Rame	Mg	6,72	7,56	7,56	7,14
PCB	Mg	15,1	16,8	13,5	16,9
DDD, DDT, DDE	Mg	0,03	0,03	0,03	0,03

Nel grafico a seguire si riporta l'andamento dei PCB (contaminate target del presente studio) nella matrice acquosa (ug/l) nella matrice solida (mg/kg) e nel totale dello slurry (mg) in funzione del dosaggio di ozono. Il grafico riporta anche i dati della prova in bianco.

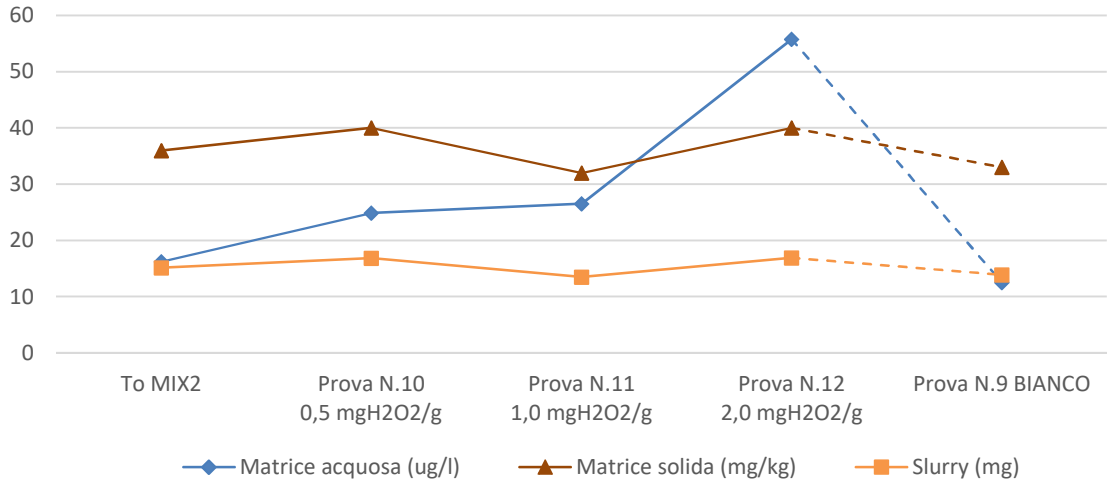


Fig.18: andamento dei PCB, in funzione del dosaggio di acqua ossigenata, nella matrice acquosa (ug/l) nella matrice solida (mg/kg) e nel totale dello slurry (mg). Il grafico riporta anche i dati della corrispondente prova in bianco (Prova N.9).

Dall'analisi dei dati si evince come l'acqua ossigenata non abbia espresso un'azione di rimozione dei PCB né nella matrice acquosa, né nella matrice solida. Nella matrice acquosa si riscontra un incremento dei PCB (da 16 a 56 ug/l) all'aumento del dosaggio di acqua ossigenata dovuto ad un probabile rilascio dalla matrice solida.

Rispetto agli altri contaminanti organici si evidenzia come il trattamento con acqua ossigenata nella matrice acquosa abbia determinato una parziale riduzione del contenuto di cloroformio (da 1,87 a 0,3 ug/l), di tetracloroetilene (da 2,89 a 0,53 ug/l) e dei fitofarmaci (beta Esaclorocicloesano da 0,23 a 0,05 ug/l).
Sulla matrice solida, l'effetto del trattamento con acqua ossigenata rispetto agli altri contaminati organici adsorbiti non è apprezzabile considerate le concentrazioni iniziali già molto ridotte ed entro i limiti di conformità.

In merito al contenuto delle specie metalliche il trattamento con acqua ossigenata non ha determinato significative variazioni, se non una parziale riduzione del CromoVI (da 17 a 8 ug/l).
Sulla matrice solida, l'effetto del trattamento con acqua ossigenata rispetto agli altri contaminati organici adsorbiti (Fitofarmaci) non è apprezzabile considerate le concentrazioni iniziali già molto ridotte ed entro i limiti di conformità.

Si evidenzia come la prova in bianco rilevi una buona corrispondenza analitica rispetto al campione di riferimento To-MIX2, ad indicazione di come le modifiche qualitative riscontrate nelle prove di ossidazione con acqua ossigenata siano riconducibili al processo ossidativo stesso.

Nelle fotografie a seguire si riporta l'aspetto dei campioni delle prove con acqua ossigenata. A titolo di confronto si riportano anche le fotografie del campione To-MIX2 e del campione della Prova in bianco N.9.

Fig.19: aspetto dei campioni delle prove con ozono e acqua ossigenata. Da sinistra To-MIX2, Prova N.9 in bianco, Prova N.10 (0,5 gH_2O_2/$g_{terreno}$), Prova N.11 (1,0 gH_2O_2/$g_{terreno}$), Prova N.12 (2,0 gH_2O_2/$g_{terreno}$).

Prove di ossidazione Processo Fenton

Nel presente paragrafo si riportano i risultati ottenuti nelle prove di ossidazione con Processo Fenton. Le prove (Prova N.13, Prova N.14 e Prova N.15) hanno previsto il dosaggio di 0,5-2,0 mgH_2O_2/$g_{terreno}$ e solfato ferroso secondo un rapporto H_2O_2:$FeSO_4$=1:1. La prova in bianco di controllo è rappresentata dalla prova N.9. Le prove svolte hanno previsto un tempo di contatto di 30 minuti.
Per il dettaglio della metodica di esecuzione delle prove si rimanda alla sezione MATERIALI e METODI.

Nelle tabelle a seguire si riportano i risultati in termini di concentrazione di contaminanti specifici riscontrati nella matrice acquosa e nella matrice solida dello slurry sottoposto a trattamento (Slurry di riferimento To-MIX2).

Tab.28: risultati prove di ossidazione con Processo Fenton – Matrice acquosa - Dati in ug/l.

Parametro	**Limiti** D.Lgs. 152/06	**To MIX2**	**Prova N.13** 0,5mgH_2O_2/g 0,5mg$FeSO_4$/g	**Prova N.14** 1,0mgH_2O_2/g 1,0mg$FeSO_4$/g	**Prova N. 15** 2,0mgH_2O_2/g 2,0mg$FeSO_4$/g	**Prova N.9** BIANCO
Arsenico	10	<1	47	20	14	<1
Cromo	50	14	2	3	3	10
Mercurio	1	0,5	0,3	0,2	0,3	0,2
Piombo	10	<1	<1	<1	<1	<1
Rame	1000	<1	2	2	1	<1
Cromo VI	5	17	<4	<5	4	12

Parametro	Limiti D.Lgs. 152/06	To MIX2	Prova N.13 0,5mgH_2O_2/g 0,5mg$FeSO_4$/g	Prova N.14 1,0mgH_2O_2/g 1,0mg$FeSO_4$/g	Prova N. 15 2,0mgH_2O_2/g 2,0mg$FeSO_4$/g	Prova N.9 BIANCO
PCB Totali (Aroclor 1016+1260)	0,01	16,2	26,4	33,6	28,3	12,5
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI						
Cloro Metano	1,5	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cloroformio	0,15	1,73	0,1	0,21	0,11	0,46
Cloruro di Vinile	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dicloro Etilene	0,05	0,052	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Tricloro Etilene	1,5	0,41	<0,01	<0,01	<0,01	0,07
Tetracloro Etilene	1,1	2,89	0,04	0,03	0,01	0,86
Esacloro Butadiene	0,15	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somma dei Composti Organoalogenati	10	5	<1	<1	<1	2
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI						
1,1-Dicloro Etano	810	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	60	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2-Dicloro Propano	0,15	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	0,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,3-Tricloro Propano	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
FITOFARMACI						
beta-Esaclorocicloesano	0,1	0,23	0,05	0,04	0,03	0,37
DDD, DDT, DDE	0,1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.1/B

Tab.29: risultati prove di ossidazione con Processo Fenton – Matrice solida.

Parametro	U.M.	Limiti D.Lgs 152/06	To MIX2	Prova N.13 0,5mgH_2O_2/g 0,5mg$FeSO_4$/g	Prova N.14 1,0mgH_2O_2/g 1,0mg$FeSO_4$/g	Prova N. 15 2,0mgH_2O_2/g 2,0mg$FeSO_4$/g	Prova N.9 BIANCO
Scheletro (2mm - 2cm)	g/kg		103	106	98	100	98
Scheletro (2 mm)	g/kg		103	106	98	100	98
Residuo a 105°C	g/kg		>100,0	>100,0	>100,0	>100,0	>100,0
Cromo VI	mg/kg	15	<1	<1	<1	<1	<1
Arsenico	mg/kg	50	19	21	21	20	21
Mercurio	mg/kg	5	<0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1
Cromo	mg/kg	800	17	20	19	19	19
Piombo	mg/kg	1000	44	49	55	46	50
Rame	mg/kg	600	16	18	18	17	18
PCB	mg/kg	5	36	40	32	40	33
FITOFARMACI							
DDD, DDT, DDE	mg/kg	0,1	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
beta-BHC	mg/kg	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.1/B

Nella tabella a seguire si riporta la caratterizzazione complessiva dello slurry in termini di massa totale (mg) dei diversi contaminati specifici. La determinazione del contenuto in massa è stata eseguita secondo il calcolo (1) a pag.19.

Tab.30: risultati prove di ossidazione con Processo Fenton – Slurry.

Parametro	U.M.	To MIX2	Prova N.13 0,5mgH_2O_2/g 0,5mg$FeSO_4$/g	Prova N.14 1,0mgH_2O_2/g 1,0mg$FeSO_4$/g	Prova N. 15 2,0mgH_2O_2/g 2,0mg$FeSO_4$/g	Prova N.9 BIANCO
Cromo VI	mg	0,44	0,46	0,47	0,46	0,44
Arsenico	mg	7,98	8,05	8,43	8,84	8,82
Mercurio	mg	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Cromo	mg	7,16	7,56	7,56	7,14	8,00
Piombo	mg	18,5	18,5	20,2	21,0	21,0
Rame	mg	6,72	7,56	7,56	8,40	7,56
PCB	mg	15,1	11,4	11,8	15,2	13,9
DDD, DDT, DDE	mg	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

Nel grafico a seguire si riporta l'andamento dei PCB (contaminante target del presente studio) nella matrice acquosa (ug/l), nella matrice solida (mg/kg) e nel totale dello slurry (mg) in funzione del dosaggio di acqua ossigenata e solfato ferroso. Il grafico riporta anche i dati della prova in bianco.

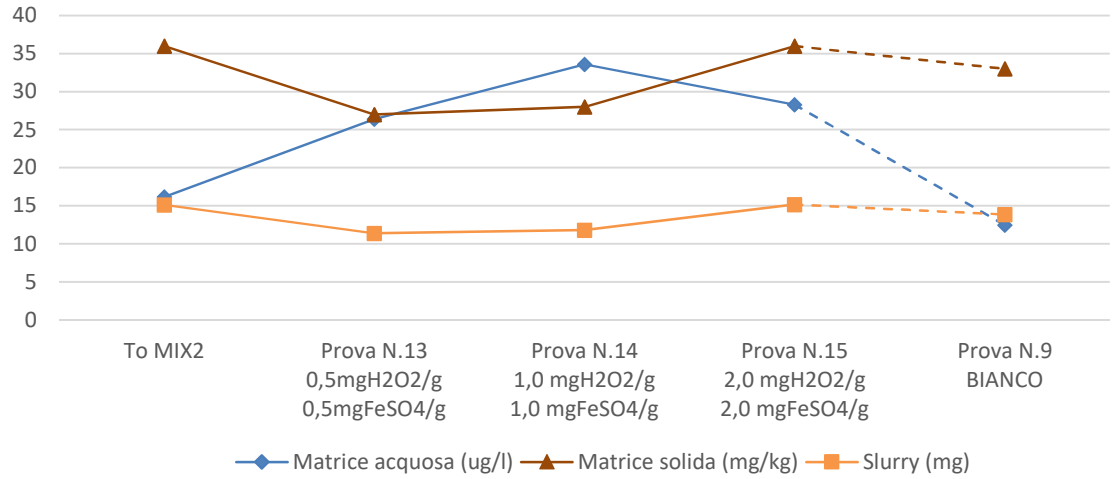


Fig.20: andamento dei PCB registrato nelle prove con processo Fenton in funzione del dosaggio di acqua ossigenata e solfato ferroso, nella matrice acquosa (ug/l) nella matrice solida (mg/kg) e nel totale dello slurry (mg). Il grafico riporta anche i dati della prova in bianco (Prova N.9).

Dall'analisi dei dati si evince come il Processo Fenton non abbia espresso un'azione di rimozione dei PCB significativa né nella matrice acquosa, né nella matrice solida. Nella matrice acquosa si riscontra un incremento dei PCB, passati da 16 a 34 ug/l per dosaggi di 1 $mgH_2O_2/g_{terreno}$. Per dosaggi dell'ordine di 2 $mgH_2O_2/g_{terreno}$ si riscontra una riduzione dei PCB disciolti fino a valori di 28 ug/l. Alle fluttuazioni riscontrate nella matrice acquosa sono corrisposte fluttuazioni opposte nella matrice solida ad indicazione dello scambio del contenuto di contaminante tra le due matrici.

Rispetto agli altri contaminanti organici, si evidenzia come il Processo Fenton nella matrice acquosa abbia determinato la rimozione del contenuto di cloroformio (da 1,73 a 0,1 ug/l), di tetracloroetilene (da 2,89 a 0,01 ug/l) e dei fitofarmaci (beta Esaclorocicloesano da 0,23 a 0,03 ug/l).
Sulla matrice solida, l'effetto del Processo Fenton rispetto agli altri contaminati organici adsorbiti (Fitofarmaci) non è apprezzabile considerate le concentrazioni iniziali già molto ridotte ed entro i limiti di conformità.

In merito al contenuto delle specie metalliche, nella frazione acquosa il processo Fenton ha determinato la rimozione del CromoVI (da 17 a <4 ug/l) ed un incremento del contenuto di Arsenico (da <1 ug/l a 14-47 ug/l). Quest'ultima dipende probabilmente dal rilascio in acqua di falda a seguito della fase di acidificazione dello slurry iniziale.
Sulla matrice solida, l'effetto del Processo Fenton rispetto ai contaminati inorganici adsorbiti risulta non apprezzabile considerate le concentrazioni iniziali già molto ridotte ed entro i limiti di conformità.

Si evidenzia come la prova in bianco (Prova N.9) rilevi una buona corrispondenza analitica rispetto al campione di riferimento To-MIX2, ad indicazione di come le modifiche qualitative riscontrate nelle prove di ossidazione con Processo Fenton siano riconducibili al processo ossidativo stesso.

Nelle fotografie a seguire si riporta l'aspetto dei campioni delle prove con Processo Fenton. A titolo di confronto si riportano anche le fotografie del campione To-MIX2 e del campione della Prova in bianco N.9.

Fig.21: aspetto dei campioni delle prove con Processo Fenton. Da sinistra To-MIX2, Prova N.9 in bianco, Prova N.13 (0,5 $gH_2O_2/g_{terreno}$+0,5 $gFeSO_4/g_{terreno}$), Prova N.14 (1,0 $gH_2O_2/g_{terreno}$+1,0 $gFeSO_4/g_{terreno}$), Prova N.15 (2,0 $gH_2O_2/g_{terreno}$+2,0 $gFeSO_4/g_{terreno}$).

Prove di ossidazione – Ozono+Acqua ossigenata – Sessione 3

Nel presente paragrafo si riportano i risultati ottenuti nella prova di ossidazione con ozono e acqua ossigenata svolta nella Sessione 3. La prova (Prova N.17) ha previsto il dosaggio di 0,5 $mgO_3/g_{terreno}$, combinato con il dosaggio di 1 $mgH_2O_2/g_{terreno}$ (rapporto H_2O_2/O_3=2). La prova in bianco di controllo è rappresentata dalla Prova N.16.

Nel grafico a seguire si riporta la resa di trasferimento di ozono in funzione del consumo di ozono, ottenuta nel corso della prova svolta, messa a confronto con quella ottenuta a parità di dosaggio di ossidanti nella prova N.5 della Sessione 1. Si evidenzia la buona corrispondenza tra le due prove.

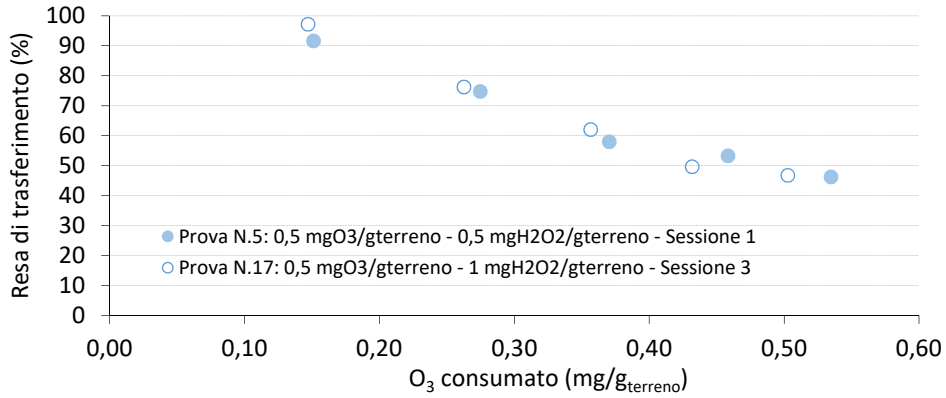


Fig.22: andamento resa di trasferimento dell'ozono nelle prove di ossidazione con ozono e acqua ossigenata svolte secondo dosaggi di 0,5 $gO_3/g_{terreno}$ e 1 $mgH_2O_2/g_{terreno}$ (Prova N.5 e Prova N.17)

La prova N.17 ha avuto una durata complessiva di 5 minuti, corrispondente al tempo utile per il trasferimento dell'ozono desiderato (0,5 $mgO_3/g_{terreno}$) combinato al dosaggio di H_2O_2 (1 $mgH_2O_2/g_{terreno}$). Oltre al tempo di dosaggio dell'ozono e dell'acqua ossigenata, la prova ha previsto un tempo di contatto di ulteriori 30 minuti per favorire l'azione degli ossidanti.

Nelle tabelle a seguire si riportano i risultati in termini di concentrazione di contaminanti specifici riscontrati nella matrice acquosa e nella matrice solida dello slurry sottoposto a trattamento (Slurry di riferimento To-MIX3). Si riporta anche la speciazione dei PCB congeneri (matrice acquosa e solida) e delle diossine (matrice solida).

Tab.31: risultati prove di ossidazione O_3+H_2O_2 Sessione N.3 – Matrice acquosa - Dati in ug/l.

Parametro	Limiti D.Lgs.152/06	To MIX3	Prova N.17 0,5mgO_3/g 1,0mgH_2O_2/g	Prova N.16 BIANCO
Arsenico	10	<1	1	1
Cromo	50	13	9	13
Mercurio	1	<0,1	0,2	<0,1
Piombo	10	<1	<1	<1
Rame	1000	2	6	2
Cromo VI	5	12	8	12
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	0,01	78	513	269
Somma PCB Congeneri		28,4	159	98,4
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI	0			
Cloro Metano	1,5	<0,05	0,05	<0,05
Cloroformio	0,15	1,15	0,58	0,05
Cloruro di Vinile	0,5	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	3	<0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dicloro Etilene	0,05	0,012	0,008	<0,005
Tricloro Etilene	1,5	0,15	<0,01	<0,01
Tetracloro Etilene	1,1	0,52	0,05	0,02
Esacloro Butadiene	0,15	<0,01	<0,01	<0,01
Somma dei Composti Organoalogenati	10	1,9	0,74	0,15
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI				
1,1-Dicloro Etano	810	0,02	<0,01	<0,01
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	60	0,04	0,01	0,01
1,2-Dicloro Propano	0,15	0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	0,2	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,3-Tricloro Propano	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	0,05	<0,005	<0,005	<0,005
FITOFARMACI				
beta-Esaclorocicloesano	0,1			
DDD, DDT, DDE	0,1			

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.1/B

Tab.32: speciazione PCB congeneri prove di ossidazione O_3+H_2O_2 Sessione N.3 – Matrice acquosa.

PCB	U.M.	To MIX3	Prova N.17 0,5mgO_3/g 1,0mgH_2O_2/g	Prova N.16 BIANCO
PCB-101	µg/l	2,2	8,1	6,9
PCB-105	µg/l	0,27	1,5	0,75
PCB-110	µg/l	2	7,6	6,1
PCB-114	µg/l	0,009	0,046	0,01
PCB-118	µg/l	0,81	4,2	2,8
PCB-123	µg/l	0,04	0,2	0,14
PCB-126	µg/l	<0,020	<0,020	<0,020
PCB-128	µg/l	0,47	2	1,6
PCB-138	µg/l	3,9	19,2	14,5
PCB-146	µg/l	0,43	2,4	1,6
PCB-149	µg/l	2,9	16,2	10,9
PCB-151	µg/l	0,92	5,5	3,2
PCB-153	µg/l	2,9	18,9	13,4
PCB-156	µg/l	0,25	1,6	1
PCB-157	µg/l	0,013	0,16	0,15
PCB-167	µg/l	0,26	1,1	0,69
PCB-169	µg/l	<0,10	<2,0	<0,50
PCB-170	µg/l	1,2	8	4,2
PCB-177	µg/l	0,67	4,5	2,3
PCB-18	µg/l	0,035	0,056	0,032

PCB	U.M.	To MIX3	Prova N.17 0,5mgO_3/g 1,0mgH_2O_2/g	Prova N.16 BIANCO
PCB-180	µg/l	2,6	22,7	9,7
PCB-183	µg/l	0,5	4,3	2,1
PCB-187	µg/l	1,1	9,2	4
PCB-189	µg/l	0,045	0,26	0,16
PCB-194	µg/l	0,32	3,4	1
PCB-196+203	µg/l	0,4	4,27	1,18
PCB-209	µg/l	0,005	0,048	0,009
PCB-28	µg/l	0,15	0,38	0,26
PCB-31	µg/l	0,15	0,25	0,21
PCB-35	µg/l	<0,005	<0,050	<0,020
PCB-44	µg/l	0,13	0,26	0,22
PCB-52	µg/l	0,32	0,89	0,61
PCB-77	µg/l	0,07	0,55	0,32
PCB-81	µg/l	<0,020	<0,020	<0,050
PCB-95	µg/l	3,1	9,9	7,8
PCB-99	µg/l	0,2	1,2	0,57
PCB-101	µg/l	2,2	8,1	6,9

Tab.33: risultati prove di ossidazione O_3+H_2O_2 Sessione N.3 – Matrice solida.

Parametro	U.M.	Limiti D.Lgs 152/06	To MIX3	Prova N.17 0,5mgO_3/g 1,0mgH_2O_2/g	Prova N.16 BIANCO
Scheletro (2mm - 2cm)	g/kg		18	11	<1
Scheletro (2 mm)	g/kg		18	11	<1
Residuo a 105°C	g/kg		981,9	982,2	980,3
Cromo VI	mg/kg	15	<1	<1	<1
Arsenico	mg/kg	50	22	22	23
Mercurio	mg/kg	5	0,4	0,5	0,4
Cromo	mg/kg	800	30	29	29
Piombo	mg/kg	1000	49	49	52
Rame	mg/kg	600	71	71	75
PCB	mg/kg	5	1800	1750	1840
Sommatoria PCB congeneri	mg/kg		664	680	686
FITOFARMACI					
DDD, DDT, DDE	mg/kg	0,1	1,38	1,42	1,55
beta-BHC	mg/kg	0	0,08	0,06	0,07

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.1/B

Tab.34: speciazione PCB congeneri prove di ossidazione O_3+H_2O_2 Sessione N.3 – Matrice solida.

PCB	U.M.	To MIX3	Prova N.17 0,5mgO_3/g+ 1,0mgH_2O_2/g	Prova N.16 BIANCO
PCB-101	mg/kg	38,7	44,6	45,7
PCB-105	mg/kg	5,5	5,9	6
PCB-110	mg/kg	40,5	38,5	41
PCB-114	mg/kg	0,22	<0,005	0,1
PCB-118	mg/kg	19,3	20,2	21,4
PCB-123	mg/kg	0,92	0,93	0,92
PCB-126	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,010
PCB-128	mg/kg	12	13,2	11,6
PCB-138	mg/kg	103	105	96,1
PCB-146	mg/kg	11,5	11,2	12,1
PCB-149	mg/kg	70,5	76,2	76,7
PCB-151	mg/kg	15,3	26,9	32,4
PCB-153	mg/kg	83,3	91,9	95,4
PCB-156	mg/kg	7,8	8,5	7,8
PCB-157	mg/kg	1,1	1,1	1,5
PCB-167	mg/kg	5,2	5	4,5
PCB-169	mg/kg	<5,0	<5,0	<5,0
PCB-170	mg/kg	37,5	31,7	32,8
PCB-177	mg/kg	18	17,6	17,8

PCB	U.M.	To MIX3	Prova N.17 0,5mgO_3/g+ 1,0mgH_2O_2/g	Prova N.16 BIANCO
PCB-18	mg/kg	0,057	0,061	0,07
PCB-180	mg/kg	71,2	68,4	70,9
PCB-183	mg/kg	15,9	16,2	15,7
PCB-187	mg/kg	28,6	30,1	32,4
PCB-189	mg/kg	1,2	1,2	1,2
PCB-194	mg/kg	7,4	7,5	7,6
PCB-196+203	mg/kg	10,5	10	10,3
PCB-209	mg/kg	0,069	0,079	0,078
PCB-28	mg/kg	1,1	1	1,1
PCB-31	mg/kg	0,81	0,75	0,85
PCB-35	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050
PCB-44	mg/kg	0,79	0,8	0,8
PCB-52	mg/kg	2,7	2,9	2,9
PCB-77	mg/kg	2	2	2,2
PCB-81	mg/kg	<0,10	<0,050	<1,0
PCB-95	mg/kg	44,1	46,8	42
PCB-99	mg/kg	3,7	3,9	3,9
PCB_Tot	mg/kg	664	680	686

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.1/B

Tab.35: speciazione Diossine prove di ossidazione O_3+H_2O_2 Sessione N.3 – Matrice solida.

Diossine	U.M.	To MIX3	Prova N.17 0,5mgO_3/g +1,0mgH_2O_2/g	Prova N.16 BIANCO
2,3,7,8-TCDD	ug/kg	2,1	1,6	NA
1,2,3,7,8-PCDD	ug/kg	4,5	3,4	NA
1,2,3,4,7,8-HCDD	ug/kg	0,4	0,036	NA
1,2,3,6,7,8-HCDD	ug/kg	0,53	0,39	NA
1,2,3,7,8,9-HCDD	ug/kg	3,4	2,7	NA
1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	ug/kg	0,0036	0,0018	NA
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	ug/kg	1,2	0,93	NA
2,3,7,8-TCDF	ug/kg	0,95	0,69	NA
1,2,3,7,8-PCDF	ug/kg	0,17	0,14	NA
2,3,4,7,8-PCDF	ug/kg	34	63	NA
1,2,3,4,7,8-HCDF	ug/kg	0,078	0,065	NA
1,2,3,6,7,8-HCDF	ug/kg	0,3	0,26	NA
2,3,4,6,7,8-HCDF	ug/kg	5,5	4,7	NA
1,2,3,7,8,9-HCDF	ug/kg	2,2	2	NA
1,2,3,4,6,7-8-HPCDF	ug/kg	1,3	0,94	NA
1,2,3,4,7,8-9-HPCDF	ug/kg	0,073	0,063	NA
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	ug/kg	2,4	1,9	NA
PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	ug/kg	3	2,2	NA

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.1/B

Nella tabella a seguire si riporta la caratterizzazione complessiva dello slurry in termini di massa totale (mg) dei diversi contaminati specifici. La determinazione del contenuto in massa è stata eseguita secondo il calcolo (1) a pag.19.

Tab.36: risultati prove di ossidazione O_3+H_2O_2 Sessione N.3 – Contenuto in massa (mg) nello slurry sottoposto a trattamento

Parametro	U.M.	To MIX3	Prova N.17 0,5mgO_3/g 1,0mgH_2O_2/g	Prova N.16 BIANCO
Cromo VI	mg	0,52	0,51	0,52
Arsenico	mg	11,0	11,0	11,5
Mercurio	mg	0,20	0,25	0,20
Cromo	mg	15,0	14,5	14,5
Piombo	mg	24,5	24,5	26,0
Rame	mg	35,5	35,5	37,5
PCB	mg	900	876	920
PCB congeneri	mg	332	340	343

Nel grafico a seguire si riporta l'andamento dei PCB (contaminante target del presente studio) nella matrice acquosa (ug/l), nella matrice solida (mg/kg) e nel totale dello slurry (mg) registrate nella prova N.17 e nel test in bianco N.16 confrontate con il valore iniziale To MIX3.

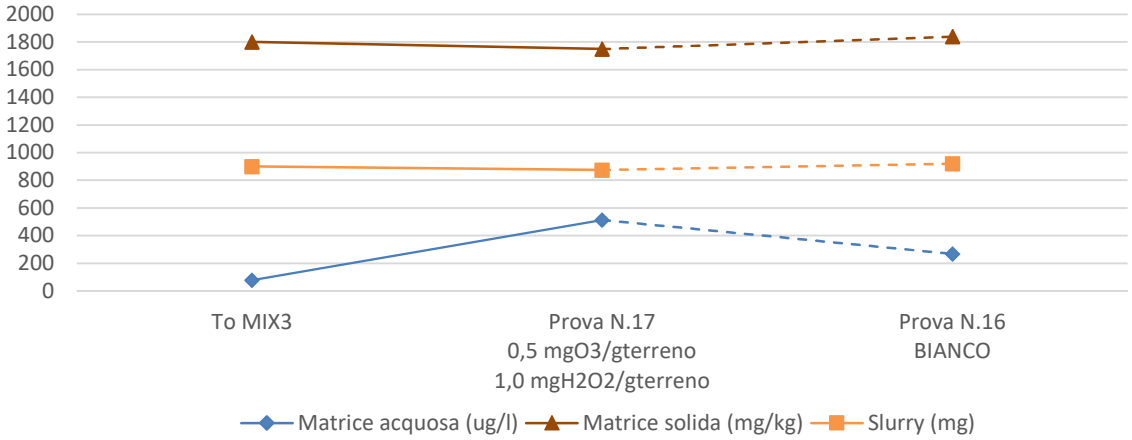


Fig.23: andamento dei PCB registrato nella prova di ossidazione con ozono e acqua ossigenata della Sessione 3, nella matrice acquosa (ug/l) nella matrice solida (mg/kg) e nel totale dello slurry (mg). Il grafico riporta anche i dati della prova in bianco (Prova N.16).

Dall'analisi dei dati si evince come nella presente sessione il trattamento con Ozono e acqua ossigenata abbia determinato il rilascio nella matrice acquosa di PCB, passati da 78 ug/l nel campione To-MIX a 513 ug/l nel campione trattato. Tale incremento viene riscontrato anche nell'analisi dei PCB congeneri, passati da 28 a 159 ug/l.
Anche il test di controllo in bianco evidenzia un rilascio di PCB nella frazione acquosa, registrando concentrazioni finali di 269 ug/l (98 ug/l PCB congeneri).
Sulla matrice solida sia la prova di ossidazione, sia la prova in bianco non hanno riscontrato variazioni significative nel contenuto di PCB, rimasti entro valori di 1750-1840 mg/kg (664-686 come sommatoria dei PCB congeneri).
Si evidenzia come le concentrazioni iniziali di PCB nel terreno To-MIX3 risultino essere di 1-2 ordini di grandezza superiori rispetto ai terreni To-MIX1 e To-MIX2. In questi termini il dosaggio di ossidanti potrebbe non essere stato sufficiente per poter determinare la rimozione dei PCB, ma ne abbia indotto, unitamente alla miscelazione, un parziale rilascio nella frazione acquosa. Viste le concentrazioni in gioco, il rilascio nella frazione acquosa è stato conseguito, seppur secondo quantità inferiori, anche nella prova in bianco.

Nei grafici a seguire si riporta la speciazione dei PCB congeneri nella frazione acquosa e solida nei campioni in esame. I dati riportati confermano l'incremento del contenuto di PCB nella matrice acquosa dal campione iniziale ai campioni trattati (con processo di ossidazione e con processo in bianco). Sulla matrice solida non si riscontrano significative variazioni a meno di valori specifici più elevati nei campioni trattati rispetto al campione iniziale (PCB153-149-101-151). Si ritiene tale variabilità connessa alla manipolazione/analisi dei campioni.

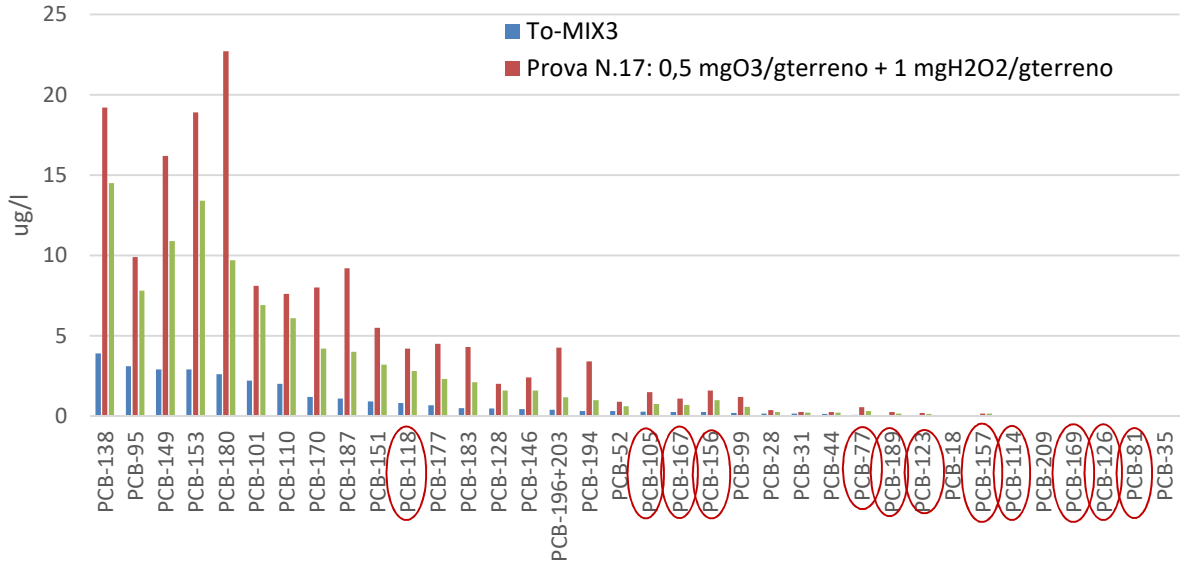


Fig.24: speciazione PCB congeneri nella frazione acquosa dei campioni della sessione 3. In rosso i PCB congeneri diossina simili.

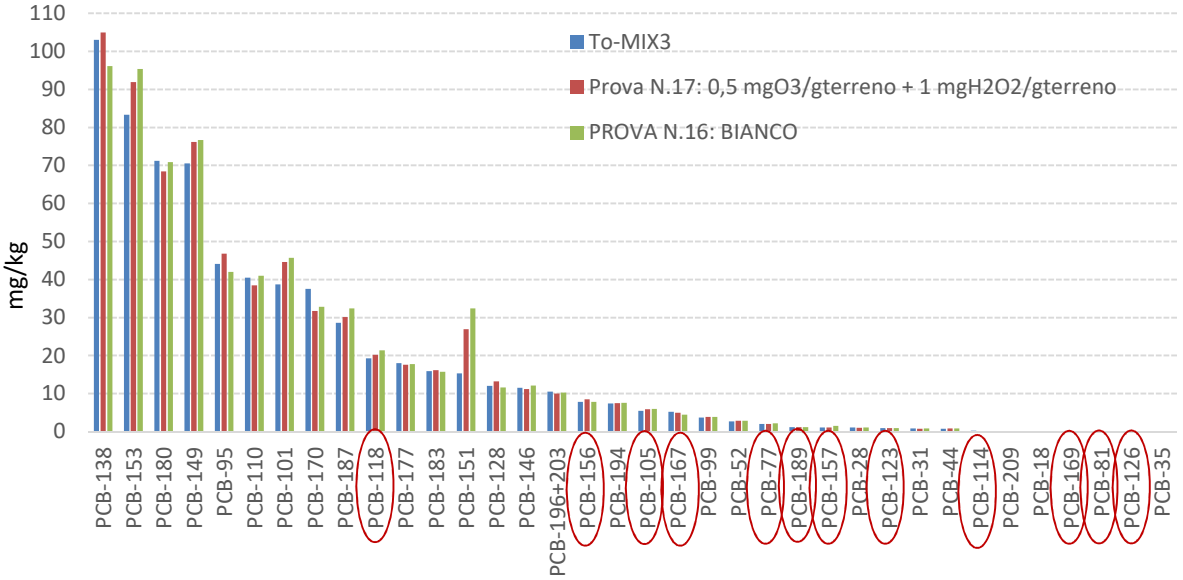


Fig.25: speciazione PCB congeneri nella frazione solida dei campioni della sessione 3. In rosso i PCB congeneri diossina simili.

Anche per i fitofarmaci, si riscontra come i test svolti nella sessione 3 non abbiano dato effetti di rimozione. Le concentrazioni di DD,DDT,DDE rimangono nei 3 campioni in analisi su valori di 1,38-1,55 mg/kg.

In merito al contenuto delle specie metalliche i trattamenti nella sessione 3 non hanno determinato significative variazioni, se non una parziale riduzione del CromoVI (da 12 a 8 ug/l) nella prova di ossidazione.

Sulla matrice solida, l'effetto del trattamento con acqua ossigenata rispetto ai contaminati inorganici adsorbiti non è apprezzabile considerate le concentrazioni iniziali già molto ridotte ed entro i limiti di conformità.

Nelle fotografie a seguire si riporta l'aspetto dei campioni della Prova N.17 con ozono e acqua ossigenata e della Prova N.16 in bianco (chiarificazione ancora non completata).

Fig.26: aspetto dei campioni delle prove con ozono e acqua ossigenata della Sessione 3. Da sinistra Prova N.16 (in bianco) e Prova N.17 (0,5 $gO_3/g_{terreno}$+1,0 $gH_2O_2/g_{terreno}$).

Prove in bianco

Per ogni prova svolta è stata prevista l'esecuzione di una prova di controllo in bianco. Di seguito il dettaglio della tipologia di prove in bianco svolte.

Tab.37: dettaglio prove in bianco svolte.

Tipologia di prova di ossidazione	SESSIONE	SLURRY RIF.	Descrizione prova in bianco
Test con ozono	1	To-MIX1	Prova N.7: test batch CSTR con gorgogliamento di azoto gassoso secondo flussi di 0,48 Nl/mine tempi di contatto di 120 minuti.
Test con ozono e acqua ossigenata	1	To-MIX1	
Test con acqua ossigenata	2	To-MIX2	Prova N.9: test batch CSTR per 30 minuti
Test con processo Fenton	2	To-MIX2	
Test con ozono e acqua ossigenata	3	To-MIX3	Prova N.16: test batch CSTR con gorgogliamento di azoto gassoso secondo flussi di 0,4 Nl/mine tempi di contatto di 90 minuti e convogliamento off-gas in cartucce carboni attivi per PCB.

Nella tabella a seguire si riportano i dati analitici dei campioni delle prove in bianco con il corrispettivo *slurry* di riferimento To.

Tab.38: confronto analisi matrice acquosa prove in bianco con slurry to di riferimento

Parametro	**U.M.**	**To-MIX1**	**Prova N.7 Bianco**	**To-MIX2**	**Prova N.9 Bianco**	**To-MIX3**	**Prova N.16 Bianco**
Arsenico	ug/l	<1	<1	<1	<1	<1	1
Cromo	ug/l	12	6	14	10	13	13
Mercurio	ug/l	<0,1	0,5	0,5	0,2	<0,1	<0,1
Piombo	ug/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Rame	ug/l	1	<1	<1	<1	2	2
Cromo VI	ug/l	13	7	17	12	12	12
PCB Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/l	270	25	16,2	12,5	78	269
PCB Congeneri	ug/l					28,4	98,4
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI							
Cloro Metano	ug/l	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,05	<0,05
Cloroformio	ug/l	1,8	0,15	1,73	0,46	1,15	0,05

Cloruro di Vinile	ug/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	ug/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	<0,05
1,1-Dicloro Etilene	ug/l	0,046	<0,005	0,052	<0,005	0,012	<0,005
Tricloro Etilene	ug/l	0,54	<0,01	0,41	0,07	0,15	<0,01
Tetracloro Etilene	ug/l	3,77	0,14	2,89	0,86	0,52	0,02
Esacloro Butadiene	ug/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/l	6	<1	5	2	1,9	0,15
FITOFARMACI							
beta-Esaclorocicloesano	ug/l	1,46	0,98	0,23	0,37	-	-
DDD, DDT, DDE	ug/l	0,12	0,04	0,03	0,03	-	-

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.1/B

Tab.39: confronto analisi matrice solida prove in bianco con slurry to di riferimento

Parametro	U.M.	To-MIX1	Prova N.7 Bianco	To-MIX2	Prova N.9 Bianco	To-MIX3	Prova N.16 Bianco
Scheletro (2mm - 2cm)	g/kg	272	274	103	98	18	<1
Scheletro (2 mm)	g/kg	272	274	103	98	18	<1
Residuo a 105°C	g/kg	>100,0	>100,0	>100,0	>100,0	981,9	980,3
Cromo VI	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Arsenico	mg/kg	15	13	19	21	22	23
Mercurio	mg/kg	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,4	0,4
Cromo	mg/kg	11	13	17	19	30	29
Piombo	mg/kg	23	25	44	50	49	52
Rame	mg/kg	18	18	16	18	71	75
PCB	mg/kg	182	84	36	33	1800	1840
PCB Congeneri	mg/kg					664	686
FITOFARMACI	-						
DDD, DDT, DDE	mg/kg	<0,06	0,06	0,06	0,06	1,38	1,55
beta-BHC	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,08	0,07

In rosso: valori superiori ai limiti di accettabilità D.Lgs 152/06 – Titolo V - All.5 –Tab.1/B

Dall'analisi dei dati si evince come esista una buona corrispondenza tra la prova in bianco N.9 e lo slurry di riferimento To-MIX2, a meno di uno scostamento rispetto al contenuto di solventi clorurati per un probabile effetto di volatilizzazione. Questa corrispondenza indica come il test in bianco non abbia prodotto modifiche sostanziali sul campione di riferimento e rappresenti quindi un valido test di controllo negativo per prove condotte in completa miscelazione senza dosaggio di gas, nella fattispecie per le prove con H_2O_2 e per le prove Fenton.

Per quanto riguarda le prove di trattamento che hanno previsto il dosaggio di gas (prove con ozono e ozono+acqua ossigenata) sono state condotte due prove in bianco (N.7 e N.16) prevedendo il gorgogliamento di un gas inerte alla stessa portata impiegata per l'ozono. Le due prove risultano essere poco rappresentative in quanto evidenziano importanti scostamenti analitici rispetto ai campioni To di riferimento (To-MIX1 e To-MIX3).

La prova N.7 evidenzia significative variazioni rispetto al contenuto di PCB e di Cromo esavalente. Si registrano variazioni anche per i solventi clorurati, seppur queste ultime possano essere giustificabili da un effetto di volatilizzazione.
Nel dettaglio la prova dimostra aver indotto una rimozione dei PCB del 91% nella frazione acquosa e del 54% nella frazione solida. Si rileva inoltre una riduzione del 46% del contenuto di Cromo VI.

Si sottolinea come la rimozione dei PCB non possa essere riconducibile a fenomeni di volatilizzazione considerando la loro bassa volatilità teorica (verificata, come vedremo a seguire, anche analiticamente).
Si ritiene che l'effetto di riduzione dei PCB riscontrata nella prova possano dipendere dall'instaurarsi di equilibri chimico-fisici-biologici nello *slurry* in condizioni anossiche-anaerobiche create dal gorgogliamento di N_2. Si evidenzia come anche la riduzione del CrVI possa ricondursi all'instaurarsi nello *slurry* di processi chimici riduttivi.

Anche la prova N.16 risulta essere poco rappresentativa come prova di controllo vista la sensibile variazione (questa volta in aumento) del contenuto di PCB nella frazione acquosa, rispetto al campione di riferimento ToMIX3. Il terreno del campione To-MIX3 presenta caratteristiche litografiche strettamente limoso-argillose, con uno scheletro quantificato a valori ridotti di 18 g/kg, e un contenuto di PCB sensibilmente più elevato rispetto agli altri campioni (1.800 mg/kg).
La prova in bianco N.16 ha determinato la mobilizzazione/dispersione dei PCB nella matrice acquosa: in particolare si riscontra un incremento della concentrazione dei PCB rispetto al valore di To-MIX3 da 78 a 269 ug/l. Tale mobilizzazione si è verificata anche nella prova di trattamento N.17 con O_3+H_2O_2 ma secondo entità maggiori (513 ug/l).

Al fine di verificare eventuali fenomeni di volatilizzazione dei PCB, la prova ha previsto il convogliamento del off-gas del test in bianco in cartucce a carboni attivi affini ai PCB. L'analisi delle cartucce ha riscontrato una volatizzazione inferiore a 0,4 ng di PCB rappresentante meno dello 0,1% del contenuto di PCB nella frazione acquosa della prova. In questi termini si conferma come l'effetto di volatilizzazione dei PCB risulti essere trascurabile. Nella tabella a seguire si riportano i risultati dell'analisi delle cartucce a carboni attivi.

Tab.40: risultati analisi cartucce a carboni attivi di adsorbimento PCB

Parametro	UM	Cartuccia 1 0 a 10 minuti	Cartuccia 2 10 a 30 minuti	Cartuccia 3 30 a 60 minuti	Cartuccia 4 60 a 90 minuti
PCB-28	µg	<0,005	0,007	0,015	0,02
PCB-52	µg	<0,005	0,015	0,03	0,06
PCB-101	µg	0,005	0,029	0,085	0,1
PCB-118	µg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB-138	µg	<0,005	<0,005	0,008	0,01
PCB-153	µg	<0,005	<0,005	<0,005	0,008
PCB-180	µg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB-194	µg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

In base alle evidenze raccolte le prove N.7 e N.16 non possono essere considerate delle prove di controllo negativo per i test con dosaggio di gas (O3 e O3+H2O2), esse però restituiscono informazioni potenzialmente interessanti in merito a possibili processi di trattamento alternativi per la rimozione dei contaminanti specifici in esame e alla variabilità delle performance di processo in funzione della natura del terreno e del livello di contaminazione dello stesso. Si conferma infine come la volatilizzazione dei PCB possa essere considerata trascurabile.

Analisi in biologia molecolare

Le prove svolte con gorgogliamento con N_2 sono risultate essere poco rappresentative come prove di controllo, ma hanno dato delle indicazioni, seppur da confermare, di come un trattamento anaerobico/riduttivo possa potenzialmente esprimere un'azione sui contaminati specifici dei campioni di terreno e acqua di falda in esame.
Le modalità di azione di un processo anaerobico possono essere chimico-fisiche ed anche biologiche.

In particolare il sito in esame risulta essere contaminato da sostanze alogenate quali solventi clorurati monoaromatici e policlorobifenili. I processi biologici utili alla rimozione di tali composti sono processi di dealogenazione riduttiva in condizioni anaerobiche.

Al fine di effettuare una prima valutazione di massima di fattibilità di un processo biologico di dealogenazione riduttiva è stata svolta un'analisi in biologia molecolare per valutare la presenza di gruppi microbici deputati allo sviluppo del processo stesso. In particolare è stata effettuata l'analisi in PCR quantitativa (qPCR) per la determinazione della presenza di *Dehalococcoides mccartyi* (16S rDNA) e relativi geni funzionali (tceA, bvceA e vcrA) delle frazioni acquose dei campioni To-MIX2 e To-MIX3. Nella tabella a seguire di riportano i risultati ottenuti.

Tab.41: 16S rDNA e geni funzionali tceA, bvcA e vcrA di Dehalococcoides mccartyi nei campioni di To-MIX2 e To-MIX3 (frazione acquosa). Analisi IRSA CNR – Roma.

Campione	U.M.	16S rRNA	tceA	bvcA	vcrA
Frazione acquosa To-MIX2	copie geniche/L	1,48E+03 ± 2,67E+02	3,19E+03 ± 5,73E+02	<1e+03	<1e+03
Frazione acquosa To-MIX3	copie geniche/L	7,20E+03 ± 1,3E+03	<1e+03	<1e+03	6,25E+02 ± 1,13E+02

Le analisi mettono in evidenza la presenza *Dehaloccocoides mccarty* secondo concentrazioni di 10^3 copie geniche/L per entrambi i campioni. Si riscontra la presenza del gruppo funzionale tceA per il campione To-MIX2 secondo concentrazione di 10^3 copie geniche/L e del gruppo funzionale vcrA per il campione To-MIX3 secondo concentrazioni di 10^2 copie geniche/L.
I risultati ottenuti indicano una presenza di fondo dei gruppi microbici utili ai processi di dealogenazione riduttiva. In particolare in letteratura si ritrova come *Dehaloccocoides mccarty* risulti attivo nella dealogenazione dei solventi clorurati monoalogenati e potenzialmente anche dei PCB, soprattutto grazie alla presenza del gruppo funzionale tceA.

In termini di valutazione assolutamente preliminare, i terreni risultano essere caratterizzati da un contenuto microbico utile perseguire la rimozione per via biologica riduttiva della contaminazione alogenata presente.
Per valutare la fattibilità effettiva del processo di dealogenazione si consiglia di svolgere dei test mirati a scala laboratorio e/o di campo.

CONCLUSIONI

Il presente Rapporto di Prova riporta i risultati delle prove di ossidazione chimica svolte su campioni di acqua di falda e terreni contaminati principalmente da PCB (contaminante target).

Le prove sono state svolte dal 05 al 12 febbraio e il 09/04/19.

Le prove hanno previsto la valutazione dell'efficacia dei seguenti trattamenti:
- Ozonazione
- Ozonazione combinata al dosaggio di acqua ossigenata
- Dosaggio di acqua ossigenata
- Processo Fenton

I test sono stati eseguiti su matrice mista (*slurry*) di acqua di falda e terreno, secondo un rapporto in peso di circa 3:1 (1,5 kg acqua di falda e 0,5 kg terreno).

Per la conduzione delle prove sono stati impiegati acqua di falda denominata MW7_80 e tre lotti di terreno:
- Lotto N.1: terreno misto sabbioso/argilloso (MW7 profondo ricevuto il 04/02/19)
- Lotto N.2: terreno argilloso grossolano (MW7 profondo ricevuto il 06/02/19)
- Lotto N.3: terreno argilloso secco (ricevuto il 02/04/19)

Sui 3 diversi terreni sono state eseguite le seguenti prove:
- Lotto N.1 – costituzione slurry di riferimento ToMIX1. Esecuzione prove di trattamento con ozono (Prove N.1, N.2 e N.8) e prove di trattamento con ozono e acqua ossigenata (Prove N.3, N.4, N.5 e N.6). Prova N.7: bianco di controllo.
- Lotto N.2 – costituzione *slurry* di riferimento ToMIX2. Esecuzione prove di trattamento con acqua ossigenata (Prove N.10, N.11 e N.12) e con Processo Fenton (Prove N.13, N.14 e N.15). Prova N.9: bianco di controllo
- Lotto N.3 – costituzione *Slurry* di riferimento ToMIX3. Ripetizione prova con ozono e acqua ossigenata (N.17). Prova N.16: bianco di controllo.

I 3 campioni di terreno risultano essere caratterizzati da un contenuto di umidità del 12,1% (Lotto1), del 15,6% (Lotto2) e del 2,2% (Lotto 3). Lo scheletro dei tre terreni viene quantificato, per granulometrie superiori a 2 mm, in 272 g/kg per To-MIX1, 103 g/kg per To-MIX2 e 18 g/kg per To-MIX3.

Rispetto ai contaminanti specifici, la frazione solida dei tre *slurry* preparati evidenzia valori ampiamente eccedenti i limiti di conformità (D.Leg.152/06) per i PCB, risultati rispettivamente pari a 182 mg/kg, 36 mg/kg e 1.800 mg/kg. Si sottolinea come il campione To-MIX3 rilevi un contenuto iniziale di PBC pari a 1-2 ordini di grandezza superiore a quello dei campioni To-MIX1 e To-MIX2.
Il campione To-MIX3 rileva il superamento dei limiti di conformità anche per quanto riguarda i fitofarmaci, evidenziando una concentrazione di 1,38 mg/kg di DDD,DDT,DDE e di 0,08 mg/kg di beta-BHC.
Tutti i terreni dimostrano, per le specie metalliche, valori conformi ai limiti di accettabilità.

La frazione acquosa dei tre *slurry* risulta essere caratterizzata una da concentrazione di PCB eccedenti i limiti di conformità e corrispondenti a valori di 270 ug/l per To-MIX1, 16,2 ug/l per To-MIX2 e 78 ug/l per To-MIX3. La frazione acquosa dimostra superamenti anche in relazione a solventi clorurati monoaromatici quali cloroformio (1,15-1,8 ug/l) e tetracloroetilene per To-MIX1 e To-MIX2 (3,8- 2,9 ug/l). Si registra infine un lieve superamento per 1,1-dicloroetilene (0,052 ug/l) per il campione To-MIX2. Si riscontra il

rispetto dei limiti di conformità per tutte la specie metalliche ad eccezione del Cromo esavalente, per il quale si registrano concentrazioni dell'ordine di 12-17 ug/l.

Le prove di trattamento hanno testato i seguenti dosaggi:

- Prove con ozono: 0,5 – 1,0 – 1,5 $mgO_3/g_{terreno}$
- Prove con ozono e acqua ossigenata: 0,5 – 1,0 $mgO_3/g_{terreno}$, H_2O_2/O_3=1 e 2 g/g.
- Prove con acqua ossigenata: 0,5-1,0-2,0 $gH_2O_2/g_{terreno}$
- Prove con processo Fenton: 0,5 – 1,0 – 2,0 $gH_2O_2/g_{terreno}$ $FeSO_4$:H_2O_2=1:1 (pre-acidificazione a 3,5 unità con H_2SO_4 e post basificazione a 12 unità con NaOH)

In sintesi le diverse prove di trattamento hanno dato i seguenti principali risultati:

- PROVE CON OZONO: l'attività dell'ozono si è espressa principalmente sulla frazione acquosa, registrando una rimozione crescente di PCB (57-94%) in funzione del dosaggio di ozono (0,5-1,5 $mgO_3/g_{terreno}$). In termini di consumo specifico di ozono rispetto ai PCB disciolti rimossi si registrano valori dell'ordine di 1,10-1,96 mgO_3/ugPCBr.
  Sulla matrice solida le rese di rimozione dei PCB si attestano su valori del 50% fino a dosaggi di 1 $mgO_3/g_{terreno}$ per poi diminuire a valori del 36% per dosaggi superiori. Tali rese sono corrisposte a consumi specifici crescenti di 5,4-22 mgO_3/mgPCBr.
  Il trattamento con ozono ha determinato l'incremento del contenuto di CrVI nella frazione acquosa da 12 a 170 ug/l. Si evidenzia anche la comparsa di Mercurio passato da valori iniziali 0,1 ug/l a valori di 26-38 ug/l.

- PROVE CON OZONO E ACQUA OSSIGENATA: l'attività di ozono e acqua ossigenata si è espressa sia sulla frazione acquosa sia sulla frazione solida. Sulla frazione acquosa si registra un incremento della resa di rimozione dei PCB (dal 82 al 89%) all'incremento del dosaggio di ozono (da 0,5 a 1,0 $mgO_3/g_{terreno}$). Il dosaggio di acqua ossigenata secondo rapporto 1:1 o 1:2 rispetto al dosaggio di ozono non determina ulteriori incrementi delle prestazioni rispetto ai PCB. I consumi specifici di ossidante rispetto ai PCB rimossi disciolti in acqua si sono attestati su valori di 1,5-4,1 mg(O_3+H_2O_2)/ugPCBr.
  Sulla frazione solida si riscontra un incremento progressivo della rimozione dei PCB (dal 32 al 58%) per dosaggio di 0,5 $mgO_3/g_{terreno}$ e dosaggi di acqua ossigenata di 0,5 e 1,0 $mgH_2O_2/g_{terreno}$. Dosaggi superiori di ozono e acqua ossigenata non hanno determinato ulteriori incrementi nelle rese di ossidazione. I consumi specifici si sono attestati su valori di 14-16 mg(O_3+H_2O_2)/mgPCBr per le prove svolte a dosaggi di 0,5 $mgO_3/g_{terreno}$ e 0,5-1,0 $mgH_2O_2/g_{terreno}$ e su valori di 27-38 mg(O_3+H_2O_2)/$g_{terreno}$ per dosaggi superiori.
  Il trattamento con ozono e acqua ossigenata ha determinato un aumento nella frazione acquosa della concentrazione di CromoVI (da 12 a 24 ug/l) e di Mercurio (da <0,1 a 21 ug/l).

  PROVE CON ACQUA OSSIGENATA: l'acqua ossigenata non ha espresso un'azione di rimozione dei PCB né nella matrice acquosa, né nella matrice solida. Nella matrice acquosa si riscontra un incremento dei PCB (da 16 a 56 ug/l) all'aumento del dosaggio di acqua ossigenata (da 0,5 a 2,0 $mgH_2O_2/g_{terreno}$) dovuto ad un probabile rilascio dalla matrice solida. Nella matrice solida le concentrazioni rimangono circa invariate su valori di 32-40 mg/kg. Si registra una parziale riduzione del contenuto di CromoVI passato da 17 a 8 ug/l.

  PROVE CON PROCESSO FENTON: il Processo Fenton non ha espresso un'azione di rimozione dei PCB significativa né nella matrice acquosa, né nella matrice solida. Nella matrice acquosa si riscontra un incremento dei PCB, passati da 16 a 34 ug/l

per dosaggi di 1 mgH_2O_2/$g_{terreno}$. Per dosaggi dell'ordine di 2 mgH_2O_2/$g_{terreno}$ si riscontra una riduzione dei PCB disciolti fino a valori di 28 ug/l. Alle fluttuazioni riscontrate nella matrice acquosa sono corrisposte fluttuazioni opposte nella matrice solida (32-40 mgPCB/kg) ad indicazione dello scambio del contenuto di contaminante tra le due matrici.
In merito al contenuto delle specie metalliche, nella frazione acquosa il processo Fenton ha determinato la riduzione del CromoVI (da 17 a <4 ug/l) ed un incremento del contenuto di Arsenico (da <1 ug/l a 14-47 ug/l).

Nella tabella della pagina successiva si riporta uno schema riassuntivo delle prove svolte sui diversi campioni di terreno e delle prestazioni ottenute rispetto alla rimozione dei PCB (concentrazioni residue e rese di rimozione % nella frazione solida e nella frazione acquosa dello slurry sottoposto a trattamento). Si riporta anche il dato relativo all'effetto dei diversi test svolti rispetto al contenuto di cromo-esavalente disciolto nella frazione acquosa, quale sottoprodotto indesiderato del processo di ossidazione chimica.
La tabella riporta anche la caratterizzazione dei campioni in termine di pH e COD della frazione acquosa in corrispondenza delle diverse prove e della caratterizzazione in termini organolettici di odore e aspetto visivo.

Il grafico a seguire riassume i risultati ottenuti rispetto ai PCB sulla frazione acquosa e solida. Si riportano separati i risultati sul terreno MIX3 per la differente scala di valori.

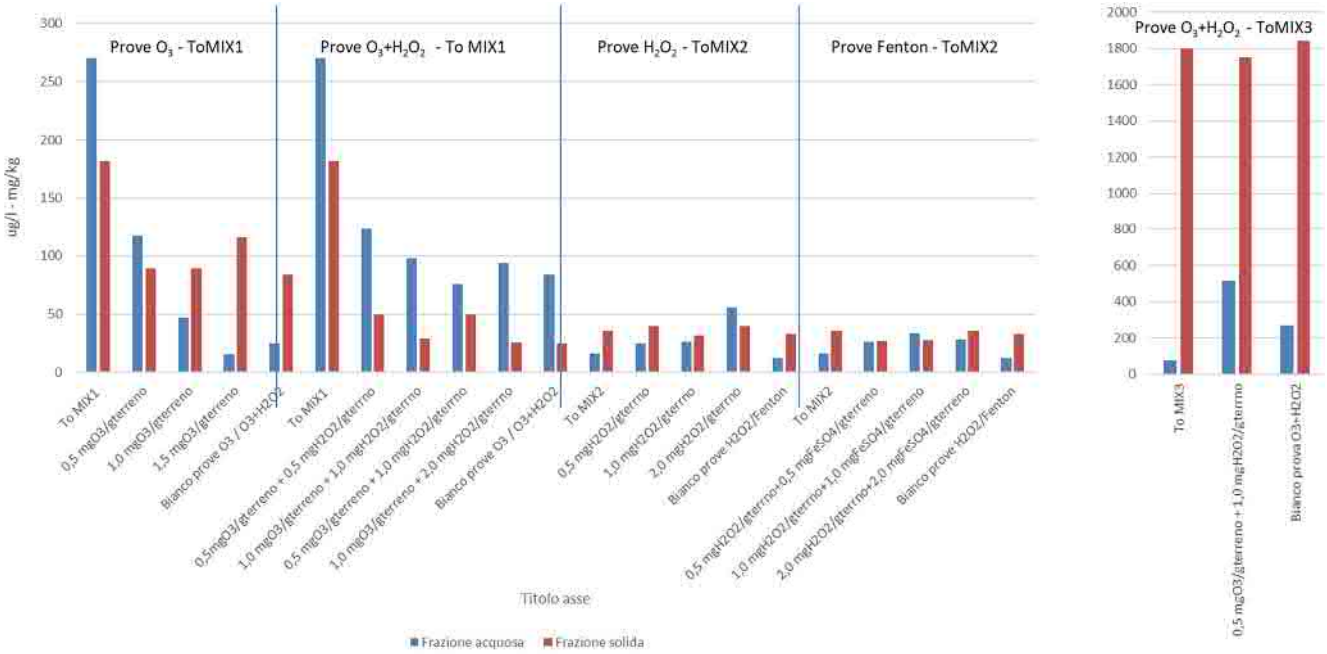


Fig.27: rappresentazione risultati in termini di PCB nella frazione acquosa e solida, ottenuti nelle diverse prove svolte. A destra i dati ottenuti su terreno To-MIX3, separati a causa della differente scala).

Tab.42: schema riassuntivo delle prove svolte delle prestazioni ottenute rispetto alla rimozione dei PCB (concentrazioni residue e rese di rimozione % nella frazione solida e nella frazione acquosa dello slurry sottoposto a trattamento). E' riportato anche il dato relativo al cromo-esavalente disciolto nella frazione acquosa, quale sottoprodotto indesiderato di un processo di ossidazione chimica.

				Preparazione Slurry			Analisi SIAD				Contaminazione specifica		
	N.PROVA	Data esecuzione prova	Descrizione prova	Terreno G	Acqua falda L	Durata prova min	pH unità	CODsur mg/l	colore descrittivo	odore descrittivo	PCB fr.acquosa ug/l (resa)	PCB fr.solida mg/kg (resa)	CrVI fr.acquosa ug/l
TERRENO LOTTO N.1	To MIX 1	05/02/19	To Terreno 1 +acqua falda	500(70g $_{FINE}$+430g $_{ARG.}$)	1,5	0	7,67	<10	incolore	chimico ++	270	182	13
	1	06/02/19	0,5 mgO_3/$g_{terreno}$	500(70g $_{FINE}$+430g $_{ARG.}$)	1,5	24	7,70	<10 (6)	quasi incolore (rosa a fine prova)	ozonato	117 (57%)	89 (51%)	93
	2	06/02/19	1,0 mgO_3/$g_{terreno}$	500(70g $_{FINE}$+430g $_{ARG.}$)	1,5	64	7,77	<10 (8)	rosa pallido (rosa intenso a fine prova)	ozonato	47 (83%)	89 (51%)	114
	8	08/02/19	1,5 mgO_3/$g_{terreno}$	500(70g $_{FINE}$+430g $_{ARG.}$)	1,5	90	7,93	<10 (7)	rosa intenso/rosa	ozonato	15,6 (94%)	116 (36%)	180
	7	08/02/19	Bianco prove O_3 (CSTR+N_2)	500(70g $_{FINE}$+430g $_{ARG.}$)	1,5	120	8,00	<10 (4)	incolore	chimico ++	25 (91%)	84 (54%)	7
	To MIX 1	05/02/19	To Terreno 1+acqua falda	500(70g $_{FINE}$+430g $_{ARG.}$)	1,5	0	7,67	<10	incolore	chimico ++	270	182	13
	5	07/02/19	0,5mgO_3/$g_{terreno}$ +0,5mgH_2O_2/g_{terrno}	500(70g $_{FINE}$+430g $_{ARG.}$)	1,5	5+30	7,77	<10 (5)	incolore	chimico	49,6 (82%)	123 (32%)	14
	6	07/02/19	1,0 mgO_3/$g_{terreno}$+1,0mgH_2O_2/g_{terrno}	500(70g $_{FINE}$+430g $_{ARG.}$)	1,5	14+30	7,81	<10 (5)	incolore	chimico	28,9 (89%)	98 (46%)	18
	3	06/02/19	0,5 mgO_3/$g_{terreno}$ +1,0mgH_2O_2/g_{terrno}	500(70g $_{FINE}$+430g $_{ARG.}$)	1,5	6+30	7,85	11	incolore	lieve sottofondo chimico	49,7 (82%)	76 (58%)	15
	4	06/02/19	1,0 mgO_3/$g_{terreno}$ +2,0mgH_2O_2/g_{terrno}	500(70g $_{FINE}$+430g $_{ARG.}$)	1,5	15+30	7,87	21	incolore	lieve chimico	26 (90%)	94 (48%)	24
	7	08/02/19	Bianco O_3+H_2O_2 (CSTR+N_2)	500(70g $_{FINE}$+430g $_{ARG.}$)	1,5	120	8,00	<10 (4)	incolore	chimico ++	25 (91%)	84 (54%)	7
TERRENO LOTTO N.2	To MIX 2	11/02/19	To Terreno 2 +acqua falda	500 (argilla)	1,5	0	7,57	<10 (2)	incolore/torbidino	Chimico	16,2	36	17
	10	11/02/19	0,5 mgH_2O_2/g_{terrno}	500 (argilla)	1,5	30	8,02	<10 (3)	incolore	chimico lieve	24,9 (-)	40 (-)	9
	11	11/02/19	1,0 mgH_2O_2/g_{terrno}	500 (argilla)	1,5	30	7,96	<10	incolore	chimico lieve	26,5 (-)	32 (11%)	9
	12	11/02/19	2,0 mgH_2O_2/g_{terrno}	500 (argilla)	1,5	30	7,89	<10 (2)	incolore	chimico lieve	55,8 (-)	40	8
	9	11/02/19	Bianco prove H_2O_2 (CSTR)	500 (argilla)	1,5	30	7,76	<10	incolore	chimico lieve	12,5 (23%)	33 (8%)	12
	To MIX 2	11/02/19	To Terreno 2 +acqua falda	500 (argilla)	1,5	0	7,57	<10 (2)	incolore/torbidino	Chimico	16,2	36	17
	13	11/02/19	0,5gH_2O_2/g_{terrno}+0,5mg$FeSO_4$/$g_{terreno}$	500 (argilla)	1,5	30	12,05	<10 (3)	incolore	calcestruzzo	26,4 (-)	27 (25%)	<4
	14	11/02/19	1,0mgH_2O_2/g_{terrno}+1,0mg$FeSO_4$/$g_{terreno}$	500 (argilla)	1,5	30	11,57	<10 (3)	incolore	calcestruzzo	33,6 (-)	28 (22%)	<5
	15	12/02/19	2,0mgH_2O_2/g_{terrno}+2,0mg$FeSO_4$/$g_{terreno}$	500 (argilla)	1,5	30	11,80	27	incolore	calcestruzzo	28,3 (-)	36	4
	9	11/02/19	Bianco prove Fenton (CSTR)	500 (argilla)	1,5	30	7,76	<10	incolore	chimico lieve	12,5 (23%)	33	12
TERRENO LOTTO N.3	To MIX 3	09/04/19	To Terreno 3 +acqua falda	500 (argilla)	1,5	0	7,56	<10 (4)	incolore	chimico	78	1800	12
	17	09/04/19	0,5 mgO_3/$g_{terreno}$ + 1,0 mgH_2O_2/g_{terrno}	500 (argilla)	1,5	5	7,73	13	incolore	lieve sottofondo chimico	513 (-)	1750 (3%)	8
	16	09/04/19	Bianco O_3+H_2O_2 (CSTR+N_2)	500 (argilla)	1,5	5+90	7,84	<10 (8)	incolore	chimico	269 (-)	1840 (-)	12

La prova di ossidazione che ha dato i migliori risultati in termini di rimozione di PCB è risultata essere la prova N.3 su campione To-MIX1, con ozono e acqua ossigenata secondo dosaggi di 0,5 mgO_3/g$_{terreno}$ e 1,0 mgH_2O_2/g$_{terreno}$. Tale prova ha dato i seguenti risultati:

- rimozione del 82% di PCB dalla frazione acquosa (secondo consumi specifici di 2,27 mg(O_3+H_2O_2)/ugPCBr)
- rimozione del 58% di PCB dalla frazione solida (secondo consumi specifici di 14,2 mg(O_3+H_2O_2)/mgPCBr).
- Riduzione del contenuto di cloroformio nella frazione acquosa (da 1,8 a 0,56 ug/l),
- Rimozione del tetracloroetilene dalla frazione acquosa (da 3,77 a 0,13 ug/l)
- Rimozione fitofarmaci dalla frazione acquosa (beta Esaclorocicloesano da 1,46 a 0,33 e DDD,DDT,DDE da 0,12 a 0,04 ug/l).
- Invarianza del cromo esavalente nella frazione acquosa (da 13 a 15 ug/l)
- Incremento di mercurio nella frazione acquosa passato da <1 a 15 ug/l.

La ripetizione della prova N.3 su campione To-MIX3 non ha consentito di riprodurre i medesimi risultati a causa della diversa tessitura del terreno e del contenuto di PCB nel terreno di 1 ordine di grandezza superiore (1800 mg/kg) a quanto riscontrato nel terreno To-MIX1.

Si sottolinea come il miglior risultato complessivo di tutte le prove svolte sia stato quello ottenuto nella prova di controllo in bianco, con gorgogliamento di N_2, (Prova N.7) svolta su terreno To-MIX1. In tale prova è stato possibile raggiungere:

- Rimozione PCB nella frazione acquosa pari al 91%
- Rimozione PCB nella frazione solida pari al 54%
- Riduzione Cromo esavalente del 46%
- Riduzione dei solventi clorurati

Le rimozioni di PCB non possono essere imputate a fenomeni di strippaggio, come dimostrato da analisi degli OFF GAS della prova N.16.
Seppur da confermare, si ipotizza che le prestazioni ottenute nella prova in bianco N.7, possano essere attribuibili ad processi anaerobico/riduttivi di natura chimico-fisica e potenzialmente anche biologica rispetto ai contaminati specifici dei campioni di terreno e acqua di falda in esame.

A titolo di preliminare, è stata eseguita un'analisi in biologia molecolare dei terreni impiegati nelle prove (To-MIX2 e To-MIX3). Tali analisi hanno dato evidenza di una presenza di fondo dei gruppi microbici utili allo sviluppo di processi di dealogenazione riduttiva. Si riscontra in particolare la presenza di *Dehaloccocoides mccarty* secondo valori di 10^3 copie geniche/L e dei suoi gruppi funzionali tceA e vcrA, attivi rispetto ai processi di dealogenazione dei solventi clorurati monoalogenati e potenzialmente anche dei PCB.

In conclusione, il presente studio svolto su campioni di terreno e acqua di falda contaminati da PCB hanno dato esito positivo indicando la fattibilità di rimozione dei contaminati specifici mediante trattamento combinato di ozono e acqua ossigenata. Il dosaggio utile degli ossidanti risulta essere funzione della tipologia di terreno e della massa di contaminate presente.
Si consiglia di ripetere i test a scala laboratorio e/o di campo per poter definire meglio i dosaggi e le condizioni operative ottimali.

Da ultimo si evidenzia come le prove, per quanto da confermare, abbiano indicato anche una potenziale via di trattamento alternativa, rappresentata da processi chimico-fisici e biologici anaerobici. Qualora di interesse, anche questo riscontro andrebbe verificato con test specifici di laboratorio e/o di campo.

Dalmine, 23/12/19

Responsabile Laboratorio
Dott.ssa Eleonora Pasinetti

Prove e Sperimentazioni
Ing. Michela Peroni

Analisi Chimiche
p.i. Alessandro Brina e p.i.Davide Preda

ALLEGATO 5

Comunicazione Provvisoria PD19-00618 _0

Prima pagina

CLIENTE		LABORATORIO	
Cliente	AECOM URS ITALIA SPA	Head of Laboratory	Cristiano Toffoletti
		Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Indirizzo	Via Watt, 27	Indirizzo	Via Campodoro, 25
	MILANO MI 20143		Villafranca Padovana (PD) 35010
Contatto		Telefono	+39 049 9050013
Telefono		Fax	+39 049 9050065
Fax		Email	sgs.eco@sgs.com
Email		Accettazione n°	PD19-00618
		Pervenuto il	08/02/2019
Progetto	-	Data inizio analisi.	11/02/2019
Ordine n°	095/2019/C1/PD/Rev.0	Data fine analisi.	21/02/2019
Matrice	ACQUE SOTTERRANEE(5)		
		Data emissione	21/02/2019
		Rapporto di Prova n°	PD19-00618 _0

RIFERIMENTI

Il presente è una comunicazione provvisoria. Le firme saranno apposte sul rapporto di prova.

COMMENTI

Comunicazione provvisoria; i risultati potrebbero subire modifiche in seguito ad ulteriori verifiche.

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

Sede legale C/O Caldera business park, via Caldera 21, Ed. B, 4 piano ala 3, 20153 Milano, Italy - Capitale sociale Euro 2.500.000 i.v. C.F./N. Iscr. Reg. Imprese di Milano 04112680378 - P. IVA n.11370520154 - Cod. Mecc. n.MI223913tf

INDICE

Prima Pagina 1
Indice 2
Risultati 3
Limiti Di Riferimento 4
Controlli qualità 5
Note sulle metodiche impiegate 6
Legenda 7

RISULTATI

	Campione n°		PD19-00618.001	PD19-00618.002	PD19-00618.003	PD19-00618.004	PD19-00618.005
	Sigla campione		AECOM T0 - PROVE OSSIDAZIONE	AECOM Prova N. 1 O3 - 0,5mg O3 / g terreno	AECOM Prova N. 2 O3 - 1mg O3 / g terreno	AECOM Prova N. 3 O3/H2O2 - 0,5mg O3 / g terreno - 1mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 4 O3/H2O2 - 1mg O3 / g terreno - 2mg H2O2 / g terreno
	Proveniente da		Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia
	Tipo campione		ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE
	Campionato da		Committente	Committente	Committente	Committente	Committente
	Campionato il		06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
Metalli [Su campione dopo filtrazione 0.45 micron + EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014]							
Arsenico	ug/L	1	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo	ug/L	1	12 ±3	91 ±14 L4	114 ±17 L4	14 ±4	23 ±5
Mercurio	ug/L	0,1	<0,1	38 ±5,3 L4	35 ±4,9 L4	15 ±2,1 L4	17 ±2,4 L4
Piombo	ug/L	1	<1	<1	<1	<1	4 ±2
Rame	ug/L	1	1 ±1	1 ±1	<1	2 ±1	3 ±1
Cromo esavalente [Su campione tal quale + APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22rd Ed.2017, 3500 Cr C]							
Cromo VI	ug/L	1	13 ±2	93 ±11	114 ±13	15 ±2	24 ±3
Policlorobifenili [Su campione tal quale + EPA3510C 1996 + EPA 8082A 2007]							
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	0,01	270 ±74,2 L4	117 ±32,2 L4	47,0 ±12,9 L4	49,7 ±13,7 L4	26,0 ±7,17 L4
V.O.C. [Su campione tal quale + EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017]							
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI							
Cloro Metano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cloroformio	ug/L	0,01	1,80 ±0,68 L4	0,30 ±0,11 L4	0,11 ±0,04	0,56 ±0,21 L4	0,18 ±0,07 L4
Cloruro di Vinile	ug/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0,005	0,046 ±0,017	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Tricloro Etilene	ug/L	0,01	0,54 ±0,21	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tetracloro Etilene	ug/L	0,01	3,77 ±1,39 L4	0,80 ±0,30	0,70 ±0,26	0,28 ±0,10	0,31 ±0,11
Esacloro Butadiene	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	1	6	1	<1	<1	<1
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI							
1,1-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2-Dicloro Propano	ug/L	0,01	0,01 ±0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
S.V.O.C. [Su campione tal quale + EPA 3520C 1996 + EPA 8270E 2017]							
FITOFARMACI							
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	0,01	1,46 ±0,45 L4	0,33 ±0,10 L4	0,19 ±0,06 L4	0,33 ±0,10 L4	0,09 ±0,03
DDD, DDT, DDE	ug/L	0,03	0,12 ±13,3 L4	0,07 ±13,3	0,05 ±13,3	0,04 ±13,3	0,04 ±13,3

LIMITI DI RIFERIMENTO

Matrice	Descrizione limiti
ACQUE SOTTERRANEE	I limiti si riferiscono al: DLgs 152/06 - All.5, parte IV, Tab 2 - Acque sotterranee

Parametro	U.M.	L1	L2	L3	L4
Metalli [EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	ug/L	-	-	-	10
Cromo	ug/L	-	-	-	50
Mercurio	ug/L	-	-	-	1
Piombo	ug/L	-	-	-	10
Rame	ug/L	-	-	-	1000
Policlorobifenili [EPA3510C 1996 + EPA 8082A 2007]					
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	-	-	-	0,01
V.O.C. [EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017]					
Cloro Metano	ug/L	-	-	-	1,5
Cloroformio	ug/L	-	-	-	0,15
Cloruro di Vinile	ug/L	-	-	-	0,5
1,2-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	3
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	-	-	-	0,05
Tricloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,5
Tetracloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,1
Esacloro Butadiene	ug/L	-	-	-	0,15
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	-	-	-	10
1,1-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	810
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	-	-	-	60
1,2-Dicloro Propano	ug/L	-	-	-	0,15
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	-	-	-	0,2
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	-	-	-	0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	-	-	-	0,05
S.V.O.C. [EPA 3520C 1996 + EPA 8270E 2017]					
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	-	-	-	0,1
DDD, DDT, DDE	ug/L	-	-	-	0,1

SOMMARIO QC

I risultati del bianco del metodo (MB) sono comparati con il limite di rapportaggio.

I recuperi degli standard di controllo (LCS) e dei campioni drogati (MS) sono misurati come la percentuale del risultato dello specifico parametro sul campione rispetto alla quantità aggiunta al campione stesso.

La differenza percentuale relativa (RPD) dei campioni duplicati (DUP) e dei campioni drogati duplicati (MSD) è misurata rispetto al valore del campione originale in accordo alla formula: valore assoluto percentuale della differenza dei due risultati. La RPD è rapportata come NA se i risultati sono inferiori al limite di rapportaggio.

LG190285

Policlorobifenili [Su campione tal quale + EPA3510C 1996 + EPA 8082A 2007]

Parametro	QC di riferimento	U.M.	RL	CCV %Recovery
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	LG190285	ug/L	0.010	112 - 122%

Metodo

Estratto del metodo	SOMMARIO DEL METODO
EPA 8260D 2017	Prova eseguita presso la nostra sede di Via Campodoro 23 – Villafranca Padovana (PD)

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.	IS	Campione insufficiente per l'analisi.
^^	Eseguito presso laborotorio esterno.	LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
RL	Limite di Rapportaggio	NA	Campione non analizzato per questo parametro
↑	Limite di rapportaggio innalzato	TBA	Parametro non ancora analizzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito		

il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempiere alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I risultati contenuti nel seguente rapporto si riferiscono esclusivamente al campione provato.

Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.
Il confronto dei risultati con i rispettivi limiti, quando presente, non tiene conto dell'incertezza di misura stimata.
Eventuali risultati fuori limite sono segnalati in rosso.
Il recupero ove previsto,se non diversamente indicato,è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici.
Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.
Se non diversamente specificato,valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di rapportaggio (criterio "medium bound")

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---

Comunicazione Provvisoria PD19-00619 _0

Prima pagina

CLIENTE		LABORATORIO	
Cliente	AECOM URS ITALIA SPA	Head of Laboratory	Cristiano Toffoletti
		Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Indirizzo	Via Watt, 27 MILANO MI 20143	Indirizzo	Via Campodoro, 25 Villafranca Padovana (PD) 35010
Contatto		Telefono	+39 049 9050013
Telefono		Fax	+39 049 9050065
Fax		Email	sgs.eco@sgs.com
Email		Accettazione n°	PD19-00619
		Pervenuto il	08/02/2019
Progetto	-	Data inizio analisi.	11/02/2019
Ordine n°	095/2019/C1/PD/Rev.0	Data fine analisi.	27/02/2019
Matrice	TERRENI(5)		
		Data emissione	27/02/2019
		Rapporto di Prova n°	PD19-00619 _0

RIFERIMENTI

Il presente è una comunicazione provvisoria. Le firme saranno apposte sul rapporto di prova.

COMMENTI

Comunicazione provvisoria; i risultati potrebbero subire modifiche in seguito ad ulteriori verifiche.

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

Sede legale C/O Caldera business park, via Caldera 21, Ed. B, 4 piano ala 3, 20153 Milano, Italy - Capitale sociale Euro 2.500.000 i.v. C.F./N. Iscr. Reg. Imprese di Milano 04112680378 - P. IVA n.11370520154 - Cod. Mecc. n.MI223913tf

INDICE

Prima Pagina..... 1
Indice..... 2
Risultati..... 3-4
Limiti Di Riferimento..... 5
Note sulle metodiche impiegate..... 6
Legenda..... 7

RISULTATI

	Campione n°		PD19-00619.001	PD19-00619.002	PD19-00619.003	PD19-00619.004	PD19-00619.005
	Sigla campione		AECOM T0 - PROVE OSSIDAZIONE	AECOM Prova N. 1 O3 - 0,5mg O3 / g terreno	AECOM Prova N. 2 O3 - 1mg O3 / g terreno	AECOM Prova N. 3 O3/H2O2 - 0,5mg O3 / g terreno - 1mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 4 O3/H2O2 - 1mg O3 / g terreno - 2mg H2O2 / g terreno
	Proveniente da		Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia
	Tipo campione		TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI
	Campionato da		Committente	Committente	Committente	Committente	Committente
	Campionato il		06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
Scheletro [Su camp. secco all'aria (frazione <2 cm) + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.3]							
Scheletro (2mm - 2cm)	g/kg	1	272 ±27	278 ±28	259 ±26	294 ±29	278 ±28
Scheletro (2 mm) [Su campione secco all'aria + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1]							
Scheletro (2 mm)	g/kg	1	272 ±27	278 ±28	259 ±26	294 ±29	278 ±28
Residuo a 105° C Umidita' [Su campione secco all'aria (frazione < 2 mm) + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2]							
Residuo a 105°C	g/kg	1	>100,0	>100,0	>100,0	>100,0	>100,0
Cromo esavalente (come Cr) [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992]							
Cromo VI	mg/kg	1	<1	<1	<1	<1	<1
Metalli [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014]							
Arsenico	mg/kg	1	15 ±2	11 ±2	12 ±2	10 ±2	12 ±2
Mercurio	mg/kg	0,1	0,1 ±0,1	<0,1	<0,1	0,1 ±0,1	<0,1
Cromo	mg/kg	1	11 ±3	11 ±3	13 ±4	11 ±3	12 ±4
Piombo	mg/kg	1	23 ±4	25 ±4	26 ±4	26 ±4	25 ±4
Rame	mg/kg	1	18 ±8	19 ±8	21 ±8	18 ±8	19 ±8
Composti Organici Persistenti [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 3660B 1996 + EPA 8082 A 2007]							
PCB	mg/kg	0,1	182 ±63 L4	89 ±31 L4	89 ±31 L4	76 ±26 L4	94 ±33 L4
S.V.O.C. [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017]							
FITOFARMACI							
DDD, DDT, DDE	mg/kg	0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
beta-BHC	mg/kg	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

RISULTATI

		Campione n°	PD19-00619.001	PD19-00619.002	PD19-00619.003	PD19-00619.004	PD19-00619.005
		Sigla campione	AECOM T0 - PROVE OSSIDAZIONE	AECOM Prova N. 1 O3 - 0,5mg O3 / g terreno	AECOM Prova N. 2 O3 - 1mg O3 / g terreno	AECOM Prova N. 3 O3/H2O2 - 0,5mg O3 / g terreno - 1mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 4 O3/H2O2 - 1mg O3 / g terreno - 2mg H2O2 / g terreno
		Proveniente da	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia
		Tipo campione	TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI
		Campionato da	Committente	Committente	Committente	Committente	Committente
		Campionato il	06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019	06/02/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
PCDD-PCDF [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 1613 B 1994]							
^^ 2,3,7,8-TCDD	ug/kg	0,0005	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050
^^ 1,2,3,7,8-PCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,4,7,8-HCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,6,7,8-HCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,7,8,9-HCDD	ug/kg	0,001	0,0033	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	ug/kg	0,001	0,011	0,0068	0,0047	0,0059	0,0066
^^ 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	ug/kg	0,004	0,20	0,09	0,080	0,09	0,10
^^ 2,3,7,8-TCDF	ug/kg	0,0005	0,35	0,16	0,14	0,14	0,16
^^ 1,2,3,7,8-PCDF	ug/kg	0,001	0,12	0,060	0,072	0,055	0,068
^^ 2,3,4,7,8-PCDF	ug/kg	0,001	0,68	0,30	0,30	0,28	0,32
^^ 1,2,3,4,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,70	0,32	0,36	0,34	0,38
^^ 1,2,3,6,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,0062	0,025	0,034	0,030	0,033
^^ 1,2,3,7,8,9-HCDF	ug/kg	0,001	0,021	0,0060	0,010	0,011	0,012
^^ 2,3,4,6,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,20	0,09	0,080	0,09	0,11
^^ 1,2,3,4,6,7-8-HPCDF	ug/kg	0,001	0,24	0,12	0,11	0,11	0,13
^^ 1,2,3,4,7,8-9-HPCDF	ug/kg	0,001	0,061	0,024	0,033	0,027	0,030
^^ 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	ug/kg	0,004	0,58	0,24	0,24	0,21	0,25
^^ PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	ug/kg	0,0013	0,48 L4	0,22 L4	0,22 L4	0,21 L4	0,24 L4

LIMITI DI RIFERIMENTO

Matrice	Descrizione limiti
TERRENI	I limiti si riferiscono alle C.S.C. della colonna B della Tabella 1 dell`All. 5 al titolo V della parte IV del D.Lgs 152/06.

Parametro	U.M.	L1	L2	L3	L4
Cromo esavalente (come Cr) [EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992]					
Cromo VI	mg/kg	-	-	-	15
Metalli [EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	mg/kg	-	-	-	50
Mercurio	mg/kg	-	-	-	5
Cromo	mg/kg	-	-	-	800
Piombo	mg/kg	-	-	-	1000
Rame	mg/kg	-	-	-	600
Composti Organici Persistenti [EPA 3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 3660B 1996 + EPA 8082 A 2007]					
PCB	mg/kg	-	-	-	5
S.V.O.C. [EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017]					
DDD, DDT, DDE	mg/kg	-	-	-	0,1
PCDD-PCDF [EPA 1613 B 1994]					
PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	ug/kg	-	-	-	0,1

Metodo

Estratto del metodo	SOMMARIO DEL METODO
EPA 1613 B 1994	Se priva di asterisco, la prova è accreditata Accredia con num. 0051, dal laboratorio subappaltato

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.	IS	Campione insufficiente per l'analisi.
^^	Eseguito presso laborotorio esterno.	LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
RL	Limite di Rapportaggio	NA	Campione non analizzato per questo parametro
↑	Limite di rapportaggio innalzato	TBA	Parametro non ancora analizzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito		

il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempiere alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I risultati contenuti nel seguente rapporto si riferiscono esclusivamente al campione provato.

Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.
Il confronto dei risultati con i rispettivi limiti, quando presente, non tiene conto dell'incertezza di misura stimata.
Eventuali risultati fuori limite sono segnalati in rosso.
Il recupero ove previsto,se non diversamente indicato,è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici.
Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.
Se non diversamente specificato,valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di rapportaggio (criterio "medium bound")

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---

Comunicazione Provvisoria PD19-00721 _0

Prima pagina

CLIENTE		LABORATORIO	
Cliente	AECOM URS ITALIA SPA	Head of Laboratory	Cristiano Toffoletti
		Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Indirizzo	Via Watt, 27 MILANO MI 20143	Indirizzo	Via Campodoro, 25 Villafranca Padovana (PD) 35010
Contatto		Telefono	+39 049 9050013
Telefono		Fax	+39 049 9050065
Fax		Email	sgs.eco@sgs.com
Email		Accettazione n°	PD19-00721
		Pervenuto il	14/02/2019
Progetto	-	Data inizio analisi.	14/02/2019
Ordine n°	095/2019/C1/PD/Rev.0	Data fine analisi.	07/03/2019
Matrice	TERRENI(12)		
		Data emissione	08/03/2019
		Rapporto di Prova n°	PD19-00721 _0

RIFERIMENTI

Il presente è una comunicazione provvisoria. Le firme saranno apposte sul rapporto di prova.

COMMENTI

Comunicazione provvisoria; i risultati potrebbero subire modifiche in seguito ad ulteriori verifiche.

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

Sede legale C/O Caldera business park, via Caldera 21, Ed. B, 4 piano ala 3, 20153 Milano, Italy - Capitale sociale Euro 2.500.000 i.v. C.F./N. Iscr. Reg. Imprese di Milano 04112680378 - P. IVA n.11370520154 - Cod. Mecc. n.MI223913tf

INDICE

Prima Pagina..... 1

Indice..... 2

Risultati..... 3-8

Limiti Di Riferimento..... 9

Note sulle metodiche impiegate..... 10

Legenda..... 11

RISULTATI

	Campione n°		PD19-00721.001	PD19-00721.002	PD19-00721.003	PD19-00721.004	PD19-00721.005
	Sigla campione		AECOM Prova N. 5 O3/H2O2 - 0,5mg O3 / g terreno - 0,5mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 6 O3/H2O2 - 1mg O3 / g terreno - 1mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 7 - BIANCO PROVE O3/O3+H2O2	AECOM Prova N. 8 O3 - 1,5mg O3 / g terreno	AECOM T0 - PROVE OSSIDAZIONE MIX2
	Proveniente da		Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia
	Tipo campione		TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI
	Campionato da		Committente	Committente	Committente	Committente	Committente
	Campionato il		12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
Scheletro [Su camp. secco all'aria (frazione <2 cm) + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.3]							
Scheletro (2mm - 2cm)	g/kg	1	241 ±24	264 ±26	274 ±27	244 ±24	103 ±10
Scheletro (2 mm) [Su campione secco all'aria + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1]							
Scheletro (2 mm)	g/kg	1	241 ±24	264 ±26	274 ±27	244 ±24	103 ±10
Residuo a 105° C Umidita' [Su campione secco all'aria (frazione < 2 mm) + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2]							
Residuo a 105°C	g/kg	1	>100,0	>100,0	>100,0	>100,0	>100,0
Cromo esavalente (come Cr) [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992]							
Cromo VI	mg/kg	1	<1	<1	<1	<1	<1
Metalli [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014]							
Arsenico	mg/kg	1	13 ±2	12 ±2	13 ±2	16 ±3	19 ±3
Mercurio	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	0,1 ±0,1	<0,1	<0,1
Cromo	mg/kg	1	16 ±4	12 ±4	13 ±4	12 ±4	17 ±4
Piombo	mg/kg	1	23 ±4	21 ±3	25 ±4	25 ±4	44 ±8
Rame	mg/kg	1	16 ±8	16 ±8	18 ±8	18 ±8	16 ±8
Composti Organici Persistenti [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 3660B 1996 + EPA 8082 A 2007]							
PCB	mg/kg	0,1	123 ±43 L4	98 ±34 L4	84 ±29 L4	116 ±40 L4	36 ±12 L4
S.V.O.C. [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017]							
FITOFARMACI							
DDD, DDT, DDE	mg/kg	0,06	0,06 ±0,06	0,06 ±0,06	0,06 ±0,06	0,06 ±0,06	0,06 ±0,06
beta-BHC	mg/kg	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

RISULTATI

	Campione n°		PD19-00721.001	PD19-00721.002	PD19-00721.003	PD19-00721.004	PD19-00721.005
	Sigla campione		AECOM Prova N. 5 O3/H2O2 - 0,5mg O3 / g terreno - 0,5mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 6 O3/H2O2 - 1mg O3 / g terreno - 1mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 7 - BIANCO PROVE O3/O3+H2O2	AECOM Prova N. 8 O3 - 1,5mg O3 / g terreno	AECOM T0 - PROVE OSSIDAZIONE MIX2
	Proveniente da		Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia
	Tipo campione		TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI
	Campionato da		Committente	Committente	Committente	Committente	Committente
	Campionato il		12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
PCDD-PCDF [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 1613 B 1994]							
^^ 1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010	0,0048	0,0027	<0,0010
^^ 1,2,3,4,7,8-HCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,4,7,8-9-HPCDF	ug/kg	0,001	0,036	0,024	0,038	0,045	0,014
^^ 1,2,3,6,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,057	0,035	0,040	0,042	0,013
^^ 1,2,3,7,8-PCDF	ug/kg	0,001	0,11	0,049	0,066	0,099	0,025
^^ 1,2,3,7,8,9-HCDF	ug/kg	0,001	0,012	<0,0010	<0,0010	0,012	0,0033
^^ 2,3,4,7,8-PCDF	ug/kg	0,001	0,62	0,31	0,41	0,43	0,14
^^ 2,3,7,8-TCDD	ug/kg	0,0005	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050
^^ 2,3,7,8-TCDF	ug/kg	0,0005	0,29	0,15	0,21	0,18	0,063
^^ 1,2,3,7,8,9-HCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,7,8-PCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,6,7,8-HCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,4,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,60	0,34	0,45	0,57	0,15
^^ 1,2,3,4,6,7-8-HPCDF	ug/kg	0,001	0,15	0,11	0,14	0,19	0,045
^^ 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	ug/kg	0,004	0,32	0,19	0,34	0,38	0,080
^^ 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	ug/kg	0,004	0,11	0,069	0,21	0,092	0,048
^^ 2,3,4,6,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,15	0,097	0,12	0,12	0,035
^^ PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	ug/kg	0,0013	0,43 L4	0,22 L4	0,29 L4	0,31 L4	0,097

RISULTATI

	Campione n°		PD19-00721.006	PD19-00721.007	PD19-00721.008	PD19-00721.009	PD19-00721.010
	Sigla campione		AECOM Prova N. 9 - BIANCO PROVE H2O2/Fenton	AECOM Prova N. 10 H2O2 - 0,5mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 11 H2O2 - 1mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 12 H2O2 - 2mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 13 Fenton - 0,5mg H2O2 / g terreno - 0,5mg FeSO4 / g terreno
	Proveniente da		Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia
	Tipo campione		TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI
	Campionato da		Committente	Committente	Committente	Committente	Committente
	Campionato il		12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
Scheletro [Su camp. secco all'aria (frazione <2 cm) + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.3]							
Scheletro (2mm - 2cm)	g/kg	1	98 ±10	106 ±11	98 ±10	100 ±10	114 ±11
Scheletro (2 mm) [Su campione secco all'aria + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1]							
Scheletro (2 mm)	g/kg	1	98 ±10	106 ±11	98 ±10	100 ±10	114 ±11
Residuo a 105° C Umidita' [Su campione secco all'aria (frazione < 2 mm) + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2]							
Residuo a 105°C	g/kg	1	>100,0	>100,0	>100,0	>100,0	>100,0
Cromo esavalente (come Cr) [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992]							
Cromo VI	mg/kg	1	<1	<1	<1	<1	<1
Metalli [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014]							
Arsenico	mg/kg	1	21 ±3	21 ±3	21 ±3	20 ±3	19 ±3
Mercurio	mg/kg	0,1	<0,1	0,1 ±0,1	<0,1	0,1 ±0,1	<0,1
Cromo	mg/kg	1	19 ±5	20 ±5	19 ±5	19 ±5	18 ±4
Piombo	mg/kg	1	50 ±9	49 ±8	55 ±10	46 ±8	44 ±8
Rame	mg/kg	1	18 ±8	18 ±8	18 ±8	17 ±8	18 ±8
Composti Organici Persistenti [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 3660B 1996 + EPA 8082 A 2007]							
PCB	mg/kg	0,1	33 ±11 L4	40 ±14 L4	32 ±11 L4	40 ±14 L4	27 ±9,4 L4
S.V.O.C. [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017]							
FITOFARMACI							
DDD, DDT, DDE	mg/kg	0,06	0,06 ±0,06	0,06 ±0,06	0,06 ±0,06	0,06 ±0,06	0,06 ±0,06
beta-BHC	mg/kg	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

RISULTATI

	Campione n°		PD19-00721.006	PD19-00721.007	PD19-00721.008	PD19-00721.009	PD19-00721.010
	Sigla campione		AECOM Prova N. 9 - BIANCO PROVE H2O2/Fenton	AECOM Prova N. 10 H2O2 - 0,5mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 11 H2O2 - 1mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 12 H2O2 - 2mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 13 Fenton - 0,5mg H2O2 / g terreno - 0,5mg FeSO4 / g terreno
	Proveniente da		Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia
	Tipo campione		TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI	TERRENI
	Campionato da		Committente	Committente	Committente	Committente	Committente
	Campionato il		12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
PCDD-PCDF [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 1613 B 1994]							
^^ 1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	ug/kg	0,001	0,0054	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,4,7,8-HCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,4,7,8-9-HPCDF	ug/kg	0,001	0,010	0,0088	<0,0010	0,014	0,013
^^ 1,2,3,6,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,0091	0,017	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,7,8-PCDF	ug/kg	0,001	0,016	0,015	0,017	0,013	0,014
^^ 1,2,3,7,8,9-HCDF	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 2,3,4,7,8-PCDF	ug/kg	0,001	0,085	0,14	0,10	0,12	0,099
^^ 2,3,7,8-TCDD	ug/kg	0,0005	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050
^^ 2,3,7,8-TCDF	ug/kg	0,0005	0,057	0,054	0,041	0,068	0,051
^^ 1,2,3,7,8,9-HCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,7,8-PCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,6,7,8-HCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,4,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,11	0,14	0,10	0,13	0,12
^^ 1,2,3,4,6,7-8-HPCDF	ug/kg	0,001	0,046	0,043	0,037	0,047	0,050
^^ 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	ug/kg	0,004	0,080	0,091	0,077	0,091	0,099
^^ 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	ug/kg	0,004	0,040	0,046	0,069	0,038	0,039
^^ 2,3,4,6,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,027	0,043	0,019	0,034	0,030
^^ PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	ug/kg	0,0013	0,065	0,100	0,068	0,084	0,071

RISULTATI

		Campione n°	PD19-00721.011	PD19-00721.012
		Sigla campione	AECOM Prova N. 14 Fenton - 1mg H2O2 / g terreno - 1mg FeSO4 / g terreno	AECOM Prova N. 15 Fenton - 2mg H2O2 / g terreno - 2mg FeSO4 / g terreno
		Proveniente da	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia
		Tipo campione	TERRENI	TERRENI
		Campionato da	Committente	Committente
		Campionato il	12/02/2019	12/02/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**
Scheletro [Su camp. secco all'aria (frazione <2 cm) + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.3]				
Scheletro (2mm - 2cm)	g/kg	1	109 ±11	99 ±10
Scheletro (2 mm) [Su campione secco all'aria + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1]				
Scheletro (2 mm)	g/kg	1	109 ±11	99 ±10
Residuo a 105° C Umidita' [Su campione secco all'aria (frazione < 2 mm) + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2]				
Residuo a 105°C	g/kg	1	>100,0	>100,0
Cromo esavalente (come Cr) [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992]				
Cromo VI	mg/kg	1	1 ±1	<1
Metalli [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014]				
Arsenico	mg/kg	1	20 ±3	21 ±3
Mercurio	mg/kg	0,1	<0,1	0,1 ±0,1
Cromo	mg/kg	1	18 ±4	17 ±4
Piombo	mg/kg	1	48 ±8	50 ±9
Rame	mg/kg	1	18 ±8	20 ±8
Composti Organici Persistenti [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 3660B 1996 + EPA 8082 A 2007]				
PCB	mg/kg	0,1	28 ±9,7 L4	36 ±12 L4
S.V.O.C. [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017]				
FITOFARMACI				
DDD, DDT, DDE	mg/kg	0,06	0,06 ±0,06	0,06 ±0,06
beta-BHC	mg/kg	0,02	<0,02	<0,02

RISULTATI

		Campione n°	PD19-00721.011	PD19-00721.012
		Sigla campione	AECOM Prova N. 14 Fenton - 1mg H2O2 / g terreno - 1mg FeSO4 / g terreno	AECOM Prova N. 15 Fenton - 2mg H2O2 / g terreno - 2mg FeSO4 / g terreno
		Proveniente da	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia
		Tipo campione	TERRENI	TERRENI
		Campionato da	Committente	Committente
		Campionato il	12/02/2019	12/02/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**
PCDD-PCDF [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 1613 B 1994]				
^^ 1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	ug/kg	0,001	0,0049	0,012
^^ 1,2,3,4,7,8-HCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,4,7,8-9-HPCDF	ug/kg	0,001	0,0075	0,015
^^ 1,2,3,6,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,0039	0,012
^^ 1,2,3,7,8-PCDF	ug/kg	0,001	0,019	0,017
^^ 1,2,3,7,8,9-HCDF	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010
^^ 2,3,4,7,8-PCDF	ug/kg	0,001	0,090	0,13
^^ 2,3,7,8-TCDD	ug/kg	0,0005	<0,00050	<0,00050
^^ 2,3,7,8-TCDF	ug/kg	0,0005	0,063	0,049
^^ 1,2,3,7,8,9-HCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,7,8-PCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,6,7,8-HCDD	ug/kg	0,001	<0,0010	<0,0010
^^ 1,2,3,4,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,11	0,14
^^ 1,2,3,4,6,7-8-HPCDF	ug/kg	0,001	0,037	0,046
^^ 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	ug/kg	0,004	0,076	0,10
^^ 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	ug/kg	0,004	0,035	0,050
^^ 2,3,4,6,7,8-HCDF	ug/kg	0,001	0,031	0,029
^^ PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	ug/kg	0,0013	0,068	0,089

LIMITI DI RIFERIMENTO

Matrice	Descrizione limiti
TERRENI	I limiti si riferiscono alle C.S.C. della colonna B della Tabella 1 dell`All. 5 al titolo V della parte IV del D.Lgs 152/06.

Parametro	U.M.	L1	L2	L3	L4
Cromo esavalente (come Cr) [EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992]					
Cromo VI	mg/kg	-	-	-	15
Metalli [EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	mg/kg	-	-	-	50
Mercurio	mg/kg	-	-	-	5
Cromo	mg/kg	-	-	-	800
Piombo	mg/kg	-	-	-	1000
Rame	mg/kg	-	-	-	600
Composti Organici Persistenti [EPA 3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 3660B 1996 + EPA 8082 A 2007]					
PCB	mg/kg	-	-	-	5
S.V.O.C. [EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017]					
DDD, DDT, DDE	mg/kg	-	-	-	0,1
PCDD-PCDF [EPA 1613 B 1994]					
PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	ug/kg	-	-	-	0,1

Metodo

Estratto del metodo	SOMMARIO DEL METODO
EPA 1613 B 1994	Se priva di asterisco, la prova è accreditata Accredia con num. 0051, dal laboratorio subappaltato

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.	IS	Campione insufficiente per l'analisi.
^^	Eseguito presso laborotorio esterno.	LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
RL	Limite di Rapportaggio	NA	Campione non analizzato per questo parametro
↑	Limite di rapportaggio innalzato	TBA	Parametro non ancora analizzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito		

il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempiere alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I risultati contenuti nel seguente rapporto si riferiscono esclusivamente al campione provato.

Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.
Il confronto dei risultati con i rispettivi limiti, quando presente, non tiene conto dell'incertezza di misura stimata.
Eventuali risultati fuori limite sono segnalati in rosso.
Il recupero ove previsto,se non diversamente indicato,è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici.
Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.
Se non diversamente specificato,valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di rapportaggio (criterio "medium bound")

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---

Comunicazione Provvisoria PD19-01680 _0

Prima pagina

CLIENTE		LABORATORIO	
Cliente	AECOM URS ITALIA SPA	Head of Laboratory	Cristiano Toffoletti
		Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Indirizzo	Via Watt, 27 MILANO MI 20143	Indirizzo	Via Campodoro, 25 Villafranca Padovana (PD) 35010
Contatto		Telefono	+39 049 9050013
Telefono		Fax	+39 049 9050065
Fax		Email	sgs.eco@sgs.com
Email		Accettazione n°	PD19-01680
		Pervenuto il	16/04/2019
Progetto	-	Data inizio analisi.	16/04/2019
Ordine n°	095/2019/C1/PD/Rev.0	Data fine analisi.	04/06/2019
Matrice	TERRENI(3)		
		Data emissione	04/06/2019
		Rapporto di Prova n°	PD19-01680 _0

RIFERIMENTI

Il presente è una comunicazione provvisoria. Le firme saranno apposte sul rapporto di prova.

COMMENTI

Comunicazione provvisoria; i risultati potrebbero subire modifiche in seguito ad ulteriori verifiche.

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

Sede legale C/O Caldera business park, via Caldera 21, Ed. B, 4 piano ala 3, 20153 Milano, Italy - Capitale sociale Euro 2.500.000 i.v. C.F./N. Iscr. Reg. Imprese di Milano 04112680378 - P. IVA n.11370520154 - Cod. Mecc. n.MI223913tf

INDICE

Prima Pagina..... 1
Indice..... 2
Commenti operativi..... 3
Risultati..... 4-6
Limiti Di Riferimento..... 7
Metodica impiegata..... 8
Legenda..... 9

COMMENTI OPERATIVI

Sigla campione	Campione n°	Analisi	Commenti
AECOM Prova N. 16 BIANCO	PD19-01680.001	PCB	Aumentato il limite di rapportaggio a causa della natura del campione
AECOM Prova N. 17 O3/H2O2 - 0.5mg O3 / g terreno - 1mg H2O2 / g terreno	PD19-01680.002	PCB	Aumentato il limite di rapportaggio a causa della natura del campione
AECOM T0 - Prove ossidazione MIX3	PD19-01680.003	PCB	Aumentato il limite di rapportaggio a causa della natura del campione

RISULTATI

	Campione n°		PD19-01680.001	PD19-01680.002	PD19-01680.003
	Sigla campione		AECOM Prova N. 16 BIANCO	AECOM Prova N. 17 O3/H2O2 - 0.5mg O3 / g terreno - 1mg H2O2 / g terreno	AECOM T0 - Prove ossidazione MIX3
	Proveniente da		Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia
	Tipo campione		TERRENI	TERRENI	TERRENI
	Campionato da		Committente	Committente	Committente
	Campionato il		09/04/2019	09/04/2019	09/04/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
Scheletro (2 mm) [Su campione secco all'aria + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1]					
Scheletro (2 mm)	g/kg	1	<1	11 ±1	18 ±2
Scheletro [Su camp. secco all'aria (frazione <2 cm) + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.3]					
Scheletro (2mm - 2cm)	g/kg	1	<1	11 ±1	18 ±2
Residuo a 105° C Umidita' [Su campione secco all'aria (frazione < 2 mm) + DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2]					
Residuo a 105°C	g/kg	1	980,3	982,2	981,9
Cromo esavalente (come Cr) [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992]					
Cromo VI	mg/kg	1	<1	<1	<1
Metalli [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	mg/kg	1	23 ±4	22 ±3	22 ±3
Mercurio	mg/kg	0,1	0,4 ±0,1	0,5 ±0,2	0,4 ±0,1
Cromo	mg/kg	1	29 ±6	29 ±6	30 ±6
Piombo	mg/kg	1	52 ±9	49 ±8	49 ±8
Rame	mg/kg	1	75 ±16	71 ±15	71 ±15
Composti Organici Persistenti [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 3660B 1996 + EPA 8082 A 2007]					
PCB	mg/kg	0,1	1840 ±638 L4	1750 ±607 L4	1800 ±624 L4

RISULTATI

	Campione n°		PD19-01680.001	PD19-01680.002	PD19-01680.003
	Sigla campione		AECOM Prova N. 16 BIANCO	AECOM Prova N. 17 O3/H2O2 - 0.5mg O3 / g terreno - 1mg H2O2 / g terreno	AECOM T0 - Prove ossidazione MIX3
	Proveniente da		Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia
	Tipo campione		TERRENI	TERRENI	TERRENI
	Campionato da		Committente	Committente	Committente
	Campionato il		09/04/2019	09/04/2019	09/04/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
PCB [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2017]					
PCB-101	mg/kg	0,005	45,7 ±19,7	44,6 ±19,2	38,7 ±16,6
PCB-105	mg/kg	0,005	6,0 ±2,4	5,9 ±2,4	5,5 ±2,2
PCB-110	mg/kg	0,005	41,0 ±16,0	38,5 ±15,0	40,5 ±15,8
PCB-114	mg/kg	0,005	0,10 ±0,034	<0,005	0,22 ±0,075
PCB-118	mg/kg	0,005	21,4 ±8,8	20,2 ±8,3	19,3 ±7,9
PCB-123	mg/kg	0,005	0,92 ±0,35	0,93 ±0,35	0,92 ±0,35
PCB-126	mg/kg	0,005	<0,010↑	<0,050↑	<0,050↑
PCB-128	mg/kg	0,005	11,6 ±5,0	13,2 ±5,7	12,0 ±5,2
PCB-138	mg/kg	0,005	96,1 ±39,4	105 ±43,1	103 ±42,2
PCB-146	mg/kg	0,005	12,1 ±5,0	11,2 ±4,6	11,5 ±4,7
PCB-149	mg/kg	0,005	76,7 ±30,7	76,2 ±30,5	70,5 ±28,2
PCB-151	mg/kg	0,005	32,4 ±13,3	26,9 ±11,0	15,3 ±6,3
PCB-153	mg/kg	0,005	95,4 ±36,3	91,9 ±34,9	83,3 ±31,7
PCB-156	mg/kg	0,005	7,8 ±2,7	8,5 ±3,0	7,8 ±2,7
PCB-157	mg/kg	0,005	1,5 ±0,71	1,1 ±0,52	1,1 ±0,52
PCB-167	mg/kg	0,005	4,5 ±1,8	5,0 ±2,1	5,2 ±2,1
PCB-169	mg/kg	0,005	<5,0↑	<5,0↑	<5,0↑
PCB-170	mg/kg	0,005	32,8 ±11,5	31,7 ±11,1	37,5 ±13,1
PCB-177	mg/kg	0,005	17,8 ±6,6	17,6 ±6,5	18,0 ±6,7
PCB-18	mg/kg	0,005	0,070 ±0,034	0,061 ±0,030	0,057 ±0,028
PCB-180	mg/kg	0,005	70,9 ±26,2	68,4 ±25,3	71,2 ±26,3
PCB-183	mg/kg	0,005	15,7 ±6,3	16,2 ±6,5	15,9 ±6,4
PCB-187	mg/kg	0,005	32,4 ±13,0	30,1 ±12,0	28,6 ±11,4
PCB-189	mg/kg	0,005	1,2 ±0,37	1,2 ±0,37	1,2 ±0,37
PCB-194	mg/kg	0,005	7,6 ±3,0	7,5 ±3,0	7,4 ±3,0
PCB-196+203	mg/kg	0,01	10,3 ±4,12	10,0 ±4,00	10,5 ±4,20
PCB-209	mg/kg	0,005	0,078 ±0,037	0,079 ±0,037	0,069 ±0,032
PCB-28	mg/kg	0,005	1,1 ±0,46	1,0 ±0,42	1,1 ±0,46
PCB-31	mg/kg	0,005	0,85 ±0,38	0,75 ±0,34	0,81 ±0,36
PCB-35	mg/kg	0,005	<0,050↑	<0,050↑	<0,050↑
PCB-44	mg/kg	0,005	0,80 ±0,38	0,80 ±0,38	0,79 ±0,37
PCB-52	mg/kg	0,005	2,9 ±1,3	2,9 ±1,3	2,7 ±1,2
PCB-77	mg/kg	0,005	2,2 ±0,86	2,0 ±0,78	2,0 ±0,78
PCB-81	mg/kg	0,005	<1,0↑	<0,050↑	<0,10↑
PCB-95	mg/kg	0,005	42,0 ±18,1	46,8 ±20,1	44,1 ±19,0
PCB-99	mg/kg	0,005	3,9 ±1,6	3,9 ±1,6	3,7 ±1,5

RISULTATI

	Campione n°	PD19-01680.001	PD19-01680.002	PD19-01680.003
	Sigla campione	AECOM Prova N. 16 BIANCO	AECOM Prova N. 17 O3/H2O2 - 0.5mg O3 / g terreno - 1mg H2O2 / g terreno	AECOM T0 - Prove ossidazione MIX3
	Proveniente da	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia
	Tipo campione	TERRENI	TERRENI	TERRENI
	Campionato da	Committente	Committente	Committente
	Campionato il	09/04/2019	09/04/2019	09/04/2019
Parametro	**U.M.** **RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
PCB [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2017] (segue)				
PCB_Tot	mg/kg 0,005	686 ±322	680 ±320	664 ±312
S.V.O.C. [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017]				
FITOFARMACI				
DDD, DDT, DDE	mg/kg 0,06	1,55 ±0,74 L4	1,42 ±0,68 L4	1,38 ±0,66 L4
beta-BHC	mg/kg 0,02	0,07 ±0,03	0,06 ±0,03	0,08 ±0,04
PCDD-PCDF [Su camp. secco all'aria (frazione < 2 mm) dati espressi sulla totalità dei materiali secchi (Residuo 105°C) comprensiva dello scheletro + EPA 1613 B 1994]				
^^ 1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	ug/kg 0,001	-	0,0018	0,0036
^^ 1,2,3,4,7,8-HCDD	ug/kg 0,001	-	0,036	0,40
^^ 1,2,3,4,7,8-9-HPCDF	ug/kg 0,001	-	0,063	0,073
^^ 1,2,3,6,7,8-HCDF	ug/kg 0,001	-	0,26	0,30
^^ 1,2,3,7,8-PCDF	ug/kg 0,001	-	0,14	0,17
^^ 1,2,3,7,8,9-HCDF	ug/kg 0,001	-	2,0	2,2
^^ 2,3,4,7,8-PCDF	ug/kg 0,001	-	63	34
^^ 2,3,7,8-TCDD	ug/kg 0,0005	-	1,6	2,1
^^ 2,3,7,8-TCDF	ug/kg 0,0005	-	0,69	0,95
^^ 1,2,3,7,8,9-HCDD	ug/kg 0,001	-	2,7	3,4
^^ 1,2,3,7,8-PCDD	ug/kg 0,001	-	3,4	4,5
^^ 1,2,3,6,7,8-HCDD	ug/kg 0,001	-	0,39	0,53
^^ 1,2,3,4,7,8-HCDF	ug/kg 0,001	-	0,065	0,078
^^ 1,2,3,4,6,7-8-HPCDF	ug/kg 0,001	-	0,94	1,3
^^ 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	ug/kg 0,004	-	1,9	2,4
^^ 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	ug/kg 0,004	-	0,93	1,2
^^ 2,3,4,6,7,8-HCDF	ug/kg 0,001	-	4,7	5,5
^^ PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	ug/kg 0,0013	-	2,2 L4	3,0 L4

LIMITI DI RIFERIMENTO

Matrice	Descrizione limiti
TERRENI	I limiti si riferiscono alle C.S.C. della colonna B della Tabella 1 dell`All. 5 al titolo V della parte IV del D.Lgs 152/06.

Parametro	U.M.	L1	L2	L3	L4
Cromo esavalente (come Cr) [EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992]					
Cromo VI	mg/kg	-	-	-	15
Metalli [EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	mg/kg	-	-	-	50
Mercurio	mg/kg	-	-	-	5
Cromo	mg/kg	-	-	-	800
Piombo	mg/kg	-	-	-	1000
Rame	mg/kg	-	-	-	600
Composti Organici Persistenti [EPA 3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 3660B 1996 + EPA 8082 A 2007]					
PCB	mg/kg	-	-	-	5
S.V.O.C. [EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2017]					
DDD, DDT, DDE	mg/kg	-	-	-	0,1
PCDD-PCDF [EPA 1613 B 1994]					
PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	ug/kg	-	-	-	0,1

Metodo

Estratto del metodo	SOMMARIO DEL METODO
EPA 1613 B 1994	Se priva di asterisco, la prova è accreditata Accredia con num. 0051, dal laboratorio subappaltato

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.	IS	Campione insufficiente per l'analisi.
^^	Eseguito presso laborotorio esterno.	LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
RL	Limite di Rapportaggio	NA	Campione non analizzato per questo parametro
↑	Limite di rapportaggio innalzato	TBA	Parametro non ancora analizzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito	†	Tempo massimo di conservazione superato

il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempiere alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I risultati contenuti nel seguente rapporto si riferiscono esclusivamente al campione provato.

Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.
Il confronto dei risultati con i rispettivi limiti, quando presente, non tiene conto dell'incertezza di misura stimata.
Eventuali risultati fuori limite sono segnalati in rosso.
Il recupero ove previsto,se non diversamente indicato,è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici.
Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.
Se non diversamente specificato,valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di rapportaggio (criterio "medium bound")

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---

Comunicazione Provvisoria PD19-01681 _0

Prima pagina

CLIENTE		LABORATORIO	
Cliente	AECOM URS ITALIA SPA	Head of Laboratory	Cristiano Toffoletti
		Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Indirizzo	Via Watt, 27 MILANO MI 20143	Indirizzo	Via Campodoro, 25 Villafranca Padovana (PD) 35010
Contatto		Telefono	+39 049 9050013
Telefono		Fax	+39 049 9050065
Fax		Email	sgs.eco@sgs.com
Email		Accettazione n°	PD19-01681
		Pervenuto il	15/04/2019
Progetto	-	Data inizio analisi.	16/04/2019
Ordine n°	321/2019/C1/PD	Data fine analisi.	14/05/2019
Matrice	ARIA(4)		
		Data emissione	14/05/2019
		Rapporto di Prova n°	PD19-01681 _0

RIFERIMENTI

Il presente è una comunicazione provvisoria. Le firme saranno apposte sul rapporto di prova.

COMMENTI

Comunicazione provvisoria; i risultati potrebbero subire modifiche in seguito ad ulteriori verifiche.

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

Sede legale C/O Caldera business park, via Caldera 21, Ed. B, 4 piano ala 3, 20153 Milano, Italy - Capitale sociale Euro 2.500.000 i.v. C.F./N. Iscr. Reg. Imprese di Milano 04112680378 - P. IVA n.11370520154 - Cod. Mecc. n.MI223913tf

INDICE

Prima Pagina..... 1

Indice..... 2

Risultati..... 3

Legenda..... 4

RISULTATI

	Campione n°		PD19-01681.001	PD19-01681.002	PD19-01681.003	PD19-01681.004
	Sigla campione		Fiala 1 - Adsorbimento da 0 a 10 minuti	Fiala 2 - Adsorbimento da 10 a 30 minuti	Fiala 3 - Adsorbimento da 30 a 60 minuti	Fiala 4 - Adsorbimento da 60 a 90 minuti
	Proveniente da		Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia	Prove Trattabilità Caffaro Brescia
	Tipo campione		ARIA	ARIA	ARIA	ARIA
	Campionato da		Committente	Committente	Committente	Committente
	Campionato il		09/04/2019	09/04/2019	09/04/2019	09/04/2019
	Campionato ore		23:59	23:59	23:59	23:59
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
PCB congeneri [Su campione tal quale + NIOSH 5503 1994]						
^^ PCB-28	µg	0,005	<0,005	0,007	0,015	0,020
^^ PCB-52	µg	0,005	<0,005	0,015	0,030	0,060
^^ PCB-101	µg	0,005	0,005	0,029	0,085	0,10
^^ PCB-118	µg	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
^^ PCB-138	µg	0,005	<0,005	<0,005	0,008	0,010
^^ PCB-153	µg	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,008
^^ PCB-180	µg	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
^^ PCB-194	µg	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.	IS	Campione insufficiente per l'analisi.
^^	Eseguito presso laborotorio esterno.	LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
RL	Limite di Rapportaggio	NA	Campione non analizzato per questo parametro
↑	Limite di rapportaggio innalzato	TBA	Parametro non ancora analizzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito	†	Tempo massimo di conservazione superato

il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempiere alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I risultati contenuti nel seguente rapporto si riferiscono esclusivamente al campione provato.

Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.
Il confronto dei risultati con i rispettivi limiti, quando presente, non tiene conto dell'incertezza di misura stimata.
Eventuali risultati fuori limite sono segnalati in rosso.
Il recupero ove previsto,se non diversamente indicato,è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici.
Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.
Se non diversamente specificato,valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di rapportaggio (criterio "medium bound")

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---

Comunicazione Provvisoria PD19-00716 _0

Prima pagina

CLIENTE		LABORATORIO	
Cliente	AECOM URS ITALIA SPA	Head of Laboratory	Cristiano Toffoletti
		Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Indirizzo	Via Watt, 27 MILANO MI 20143	Indirizzo	Via Campodoro, 25 Villafranca Padovana (PD) 35010
Contatto		Telefono	+39 049 9050013
Telefono		Fax	+39 049 9050065
Fax		Email	sgs.eco@sgs.com
Email		Accettazione n°	PD19-00716
		Pervenuto il	14/02/2019
Progetto	-	Data inizio analisi.	14/02/2019
Ordine n°	095/2019/C1/PD/Rev.0	Data fine analisi.	27/02/2019
Matrice	ACQUE SOTTERRANEE(12)		
		Data emissione	28/02/2019
		Rapporto di Prova n°	PD19-00716 _0

RIFERIMENTI

Il presente è una comunicazione provvisoria. Le firme saranno apposte sul rapporto di prova.

COMMENTI

Comunicazione provvisoria; i risultati potrebbero subire modifiche in seguito ad ulteriori verifiche.

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

Sede legale C/O Caldera business park, via Caldera 21, Ed. B, 4 piano ala 3, 20153 Milano, Italy - Capitale sociale Euro 2.500.000 i.v. C.F./N. Iscr. Reg. Imprese di Milano 04112680378 - P. IVA n.11370520154 - Cod. Mecc. n.MI223913tf

INDICE

Prima Pagina..... 1
Indice..... 2
Commenti operativi..... 3
Risultati..... 4-6
Limiti Di Riferimento..... 7
Note sulle metodiche impiegate..... 8
Legenda..... 9

COMMENTI OPERATIVI

Sigla campione	Campione n°	Analisi	Commenti
AECOM Prova N. 13 Fenton - 0,5mg H2O2 / g terreno - 0,5mg FeSO4 / g terreno	PD19-00716.010	Cromo VI	Aumentato il limite di rilevabilità a causa della natura del campione
AECOM Prova N. 14 Fenton - 1mg H2O2 / g terreno - 1mg FeSO4 / g terreno	PD19-00716.011	Cromo VI	Aumentato il limite di rilevabilità a causa della natura del campione

RISULTATI

	Campione n°		PD19-00716.001	PD19-00716.002	PD19-00716.003	PD19-00716.004	PD19-00716.005
	Sigla campione		AECOM Prova N. 5 O3/H2O2 - 0,5mg O3 / g terreno - 0,5mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 6 O3/H2O2 - 1mg O3 / g terreno - 1mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 7 - BIANCO PROVE O3/O3+H2O2	AECOM Prova N. 8 O3 - 1,5mg O3 / g terreno	AECOM T0 - PROVE OSSIDAZIONE MIX2
	Proveniente da		Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia
	Tipo campione		ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE
	Campionato da		Committente	Committente	Committente	Committente	Committente
	Campionato il		12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
Metalli [Su campione dopo filtrazione 0.45 micron + EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014]							
Arsenico	ug/L	1	1 ±1	<1	<1	<1	<1
Cromo	ug/L	1	13 ±3	17 ±4	6 ±2	170 ±25 L4	14 ±4
Mercurio	ug/L	0,1	12 ±1,7 L4	21 ±2,9 L4	0,5 ±0,1	26 ±3,6 L4	0,5 ±0,1
Piombo	ug/L	1	<1	<1	<1	<1	<1
Rame	ug/L	1	1 ±1	1 ±1	<1	<1	<1
Cromo esavalente [Su campione tal quale + APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22rd Ed.2017, 3500 Cr C]							
Cromo VI	ug/L	1	14 ±2	18 ±2	7 ±1	180 ±21	17 ±2
Policlorobifenili [Su campione tal quale + EPA3510C 1996 + EPA 8082A 2007]							
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	0,01	49,6 ±13,7 L4	28,9 ±7,97 L4	25,0 ±6,90 L4	15,6 ±4,32 L4	16,2 ±4,48 L4
V.O.C. [Su campione tal quale + EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017]							
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI							
Cloro Metano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2 ±0,1
Cloroformio	ug/L	0,01	0,75 ±0,29 L4	0,37 ±0,14 L4	0,15 ±0,06	0,05 ±0,02	1,73 ±0,66 L4
Cloruro di Vinile	ug/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,052 ±0,020 L4
Tricloro Etilene	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,41 ±0,16
Tetracloro Etilene	ug/L	0,01	0,13 ±0,05	0,13 ±0,05	0,14 ±0,05	0,64 ±0,24	2,89 ±1,07 L4
Esacloro Butadiene	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	1	1	<1	<1	<1	5
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI							
1,1-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2-Dicloro Propano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01 ±0,01
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
S.V.O.C. [Su campione tal quale + EPA 3520C 1996 + EPA 8270E 2017]							
FITOFARMACI							
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	0,01	0,30 ±0,09 L4	0,17 ±0,05 L4	0,98 ±0,30 L4	0,13 ±0,04 L4	0,23 ±0,07 L4
DDD, DDT, DDE	ug/L	0,03	0,05 ±13,3	0,04 ±13,3	0,04 ±13,3	0,03 ±13,3	0,03 ±13,3

RISULTATI

	Campione n°	PD19-00716.006	PD19-00716.007	PD19-00716.008	PD19-00716.009	PD19-00716.010
	Sigla campione	AECOM Prova N. 9 - BIANCO PROVE H2O2/Fenton	AECOM Prova N. 10 H2O2 - 0,5mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 11 H2O2 - 1mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 12 H2O2 - 2mg H2O2 / g terreno	AECOM Prova N. 13 Fenton - 0,5mg H2O2 / g terreno - 0,5mg FeSO4 / g terreno
	Proveniente da	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia
	Tipo campione	ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE
	Campionato da	Committente	Committente	Committente	Committente	Committente
	Campionato il	12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019	12/02/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
Metalli [Su campione dopo filtrazione 0.45 micron + EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014]							
Arsenico	ug/L	1	<1	<1	<1	<1	47 ±6 L4
Cromo	ug/L	1	10 ±3	8 ±3	8 ±3	7 ±3	2 ±2
Mercurio	ug/L	0,1	0,2 ±0,1	0,1 ±0,1	0,1 ±0,1	0,1 ±0,1	0,3 ±0,1
Piombo	ug/L	1	<1	<1	<1	<1	<1
Rame	ug/L	1	<1	<1	<1	<1	2 ±1
Cromo esavalente [Su campione tal quale + APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22rd Ed.2017, 3500 Cr C]							
Cromo VI	ug/L	1	12 ±2	9 ±1	9 ±1	8 ±1	<4↑
Policlorobifenili [Su campione tal quale + EPA3510C 1996 + EPA 8082A 2007]							
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	0,01	12,5 ±3,46 L4	24,9 ±6,87 L4	26,5 ±7,31 L4	55,8 ±15,4 L4	26,4 ±7,28 L4
V.O.C. [Su campione tal quale + EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017]							
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI							
Cloro Metano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cloroformio	ug/L	0,01	0,46 ±0,17 L4	0,48 ±0,18 L4	0,32 ±0,12 L4	0,66 ±0,25 L4	0,10 ±0,04
Cloruro di Vinile	ug/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0,005	<0,005	<0,005	0,006 ±0,005	0,017 ±0,006	<0,005
Tricloro Etilene	ug/L	0,01	0,07 ±0,03	0,07 ±0,03	0,05 ±0,02	0,14 ±0,05	<0,01
Tetracloro Etilene	ug/L	0,01	0,86 ±0,32	0,65 ±0,24	0,53 ±0,20	1,10 ±0,41	0,04 ±0,01
Esacloro Butadiene	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	1	2	1	1	2	<1
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI							
1,1-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2-Dicloro Propano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
S.V.O.C. [Su campione tal quale + EPA 3520C 1996 + EPA 8270E 2017]							
FITOFARMACI							
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	0,01	0,37 ±0,11 L4	0,38 ±0,12 L4	0,29 ±0,09 L4	0,05 ±0,02	0,05 ±0,02
DDD, DDT, DDE	ug/L	0,03	0,03 ±13,3	0,04 ±13,3	0,03 ±13,3	0,03 ±13,3	0,03 ±13,3

RISULTATI

	Campione n°		PD19-00716.011	PD19-00716.012
	Sigla campione		AECOM Prova N. 14 Fenton - 1mg H2O2 / g terreno - 1mg FeSO4 / g terreno	AECOM Prova N. 15 Fenton - 2mg H2O2 / g terreno - 2mg FeSO4 / g terreno
	Proveniente da		Prove trattabilità Caffaro Brescia	Prove trattabilità Caffaro Brescia
	Tipo campione		ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE
	Campionato da		Committente	Committente
	Campionato il		12/02/2019	12/02/2019
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**
Metalli [Su campione dopo filtrazione 0.45 micron + EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014]				
Arsenico	ug/L	1	20 ±3 L4	14 ±2 L4
Cromo	ug/L	1	3 ±2	3 ±2
Mercurio	ug/L	0,1	0,2 ±0,1	0,3 ±0,1
Piombo	ug/L	1	<1	<1
Rame	ug/L	1	2 ±1	1 ±1
Cromo esavalente [Su campione tal quale + APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22rd Ed.2017, 3500 Cr C]				
Cromo VI	ug/L	1	<5↑	4 ±1
Policlorobifenili [Su campione tal quale + EPA3510C 1996 + EPA 8082A 2007]				
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	0,01	33,6 ±9,26 L4	28,3 ±7,81 L4
V.O.C. [Su campione tal quale + EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017]				
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI				
Cloro Metano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1
Cloroformio	ug/L	0,01	0,21 ±0,08 L4	0,11 ±0,04
Cloruro di Vinile	ug/L	0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0,005	<0,005	<0,005
Tricloro Etilene	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
Tetracloro Etilene	ug/L	0,01	0,03 ±0,01	0,01 ±0,01
Esacloro Butadiene	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	1	<1	<1
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI				
1,1-Dicloro Etano	ug/L	0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	0,1	<0,10	<0,10
1,2-Dicloro Propano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	0,001	<0,001	<0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	0,005	<0,005	<0,005
S.V.O.C. [Su campione tal quale + EPA 3520C 1996 + EPA 8270E 2017]				
FITOFARMACI				
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	0,01	0,04 ±0,01	0,03 ±0,01
DDD, DDT, DDE	ug/L	0,03	0,03 ±13,3	0,03 ±13,3

LIMITI DI RIFERIMENTO

Matrice	Descrizione limiti
ACQUE SOTTERRANEE	I limiti si riferiscono al: DLgs 152/06 - All.5, parte IV, Tab 2 - Acque sotterranee

Parametro	U.M.	L1	L2	L3	L4
Metalli [EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	ug/L	-	-	-	10
Cromo	ug/L	-	-	-	50
Mercurio	ug/L	-	-	-	1
Piombo	ug/L	-	-	-	10
Rame	ug/L	-	-	-	1000
Policlorobifenili [EPA3510C 1996 + EPA 8082A 2007]					
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	-	-	-	0,01
V.O.C. [EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017]					
Cloro Metano	ug/L	-	-	-	1,5
Cloroformio	ug/L	-	-	-	0,15
Cloruro di Vinile	ug/L	-	-	-	0,5
1,2-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	3
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	-	-	-	0,05
Tricloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,5
Tetracloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,1
Esacloro Butadiene	ug/L	-	-	-	0,15
Somma dei Composti Organoalogenati	ug/L	-	-	-	10
1,1-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	810
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	-	-	-	60
1,2-Dicloro Propano	ug/L	-	-	-	0,15
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	-	-	-	0,2
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	-	-	-	0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	-	-	-	0,05
S.V.O.C. [EPA 3520C 1996 + EPA 8270E 2017]					
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	-	-	-	0,1
DDD, DDT, DDE	ug/L	-	-	-	0,1

Metodo

Estratto del metodo	SOMMARIO DEL METODO
EPA 8260D 2017	Prova eseguita presso la nostra sede di Via Campodoro 23 – Villafranca Padovana (PD)

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.	IS	Campione insufficiente per l'analisi.
^^	Eseguito presso laborotorio esterno.	LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
RL	Limite di Rapportaggio	NA	Campione non analizzato per questo parametro
↑	Limite di rapportaggio innalzato	TBA	Parametro non ancora analizzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito		

il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempiere alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I risultati contenuti nel seguente rapporto si riferiscono esclusivamente al campione provato.

Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.
Il confronto dei risultati con i rispettivi limiti, quando presente, non tiene conto dell'incertezza di misura stimata.
Eventuali risultati fuori limite sono segnalati in rosso.
Il recupero ove previsto,se non diversamente indicato,è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici.
Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.
Se non diversamente specificato,valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di rapportaggio (criterio "medium bound")

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---

ALLEGATO 6

Comunicazione Provvisoria PD19-01685 _0

Prima pagina

CLIENTE		LABORATORIO	
Cliente	AECOM URS ITALIA SPA	Head of Laboratory	Cristiano Toffoletti
		Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Indirizzo	Via Watt, 27 MILANO MI 20143	Indirizzo	Via Campodoro, 25 Villafranca Padovana (PD) 35010
Contatto		Telefono	+39 049 9050013
Telefono		Fax	+39 049 9050065
Fax		Email	sgs.eco@sgs.com
Email		Accettazione n°	PD19-01685
		Pervenuto il	16/04/2019
Progetto	-	Data inizio analisi.	16/04/2019
Ordine n°	799/2018/C1/PD/Rev.1	Data fine analisi.	10/05/2019
Matrice	ACQUE SOTTERRANEE(2)		
		Data emissione	10/05/2019
		Rapporto di Prova n°	PD19-01685 _0

RIFERIMENTI

Il presente è una comunicazione provvisoria. Le firme saranno apposte sul rapporto di prova.

COMMENTI

Comunicazione provvisoria; i risultati potrebbero subire modifiche in seguito ad ulteriori verifiche.

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

Sede legale C/O Caldera business park, via Caldera 21, Ed. B, 4 piano ala 3, 20153 Milano, Italy - Capitale sociale Euro 2.500.000 i.v. C.F./N. Iscr. Reg. Imprese di Milano 04112680378 - P. IVA n.11370520154 - Cod. Mecc. n.MI223913tf

INDICE

Prima Pagina..... 1
Indice..... 2
Commenti operativi..... 3
Risultati..... 4-7
Limiti Di Riferimento..... 8
Metodica impiegata..... 9
Legenda..... 10

COMMENTI OPERATIVI

Sigla campione	Campione n°	Analisi	Commenti
MW7_32 i	PD19-01685.001	PCB congeneri	Aumentati i limiti di rapportaggio a causa della natura del campione
MW7_32 i post	PD19-01685.002	PCB congeneri	Aumentati i limiti di rapportaggio a causa della natura del campione
		Alaclor	Aumentato il limite di rapportaggio a causa della natura del campione

RISULTATI

	Campione n°		PD19-01685.001	PD19-01685.002
	Sigla campione		MW7_32 i	MW7_32 i post
	Proveniente da		Indagini Caffaro Brescia	Indagini Caffaro Brescia
	Tipo campione		ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE
	Campionato da		Committente	Committente
	Campionato il		15/04/2019	15/04/2019
	Campionato ore		23:59	23:59
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**

Metalli [Su campione dopo filtrazione 0.45 micron in campo + EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014]

Arsenico	ug/L	1	<1	<1
Cromo	ug/L	1	14 ±2	10 ±1
Mercurio	ug/L	0,1	0,2 ±0,03	0,2 ±0,03
Piombo	ug/L	1	<1	<1
Rame	ug/L	1	<1	<1

Policlorobifenili [Su campione tal quale + EPA3510C 1996 + EPA 8082A 2007]

Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	0,01	21,4 ±5,91 L4	159 ±43,7 L4

Cromo esavalente [Su campione tal quale + APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22rd Ed.2017, 3500 Cr C]

Cromo VI	ug/L	1	13 ±2	10 ±1

Composti Organici Persistenti [Su campione tal quale + EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2014 + EPA 8082 A 2007]

PCN	mg/L	0,02	<0,02	<0,02
PCT	mg/L	0,0745	0,08 ±0,0745	0,08 ±0,0745
Aroclor 5060	mg/L	0,05	<0,05	<0,05
Aroclor 5460	mg/L	0,05	<0,05	<0,05
Aroclor 5442	mg/L	0,05	<0,05	<0,05

RISULTATI

		Campione n°	PD19-01685.001	PD19-01685.002
		Sigla campione	MW7_32 i	MW7_32 i post
		Proveniente da	Indagini Caffaro Brescia	Indagini Caffaro Brescia
		Tipo campione	ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE
		Campionato da	Committente	Committente
		Campionato il	15/04/2019	15/04/2019
		Campionato ore	23:59	23:59
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**
PCB congeneri [Su campione tal quale + EPA 8270E 2017]				
PCB-101	ug/L	0,005	0,54 ±0,16	2,9 ±0,87
PCB-105	ug/L	0,005	0,13 ±0,039	0,59 ±0,18
PCB-110	ug/L	0,005	0,66 ±0,20	2,7 ±0,81
PCB-114	ug/L	0,005	<0,005	0,024 ±0,007
PCB-118	ug/L	0,005	0,24 ±0,072	1,4 ±0,42
PCB-123	ug/L	0,005	0,015 ±0,005	0,077 ±0,023
PCB-126	ug/L	0,005	<0,005	<0,005
PCB-128	ug/L	0,005	0,091 ±0,027	0,67 ±0,20
PCB-138	ug/L	0,005	0,87 ±0,26	7,4 ±2,2
PCB-146	ug/L	0,005	0,11 ±0,033	0,79 ±0,24
PCB-149	ug/L	0,005	0,90 ±0,27	5,5 ±1,7
PCB-151	ug/L	0,005	0,32 ±0,096	2,1 ±0,63
PCB-153	ug/L	0,005	0,91 ±0,27	7,3 ±2,2
PCB-156	ug/L	0,005	0,063 ±0,019	0,44 ±0,13
PCB-157	ug/L	0,005	0,010 ±0,005	0,014 ±0,005
PCB-167	ug/L	0,005	0,039 ±0,012	0,44 ±0,13
PCB-169	ug/L	0,005	<0,10↑	<0,50↑
PCB-170	ug/L	0,005	0,32 ±0,096	2,7 ±0,81
PCB-177	ug/L	0,005	0,17 ±0,051	1,3 ±0,39
PCB-18	ug/L	0,005	0,071 ±0,021	1,3 ±0,39
PCB-180	ug/L	0,005	0,77 ±0,23	8,8 ±2,6
PCB-183	ug/L	0,005	0,16 ±0,048	1,3 ±0,39
PCB-187	ug/L	0,005	0,34 ±0,10	3,2 ±0,96
PCB-189	ug/L	0,005	0,009 ±0,005	0,084 ±0,025
PCB-28	ug/L	0,005	0,11 ±0,033	1,4 ±0,42
PCB-31	ug/L	0,005	0,10 ±0,030	1,1 ±0,33
PCB-35	ug/L	0,005	<0,005	<0,020↑x50
PCB-44	ug/L	0,005	0,084 ±0,025	0,67 ±0,20
PCB-52	ug/L	0,005	0,16 ±0,048	1,2 ±0,36
PCB-77	ug/L	0,005	0,023 ±0,007	0,13 ±0,039
PCB-81	ug/L	0,005	<0,020↑	<0,050↑
PCB-95	ug/L	0,005	1,1 ±0,33	3,2 ±0,96
PCB-99	ug/L	0,005	0,12 ±0,036	0,44 ±0,13
PCB-194	ug/L	0,005	0,11 ±0,033	0,94 ±0,28
PCB-196+203	ug/L	0,01	0,13 ±0,05	1,21 ±0,48
PCB-209	ug/L	0,005	0,007 ±0,005	0,041 ±0,012
Somma PCB congeneri sopraelencati	ug/L	0,0925	8,64 ±2,59	61,6 ±18,5

RISULTATI

	Campione n°		PD19-01685.001	PD19-01685.002
	Sigla campione		MW7_32 i	MW7_32 i post
	Proveniente da		Indagini Caffaro Brescia	Indagini Caffaro Brescia
	Tipo campione		ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE
	Campionato da		Committente	Committente
	Campionato il		15/04/2019	15/04/2019
	Campionato ore		23:59	23:59
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**
Composti organici volatili (VOC) [Su campione tal quale + EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017]				
Cloro Metano	ug/L	0,05	<0,05	<0,05
Triclorometano	ug/L	0,01	11,0 ±5,28 L4	11,2 ±5,38 L4
Cloruro di Vinile	ug/L	0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	ug/L	0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0,005	0,14 ±0,045 L4	0,15 ±0,048 L4
Tricloro Etilene	ug/L	0,01	2,62 ±0,71 L4	2,80 ±0,76 L4
Tetracloro Etilene	ug/L	0,01	4,36 ±1,26 L4	4,49 ±1,30 L4
Esacloro Butadiene	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
Sommatoria organoalogenati (D.Leg. 152/06-All.5-Tab.2)	ug/L	0,024	18,3 ±7,0 L4	18,7 ±7,1 L4
1,1-Dicloro Etano	ug/L	0,01	0,50 ±0,17	0,54 ±0,18
1,2-Dicloro Etilene (cis)	ug/L	0,01	0,57 ±0,16	0,61 ±0,17
1,2-Dicloro Etilene (trans)	ug/L	0,01	0,10 ±0,03	0,11 ±0,04
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	0,01	0,68 ±0,30	0,73 ±0,32
1,2-Dicloro Propano	ug/L	0,01	0,06 ±0,02	0,05 ±0,01
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	0,01	0,06 ±0,03	0,07 ±0,03
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	0,001	0,001 ±0,000	0,001 ±0,000
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	0,005	<0,005	<0,005
Carbonio Tetracloruro	ug/L	0,01	40,6 ±11,0	42,0 ±11,3
S.V.O.C. [Su campione tal quale + EPA 3520C 1996 + EPA 8270E 2017]				
FITOFARMACI				
Alaclor	ug/L	0,01	<0,01	<0,05↑
Aldrin	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
Atrazina	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
alfa-Esaclorocicloesano	ug/L	0,01	0,09 ±0,03	0,12 ±0,04 L4
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	0,01	0,50 ±0,16 L4	0,50 ±0,16 L4
gamma-Esaclorocicloesano (Lindano)	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
Clordano	ug/L	0,01	0,010 ±0,004	0,010 ±0,004
DDD, DDT, DDE	ug/L	0,03	0,04 ±0,02	0,07 ±0,04
Dieldrin	ug/L	0,01	0,03 ±0,01	0,04 ±0,01 L4
Endrin	ug/L	0,01	<0,01	<0,01
Sommatoria Fitofarmaci	ug/L	0,01	0,69 ±0,35 L4	0,77 ±0,39 L4

RISULTATI

	Campione n°		PD19-01685.001	PD19-01685.002
	Sigla campione		MW7_32 i	MW7_32 i post
	Proveniente da		Indagini Caffaro Brescia	Indagini Caffaro Brescia
	Tipo campione		ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE
	Campionato da		Committente	Committente
	Campionato il		15/04/2019	15/04/2019
	Campionato ore		23:59	23:59
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**
PCDD-PCDF [Su campione tal quale + EPA 1613 B 1994]				
^^ 2,3,7,8-TCDD	pg/L	0,05	<0,05	<0,05
^^ 1,2,3,7,8-PCDD	pg/L	0,2	<0,2	<0,2
^^ 1,2,3,4,7,8-HCDD	pg/L	0,2	<0,2	<0,2
^^ 1,2,3,6,7,8-HCDD	pg/L	0,2	<0,2	<0,2
^^ 1,2,3,7,8,9-HCDD	pg/L	0,2	<0,2	<0,2
^^ 1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	pg/L	0,2	6,5 ±1,56	9,1 ±2,18
^^ 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	pg/L	0,5	42 ±9,30	57 ±13,00
^^ 2,3,7,8-TCDF	pg/L	0,05	133 ±57,00	142 ±61,00
^^ 1,2,3,7,8-PCDF	pg/L	0,2	35 ±9,70	68 ±19,00
^^ 2,3,4,7,8-PCDF	pg/L	0,2	163 ±67,00	219 ±90,00
^^ 1,2,3,4,7,8-HCDF	pg/L	0,2	124 ±37,00	160 ±48,00
^^ 1,2,3,6,7,8-HCDF	pg/L	0,2	23 ±7,40	29 ±9,30
^^ 2,3,4,6,7,8-HCDF	pg/L	0,2	29 ±6,90	37 ±8,90
^^ 1,2,3,7,8,9-HCDF	pg/L	0,2	4,2 ±1,20	9,7 ±2,80
^^ 1,2,3,4,6,7-8-HPCDF	pg/L	0,2	78 ±15,00	104 ±20,00
^^ 1,2,3,4,7,8-9-HPCDF	pg/L	0,2	13 ±3,12	16 ±3,94
^^ 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	pg/L	0,5	74 ±23	9,4 ±2,90
^^ PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	pg/L	-	82,4 L4	107 L4

LIMITI DI RIFERIMENTO

Matrice	Descrizione limiti
ACQUE SOTTERRANEE	I limiti si riferiscono al: DLgs 152/06 - All.5, parte IV, Tab 2 - Acque sotterranee

Parametro	U.M.	L1	L2	L3	L4
Metalli [EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	ug/L	-	-	-	10
Cromo	ug/L	-	-	-	50
Mercurio	ug/L	-	-	-	1
Piombo	ug/L	-	-	-	10
Rame	ug/L	-	-	-	1000
Policlorobifenili [EPA3510C 1996 + EPA 8082A 2007]					
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	-	-	-	0,01
Composti organici volatili (VOC) [EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017]					
Cloro Metano	ug/L	-	-	-	1,5
Triclorometano	ug/L	-	-	-	0,15
Cloruro di Vinile	ug/L	-	-	-	0,5
1,2-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	3
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	-	-	-	0,05
Tricloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,5
Tetracloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,1
Esacloro Butadiene	ug/L	-	-	-	0,15
Sommatoria organoalogenati (D.Leg. 152/06-All.5-Tab.2)	ug/L	-	-	-	10
1,1-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	810
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	-	-	-	60
1,2-Dicloro Propano	ug/L	-	-	-	0,15
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	-	-	-	0,2
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	-	-	-	0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	-	-	-	0,05
S.V.O.C. [EPA 3520C 1996 + EPA 8270E 2017]					
Alaclor	ug/L	-	-	-	0,1
Aldrin	ug/L	-	-	-	0,03
Atrazina	ug/L	-	-	-	0,3
alfa-Esaclorocicloesano	ug/L	-	-	-	0,1
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	-	-	-	0,1
gamma-Esaclorocicloesano (Lindano)	ug/L	-	-	-	0,1
Clordano	ug/L	-	-	-	0,1
DDD, DDT, DDE	ug/L	-	-	-	0,1
Dieldrin	ug/L	-	-	-	0,03
Endrin	ug/L	-	-	-	0,1
Sommatoria Fitofarmaci	ug/L	-	-	-	0,5
PCDD-PCDF [EPA 1613 B 1994]					
PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	pg/L	-	-	-	4

Metodo

Estratto del metodo	SOMMARIO DEL METODO
EPA 1613 B 1994	Se priva di asterisco, la prova è accreditata Accredia con num. 0110, dal laboratorio subappaltato
EPA 8260D 2017	Prova eseguita presso la nostra sede di Via Campodoro 23 – Villafranca Padovana (PD)

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.	IS	Campione insufficiente per l'analisi.
^^	Eseguito presso laborotorio esterno.	LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
RL	Limite di Rapportaggio	NA	Campione non analizzato per questo parametro
↑	Limite di rapportaggio innalzato	TBA	Parametro non ancora analizzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito	†	Tempo massimo di conservazione superato

il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempiere alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I risultati contenuti nel seguente rapporto si riferiscono esclusivamente al campione provato.

Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.
Il confronto dei risultati con i rispettivi limiti, quando presente, non tiene conto dell'incertezza di misura stimata.
Eventuali risultati fuori limite sono segnalati in rosso.
Il recupero ove previsto,se non diversamente indicato,è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici.
Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.
Se non diversamente specificato,valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di rapportaggio (criterio "medium bound")

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---

Comunicazione Provvisoria PD19-01749 _0

Prima pagina

CLIENTE		LABORATORIO	
Cliente	AECOM URS ITALIA SPA	Head of Laboratory	Cristiano Toffoletti
		Laboratorio	SGS Italia S.p.A.
Indirizzo	Via Watt, 27 MILANO MI 20143	Indirizzo	Via Campodoro, 25 Villafranca Padovana (PD) 35010
Contatto		Telefono	+39 049 9050013
Telefono		Fax	+39 049 9050065
Fax		Email	sgs.eco@sgs.com
Email		Accettazione n°	PD19-01749
		Pervenuto il	23/04/2019
Progetto	-	Data inizio analisi.	23/04/2019
Ordine n°	799/2018/C1/PD/Rev.1	Data fine analisi.	04/06/2019
Matrice	ACQUE SOTTERRANEE(3)		
		Data emissione	04/06/2019
		Rapporto di Prova n°	PD19-01749 _0

RIFERIMENTI

Il presente è una comunicazione provvisoria. Le firme saranno apposte sul rapporto di prova.

COMMENTI

Comunicazione provvisoria; i risultati potrebbero subire modifiche in seguito ad ulteriori verifiche.

Incertezza estesa di misura stimata al 95% di livello di confidenza e fattore di copertura k=2

Sede legale C/O Caldera business park, via Caldera 21, Ed. B, 4 piano ala 3, 20153 Milano, Italy - Capitale sociale Euro 2.500.000 i.v. C.F./N. Iscr. Reg. Imprese di Milano 04112680378 - P. IVA n.11370520154 - Cod. Mecc. n.MI223913tf

INDICE

Prima Pagina..... 1
Indice..... 2
Commenti operativi..... 3
Risultati..... 4-6
Limiti Di Riferimento..... 7
Metodica impiegata..... 8
Legenda..... 9

COMMENTI OPERATIVI

Sigla campione	Campione n°	Analisi	Commenti
MW7_32 i	PD19-01749.001	Composti organici persistenti µg/L	Aumentato il limite di rapportaggio a causa della natura del campione
		PCB congeneri	Aumentato il limite di rapportaggio a causa della natura del campione
MW7_32 i (50 l)	PD19-01749.002	Composti organici persistenti µg/L	Aumentato il limite di rapportaggio a causa della natura del campione
		PCB congeneri	Aumentato il limite di rapportaggio a causa della natura del campione
MW7_32 i (100 l)	PD19-01749.003	Composti organici persistenti µg/L	Aumentato il limite di rapportaggio a causa della natura del campione
		PCB congeneri	Aumentato il limite di rapportaggio a causa della natura del campione

RISULTATI

	Campione n°		PD19-01749.001	PD19-01749.002	PD19-01749.003
	Sigla campione		MW7_32 i	MW7_32 i (50 l)	MW7_32 i (100 l)
	Proveniente da		Indagini Caffaro Brescia	Indagini Caffaro Brescia	Indagini Caffaro Brescia
	Tipo campione		ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE
	Campionato da		Committente	Committente	Committente
	Campionato il		19/04/2019	19/04/2019	19/04/2019
	Campionato ore		23:59	23:59	23:59
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
Metalli [Su campione dopo filtrazione 0.45 micron in campo + EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	ug/L	1	<1	<1	<1
Cromo	ug/L	1	10 ±1	10 ±1	10 ±1
Mercurio	ug/L	0,1	0,3 ±0,04	0,2 ±0,03	0,2 ±0,03
Piombo	ug/L	1	<1	<1	<1
Rame	ug/L	1	4 ±0	2 ±0	<1
Cromo esavalente [Su campione tal quale + APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22rd Ed.2017, 3500 Cr C]					
Cromo VI	ug/L	1	9 ±1	9 ±1	9 ±1
Composti organici volatili (VOC) [Su campione tal quale + EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017]					
Cloro Metano	ug/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Triclorometano	ug/L	0,01	12,0 ±5,76 L4	12,1 ±5,81 L4	12,2 ±5,86 L4
Cloruro di Vinile	ug/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloro Etano	ug/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	0,005	0,17 ±0,054 L4	0,17 ±0,054 L4	0,17 ±0,054 L4
Tricloro Etilene	ug/L	0,01	3,05 ±0,82 L4	3,15 ±0,85 L4	3,11 ±0,84 L4
Tetracloro Etilene	ug/L	0,01	4,39 ±1,27 L4	4,47 ±1,30 L4	4,64 ±1,35 L4
Esacloro Butadiene	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sommatoria organoalogenati (D.Leg. 152/06-All.5-Tab.2)	ug/L	0,098	19,7 ±7,5 L4	20,0 ±7,6 L4	20,2 ±7,7 L4
1,1-Dicloro Etano	ug/L	0,01	0,58 ±0,19	0,58 ±0,19	0,57 ±0,19
1,2-Dicloro Etilene (cis)	ug/L	0,01	0,69 ±0,19	0,68 ±0,19	0,69 ±0,19
1,2-Dicloro Etilene (trans)	ug/L	0,01	0,13 ±0,04	0,13 ±0,04	0,12 ±0,04
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	0,01	0,81 ±0,36	0,81 ±0,36	0,81 ±0,36
1,2-Dicloro Propano	ug/L	0,01	0,07 ±0,02	0,06 ±0,02	0,06 ±0,02
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	0,01	0,07 ±0,03	0,08 ±0,03	0,08 ±0,03
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Carbonio Tetracloruro	ug/L	0,01	46,0 ±12,4	47,0 ±12,7	47,3 ±12,8
Composti organici persistenti µg/L [Su campione tal quale + EPA3510C 1996 + EPA 8082A 2007]					
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	0,01	20,1 ±5,55 L4	10,0 ±2,78 L4	129 ±35,5 L4
PCN	ug/L	0,1	<1,00↑x20	<1,00↑x20	<1,00↑x20
PCT (Aroclor 5060+5442+546	ug/L	0,15	0,70 ±0,21	0,70 ±0,21	1,20 ±0,36
Aroclor 5060	ug/L	0,1	<1,00↑	<1,00↑	<2,00↑
Aroclor 5442	ug/L	0,1	<0,20↑	<0,20↑	<0,20↑
Aroclor 5460	ug/L	0,1	<0,20↑	<0,20↑	<0,20↑

RISULTATI

	Campione n°		PD19-01749.001	PD19-01749.002	PD19-01749.003
	Sigla campione		MW7_32 i	MW7_32 i (50 l)	MW7_32 i (100 l)
	Proveniente da		Indagini Caffaro Brescia	Indagini Caffaro Brescia	Indagini Caffaro Brescia
	Tipo campione		ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE
	Campionato da		Committente	Committente	Committente
	Campionato il		19/04/2019	19/04/2019	19/04/2019
	Campionato ore		23:59	23:59	23:59
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
PCB congeneri [Su campione tal quale + EPA 8270E 2017]					
PCB-101	ug/L	0,005	0,72 ±0,22	0,52 ±0,16	2,9 ±0,87
PCB-105	ug/L	0,005	0,12 ±0,036	0,057 ±0,017	0,53 ±0,16
PCB-110	ug/L	0,005	0,64 ±0,19	0,47 ±0,14	2,3 ±0,69
PCB-114	ug/L	0,005	<0,010↑	0,006 ±0,005	0,021 ±0,006
PCB-118	ug/L	0,005	0,23 ±0,069	0,10 ±0,030	1,2 ±0,36
PCB-123	ug/L	0,005	0,021 ±0,006	0,011 ±0,005	0,091 ±0,027
PCB-126	ug/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,050↑
PCB-128	ug/L	0,005	0,090 ±0,027	0,049 ±0,015	0,57 ±0,17
PCB-138	ug/L	0,005	1,1 ±0,33	0,43 ±0,13	6,3 ±1,9
PCB-146	ug/L	0,005	0,15 ±0,045	0,067 ±0,020	0,71 ±0,21
PCB-149	ug/L	0,005	1,1 ±0,33	0,57 ±0,17	5,0 ±1,5
PCB-151	ug/L	0,005	0,51 ±0,15	0,29 ±0,087	2,4 ±0,72
PCB-153	ug/L	0,005	1,2 ±0,36	0,54 ±0,16	6,6 ±2,0
PCB-156	ug/L	0,005	0,055 ±0,017	0,022 ±0,007	0,31 ±0,093
PCB-157	ug/L	0,005	0,012 ±0,005	<0,005	0,068 ±0,020
PCB-167	ug/L	0,005	0,068 ±0,020	0,019 ±0,006	0,37 ±0,11
PCB-169	ug/L	0,005	<0,10↑	<0,020↑	<1,0↑
PCB-170	ug/L	0,005	0,38 ±0,11	0,13 ±0,039	2,7 ±0,81
PCB-177	ug/L	0,005	0,22 ±0,066	0,089 ±0,027	1,3 ±0,39
PCB-18	ug/L	0,005	0,083 ±0,025	0,033 ±0,010	1,5 ±0,45
PCB-180	ug/L	0,005	1,1 ±0,33	0,29 ±0,087	6,3 ±1,9
PCB-183	ug/L	0,005	0,18 ±0,054	0,075 ±0,023	1,3 ±0,39
PCB-187	ug/L	0,005	0,52 ±0,16	0,15 ±0,045	3,1 ±0,93
PCB-189	ug/L	0,005	0,013 ±0,005	<0,005	0,080 ±0,024
PCB-28	ug/L	0,005	0,15 ±0,045	0,072 ±0,022	1,4 ±0,42
PCB-31	ug/L	0,005	0,097 ±0,029	0,046 ±0,014	1,0 ±0,30
PCB-35	ug/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,020↑
PCB-44	ug/L	0,005	0,080 ±0,024	0,032 ±0,010	0,64 ±0,19
PCB-52	ug/L	0,005	0,15 ±0,045	0,075 ±0,023	1,3 ±0,39
PCB-77	ug/L	0,005	<0,050↑	<0,020↑	0,11 ±0,033
PCB-81	ug/L	0,005	<0,050↑	<0,010↑	<0,020↑
PCB-95	ug/L	0,005	0,99 ±0,30	0,83 ±0,25	3,2 ±0,96
PCB-99	ug/L	0,005	0,13 ±0,039	0,084 ±0,025	0,43 ±0,13
PCB-194	ug/L	0,005	0,29 ±0,087	0,043 ±0,013	1,1 ±0,33
PCB-196+203	ug/L	0,01	0,27 ±0,11	0,05 ±0,02	1,32 ±0,53
PCB-209	ug/L	0,005	<0,005	<0,005	0,005 ±0,005
Somma PCB congeneri sopraelencati	ug/L	0,0925	10,7 ±3,21	5,19 ±1,56	56,8 ±17,0

RISULTATI

	Campione n°		PD19-01749.001	PD19-01749.002	PD19-01749.003
	Sigla campione		MW7_32 i	MW7_32 i (50 l)	MW7_32 i (100 l)
	Proveniente da		Indagini Caffaro Brescia	Indagini Caffaro Brescia	Indagini Caffaro Brescia
	Tipo campione		ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE	ACQUE SOTTERRANEE
	Campionato da		Committente	Committente	Committente
	Campionato il		19/04/2019	19/04/2019	19/04/2019
	Campionato ore		23:59	23:59	23:59
Parametro	**U.M.**	**RL**	**Risultato**	**Risultato**	**Risultato**
S.V.O.C. [Su campione tal quale + EPA 3520C 1996 + EPA 8270E 2017]					
FITOFARMACI					
Alaclor	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aldrin	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Atrazina	ug/L	0,01	0,01 ±0,004	<0,01	0,01 ±0,004
alfa-Esaclorocicloesano	ug/L	0,01	0,10 ±0,04	0,13 ±0,05 L4	0,12 ±0,04 L4
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	0,01	0,59 ±0,18 L4	0,55 ±0,17 L4	0,61 ±0,19 L4
gamma-Esaclorocicloesano (Lindano)	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Clordano	ug/L	0,01	0,010 ±0,004	0,010 ±0,004	0,010 ±0,004
DDD, DDT, DDE	ug/L	0,03	0,03 ±0,02	0,03 ±0,02	0,03 ±0,02
Dieldrin	ug/L	0,01	0,02 ±0,007	0,03 ±0,01	0,02 ±0,007
Endrin	ug/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sommatoria Fitofarmaci	ug/L	0,01	0,79 ±0,40 L4	0,77 ±0,39 L4	0,82 ±0,41 L4
PCDD-PCDF [Su campione tal quale + EPA 1613 B 1994]					
^^ 2,3,7,8-TCDD	pg/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
^^ 1,2,3,7,8-PCDD	pg/L	0,2	<0,2	<0,2	<0,2
^^ 1,2,3,4,7,8-HCDD	pg/L	0,2	<0,2	<0,2	<0,2
^^ 1,2,3,6,7,8-HCDD	pg/L	0,2	<0,2	<0,2	<0,2
^^ 1,2,3,7,8,9-HCDD	pg/L	0,2	<0,2	<0,2	<0,2
^^ 1,2,3,4,6,7,8-HPCDD	pg/L	0,2	<0,2	<0,2	<0,2
^^ 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	pg/L	0,5	<0,5	3,2 ±0,70	1,9 ±0,42
^^ 2,3,7,8-TCDF	pg/L	0,05	390 ±170,00	440 ±190,00	645 ±280,00
^^ 1,2,3,7,8-PCDF	pg/L	0,2	66 ±19,00	66 ±18,00	74 ±21,00
^^ 2,3,4,7,8-PCDF	pg/L	0,2	<0,2	39 ±16,00	56 ±23,00
^^ 1,2,3,4,7,8-HCDF	pg/L	0,2	<0,2	<0,2	14 ±4,10
^^ 1,2,3,6,7,8-HCDF	pg/L	0,2	<0,2	<0,2	<0,2
^^ 2,3,4,6,7,8-HCDF	pg/L	0,2	4,0 ±0,96	<0,2	<0,2
^^ 1,2,3,7,8,9-HCDF	pg/L	0,2	<0,2	<0,2	<0,2
^^ 1,2,3,4,6,7-8-HPCDF	pg/L	0,2	<0,2	28 ±8,40	9,4 ±1,80
^^ 1,2,3,4,7,8-9-HPCDF	pg/L	0,2	<0,2	<0,2	<0,2
^^ 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	pg/L	0,5	10 ±3,20	<0,5	2,3 ±0,71
^^ PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	pg/L	-	42,9 L4	67,8 L4	97,8 L4

LIMITI DI RIFERIMENTO

Matrice	Descrizione limiti
ACQUE SOTTERRANEE	I limiti si riferiscono al: DLgs 152/06 - All.5, parte IV, Tab 2 - Acque sotterranee

Parametro	U.M.	L1	L2	L3	L4
Metalli [EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014]					
Arsenico	ug/L	-	-	-	10
Cromo	ug/L	-	-	-	50
Mercurio	ug/L	-	-	-	1
Piombo	ug/L	-	-	-	10
Rame	ug/L	-	-	-	1000
Composti organici volatili (VOC) [EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017]					
Cloro Metano	ug/L	-	-	-	1,5
Triclorometano	ug/L	-	-	-	0,15
Cloruro di Vinile	ug/L	-	-	-	0,5
1,2-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	3
1,1-Dicloro Etilene	ug/L	-	-	-	0,05
Tricloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,5
Tetracloro Etilene	ug/L	-	-	-	1,1
Esacloro Butadiene	ug/L	-	-	-	0,15
Sommatoria organoalogenati (D.Leg. 152/06-All.5-Tab.2)	ug/L	-	-	-	10
1,1-Dicloro Etano	ug/L	-	-	-	810
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	ug/L	-	-	-	60
1,2-Dicloro Propano	ug/L	-	-	-	0,15
1,1,2-Tricloro Etano	ug/L	-	-	-	0,2
1,2,3-Tricloro Propano	ug/L	-	-	-	0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	ug/L	-	-	-	0,05
Composti organici persistenti µg/L [EPA3510C 1996 + EPA 8082A 2007]					
Policlorobifenili (PCB) Totali (Aroclor 1016+1260)	ug/L	-	-	-	0,01
S.V.O.C. [EPA 3520C 1996 + EPA 8270E 2017]					
Alaclor	ug/L	-	-	-	0,1
Aldrin	ug/L	-	-	-	0,03
Atrazina	ug/L	-	-	-	0,3
alfa-Esaclorocicloesano	ug/L	-	-	-	0,1
beta-Esaclorocicloesano	ug/L	-	-	-	0,1
gamma-Esaclorocicloesano (Lindano)	ug/L	-	-	-	0,1
Clordano	ug/L	-	-	-	0,1
DDD, DDT, DDE	ug/L	-	-	-	0,1
Dieldrin	ug/L	-	-	-	0,03
Endrin	ug/L	-	-	-	0,1
Sommatoria Fitofarmaci	ug/L	-	-	-	0,5
PCDD-PCDF [EPA 1613 B 1994]					
PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)	pg/L	-	-	-	4

Metodo

Estratto del metodo	SOMMARIO DEL METODO
EPA 1613 B 1994	Se priva di asterisco, la prova è accreditata Accredia con num. 0110, dal laboratorio subappaltato
EPA 8260D 2017	Prova eseguita presso la nostra sede di Via Campodoro 23 – Villafranca Padovana (PD)

LEGENDA

NOTE

^	Eseguito presso laboratorio SGS esterno.	IS	Campione insufficiente per l'analisi.
^^	Eseguito presso laborotorio esterno.	LNR	Campione elencato ma non ricevuto.
RL	Limite di Rapportaggio	NA	Campione non analizzato per questo parametro
↑	Limite di rapportaggio innalzato	TBA	Parametro non ancora analizzato
↓	Limite di rapportaggio diminuito	†	Tempo massimo di conservazione superato

il presente Rapporto è emesso dalla Società in accordo con le Condizioni Generali SGS per i servizi di ispezione e controllo (copia disponibile su richiesta). Il rilascio di questo Rapporto non esonera le parti negoziali dall'esercitare i diritti e dall'adempiere alle obbligazioni derivanti dal negozio tra loro stipulato. Ogni patto contrario non è alla Società opponibile. La responsabilità della Società in base a questo Rapporto è limitata al caso di provata colpa grave ed in ogni caso ad un ammontare non superiore a dieci volte i diritti e le commissioni dovute. Eccetto accordi particolari, gli eventuali campioni, se presi, non saranno trattenuti dalla Società per più di un mese. I risultati contenuti nel seguente rapporto si riferiscono esclusivamente al campione provato.

Il presente Rapporto o copia dello stesso verrà conservato dalla Società per un periodo pari a 10 anni.
Il confronto dei risultati con i rispettivi limiti, quando presente, non tiene conto dell'incertezza di misura stimata.
Eventuali risultati fuori limite sono segnalati in rosso.
Il recupero ove previsto,se non diversamente indicato,è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici.
Se non diversamente indicato il risultato è da intendersi non corretto per il recupero ottenuto.
Se non diversamente specificato,valori di concentrazione rilevati inferiori ai Limiti di rapportaggio (RL) concorrono all'espressione delle somme e/o medie nella misura di 1/2 del Limite di rapportaggio (criterio "medium bound")

Il presente rapporto può essere riprodotto solamente per intero.

--- Fine del Rapporto di Prova ---

ALLEGATO 7

Baseline Values

Sample ID. No.	**Nutrient Solution Blank**				**DI Water Blank**			
Date Sampled	5/13/2019				5/15/2019			
		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags
Lactate	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Acetate	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Propionate	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Formate/Isobutyrate	ND	0.4	mg/L		ND	0.4	mg/L	
Butyrate	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Pyruvate	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Chloride	3.45	0.2	mg/L		0.02	0.2	mg/L	J
Nitrite	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Succinate	ND	1	mg/L		ND	1	mg/L	
Nitrate	130	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Sulfate	426	0.2	mg/L		0.38	0.2	mg/L	
Phosphate	73.4	0.2	mg/L	E	0.36	0.2	mg/L	
Sulfide	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
pH	6.11	0.01						

Sample ID. No.	**PCB Loaded BOS 100 Blank**			
Date Sampled	5/15/2019			
		Reporting Limit	Units	Flags
Lactate	ND	0.2	mg/L	
Acetate	ND	0.2	mg/L	
Propionate	ND	0.2	mg/L	
Formate/Isobutyrate	ND	0.4	mg/L	
Butyrate	ND	0.2	mg/L	
Pyruvate	ND	0.2	mg/L	
Chloride	0.36	0.2	mg/L	
Nitrite	ND	0.2	mg/L	
Succinate	ND	1	mg/L	
Nitrate	ND	0.2	mg/L	
Sulfate	0.51	0.2	mg/L	
Phosphate	0.85	0.2	mg/L	
Sulfide	ND	0.2	mg/L	

Sample ID. No.	**Initial PCB Carbon Loading**	
Date Sampled	5/13/2019	
PCB Total	103	mg/g

Reagent Blank Analysis

Sample ID. No.	**Soy Fiber Reagent Blank**				**Soy Fiber Reagent Blank**				**Soy Fiber Reagent Blank**			
Date Sampled	5/15/2019				5/28/2019				7/24/2019			
		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags
Methane	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L	
Ethane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Ethylene	NA	2	ug/L		1.46	2	ug/L	J	16.6	2	ug/L	
Propane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Propylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
iso-Butane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
n-Butane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Acetylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
t-2-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
1-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
iso-Butylene	NA	2	ug/L		4.51	2	ug/L		1.53	2	ug/L	J
cis-2-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
1,3-Butadiene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Methyl Acetylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Lactate	ND	0.2	mg/L		ND	4	mg/L		12.1	4	mg/L	
Acetate	62.2	4	mg/L		264	4	mg/L		122	4	mg/L	
Propionate	ND	4	mg/L		ND	4	mg/L		78.3	4	mg/L	
Formate/Isobutyrate	ND	0.4	mg/L		4.80	8	mg/L	J	58.6	8	mg/L	
Butyrate	ND	4	mg/L		ND	4	mg/L		27.8	4	mg/L	
Pyruvate	ND	4	mg/L		ND	4	mg/L		21.5	4	mg/L	
Chloride	11	0.2	mg/L		14.8	4	mg/L		10.3	4	mg/L	
Nitrite	ND	4	mg/L		157	4	mg/L		183	4	mg/L	
Succinate	18.4	20	mg/L	J	12.3	20	mg/L	J	ND	20	mg/L	
Nitrate	292	0.2	mg/L		189	4	mg/L		ND	4	mg/L	
Sulfate	513	4	mg/L		465	4	mg/L		456	4	mg/L	
Phosphate	148	0.2	mg/L	E	49.4	4	mg/L		46.3	4	mg/L	
Sulfide	ND	0.2	mg/L		ND	4	mg/L		ND	4	mg/L	
pH	NA	0.01			6.57	0.01			7.99	0.01		
Ammonia	NA	1	mg/L		164	10	mg/L		248	10	mg/L	

Sample ID. No.	**Starch Reagent Blank**				**Starch Reagent Blank**				**Starch Reagent Blank**			
Date Sampled	5/15/2019				5/28/2019				7/24/2019			
		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags
Methane	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L	
Ethane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Ethylene	NA	2	ug/L		26.1	2	ug/L		1.57	2	ug/L	J
Propane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Propylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
iso-Butane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
n-Butane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Acetylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		1.21	2	ug/L	J
t-2-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
1-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
iso-Butylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
cis-2-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		24.7	2	ug/L	
1,3-Butadiene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Methyl Acetylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Lactate	ND	0.2	mg/L		ND	4	mg/L		ND	4	mg/L	
Acetate	8.05	4	mg/L		ND	4	mg/L		313	20	mg/L	E
Propionate	18.8	4	mg/L		ND	4	mg/L		ND	4	mg/L	
Formate/Isobutyrate	ND	0.4	mg/L		ND	8	mg/L		5.79	8	mg/L	J
Butyrate	ND	4	mg/L		ND	4	mg/L		ND	4	mg/L	
Pyruvate	ND	4	mg/L		ND	4	mg/L		5.35	4	mg/L	
Chloride	9.9	0.2	mg/L		7.72	4	mg/L		9.07	4	mg/L	
Nitrite	ND	0.2	mg/L		ND	4	mg/L		249	20	mg/L	E
Succinate	13.3	20	mg/L	J	ND	20	mg/L		115	20	mg/L	
Nitrate	281	4	mg/L		ND	4	mg/L		195	4	mg/L	
Sulfate	507	4	mg/L		475	4	mg/L		433	20	mg/L	
Phosphate	130	0.2	mg/L	E	41.8	4	mg/L		47.0	4	mg/L	
Sulfide	ND	0.2	mg/L		ND	4	mg/L		ND	4	mg/L	
pH	NA	0.01			8.28	0.01			6.75	0.01		
Ammonia	NA	1	mg/L		119	10	mg/L		749	50	mg/L	

Experimental Analysis

Sample ID. No.	BOS 100				BOS 100				BOS 100				BOS 100				BOS 100				BOS 100			
Date Sampled	5/14/2019				5/20/2019				5/28/2019				6/12/2019				7/24/2019				4/7/2020			
		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags
Acetaldehyde	NA	0.5	ug/L		4.99	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Dimethyl Sulfide	NA	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Carbon Disulfide	NA	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Acetone	NA	0.5	ug/L		16.9	0.5	ug/L		19.2	0.5	ug/L		13.9	0.5	ug/L		13.8	0.5	ug/L		NR	0.5	ug/L	
Methyl Acetate	NA	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Hexane	NA	0.5	ug/L		15.1	0.5	ug/L		19.3	0.5	ug/L		23.1	0.5	ug/L		19.6	0.5	ug/L		29.2	0.5	ug/L	
Acetonitrile	NA	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Ethyl Acetate	NA	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		1.71	0.5	ug/L	
2-Butanone	NA	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		2.92	0.5	ug/L		2.46	0.5	ug/L		2.48	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Methyl Thioacetate	NA	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Ethanol	NA	20	ug/L		411	20	ug/L		530	20	ug/L		686	20	ug/L		976	20	ug/L		ND	20	ug/L	
Isopropyl Alcohol	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L	
t-Butanol	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L	
n-Propanol	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L	
2-Butanol	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L	
t-Amyl Alcohol	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L	
n-Butanol	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		18.8	20	ug/L		ND	20	ug/L	
% Surrogate Recovery																								
1,2-Dichloroethane-d4	NA				115				115				110				89				102			
d8-Toluene	NA				122				110				107				105				96			
p-Bromofluorobenzene	NA				111				100				94				90				96			
Methane	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		2.36	20	ug/L		4.99	20	ug/L		ND	20	ug/L	
Ethane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Ethylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Propane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Propylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
iso-Butane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
n-Butane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Acetylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
t-2-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
1-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
iso-Butylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
cis-2-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
1,3-Butadiene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Methyl Acetylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Carbon Dioxide	NA	2	mg/L		NA	2	mg/L		NA	2	mg/L		NA	2	mg/L		NA	2	mg/L		1.3	2	mg/L	J
Lactate	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Acetate	ND	0.2	mg/L		0.54	0.2	mg/L		0.3	0.2	mg/L		0.48	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Propionate	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Formate/Isobutyrate	ND	0.4	mg/L		ND	0.4	mg/L		ND	0.4	mg/L		ND	0.4	mg/L		ND	0.4	mg/L		ND	0.4	mg/L	
Butyrate	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Pyruvate	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Chloride	0.91	0.2	mg/L		2.1	0.2	mg/L		2.06	0.2	mg/L		3.23	0.2	mg/L		0.19	0.2	mg/L		5.47	0.2	mg/L	
Nitrite	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Succinate	ND	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L	
Nitrate	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Sulfate	0.43	0.2	mg/L		0.68	0.2	mg/L		0.61	0.2	mg/L		0.57	0.2	mg/L		0.35	0.2	mg/L		0.89	0.2	mg/L	
Phosphate	2.41	0.2	mg/L		0.39	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Sulfide	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
pH	NA	0.01			8.5	0.01			8.44	0.01			8.65	0.01			8.68	0.01			9.10	0.01		
Ammonia	ND	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L	
PCB Total	NA		mg/g		91.18		mg/g		93.5		mg/g		94.36		mg/g		71.14		mg/g		NR		mg/g	

Experimental Analysis

Sample ID. No.	Soy Fiber + Guanidine Nitrate + Humic Acid				Soy Fiber + Guanidine Nitrate + Humic Acid				Soy Fiber + Guanidine Nitrate + Humic Acid				Soy Fiber + Guanidine Nitrate + Humic Acid				Soy Fiber + Guanidine Nitrate + Humic Acid				Soy Fiber + Guanidine Nitrate + Humic Acid			
Date Sampled	5/14/2019				5/20/2019				5/28/2019				6/12/2019				7/24/2019				4/7/2020			
		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags
Acetaldehyde	NA	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		529	0.5	ug/L		1760	0.5	ug/L		2050	0.5	ug/L	
Dimethyl Sulfide	NA	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		3.61	0.5	ug/L		4.21	0.5	ug/L		4.53	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Carbon Disulfide	NA	0.5	ug/L		1.03	0.5	ug/L		3.53	0.5	ug/L		21.4	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Acetone	NA	0.5	ug/L		495	0.5	ug/L		846	0.5	ug/L		581	0.5	ug/L		166	0.5	ug/L		NR	0.5	ug/L	
Methyl Acetate	NA	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Hexane	NA	0.5	ug/L		115	0.5	ug/L		208	0.5	ug/L		164	0.5	ug/L		240	0.5	ug/L		259	0.5	ug/L	
Acetonitrile	NA	0.5	ug/L		13.5	0.5	ug/L		15.7	0.5	ug/L		12.3	0.5	ug/L		11.6	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Ethyl Acetate	NA	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		7.6	0.5	ug/L		31.1	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
2-Butanone	NA	0.5	ug/L		86.6	0.5	ug/L		133	0.5	ug/L		61	0.5	ug/L		22.2	0.5	ug/L		82.3	0.5	ug/L	
Methyl Thioacetate	NA	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Ethanol	NA	20	ug/L		956	20	ug/L		285	20	ug/L		55800	20	ug/L		133000	20	ug/L		4460	20	ug/L	
Isopropyl Alcohol	NA	20	ug/L		137	20	ug/L		145	20	ug/L		328	20	ug/L		435	20	ug/L		ND	20	ug/L	
t-Butanol	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L	
n-Propanol	NA	20	ug/L		213	20	ug/L		46	20	ug/L		40200	20	ug/L		130000	20	ug/L		42100	20	ug/L	
2-Butanol	NA	20	ug/L		25.9	20	ug/L		ND	20	ug/L		63.9	20	ug/L		149	20	ug/L		ND	20	ug/L	
t-Amyl Alcohol	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L	
n-Butanol	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		1760	20	ug/L		6230	20	ug/L		17200	20	ug/L	
% Surrogate Recovery																								
1,2-Dichloroethane-d4	NA				117				118				107				88				102			
d8-Toluene	NA				121				108				110				106				99			
p-Bromofluorobenzene	NA				111				98				97				88				92			
Methane	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		5.54	20	ug/L		9.24	20	ug/L		ND	20	ug/L	
Ethane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		1.26	2	ug/L		3.56	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Ethylene	NA	2	ug/L		2.92	2	ug/L		2.74	2	ug/L		1.84	2	ug/L		2.16	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Propane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Propylene	NA	2	ug/L		1.56	2	ug/L		1.46	2	ug/L		ND	2	ug/L		4.36	2	ug/L		28.8	2	ug/L	
iso-Butane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
n-Butane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Acetylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
t-2-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
1-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
iso-Butylene	NA	2	ug/L		14.3	2	ug/L		13.2	2	ug/L		13	2	ug/L		17.1	2	ug/L		18.8	2	ug/L	
cis-2-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
1,3-Butadiene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Methyl Acetylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Carbon Dioxide	NA	2	mg/L		NA	2	mg/L		NA	2	mg/L		NA	2	mg/L		NA	2	mg/L		1270	2	mg/L	
Lactate	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Acetate	367	0.2	mg/L		623	0.2	mg/L		856	0.2	mg/L		1730	0.2	mg/L		2150	0.2	mg/L		1550	0.2	mg/L	
Propionate	20.7	0.2	mg/L		179	0.2	mg/L		173	0.2	mg/L		798	0.2	mg/L		1390	0.2	mg/L		1220	0.2	mg/L	
Formate/Isobutyrate	ND	0.4	mg/L		42.7	0.4	mg/L		37.1	0.4	mg/L		117	0.4	mg/L		222	0.4	mg/L		219	0.4	mg/L	
Butyrate	6.69	0.2	mg/L		67.6	0.2	mg/L		41.5	0.2	mg/L		110	0.2	mg/L		120	0.2	mg/L		870	0.2	mg/L	
Pyruvate	ND	0.2	mg/L		32.4	0.2	mg/L		29.3	0.2	mg/L		40.2	0.2	mg/L		35.3	0.2	mg/L		63.9	0.2	mg/L	
Chloride	9.09	0.2	mg/L		16.4	0.2	mg/L		7.3	0.2	mg/L		10.2	0.2	mg/L		9.9	0.2	mg/L		10.3	0.2	mg/L	
Nitrite	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		188	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Succinate	49.2	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L	
Nitrate	141	0.2	mg/L		52.6	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Sulfate	484	0.2	mg/L		615	0.2	mg/L		404	0.2	mg/L		12.5	0.2	mg/L		22.4	0.2	mg/L		8.24	0.2	mg/L	
Phosphate	131	0.2	mg/L		65.8	0.2	mg/L		19.3	0.2	mg/L		12.3	0.2	mg/L		26.9	0.2	mg/L		14.4	0.2	mg/L	
Sulfide	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		19.4	0.2	mg/L		1.99	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
pH	NA	0.01			7.54	0.01			7.65	0.01			6.49	0.01			6.08	0.01			6.11	0.01		
Ammonia	167	1	mg/L		358	1	mg/L		181	1	mg/L		105	1	mg/L		278	1	mg/L		372	1	mg/L	
PCB Total	NA		mg/g		97.28		mg/g		81.82		mg/g		65.26		mg/g		52.3		mg/g		NR		mg/g	

Experimental Analysis

Sample ID. No.	Starch + Dicyandiamide				Starch + Dicyandiamide				Starch + Dicyandiamide				Starch + Dicyandiamide				Starch + Dicyandiamide				Starch + Dicyandiamide			
Date Sampled	5/14/2019				5/20/2019				5/28/2019				6/12/2019				7/24/2019				4/7/2020			
		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags		Reporting Limit	Units	Flags
Acetaldehyde	NA	0.5	ug/L		374	0.5	ug/L		2670	0.5	ug/L		1870	0.5	ug/L		1460	0.5	ug/L		1750	0.5	ug/L	
Dimethyl Sulfide	NA	0.5	ug/L		0.89	0.5	ug/L		1.69	0.5	ug/L		1.43	0.5	ug/L		1.37	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Carbon Disulfide	NA	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		0.97	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Acetone	NA	0.5	ug/L		3130	0.5	ug/L		2520	0.5	ug/L		193	0.5	ug/L		244	0.5	ug/L		NR	0.5	ug/L	
Methyl Acetate	NA	0.5	ug/L		38.9	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Hexane	NA	0.5	ug/L		118	0.5	ug/L		272	0.5	ug/L		289	0.5	ug/L		202	0.5	ug/L		201	0.5	ug/L	
Acetonitrile	NA	0.5	ug/L		16.6	0.5	ug/L		16.5	0.5	ug/L		16.7	0.5	ug/L		9.95	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Ethyl Acetate	NA	0.5	ug/L		21.3	0.5	ug/L		44.6	0.5	ug/L		34.1	0.5	ug/L		48.3	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
2-Butanone	NA	0.5	ug/L		127	0.5	ug/L		86.2	0.5	ug/L		103	0.5	ug/L		61.8	0.5	ug/L		53.6	0.5	ug/L	
Methyl Thioacetate	NA	0.5	ug/L		156	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L		ND	0.5	ug/L	
Ethanol	NA	20	ug/L		333000	20	ug/L		408000	20	ug/L		585000	20	ug/L		104000	20	ug/L		186000	20	ug/L	
Isopropyl Alcohol	NA	20	ug/L		807	20	ug/L		644	20	ug/L		686	20	ug/L		666	20	ug/L		ND	20	ug/L	
t-Butanol	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		12.8	20	ug/L		ND	20	ug/L	
n-Propanol	NA	20	ug/L		56700	20	ug/L		91700	20	ug/L		101000	20	ug/L		68400	20	ug/L		38800	20	ug/L	
2-Butanol	NA	20	ug/L		131	20	ug/L		138	20	ug/L		322	20	ug/L		197	20	ug/L		ND	20	ug/L	
t-Amyl Alcohol	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		16.5	20	ug/L		ND	20	ug/L	
n-Butanol	NA	20	ug/L		27400	20	ug/L		37500	20	ug/L		74900	20	ug/L		74200	20	ug/L		18700	20	ug/L	
% Surrogate Recovery																								
1,2-Dichloroethane-d4	NA				119				102				132				90				94			
d8-Toluene	NA				122				107				110				114				98			
p-Bromofluorobenzene	NA				105				94				96				87				92			
Methane	NA	20	ug/L		ND	20	ug/L		ND	20	ug/L		2.65	20	ug/L		5.63	20	ug/L		ND	20	ug/L	
Ethane	NA	2	ug/L		1.18	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Ethylene	NA	2	ug/L		3.54	2	ug/L		2.66	2	ug/L		2.25	2	ug/L		1.17	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Propane	NA	2	ug/L		1.62	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Propylene	NA	2	ug/L		47	2	ug/L		37.1	2	ug/L		33.4	2	ug/L		37.3	2	ug/L		37.6	2	ug/L	
iso-Butane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
n-Butane	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Acetylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
t-2-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
1-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
iso-Butylene	NA	2	ug/L		4.9	2	ug/L		4.13	2	ug/L		2.91	2	ug/L		4.91	2	ug/L		3.3	2	ug/L	
cis-2-Butene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
1,3-Butadiene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Methyl Acetylene	NA	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L		ND	2	ug/L	
Carbon Dioxide	NA	2	mg/L		NA	2	mg/L		NA	2	mg/L		NA	2	mg/L		NA	2	mg/L		904	2	mg/L	
Lactate	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Acetate	399	0.2	mg/L		530	0.2	mg/L		657	0.2	mg/L		666	0.2	mg/L		1450	0.2	mg/L		717	0.2	mg/L	
Propionate	12	0.2	mg/L		533	0.2	mg/L		842	0.2	mg/L		950	0.2	mg/L		961	0.2	mg/L		854	0.2	mg/L	
Formate/Isobutyrate	ND	0.4	mg/L		597	0.4	mg/L		624	0.4	mg/L		701	0.4	mg/L		29.3	0.4	mg/L		709	0.4	mg/L	
Butyrate	7.31	0.2	mg/L		2320	0.2	mg/L		1780	0.2	mg/L		1990	0.2	mg/L		2210	0.2	mg/L		2240	0.2	mg/L	
Pyruvate	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		8.71	0.2	mg/L		36.2	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Chloride	8.6	0.2	mg/L		12.7	0.2	mg/L		7.01	0.2	mg/L		10.7	0.2	mg/L		9.47	0.2	mg/L		10.3	0.2	mg/L	
Nitrite	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		194	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Succinate	81.6	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L		ND	1	mg/L	
Nitrate	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
Sulfate	489	0.2	mg/L		492	0.2	mg/L		408	0.2	mg/L		444	0.2	mg/L		489	0.2	mg/L		438	0.2	mg/L	
Phosphate	104	0.2	mg/L		62.9	0.2	mg/L		32.4	0.2	mg/L		41.2	0.2	mg/L		50.8	0.2	mg/L		8.33	0.2	mg/L	
Sulfide	ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L		ND	0.2	mg/L	
pH	NA	0.01			5.48	0.01			5.45	0.01			5.55	0.01			5.59	0.01			5.75	0.01		
Ammonia	153	1	mg/L		392	1	mg/L		99.3	1	mg/L		132	1	mg/L		340	1	mg/L		370	1	mg/L	
PCB Total	NA		mg/g		103.32		mg/g		97.46		mg/g		85.92		mg/g		59.32		mg/g		NR		mg/g	

Chart 1

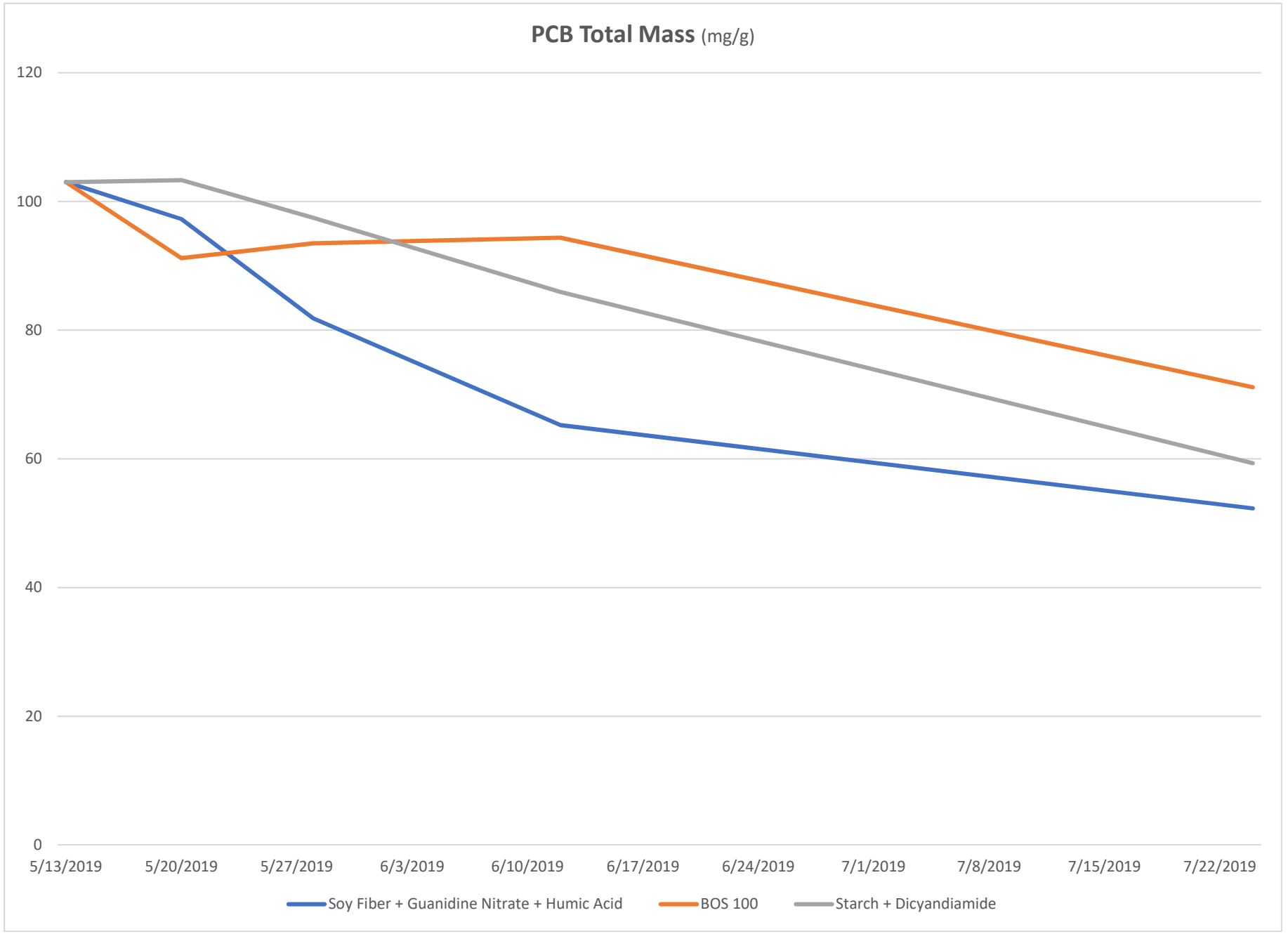

PCB Total Mass (mg/g)
120
100
80
60
40
20
0
5/13/2019
5/20/2019
5/27/2019
6/3/2019
6/10/2019
6/17/2019
6/24/2019
7/1/2019
7/8/2019
7/15/2019
7/22/2019
Soy Fiber + Guanidine Nitrate + Humic Acid
BOS 100
Starch + Dicyandiamide

Chart 2

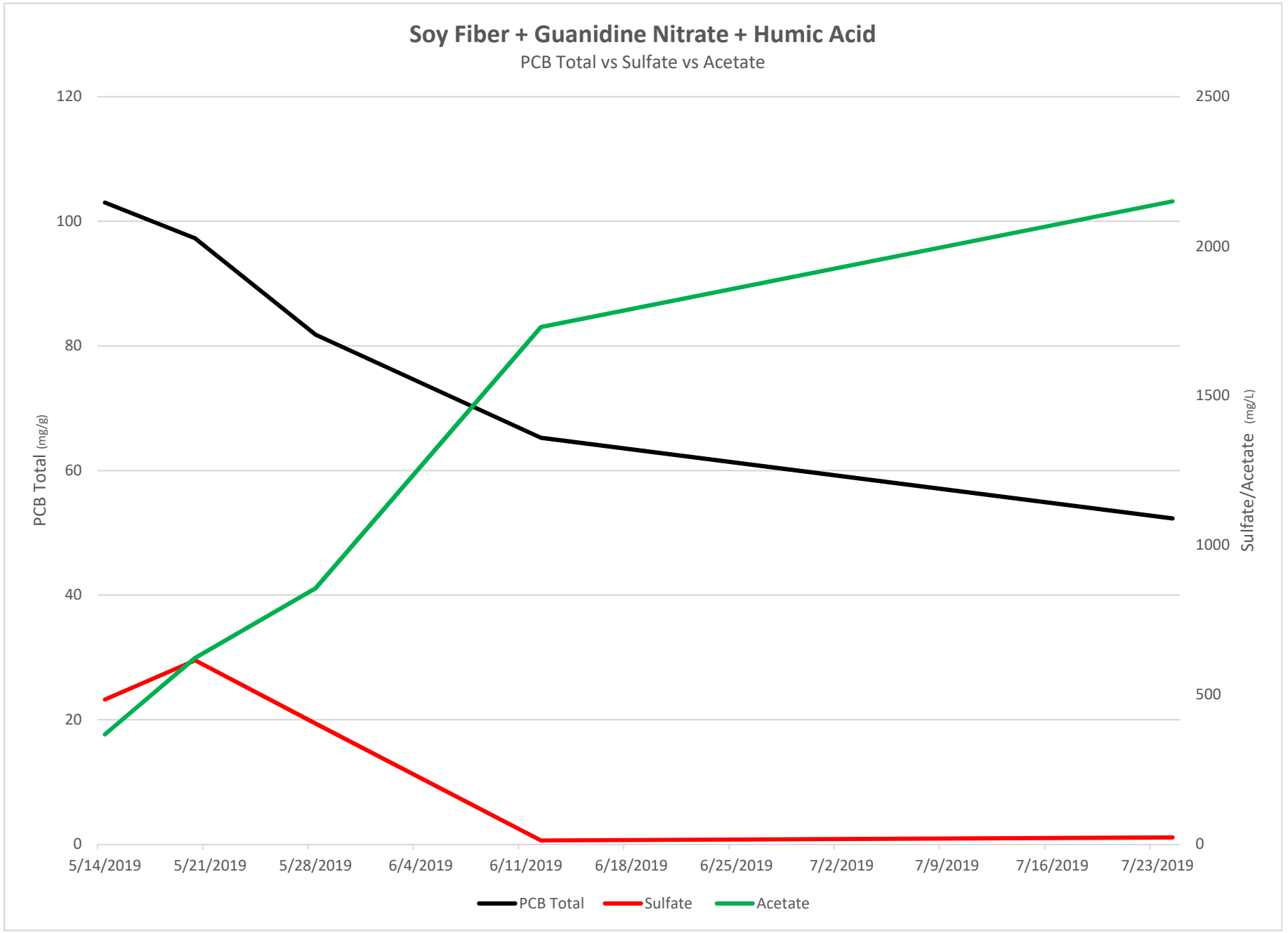

Soy Fiber + Guanidine Nitrate + Humic Acid
PCB Total vs Sulfate vs Acetate
120
100
80
60
40
20
0
PCB Total (mg/g)
2500
2000
1500
1000
500
0
Sulfate/Acetate (mg/L)
5/14/2019
5/21/2019
5/28/2019
6/4/2019
6/11/2019
6/18/2019
6/25/2019
7/2/2019
7/9/2019
7/16/2019
7/23/2019
PCB Total
Sulfate
Acetate

Chart 3

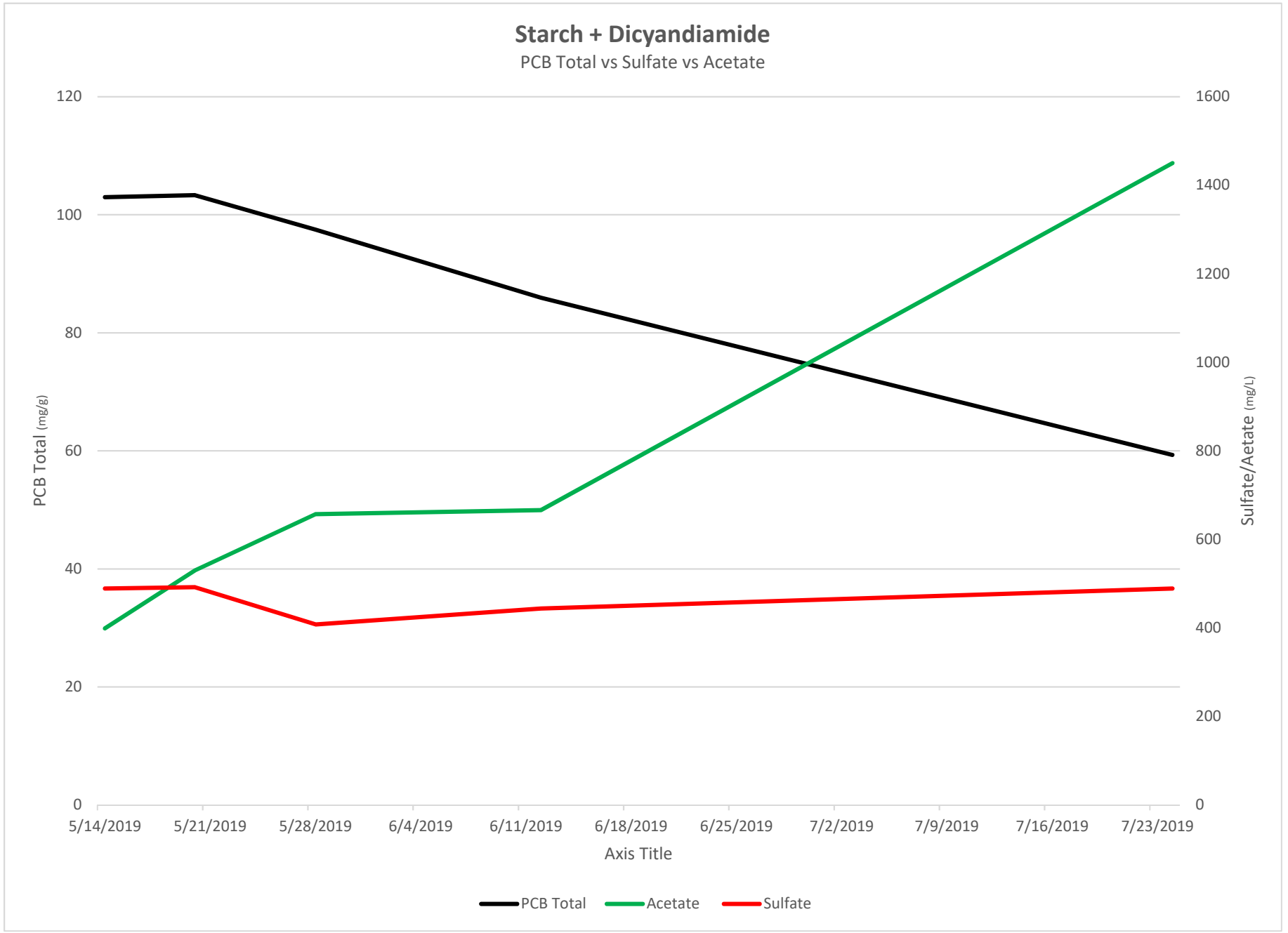

Starch + Dicyandiamide
PCB Total vs Sulfate vs Acetate
120
100
80
60
40
20
0
PCB Total (mg/g)
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
Sulfate/Aetate (mg/L)
5/14/2019
5/21/2019
5/28/2019
6/4/2019
6/11/2019
6/18/2019
6/25/2019
7/2/2019
7/9/2019
7/16/2019
7/23/2019
Axis Title
PCB Total
Acetate
Sulfate

Chart 4

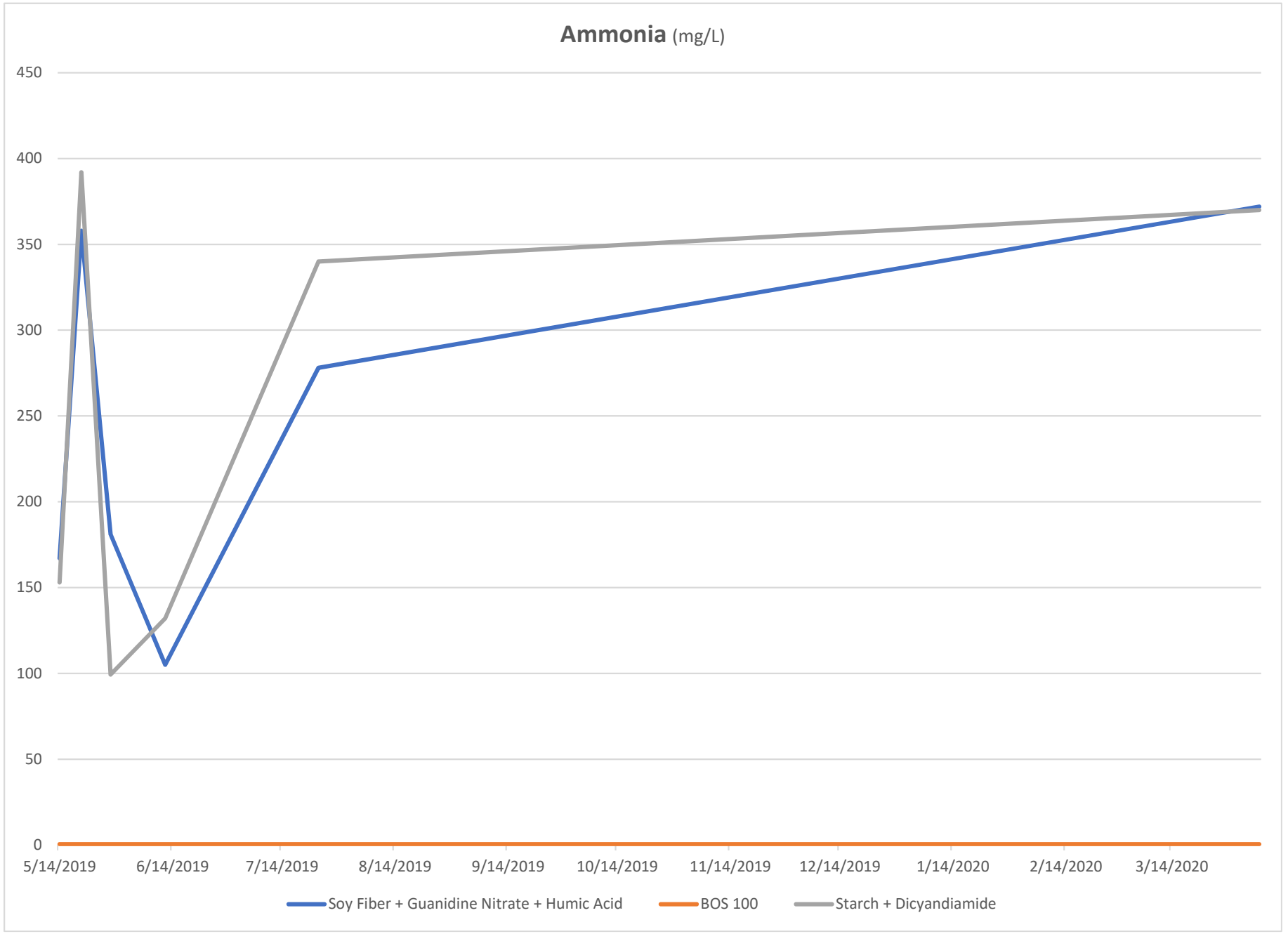
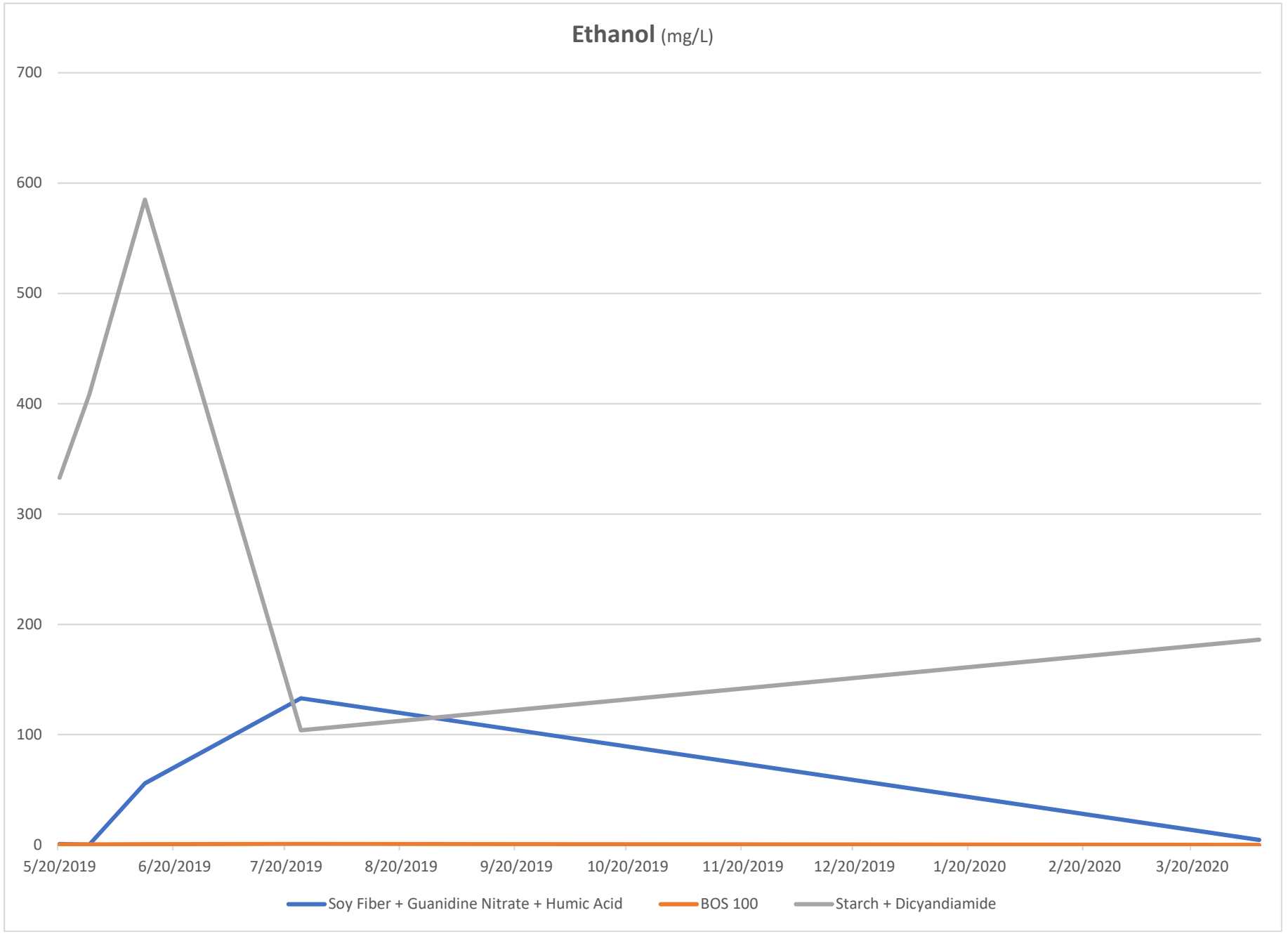

Ammonia (mg/L)
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
5/14/2019
6/14/2019
7/14/2019
8/14/2019
9/14/2019
10/14/2019
11/14/2019
12/14/2019
1/14/2020
2/14/2020
3/14/2020
Soy Fiber + Guanidine Nitrate + Humic Acid
BOS 100
Starch + Dicyandiamide

Chart 5


Ethanol (mg/L)
700
600
500
400
300
200
100
0
5/20/2019
6/20/2019
7/20/2019
8/20/2019
9/20/2019
10/20/2019
11/20/2019
12/20/2019
1/20/2020
2/20/2020
3/20/2020
Soy Fiber + Guanidine Nitrate + Humic Acid
BOS 100
Starch + Dicyandiamide

Soxhlet extractor setup (top right)

PCB extract and soil prep (bottom)

Soy Fiber + Guanidine Nitrate + Humic Acid bottle nearly ruptured from pressure (top)
A bottle pressure being recored before a bottle is vented (bottom)

A rack of sample bottles as they are returned to the incubator (top)
Sets of bottles before the 1 weak and 2 month sample events (bottom)
#5: Soy Fiber + Guanidine Nitrate + Humic acid
#17: Starch + Dicyandiamide

April 13, 2020

Giorgio Ceriani
Environmental Engineer
Remediation Specialist
Ejlskov A/S

Re: Summary of PCB Bench Results

The PCB bench test began with AECOM shipping an approximately 14 kgs of site soil from shallow and deep horizons that represented the range of contaminants present across the site. This soil was exhaustively extracted to recover the organic contaminants and those extracted contaminants were ultimately used in the bench test. The mix consisted of primarily PCBs (1260 in particular) and a series of chlorinated benzenes. A photo of the extraction setup is included at end of the attached file.

This letter report is not meant to detail all relevant details of the bench test but rather to focus simply on the results with an eye toward answering whether the proposed technology is capable of degrading site contaminants.

BACKGROUND

In the following sections, a brief description of the literature supporting abiotic and biological degradation of PCBs is provided. Also included are brief discussions of BOS 100® and CAT 100 functionality.

BOS 100® is a unique material consisting of granular activated carbon that has been impregnated with metallic iron. The carbon is initially loaded with an iron salt and then thermally processed at 850 degrees C in a reducing atmosphere. Under these conditions, the iron salt decomposes and is reduced to metallic iron. As the metallic iron is formed, it partially dissolves into the carbon creating a chemical bond between the two materials. This bond is responsible for the unique properties of the material and its ability to degrade halogenated organic compounds that are resistant to degradation by ZVI alone. X-ray spectroscopy has shown that metallic iron to be uniformly distributed throughout the porous structure of the carbon. The activated carbon rapidly adsorbs halogenated organic contaminants, resulting in direct contact with extremely active deposits of metallic iron and subsequent degradation. The rates of degradation are far greater than those associated with conventional iron powders as the local concentration of contaminant within the grains of BOS 100 are typically 50 to 100 times higher than what existed in the groundwater. BOS 100 was originally designed to chemically react with halogenated solvents, so the degradation mechanism is abiotic.

BOS 100 as manufactured contains approximately 6.7% (wt) metallic iron.

As technology associated with the biological degradation of chlorinated solvents became more effective and with further understanding of its mechanism, RPI realized there was likely a synergy between the iron in BOS 100 and enhanced reductive dechlorination (ERD), supported

by biological degradation of these contaminants. CAT 100 is a marriage of these technologies and fundamentally consists of the following components.

1. BOS 100.
2. Various blends of microorganisms added for specific purposes such as degradation of high molecular weight substrates or degradation of specific contaminants.
3. High molecular weight substrate such as food grade starch.
4. Low Sodium Yeast Extract

Depending on site contaminants, there may also be various terminal electron acceptors and nutrients added however these components are not always present. A key characteristic of CAT 100 is that the metallic iron within the microporous structure of the carbon is not oxidized in the process of degrading chlorinated solvents, rather it catalyzes the degradation without itself undergoing any permanent change. This aspect is denoted in the product name; CAT for catalyst. Abiotic reductive dechlorination with ZVI is accomplished by electron transfer from the metallic iron to the molecule of halogenated solvent electrostatically held on ZVI's surface. In the process, ZVI is oxidized liberating ferrous iron into the dissolved phase. This process depletes ZVI as degradation of contaminants occurs. At the heart of CAT 100 are the facts that metallic iron is partially dissolved into the carbon, providing an electrical connection between the metal and carbon, and the fact that biological mineralization of donor compounds produces electrons. These electrons are shuttled by the carbon (which is a conductor) to the deposits of metallic iron that are in contact with the halogenated solvent. This mechanism provides the electrons needed to reduce contaminants so that the metallic iron can avoid oxidation and take on a catalytic role.

The peer reviewed literature is rich with work spanning more than two decades, involving the reaction of zero-valent iron (ZVI) and PCBs. Many forms of ZVI have been employed including conventional powders, nano-scale iron (nZVI), and palladium plated nZVI and every form has been successful to some degree. With respect to ring positions where chlorine resides, ortho-positions are more difficult while the meta and para position chlorine atoms are more easily removed through reductive dechlorination pathways. Three references representative of many that can be provided are:

> Wang & Zang 1997, EST 31, 2154 which describes complete dechlorination of PCBs using ZVI that is partially plated with palladium and partial dechlorination by ZVI alone.
>
> Lowery & Johnson 2004, EST 38, 5208 describes the dechlorination of PCBs using ZVI in water along with methanol to increase the contaminant solubility.
>
> Yak et al 2000, EST 34, 2792 where relative resistance of positional isomers of PCBs toward reductive dechlorination by ZVI is discussed.

"Emerging Technologies for the In Situ Remediation of PCB-Contaminated Soils and Sediments: Bioremediation and Nanoscale Zero-Valent Iron", prepared for EPA, Office of Superfund Remediation and Technology Innovation (www.clu.in.org) is an excellent paper discussing both abiotic and biological degradation of PCBs. Abiotic and biotic pathways of

degradation are detailed. Work resulting in isolation of microorganisms capable of growing on PCBs from contaminated sediments is described and various donors are identified that have proven effectiveness.

The role of sulfate and sulfate reducers is discussed along with identifications of other microorganisms that may be effective. The idea that a synergy may exist between ZVI and microorganisms capable of degrading PCBs is also presented. It is suggested that this synergy may result in more effective degradation of PCBs than can be realized using either technology by itself. See also, Rosenthal 2004, Chemospere 55(5), 661 – 669.

RESULT HIGHLIGHTS

Based on the above references detailing the effectiveness of both ZVI and biological degradation of PCBs, it should be expected that both BOS 100 and CAT 100 would be effective materials for degrading PCBs. Key aspects of the bench test should focus on determining optimal combinations of BOS 100 with amendments and longevity as a key aspect of successfully treating PCB impacted sediments and soils is the need for "active technology lifetime" measured in years rather than months.

Preparation Notes

As detailed in the original proposal, water solubility of the targeted PCBs is very low and creates challenges when attempting to measure changes over time. For example, Aroclor 1242 saturates at 0.24 ppm while 1260 is nearly insoluble and is saturated at 2.7 ppb. The parent compound (biphenyl) has a solubility of approximately 7 ppm. These compounds are strongly adsorbed by activated carbon. For example, the adsorption capacity of the carbon used by RPI to manufacture BOS 100 for Aroclor 1232 at saturation (approximately 0.8 ppm) is 630 mg PCB per gram carbon. The adsorption capacity of BOS 100 with the principal site PCB will be comparable so one gram of BOS 100 will remove dissolved PCBs from over 200,000 liters of groundwater saturated with these contaminants.

The most direct approach will be to dissolve neat PCBs in a solvent and then carefully add a measured amount of this solution to a pre-weighed dose of BOS 100 or granular carbon. As the solution is added, it will be drawn into the microporous structure of the carbon, so the dosing of PCB can be readily controlled. Because of solubility limits, hexane was selected as the solvent of choice. Isolated site contaminant was completely soluble in hexane so that the total solution volume needed to dose the BOS 100 did not exceed its total pore volume. The solution was completely wicked into the BOS 100 so that it appeared to be dry when the addition was complete. Doses targeting 10 mg and 100 mg of PCB per gram BOS 100 were prepared in this manner.

Based on weight gain, roughly 100 mg of hexane was adsorbed per gram BOS 100 along with the site contaminant.

Treatment Categories

The bench test included multiple control samples and numerous treatment vials containing various amendments. However, the test can be separated into two sets with one set including Soy fiber as the principal electron donor and the other set using food grade Starch. Each set also evaluated different amendments such as sources of nitrogen and other nutrients essential to support a healthy microcosm. As this report is limited to a narrow and brief discussion of key results, data pertaining to the most effective combinations within each of the two sets will be presented. Data from the BOS 100 control is also provided to define what is possible with simply abiotic degradation as opposed to the enhancements obtained when CAT 100 is employed.

Analytical Testing

Method 8082a: analysis of PCBs by GC/ECD.
RSK – 175: determination of low molecular weight hydrocarbon gases. RPI is calibrated for 13 gases covering C1 through C4. Carbon dioxide is also measured under this method.
Standard Methods 300.1: Ion Chromatography method modified to determine inorganic and organic anions. Typical inorganic anions (nitrate, sulfate, etc) and a suite of volatile fatty acids are determined using this method.
Standard Methods 417G: Ion Chromatography method to determine inorganic cations including ammonia.
Method 8260B: analysis of volatile organic compounds.
pH.

Water from the test bottles was analyzed in accordance with all methods above except for 8082A. PCBs were not determined on the water as it is assumed that nothing significant would be found in the dissolved phase because of the extremely low solubility of PCBs in water.

Data tables are found in the attached file. The first table provides baseline values associated with the nutrient solution, DI water, PCB loaded BOS 100, and the initial loading of PCB onto BOS 100 in mg PCB/gm-BOS 100. The second table provides all the as assembled reagent blank values for the three tests discussed in this report. The third and most important table provides all of the data associated with the three tests over the span of the bench test.

Sample Preparation

Within each of the two sets of treatments (Soy fiber and Starch), five test bottles (150 ml serum vials) were prepared for each combination of amendments. Each vial was sacrificed over the span of the bench test and samples taken to support the analytical procedures. In addition, one 40 ml VOA vial was also collected and refrigerated in the event any additional sample might be required for dilutions or reanalysis. Liquid was carefully removed to minimize inclusion of solids/sediment at the bottom of the vial. Once liquid sampling was completed, the solids were washed from the vial and collected on a vacuum filter. As much as practical, sediment was separated from the BOS 100 by washing with reagent water and the BOS 100 pressed dry,

weighed, and transferred to a small vial for storage pending extraction. The resulting extract was analyzed for PCBs in accord with method 8082A.

Contaminant Degradation

All soy and starch test vials received a variety of trace metals along with basic micro and macro nutrients to support healthy microbial growth. Also, every test vial received the same dose of microorganisms. No vials were sterilized so even controls not receiving microorganisms exhibited some low level of biological activity. Results discussed in this section pertain to the high loading (100 mg PCB/gram BOS 100) treatments. Given the initial dose of BOS 100 added to the treatments, at time zero there was 100 mg of PCB present. As detailed in the BOS 100 discussion below, it is estimated that there is only enough metallic iron to support abiotic degradation of perhaps 50% of the PCB mass present in the bench treatments.

Soy fiber was selected as a long-term electron donor because it contains far more than just a complex saccharide. It is a highly nutritious product containing approximately 50% fiber (6 % is soluble), 32% protein, and 18 amino acids. The fiber provided a long-term substrate for generation of electrons and other constituents provided a long-term source of amino acids and other essential nutrients for bacterial and fungal growth.

Each of the amendments combined with Soy fiber were successful to some degree at degrading site contaminants including PCB. The one combination showing the highest level of PCB degradation was that including guanidine nitrate and humic acid as supplemental amendments. Over the first two months, 46% PCB degradation was observed, based on contaminant mass extracted from the pre-loaded BOS 100. This represents more than double the degradation of BOS100 alone, suggesting that synergy between metallic iron and microorganisms is significant.

The advantage of soy fiber is primarily associated with its makeup. This is a substrate that can function as more than simply an electron donor. The fiber content provides a long-term source of electrons while the variety of amino acids, vitamins, and protein can provide essential nutrients and building blocks to support microbial growth.

Starch was selected as it has proven to be very successful as a time-release electron donor with degradation of chlorinated solvents. Starch is a complex carbohydrate made up of sugars. It has a low water solubility so tends to ferment over a very long time producing a steady source of electrons and a source of low molecular weight monomer fragments that can be beneficially utilized by PCB degrading microorganisms.

In this set of amendments, dicyandiamide is the source of nitrogen that produced the most attractive results. Interestingly, unlike with soy fiber, the addition of humic acid did not appear to have any beneficial effect. Over the first two months, 43% (wt) degradation of PCBs was observed based on residual mass recovered from the BOS100.

Unlike soy fiber, food grade starch is a polymeric sugar with very little nutritional value of its own. However, starch is sparingly soluble in water so will be consumed over an extended time. Currently, RPI has chlorinated solvent sites where CAT 100 (with starch) was injected several years ago. These sites continue to show strong biological activity and complete degradation of COCs to non-chlorinated hydrocarbon gasses. The other advantage of starch is that it appears to generate more ethanol than soy fiber and this may enhance the bioavailability of sorbed PCBs and stimulate the microbes able to degrade them.

The **BOS 100** only test provides the baseline reactivity needed to evaluate CAT 100 combination of amendments. Minimal bacterial activity is present and there are no amendments added so the only significant mechanism for degradation is abiotic reductive dechlorination. Given the makeup of PCBs, it is difficult to apply standard stoichiometric factors to determine the iron demand represented by 100 mg of PCB. One gram of BOS 100 contains roughly 67 mg of metallic iron. Estimating the iron demand based on a pure compound that is also approximately 60% chlorine suggests that there is only enough iron to support degradation of perhaps one half of the PCB residing on the BOS 100 for those treatments involving the high PCB dosing.

As can be seen in the data, very little evidence of biological activity is present, and degradation based on recovered PCB mass is just under 22 % (wt). Barring any negative effects stemming from biological activity, degradation of PCBs in the soy fiber and starch should all exceed this threshold value.

Chart 1 in the attached file provides a graph of PCB mass over time. As can be seen, all three tests (Soy based, Starch based, and BOS100 alone) degrade PCBs over time based on mass reduction.

Biological Activity

The consortia employed in the bench test contains organisms able to degrade a wide range of chlorinated organic compounds and organisms whose only function is to mineralize the primary substrate, generating electrons and producing fragment molecules which can be beneficially used by others in degradation of site contaminants. Dosing was high as over 2×10^9 cfu's were added to every treatment vial where a biological component was required. As a result, it is not surprising to see rapid onset of vigorous biological activity throughout the test treatments.

As previously described, test vials were prepared with reagent water containing a variety of trace metals, micro and macro nutrients, and terminal electron acceptors. This was done to ensure that every test vial had basic requirements for bacterial growth provided. Baseline values of the more important parameters were; chloride originating from various metal salts and the yeast extract is roughly 3.5 ppm, nitrate is 130 ppm, and sulfate is 426 ppm.

There are pictures included at the end of the attached file showing pressure buildup early in the bench and the venting process. In addition, the trays of treatments and incubator are also shown.

Various sources of nitrogen are important as they are crucial for microbial growth and as terminal electron acceptors in contaminant degradation. Nitrate is widely consumed by many

organisms in the process of mineralizing various compounds including aliphatic hydrocarbons like the hexane. The only amendment containing nitrate is the guanidine nitrate so, for the most part, nitrate was a limited species and it rapidly disappeared within the first week.

Ammonia nitrogen is important for cell growth and the various supplemental amendments were selected to provide a longer-term source of ammonia. Urea is a well-known form of ammonia nitrogen that is widely used in agriculture and bioremediation. Guanidine nitrate and dicyandiamide are similar to urea in that they are also sources of ammonia nitrogen. The efficacy of these compounds can be gauged by tracking the ammonia concentrations measured over time in the bench test.

Volatile fatty acids are almost universally understood to be beneficial when evaluating biological degradation of common site contaminants. A diverse set of fatty acids were generated in test vials that included many of those identified in the literature as being advantageous for the degradation of PCBs.

Plots of PCBs versus sulfate and acetate for the optimal soy and starch treatments, ammonia over time, and ethyl alcohol over time are provided in the attached file.

When considering biological activity and associated mineralization of organic carbon, the one common denominator is generation of carbon dioxide. RPI has only recently added this compound to its list of analytes and so only values from the last test bottles are available. One thing that must be kept in mind is that the onset of biological activity across bench test vials was rapid and vigorous. Pressure rapidly accumulated in the sealed serum vials and had to be vented numerous times to prevent rupture of the crimp seal and loss of contents. Measurements of carbon dioxide in the early part of the bench would have been a reasonably accurate measure of the generation. However, as the test progressed and vials waiting to be sacrificed were punctured several times to vent pressure, this accuracy will be lost because pressure will begin to leak from the septa. Headspace in the vials was minimal so most of the carbon dioxide will be dissolved in the water, but like soda, in many instances during the bench when vials were sacrificed, foaming and effervescence occurred.

Water from the last set of bottles was analyzed for carbon dioxide and values ranged from a low of 652 ppm to a high of 1600 ppm. The best performing (for PCBs) soy fiber test vial had 1270 ppm and the best performing starch test vial had 904 ppm. The BOS 100 only vial had only 1.3 ppm which was to be expected given there were no microbes added and there were no substrates or other nutrients to support significant biological activity. The fact that every test vial involving biological activity exhibited significant amounts of carbon dioxide after sitting for nearly a year in a warm incubator is strong evidence of continued biological activity.

Hexane Interference

Hexane was utilized as the solvent for loading PCBs onto the BOS 100 because the mix of site contaminant was completely miscible in hexane and it is a low boiling solvent that was expected to be easily removed. To accomplish removal of hexane the PCB loaded BOS 100 was placed under vacuum and heated to 60 degrees C while a continuous stream of nitrogen flushed the

material. The problem is that hexane has a large heat of adsorption which could not be overcome by vacuum and a temperature just under the boiling point of hexane. During sample preparation, once the material cooled and was weighed, it was clear that very little hexane had been removed.

Hexane is relatively easy to biodegrade so rather than subject the PCB loaded BOS 100 to elevated temperatures that could damage the material, it was decided to allow the hexane to be removed biologically. This was anticipated to delay onset of PCB degradation however the delay was not expected to be persistent. Given the amount of hexane remaining on the BOS 100 even after nearly eleven months, it is suspected that the hexane continued to slow the rate of contaminant degradation. A short duration test is planned using ethanol as the solvent to load PCB on BOS 100 to verify this low bias. Ethanol is not adsorbed to activated carbon and it has been used to load other chlorinated compounds onto BOS 100. Subsequent testing to gage activity did not indicate there was any interference in the degradation of loaded compounds by the ethanol.

Overcoming "Availability" Problem

As was mentioned earlier, support in the literature for the applicability of ZVI for degradation of PCBs and evidence of biological degradation of these compounds so that there was little doubt that BOS 100 and CAT 100 would degrade PCBs. The real questions are related to the length of time they can remain active and the relative rates of degradation. The literature was clear in recognizing the abilities of nZVI to successfully degrade PCBs however also stating that the cost and relative short lifetime for nZVI in the subsurface combined to prevent its widespread use. The problem is that PCBs are very hydrophobic, only trace amounts are soluble in water, and tend to adsorb to the soil. These features combine to create very poor transport from the sorbed phase to groundwater and subsequent degradation. Consequently, years are required to remove these compounds from impacted sites.

Some work has been done using various surfactants and solvents to enhance the solubility of these compounds in water to improve mass flux and shorten the temporal aspect of in situ cleanup. For example, ethanol and other alcohols have been used that are environmentally friendly and increase PCB solubility in water. Also, it has been reported that methylated cyclodextrin increases the bioavailability and stimulates indigenous microorganisms able to mineralize these contaminants.

CAT 100 technology possesses several features that satisfy the characteristics required for an in-situ approach to remediation of PCBs at the subject site.

1. Longevity of BOS 100 – RPI has established that, unlike nZVI and other ZVI products, the metallic iron within the porous structure of BOS 100 can remain active for over a decade in the subsurface. Reasons for this are two-fold. Most important is the fact that during manufacture, as the metallic iron is being formed, it partially dissolves into the carbon. Mossbauer spectroscopy establishes that crystalline iron grades into iron carbide and that grades into cast irons, and finally to carbon. This chemical interaction between the iron and carbon protects the iron from the corrosion normally observed with ZVI.

Also, during installation, the BOS 100 is mixed with potable water, so the pore structure is filled with water having a neutral pH and very little mineral content. There is no flow path through the grains of BOS 100 which means that the only transport mechanism is diffusion. The metallic iron is effectively insulated from groundwater and its corrosive forces.

2. Cyclodextrin is manufactured from starch through a biological process. Microorganisms employed in this bench test contain species whose central function is to degrade the complex substrates (food grade starch and soy fiber) to produce smaller fragments that can be beneficially used for degradation of site contaminants. These materials are meant to stimulate and fuel the biological activity that works in concert with the metallic iron to degrade PCBs and other contaminants of concern. These substrates and fragment compounds formed from them through biological activity are similar to and perform the same functions as those materials (like cyclodextrin) identified in the literature.
3. Fermentation of substrate materials in the CAT 100 technology generate alcohols including ethanol that will enhance the bioavailability of PCBs sorbed to soil and increase solubility of site contaminants in groundwater.
4. As shown in bench data, a variety of volatile fatty acids are formed through the slow assimilation of the principal substrates in the CAT technology. Substantial generation of acetate is observed, and this donor has been recognized in the literature as an important compound enabling degradation of PCBs.
5. The role of sulfate to promote degradation of PCBs is also mentioned in the literature and sulfate depletion was noted in nearly every amendment combination tested. In further testing, a time release source of sulfate can be added to explore its benefit.
6. Conditions maintained during the bench test were ideal for supporting continued biological activity up until the system runs out of substrate and nutrient. The fact that the last set of bench vials were kept warm in an incubator for the entire time and substantial biological activity persisted is strong evidence that CAT 100 can remain active for extended periods of time.
7. Natural function of CAT 100 that prevents oxidation of metallic iron can extend the active life of the system well beyond that of BOS 100 alone.

ADDITIONAL DATA GATHERING

Upon sacrificing the last set of vials and collection of enough liquid to support the analytical requirements, the excess liquid from selected test vials (was carefully decanted into plastic bottles. Two from the soy fiber set and two from the starch set were selected for biological testing to identify those species of microorganisms active in these treatment systems.
The most effective soy and starch treatments were among those selected. Those samples have been shipped to Microbac Laboratories and the data will be available in a few weeks.

Given the presumption that adsorbed hexane interfered with the degradation of PCBs throughout the test, it is important to run a short-term test with PCB loaded onto fresh BOS 100 using ethanol. Based on previous work at RPI, ethanol is not adsorbed to activated carbon and does not interfere with normal functionality of the BOS 100. Ethanol had not been used for the bench as solubility of site contaminants is substantially less and the loading process is more labor intensive. However, this is not a sever limitation when a limited testing scope is all that is

needed. Not only will this additional data confirm the hexane effect but will also provide essential data pertaining to the rates of degradation. This testing is scheduled to commence before the end of April 2020.

Prepared by:

Scott Noland
President
Remediation Products Inc.

Scott@trapandtreat.com

commissario straordinario
BRESCIA CAFFARO

PROGETTO DEFINITIVO

Interventi di decommissioning, bonifica e MISP presso lo stabilimento Caffaro Brescia (BS) Stralcio di Prima Fase

SITO: Stabilimento Caffaro Brescia

CUP F84D20000140001

COMMITTENTE:	PROJECT MANAGER:	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO PER LA PROGETTAZIONE
Commissario Straordinario S.I.N. "Brescia Caffaro" Via G. Marconi, 12 25128 Brescia TEL. 030 297.8064	Dott.ssa Donata Camiolo	Dott. Roberto Moreni (sino al 04/07/2021) Ing. Mario Nova (dal 05/07/2021)

PROGETTAZIONE: AECOM

PROJECT MANAGER / LEAD	RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE	COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Dott.ssa Donata Camiolo Dott. Gianmarco Lucchini Dott. Giacomo Donini	Ing. Emanuele Perrotta	Ing. Massimo Viarenghi

Progetto geotecnico e regimazione idraulica	Progetto elettrico	Progetto decommissioning e demolizioni	Progetto aspetti sicurezza	Progetto aspetti ambientali
PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Maffeis	PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Appiani	PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Viarenghi	PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Viarenghi	PROGETTISTA INCARICATO: Dott. Lucchini

RELAZIONE ILLUSTRATIVA – ANNESSO B: ATTIVITÀ PROPEDEUTICHE ALLA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA

Codice elaborato / file pdf

60705578_CBS_00_RL01_2_0

Rev.	Data	Rif. Revisione	Redatto	Informazioni Qualità	
3					
2				Preparato da	C.V.
1				Controllato da	G.D.
0	07/06/23	PRIMA EMISSIONE	AECOM	Verificato da	G.L.
				Approvato da	E.P.

© Giugno 2023 AECOM URS Italia S.p.A.. All Rights Reserved. This document has been prepared by AECOM URS Italia S.p.A. ("AECOM") for sole use of our client (the "Client") in accordance with generally accepted consultancy principles, the budget for fees and the terms of reference agreed between AECOM and the Client. Any information provided by third parties and referred to herein has not been checked or verified by AECOM, unless otherwise expressly stated in the document. No third party may rely upon this document without the prior and express written agreement of AECOM.

INDICE

N° di Pag.

SCOPO DEL LAVORO 1

1.1. Indagini propedeutiche agli interventi di bonifica 1
1.1.1. Indagini integrative matrice terreni 2
1.1.2. Realizzazione piezometri 6
1.1.3. Monitoraggio acque di falda 6
1.1.4. Monitoraggio Soil Gas 7
1.1.5. Indagine Georadar 7
1.2. Prove pilota 9
1.2.1. Test di Soil Washing 9
1.2.2. Test di In Situ Soil Stabilization 10
1.2.3. Test di In Situ Chemical Oxidation 11
1.2.4. Test di In-Situ Soil Flushing 14
1.2.5. Test pilota di adsorbimento e chemical reduction (Trap&Treat) 17
1.2.6. Test di Soil Vapour Extraction 18

TAVOLE

Figura 1 – Indagini propedeutiche alla realizzazione degli interventi di bonifica

Figura 2 – Layout campi prova

SCOPO DEL LAVORO

Le tecnologie di bonifica proposte in questa fase di progettazione di fattibilità, selezionate sulla base di quelle riconosciute come potenzialmente applicabili al sito in esame (rif.R1 sezione 14), saranno valutate nel dettaglio nella successiva fase di progettazione definitiva ed esecutiva a valle dei necessari ulteriori studi di approfondimento che comprendono:

- ✓ Indagini integrative propedeutiche all'esecuzione degli interventi di bonifica
- ✓ Campi prova specifici in campo (test pilota).

1.1. INDAGINI PROPEDEUTICHE AGLI INTERVENTI DI BONIFICA

Le attività proposte ("remedial investigation"), saranno realizzate successivamente agli interventi di demolizione di edifici e degli impianti (dismessi e produttivi) presenti in sito che consentiranno di portare alla luce le condizioni del sottosuolo e di indagare la matrice suolo in corrispondenza di aree attualmente non accessibili.

I risultati delle indagini integrative permetteranno di valutare la presenza eventuali sorgenti secondarie ad oggi non evidenziate consentendo di estendere, laddove necessario, gli interventi di risanamento già individuati.

Le indagini previste coinvolgeranno inoltre le aree interessate dalle azioni di bonifica e messa in sicurezza dei terreni profondi al fine di delineare la distribuzione e la concentrazione dei contaminanti nei nuclei di contaminazione individuati consentendo il dimensionamento di dettaglio degli interventi.

Le attività di indagine prevedono la realizzazione dei seguenti interventi:

- esecuzione sondaggi geognostici per il prelievo di campioni secondo una maglia d'indagine 25x25 m in corrispondenza delle aree ad oggi non adeguatamente indagate e 10x10 m nell'intorno dei nuclei di contaminazione individuati per gli interventi profondi;
- integrazione della rete piezometrica ai fini di approfondire la qualità delle acque di falda in corrispondenza della zona centrale del sito (ex impianti Clortex e Cloro-Soda) mediante l'insstallazione dei piezometri MW9 e MW10 ed esecuzione di una ulteriore campagna di monitoraggio acque sotterranee;
- esecuzione di una ulteriore campagna di monitoraggio Soil Gas, servendosi della rete di campionamento (SG1-SG10) già realizzata nel corso delle indagini di Dicembre 2018 - Febbraio 2019, integrata con ulteriori due sonde SG11 e SG12 opportunamente collocate in corrispondenza di impianti ritenuti maggiormente critici per i percorsi di volatilizzazione (impianto clortex e impianto clorosoda);
- esecuzione di una campagna georadar su tutta l'area interessata dall'intervento di MISP al fine di individuare ed eventualmente procedere alla chiusura/rimozione di eventuali strutture interrate (canali, cavidotti, tubazioni, serbatoi, vasche) che possano costituire vie preferenziali di infiltrazione nel sottosuolo.

1.1.1. Indagini integrative matrice terreni

Il piano d'indagine integrativo è stato studiato appositamente con il fine di raccogliere ulteriori elementi di dettaglio relativamente alle sorgenti di contaminazione e alle matrici ambientali in sito in corrispondenza degli edifici e degli impianti attualmente presenti in sito, a seguito degli interventi di demolizione e preliminarmente alla realizzazione dei previsti interventi di bonifica e messa in sicurezza.

Le attività di indagine riguarderanno la porzione del sito interessata dalle azioni di bonifica sui terreni profondi e dall'intervento di MISP mediante capping e confinamento.

Per la definizione del piano di indagine si è fatto riferimento in primo luogo al modello concettuale definitivo approvato, basato sui risultati delle indagini di caratterizzazione del sito (rif. Doc. Analisi delle concentrazioni dei contaminanti presenti nel sottosuolo dello stabilimento e Modello Concettuale Definitivo dello stabilimento – NCE, 2006). La figura seguente (Figura 1) mostra le potenziali sorgenti primarie in sito evidenziate dallo studio sopra citato.

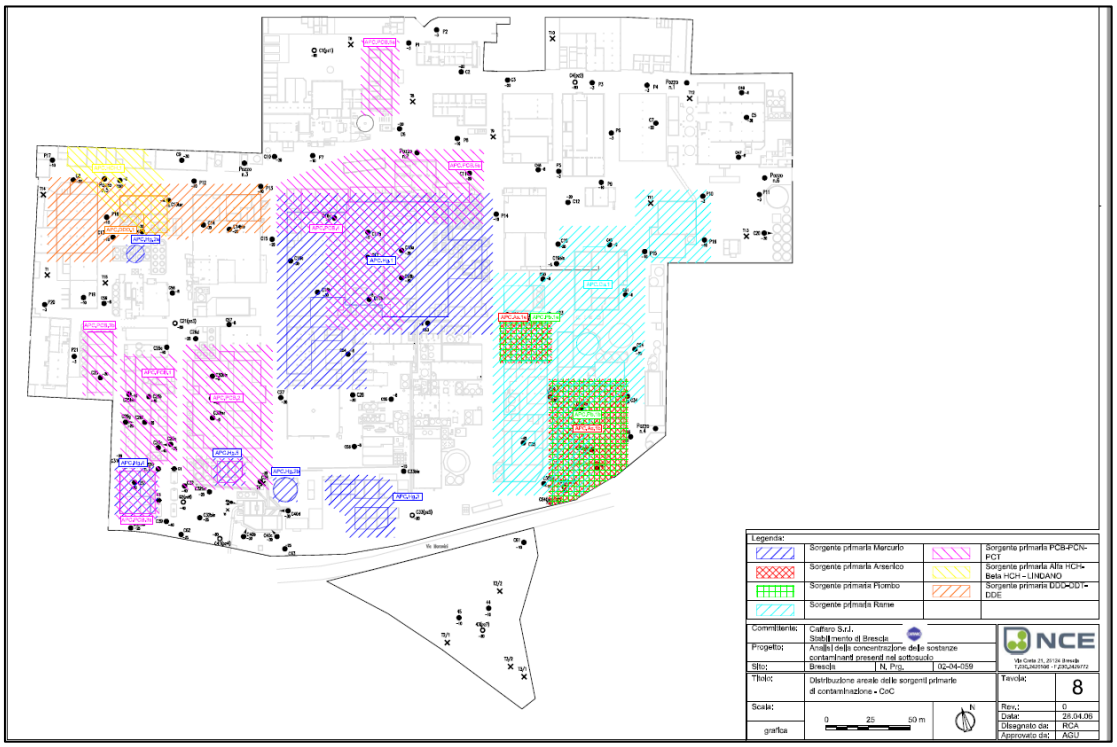


Figura 1: Distribuzione areale delle sorgenti primarie di contaminazione

Tenuto conto dei risultati delle attività di caratterizzazione, il piano di indagine integrativo è stato basato su una maglia d'indagine 25x25m in corrispondenza delle aree non coperte in maniera adeguata, particolarmente in relazione alla presenza di edifici e reparti produttivi ancora attivi al momento della realizzazione della caratterizzazione.

La maglia di indagine così definita consentirà di indagare in maniera sufficientemente dettagliata tutte le aree individuate come potenziali sorgenti di contaminazione in funzione delle indagini già realizzate.

In corrispondenza dei nuclei di contaminazione individuati per gli interventi profondi è stata prevista la realizzazione di una maglia 10x10 m, al fine di verificare con maggior precisione la distribuzione areale e verticale della contaminazione nelle zone di interesse e definire nel dettaglio l'articolazione degli interventi. A tal fine sono state identificate le seguenti aree di indagine:

- Area C26c-C26e, nella zona sud ovest del sito, in corrispondenza degli ex impianti PCB-Apirolio, interessata dalla presenza negli orizzonti profondi di PCB, PCDD-PCDF, Clorobenzeni e As;
- Area C27, nella porzione centrale, interessata dalla presenza negli orizzonti profondi di PCB, PCDD-PCDF, Clorobenzeni e As;
- Area C34, nella zona sud est del sito, con presenza significativa di As negli orizzonti profondi;
- Area impianto clorato, nella porzione centrale del sito, in prossimità delle sorgenti secondarie di contaminazione da mercurio e cromo esavalente.

In Figura 1 fuori testo si riporta la distribuzione dei sondaggi da realizzare. Il numero e la distribuzione dei punti di indagine risultano comunque indicativi e potranno essere aggiornati/ottimizzati in fase definitiva in funzione delle condizioni effettivamente riscontrate a seguito delle operazioni di demolizione nonché delle evidenze di campo durante la stessa fase di indagine.

In considerazione delle valutazioni effettuate si stima ad oggi di realizzare complessivamente n. 124 nuovi sondaggi.

1.1.1.1. Modalità di realizzazione sondaggi

I sondaggi saranno realizzati a carotaggio continuo al raggiungimento della frangia capillare (ca. 30 m da p.c.) e consentiranno il prelievo di campioni di suolo per la determinazione dei parametri indice del sito.

Le perforazioni saranno realizzate servendosi di una sonda a rotazione mediante carotiere semplice, di lunghezza non superiore a 1,5 m e diametro pari a 131 mm, affinché il disturbo dei materiali attraversati sia il minimo possibile, consentendo il prelievo di campioni rappresentativi di lunghezza massima di 1 m.

L'esecuzione delle perforazioni sarà eseguita facendo riferimento alle seguenti modalità operative:

- utilizzo di rivestimenti e corone non verniciate;
- perforazione a secco ed a bassa velocità di rotazione, con eventuale utilizzo in avanzamento di acqua chiara dalla composizione chimica ben nota;
- pulizia dell'impianto di perforazione prima dell'inizio del lavoro;
- pulizia del carotiere e delle aste di perforazione e rimozione dei lubrificanti nelle zone filettate prima e dopo ogni sondaggio;
- pulizia di ogni strumento di misura e dei campioni inseriti in foro prima e dopo l'inserimento;

- pulizia dei contenitori e dell'impianto di circolazione per l'acqua di perforazione prima dell'inizio del lavoro;
- verifica continua del buon funzionamento delle attrezzature di perforazione, e dell'assenza di perdite di lubrificanti;
- le carote estratte verranno posizionate in apposite cassette catalogatrici per la loro conservazione, nella quale saranno riportati in modo indelebile il numero di sondaggio e le profondità di riferimento.

Sarà inoltre rilevata, durante il sondaggio contemporaneamente all'avanzamento, la stratigrafia dettagliata del terreno attraversato.

Laddove autorizzato, sarà effettuato un avanzamento a distruzione per il superamento di grossi blocchi o livelli di conglomerato lapideo, a patto di consentire una ricostruzione stratigrafica accurata, riprendendo il carotaggio una volta superato lo strato pseudo-roccioso.

Durante l'esecuzione del sondaggio, nel caso i cui venga eseguito a semplice circolazione d'acqua, all'inizio e alla fine di ogni turno di lavoro verrà misurato il livello dell'acqua accertandosi che fino alla quota della scarpa dei rivestimenti, il foro sia libero da materiali impermeabili i quali impedirebbero alla falda di raggiungere il livello pseudo-statico.

Una volta terminato il carotaggio, si procederà al rivestimento provvisorio del foro di perforazione, utilizzando rivestimenti a cannocchiale.

I sondaggi previsti sono caratterizzati da una profondità di progetto di circa 30 m da p.c., dunque non oltrepassano il livello impermeabile posto alla profondità presunta di 50 m da p.c.. Fino a tale profondità verrà utilizzata una tubazione di rivestimento di diametro pari a 220 mm.

1.1.1.2. Prelievo campioni

Il prelievo di campioni ha lo scopo di investigare, con maggior definizione, le sorgenti di contaminazione individuate nell'attuale modello concettuale del sito e verificare l'eventuale presenza di ulteriori criticità ad oggi non evidenziate. I risultati consentiranno inoltre di definire nel dettaglio gli interventi di bonifica provisti in corrispondenza dei nuclei di contaminazione individuati e procedere alla calibrazione esecutiva degli interventi.

Le operazioni di campionamento dei terreni saranno eseguite in conformità a quanto previsto dall'Allegato 2 alla Parte IV del Titolo V del D.Lgs 152/06.

Da ogni sondaggio profondo saranno prelevati un minimo di 4 campioni di terreno (n. 1 campione di suolo superficiale, n. 1 campione in frangia capillare, n. 2 campioni intermedi di suolo profondo) per un totale di circa 496 campioni da inviare ad analisi per la determinazione dei seguenti parametri:

- Metalli (Antimonio, Arsenico, Cobalto, Cromo VI, Mercurio, Piombo, Rame, Selenio, Tallio, Zinco)
- Idrocarburi C > 12
- PCB (Totali e Congeneri)

- Fitofarmaci
- IPA
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni
- Composti Alifatici Clorurati Non Cancerogeni
- Tetracloruro di carbonio
- Clorobenzeni
- Somma PCDD/F (conv. TEQ)

Le analisi relative ai composti organici clorurati, saranno eseguite solo laddove i test speditivi con lampade PID evidenzino la presenza di composti organici volatili (VOC) nei campioni prelevati o comunque in vicinanza di potenziali sorgenti identificate in sito.

Il materiale utilizzato nella formazione del campione sarà reso omogeneo servendosi dell'utilizzo di paletta per campionamento in acciao inox ed una bacinella ricoperta da un telo in polietilene monouso, allo scopo di ottenere un campione rappresentativo dell'intero livello individuato.

Una volta prelevato, ciascun campione etichettato con il numero del campione, il numero del sondaggio, la profondità di prelievo e sarà conservato ad una temperatura pari a 4 ± 2 °C fino alla consegna al laboratorio accreditato incaricato delle analisi.

La spedizione dei campioni verso il laboratorio avverrà in regime di catena di custodia, al fine di garantire la tracciabilità della fase di prelievo all'inizio delle determinazioni analitiche.

I risultati analitici saranno confrontati con i valori di CSC previsti per destinazione ad uso verde residenziale.

1.1.1.3. Test di cessione

Da ciascun sondaggio sarà prelevato un campione rappresentativo dell'intero spessore di materiale di riporto attraversato (qualora quest'ultimo risulti omogeneo), in corrispondenza di ciascuna perforazione; in caso di forti disomogeneità saranno prelevati campioni per ogni sub-orizzonte omogeneo.

Su tali campioni sarà condotto un test di cessione, secondo le metodiche indicate dal D.M. 5 febbraio 1998 (Allegato 3 "Criteri per la determinazione del test di cessione"). Il test sarà esteso a tutti gli analiti inorganici di cui alla Tabella 2, Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e i risultati saranno confrontati con le CSC di cui alla medesima tabella. Sempre sull'eluato sarà determinato anche il valore di pH che si ritiene significativo per la valutazione della lisciviabilità dei materiali.

1.1.2. Realizzazione piezometri

Al fine di approfondire e delimitare con maggior dettaglio le sorgenti di contaminazione da solventi clorurati, Hg e CrVI riscontrate nelle acque sotterranee nella porzione centrale del sito, è stato previsto di integrare la rete piezometrica esistente inserendo due nuovi piezometri MW9 e MW10 in corrispondenza del transetto centrale (in prossimità di impianti potenzialmente critici quali l'ex polimeri clorurati ed il clorosoda).

Tale integrazione di indagine consentirà di definire con maggior precisione i contributi di contaminazione da parte delle sorgenti che incidono maggiormente sulla qualità delle acque nella porzione centrale.

I piezometri saranno realizzati in corrispondenza dei carotaggi effettuati al fine di definire le stratigrafie di dettaglio e di individuare eventuali livelli contaminati, sia negli orizzonti insaturi che in quelli saturi; questo permetterà di discretizzare, sulla verticale, la distribuzione della contaminazione e di indirizzare in modo più incisivo, puntuale ed efficace eventuali interventi.

In considerazione dei risultati dei campionamenti multilivello effettuati che hanno evidenziato come la contaminazione sia localizzata prevalentemente nella porzione superficiale dell'acquifero, i piezometri saranno approfonditi fino alla profondità di circa 40 m da p.c., allestiti con tubo piezometrico in PVC di diametro pari a 4'' e fenestrati nell'orizzonte saturo approssimativamente tra 30 e 40 m da p.c.

Tutti i piezometri saranno ultimati mediante chiusino carrabile a protezione dell'opera stessa. Al termine delle operazioni verrà realizzato uno spurgo dei piezometri e un rilievo plani altimetrico dei nuovi piezometri atto definire le quote di bocca pozzo. Tale rilievo sarà confrontato con quello effettuato precedentemente sui piezometri già esistenti al fine di permettere una correlazione tra le quote piezometriche dei piezometri stessi.

L'ubicazione indicativa dei suddetti piezometri è riportata nella Figura 1 allegata al presente documento. L'ubicazione definitiva degli stessi sarà meglio valutata in fase esecutiva sulla base delle evidenze riscontrate durante le attività di indagine ed in funzione delle esigenze logistiche legate all'operatività del cantiere di bonifica.

1.1.3. Monitoraggio acque di falda

Al fine di verificare la qualità delle acque di falda prima dell'avvio degli interventi di bonifica ed avere un punto di riferimento per la realizzazione degli interventi, si procederà ad effettuare una campagna di monitoraggio di baseline dall'intera rete di monitoraggio piezometrica e dalla rete di pozzi industriali presenti in sito.

Le acque sotterranee potranno essere campionate con diverse procedure, tra cui:

- campionamento con campionatore statico (bailer);
- campionamento dinamico con pompa sommersa a basso flusso.

In relazione ai piezometri multilivello installati in sito, prima di avviare la campagna di monitoraggio, saranno selezionati i livelli di interesse da sottoporre a prelievo mediante sistema di campionamento a doppio packer.

Le attività di monitoraggio consisteranno nell'esecuzione delle seguenti operazioni:

- rilievo freatimetrico;
- spurgo a basso flusso e rilievo dei parametri chimico–fisici;
- campionamento delle acque sotterranee e consegna dei campioni prelevati presso il laboratorio di analisi.

I campioni di acqua di falda saranno inviati presso laboratorio accreditato ACCREDIA per la determinazione dei seguenti parametri:

- Metalli (Arsenico, Mercurio, Cromo totale, Cromo VI, Piombo, Rame)
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni
- Composti Alifatici Clorurati Non Cancerogeni
- Tetracloruro di carbonio
- Fitofarmaci
- PCB (totali e congeneri)
- Sommatoria PCDD/PCDF

1.1.4. Monitoraggio Soil Gas

Al fine di verificare le condizioni in sito prima degli interventi di bonifica e confermare i risultati del monitoraggio soil gas realizzato preliminarmente alla redazione dell'Analisi di Rischio, si prevedere di effettuare una nuova campagna dalla rete di monitoraggio già realizzata (SG1-SG10) integrata con nuove sonde SG11 ed SG12 da installare in corrispondenza degli impianti ritenuti maggiormente critici in relazione ai percorsi di volatilizzazione.

Le postazioni per il monitoraggio dei gas interstiziali verranno installate in corrispondenza di due postazioni comprese nel piano di indagine integrativo. Le sonde Nesty Probe verranno installate con il tratto filtrante (di lunghezza pari a 30 cm circa) ad una quota compresa tra 1 e 2 m da p.c. Ogni postazione sarà corredata con chiusino metallico carrabile a protezione dell'opera stessa.

Il campionamento dei gas interstiziali sarà preceduto da un adeguato tempo di riequilibrio delle condizioni naturali del sito. Il campionamento potrà avvenire mediante Canister o Bottle Vac al fine di permettere l'analisi mediante metodice EPA TO-15 dell'intero spettro di composti volatili (VOC) inoltre si procederà al campionamento mediante fiale apposite, per la determinazione del mercurio volatile.

1.1.5. Indagine Georadar

Come anticipato, l'obiettivo della campagna di rilievo georadar è l'individuazione e la mappatura di eventuali sottoservizi e strutture interrate (canali, cavidotti, tubazioni, serbatoi, vasche) che possano costituire potenziali vie di infiltrazione nel sottosuolo all'interno dell'area interessata dalla realizzazione delle opere di MISP.

I risultati dell'indagine consentiranno di valutare gli eventuali interventi di smantellamento e rimozione o di messa in sicurezza di strutture da adottare preliminarmente alla realizzazione ed al completamento delle opere di MISP previste nella porzione centrale del sito.

Il metodo georadar è un sistema di indagine del sottosuolo basato sulla riflessione delle onde elettromagnetiche con frequenza compresa tra 10 e 2000 MHz. A livello operativo consiste nell'invio nel terreno di impulsi elettromagnetici ad alta frequenza (radio frequenza) e nella misura del tempo impiegato dal segnale a ritornare al ricevitore dopo essere stato riflesso da eventuali discontinuità intercettate durante il suo percorso. Tali riflessioni sono causate in generale dal cambiamento delle proprietà elettriche del sottosuolo, dalla variazione del contenuto d'acqua e da cambiamenti litostratigrafici.

Nel caso in oggetto, le riflessioni possono essere prodotte da strutture, da vuoti presenti nel terreno (ipogei, cunicoli, ecc.), da elementi metallici e superfici di contatto tra strati differenti.

Il principio di funzionamento dello strumento è legato alla propagazione di un'onda elettromagnetica nel sottosuolo, basandosi sul fenomeno fisico di partizione dell'energia ad un'interfaccia tra due mezzi con diverse proprietà dielettriche. Infatti, in corrispondenza di un'interfaccia fisica, l'onda elettromagnetica generata in superficie ed immessa nel sottosuolo per mezzo dell'antenna subisce un fenomeno di riflessione grazie al quale parte dell'energia ritorna verso la superficie.

Si adotterà l'utilizzo di un georadar multicanale poiché, essendo dotato da più antenne emittenti e riceventi grazie ad una singola scansione è possibile ottenere più sezioni 2D molto ravvicinate, con una copertura maggiore in termini di rilievo che comporta una riduzione dei tempi necessari all'indagine e degli errori legati all'interpolazione.

La campagna di indagine dovrà essere condotta attraverso strumentazione di adeguata potenza e risoluzione al fine di raggiungere la profondità d'esplorazione prevista pari a 4 m circa.

Si prevede di adattare lo strumento per essere spinto a mano vista la conformazione del tracciato e per poter mappare la maggior superficie possibile. L'unità di controllo e il display saranno collegati tramite un cavo al trasduttore. Operando in tal modo, i dati vengono visualizzati direttamente sullo schermo LCD a matrice attiva sottoforma di radargrammi a colori registrati su hadr disk interno, per poi essere trasferiti al computer di elaborazione.

1.2. PROVE PILOTA

I campi prova in sito consentiranno di verificare l'efficacia delle tecnologie di bonifica su più larga scala, permettendo il corretto dimensionamento degli impianti e dei trattamenti full-scale, in relazione alle condizioni specifiche del sito nel quali saranno applicate.

Il numero e la tipologia dei campi prova sono stati definiti in funzione delle tecnologie definite come applicabili in sede di fattibilità e sulla base delle indicazioni dei test di trattabilità ove disponibili (Rif. R1 sezione 13). I Layout dei campi prova sono riportati in Figura 2 fuori testo.

In questa sede si prevede pertanto la realizzazione dei seguenti campi prova in sito finalizzati alla verifica delle tecnologie di trattamento dei terreni superficiali e profondi:

- test pilota di lavaggio terreni (impianto pilota soil washing);
- test pilota di in situ soil stabilization;
- test pilota di ossidazione chimica in situ;
- test pilota di in-situ soil flushing;
- test pilota di adsorbimento e chemical reduction (Trap&Treat).

Inoltre, in relazione agli interventi di adeguamento e ottimizzazione dei sistemi di messa in sicurezza e trattamento delle acque di falda si prevede di realizzare prove idrauliche (prove a gradini e di lunga durata a portata costante), con lo scopo di definire i parametri idraulici dell'acquifero anche in relazione ad una potenziale ottimizzazione dei livelli di emungimento.

Ulteriori campi prova potranno essere previsti in funzione dei risultati dei test di trattabilità e dei campi prova che saranno condotti.

1.2.1. Test di Soil Washing

Il test pilota di lavaggio consiste nel prelevare dal sito un adeguato campione rappresentativo di terreno e di sottoporlo ai processi propri di un impianto di Soil Washing.

Il test pilota avrà l'obiettivo di:

1. verificare la trattabilità dei diversi livelli stratigrafici identificati nell'ottica di valutare il riuso on-site;
2. individuare il taglio granulometrico ottimale da trattare tramite vagliatura a secco e successivo lavaggio;
3. definire dal punto di vista analitico con test di cessione e test sul tal quale le caratteristiche dei materiali ottenuti a seguito dei processi di vagliatura e lavaggio;
4. stimare le percentuali di materiali (distinti in base alla pezzatura) ottenuti a seguito dei processi di vagliatura e lavaggio;
5. definire le modalità tecnico-operative migliori per la gestione della torbida di lavaggio ed i risultati conseguibili, in modo da individuare i processi di trattamento più efficienti, le

percentuali di riciclo del fluido di lavaggio, le caratteristiche del fluido esausto ed i relativi costi di gestione.

6. verificare la necessità di eseguire l'estrazione chimica dei contaminanti mediante l'aggiunta di appositi agenti estraenti;
7. verificare quali rese è possibile raggiungere e quali sono i consumi di acqua e di eventuali prodotti chimici;
8. definire le caratteristiche dell'impianto mobile/fisso di lavaggio.

Il test su scala pilota verrà realizzato mediante impianto di Soil Washing. La prova prevede il trattamento di un quantitativo minimo di 50 ton di terreno; la tipologia del fluido di lavaggio sarà stabilita sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle prove di laboratorio.

L'impianto dovrà essere dotato al minimo delle seguenti sezioni:

- preparazione e pretrattamento mediante eliminazione delle componenti di pezzatura maggiore e disgregazione delle zolle più compatte del terreno scavato;
- lavaggio del terreno per ottenere il trasferimento dei contaminanti dalla fase solida a quella liquida;
- separazione del terreno lavato dal fluido estraente;
- trattamento del fluido estraente (chimico-fisico).

A seguito del trattamento saranno prelevati campioni di terreno trattati per la verifica dell'efficienza di rimozione, da valutare anche in relazione alla differenziazione nelle frazioni granulometriche; saranno inoltre effettuate analisi chimiche del fluido di lavaggio.

Sulla base degli esiti del test pilota sarà possibile definire i criteri e la metodologia più adeguata per eseguire la selezione preliminare dei materiali da inviare a Soil Washing, i volumi del materiale da trattare, la capacità dell'impianto di lavaggio da utilizzare e la tipologia delle ulteriori unità di trattamento da utilizzare per il trattamento delle acque di lavaggio e dei fanghi.

1.2.2. Test di In Situ Soil Stabilization

Il test pilota di Soil Stabilization consisterà nell'esecuzione di prove di iniezione della miscela di stabilizzazione prescelta all'interno delle aree di intervento.

Nel caso specifico si prevede l'installazione di un campo prova in corrispondenza di uno dei poligoni individuati per l'applicazione full scale del trattamento, ovvero i poligoni rappresentati dai sondaggi C26e-C26c, C27 o C34.

Per la realizzazione del campo prova è prevista l'esecuzione di almeno una terna di perforazioni aventi diametro di 1000 mm circa da spingere fino alla profondità massima di progetto. L'intervento pilota consentirà di tarare i principali parametri di iniezione e resistenza del terreno consolidato al fine di confermare la metodologia di intervento e definire il dimensionamento del trattamento full scale.

1.2.3. Test di In Situ Chemical Oxidation

Il test pilota consisterà nell'esecuzione di prove di iniezione in situ e costituirà lo strumento essenziale per raccogliere le informazioni necessarie a verificare l'applicabilità del trattamento, definire i parametri operativi per l'implementazione dell'intervento full-scale e ad ottimizzare l'efficienza del sistema di trattamento selezionato.

Di seguito si forniscono alcune indicazioni che dovranno essere seguite durante la realizzazione della prova:

- il test pilota sarà eseguito in una zona rappresentativa delle condizioni dell'area di interesse;
- verrà iniettata la minima quantità di reagente in rapporto alla massa di contaminante presente e al consumo di reagente da parte della matrice terreno;
- sarà predisposto un piano di monitoraggio e campionamento al fine di verificare la diffusione dei reagenti e l'efficacia del trattamento.

La finalità primaria del test pilota sarà quella di raccogliere dati di campo per procedere all'ingegnerizzazione di dettaglio della bonifica full-scale. In particolare, sulla base dei risultati raccolti sarà possibile definire:

- modalità di esecuzione del trattamento full-scale (ROI - Radius of Influence), pressioni d'iniezione, concentrazione di soluzione ossidante, etc.;
- quantitativi di reagente da iniettare per metro lineare di perforazione considerando i contaminanti presenti in fase adsorbita e disciolta, oltre alle perdite di reagente dovute a reazioni con sostanze naturalmente presenti nel terreno (sostanza organica, carbonati, minerali, etc.
- efficienza della tecnologia nelle condizioni sito specifiche (tempistiche di trattamento);
- tassi di reazione dei reagenti e la persistenza nel sottosuolo, che potrebbero limitare il raggio di influenza effettivo delle applicazioni.

Reagente selezionato

Per lo svolgimento delle prove, si prevede primariamente l'applicazione di ozono come agente ossidante. In funzione degli esiti delle prove di trattabilità effettuate si valuterà la possibilità di eseguire le prove mediante co-iniezione di H_2O_2 o di surfattanti per massimizzare l'efficacia complessiva del trattamento. Potrà inoltre essere valutata la realizzazione di ulteriori campi prova con diversi ossidanti che siano risultati potenzialmente efficaci per il trattamento della contaminazione in sito.

Layout campo prova

Si prevede l'installazione di un campo prova all'interno dell'area individuata dai poligoni C26c- C26e. Per la realizzazione del campo prova è prevista l'installazione di:

- n. 3 punti di iniezione, del diametro di 3", profondi ca. 32 m da p.c. (comunque tali da intercettare la porzione satura) e fenestrati in corrispondenza dello spessore di trattamento (indicativamente da 25 m fino a fondo foro);

- n. 3 punti di monitoraggio, uno dei quali posto al centro del campo prova e i restanti circa 5 m a monte ed a valle dello stesso, realizzati con le stesse caratteristiche dei punti di immissione.

Il sistema di iniezione sarà costituito da un container marino (previsto indicativamente da 15', dimensioni 4500 x 2450 x H2200), al cui interno saranno alloggiati:

- n. 1 compressore;
- n. 1 concentratore di ossigeno;
- n. 1 impianto di produzione ozono;
- n. 1 serbatoio di contatto in AISI 316 per la dissoluzione dell'ozono nella fase acquosa;
- n. 1 filtro a carbone attivo per l'abbattimento dell'ozono nell'aria di sfiato;
- n. 1 pompa di rilancio della soluzione ai punti di immissione;
- valvole di regolazione e strumentazione di misura;
- quadro di alimentazione e controllo.

L'impianto di produzione dell'ozono avrà una capacità minima nominale di 120 g/h di O^3;

Saranno inoltre installate tutte le tubazioni di collegamento tra impianto e punti di iniezione e tutte le valvole/strumentazione necessarie al controllo del sistema di iniezione.

Modalità di esecuzione

Si riportano qui di seguito le principali assunzioni e i dati di dimensionamento preliminare per l'intervento:

- ROI: 2 m
- Spessore d'intervento: 4 m
- N. punti iniezione: 3
- Volume di suolo complessivo: ca. 150 m^3
- Massa di suolo trattata: ca. 250 ton
- Volume dei vuoti da saturare (10%): 15 m^3
- TOD (ipotesi): 2 kg/ton
- Dose Ozono: 500 kg

Sulla base di tali assunzioni si prevede una tempistica di circa tre mesi per il completamento della prova.

Modalità installazione pozzi di iniezione e monitoraggio

I piezometri di iniezione e di monitoraggio saranno installati previa perforazione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo fino ad attraversare lo spessore di terreno interessato dall'intervento e successivo alesaggio del foro.

Il completamento dei piezometri di iniezione e di monitoraggio sarà realizzato mediante tubi ciechi e filtri in acciaio da 3". I pozzi saranno realizzati in acciaio inox AISI 304 per la porzione cieca ed AISI 316 per la porzione fenestrata, a contatto con il reagente ossidante. Nell'intercapedine foro/tubo, verrà predisposto un manto drenante con ghiaietto lavato (ϕ=2÷4 mm) da circa 1 m sopra il "top" del tratto filtrato sino a fondo foro.

Superiormente al ghiaietto, dopo assestamento, verrà posizionato uno strato di sabbia (10/20 cm per evitare l'espansione della bentonite sul dreno) e quindi un tampone impermeabile di bentonite granulare successivamente idratata. Al di sopra di detto tampone e fino al piano campagna il tubo verrà reso solidale con il terreno mediante una miscela cementizia e la messa in posa di un chiusino metallico carrabile.

Successivamente alla realizzazione i piezometri verranno opportunamente spurgati fino ad ottenimento di acque chiare e priva di particelle solide in sospensione.

Piano di monitoraggio del test pilota

Le attività di monitoraggio dell'intervento pilota saranno finalizzate a:

- verificare la capacità del sistema di veicolare, nelle condizioni operative, la soluzione ossidante all'interno dell'area di intervento, in modo da realizzare il contatto fisico fra contaminazione e reagente;
- verificare l'efficienza della tecnologia nelle condizioni sito specifiche;
- confermare il mantenimento delle condizioni di sicurezza durante lo svolgimento della prova.

Per verificare efficacia ed efficienza dell'intervento nonché controllare l'eventuale desorbimento o mobilizzazione di contaminanti saranno utilizzati come punti di controllo i 3 piezometri di monitoraggio installati per il campo prova.

Prima dell'inizio delle iniezioni, al fine di individuare le condizioni di partenza sulla base delle quali verrà valutata l'efficacia della tecnologia, saranno svolte le seguenti attività di monitoraggio dai punti di controllo selezionati (*monitoraggio di background*):

- misura del livello piezometrico della falda;
- misura di campo dei parametri chimico-fisici (pH, conducibilità, ossigeno disciolto, potenziale redox, temperatura);
- rilievi di campo per misurare ossigeno (O_2), anidride carbonica (CO_2), metano (CH_4) e composti organici volatili (VOC) a testa pozzo sui piezometri di controllo.

Durante il corso delle operazioni di iniezione saranno monitorati con strumentazione portatile i seguenti parametri:

- livello piezometrico della falda;
- parametri chimico-fisici delle acque di falda (pH, temperatura, conducibilità, DO, ORP);
- misurazione dei parametri O_2, CH_4, VOC e condizioni di esplosività (LEL) a testa pozzo sui piezometri di controllo.

La lettura diretta dei parametri permetterà di valutare e monitorare in tempo reale l'andamento dell'intervento e valutare il permanere delle condizioni di sicurezza per gli operatori.

Per la verifica dell'intervento è prevista l'esecuzione delle seguenti campagne di monitoraggio:

Ante operam: n. 1 campagna di backgorund

Fase di esecuzione: n. 1 campagna a cadenza quindicinale

Post operam: n. 1 campagna mensile nei tre mesi successivi

I campioni di acqua di falda prelevati saranno sottoposti alle seguenti analisi di laboratorio:

- Metalli (As, Hg, Cr totale, Cr VI, Pb, Cu)
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni
- Fitofarmaci
- PCB totali (sommatoria congeneri)
- Sommatoria PCDD/PCDF

Sondaggi di verifica

Dopo circa 3 mesi dall'iniezione sarà realizzato n. 1 sondaggio per verificare l'efficacia dell'azione di ossidazione ubicato all'interno dell'area campo prova. Sarà prelevato n. 1 campioni di terreno a profondità comprese tra 25 e 29 m da p.c. da sottoporre alle seguenti analisi chimiche di laboratorio:

- Metalli (As, Hg, Cr totale, Cr VI, Pb, Cu)
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni
- Fitofarmaci
- PCB totali (sommatoria congeneri)
- Sommatoria PCDD/PCDF

1.2.4. Test di In-Situ Soil Flushing

Il test pilota di Soil Flushing dovrà consentire di raccogliere le informazioni essenziali a verificare l'applicabilità del trattamento in sito e definire i parametri operativi necessari per l'ingegnerizzazione di dettaglio e per l'implementazione full-scale dell'intervento.

In particolare, i risultati raccolti durante le prove dovranno consentire di verificare:

- modalità di esecuzione del trattamento full-scale e parametri di dimensionamento (ROI - Radius of Influence, pressioni d'iniezione, volumi di soluzione da iniettare, etc.);

- caratteristiche dei sistemi di immissione, prelievo e trattamento acque;
- caratteristiche del fluido di lavaggio;
- efficienza della tecnologia nelle condizioni sito specifiche e tempistiche di trattamento;
- qualità delle acque di lavaggio e capacità di recupero.

Per il dimensionamento definitivo del test pilota dovranno essere condotte apposite prove che consentano di valutare la distribuzione dei valori di conducibilità idraulica nel mezzo saturo (prove di pompaggio) e insaturo (prove infiltrometriche e prove Lefranc in foro).

Layout campo prova

Si prevede l'installazione di un campo prova in corrispondenza del poligono individuato per l'applicazione full scale del trattamento (C34), costituito da:

- n.1 punto di iniezione del diametro di 3", con fenestratura compresa nell'intervallo 18-22 m da p.c. (potrà essere utilizzati a tal fine i nuovi piezometri MW5-32 e MW5-40);
- n. 3 punti di monitoraggio per la valutazione del raggio di influenza delle immissioni a distanza di circa 1, 3 e 5 m dal punto di immissione (gli ultimi due costituiti da piezometri di nuova realizzazione fenestrati da circa 20 m da p.c. fino al livello saturo).

Il test pilota sarà eseguito in condizioni di totale sicurezza, pertanto resterà attivo il sistema di emungimento immediatamente a valle dell'area di trattamento (pozzo P4) il quale consente un'efficace azione di contenimento sul fronte interessato dall'intervento.

Modalità di esecuzione

Il sistema di iniezione sarà attrezzato all'interno di un container marino, all'interno del quale saranno alloggiati:

- n. 1 serbatoio di accumulo fluido di lavaggio;
- n. 1 pompa di immissione;
- n. 1 quadro elettrico di alimentazione e controllo.

Saranno inoltre installate tutte le tubazioni di collegamento tra impianto e punti di immissione e tutte le valvole/strumentazione necessarie alla gestione e controllo del sistema di iniezione.

Come fluido di lavaggio sarà utilizzata l'acqua depurata mediante i sistemi di trattamento presenti in sito o in alternativa acqua di rete; l'eventuale utilizzo di additivi sarà valutato in caso di scarsa efficienza del lavaggio con acqua.

In fase di dimensionamento preliminare, la portata di immissione del fluido è stata stimata sulla base del volume di suolo da trattare, della porosità efficace e del tempo di sostituzione del volume dei pori.

Si riportano qui di seguito le principali assunzioni e i dati di dimensionamento preliminare per l'intervento:

- ROI: 2 m

- Spessore d'intervento: 8 m
- N. punti iniezione: 1
- Volume di suolo complessivo: ca. 100 m^3
- Massa di suolo trattata: ca. 170 ton
- Volume dei vuoti da saturare (10%): 10 m^3

La portata minima di acqua di lavaggio è stimata pari a circa 10 m^3/h.

Ai fini della gestione del sistema si prevede di effettuare la prova di lavaggio per fasi successive, realizzando diversi cicli di flussaggio interrotti da pause piuttosto che una immissione continua. Saranno quindi effettuate più prove di lavaggio di diversa durata, seguite dai cicli di recupero del volume di fluido immesso.

Piano di monitoraggio del test pilota

Durante le fasi di funzionamento del sistema dovrà essere effettuato un piano di monitoraggio finalizzato a verificare il corretto funzionamento del sistema e la sua efficacia in termini di effettiva rimozione dei contaminanti.

In particolare, per ciascun ciclo di lavaggio, dovranno essere monitorati e registrati i seguenti parametri:

- volumi di acqua iniettata e prelevata per ciascun ciclo;
- concentrazione e la massa degli eventuali reagenti utilizzati;
- avanzamento del fronte umido (eventuale afflusso di acqua nei piezometri di controllo);
- livelli freatimetrici nei punti di immissione e controllo;
- concentrazione di contaminanti nelle acque di falda nei punti di monitoraggio all'interno del campo prova e nelle acque estratte dal pozzo P4;
- stima della massa complessiva di inquinanti recuperata.

Prima dell'inizio delle iniezioni, al fine di individuare le condizioni di partenza sulla base delle quali verrà valutata l'efficacia della tecnologia, saranno svolte le seguenti attività di monitoraggio dai punti di controllo selezionati e dal pozzo di messa in sicurezza P4 (*monitoraggio di background*).

Al termine di ciascun ciclo di iniezione e lavaggio si procederà a prelevare campioni di acque di falda dagli stessi punti per la verifica dell'efficienza dell'azione di lavaggio dei suoli. I campioni saranno sottoposti ad analisi chimiche per la ricerca dei seguenti parametri:

- Metalli (Arsenico, Mercurio, Cromo totale, Cromo VI, Piombo, Rame)
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni
- Fitofarmaci
- PCB totali (sommatoria congeneri)

- Sommatoria PCDD/PCDF

Sondaggi di verifica

Al termine delle prove di flussaggio sarà realizzato n. 1 sondaggio di verifica al fine di verificare l'efficacia dell'azione di lavaggio. Il sondaggio sarà effettuato a carotaggio continuo e ubicato a distanza di circa 1,5 m dal punto d'iniezione. Saranno prelevati indicativamente n. 3 campioni di terreno a profondità comprese tra 20 e 30 m da p.c. da sottoporre alle seguenti analisi chimiche di laboratorio:

- Metalli (Arsenico, Mercurio, Cromo totale, Cromo VI, Piombo, Rame)
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni
- Fitofarmaci
- PCB totali (sommatoria congeneri)
- Sommatoria PCDD/PCDF

1.2.5. Test pilota di adsorbimento e chemical reduction (Trap&Treat)

Il test pilota in oggetto consentirà di valutare la fattibilità dell'implementazione della tecnologia in sito (validando i risultati dei test di laboratorio) e verificare attraverso le campagne di monitoraggio delle acque sotterranee post-iniezione l'effettivo instaurarsi dei fenomeni di adsorbimento, degradazione abiotica e biologica mediante analisi dei markers determinati durante i test di trattabilità

Il test consentirà inoltre di valutare il dimensionamento dell'intervento in termini di dosaggio di prodotto ed i parametri operativi dell'applicazione (portate e pressioni di iniezione) e l'efficienza dell'applicazione in termini di distribuzione del prodotto e quantitativi richiesti.

Layout campo prova

Si prevede l'installazione di un campo prova in corrispondenza dell'area individuata dai poligoni C26c-C26e, caratterizzata da una contaminazione prevalente da PCB, Clorobenzeni e Diossine.

Il campo prova sarà costituito da un'area di trattamento di 5x5 m all'interno della quale saranno realizzati i punti di iniezione secondo una griglia regolare di 2,5 m circa.

Per il monitoraggio dell'intervento saranno selezionati n. 3 piezometri di controllo (appositamente installati o selezionati tra quelli esistenti) di cui uno a monte, uno all'interno della zona di trattamento e uno a valle, fessurati nella porzione più supeficiale dell'acquifero, indicativamente alle stesse profondità coperte dalle iniezioni (e comunque a profondità non superiori a 40 m da p.c.).

Modalità di esecuzione

L'intervento prevede l'applicazione nel sottosuolo del prodotto BOS100® attraverso circa 6-8 punti di iniezione a profondità comprese tra 25 e 35 m da p.c. L'applicazione sarà effettuata con sonda di tipo Geoprobe in modalità direct push.

Le iniezioni saranno eseguite ad intervalli di circa 50-60 cm; in considerazione della geologia locale il volume di slurry da iniettare per ciascun intervallo e' previsto pari a circa 90-100 l.

Piano di monitoraggio del test pilota

Prima dell'iniezione del prodotto sarà realizzato un campionamento di baseline in corrispondenza dei tre piezometri di monitoraggio selezionati.

Successivamente all'esecuzione dell'immissione del prodotto dovranno essere realizzate le seguenti campagne di verifica:

- n. 1 campagna di monitoraggio immediatamente a seguito dell'iniezione;
- n. 6 campagne a cadenza quindicinale successivamente al completamento dell'iniezione.

- I campioni prelevati saranno sottoposti ad analisi chimiche per la ricerca dei seguenti parametri:
  - Metalli (Arsenico, Mercurio, Cromo totale, Cromo VI, Piombo, Rame)
  - Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni
  - Fitofarmaci
  - PCB totali (sommatoria congeneri)
  - Sommatoria PCDD/PCDF

1.2.6. Test di Soil Vapour Extraction

I test pilota di SVE saranno finalizzati alla verifica della presenza delle frazioni volatili nel sottosuolo ed al dimensionamento dei parametri operativi necessari per l'ingegnerizzazione di dettaglio e per l'implementazione full-scale dell'intervento.

I risultati raccolti durante le prove consentiranno di verificare i parametri di dimensionamento del sistema di aspirazione (ROI, pressioni, portate d'aria estratta, etc.), tassi di recupero di VOC e caratteristiche dei sistemi di trattamento gas estratti. I test saranno realizzati mediante prove di aspirazione a gradini di depressione e test di durata. Si procederà inoltre ad effettuare test speditivi di SVE da un numero selezionato di pozzi/piezometri accessibili, al fine di valutare l'eventuale presenza di frazioni volatili, nei terreni all'intorno dei punti stessi.

Layout campo prova

Si prevede l'installazione di un campo prova costituito da almeno n.1 punto di estrazione e n. 3 punti di monitoraggio per la valutazione del raggio di influenza ottimale. La profondità e la fenestratura dei pozzi di aspirazione sarà definita in base alle caratteristiche della sorgente individuata.

Modalità di esecuzione

L'impianto pilota, attrezzato all'interno di un container marino, sarà costituito dai seguenti elementi principali:

- sezione di aspirazione (soffianti);
- sezione di trattamento vapori (filtri a carbone attivo);
- strumentazione di misura pressioni e portate;
- quadro elettrico di alimentazione e controllo.

Saranno inoltre installate tutte le tubazioni di collegamento tra impianto e punti di aspirazione e tutte le valvole/strumentazione necessarie alla gestione e controllo del sistema.

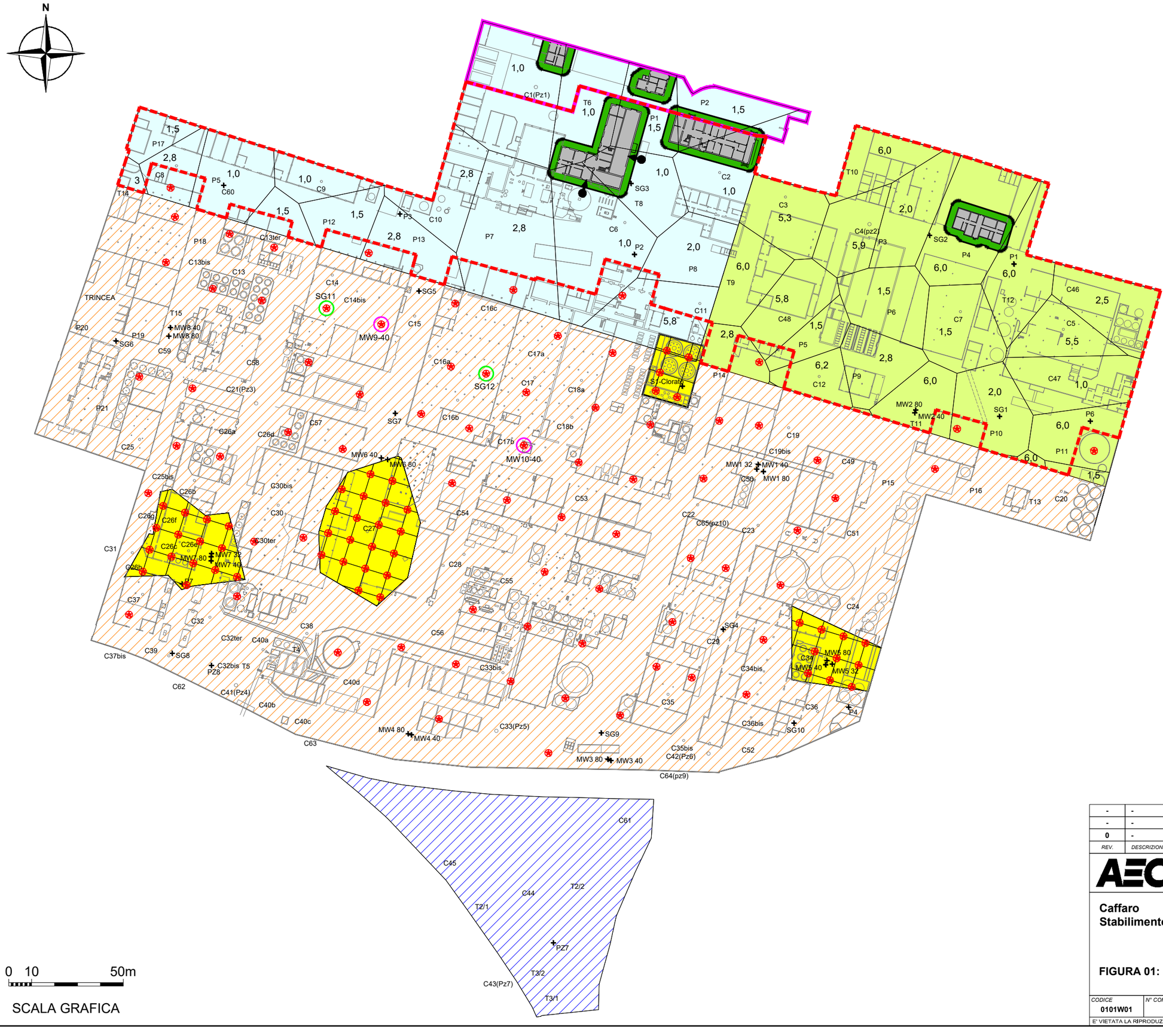
Piano di monitoraggio del test pilota

Prima dell'inizio del test e durante le prove (a gradini e di durata) sarà effettuato un piano di monitoraggio finalizzato a verificare il corretto funzionamento del sistema e la sua efficacia in termini di effettiva rimozione dei contaminanti. In particolare, saranno effettuate misure di campo per il rilievo di:

- depressione indotta sul pozzo di estrazione e sui pozzi di monitoraggio;
- flusso di aria estratta;
- concentrazione di VOC, O2, CO2, CH4 nel flusso di aria estratto.

Saranno inoltre realizzati prelievi di campioni del flusso di aria estratta dal sistema e dell'aria in uscita dalla sezione di trattamento, mediante pompa a basso flusso e fiale a carbone attivo, per le verifiche analitiche necessarie e per la stima dei tassi di rimozione.

Figure



LEGENDA

	PROPOSTA DI PERIMETRAZIONE AREA DI INDAGINE
	CARATTERIZZAZIONE (2000 ÷ 2005)
	INDAGINI AECOM 2019
	SONDAGGI PROPOSTI
	SONDAGGI INCLINATI PROPOSTI
	PIEZOMETRI PROPOSTI
	NESTY PROBE PROPOSTI
	POLIGONI DI THIESSEN
3,0	PROFONDITA' DI SCAVO (m)
	EDIFICI DA MANTENERE
	BUFFER PROFONDITA' SCAVO 1 METRO
	AREE DI INTERVENTO SU TERRENI PROFONDI
	INTERVENTI DI SCAVO CSC COMMERCIALI - INDUSTRIALI / CSR OGGETTO DI CARATTERIZZAZIONE IN BANCO
	INTERVENTI DI SCAVO CSC VERDE - RESIDENZIALE / CSR OGGETTO DI CARATTERIZZAZIONE IN BANCO
	AREA MISP SINGOLA IMPERMEABILIZZAZIONE
	AREA MISP DOPPIA IMPERMEABILIZZAZIONE
	LOTTO VIA MILANO DI BONIFICA

REV.	DESCRIZIONE	DATA	DIS.	CONTR.	APP.
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
0	-	02/11/2020	G.F.	D.CA.	D.CA.

AECOM
Via Watt, 27
I-20143 Milano
Tel. +39.02.422556.1
Fax. +39.02.422556.21

Caffaro
Stabilimento di Brescia

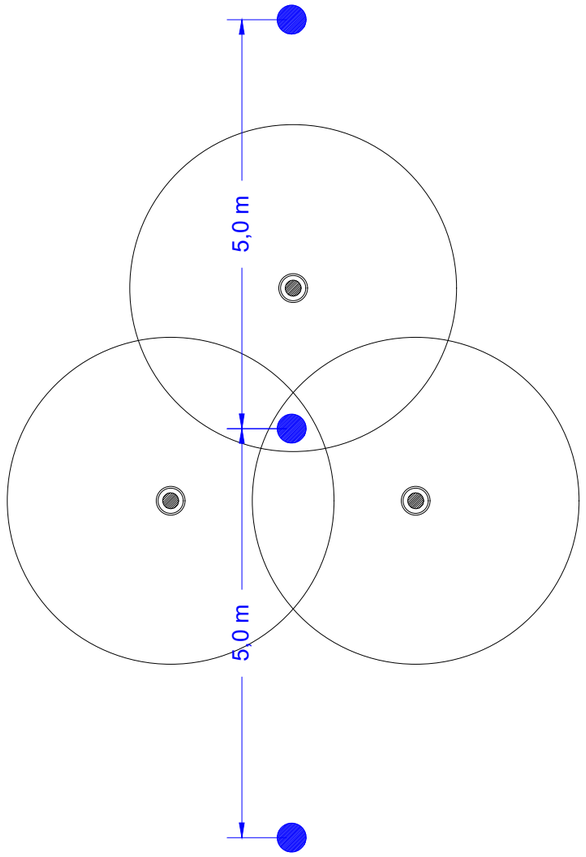
FIGURA 01: INDAGINI PROPEDEUTICHE ALLA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA

CODICE	N° COMMESSA	PLOT	SCALA	N° DISEGNO	Foglio	di
0101W01	60641134	1:1	1:1.600	FIGURA 01	1	1

E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA AECOM URS ITALIA

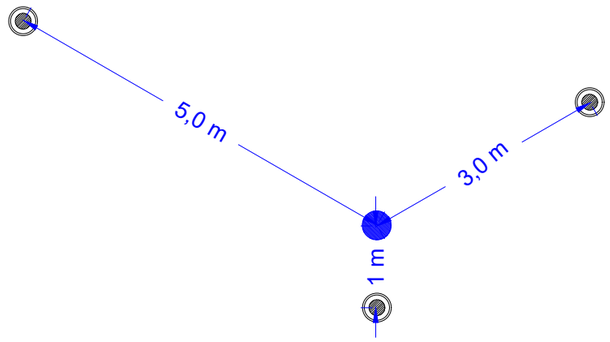
A3

LAYOUT CAMPO PROVA ISCO

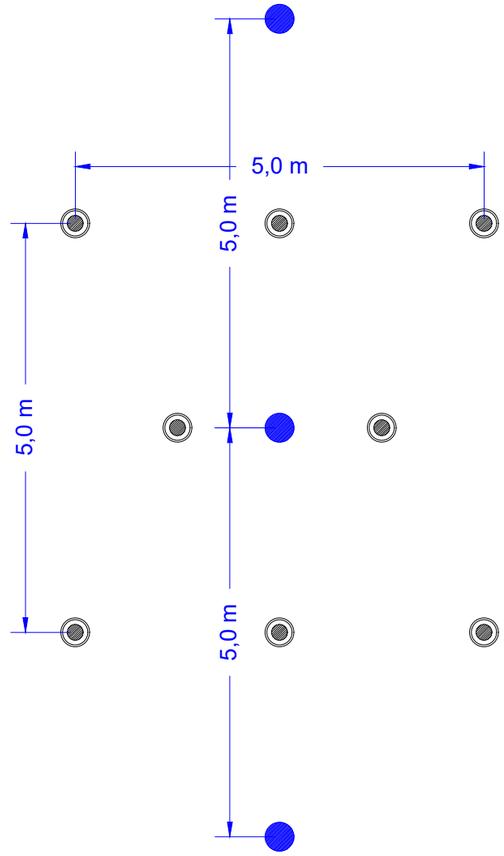


DIREZIONE
ACQUA DI
FALDA

LAYOUT CAMPO PROVA
SOIL FLUSHING



LAYOUT CAMPO PROVA
TRAP & TREAT



LEGENDA	
●	PUNTI DI MONITORAGGIO
◉	PUNTI DI INIEZIONE

0 1 5m

SCALA GRAFICA

REV.	DESCRIZIONE	DATA	DIS.	CONTR.	APP.
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
0	-	02/11/2020	G.F.	D.CA.	D.CA.

AECOM
Via Watt, 27
I-20143 Milano
Tel. +39.02.422556.1
Fax. +39.02.422556.21

Caffaro
Stabilimento di Brescia

FIGURA 02: LAYOUT CAMPI PROVA

CODICE	N° COMMESSA	PLOT	SCALA	N° DISEGNO	Foglio	di
0101W02	60641134	1:1	1:75	FIGURA 02	1	1

E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA AECOM URS ITALIA

A3