



Ottobre 2014

COMUNE DI TEZZE SUL BRENTA (VI)

Progetto Operativo di Bonifica Appaltabile del Sito Ex Galvanica PM - 01- RELAZIONE GENERALE

Destinatario:
Geom. Lorenzin
Comune di Tezze sul Brenta

RELAZIONE



A world of
capabilities
delivered locally

Numero Relazione. 1050841125/P0627

Distribuzione:

Comune di Tezze sul Brenta
Provincia di Vicenza
Regione Veneto
ARPAV
ATO Brenta





Indice

1.0	INTRODUZIONE	6
1.1	Premessa	6
1.2	Documentazione di riferimento	8
1.3	Normativa di riferimento	9
1.4	Struttura del Progetto operativo di bonifica appaltabile	9
2.0	CRONISTORIA TECNICO-AMMINISTRATIVA	11
2.1	Piano della Caratterizzazione (2005-2006)	11
2.2	Analisi di Rischio e Progetto Preliminare di bonifica (2007-2008)	12
2.3	Conferenze dei Servizi del 27 gennaio e del 17 febbraio 2009	13
2.4	Affidamento attività professionali e di campo prove (2010-2011)	13
2.5	Esecuzione delle prove pilota (2011-2013)	14
2.6	Esecuzione dei test Sapio/SoilWater	14
2.7	Tavolo tecnico del 28 marzo 2014	14
2.8	Conferenza dei servizi del 28 maggio 2014	15
3.0	QUADRO URBANISTICO ED AMBIENTALE DEL SITO ED OBIETTIVI DI BONIFICA	16
3.1	Aspetti urbanistici ed uso del suolo	16
3.2	Uso pregresso e cause della contaminazione	16
3.3	Aggiornamento del quadro geologico ed idrogeologico	18
3.4	Quadro ambientale del Sito	19
3.5	Obiettivi della bonifica	20
4.0	STATO DI FATTO DEL SITO	23
4.1	Stato dei luoghi	23
4.2	Stato della contaminazione nei terreni	24
5.0	SINTESI CONCLUSIVA DEI RISULTATI DELLE PROVE PILOTA E CONSIDERAZIONI SUL MODELLO CONCETTUALE	27
5.1	Sintesi conclusiva dei risultati delle prove pilota di laboratorio e di campo con cella reattiva e reagenti chimici	27
5.2	Sintesi dei risultati del campo prove Sapio	30
5.3	Considerazioni sul modello concettuale	31
5.3.1	Sorgenti primarie di contaminazione	31
5.3.2	Sorgenti secondarie di contaminazione e percorsi di migrazione	31



6.0	CRITERI DI PROGETTO ED ANALISI DELLE ALTERNATIVE	37
6.1	Analisi delle alternative progettuali	37
6.1.1	Alternative di bonifica valutate nel Progetto Preliminare e nella CdS del 17/02/2009	37
6.1.2	Tecniche di intervento valutate nell'ambito delle prove pilota	38
6.1.3	Alternative in merito all'estensione dell'area di trattamento	40
6.1.4	Considerazioni sull'utilizzo della tecnologia Sapio	40
6.1.5	Considerazioni conclusive sulle alternative progettuali	41
6.2	Criteri di progetto	42
7.0	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO E FASI OPERATIVE	44
7.1	Cantierizzazione	44
7.2	Attività preliminari	45
7.2.1	Campionamenti in banco di terreni e materiali da costruzione	45
7.2.2	Rimozione coperture in lastre di cemento-amianto	46
7.2.3	Ricollocazione dei cumuli di materiale nel cortile nord del Sito	47
7.3	Interventi di Bonifica dei terreni (aree esterne ai capannoni)	47
7.4	Demolizione dei fabbricati	47
7.4.1	Indicazioni generali	47
7.4.2	Fasi e modalità di demolizione	49
7.5	Scavi e rinterri al di sotto delle solette rimosse	50
7.5.1	Aree e volumi di scavo	50
7.5.2	Modalità di scavo e protezione dalle acque meteoriche	51
7.6	Realizzazione del confinamento laterale	52
7.6.1	Tecnica realizzativa	52
7.6.2	Caratteristiche geometriche	52
7.7	Realizzazione del tappo di fondo	53
7.7.1	Tecnica realizzativa	53
7.7.2	Caratteristiche geometriche	54
7.8	Trattamento chimico dei terreni	54
7.9	Realizzazione del pacchetto di capping superficiale	55
7.9.1	Attività preliminari alla posa	55
7.9.2	Caratteristiche costruttive	56
7.9.3	Opere di canalizzazione delle acque meteoriche	57
7.10	Rifacimento della superficie asfaltata esistente	57



8.0	PROVE E COLLAUDI IN CORSO D'OPERA E FINALI	58
8.1	Collaudo ambientale di pareti e fondi scavo	58
8.2	Collaudi e prove sul diaframma perimetrale	58
8.2.1	Prove e controlli in corso d'opera	58
8.2.2	Collaudi finali	59
8.3	Collaudi e prove sul tappo di fondo	60
8.3.1	Prove e controlli in corso d'opera	60
8.4	Collaudi e prove per il trattamento chimico	60
8.4.1	Prove e controlli in corso d'opera	60
8.4.2	Collaudi finali	60
8.5	Collaudi e prove per il sistema di capping superficiale	61
8.5.1	Geomembrane	61
8.5.1.1	Geotessili di protezione e separazione	61
8.5.1.2	Geomembrana in PEAD	61
8.5.2	Terreno di sottofondo	62
8.5.3	Strato di fondazione in misto cementato	63
8.5.4	Guaina bituminosa	63
8.5.5	Conglomerati bituminosi e posa del pacchetto completo	63
8.5.6	Collaudi sulle opere di canalizzazione acque meteoriche	64
9.0	GESTIONE DEI MATERIALI E SMALTIMENTI	65
9.1	Gestione dei materiali provenienti dalle demolizioni	65
9.2	Gestione dei materiali provenienti dall'esecuzione del diaframma	65
9.3	Gestione dei materiali provenienti dai sondaggi	66
9.4	Gestione dei materiali provenienti dallo scavo dei terreni	66
9.5	Indicazioni generali per gli smaltimenti	67
9.6	Stima dei quantitativi dei materiali da inviare a smaltimento	69
9.7	Volumi di rinterro	73
10.0	CAVE PER APPROVVIGIONAMENTO INERTI ED IMPIANTI DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI RIFERIMENTO	74
11.0	CRITERI DI PROTEZIONE DEI LAVORATORI	75
12.0	MONITORAGGI AMBIENTALI IN CORSO D'OPERA	76
12.1	Rumore	76
12.2	Monitoraggi della qualità dell'aria	76



12.3	Monitoraggi della qualità dell'acqua sotterranea.....	77
12.3.1	Barrieramento idraulico.....	78
12.4	Monitoraggi dello stato di contaminazione dei terreni.....	78
13.0	MONITORAGGI POST- OPERAM	79
14.0	INTERFERENZE CON LE INFRASTRUTTURE PRESENTI.....	80
15.0	TEMPISTICHE DI INTERVENTO	81
16.0	EVENTUALI VINCOLI TECNICO-AMMINISTRATIVI RESIDUALI DA RECEPIRE NEL CERTIFICATO DI DESTINAZIONE URBANISTICA.....	82
17.0	VARIANTI MIGLIORATIVE PROPONIBILI DALLE IMPRESE CHE PARTECIPERANNO ALLA GARA DI APPALTO	83
18.0	ASPETTI ECONOMICI	84
19.0	OPERE APPALTABILI IN UN PRIMO STRALCIO SULLA BASE DELLE SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE	85
19.1	Premessa	85
19.2	Descrizione delle attività e riferimenti progettuali.....	85
19.3	Tempistiche di intervento ed aspetti economici	86
 TABELLE		
	Tabella 1: Risultati delle prove di permeabilità a carico variabile di tipo Lefranc.....	18
	Tabella 2: CSR per il terreno saturo ed insaturo nel Sito	20
	Tabella 3: CSC per le acque sotterranee del Sito	21
	Tabella 4: Numero di campioni per campionamento in banco.....	45
	Tabella 5: Coperture in cemento amianto presenti in Sito.....	46
	Tabella 6: Caratteristiche dimensionali dei fabbricati oggetto di demolizione	48
	Tabella 7: Volumi di scavo al di sotto delle solette dei capannoni.....	50
	Tabella 8: Quantitativi di reagente CaS ₄ da iniettare.....	55
	Tabella 9: Carico pneumatico – collaudi teli HDPE	62
	Tabella 10: Prove sul materiale di sottofondo del capping	62
	Tabella 11: Codici CER individuati.....	68
	Tabella 12: Stima dei rifiuti derivanti dalle demolizione di strutture orizzontali.....	69
	Tabella 13: Stima dei rifiuti derivanti dalle demolizione di muri in elevazione	70
	Tabella 14: Stima dei rifiuti derivanti dalle demolizione di travi e fondazioni	70
	Tabella 15: Stima dei rifiuti derivanti dalle attività di scavo/sondaggio dei terreni	71
	Tabella 16: Stima dei rifiuti derivanti dallo scavo del diaframma (terreno/miscele cementizie).....	72
	Tabella 17: Stima dei rifiuti derivanti dalla rimozione asfalto.....	72
	Tabella 18: Quantitativi di rifiuti stimati suddivisi in base alla possibile destinazione	72



Tabella 19: Volumi geometrici di riinterro	73
Tabella 20: Campioni di acque da analizzare durante i lavori	77
Tabella 21: Quadro Economico degli interventi previsti	84
Tabella 22: Importo per gli interventi di Primo Stralcio	86

FIGURE

Figura 1: Grafico - Regime di falda al pozzo G1 (gennaio 2009 - luglio 2014) - Etra	19
Figura 2: Grafico – Correlazione fra la concentrazione di Cromo VI nel pozzo G6 ed il livello di falda	32
Figura 3: Grafico – Correlazione fra la concentrazione di Cromo VI nel pozzo G6 e piovosità (giornaliera)	33
Figura 4: Grafico – Correlazione fra la concentrazione di Cromo VI nel pozzo G6 e piovosità (media mobile)	35

APPENDICI

APPENDICE A

Certificato di destinazione urbanistica del Sito

APPENDICE B

Documentazione fotografica del Sito

APPENDICE C

Scheda di sicurezza del reagente polisolfuro di calcio

APPENDICE D

Cronoprogramma e costi relativi al Primo Stralcio

TAVOLE

Tavola 1: Planimetria generale e ubicazione del Sito sugli strumenti urbanistici
Tavola 2: Rilievo topografico del Sito
Tavola 3: Planimetria generale punti di indagine e stato di contaminazione dei terreni
Tavola 4: Planimetrie generali degli interventi previsti
Tavola 5: Planimetria con ubicazione dei punti di campionamento in banco
Tavola 6: Planimetria generale degli interventi di demolizione
Tavola 7: Planimetria e sezioni degli scavi e rinterri
Tavola 8: Planimetria e sezioni delle opere di confinamento laterale
Tavola 9: Planimetria e sezioni tappo di fondo e trattamento chimico
Tavola 10: Planimetrie e sezioni opere di capping e raccolta acque meteoriche



1.0 INTRODUZIONE

1.1 Premessa

In data 29 settembre 2010, a seguito di procedimento di gara, il Comune di Tezze sul Brenta (VI) (Comune) ha affidato un incarico professionale tramite Disciplinare⁽¹⁾ al Raggruppamento Temporaneo di Imprese (R.T.I.) costituito tra le Società “Golder Associates S.r.l.” (Golder - Capogruppo Mandataria) e “Sinergeo S.r.l.” (Sinergeo), nell’ambito delle attività relative alla Bonifica del Sito contaminato Ex-Galvanica PM.

L’incarico professionale prevede:

- 1) La predisposizione delle specifiche tecniche per l’esecuzione delle prove pilota (così come previste da progetto preliminare, più eventuali nuove tecnologie individuate dagli Enti di controllo);
- 2) Direzione Lavori e coordinamento delle prove pilota di cui sopra;
- 3) predisposizione della relazione sulle risultanze delle prove pilota;
- 4) predisposizione del Progetto Operativo dell’intervento di bonifica (anche per fasi);
- 5) Direzione Lavori (D.LL.) e contabilità dell’intervento di bonifica.

La RTI venne informata in sede di firma del Protocollo del fatto che un altro test di trattamento sarebbe stato effettuato sul Sito da parte dell’ETRA e ATO Brenta, in cooperazione con la società Sapio. La tecnologia da testare consiste in generale nello sparging di una miscela di idrogeno e azoto, brevettata dalla Sapio con il nome di Soilution. Il test è stato completato successivamente alle prove pilota.

I lavori di realizzazione delle prove pilota, progettate e dirette dal RTI sono stati completati alla data del 21 ottobre 2013, come da certificato di ultimazione lavori a firma del Direttore dei Lavori⁽²⁾.

La relazione sui Risultati delle Prove Pilota di Trattamento, (vds. Relazione specialistica **RS1**) è stata presentata preliminarmente nel corso di un tavolo tecnico tenutosi in data 28 marzo 2014, presso gli uffici del Consiglio di Bacino del Brenta a Cittadella (PD) ed esaminata in Conferenza dei Servizi (CdS) in data 28 maggio 2014 presso la Provincia di Vicenza.

Nelle stesse sedi è stata presentata ed esaminata la Relazione sui risultati del campo prova condotto da Sapio (vds. Relazione specialistica **RS2**), su incarico e Direzione lavori di ETRA Spa.

La citata Conferenza dei servizi ha preso atto e validato i risultati dei test di laboratorio e dei campi prova; il verbale di conferenza dei servizi si conclude con queste considerazioni ed indicazioni:

“Gli Enti rilevano altresì che i risultati di cui si è preso atto presentano le seguenti criticità:

La realizzazione della conterminazione fisica presenta problemi tecnico realizzativi che ne impediscono la realizzazione alla profondità prevista nel progetto preliminare. Sono stati altresì evidenziati problemi della tenuta idraulica della conterminazione già realizzata in fase di test pilota. ETRA Spa evidenzia che in sede di realizzazione della conterminazione si sono verificati incrementi dei livelli di concentrazione dei contaminanti di falda tali da dover richiedere l’attivazione di entrambe le barriere idrauliche durante e dopo l’esecuzione dei lavori.

Visti gli esiti della discussione la CdS ritiene che Golder Associates Srl in qualità di progettista incaricato rediga un progetto operativo di bonifica tenendo conto delle risultanze dei test eseguiti e sulla base degli obiettivi di bonifica fissati nel progetto preliminare ed in particolare il rispetto al limite di proprietà delle CSC per le acque sotterranee previste dalla tabella 2 all. V parte 4 titolo 5 del D.Lgs. 152/2006 e smi. Il progetto

¹ Disciplinare per il conferimento d’incarico professionale per la redazione di prove pilota e D.L. delle stesse – redazione progetto operativo di bonifica e D.L. per gli interventi di “Bonifica sito inquinato da cromo esavalente” in comune di Tezze sul Brenta (VI).

² Per la parte amministrativa relativa all’Appalto si rimanda alla Relazione sul Conto Finale ed agli altri documenti contabili redatti dal DL.



dovrà altresì essere redatto in modo tale che sia appaltabile attraverso il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa. A tal fine si chiede al progettista di dare indicazioni sui criteri tecnico-economici che si ritiene debbano essere oggetto di valutazione ed approvazione da parte della Cds."

Il Comune di Tezze sul Brenta ha approvato il Verbale della Conferenza dei servizi con Determina del Dirigente Area Ambiente ed Urbanistica n. 422 del 3/6/2014.

Il Responsabile di area tecnica del Comune di Tezze sul Brenta con lettera prot. 7469 del 12/06/2014 ha attivato il RTI "Golder Associates-Sinergeo" per la redazione del Progetto operativo di bonifica con le seguenti indicazioni:

"...che si rediga un progetto operativo di bonifica tenendo conto di quanto emerso dai test eseguiti e sulla base degli obiettivi di bonifica fissati nel progetto preliminare, in particolare il rispetto al limite di proprietà delle CSC per le acque sotterranee previste dalla tabella 2 all. V parte 4 titolo 5 del D.Lgs 152/2006 e smi.

Per quanto sopra si chiede a Golder Associates srl/Sinergeo srl, in qualità di progettista incaricato, di redigere un Progetto Operativo di Bonifica con i contenuti previsti dal D.Lgs 152/2006 e smi e le tipologie di elaborati e contenuti previsti dal D.Lgs. 163/2006 e dal DPR 207/2010 per i progetti esecutivi da appaltare e secondo i seguenti principali criteri:

- *Inserimento nel Progetto Operativo di Bonifica e analisi dei test di bonifica eseguiti e validati dalla Cds del 28/05/2014 al fine di motivare la scelta di intervento di bonifica fatta. A tal fine si informa che è stata ottenuta formale autorizzazione da parte di ATO Brenta/ETRA Spa all'utilizzo dei dati del test eseguito da Sapio/Soil Water srl*
- *Predisposizione, sulla base della tipologia di intervento scelta, della documentazione tecnica necessaria per appaltare i lavori di bonifica, con tempi e costi definiti*
- *Prevedere nel capitolato la possibilità di presentare varianti migliorative riguardanti il trattamento del terreno e delle acque di falda*
- *Dare indicazioni per la predisposizione di un bando di gara impostato secondo i criteri dell'offerta economicamente più vantaggiosa (art. 83 del DPR 207/2010) prevedendo varianti progettuali (ai sensi dell'art. 76 del DPR 207/2010)."*

Il presente documento costituisce la Relazione generale del Progetto Operativo di Bonifica redatto ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e smi per quanto concerne i contenuti inerenti gli interventi di bonifica ambientale e del DPR 207/2010 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del codice dei contratti pubblici, relativi a lavori, servizi e forniture) per quanto riguarda la congruenza con i progetti per appalti pubblici di lavori.

I contenuti della Relazione generale sono i seguenti:

- Introduzione
- Cronistoria tecnico-amministrativa
- Quadro urbanistico ed ambientale ed obiettivi di bonifica
- Sintesi risultati prove pilota e definizione modello concettuale
- Stato di fatto del sito
- Criteri di progetto e analisi delle alternative
- Descrizione delle opere in progetto e delle fasi operative
- Prove e collaudi in corso d'opera e finali
- Gestione dei materiali di scavo e demolizioni
- Cave per approvvigionamento inerti ed impianti di trattamento rifiuti di riferimento



- Monitoraggi ambientali in corso d'opera (acque, aria, rumore)
- Monitoraggi post- operam (acque)
- Criteri di protezione dei lavoratori
- Interferenze con le infrastrutture presenti
- Tempistiche di intervento
- Eventuali vincoli tecnico-amministrativi residuali da recepire nel Certificato di destinazione urbanistica
- Varianti migliorative proponibili dalle imprese che parteciperanno alla gara di appalto
- Aspetti economici
- Opere appaltabili in un primo stralcio sulla base delle somme a disposizione della Stazione Appaltante

La documentazione di riferimento per la redazione del POB è elencata al paragrafo 1.2.

La normativa di riferimento è elencata al paragrafo 1.3.

La struttura del Progetto è descritta al paragrafo 1.4.

1.2 Documentazione di riferimento

Il presente documento è stato redatto sulla base della documentazione inerente il Sito che viene riportata nel seguito:

- ARPAV, "Area Ex Industria Galvanica PM, Piano della Caratterizzazione", febbraio 2005
- Studio Tedesi, "Area Ex Industria Galvanica PM, Analisi di Rischio Rev.01", maggio 2007.
- Studio Tedesi, "Area Ex Industria Galvanica PM, Progetto Preliminare di Bonifica", settembre 2007.
- Verbale della Conferenza dei Servizi del 27 Gennaio 2009, "per valutazioni ed eventuale approvazione realizzazione diaframma laterale e di fondo presso il sito "ex Galvanica P.M.", come messa in sicurezza dell'area in sostituzione della barriera idraulica, in attesa della bonifica definitiva".
- Lettera dello Studio Colleselli ad oggetto: "Convocazione conferenza dei Servizi seduta unica decisoria del 17 febbraio 2009, datata 11/02/2009;
- Verbale della Conferenza dei Servizi del 17 febbraio 2009, "per valutazioni ed eventuale approvazione realizzazione diaframma laterale e di fondo presso il sito "ex Galvanica P.M.", come messa in sicurezza dell'area in sostituzione della barriera idraulica, in attesa della bonifica definitiva".
- Golder Associates-Sinergeo, "Specifiche Tecniche delle Prove Pilota di Trattamento - Progetto Operativo di Bonifica del Sito Ex Galvanica PM", dicembre 2010;
- Golder Associates-Sinergeo, "Prove Pilota di trattamento per la bonifica del sito Ex Galvanica PM - Perizia di variante e suppletiva. Relazione tecnica", gennaio 2013.
- Golder Associates-Sinergeo, "Prove Pilota di trattamento per la bonifica del sito Ex Galvanica PM - Perizia di variante e suppletiva n. 2. Relazione tecnica ed allegati", marzo 2013.
- Golder Associates-Sinergeo, "Prove Pilota di trattamento per la bonifica del sito Ex Galvanica PM - Perizia di variante e suppletiva n. 3. Relazione tecnica ed allegati", luglio 2013.
- Golder Associates-Sinergeo, "Risultati delle prove pilota di trattamento – progetto operativo di bonifica del sito Ex Galvanica –PM" Relazione ed allegati, novembre 2013



- Golder Associates-Sinergeo, “ Addendum alla Relazione sui risultati delle prove pilota di trattamento – progetto operativo di bonifica del sito Ex Galvanica –PM” , maggio 2014
- Sapio- SoilWater, “Bonifica di terreni e falde inquinate da cromo esavalente – Ex Galvanica P.M. test di trattabilità in situ”, acquisita al protocollo del Comune di Tezze sul Brenta il 18/03/2014
- Sapio- SoilWater, “Bonifica di terreni e falde inquinate da cromo esavalente – Ex Galvanica P.M. test di trattabilità in situ – Proposta tecnico-economica, acquisita al protocollo del Comune di Tezze sul Brenta il 27/05/2014.

1.3 Normativa di riferimento

Le principali normative di riferimento per la progettazione in oggetto sono le seguenti:

- Decreto Ministeriale 6 settembre 1994 (D.M. 6 settembre 1994), “Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della Legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto”;
- Decreto Legislativo n. 36 del 13 gennaio 2003 (D.Lgs. 36/2003), “Attuazione direttiva 1999/31/CE discariche di rifiuti”;
- Decreto Ministeriale n. 248 del 29 settembre 2004 (D.M. 248/2004) “Regolamento relativo alla determinazione e disciplina delle attività di recupero dei prodotti e beni di amianto e contenenti amianto”;
- Decreto Legislativo n. 152 del 03 aprile 2006 (D.Lgs. 152/2006) “Norme in materia ambientale” e successive modifiche ed integrazioni;
- Decreto Ministeriale del 27 settembre 2010 (D.M. 27 settembre 2010), “Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005”;
- Decreto Legislativo 12 aprile 2006 n.163 e smi “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione alla direttive 2004/17/Ce”
- Decreto Presidente Repubblica 5 ottobre 2010 n. 207 “Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006 n. 163”
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 “Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” e successive modifiche e integrazioni.

1.4 Struttura del Progetto operativo di bonifica appaltabile

Il presente Progetto Operativo di Bonifica è così articolato:

- 1) RELAZIONE GENERALE
- 2) RELAZIONI SPECIALISTICHE
 - Relazione risultati prove di laboratorio e campi prove (**RS1**)
 - Relazioni campi prova Sapio (**RS2**)
 - Relazione geologica ed idrogeologica (**RS3**)
 - Relazione geotecnica (**RS4**)
 - Relazione idrologica e idraulica (**RS5**)
- 3) ELABORATI GRAFICI (allegati alla Relazione Generale)
 - Planimetria generale ed ubicazione del Sito sugli strumenti urbanistici
 - Rilievo topografico del Sito
 - Planimetria generale punti di indagine e stato di contaminazione dei terreni



- Planimetrie generali degli interventi previsti
 - Planimetria con ubicazione dei punti di campionamento in banco
 - Planimetri generale interventi di demolizione
 - Planimetria e sezioni degli scavi e rinterri
 - Planimetria e sezioni delle opere di confinamento laterale
 - Planimetria e sezioni tappo di fondo e trattamento chimico
 - Planimetrie e sezioni opere di capping e raccolta acque meteoriche
- 4) ANALISI DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE
 - 5) PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI
 - 6) PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO
 - 7) FASCICOLO DELL'OPERA
 - 8) CRONOPROGRAMMA
 - 9) COMPUTO METRICO ESTIMATIVO E QUADRO ECONOMICO
 - 10) ELENCO PREZZI UNITARI
 - 11) ANALISI PREZZI
 - 12) SCHEMA DI CONTRATTO
 - 13) CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO



2.0 CRONISTORIA TECNICO-AMMINISTRATIVA

Si riporta nel seguito una sintesi della cronistoria tecnico—amministrativa che ha interessato il Sito a partire dalle fasi di indagine preliminari alla redazione del PdC (ArpaV, febbraio 2005).

Per quanto riguarda le ricostruzioni storiche relative alle attività produttive effettuate nell'area ed agli episodi di inquinamento precedenti a quelli riportati, nonché per eventuali approfondimenti rispetto agli elementi nel seguito sintetizzati, si rimanda alla documentazione di riferimento indicata al paragrafo 1.1 della presente Relazione.

2.1 Piano della Caratterizzazione (2005-2006)

Nel corso del 2003⁽³⁾ sono state effettuate presso il Sito indagini preliminari, eseguite dove, sulla base degli elementi conoscitivi acquisiti durante i sopralluoghi effettuati da personale ARPAV di Vicenza - Servizio Territoriale – sede di Bassano del Grappa, era stata ritenuta più probabile la presenza di terreni contaminati.

Tali indagini preliminari hanno previsto l'esecuzione di sondaggi (P2, P3, P4, P5, P5bis, P6, P7), con il prelievo di campioni per le analisi sui terreni, nonché il prelievo di campioni di sedimento da pozzetti di raccolta acque meteoriche (P1, PS, P, P8).

In data 31.03.2004 è stata trasmessa agli Enti interessati la Relazione "Indagine ambientale-Relazione descrittiva; Area Roggia Brota, Area Ditta Industria Galvanica P.M.", redatta in collaborazione dai dipartimenti ArpaV Provinciali di Venezia e Vicenza.

In considerazione dello stato di contaminazione da metalli rilevato nei terreni, l'ArpaV ha proceduto, attraverso ditte incaricate, all'esecuzione di 6 piezometri (G1-G6) all'interno dell'azienda (alcuni dei quali utilizzati per le successive attività di Messa in Sicurezza di Emergenza) e 2 piezometri di guardia (Pz7-Pz8) all'interno degli impianti sportivi del Comune, nonché della realizzazione di una trincea esplorativa in prossimità dell'area di ubicazione delle vasche galvaniche.

In data 19.05.2004, con prot. N. 7293, è stata richiesta ad ArpaV Vicenza la redazione e realizzazione del Piano della Caratterizzazione (PdC) relativo al sito della ditta Galvanica PM.

Il PdC è stato presentato da ArpaV, dipartimenti Provinciali di Vicenza e Venezia, nel mese di febbraio 2005 e ha previsto, ad integrazione delle attività di indagine già svolte, l'esecuzione di ulteriori 12 trincee superficiali (1-2 m di profondità) con il prelievo di campioni di terreno e relative analisi.

In attuazione di quanto previsto nel PdC e di quanto concordato fra le Pubbliche Autorità nelle riunioni tenutesi nel corso del 2005, sono state realizzate in Sito 14 trincee esplorative ed ulteriori carotaggi a secco per il prelievo di campioni di terreno e relative analisi. E' stata inoltre ampliata la rete di piezometri per il monitoraggio delle acque di falda, sino alla realizzazione di un numero complessivo di 18 piezometri (G1-G18)⁽⁴⁾.

Le indagini e le analisi eseguite nell'ambito della caratterizzazione del Sito hanno evidenziato uno stato di contaminazione dei terreni da metalli quali Cromo totale, Cromo VI, Nichel, Piombo con superamenti delle CLA (attuali CSC) per tali parametri nei primi 5 m di profondità dal p.c., nonché a profondità superiori per il Cromo VI. I dati relativi ai campionamenti effettuati nei piezometri del Sito (ottobre 2005), hanno evidenziato superamenti per i suddetti parametri anche nelle acque di falda.

³ Il Piano di indagine ambientale della ditta è stato definito durante la riunione tecnica convocata in Comune di Tezze sul Brenta il giorno 31.08.2002 e successivamente approvato nella Conferenza di Servizi svolta il 19.09.2002 e con Determina n 947 in data 25.11.2002 del Comune.

⁴ Si vedano le tavole degli Allegati n.3 e n.6 del Progetto Preliminare (Studio Tedesi, settembre 2007).



2.2 Analisi di Rischio e Progetto Preliminare di bonifica (2007-2008)

L'Analisi di Rischio (AdR) per il Sito è stata redatta nel maggio 2007 (Studio Tedesi) sulla base delle risultanze delle precedenti fasi di indagine ed è stata approvata con la Conferenza dei Servizi (CdS) del 18.10.2007.

L'AdR è stata sviluppata per i terreni insaturi e saturi, partendo dal presupposto di imporre il rispetto delle CSC per le acque di falda al confine del Sito nella direzione di valle idrogeologico (incontro tecnico del 05.04.2007 presso ArpaV di Mestre).

L'AdR ha permesso di determinare le Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) per i terreni saturi ed insaturi, facendo emergere "la necessità di intervenire in modo mirato nella zona di oscillazione della falda nella sua porzione contaminata (indicativamente fra 22 e 25 m dal p.c.)", in quanto le CSR calcolate per Cromo VI e Nichel per tale orizzonte sono risultate significativamente inferiori alle rispettive CSC per terreni ad uso residenziale. Nel documento di AdR sono stati inoltre ipotizzati quali possibili interventi in sito, da svilupparsi nella successiva fase di progettazione preliminare, trattamenti on site/in situ dei terreni superficiali e profondi associati a sistemi di sbarramento idraulico/fisico della falda.

Il Progetto Preliminare di bonifica del Sito è stato redatto nel settembre 2007 (Studio Tedesi) ed ha preso in considerazione diverse possibilità e tecnologie di bonifica per i terreni del Sito, da attuarsi per la porzione di terreno profondo (21-26 m da p.c.) o per l'intero orizzonte di terreno (0-26 m da p.c.), sulla base dei risultati della AdR.

Sono state individuate in ultima analisi come applicabili per il Sito:

- l'asportazione del materiale e smaltimento off-site del terreno contaminato che supera le CSR;
- l'attuazione di sistemi di trattamento in situ dei terreni contaminati mediante iniezioni di miscele cementizie o reagenti con tecnica "jet-grouting";
- la realizzazione di sistemi di confinamento definitivo dei terreni, da attuarsi sul perimetro dell'area da trattare e sul fondo della stessa.

Per una corretta applicazione delle tecnologie di trattamento in situ e di confinamento definitivo dei terreni, il Progetto Preliminare ha previsto una fase di prove pilota, da realizzare in campo presso il Sito ed in laboratorio, demandando ad una successiva CdS l'individuazione, fra quelle proposte, delle prove da effettuare sulla base della tecnica di bonifica scelta. Per tali prove nel Progetto Preliminare è segnalata la necessità di redigere apposite Specifiche Tecniche.

Il Progetto Preliminare è stato discusso nella CdS del 14.05.2008 ed è stato approvato l'intervento di bonifica in situ mediante tecnica di jet-grouting; inoltre è stata approvata l'attivazione dei test pilota propedeutici alla stesura del Progetto Definitivo.

Sulla base di quanto approvato nella citata CdS del 14.05.2008, in data 03.06.2008 si è svolta una riunione tecnica con tutti gli Enti coinvolti per la definizione sequenziale ed operativa degli interventi da realizzare presso l'area in questione che ha stabilito di procedere contestualmente con il rifacimento della barriera idraulica e l'esecuzione dei test pilota propedeutici ed indispensabili per la stesura del Progetto Definitivo di bonifica.

Il Comune di Tezze sul Brenta ha successivamente convocato in data 02.10.2008 una riunione tecnica al fine di definire le modalità operative inerenti il rifacimento della barriera idraulica ed il conseguente sistema di trattamento delle acque emunte presso il Sito.

Durante tale riunione su proposta della Regione Veneto è stata rivalutata l'ipotesi, scartata in precedenza, di realizzare un confinamento laterale e di fondo per impedire la propagazione in falda dell'inquinante. Detto sistema è stato ritenuto applicabile sulla base del parere del prof. Colleselli Francesco, esperto nello specifico ambito.



Alla richiesta del Comune di Tezze sul Brenta (nota del 29.10.2008, prot. n. 14033) di un parere sulla fattibilità di realizzazione di un diaframma laterale e di un tappo di fondo presso il Sito, il prof. Colleselli (nota del 24.11.2008) ha confermato la possibilità di effettuare tali interventi mediante tecnica di jet-grouting, demandando la definizione dei dettagli tecnologici e dei parametri sia di carattere geotecnico che chimico ad una fase di campo prove in situ.

2.3 Conferenze dei Servizi del 27 gennaio e del 17 febbraio 2009

A seguito delle CdS e degli incontri tecnici tenutisi nel 2008, in data 27 gennaio 2009 è stata convocata una CdS per l'eventuale *"approvazione della realizzazione di un diaframma laterale e di fondo presso il sito "ex Industria Galvanica P.M." come messa in sicurezza dell'area in sostituzione della barriera idraulica, in attesa della bonifica definitiva"*.

Nel corso della CdS è stata effettuata un'esposizione del Prof. Colleselli circa la tecnologia di esecuzione del diaframma, la sua applicabilità al Sito in questione ed una stima dei costi, al fine di permettere agli Enti di esprimersi sulla tecnologia, che avrebbe costituito una variante al Progetto Preliminare approvato nella precedente CdS del 14.05.2008.

La CdS si è conclusa con un rinvio ad una successiva conferenza, vista la necessità di acquisire ulteriori informazioni circa la tecnologia, richiedendo al prof. Colleselli di predisporre un quadro economico e un cronoprogramma comparativo ed allo stesso livello di definizione di quello predisposto nel Progetto Preliminare già approvato, ai fini di una decisione circa il metodo di intervento da eseguire sul Sito.

In data 17.02.2009 si è tenuta una CdS decisoria, con le medesime finalità di quella precedente, nel corso della quale si è valutata la nota del prof. Colleselli del 11.02.2009 con la quale lo stesso ha riconfermato la possibilità di realizzazione del diaframma laterale e di fondo presso il Sito, allegando un quadro economico comparabile con quello predisposto nell'ambito del Progetto Preliminare per il confinamento definitivo della contaminazione.

Al termine della discussione tecnica fra gli Enti presenti, la CdS, con particolare riferimento alle attività di campo prove, ha definito la necessità di effettuare le seguenti attività:

- progettazione ed esecuzione prove di laboratorio di trattamento dei terreni, eventualmente da implementarsi con prove sul campo;
- progettazione ed esecuzione prova di campo per la realizzazione di un diaframma laterale e di fondo (CSM + jet grouting);
- riconvocazione della Conferenza di Servizi per la valutazione delle risultanze delle prove eseguite, ai fini dell'individuazione del progetto di bonifica.

2.4 Affidamento attività professionali e di campo prove (2010-2011)

In seguito alla Determinazione del responsabile dell'area Urbanistica-Ambiente n. 968 del 31.12.2009 del Comune di Tezze, di procedere all'affidamento dell'incarico per la "Redazione di prove pilota e Direzione Lavori (D.L.) delle stesse – redazione progetto operativo di bonifica e D.L. per gli interventi di "BONIFICA SITO INQUINATO DA CROMO ESAVALENTE" in Comune di Tezze, ed alla conseguente pubblicazione del bando di gara, la RTI Golder-Sinergeo ha redatto la propria offerta tecnica-economica (Rif. n.10508421125 del 19 febbraio 2010), sulla base delle soluzioni progettuali individuate dal Progetto Preliminare di Bonifica e dei successivi verbali di CdS.

In data 29.09.2010, a seguito di procedimento di gara, il Comune di Tezze ha affidato l'incarico alla suddetta RTI.

Nel mese di ottobre 2010 è stata trasmessa dalla RTI la Relazione "Specifiche Tecniche delle Prove Pilota di Trattamento - Progetto Operativo di Bonifica del Sito Ex Galvanica PM", che è stata approvata nell'ambito della CdS del 16.11.2010. La Relazione, revisionata successivamente nel dicembre 2010 (Rev.1 del 15.12.2010) è stata utilizzata, con i relativi allegati progettuali, dal Comune di Tezze quale documento di riferimento ai fini dell'indizione della gara pubblica per l'affidamento dell'esecuzione delle prove pilota.



Con determinazione n. 204 del 07.04.2011, il Comune di Tezze ha disposto l'indizione di una gara con procedura aperta con il criterio del prezzo più basso mediante offerta a prezzi unitari inferiore a quello posto a base di gara, con esclusione automatica delle offerte anomale come previsto dal comma 9 dell'art. 122 del D.lgs 163/2006, per l'affidamento dell'appalto dei lavori di esecuzione prove pilota.

La procedura di individuazione del contraente, effettuata da apposita commissione nominata, si è conclusa in data 27.05.2011 con la verifica e la valutazione delle offerte presentate. Con successiva Determinazione n.471 del 28.06.2011 il Comune di Tezze ha aggiudicato all'impresa Mu.Bre. s.r.l. (Mubre), con sede in Marostica (VI), i lavori di esecuzione delle prove pilota.

2.5 Esecuzione delle prove pilota (2011-2013)

Con contratto n. 1284/2012 di repertorio in data 04/08/2011, l'impresa Mubre (Impresa/Appaltatore) ha assunto l'esecuzione dei lavori di realizzazione di campi prova, di prove in sito ed in laboratorio propedeutiche alla bonifica dell'Ex Galvanica PM di Tezze sul Brenta.

La consegna lavori per le prove pilota è stata effettuata dal Direttore dei Lavori in data 06.09.2011 e gli stessi si sono conclusi, come da certificato di ultimazione lavori, in data 21.10. 2013.

Nel corso delle attività si sono rese necessarie diverse modifiche operative che hanno portato alla realizzazione di 3 varianti in corso d'opera:

- Prima Perizia di variante e suppletiva, datata gennaio 2013, approvata dal Comune di Tezze sul Brenta con Deliberazione della Giunta Comunale n. 12 del 23 gennaio 2013.
- Seconda Perizia di variante e suppletiva, datata marzo 2013, approvata a seguito di Conferenza dei servizi in data 08.04.2013 con Delibera di Giunta Comunale n. 55 del 17.04.2013.
- Terza Perizia di variante e suppletiva, datata luglio 2013, approvata dal comune di Tezze sul Brenta con Delibera di Giunta Comunale n. 121 del 31.07.2013.

I risultati delle prove pilota di trattamento sono contenuti nella Relazione specialistica **RS1** allegata al presente Progetto.

2.6 Esecuzione dei test Sapio/SoilWater

I test in questione, mediante trattamento delle matrici contaminate con insufflazione nel sottosuolo di miscela gassosa riducente "idrogeno-azoto", sono iniziate il 15 aprile 2013 e sono state concluse il 29/12/2013 con una interruzione tra il 16 agosto 2013 ed il 9 ottobre 2013 per problemi legati alla sicurezza.

I risultati delle prove Sapio sono contenuti nella Relazione specialistica **RS2** allegata al presente Progetto.

2.7 Tavolo tecnico del 28 marzo 2014

In data 28 marzo 2014 si è svolto un tavolo tecnico presso gli uffici del Consiglio di Bacino del Brenta a Cittadella (PD) ⁽⁵⁾. Durante il tavolo tecnico sono stati presentati agli Enti i risultati delle prove pilota di trattamento eseguite dalla ditta Mubre sotto la Direzione Lavori di Golder-Sinergeo e i risultati dei test Sapio.

In questa sede gli Enti hanno chiesto a Golder ed a Sapio di produrre un addendum tecnico-economico alle rispettive relazioni sui risultati delle prove, al fine di acquisire una preliminare indicazione sui possibili costi di intervento full scale relativi alle diverse tecnologie testate ⁽⁶⁾. Le stime economiche preliminari sono riportate come allegati alle relazioni **RS1** e **RS2**.

⁵ Alla presenza di: Consiglio di Bacino del Brenta, ARPAV dipartimento di Vicenza, Provincia di Vicenza (Dipartimento Ambiente), Comune di Tezze sul Brenta, ETRA Spa (Direzione Lavori campo prove Sapio), Golder Associates-Sinergeo (Progettisti incaricati dal Comune di Tezze sul Brenta), Sapio e Soil Waters srl (Esecutori e gestori del campo prove con tecnologia Soilution).

⁶ La stima è stata eseguita sulla base di una perimetrazione dell'area di trattamento condivisa con ArpaV in sede i tavolo tecnico.



2.8 Conferenza dei servizi del 28 maggio 2014.

Come indicato nel capitolo introduttivo in data 28 maggio 2014 si è svolta la CdS per l'esame dei risultati dei campi prova, nell'ambito della quale sono stati anche discusse le stime economiche preliminari effettuate da Sapio e Golder.

La CdS ha preso atto dei risultati raggiunti ed ha fornito ai progettisti l'indicazione per la redazione del Progetto operativo di bonifica appaltabile con i criteri dell'offerta economicamente più vantaggiosa.



3.0 QUADRO URBANISTICO ED AMBIENTALE DEL SITO ED OBIETTIVI DI BONIFICA

3.1 Aspetti urbanistici ed uso del suolo

Il Sito si trova in Comune di Tezze sul Brenta (VI) in via Tre Case, a nord-est del centro del Comune.

Il PRGC vigente (attualmente in fase di “Piano di Intervento”) prevede per il Sito in esame la seguente destinazione d’uso: zona D1, zona produttiva per insediamenti di tipo industriale, artigianale, di produzione e commerciale. Il certificato di destinazione urbanistica viene riportato in **Appendice A**.

Da PRGC vigente le superfici circostanti hanno le seguenti destinazioni d’uso: Zona D1 ad est, sud ed ovest, mentre nell’area a nord del sito è in corso una lottizzazione per la realizzazione di una zona commerciale/industriale.

Sotto il profilo catastale la superficie sede di intervento ricade nel Mappale 155/sub5 del Foglio15 ed è nelle disponibilità del Comune di Tezze sul Brenta.

Nella zona sud del Sito è presente l’impianto di trattamento acque di falda gestito da Etra; non vi sono attività produttive ancora presenti in Sito.

Il Sito è ancora occupato dai fabbricati dell’ex Galvanica, a meno dei fabbricati rimossi nella zona nord (ex impianto di depurazione e centrale termica), la superficie del Sito risulta coperta dai tetti dei capannoni, da pavimentazione in asfalto o terreno di riporto (cortile nord). Il suolo non è utilizzato per nessun tipo di attività.

In **Tavola 1** si riporta l’ubicazione del Sito sui diversi strumenti urbanistici.

3.2 Uso pregresso e cause della contaminazione

Dai contenuti del Piano di caratterizzazione redatto da ARPAV emerge quanto segue:

- l’esame della cartografia storica evidenzia come la zona industriale dove si trova il sito sede di intervento si sia sviluppata successivamente al 1955;
- nel 1967 l’area si presenta adibita ad uso agricolo;
- le attività svolte nel sito sono state, a partire dal 1972, di natura industriale, come indicato nel Piano di caratterizzazione fatto da ArpaV e nel 2005 e come ripreso nel Progetto preliminare redatto da ing. Tedesi.

Nel 1972, nelle immediate vicinanze del sito sede di intervento, viene costruito il primo edificio ad uso industriale per costruzioni meccaniche. Nel 1973 è stato costruito il corpo centrale dell’edificio ex Galvanica: la prima attività produttiva era costituita da un opificio di costruzioni meccaniche ma già nello stesso anno inizia l’attività galvanica.

La ditta Industria Galvanica PM, sciolta e messa in liquidazione nel dicembre 2003, effettuava il trattamento galvanico di manufatti metallici, mediante l’elettrodeposizione di nichel e cromo.

Il ciclo produttivo comprendeva le seguenti tre fasi principali:

- sgrassatura;
- elettrodeposizione di nichel;
- elettrodeposizione del cromo.

Le operazioni descritte avvenivano immergendo i vari materiali in vasche riempite con apposite soluzioni.

La sgrassatura era eseguita sia per via chimica sia per via elettrochimica.



La sgrassatura per via chimica permetteva di ottenere la rimozione di grassi ed oli, residui di lavorazione, dalla superficie dei pezzi di trattamento. Il lavaggio veniva effettuato in una soluzione alcalina addizionata di tensioattivi ed emulsionanti.

Prima di effettuare la sgrassatura elettrolitica, i pezzi erano lavati in acqua. In dettaglio le lavorazioni erano le seguenti:

- Sgrassatura chimica
- Decapaggio acido
- Sgrassatura elettrolitica
- Lavaggio
- Nichelatura
- Lavaggio
- Cromatura
- Lavaggio

Dopo il primo lavaggio in acqua i pezzi subivano il primo trattamento di elettrodeposizione: la nichelatura. Il bagno di nichelatura era costituito prevalentemente da Sali di nichel (solfato e cloruro).

Il trattamento di cromatura avveniva in bagni di acido cromico e piccole quantità di acido solforico. Durante l'attività descritta venivano impiegati i seguenti prodotti chimici:

- prodotti alcalini contenenti soda, tensioattivi ed emulsionanti;
- tensioattivi anionici e non ionici;
- acido solforico;
- soda caustica;
- acido etildiaminotetracetico (EDTA);
- polifosfato;
- gluconato;
- metasilicato;
- sodio carbonato;
- sali di nichel;
- acido borico;
- saccarina;
- acido cromico.

Il Piano di caratterizzazione redatto da ArpaV definisce le seguenti tipologie di refluo:

- Reflui provenienti da risciacquo (contaminati da sostanze organiche, solfati, tensioattivi, fosforo, nichel e cloruri)



- Reflui provenienti dalla linea cromati (Cromo esavalente)
- Bagni esausti (con composizione estremamente variabile).

3.3 Aggiornamento del quadro geologico ed idrogeologico

Il Sito si ubica entro la fascia di alta pianura veneta, notoriamente caratterizzata da una costituzione omogenea ghiaiosa prevalente del sottosuolo. La struttura geo-litologica del sottosuolo è stata ricostruita sulla base di log stratigrafici esistenti, relativi a pozzi e piezometri perforati in zona.

In particolare il sottosuolo nel tratto di alta pianura tra Tezze-Stroppari e Fontaniva risulta costituito da materiali a grana grossa molto permeabili (ghiaie, sabbie e ciottoli) fino a profondità dell'ordine di 60-70 m da p.c. In corrispondenza del Sito, sulla base dei log stratigrafici dei sondaggi eseguiti in fase di caratterizzazione è, inoltre, riconoscibile un sottile livello parzialmente cementato a profondità comprese tra 19 e 22 m.

Specifiche indagini geofisiche condotte nelle prime fasi di indagine in località S. Lucia di Stroppari con il metodo dei S.E.V., sondaggi elettrici verticali a mezzo di dispositivo quadripolare Schlumberger, hanno anche consentito di escludere la presenza di livelli impermeabili di argille, che non raggiungono né lo spessore né la continuità laterale in grado di differenziare il sottosuolo in senso idrogeologico.

Da un punto di vista stratigrafico il quadro geologico per il Sito è il seguente:

- 0 - 2 m: terreno di riporto ghiaioso in matrice sabbiosa o limo-argillosa; in alcuni sondaggi presenza di terreno argilloso-limoso fra circa 1 e 2 m dal p.c.;
- 2 – 30 m: orizzonte di ghiaia eterometrica in matrice prevalentemente sabbiosa o limo-sabbiosa, con ciottoli di diversa litologia (porfirica, calcarea, granitoide) di dimensioni anche superiori ai 10 cm.

Per valutare in via preliminare la permeabilità dei terreni interessati dall'indagine sono state eseguite, all'interno dei n.3 fori di sondaggio utilizzati, denominati F1-F2-F3, prove di permeabilità a carico variabile di tipo Lefranc alla profondità di 22 m dal piano, quota del sottosuolo in cui è stata precedentemente riconosciuta la presenza di uno strato di ghiaie eterometriche cementate.

Tabella 1: Risultati delle prove di permeabilità a carico variabile di tipo Lefranc

Prova	Tratto in prova (m da p.c.)	Litologia	K (m/s)
F1	22,00 – 22,50	Ghiaia eterometrica cementata	6,76E-06
F2	22,00 – 22,50	Ghiaia eterometrica cementata	2.56E-05
F3	22,00 – 22,50	Ghiaia eterometrica cementata	2.66E-05

I dati mettono in luce valori di conducibilità idraulica compatibili con litologie ghiaiose parzialmente cementate. I risultati di una successiva indagine geoelettrica hanno infatti evidenziato la seguente successione di orizzonti, che conferma e, in parte aggiorna, il quadro geologico noto per il sito:

- tra 7 e 14 m di profondità: terreni estremamente resistivi ed eterogenei, compatibili con litologie ghiaiose insature con porosità efficace molto alta;
- tra 14 e 21 m: terreni con valori di resistività elettrica più adatti a ghiaie/sabbie limose umide (strato, interessato dalla contaminazione, in cui la porosità efficace dovrebbe essere minore rispetto allo strato sovrastante);



- tra 21 e 26 m: strato con valori di resistività elettrica indicativi di litologie ghiaiose sature omogenee, bassa porosità efficace, presenza di ciottoli di grandi dimensioni e comunque livello di cementazione elevato, tale da diminuire lo spazio poroso disponibile ai fluidi;
- al di sotto dei 26 m dal p.c.: resistività compatibile con ghiaie/sabbie limose umide.

Nelle precedenti fasi di indagini in Sito i valori di permeabilità erano stimati fra circa $1,1 \times 10^{-2}$ m/s e $2,7 \times 10^{-3}$ m/s, pertanto risulta evidente che il livello di ghiaie cementate abbia una permeabilità significativamente inferiore, di circa 2-3 ordini di grandezza, rispetto a quella caratteristica dell'acquifero.

Il sistema idrogeologico di riferimento in questo settore di pianura è rappresentato dal materasso alluvionale quaternario indifferenziato, cioè costituito da materiali sciolti di tipo ghiaioso fino alle profondità di interesse.

Il sistema è alimentato prevalentemente dalle dispersioni fluviali del Fiume Brenta: presso Cartigliano sono state individuate nel corso di studi specifici pubblicati le zone di massima dispersione, con portate disperse dell'ordine di 4-5 m³/s per Km di alveo.

Le direzioni prevalenti dei deflussi sotterranei manifestano un'orientazione compresa tra NO-SE e NNO-SSE, con rotazioni di ampiezza media di circa 20° connesse alle fasi di regime. La superficie freatica degrada in maniera omogenea secondo un gradiente idraulico medio dello 0.1-0.3%, con valori ancora superiori nei pressi delle aree in fregio all'asta fluviale.

La falda in corrispondenza della ex ditta PM Galvanica si pone tra ca. -20 e -28 m, con escursioni massime di falda misurate dell'ordine degli 8 m, come appare evidente dal grafico in **Figura 1**, che rappresenta la curva del livello piezometrico ricostruita sulla base di misure giornaliere eseguite tra gennaio 2009 e luglio 2014 al pozzo G1⁽⁷⁾.

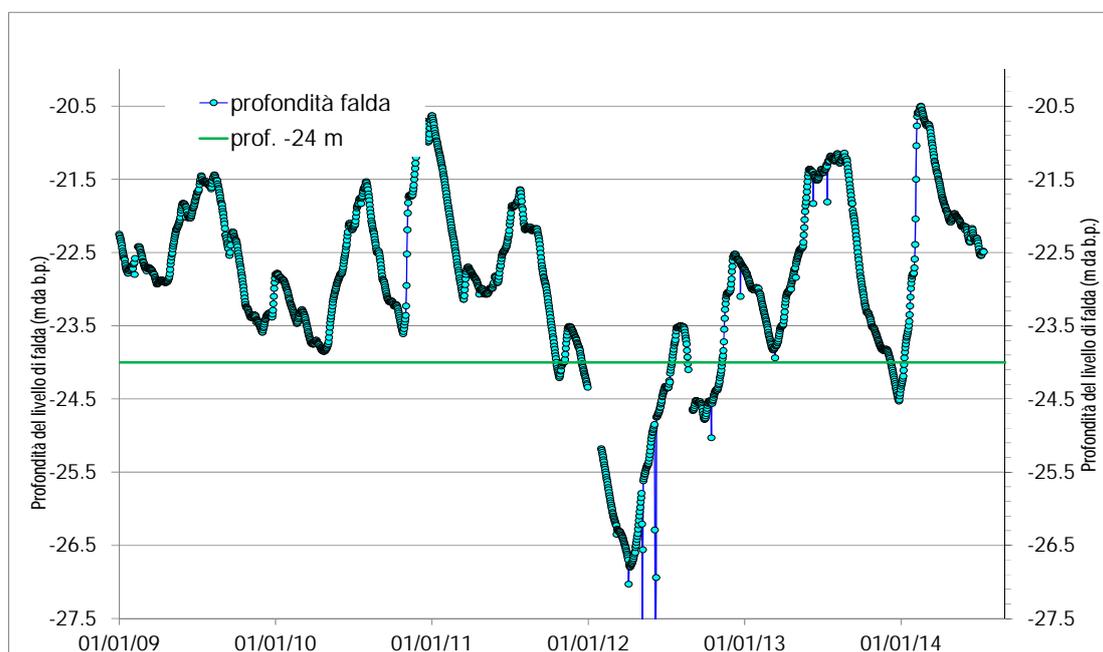


Figura 1: Grafico - Regime di falda al pozzo G1 (gennaio 2009 - luglio 2014) - Etra

3.4 Quadro ambientale del Sito

Il modello concettuale semplificato suddivide il profilo geologico del sito come segue:

- **zona A:** terreno superficiale, profondità di 0 - 1 m da piano campagna ("p.c.")
- **zona B:** terreno insaturo (1 - 22 m da p.c.)

⁷Fonte Etra: dati relativi alle analisi chimiche settimanali sulle acque di falda ed al monitoraggio freaticometrico con sensore nel pozzo G1.



- **zona C:** terreno interessato dalle oscillazioni della superficie di falda (22 - 25 m da p.c.)
- **zona D:** terreno saturo (da 25 m alla profondità massima di indagine)

La caratterizzazione del suolo e delle acque sotterranee realizzata presso l'Ex Galvanica P.M. (Cozzupoli et al., 2005) indica uno scenario di presenza di contaminazione sintetizzabile come segue:

- **terreno superficiale (zona A):** concentrazioni di Cromo VI superiori alle CSC per terreni ad uso commerciale/industriale (ordine di 150 - 600 mg/kg, con valore massimo di 1.200 mg/kg);
- **terreno insaturo (zona B):** concentrazioni di Cromo VI dell'ordine di 100 - 300 mg/kg e concentrazioni di Nichel di ordine 500-2.000 mg/kg, con valore massimo di 5.600 mg/kg rilevato a 1 – 2,5 m da p.c. Concentrazioni di Cromo VI nel suolo pari a 50 - 200 mg/kg per profondità superiori a 10 m da p.c.;
- **terreno interessato dalle oscillazioni della superficie di falda (zona vadosa; zona C):** le concentrazioni di Cromo VI e Nichel riscontrate negli orizzonti compresi tra 22 e 25 m da p.c. sono risultate ovunque inferiori a 17 mg/kg per il cromo esavalente e tutte largamente inferiori alle CSC per il Nichel;
- **terreno saturo (zona D):** concentrazioni superiori alle CSC nelle acque per il Cromo VI (fino a 19.400 µg/l) e per il Nichel (fino a 250 µg/l).

Per un quadro più dettagliato sullo stato di contaminazione dei terreni si rimanda al capitolo 4 del presente Progetto. Lo stato di contaminazione delle acque sotterranee nel Sito viene monitorato da Etra con campionamenti periodici per i pozzi barriera presenti in Sito, la cui ubicazione viene riportata in **Tavola 1**.

Il pozzo che presenta concentrazioni di CrVI più elevate è il G6, ubicato sostanzialmente nell'area maggiormente impattata dalla contaminazione nel sottosuolo del Sito (cfr. cap.5). Dalla realizzazione dei nuovi pozzi barriera, viene campionato anche il nuovo pozzo barriera PB3, ubicato nell'angolo sud-est del Sito. I dati per l'ultimo anno di monitoraggio per tale pozzo (luglio 2013-luglio 2014), hanno evidenziato concentrazioni di CrVI al di sotto di 10 µg/l.

3.5 Obiettivi della bonifica

Gli obiettivi della bonifica per i terreni sono stati definiti mediante AdR. Le concentrazioni limite ottenute dall'analisi di rischio (CSR) sono state calcolate utilizzando due approcci differenti. Nel primo approccio sono state calcolate le CSR imponendo il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione per le acque di falda (CLA=MCL) al confine del Sito; nel secondo approccio sono state calcolate le CSR per il rischio sanitario legato alle possibili vie di esposizione.

Nella seguente tabella sono riportati in verde i valori di CSR maggiormente cautelativi calcolati nell'AdR (Studio Tedesi, 2007).

Tabella 2: CSR per il terreno saturo ed insaturo nel Sito

	Insaturo (0-22m da p.c.)		Saturo (22-25m da p.c.)	
	CSR da MCL	CSR da Rischio	CSR da MCL	CSR da Rischio
Cromo VI (mg/Kg)	5.3E+03	3.7E+04	6.2E-01	2.7E+01
Cromo Tot (mg/Kg)	1.0E+06	1.0E+6	1.0E+06	1.0E+06
Nichel (mg/Kg)	7.2E+04	4.6E+04	8.6E+00	1.1E+01
Piombo (mg/Kg)	3.0E+04	1.0E+06		



Le concentrazioni limite nelle acque sotterranee da rispettare a valle idrogeologico, al confine del Sito sono le seguenti:

Tabella 3: CSC per le acque sotterranee del Sito

CSC da D.Lgs 152/06 All.5		
Cromo VI	5	µg/l
Cromo Tot	50	µg/l
Nichel	20	µg/l

In conformità con quanto indicato in conferenza dei servizi del 28 maggio 2014, sono confermati gli obiettivi di bonifica determinati con l'Analisi di Rischio ed il Progetto preliminare.

Per le **acque sotterranee** le CSC definite dal D.Lgs. 152/2006 (Tabella 2, Allegato 5 alla parte IV) dovranno essere fissate ai confini del Sito, lungo la direzione principale di deflusso delle acque sotterranee.

Si prevede di fissare quali punti di conformità (POC) per la verifica del rispetto delle CSC al confine del Sito per le acque sotterranee i nuovi pozzi della barriera PB5 e PB6.

Per quanto concerne i **terreni insaturi (da 0 a 22 metri di profondità da p.c.)** le CSR sono le seguenti:

- CrVI: 5.300 mg/kg;
- Crtot: 1.000.000 mg/kg;
- Ni: 46.000 mg/kg;
- Pb: 30.000 mg/kg.

Risulta evidente che tali concentrazioni derivano da un'applicazione delle procedure di AdR che, di fatto, non tiene conto di eventuali possibili percorsi di solubilizzazione e mobilitazione della contaminazione dal terreno insaturo, con particolare riferimento al CrVI, ad opera dell'infiltrazioni di acque meteoriche. Già in sede di Progetto Preliminare, era stato indicato che a seguito di una riunione con gli Enti (2 agosto 2007), quale ulteriore criterio di intervento era stata ritenuta opportuna la realizzazione di un trattamento dei terreni insaturi nelle aree a maggior contaminazione (ex vasche di cromatura/nichelatura) e nelle zone con concentrazioni superiori a 10 volte la CSC per terreni ad uso industriale.

Tale criterio si può in generale ritenere valido nella definizione di aree di trattamento con reagenti chimici anche per il terreno insaturo, nonché nella definizione di obiettivi di bonifica nelle aree esterne ai capannoni di cromatura che saranno oggetto di attività di scavo e smaltimento (cfr. cap. 6).

La condizione per raggiungere la CSC nelle acque sotterranee è determinata dal raggiungimento delle CSR nel terreno saturo (come risulta dall'analisi di rischio), nella zona di potenziale oscillazione del livello di falda.

Per i **terreni saturi (da 22 a 25 metri di profondità da p.c.)** le CSR sono le seguenti:

- CrVI: 0,62 mg/kg;
- Crtot: 1.000.000 mg/kg;
- Ni: 8,6 mg/kg.

L'AdR ha individuato una CSR per il CrVI inferiore alla CSC (15 mg/kg) definita dal D.Lgs. 152/2006 (Tabella 1, Allegato 5 alla parte IV), vista l'elevata solubilità di tale elemento.



Si ritiene in ogni caso più significativa, a tal proposito, la verifica diretta delle CSC per le acque sotterranee al confine del Sito quale obiettivo di bonifica.

Nell'area di trattamento dovrà in ogni caso essere verificato, come già previsto nel Progetto Preliminare di Bonifica, il rispetto della CSC nell'eluato dei test di lisciviazione da eseguirsi con procedura di SPLP (Synthetic Precipitation Leaching Procedure) utilizzando il metodo EPA SW-846 (modificato 1312).



4.0 STATO DI FATTO DEL SITO

4.1 Stato dei luoghi

Il Sito si trova in Comune di Tezze sul Brenta (VI) in via Tre Case, a nord-est del centro del Comune. E' raggiungibile da est dalla Strada Provinciale SP97 e da ovest dalla Strada Provinciale SP59 (Provincia di Vicenza). In **Tavola 1** si riporta l'ubicazione del Sito sugli strumenti urbanistici.

Sui lati nord ed ovest il Sito è recintato con recinzione in pannelli prefabbricati di calcestruzzo appoggiati su cordolo in calcestruzzo e sorretti da pilastri intermedi in calcestruzzo armato.

La zona est confina con fabbricati e piazzale della ditta Zen Export, ad ovest con la proprietà Origine e a sud in parte con la proprietà Foscart.

La zona sud, all'interno del fabbricato adiacente a quello oggetto di demolizione, si rileva la presenza dei pozzi della nuova barriera idraulica e dell'impianto di trattamento delle acque di falda (Etra).

Il sito è caratterizzato da circa 2.100 mq di superficie scoperta, formata da pavimentazioni in asfalto o da materiale di riporto (misto riciclato) e 2.750 mq di superficie coperta (tettoie dei fabbricati esistenti).

Con riferimento alla **Tavola 1**, nella quale si riporta una planimetria del Sito allo stato attuale ed alla **Tavola 2**, nella quale si riporta un rilievo topografico effettuato nell'area (luglio 2014), nell'ambito della proprietà come sopra descritta si individuano le seguenti aree non edificate:

- Nella zona nord è presente un cortile con pavimentazione parte in terra e parte in conglomerato bituminoso; nel cortile si rileva la presenza di una cabina elettrica di trasformazione dismessa; parte del cortile, in prossimità del capannone ex Galvanica, è attrezzato con telo impermeabile in PEAD posto alcuni decimetri al di sotto del piano campagna, provvisto di una tubazione drenante interrata che convoglia le acque verso la rete di raccolta utilizzata durante l'attività della Galvanica ed ancora presente; la zona impermeabilizzata era sede dell'impianto di trattamento acque demolito nel periodo autunno 2012 – inverno 2013 e con sottosuolo parzialmente bonificato. Attualmente (**Tavola 2**) nel cortile nord è ancora presente un'arginatura fuori terra realizzata con materiale misto riciclato (ca. 95 mc).
- La zona ovest, verso la proprietà Origine, fra recinzione perimetrale ed ex fabbricato Galvanica, è costituita da un "passaggio" con pavimentazione in terra ed attrezzato con telo impermeabile in PEAD posto alcuni decimetri al di sotto del piano campagna; la parte di "passaggio" attrezzata con telo in PEAD era sede dei fabbricati accessori della ex Galvanica demoliti nel periodo autunno 2012 – inverno 2013.
- La zona sud-est del Sito costituisce l'ingresso della ex Galvanica (per lavoratori e mezzi di trasporto) ed è formata da un piazzale asfaltato al di sotto del quale passano le condotte fognarie per il collettamento di acque piovane e reflue.

Il corpo principale degli edifici nell'area dello stabilimento risulta composto da tre elementi distinti tra loro. Con riferimento alle suddette **Tavole 1-2**, i fabbricati/locali presenti sulla proprietà, fra loro contigui, sono descrivibili come segue:

- L'edificio più a nord, identificato come **capannone cromatura**, ha una lunghezza di circa 25 m in direzione N-S e larghezza di circa 35 m, con un'altezza dell'intradosso pari a 5,8 m. E' il corpo più ampio e nella sua porzione sud ospitava le vasche contenenti nichel e cromo per la cromatura dei componenti metallici. L'edificio è costruito mediante un'unica campata di 25 m, sorretta da pilastri in cls armato sui muri perimetrali nord e sud: i tamponamenti sono realizzati in muratura di doppi mattoni di ca. 28 cm di spessore. I pilastri, di sezione pari a ca. 40x25 cm, sono disposti con una campata di 5 m tra loro mentre le travi prefabbricate in c.a.p. con sezione a doppia T del soffitto sono disposte con una distanza l'una dall'altra di 2,5 m. La copertura esterna è realizzata in lastre di cemento amianto arcuate poggianti sull'estradosso delle travi mentre sull'estremità inferiore delle travi poggia una controsoffittatura in lastre di cemento amianto piane sormontate da un materassino di lana di roccia. La



copertura in lastre è stata parzialmente rimossa (ca. 40% della superficie) nell'ambito delle attività di prove pilota. La pavimentazione è formata da una soletta in cls non armato dello spessore di ca. 30 cm; a pavimento si riscontrano le strutture superficiali del campo prova B (prove pilota Mubre), ossia la "cella reattiva" (di dimensioni interne 3,0x3,0 m) con diaframma perimetrale di spessore 1 m e cordoli in cls armato (spessore 30 cm e profondità 1 m), le canaline di raccolta acque (cls gettato in opera) ed un'area pavimentata con guaina bituminosa (ca. 300 mq) e conglomerato bituminoso (ca. 170 mq).

- Il capannone a sud del precedente, identificato come **capannone centrale**, già sede delle vasche di decapaggio della ex Galvanica, ha una lunghezza di circa 15 m in direzione N-S e larghezza di circa 40 m con un'altezza pari a 8,7 metri. La struttura e la copertura del capannone sono del tutto simili a quanto descritto per il capannone cromatura. A pavimento si rileva la presenza della vasca in cemento armato (profondità 1,9 m; superficie 5,1x4,6 m) utilizzata nell'ambito delle prove pilota per la raccolta delle acque del campo prova B. All'interno del capannone centrale si colloca un piccolo locale (ca. 16 m²) realizzato in muratura dell'altezza di ca. 3 m, adibito storicamente all'utilizzo per i servizi igienici (collegati agli uffici) e a locale analisi.
- Il capannone a sud del precedente, identificato come **capannone sud**, era originariamente di dimensioni areali analoghe a quelle del capannone centrale, ma con altezza di intradosso pari a 5,8 m. Tale capannone è stato oggetto di parziale demolizione e completa rimozione della copertura in cemento-amianto ed attualmente è sede della nuova barriera idraulica e del relativo impianto di trattamento acque di falda (ETRA).
- Fra il capannone cromatura ed il capannone est, è presente un fabbricato di superficie complessiva pari a circa 200 m², suddiviso in diversi locali (da nord verso sud): officina, disimpegno, servizio igienico, ingresso, n. 2 uffici; tale fabbricato, denominato **locale uffici-officina**, è costituito da muri perimetrali in laterizio intonacato, ed in parte in cls armato (locale officina/disimpegno), nonché da pavimentazione in piastrelle o battuto di cemento; lo spessore medio dei muri è di circa 28 cm, e l'altezza del soffitto varia da ca. 3 m nel locale uffici a 4 m nel locale officina. Dalle informazioni in possesso, risulta che il tetto dei locali è coperto da una guaina bituminosa. Nella parte più a nord del fabbricato, si evidenzia che l'ex locale centrale termica, con camini annessi, è stato demolito nell'ambito dei lavori di demolizione eseguiti in Sito nel 2012 ed attualmente ne rimane solo la soletta a pavimento in cls.
- Il capannone ad est del capannone cromatura, identificato come **capannone est**, era utilizzato come magazzino di deposito e reparto lucidatura. La struttura del capannone è realizzata con elementi prefabbricati in cls armato, con tamponamenti in laterizi intonacati. Il capannone ha una lunghezza di circa 19,6 m di in direzione N-S e larghezza di circa 19 m, con un'altezza dell'intradosso pari a 4,8 m e risulta strutturalmente indipendente rispetto al fabbricato dei locali ad ovest e rispetto al capannone della ditta Zen Export ad est. Nel sottosuolo del fabbricato, si segnala la presenza di 2 serbatoi di stoccaggio nafta, bonificati, inertizzati e riempiti di sabbia, nell'ambito dei lavori di demolizione eseguiti in Sito nel 2012.

In generale si rileva che sono ancora presenti in Sito, all'interno dei diversi capannoni, le finestre ed i relativi infissi, le strutture impiantistiche fuori terra relative ai sistemi di ricambio aria (canaline, prese di aerazione etc), i cavidotti ed i punti presa (quadri, interruttori) per la corrente elettrica ad uso interno, nonché l'impiantistica dei sistemi sanitari e di riscaldamento degli uffici. In **Appendice B** si riporta la documentazione fotografica del sito allo stato attuale.

Si rileva, inoltre, che sulle solette dei capannoni, a meno del capannone est e degli uffici, sono presenti le teste pozzo dei piezometri utilizzati negli anni per il monitoraggio delle acque sotterranee o per l'emungimento delle stesse (**Tavola 1**), nonché le tubazioni per il loro collettamento.

4.2 Stato della contaminazione nei terreni

Per quanto riguarda i terreni, gli ultimi dati raccolti in Sito riguardano le attività di caratterizzazione preliminari alle prove pilota di trattamento e le attività di verifica di pareti e fondi scavo eseguite nell'ambito della demolizione dell'ex impianto di depurazione della Galvanica. Queste ultime, eseguite nel cortile nord, hanno



compreso anche la rimozione di un hot-spot di contaminazione nell'angolo nord ovest del confine del Sito (per maggiori dettagli si rimanda alla relazione **RS1** allegata).

Tali campionamenti hanno evidenziato il seguente stato di contaminazione dei terreni (**Tavola 3**):

- per i campioni di parete e fondo scavo prelevati a seguito della demolizione dell'ex impianto di depurazione (prof. massima di 4,8 m da p.c.), le concentrazioni dei contaminanti di interesse Cr tot, CrVI e Ni, hanno evidenziato superamenti delle CSC per siti ad uso industriale, tuttavia con valori inferiori alle CSR definite con l'analisi di rischio approvata; il dettaglio delle non conformità rispetto alle CSC è il seguente:
 - fs 0 (fondo scavo) per Crtot e Ni;
 - fs 5 per Crtot, CrVI e Ni;
 - fs 7 per CrVI;
 - fs 8 e 12 per Ni;
 - fs 13 per Crtot e Ni;
 - fs 14 per Crtot, CrVI e Ni;
 - fs 15/16 per Ni;
 - fs 17 per CrVI e Ni;
 - fs 18 per CrVI;
 - parete 2 per Ni;
 - parete 3 per Crtot e Ni;
 - parete 4 per Ni, parete per Crtot, CrVI e Ni;
 - pareti sedimentatore per Crtot e Ni.
- dalle analisi di fondo e pareti di scavo sono stati rilevati anche superamenti maggiori di 10 volte la CSC, su campioni superficiali (0,5-1 m da p.c.); sulla parete 5 per Ni e Crtot (lato confine ovest) e nel fondo scavo 14 per Ni (area di passaggio tubazioni di scarico verso l'impianto di trattamento acque, già rimosse); sono state inoltre evidenziate concentrazioni elevate di Al (non normato dal D.Lgs. 152/2006);
- il campione prelevato nell'ambito dello scavo per la rimozione dell'hot-spot (zona nord-ovest in corrispondenza dell'ingresso sulla recinzione), dalla parete sud dello stesso, ha fatto rilevare non conformità alle CSC per Crtot e Ni, mentre ha evidenziato la conformità alle CSR definite dall'analisi di rischio ed al valore di 10 volte le CSC ad uso industriale;
- i campioni relativi ai sondaggi prelevati nell'ambito delle prove pilota hanno evidenziato alcuni superamenti della CSC per siti industriali per CrVI nei sondaggi del settore centrale, con un valore maggiore nel primo metro del sondaggio P3; le concentrazioni per il suolo insaturo sono inferiori alle CSR calcolate nell'AdR, mentre nel suolo saturo due campioni alla profondità di 20-25 m dal p.c. (P1; P3) presentano un superamento della CSR; nessun superamento delle CSC per il CrVI nei sondaggi dell'area nord del sito (P5, P6); non è stato evidenziato nessun superamento di CSC o CSR per il parametro Ni;
- i campioni prelevati dai pozzetti n.1 e n.2 (fino a 2,6 m da p.c.), realizzati nell'ambito delle prove pilota, hanno evidenziato superamenti per le CSC ad uso industriale per CrVI ed in particolare nel pozzetto n.2 i valori rilevati sono risultati maggiori di 10 volte la CSC; le CSR non sono state superate.

In aggiunta ai risultati sopra evidenziati, vanno considerati i campionamenti effettuati da Sapio nell'ambito dei test effettuati in Sito (cfr. relazione **RS2**), che hanno evidenziato quanto segue:

- il sondaggio denominato I2, non ha evidenziato superamenti della CSC industriale per CrVI e Ni, mentre ha fatto rilevare un superamento per Crtot fra 2 e 3 m da p.c.; le CSR per i terreni insaturi non sono state superate, mentre nell'orizzonte saturo si rilevano valori superiori alla CSR per il CrVI;



- il sondaggio denominato I3, ha evidenziato superamenti della CSC industriale CrVI nel terreno insaturo, a profondità comprese fra 8 e 12 m da p.c., con un superamento maggiore a 10 volte la CSC nel campione fra 17 e 18 m da p.c.; non sono stati rilevati superamenti delle CSR nell'insaturo.

Per le altre zone interne ed esterne ai fabbricati, si fa riferimento ai risultati dei campionamenti effettuati in fase di caratterizzazione e riportati nel Progetto Preliminare di Bonifica, Allegati 5 e 6 (Studio Tedesi, 2007), al quale si rimanda per i dettagli. Con particolare riferimento alla contaminazione da CrVI, Crtot e Ni, tali risultati hanno, in sintesi, evidenziato quanto segue:

- Per i campioni prelevati a profondità inferiori a 2,5 m, sono stati rilevati superamenti diffusi delle CSC industriali per CrVI e Crtot all'interno del capannone cromatura, nella porzione nord del capannone centrale, al di sotto delle strutture dell'ex impianto di depurazione acque (cortile nord; già rimosse); sono stati evidenziati superamenti delle CSC anche all'esterno del Sito, in campioni prelevati nella proprietà Origine (confine ovest) e nell'angolo nord-ovest del sito oltre il confine (hot-spot già rimosso). Per il parametro Ni sono stati rilevati superamenti della CSC nel capannone cromatura, al di sotto delle strutture dell'ex impianto di depurazione acque (cortile nord) e nella porzione nord-est del Sito; anche per il Ni i superamenti sono stati rilevati oltre il confine ovest del Sito, nonché oltre il confine nord.
- Per il CrVI sono stati rilevati superamenti della CSC all'interno del capannone cromatura e nella porzione nord del capannone centrale per campioni prelevati alle profondità comprese fra 2,5 e 20 m da p.c.; per profondità comprese fra 20 e 25 sono stati rilevati superamenti in due soli punti all'interno dei suddetti capannoni, mentre oltre i 25 m non sono stati rilevati superamenti delle CSC.
- Per il Crtot e Ni sono stati rilevati superamenti della CSC nel cortile nord e nell'angolo nord-ovest (hot-spot già rimosso) sino a 5 m di profondità; per profondità superiori non sono stati rilevati superamenti della CSC.
- In generale non sono stati rilevati superamenti delle CSC industriali a partire dalla porzione più a sud del capannone centrale, sino al confine sud del Sito, né nella porzione est del Sito (capannone est, piazzale di ingresso).
- Confrontando le concentrazioni rilevate per i terreni insaturi (0-22 m da p.c.) con le CSR calcolate nella AdR, si rileva il rispetto di queste ultime. Per quanto riguarda l'orizzonte saturo considerato nell'AdR (22-25 m da p.c.), si rilevano alcuni superamenti delle CSR all'interno del capannone cromatura e del capannone centrale.

In **Tavola 3** si riportano le tabelle relative ai campioni di terreno prelevati in Sito nella fase di caratterizzazione e nel corso delle attività di prove pilota. Vengono inoltre evidenziati graficamente i punti di campionamento ove sono state riscontrate concentrazioni superiori a 10 volte la CSC per siti industriali.

Con riferimento alla succitata tavola, si evidenzia come la concentrazione di CrVI superiore a 10 volte le CSC sia essenzialmente individuata all'interno del capannone cromatura, nell'area di ubicazione delle vasche (parete sud) e a ridosso delle pareti nord ed est (verso la zona uffici) ed all'interno del capannone centrale, nella porzione più a nord dello stesso. Mentre verso le pareti nord ed est del capannone cromatura tali superamenti sono stati rilevati per il terreno fino a profondità di 2,5 m da p.c., nella zona di ubicazione delle ex vasche di cromatura e di lavaggio i superamenti sono stati rilevati anche sino a 20 m di profondità.

Le concentrazioni di Ni superiori a 10 volte le CSC sono state rilevate nei primi 2,5 metri da piano campagna nel cortile nord (in prossimità del portone di ingresso e ad est del decantatore), nel corridoio ad ovest del Sito, compreso fra i capannoni della Galvanica e la proprietà Origine, sino ad 1 m dal p.c., ed in un punto di prelievo nel capannone cromatura, verso la parete sud dello stesso (profondità < 1 m da p.c.).



5.0 SINTESI CONCLUSIVA DEI RISULTATI DELLE PROVE PILOTA E CONSIDERAZIONI SUL MODELLO CONCETTUALE

Per i dettagli dei risultati delle prove pilota si rimanda alle relazioni specialistiche allegate **RS1** e **RS2**.

Nei paragrafi successivi si sintetizzano i risultati delle prove pilota eseguiti:

- 1) Prove pilota di laboratorio e di campo con cella reattiva e reagenti chimici (polisolfuro di calcio)
- 2) Campo prova Sapio (uso di miscela di gas idrogeno e azoto).

5.1 Sintesi conclusiva dei risultati delle prove pilota di laboratorio e di campo con cella reattiva e reagenti chimici

Sulla base dei risultati della AdR, il Progetto Preliminare di bonifica del Sito (Studio Tedesi, 2007) ha preso in considerazione diverse tecnologie di bonifica per i terreni del Sito, per la porzione di terreno profondo (21-26 m da p.c.) o per l'intero orizzonte di terreno (0-26 m da p.c.):

- l'asportazione del materiale e smaltimento off-site del terreno contaminato che supera le CSR;
- l'attuazione di sistemi di trattamento in situ dei terreni contaminati mediante iniezioni di miscele cementizie o reagenti con tecnica "jet-grouting";
- la realizzazione di sistemi di confinamento definitivo dei terreni, da attuarsi sul perimetro dell'area da trattare e sul fondo della stessa;

prevedendo una fase di prove pilota presso il Sito ed in laboratorio.

Durante la riunione tecnica del 02.10.2008, su proposta della Regione Veneto è stata rivalutata l'ipotesi di realizzare un confinamento laterale e di fondo, ritenuto applicabile mediante tecnica di jet-grouting sulla base del parere del prof. Colleselli (nota del 24.11.2008).

In data 17.02.2009 si è tenuta la CdS decisoria per l'"*approvazione della realizzazione di un diaframma laterale e di fondo*" che, con particolare riferimento alle attività di campo prove, ha altresì determinato che venissero eseguite le seguenti attività:

- progettazione ed esecuzione prove di laboratorio di trattamento dei terreni, eventualmente da implementarsi con prove sul campo;
- progettazione ed esecuzione prova di campo per la realizzazione di un diaframma laterale e di fondo (CSM + jet grouting);
- riconvocazione della Conferenza di Servizi per la valutazione delle risultanze delle prove eseguite, ai fini dell'individuazione del progetto di bonifica.

In data 29.09.2010, a seguito di procedimento di gara, il Comune di Tezze ha affidato alla RTI Golder-Sinergeo l'incarico per la redazione delle specifiche tecniche per le prove pilota (approvate dalla CdS del 16.11.2010) e la Direzione Lavori delle stesse, nonché la redazione progetto operativo di bonifica e Direzione Lavori per gli interventi di bonifica del Sito. Con Determinazione n.471 del 28.06.2011 il Comune di Tezze ha aggiudicato all'impresa Mubre i lavori di esecuzione delle prove pilota.

Gli obiettivi delle **prove in laboratorio** sono stati quelli di verificare che la concentrazione di Cromo VI, mobilizzabile nel suolo stabilizzato con l'aggiunta di opportuni reagenti chimici, fosse minore alla CSC di 5 µg/l e quello di identificare le miscele utilizzabili per costruzione del diaframma e del tappo di fondo. I test sulle miscele cemento-bentonite-terreno realizzate hanno dato buoni riscontri in termini di permeabilità ed evidenziato che queste sostanzialmente non risentono della presenza della contaminazione nei terreni e nell'acqua di maturazione.

I test per l'individuazione degli **agenti di stabilizzazione** (additivi/reagenti) sono stati condotti al fine di identificare l'additivo in grado di minimizzare le lisciviazioni di composti metallici e l'impatto sulle acque sotterranee in termini di pH e tossicità. Essi sono stati condotti, utilizzando 5 specifici additivi, parametricamente per diverse concentrazioni e analizzando anche in funzione del tempo e di diverse



condizioni operative (agitazione, copertura) gli effetti diretti sulla immobilizzazione degli agenti inquinanti e quelli indotti sul pH e sulla solubilizzazione di altri metalli presenti nel terreno. Sulla base dei risultati ottenuti, per le successive fasi di trattamento in colonna in Sito sono stati scelti come additivi il polisolfuro di calcio (CaS_4) e l' EHC-M.

Nel **campo prove A**, realizzato nel cortile esterno a nord del capannone, sono state testate sia le miscele cementizie messe a punto in laboratorio sia le modalità di iniezione. Il diametro delle colonne di jet grouting è risultato compreso tra 1,5 m e 1,8 m sostanzialmente costante su tutta la verticale di jetting e senza marcate differenze di resa tra sistemi bi-fluido e mono-fluido mentre quello delle colonne realizzate con tecnica di iniezione a bassa pressione con tubi valvolati è risultato compreso tra 0,8 m e 1,2 m.

Il **campo prove B** è stato realizzato all'interno del capannone, nell'area con presenza di terreni maggiormente contaminati, eseguendo le seguenti attività:

- test di trattamento chimico del terreno a colonna singola, tratto profondo da -28 m a -22 m da p.c. (colonne C1 e C2), realizzazione sondaggi/piezometri di verifica (P4 preliminare; D-E post-iniezioni);
- realizzazione del diaframma perimetrale della cella reattiva;
- realizzazione del tappo di fondo della cella reattiva;
- realizzazione sondaggi/piezometri di verifica (P8) e test di tenuta idraulica della cella;
- iniezione miscele reagenti;
- realizzazione sondaggi/piezometri di verifica (P7) e monitoraggio acque.

I test di trattamento del terreno a colonna singola hanno evidenziato che l'iniezione di reagenti effettuata nella zona di oscillazione della falda non modifica in maniera significativa le caratteristiche chimico-fisiche delle acque di falda nell'intorno dei punti di iniezione. Vengono altresì evidenziate concentrazioni di Cromo (totale e VI) in incremento a 7 giorni dalle iniezioni, a seguito di una probabile azione di dilavamento della contaminazione da parte di queste ultime che raccomanda di effettuarle previa realizzazione di idonee strutture di confinamento (trattamento contenitivo in cella reattiva). I dati derivanti dai test di lisciviazione eseguiti sui campioni del sondaggio P4 hanno evidenziato che la quantità di Cromo VI lisciviabile risulta differenziata verticalmente anche nella stessa zona di oscillazione della falda (22 – 25 m dal p.c.) ed inoltre confermano la necessità di un'azione mirata ad impedire fenomeni di dilavamento superficiale dei primi metri di sottosuolo del Sito. **I test di lisciviazione eseguiti sui sondaggi D2 ed E2, in prossimità ed a valle della colonna C2 (polisolfuro di calcio) confermano che il trattamento in colonna necessita, in ogni caso, di un sistema contenitivo perimetrale e di fondo atto ad aumentare la permanenza ed il contatto del reagente con il terreno e limitare fortemente eventuali fenomeni di mobilizzazione indotti in fase di perforazione/iniezione. Il confronto fra le analisi sui terreni e sugli eluati non ha evidenziato una mobilitazione di altri metalli potenzialmente presenti.**

La tecnica di realizzazione del diaframma è stata variata rispetto a quanto previsto nelle specifiche tecniche, per il manifestarsi di nuovi elementi di carattere litostratigrafico (elementi lapidei di considerevoli dimensioni) emersi nel corso delle attività di perforazione per la realizzazione di pozzi di grande diametro eseguiti dall'impresa Artesia (per ETRA). Si è fatto pertanto ricorso all'impiego di una tecnica di scavo mediante benna mordente (manovrata sulla verticale mediante sistema rigido tipo Kelly) con riempimento dello scavo con miscele autoindurenti. Nel corso delle operazioni si sono manifestate difficoltà di avanzamento della benna mordente a partire dalle profondità di circa -22/-24 m dal p.c. dove è stata evidenziata la presenza di uno strato cementato (ghiaie cementate o conglomerate) ad elevato livello di consolidamento. Una nuova soluzione operativa per la realizzazione del confinamento laterale è consistita in:

- realizzazione del diaframma mediante Kelly e miscela cemento-bentonitica sino al tetto degli strati cementati (-22 -24 m dal p.c.);
- esecuzione di perforazioni verticali sul sedime del diaframma fino alla profondità di 30 m e successiva installazione di tubi valvolati in PVC;



- completamento della diaframmatura perimetrale fino a -30 m dal p.c. con iniezioni a bassa pressione di miscela cemento-bentonitica.

Il tappo di fondo è stato realizzato tra -28 m e -30 m dal p.c., mediante 21 perforazioni con installazione di canne manchettes (con tratto valvolato da -30 a -28 m con n° 6 valvole a interasse di 33 cm) ed iniezioni (3 successive, a distanza temporale superiore a 24 ore, con volumi di iniezione pari a 15, 10-12 e 10 l/valvola) a bassa pressione (mediamente 14-25 bar), tecnica ritenuta preferibile al jet grouting a causa della presenza dei trovanti che potrebbero causare la deviazione del getto.

I test di tenuta idraulica della cella sono stati realizzati ponendo in emungimento un piezometro interno da 3" spinto fino ad una profondità di 28,5 m dal p.c. (P8). Il ripristino del livello freaticometrico dopo pochi minuti dalla interruzione dell'emungimento, l'interferenza osservata ai piezometri esterni e la sostanziale uniformità dei livelli freaticometrici statici interni/esterni, attestano che la cella non è a tenuta. Tuttavia, il confronto con il comportamento dell'acquifero all'esterno della cella evidenzia come questa crei senz'altro un elemento di forte discontinuità. **In particolare, le elaborazioni consentono di determinare per il "sistema cella" una conducibilità idraulica nell'ordine di 1,5-4,8 E-05 m/s, pertanto inferiore di più di 2 ordini di grandezza rispetto alla permeabilità dell'acquifero. Pertanto, il "sistema cella" è in grado di espletare una funzione contenitiva limitando fortemente i fenomeni di dilavamento dei reagenti e quindi, in ultima analisi, di consentire sufficienti tempi di permanenza alle sostanze iniettate all'interno della cella.**

Il trattamento stabilizzante del terreno all'interno della cella è stato effettuato attraverso le 21 canne già installate per la realizzazione del tappo di fondo, con l'iniezione di 2.400 kg di polisolfuro di calcio miscelato con 2.000 l di acqua (reagente/terreno=1% ca.), nel solo orizzonte compreso fra -22 m e -25 m dal p.c. in modo tale da permettere una permeazione del livello di terreno maggiormente contaminato ed una percolazione verticale del reagente. Dopo 45 giorni dalle iniezioni è stato realizzato un carotaggio/piezometro di controllo interno (P7) che ha evidenziato un terreno visibilmente interessato dalla presenza del reagente. Il campionamento delle acque dal piezometro P7, ha evidenziato il persistere di condizioni fortemente riducenti all'interno della cella, a più di 45 giorni dalle iniezioni ed un valore di Cromo VI al di sotto della CSC. **Il confronto con la qualità delle acque prelevate (prima delle iniezioni) dal P8 indica un ottimo effetto di stabilizzazione per riduzione chimica della contaminazione da Cromo VI all'interno della cella a seguito delle iniezioni.** A seguito delle iniezioni, nei pozzi di valle P4 e G2 non si rilevano cambiamenti dei parametri chimico-fisici, mentre nel pozzo G8, posto a ridosso della cella reattiva, nel primo campionamento dopo le iniezioni si vede l'influenza del reagente iniettato sul chimismo delle acque (potenziale redox negativo e netta diminuzione del contenuto d'ossigeno, caratteristici dell'instaurarsi di condizioni riducenti nelle acque per l'effetto del reagente) e pertanto un'influenza delle iniezioni anche nell'immediato intorno all'esterno della cella, per via della non completa tenuta del manufatto. **I risultati dei test di lisciviazione eseguiti per i campioni di terreno del sondaggio P7 evidenziano concentrazioni di Cromo VI inferiori alle CSC e sotto il limite di rilevabilità, confermando la capacità del reagente utilizzato di stabilizzare il contaminante nella zona di trattamento impedendone la solubilizzazione.**

Al fine di approfondire la conoscenza delle caratteristiche dell'orizzonte di ghiaie cementate rinvenute a 22-24 m dal p.c. sono stati eseguiti tre sondaggi di prova a 15-20 m uno dall'altro ed alla profondità di circa 30 m dal p.c., con successivo inserimento di idoneo cablaggio per l'effettuazione di **prove tomografiche elettriche** in foro. I risultati hanno confermato la presenza (oltre i 21 m, e fino a circa 26 m) di uno strato di ghiaia satura con caratteristiche di bassa porosità efficace, presenza di ciottoli di grandi dimensioni e livello di cementazione elevato, senza soluzione di continuità su tutta la superficie indagata. Tale strato di ghiaia cementata ha un valore di porosità efficace ridotto e, pur non costituendo un orizzonte di separazione fra diversi livelli acquiferi, presenta tuttavia caratteristiche di permeabilità inferiori di circa 2-3 ordini di grandezza a quelle dell'acquifero nel suo complesso.

Contestualmente alle prove pilota sono state eseguite anche opere di **demolizione** di edifici fuori terra e dell'ex impianto di depurazione della Galvanica, e **bonifica** per rimozione di un hot spot di terreno al confine nord-ovest del Sito (appalto assegnato alla ditta Demont con Determina del 11/06/2012). Al termine delle attività di demolizione sono stati approfonditi gli scavi nei punti che evidenziavano potenziale presenza di contaminazione e sono state complessivamente rimosse circa 605 ton di terreno contaminato. Le analisi sui fondi e pareti di scavo hanno evidenziato che il terreno al di sotto delle strutture rimosse risulta ancora fortemente impattato dalla presenza di Cromo e Nichel (fino a 5 m dal p.c., nella parte centrale ed a ridosso



del sedimentatore rimosso). Sporadici superamenti delle CSC del Cromo VI per siti ad uso industriale (ma non delle CSR individuate in sede di AdR per il terreno insaturo) permangono nel corridoio ad ovest del capannone e sui campioni di parete, che quindi evidenziano un'estensione della contaminazione verso la proprietà al confine ovest. L'esecuzione di carotaggi integrativi ha consentito di circoscrivere la porzione di terreno contaminato entro i primi 5 m dal p.c. nell'area compresa fra il confine nord-ovest del Sito e la parete sud dello scavo dell'hot spot.

Al fine di acquisire ulteriori dati circa la concentrazione di CrVI all'interno della cella reattiva a seguito delle iniezioni di reagente chimico, è stato effettuato da Golder, di concerto con il Comune di Tezze, un monitoraggio delle acque sotterranee a circa 7 mesi dalle iniezioni del reagente: nei pozzi P1 (a monte idrogeologico della cella), P4 (a valle idrogeologico), P7 (interno alla cella). I prelievi sono stati eseguiti secondo le medesime procedure operative adottate nell'ambito dei campi prova, in condizioni di "falda alta" (circa -21,5 m da p.c.). **I risultati hanno evidenziato concentrazioni di CrVI e Cromo totale inferiori alle rispettive CSC nel pozzo P7, interno all'area di trattamento, a fronte di valori di concentrazione per tali parametri superiori alle CSC per i pozzi di monte e valle, probabilmente dovute al livello di falda del periodo. Sono state rilevate, inoltre, condizioni chimiche caratterizzate da un potenziale redox negativo nelle acque all'interno della cella, a riprova dell'ambiente riducente instauratosi nel volume di trattamento realizzato.**

5.2 Sintesi dei risultati del campo prove Sapio

Si riportano le conclusioni dei test eseguiti da Sapio pagine 82-83 relazione marzo 2014 e paragrafo 3.1 della relazione integrativa aprile 2014. Per i dettagli in merito si rimanda alla relazione **RS2** allegata.

Considerazioni conclusive (marzo 2014)

Gli esiti del monitoraggio effettuato relativamente alle matrici terreno ed acqua di falda evidenziano senza alcuna incertezza l'esito **positivo** del Test condotto con metodologia presso il sito "ex PM Galvanica" di Tezze sul Brenta (VI) finalizzato alla riduzione del Cromo esavalente presente nelle matrici terreno e falda, sia rispetto ai limiti di cui alla normativa vigente, sia agli obiettivi di cui al Progetto SAPIO che alle specifiche e prescrizioni formulate da Golder nelle citate Note Tecniche.

In particolare:

- è stata verificata la **corretta ed ubiquitaria diffusione dei gas insufflati** negli orizzonti del sottosuolo dell'area sottoposta a trattamento, a dimostrazione dell'**efficienza del sistema**;
- è stata **esclusa la formazione di sacche di gas potenzialmente pericoloso** al di sotto della soletta di copertura, a dimostrazione della **innocuità del metodo**;
- è stata ottenuta la **riduzione pressoché totale del Cromo esavalente nella matrice terreno** sia per gli orizzonti insaturi sia per l'orizzonte di oscillazione della falda (22,0-25,0 m da p.c.), a dimostrazione dell'**efficacia del metodo** ulteriormente confermata da:
 - test di lisciviazione, che evidenziano la **riduzione pressoché totale della concentrazione di Cr VI nell'eluato**;
 - **riduzione pressoché totale del Cromo esavalente in falda**, con percentuale di riduzione prossima al 100% al termine del periodo di test;
 - sono stati raggiunti tutti gli obiettivi di bonifica di cui all'Analisi di rischio in quanto **il parametro Cr VI risulta sempre inferiore alle CSR per i terreni e le acque di falda**;
 - è stata verificata l'**assenza di mobilitazione di ulteriori contaminanti dalla matrice solida** in falda;
 - **non è stata osservata la presenza di sottoprodotti di reazione** nelle matrici ambientali (si ricorda che i reagenti utilizzati (azoto e idrogeno) sono sostanze naturalmente presenti nelle matrici ambientali).

Infine, la conduzione del test non ha determinato modifiche alle condizioni di sicurezza del sito e si è rivelata assolutamente **non invasiva** (campo prove e ambiente circostante) in quanto:

- in fase operativa le uniche attività sono consistite nelle operazioni di carico/scarico dei gas ed i controlli di routine degli impianti;



- alla fine del trattamento l'area è stata riconsegnata sgombra e senza modificazioni significative dei luoghi.

In conclusione, è possibile affermare che i risultati conseguiti, così come esposti nel presente documento, evidenziano l' idoneità, l'efficacia e la conseguente applicabilità *full scale* al sito "ex pm galvanica" della metodologia di bonifica per la stabilizzazione geochimica del cromo attraverso la riduzione del Cromo VI a Cromo III.

Confronto dei Risultati SAPIO (aprile 2014)

Alla luce dei risultati ottenuti a seguito delle analisi di laboratorio, analogamente a quanto effettuato nel documento "REPORT FINALE DEL TEST DI TRATTABILITÀ IN SITU – MARZO 2014" è possibile procedere con il confronto dei valori di concentrazione del terreno tal quale relativi al monitoraggio ante-operam (sondaggi I2 e I3) con quelli relativi al campionamento post-operam (sondaggio I4).

In particolare, relativamente al parametro Cromo VI si considera quanto segue:

- relativamente al monitoraggio ante-operam, il sondaggio I3 mostra valori di concentrazione di Cr VI confrontabili con il sondaggio I2, con eccezione degli intervalli tra 8,0-9,0 - 11,0-12,0 e 17,0-18,0 m da p.c. dove si osserva per il sondaggio I3 il superamento dei limiti normativi di cui alla tab. B del D.lgs. 152/06.
- il monitoraggio post-operam evidenzia la generale diminuzione della concentrazione dei contaminanti nella matrice terreno; in particolare, in corrispondenza del sondaggio I4 effettuato al termine del periodo di insufflaggio del gas si osserva il solo superamento dei limiti normativi per il parametro Cr VI nell'intervallo compreso tra 2,0 e 3,0 m da p.c. a fronte di diffusi superamenti per il parametro Cr VI sino a 18,0 m da p.c. evidenziati dal monitoraggio ante-operam con particolare riferimento al sondaggio I3;
- ad eccezione dell'intervallo compreso tra 2,0 e 3,0 m da p.c., dove le concentrazioni di Cr VI ante e post operam sono sostanzialmente confrontabili, nei successivi intervalli di profondità si rileva la diminuzione del parametro da valori di concentrazione compresi tra 0,58 e 182,0 mg/kg SS (monitoraggio ante-operam) a valori inferiori al limite di rilevabilità del metodo analitico ($0,31 \pm 0,35$ mg/kg SS – monitoraggio post-operam).

5.3 Considerazioni sul modello concettuale

I risultati delle attività e delle analisi effettuate nell'ambito delle prove pilota hanno sostanzialmente confermato il modello concettuale per il Sito individuato in sede di Progetto Preliminare (Studio Tedesi; 2007), permettendo al contempo di approfondire alcuni aspetti relativi alle caratteristiche litostratigrafiche ed in merito alla contaminazione presente nei terreni.

Si riprende nel seguito quanto già evidenziato in merito al modello concettuale nella Relazione **RS1**, comprendendo nelle elaborazioni anche i dati del 2014 (concentrazioni di CrVI, livelli di falda, piovosità).

5.3.1 Sorgenti primarie di contaminazione

Per quanto concerne le sorgenti primarie di contaminazione, le attività realizzate in Sito hanno permesso di rimuovere, a completamento delle attività di demolizione effettuate negli anni scorsi, le possibili residue sorgenti primarie di contaminazione, costituite dall'ex-impianto di depurazione e dalla relativa impiantistica. Attualmente si individuano, pertanto, solamente sorgenti secondarie di contaminazione, costituite dai terreni contaminati e, marginalmente, dalle solette di fondazione relative alle aree di ubicazione delle vasche di cromatura.

5.3.2 Sorgenti secondarie di contaminazione e percorsi di migrazione

A partire dalla ricostruzione del modello concettuale effettuata in fase di elaborazione di AdR (maggio 2007) e nelle successive fasi di Progettazione Preliminare (settembre 2007) e di Conferenze dei Servizi (gennaio-febbraio 2009), sono stati individuati interventi per il confinamento e trattamento della contaminazione nel sottosuolo del Sito che ricomprendessero l'orizzonte di oscillazione della falda (individuato in sede di AdR fra



--22 m e -25⁽⁸⁾ m da p.c.), focalizzando l'attenzione proprio su tale porzione di sottosuolo in quanto soggetta a fenomeni di solubilizzazione della componente residuale di Cromo VI presente nel terreno ad opera delle acque di falda.

Tale fenomeno risulta evidente confrontando la concentrazione del Cromo VI nel piezometro G6 (**Tavola 1**), posto immediatamente a valle idrogeologico della zona a maggiore contaminazione nei terreni, con l'andamento del livello di falda rilevati nel pozzo di monte G1⁽⁹⁾.

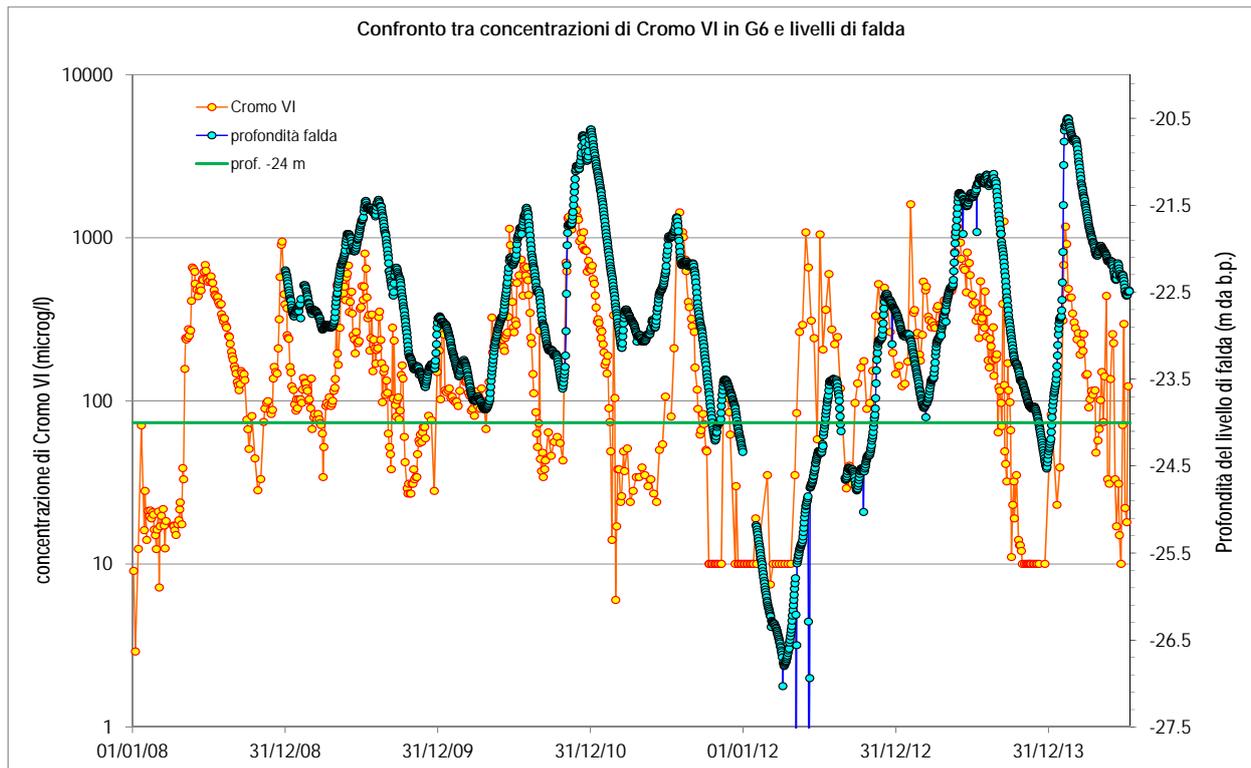


Figura 2: Grafico – Correlazione fra la concentrazione di Cromo VI nel pozzo G6 ed il livello di falda

La correlazione, tuttavia, presenta diverse anomalie. Una verifica dettagliata, infatti, mostra che la correlazione non è costante, bensì si rilevano diversi periodi temporali non in sincronia di fase oppure in cui a parità di livello non corrisponde una pari concentrazione. In particolare una concentrazione stabile attorno ai 100 ug/l a gennaio-febbraio 2009 corrisponde ad un livello di falda di circa -22,6 m da p.c., mentre in presenza della concentrazione stabile a gennaio-febbraio 2010 si rileva un livello di falda a circa -23,7 m da pc. Inoltre a marzo-aprile 2011 con falda compresa fra -22,7 e -23,0 m la concentrazione di Cromo esavalente è compresa fra 20-40 ug/l.

Tali elementi devono essere considerati anche alla luce di quanto emerso a seguito delle indagini ed analisi eseguite nel Sito nell'ambito delle Prove Pilota. Da un punto di vista litostratigrafico, le indagini integrative realizzate in Sito hanno confermato la presenza di un orizzonte di ghiaie cementate, a partire da circa -22 m dal p.c., che costituisce un livello a minore permeabilità continuo nella parte centrale del Sito. Tale livello non rappresenta un orizzonte di separazione fra due acquiferi, tuttavia costituisce un elemento di discontinuità per la contaminazione, dovuta all'effetto di rallentamento del Cromo VI in corrispondenza del livello cementato (dotato di minore porosità efficace e permeabilità), ipotesi confermata dai valori delle

⁸Il monitoraggio freaticometrico eseguito negli ultimi anni ha evidenziato fluttuazioni anche maggiori, indicativamente comprese fra i -21 ed i -27 m dal p.c.

⁹Fonte Etra: dati relativi alle analisi chimiche settimanali sulle acque di falda ed al monitoraggio freaticometrico con sensore nel pozzo G1.



concentrazioni di Cromo VI rilevate in fase di caratterizzazione (cfr. Tabella pag. 35 del Progetto Preliminare), che mostrano in alcuni sondaggi una significativa variazione fra quelle rilevate al di sopra ed al di sotto dell'orizzonte cementato.

Anche i risultati dei test di lisciviazione eseguiti sui campioni di terreno prelevati dal sondaggio P4 hanno evidenziato concentrazioni di Cromo VI negli eluati sostanzialmente differenti, con valori significativamente maggiori alla profondità di 23 m da p.c. rispetto a quelle rilevate alla profondità di 25 m dal p.c.

Vanno al contempo considerati:

- gli elevati valori di concentrazione di Cromo VI rilevati nei campioni di terreno superficiali prelevati nel settore centrale del Sito (pozzetti 1-2) e, in particolare, nei relativi eluati dei test di lisciviazione realizzati;
- gli elevati valori di concentrazione di Cromo VI rilevati anche nelle analisi di omologa sul calcestruzzo delle pavimentazioni, che evidenziano il potenziale rilascio di contaminazione anche da questi materiali.

Ciò porta a ritenere potenzialmente critico, per la possibile propagazione della contaminazione in falda, il meccanismo di percolazione e trasporto in soluzione della fase idrosolubile dei contaminanti dal terreno insaturo ad opera dell'infiltrazione dovuta alle precipitazioni meteoriche.

L'influenza di tale meccanismo sulla contaminazione rilevabile nelle acque di falda trova conferma dalla correlazione fra la concentrazione del Cromo VI nel piezometro G6 e le precipitazioni meteoriche registrate presso la stazione Meteo di Rosà (ArpaV).

Il grafico (**Figura 2**) evidenzia una buona correlazione fra la concentrazione di Cromo VI e le piogge che risulta ancora più evidente in **Figura 3**, in cui sono riportati i grafici annuali, dal 2008 al 2014, della concentrazione di Cromo esavalente rispetto alla media mobile delle precipitazioni. L'impiego della media mobile diventa più rappresentativa in quanto tiene conto dei periodi maggiormente piovosi rispetto agli eventi eccezionali intensi ma brevi.

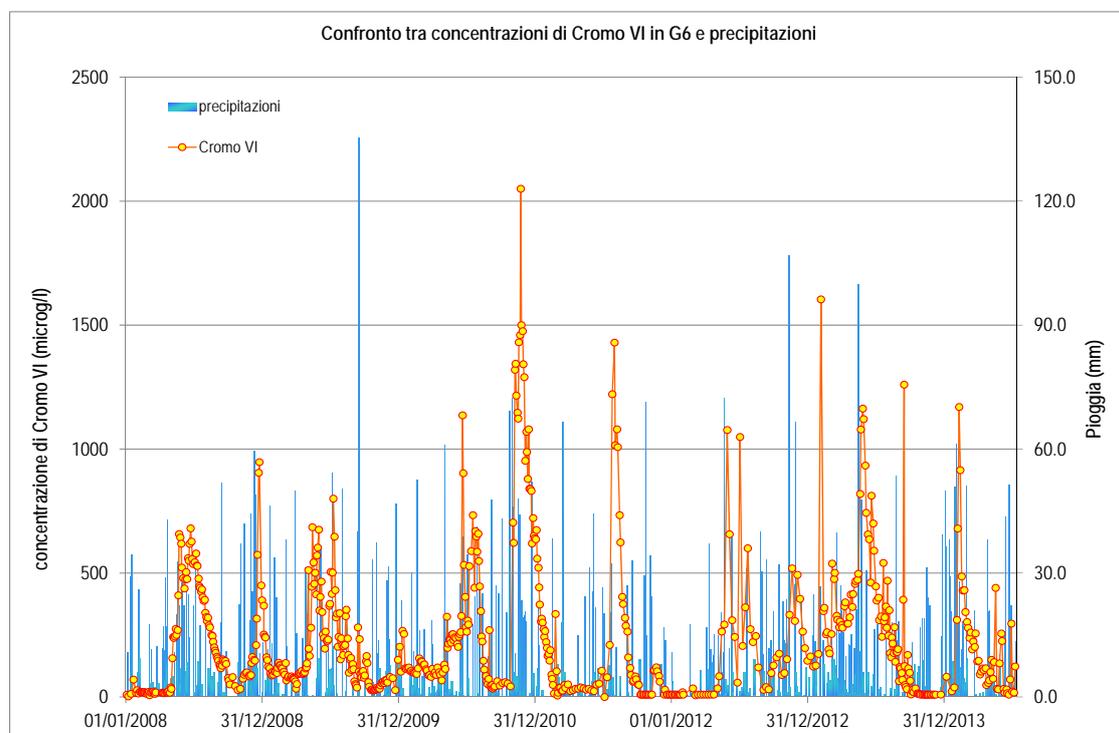
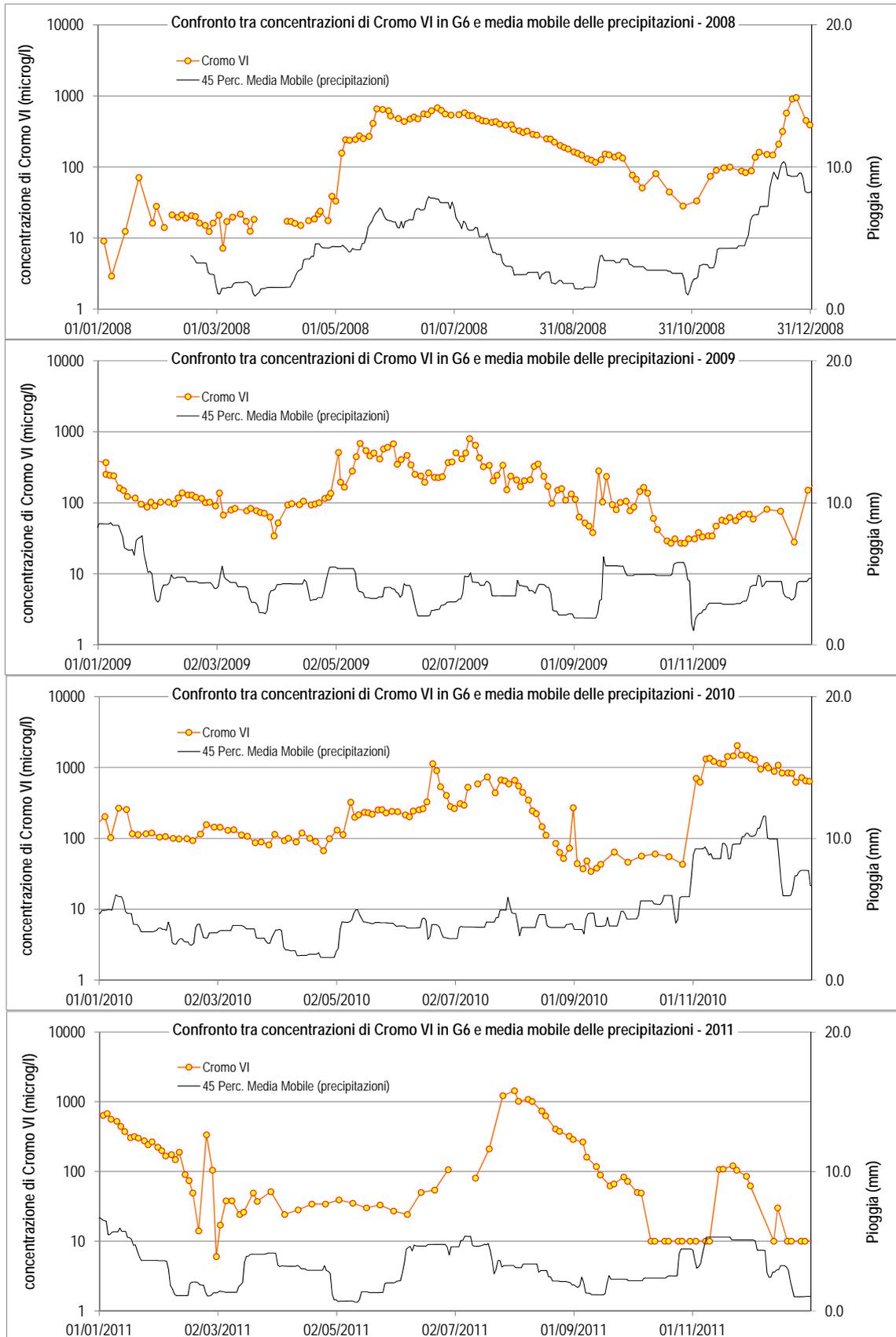


Figura 3: Grafico – Correlazione fra la concentrazione di Cromo VI nel pozzo G6 e piovosità (giornaliera)



PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA APPALTABILE EX GALVANICA PM - RELAZIONE GENERALE



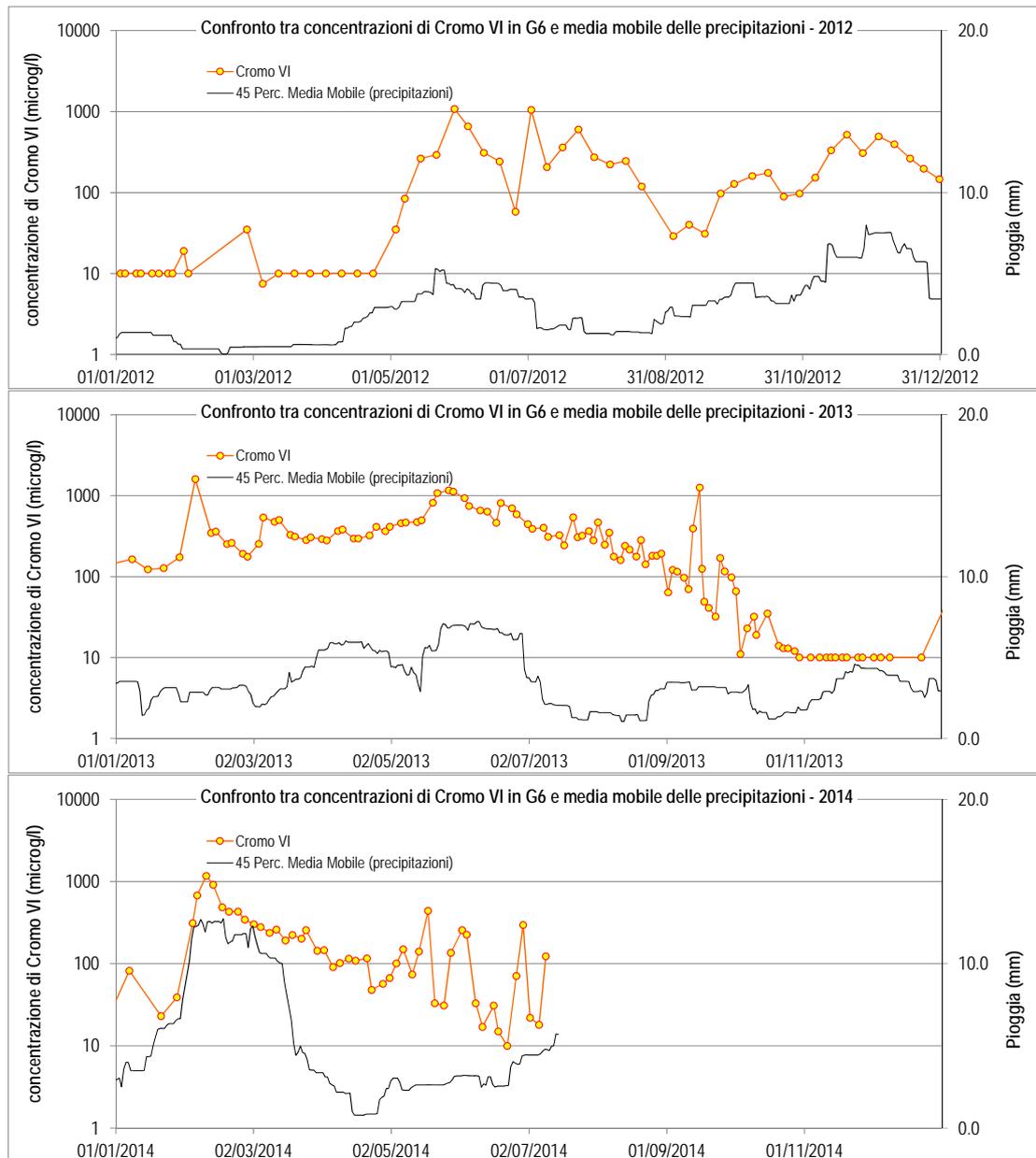


Figura 4: Grafico – Correlazione fra la concentrazione di Cromo VI nel pozzo G6 e piovosità (media mobile)

In questo contesto, peraltro, potrebbe assumere un'importanza non secondaria la presenza dell'orizzonte cementato sopra discusso, che può costituire un elemento di diffusione laterale durante la migrazione verticale del contaminante.

Sulla base di quanto sopra discusso, si può ritenere che:

- il percorso di propagazione della contaminazione legato all'azione di lisciviazione esercitata dalla falda sul terreno nella zona di oscillazione è ancora attivo, ma, di fatto, differenziato verticalmente all'interno della zona vadosa, con una contaminazione ancora potenzialmente solubilizzabile significativamente minore oltre i 24-25 m di profondità dal p.c.;
- il percorso di propagazione della contaminazione legato all'infiltrazione delle acque meteoriche attraverso sottosuolo insaturo non è trascurabile ed anzi può risultare potenzialmente più critico, visti i riscontri sulla buona correlazione fra gli eventi meteorici locali e gli incrementi di concentrazione di Cromo VI nel tempo ed i risultati delle analisi effettuate in Sito nell'ambito delle Prove Pilota.



PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA APPALTABILE EX GALVANICA PM - RELAZIONE GENERALE

Alla luce di tali considerazioni si può ragionevolmente ritenere che gli interventi progettuali per la messa in sicurezza del Sito possano essere mirati ad intervenire entro i primi 24 metri di profondità del terreno nelle aree di interesse, attraverso opportune opere di confinamento fisico e di inertizzazione chimica del sottosuolo. Risulta evidente, inoltre, che deve essere posta particolare attenzione alla protezione del sottosuolo dall'infiltrazione delle acque meteoriche, che costituisce un elemento critico per la propagazione della contaminazione dai terreni insaturi alle acque di falda.



6.0 CRITERI DI PROGETTO ED ANALISI DELLE ALTERNATIVE

6.1 Analisi delle alternative progettuali

Nel seguito si riporta un'analisi delle alternative progettuali effettuate a partire dalle valutazioni contenute nel Progetto Preliminare e dalle evidenze derivanti dalle attività di prove pilota eseguite in Sito.

6.1.1 Alternative di bonifica valutate nel Progetto Preliminare e nella CdS del 17/02/2009

Nell'ambito del Progetto Preliminare di Bonifica, sulla base delle possibili tecniche di bonifica vagliate, erano state individuate tre tipologie di intervento potenzialmente applicabili per il Sito.

- 1) Intervento di asportazione completa dei terreni con concentrazioni di contaminanti superiori alle CSR calcolate e successivo smaltimento off-site.
- 2) Intervento di trattamento dei terreni contaminati in situ.
- 3) Confinamento statico di tipo "perimetrale" e "di fondo".

L'ipotesi progettuale n.1 prevede uno scavo con appositi mezzi d'opera (escavatori idraulici a funi) di tutto il terreno contaminato che superi le CSR, su un'area di intervento di 2.400 m² e sino alla profondità di 27 m da p.c. Viste le elevate profondità di intervento, lo scavo risulta realizzabile solo mediante la realizzazione di opportuni muri perimetrali armati e di idonei sistemi di abbassamento del livello di falda (tipo well point) una volta raggiunto il livello di oscillazione della stessa (22 m da p.c.). Tale tipologia di intervento risulta fortemente impattante da un punto di vista gestionale (opere provvisorie ed ingenti volumi di terreno contaminato da movimentare) e fortemente onerosa dal punto di vista economico, il costo complessivo per tale ipotesi è infatti stato stimato in 25.000.000 €.

L'ipotesi progettuale n.2 prevede un intervento di detossificazione del terreno contaminato mediante iniezione di reagenti chimici con la tecnica del jet-grouting, su una superficie di 2.400 m² (2.000 iniezioni), trattando i terreni saturi da 21 a 26 m dal p.c. e, nell'area caratterizzata dalle maggiori concentrazioni nei terreni, tutto lo spessore di terreno saturo ed insaturo (0-26 m da p.c.). Tale ipotesi risulta poco impattante sulle aree limitrofe e più flessibile da un punto di vista operativo, con un costo complessivo stimato pari a 19.500.000 €.

L'ipotesi progettuale n.3 prevede un intervento di confinamento statico dei terreni contaminati, mediante creazione di un diaframma perimetrale formato da colonne di terreno consolidato mediante tecnica di jet-grouting ed un tappo di fondo, da realizzarsi con la medesima tecnica. L'area di intervento ha una superficie pari a 2.400 m² e l'attività di confinamento è prevista fino a 30 m da p.c., con la realizzazione del tappo da 25 a 30 m dal p.c. Tale tipologia di intervento comporta vincoli all'utilizzo dell'area e necessità di monitoraggio nel lungo periodo, tuttavia risulta significativamente meno onerosa degli altri interventi analizzati, con un costo complessivo pari a 9.750.000 €.

Tutte le ipotesi di intervento prevedevano in ogni caso la realizzazione di una copertura superficiale (pacchetto di capping), atta ad impedire l'infiltrazione verticale delle acque meteoriche nel terreno contaminato, vista l'elevata solubilità dei contaminanti presenti.

Ulteriore elemento comune alle tre alternative, era la realizzazione di una barriera idraulica a valle del sito con impianto di trattamento delle acque emunte (intervento già realizzato da ETRA).

Lo scenario di intervento che prevedeva il confinamento statico, delineato con il Progetto preliminare, è stato modificato nel corso dell'iter di discussione/approvazione degli interventi di bonifica per il Sito ed in particolare nella Conferenza dei Servizi (CdS) del 17.02.2009 in cui è stata valutata ed approvata la proposta progettuale di cui alla nota del prof. Colleselli del 11.02.2009, contenente un quadro economico per un intervento che comprendeva sia un confinamento definitivo (perimetrale e di fondo), sia un trattamento chimico (orizzonte di oscillazione della falda).

L'importo complessivo di progetto preliminare rivisto da prof. Colleselli (comprensivo di spese tecniche, imprevisti, IVA, ecc) è di euro 8.322.847,50: tale importo non tiene in ogni caso conto delle attività di smaltimento dei materiali di risulta provenienti da demolizioni, scavi, perforazioni e jetting, il cui costo complessivo non è sicuramente trascurabile (nel Progetto di Tedesi si stima superiore ai 2 milioni di euro).



Fra le alternative progettuali, quindi, a seguito della presentazione del Progetto Preliminare e della successiva fase di discussione tecnica in sede di CdS è stato delineato un intervento di bonifica che comprendeva le seguenti attività:

- demolizione delle strutture esistenti in Sito;
- contenimento fisico: realizzato su un'area di 2.400 m² attraverso un'impermeabilizzazione del fondo (tappo di fondo) mediante *jet-grouting* da 28 a 30 m da p.c. e realizzazione di un diaframma verticale di cinturazione mediante tecnologia "cutter soil mixing" ("CSM") fino ad una profondità di 30 m dal p.c.;
- trattamento della zona di oscillazione della falda: realizzato per il terreno contaminato ubicato tra 22 e 28 m da p.c., all'interno della cinturazione, con trattamento mediante riduzione del Cr VI ed immobilizzazione dei metalli, tramite l'utilizzo di miscele riducenti, in modo da limitare la cessione di contaminanti in falda;
- impermeabilizzazione superficiale: capping impermeabile superficiale per ridurre al minimo l'infiltrazione di acque meteoriche.

La suddetta soluzione doveva essere "sperimentata" preliminarmente attraverso prove di laboratorio ed attraverso campi prova.

6.1.2 Tecniche di intervento valutate nell'ambito delle prove pilota

Nel corso delle prove pilota di trattamento (2011-2013), eseguite dalla ditta Mubre sotto la direzione lavori di Golder, sono state valutate sia le sostanze chimiche più efficaci, fra quelle testate, per il trattamento dei terreni mediante la riduzione chimica del CrVI, sia le tecniche e le modalità esecutive applicabili per la realizzazione del tappo di fondo e del diaframma.

Per quanto riguarda i reagenti chimici, i batch test eseguiti in laboratorio, eseguiti a diversi dosaggi e tempi di prova, hanno permesso di testare l'efficacia di 5 diverse sostanze stabilizzanti del terreno contaminato. Al termine delle prove, gli eluati dei test di lisciviazione eseguiti hanno fatto rilevare la miglior efficacia nella riduzione del CrVI, già ai dosaggi più bassi, per il composto polisolfuro di calcio (CaS₄). Le concentrazioni di CrVI rilevate negli eluati sono risultate in generale conformi alle CSC per le acque di falda. Il composto è stato testato successivamente anche in test a colonna singola ed all'interno della "cella reattiva", facendo rilevare, dalle analisi sulle acque e sugli eluati prelevati all'interno della stessa, il rispetto delle CSC ed evidenziando, quindi, una elevata efficacia nella riduzione del CrVI anche nell'applicazione su scala pilota in situ.

Per quanto riguarda la realizzazione del diaframma perimetrale, le Specifiche Tecniche prevedevano, sulla base dell'ipotesi progettuale sviluppata dal prof. Colleselli, la realizzazione del diaframma perimetrale della cella reattiva fino ai 30 m di profondità, mediante tecnica CSM.

In corso d'opera, sono emersi, tuttavia, dei nuovi elementi di carattere litostratigrafico che hanno portato a riconsiderare l'adozione di una diversa tecnologia realizzativa per il diaframma perimetrale, come evidenziato nella Variante n.1 del gennaio 2013. Le attività di perforazione per la realizzazione di pozzi di grande diametro eseguite dalla ditta Artesia (su incarico di ETRA) nell'ambito della realizzazione della nuova barriera idraulica nell'area sud est del sito, hanno evidenziato la presenza a profondità superiori ai 12-15 m dal p.c. di trovanti ed elementi lapidei di considerevoli dimensioni, anche di 30-50 cm di diametro o superiori, non evidenziati nelle precedenti fasi di caratterizzazione e nell'esecuzione dei sondaggi nell'ambito dei campi prove, in quanto le modalità di perforazione ed i diametri utilizzati non consentivano di valutare correttamente le dimensioni effettive dei trovanti che venivano frantumati in fase di carotaggio.

Tali circostanze hanno portato a mettere pesantemente in discussione la modalità inizialmente prevista per l'esecuzione dei pannelli, in quanto i terreni rinvenuti avrebbero potuto determinare l'impossibilità di operare l'estrazione delle frese del CSM a seguito di un accumulo di elementi lapidei delle suddette dimensioni, che avrebbero potuto portare ad un blocco degli ingranaggi in fase di risalita. Ulteriori conferme in merito sono state ottenute attraverso la realizzazione di due ulteriori sondaggi geognostici in corrispondenza del previsto tracciato del CSM (lato nord-lato ovest), fino a 30 m dal p.c., ponendo particolare attenzione alla



perforazione a partire dagli orizzonti di rinvenimento dei trovanti. Tali indagini hanno evidenziato la presenza di blocchi litoidi di dimensioni pluridecimetriche alle profondità di circa 14-15 m e 20-22 m dal p.c.

A seguito delle evidenze sopra indicate, è stato effettuato un incontro tecnico presso gli uffici del Comune di Tezze sul Brenta (VI) a cui hanno partecipato la D.LL., il Comune, l'Impresa ed il prof. Colleselli (già consulente del Comune). Dalle considerazioni sugli elementi litostratigrafici riscontrati, si è ritenuta perseguibile l'ipotesi di realizzare i pannelli con diversa tecnologia, purché idonea a raggiungere le medesime caratteristiche dimensionali e prestazionali del manufatto. I pannelli del diaframma perimetrale sono stati pertanto realizzati con tecnica di scavo mediante benna mordente manovrata sulla verticale mediante sistema rigido tipo Kelly e riempimento con miscele autoindurenti. È stato previsto uno spessore maggiore rispetto ai pannelli CSM, ovvero 100 cm, con sovrapposizione dei conci per una lunghezza di 50 cm.

Nel corso delle operazioni di esecuzione del diaframma mediante sistema Kelly, si sono manifestate difficoltà di avanzamento della benna mordente a partire dalle profondità di circa -22/-24 m dal p.c., già dalla realizzazione dei primi pannelli. Non è stato possibile, infatti, infiggere la benna nel terreno in posto presente a tali profondità, per la presenza di uno strato cementato (ghiaie cementate o conglomerate) ad elevato livello di consolidamento.

La presenza di orizzonti localmente cementati, documentata nelle fasi di caratterizzazione effettuate da Arpav, è stata evidenziata nelle stratigrafie prodotte dalla ditta Artesia, che per conto di ETRA ha realizzato i pozzi della nuova barriera idraulica, nonché dall'analisi visiva dai reperti che è stato possibile analizzare in Sito. A tal proposito, nell'ambito delle prove pilota, sono state eseguite apposite indagini geofisiche che hanno confermato la presenza di tali orizzonti a partire da circa 21 m dal p.c. (cfr. relazione **RS1**).

A seguito delle difficoltà riscontrate nell'avanzamento dello scavo mediante Kelly a partire dalle quota di circa -22/-24 m dal p.c., dopo specifiche consultazioni tra la D.LL. e l'Impresa, è stato disposto di modificare il sistema di scavo del diaframma del campo prova B utilizzando in aggiunta al Kelly anche una macchina operatrice "rotary". Al fine di consentire di effettuare anche lo scavo degli strati rinvenuti alla profondità di -22/-24 metri da p.c. sono stati impiegati diversi utensili terminali, arrivando a realizzare fino a 3 pali secanti con utensile da 1 m senza tuttavia ottenere significativi miglioramenti nel raggiungimento delle profondità di perforazione previste in progetto.

Il completamento della diaframmatrice perimetrale fino a -30 m dal p.c. è stato eseguito mediante colonne formate con la tecnica delle iniezioni a bassa pressione con miscela cemento-bentonitica. Tale sovrapposizione di tecniche non ha permesso di garantire, tuttavia, la tenuta idraulica della cella reattiva.

L'esecuzione del diaframma mediante tecnologia di scavo e riempimento con sistema Kelly, pertanto, può ritenersi realizzabile, per le caratteristiche litostratigrafiche proprie del Sito, sino ad una profondità massima di 24 m dal p.c.

Per quanto concerne l'esecuzione del tappo di fondo, sono state valutate le tecniche del jet-grouting ed iniezioni a basse pressioni attraverso tubi valvolati.

Sono stati evidenziati, mediante misurazione diretta (campo prove A), diametri fino a 1,8 m per il jet grouting e fino a 1,2 m per le iniezioni a bassa pressione. Il tappo di fondo è stato realizzato tra -28 m e -30 m da p.c., all'interno dell'area diaframmatrice realizzata in precedenza.

La tecnologia scelta per la realizzazione del tappo di fondo è stata quella che prevede l'utilizzo di perforazioni con installazione di canne manchettes ed iniezioni a bassa pressione: a fronte, infatti, di un raggio di influenza maggiore rilevato con jet grouting, i riscontri sulla presenza di trovanti, sopra descritti, hanno portato a considerare non affidabile la tecnica del jet grouting per la realizzazione del tappo di fondo. La presenza dei suddetti trovanti, infatti, può influire negativamente sull'omogeneità del trattamento di impermeabilizzazione, in quanto il getto di miscele cemento-bentonitiche potrebbe essere deviato dagli elementi di maggiori dimensioni, con la possibile creazione di porzioni di terreno non completamente rivoltate e miscelate dal getto in pressione. Alla luce di tali considerazioni, si è ritenuto di migliorare l'applicabilità nella realizzazione del tappo di fondo mediante iniezioni a bassa pressione con tubi valvolati,



che permettono di permeare la porosità del terreno con le miscele scelte senza incorrere nelle problematiche dovute alla granulometria sopra descritte, nonché consentono di effettuare più passate di iniezione qualora le esigenze operative lo rendessero necessario.

6.1.3 Alternative in merito all'estensione dell'area di trattamento

La perimetrazione dell'area di intervento mediante confinamento o inertizzazione chimica era stata definita nell'ambito del Progetto Preliminare sulla base dei risultati delle indagini di caratterizzazione e degli esiti dell'AdR e comprendeva sostanzialmente i capannoni cromatura e centrale del Sito, nonché le aree esterne agli stessi ad ovest ed a nord, per una superficie complessiva di 2.400 m².

A seguito delle attività di demolizione e di scavo realizzate in corrispondenza dell'ex-impianto di depurazione acque della Galvanica ed alla luce dei risultati dei relativi campionamenti di pareti e fondo scavo, nella Relazione sui risultati delle prove pilota (cfr. relazione **RS1**) è stata ipotizzata una perimetrazione ridotta dell'area di confinamento/trattamento (1.500 m²). Tale ipotesi prevedeva una perimetrazione comprensiva unicamente dei fabbricati (capannone cromatura e capannone centrale) e nelle aree esterne (cortile nord e corridoio ovest), solamente attività di scavo selettivo e realizzazione del pacchetto di capping.

Tale ipotesi è stata discussa nel corso del tavolo tecnico del 28 marzo 2014, durante il quale, di concerto con ArpaV, è stata individuata una possibile ulteriore riduzione del perimetro da confinare. In particolare si è ritenuto opportuno definire una riduzione dell'area di intervento in corrispondenza della porzione più a sud del capannone centrale, zona nella quale i sondaggi effettuati nelle fasi di caratterizzazione non avevano dato riscontro di superamenti delle CSC industriali. L'area di confinamento/trattamento valutata in quest'ultima ipotesi risulta avere una superficie complessiva⁽¹⁰⁾ di circa 1.230 m².

Nella valutazione delle alternative circa l'estensione dell'area da trattare, si deve tenere in considerazione che nelle aree nord ed ovest del Sito, esterne ai capannoni, sono già state effettuate significative attività di demolizione di strutture fuori terra ed interrato, con successiva asportazione di più di 600 ton di terreno contaminato e che i campionamenti di pareti e fondi scavo non hanno evidenziato superamenti della CSR per il CrVI nei suoli insaturi né del valore di 10 volte la CSC. Inoltre, i sondaggi spinti più in profondità nel terreno (20-23 m) in queste aree, nelle fasi di caratterizzazione, non avevano evidenziato superamenti della CSC per tale contaminante.

A tali elementi va aggiunto che, come già evidenziato nell'Addendum alla Relazione sui risultati delle prove pilota (cfr. relazione **RS1**), i costi di perforazione ed iniezione di miscele consolidanti o reagenti ed i costi di diaframmatrice incidono pesantemente sull'impatto economico dell'opera e sui tempi di realizzazione della stessa, pertanto l'ipotesi di intervenire con attività di confinamento/trattamento anche nelle aree esterne ai succitati capannoni risulterebbe significativamente onerosa.

Tali elementi portano a ritenere che l'alternativa di perimetrazione dell'area che permette di ottimizzare l'intervento di bonifica in un'ottica di valutazione costi-benefici, sia quella che prevede di operare nell'area di minore estensione fra quelle sopra discusse, che comprende il capannone cromatura e, parzialmente, quello centrale. Tale intervento dovrà essere in ogni caso integrato, nelle aree esterne, da opportune attività di scavo e smaltimento del terreno ed opere di capping superficiale, secondo criteri che verranno discussi in seguito.

6.1.4 Considerazioni sull'utilizzo della tecnologia Sapio

L'utilizzo di gas tecnici contenenti idrogeno per la riduzione chimica del Cr VI era stato annoverato fra le possibili tecnologie di inertizzazione del terreno nel Progetto Preliminare del 2007 e la possibilità di effettuare in merito prove sperimentali in situ è stata approvata dagli Enti nell'ambito della CdS del 18 marzo 2010.

La tecnologia testata nel corso della sperimentazione mediante gas tecnici è brevettata dalla Sapio con il nome di *Soilution* e consiste in generale nello sparging di una miscela di idrogeno (<4% in volume) e azoto, attraverso opportuni sistemi di stoccaggio dei gas ed iniezione degli stessi.

¹⁰ Si intende la superficie interna al tracciato del diaframma.



Nelle relazioni sui risultati dei test effettuati da Sapio, per il cui dettaglio si rimanda alla relazione **RS2**, vengono riportati gli esiti dei campionamenti effettuati sulle matrici sottosuolo e acque di falda trattate, evidenziando l'efficacia della miscela utilizzata nella riduzione del CrVI presente. Tali relazioni sono state recepite dagli Enti nell'ambito della CdS del 28 maggio 2014.

Il sistema *Soilution* è, come detto, una tecnologia soggetta a brevetto. Tale elemento non permette di definire le sezioni impiantistiche nei termini richiesti per una progettazione appaltabile, ovvero fornendo dettagli tecnici e procedurali che possano essere riproposti e quotati in sede di offerta da parte dei soggetti partecipanti alla gara d'appalto. Inoltre, dalla relazione Sapio presentata in sede di CdS del 28 maggio 2014, si evince che i costi, stimati in via preliminare, sono comunque riferiti ad un solo anno di utilizzo della miscela di gas e degli apparati di iniezione. Dal momento che non è definita una tempistica per il completamento dell'attività di bonifica di terreno ed acque di falda, non è possibile in sede progettuale definire tempi e costi di intervento.

Quanto sopra discusso porta a ritenere che, in questa sede, in virtù della necessità di redigere un progetto appaltabile ai sensi della vigente normativa sui lavori pubblici, non sia di fatto possibile definire un intervento di trattamento chimico dei terreni mediante la tecnologia brevettata da Sapio. La possibilità di utilizzo di tale tecnologia potrà in ogni caso essere valutata, da apposita commissione tecnica, qualora la stessa fosse proposta in sede di gara d'appalto quale variante migliorativa, secondo i criteri indicati al capitolo 17.

6.1.5 Considerazioni conclusive sulle alternative progettuali

Le alternative progettuali valutate a partire dalla fase di approvazione del Progetto Preliminare e le attività eseguite nel corso delle prove pilota di trattamento in Sito, hanno permesso di affinare la soluzione progettuale del confinamento con trattamento in sito del terreno, operando le seguenti scelte:

- rispetto alle ipotesi iniziali (CSM o jet grouting), il confinamento laterale può essere effettuato in Sito attraverso la realizzazione di un diaframma plastico mediante tecnica di scavo e riempimento attraverso un sistema tipo "Kelly"; la possibilità di realizzare un confinamento laterale mediante iniezioni con tubi valvolati, per quanto tale sistema consenta di ridurre i materiali da inviare a smaltimento e quindi di ridurre i costi operativi (cfr. relazione **RS1**), si ritiene, in ultima analisi, che offra minori garanzie di tenuta rispetto al diaframma con scavo e riempimento e pertanto non viene proposta in questa sede;
- la realizzazione del diaframma mediante sistema "Kelly" può essere effettuata sino ad una profondità massima di ca. 24 m da p.c.; come evidenziato al paragrafo 5.3, tale profondità risulterebbe in ogni caso idonea per intervenire negli orizzonti di terreno, nella zona di oscillazione della falda e nei terreni insaturi, ancora maggiormente impattati dalla contaminazione;
- per la realizzazione del tappo di fondo si ritiene di migliore applicabilità la tecnica delle iniezioni a basse pressioni mediante tubi valvolati; rispetto alla tecnica inizialmente prevista (jet-grouting), tale tecnica permette di ovviare a problematiche legate alla presenza di trovanti di grandi dimensioni e consente di effettuare più passaggi di iniezione;
- il reagente individuato per il trattamento chimico del terreno (saturo ed insaturo) è il polisolfuro di calcio (CaS_4), che ha evidenziato la migliore efficacia di riduzione del CrVI in laboratorio rispetto alle sostanze testate ed ha confermato tale efficacia nelle prove in situ;
- l'estensione dell'area di confinamento e trattamento può essere ridotta, rispetto alle ipotesi delle fasi preliminari, sino a comprendere sostanzialmente i capannoni ove venivano effettuate le attività di cromatura, agendo al contempo con attività di scavo selettive e di realizzazione del pacchetto di capping nelle aree esterne.

In merito a quanto sopra riportato, si ritiene opportuno segnalare che la realizzazione di un manufatto di confinamento laterale, per quanto prevista in sede di progettazione preliminare e nelle fasi successive di campi prova, è stata oggetto di discussione nel tavolo tecnico del 28 marzo 2014 e nella successiva CdS del 28 maggio 2014. In tali occasioni gli Enti hanno espresso alcune perplessità circa l'opportunità di esecuzione di tale opera, viste le difficoltà tecniche emerse nella realizzazione della stessa su scala pilota (cella reattiva) ed il mancato raggiungimento di una tenuta idraulica.



A tal proposito si ritiene, come già evidenziato nella Relazione sugli esiti delle prove pilota, che l'effetto contenitivo del diaframma perimetrale, verificato nel corso di tali prove, consenta in ogni caso di limitare fortemente fenomeni di dilavamento e trasporto del reagente iniettato, garantendo un idoneo tempo di permanenza all'interno del volume di trattamento, nonché di contenere possibili effetti di mobilitazione di contaminazione eventualmente indotti dalle attività di perforazione in fase operativa. Inoltre, il confinamento laterale è atto ad impedire possibili fenomeni di lisciviazione dei contaminanti da parte di filtrazione di acque meteoriche secondo percorsi non verticali.

La possibilità di realizzare un intervento di bonifica che non preveda l'esecuzione di un diaframma perimetrale potrà comunque essere considerata nell'ambito della valutazione delle eventuali varianti migliorative in sede di Gara (cfr. cap. 17).

6.2 Criteri di progetto

Il progetto viene redatto, in generale, sulla base di quanto previsto dall'articolo 242 del D.Lgs. 152/2006 e smi e dall'Allegato 3 al titolo V del D.Lgs. 152/2006, ossia:

- a) privilegiare le tecniche di bonifica che riducono in modo permanente e significativo le concentrazioni nelle diverse matrici ambientali, gli effetti tossici e la mobilità delle sostanze inquinanti;
- b) privilegiare le tecniche di bonifica tendenti a trattare e riutilizzare il suolo nel sito, trattamento in situ ed on-site del suolo contaminato, con conseguente riduzione dei rischi derivanti dal trasporto e messa a discarica di terreno inquinato;
- c) privilegiare le tecniche di bonifica/messa in sicurezza permanente che blocchino le sostanze inquinanti in composti chimici stabili;
- d) privilegiare le tecniche di bonifica che permettono il trattamento ed il riutilizzo nel sito anche dei materiali eterogenei o di risulta utilizzati nel sito come materiali di riempimento;
- e) prevedere il riutilizzo del suolo e dei materiali eterogenei sottoposti a trattamenti off-site, sia nel sito medesimo, sia in altri siti che presentino caratteristiche ambientali e sanitarie adeguate;
- f) evitare ogni rischio aggiuntivo a quello esistente di inquinamento dell'aria, delle acque sotterranee e superficiali del suolo e sottosuolo, nonché ogni inconveniente derivante da rumori e odori;
- g) evitare rischi igienico sanitario per la popolazione durante lo svolgimento degli interventi;
- h) evitare ogni possibile peggioramento dell'ambiente e del paesaggio dovuto alle opere da realizzare.

In particolare i criteri progettuali per la Bonifica del Sito derivano dagli elementi definiti:

- in sede di Progetto Preliminare approvato;
- in sede di approvazione del Progetto Preliminare e con le modifiche apportate con le successive CdS del gennaio e febbraio 2009;
- a seguito delle risultanze delle prove pilota eseguite in Sito;
- a seguito di quanto discusso nel tavolo tecnico del 28 marzo 2014 e di quanto indicato dagli Enti in sede di CdS del 28 maggio 2014.

Nel dettaglio, sulla base degli elementi sopra descritti, ed alla luce della disamina delle alternative progettuali riportata al paragrafo precedente, i criteri progettuali sito specifici sono i seguenti:

- a) rimuovere almeno in parte le sorgenti secondarie residue di contaminazione quali fabbricati e terreni superficiali più contaminati, andando ad agire direttamente con l'asportazione di una massa significativa di contaminante;
- b) creare un volume di confinamento laterale e di fondo finalizzato a conterminare l'area di trattamento chimico, limitando fortemente fenomeni legati alla mobilitazione del contaminante od al dilavamento del reagente;



- c) inertizzare il terreno contaminato da CrVI con un trattamento di stabilizzazione (riduzione chimica) in situ, nelle aree maggiormente impattate dalla contaminazione nell'orizzonte di possibile oscillazione della falda;
- d) impedire la filtrazione superficiale e sotterranea delle acque meteoriche nel sottosuolo con conseguente dilavamento di terreno contaminato;
- e) restituire la superficie del Sito ad un uso compatibile con le previsioni urbanistiche, con l'uso e le destinazioni d'uso dei terreni circostanti e con eventuali vincoli ambientali residui (trattamento residuo o monitoraggio nel tempo delle acque sotterranee).

Sulla base di tali criteri, nonché in virtù di specifiche esigenze di utilizzo dell'area emerse da parte del Comune di Tezze, si possono fissare i seguenti elementi progettuali che costituiranno la base per gli interventi descritti nei capitoli successivi.

- **Demolizioni:** le demolizioni degli edifici (strutture portanti, murature, solette, fondazioni) comprenderanno tutti i fabbricati presenti in sito, ad eccezione del capannone sud, sede della nuova barriera idraulica e del relativo impianto di trattamento acque, e del capannone est, recuperabile nell'ambito delle future previsioni urbanistiche nell'area. Lo smaltimento dei materiali derivanti, in particolare, dal capannone cromatura, costituirà un primo intervento di rimozione di sorgenti secondarie di contaminazione, vista la presenza di CrVI permeato anche nei materiali di costruzione.
- **Scavi e smaltimento di terreno:** si prevede di effettuare un intervento di approfondimento dello scavo al di sotto delle solette nelle aree più impattate dalla contaminazione, con asportazione di un significativo volume di terreno fortemente contaminato ed effettuando quindi un intervento diretto di Bonifica per una parte di sorgenti secondarie (terreno insaturo); nelle aree esterne al confinamento, si prevede di eseguire interventi di scavo selettivi in corrispondenza di zone ove le indagini eseguite hanno evidenziato la presenza dei diversi contaminanti in concentrazioni maggiori di 10 volte il valore della CSC industriale.
- **Opere di confinamento laterale e di fondo:** si prevede di eseguire un confinamento laterale (diaframma perimetrale) e di fondo (tappo di fondo), con le tecniche discusse in precedenza, per un'area che comprende il capannone cromatura e si estende a sud sino a metà del capannone centrale, fino ad una profondità di 24 m dal p.c., con uno spessore del tappo di fondo pari a 2 m (22-24 m da p.c.).
- **Trattamento chimico:** il trattamento chimico dei terreni sarà effettuato all'interno del volume confinato, mediante l'iniezione del reagente CaS_4 . Il trattamento sarà effettuato al di sopra del tappo di fondo, per uno spessore tale da comprendere i massimi livelli di oscillazione della falda (15-22 m da p.c.).
- **Capping superficiale:** per quanto riguarda l'estensione del capping di copertura, si ritiene opportuno che lo stesso venga esteso, a partire dalle aree oggetto di trattamento, anche a nord e ad ovest delle stesse sino ai confini del Sito, in modo da impedire la percolazione di acque meteoriche nei terreni insaturi in aree in cui l'eventuale residua presenza di CrVI, seppur rilevato in concentrazione inferiore alla CSR definite dalla AdR, possa determinare una potenziale via di propagazione della contaminazione dai terreni alle acque di falda. Si ritiene, inoltre, che ai fini di un riutilizzo delle aree al termine degli interventi di bonifica il pacchetto di capping non potrà essere realizzato al di sopra delle pavimentazioni esistenti, bensì dovrà essere necessariamente realizzato al di sotto del piano campagna e sino al raggiungimento delle quote dello stesso.



7.0 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO E FASI OPERATIVE

Sulla base dei criteri discussi al capitolo precedente, in **Tavola 4** vengono evidenziate le aree di intervento e le principali attività previste nel Progetto.

Nei seguenti paragrafi viene riportata la descrizione delle attività di Progetto che l'Impresa Appaltatrice (IA), che si aggiudicherà la Gara indetta dalla Stazione Appaltante, dovrà eseguire sotto il controllo della Direzione Lavori (D.LL.), secondo la successione di fasi operative previste:

- Cantierizzazione.
- Attività preliminari alle opere di Bonifica.
- Interventi di Bonifica dei terreni (aree esterne ai capannoni).
- Demolizione dei fabbricati.
- Scavi e rinterri al di sotto delle solette rimosse.
- Realizzazione del confinamento laterale.
- Realizzazione del tappo di fondo.
- Trattamento chimico dei terreni.
- Realizzazione del pacchetto di capping superficiale.
- Rifacimento della superficie asfaltata esistente.

Per quanto riguarda i dettagli tecnico-operativi e le specifiche dei materiali si rimanda al documento **Capitolato Speciale d'Appalto (CSA) - Parte Tecnica** (documento n.13 del Progetto Operativo di Bonifica). In tale documento viene inoltre indicata tutta la documentazione e la reportistica che l'IA dovrà fornire alla D.LL. al fine di dare riscontro circa l'esecuzione delle attività previste come da Progetto.

7.1 Cantierizzazione

L'accesso al cantiere può avvenire dalla via Tre Case attraverso l'accesso multiproprietà ed il piazzale "Zen Export". L'IA dovrà predisporre opportuna recinzione di cantiere nell'area di ingresso a sud-est del Sito, al confine con la ditta Zen Export.

Le baracche di cantiere (uffici, servizi igienici) saranno installate in prossimità del piazzale Zen Export, nella parte sud-est del Sito. Una volta rimossa la copertura in eternit del capannone est e ripristinata la copertura con elementi metallici (cfr. paragrafi successivi), tale capannone potrà essere utilizzato per il ricovero di mezzi d'opera o per il deposito di forniture necessarie per le attività di Bonifica.

Il piazzale Nord sarà adibito all'installazione delle attrezzature per la realizzazione di diaframmi e perforazioni nel terreno e per il ricovero delle macchine operatrici di cantiere e per lo stoccaggio temporaneo di materiali (macerie di demolizione e terreni). Gli accantieramenti relativi a diaframmi e tappo di fondo dovranno essere portati in Sito almeno una settimana prima dell'inizio delle relative attività, senza ostacolare le attività in corso nelle fasi precedenti.

Si rimanda alle planimetrie allegare al Piano di sicurezza e Coordinamento (PSC) per la disposizione delle aree ed i presidi di accantieramento.

Per quanto riguarda gli allacciamenti, sono presenti nell'area sud del Sito, ove è operativo l'impianto di trattamento Etra, punti di allaccio alla rete elettrica Enel ed alla rete di acquedotto. L'IA avrà facoltà di installare un proprio quadro cantiere di derivazione dal punto di fornitura, dotato di apposito contatore.

Per quanto riguarda l'allaccio alla rete idrica, l'IA avrà l'onere di verificare la compatibilità della portata ammessa dall'utenza con quella necessaria per le diverse attività (sondaggi, iniezioni, pompaggio miscele cementizie) ed eventualmente di munirsi di appositi vasconi a tenuta per lo stoccaggio dei volumi necessari.



7.2 Attività preliminari

7.2.1 Campionamenti in banco di terreni e materiali da costruzione

Al fine di dare maggiore continuità alle attività demolizione dei fabbricati esistenti e di scavo del terreno contaminato, che verranno descritte nei paragrafi successivi, si prevede di eseguire un preliminare campionamento in banco di terreni e materiali da costruzione, con successiva analisi di omologa ai fini del loro smaltimento come rifiuti secondo la normativa vigente.

Con riferimento a quanto riportato in **Tavola 5**, nella seguente tabella si evidenziano i campioni che dovranno essere prelevati nell'ambito dei campionamenti in banco.

Tabella 4: Numero di campioni per campionamento in banco

Tipologia di materiale	Provenienza	N. incrementi	N. campioni	Rif.
Materiale da costruzione - solette	Capannone cromatura/centrale (area trattamento chimico)	6	1	C1
Materiale da costruzione - solette	Capannone centrale/locale uffici	5	1	C2
Materiale da costruzione - solette	Locale officina	1	1	C3
Materiale da costruzione – muri perimetrali (altezza 0-3 m)	Capannone cromatura	16	1	C4
Materiale da costruzione – muri perimetrali (altezza > 3 m)	Capannone cromatura	8	1	C5
Materiale da costruzione – muri perimetrali laterali (intera altezza)	Capannone centrale	9	1	C6
Materiale da costruzione – muri perimetrali (intera altezza) e soffitto	Locali uffici	6	1	C7
Materiale da costruzione – muri perimetrali (intera altezza) e soffitto	Locale officina	6	1	C8
Terreno - sotto solette capannoni	Capannone cromatura/centrale (area trattamento chimico)	6	1	C9
Terreno - sotto solette capannoni	Capannone centrale/locale uffici	6	1	C10
Terreno – area esterna ai capannoni	Corridoio ovest	3	1	C11
Totale campioni			11	



I campioni dovranno essere formati mediante omogeneizzazione degli incrementi prelevati ed identificati univocamente. Sui campioni verrà inizialmente determinata la pericolosità, secondo i riferimenti della DEC/2000/532/CE e successivamente stabilita l'idonea destinazione ai sensi del D.M. 27/09/2010⁽¹¹⁾.

Per altre tipologie di materiali di demolizione o scavo, più facilmente gestibili per i minori volumi di risulta o non campionabili in banco, saranno eseguiti campionamenti in cumulo in corso d'opera, come verrà in seguito indicato.

7.2.2 Rimozione coperture in lastre di cemento-amianto

La copertura dei capannoni presenti in Sito è costituita in lastre di cemento amianto, materiale che dovrà essere rimosso e gestito preliminarmente a qualsiasi attività di demolizione all'interno dei capannoni.

Le attività di rimozione di tali coperture dovranno seguire le norme e le procedure di riferimento per evitare la dispersione aerea delle fibre. In particolare le attività di campionatura ed analisi preliminari dovranno essere eseguite ai sensi del D.M. 06/09/94.

Preliminarmente alle attività di rimozione, l'IA dovrà redigere il Piano di Lavoro previsto dalle norme vigenti in materia (art. 256 comma 2 D.Lgs. 81/2008 e D.Lgs. 106/2009) per garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori e la protezione dell'ambiente esterno. Il Piano di lavoro dovrà essere trasmesso al servizio competente dell'ASL trenta giorni prima dell'inizio lavori.

Nel seguito si riporta una tabella in cui vengono evidenziate le superfici complessive (in pianta) di copertura con materiali contenenti amianto (MCA). La geometria, ad arco di circonferenza, delle lastre di copertura è evidenziata sulla documentazione fotografica; le lastre di controsoffitto sono a geometria piana.

Tabella 5: Coperture in cemento amianto presenti in Sito

Capannone	Tipologia di copertura	Superficie copertura (m ²)
Capannone cromatura ⁽¹²⁾	Doppio strato di lastre ondulate in cemento-amianto (copertura e controsoffitto)	654
Capannone centrale	Doppio strato di lastre ondulate in cemento-amianto (copertura e controsoffitto)	702
Capannone est	Doppio strato di lastre ondulate in cemento-amianto (copertura e controsoffitto)	416
Totale (m²)		1.772

Si rileva che, per buona parte delle coperture (capannone cromatura e capannone est), è presente una coibentazione in lana minerale al di sopra del controsoffitto, che dovrà essere rimossa e smaltita nell'ambito di questa fase.

Per quanto riguarda il capannone est, non oggetto di demolizione, una volta rimossa l'attuale copertura dovrà essere installata una nuova copertura in lamierino metallico, dotata di sistemi di gronde laterali per il recapito delle acque meteoriche alle linee di scarico. La copertura sarà in ogni caso installata al termine della demolizione dei locali uffici-officina, per evitare eventuali danneggiamenti della stessa.

¹¹ "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005".

¹² Al netto della superficie di copertura già demolita nell'ambito delle prove pilota.



7.2.3 Ricollocazione dei cumuli di materiale nel cortile nord del Sito

Nel cortile nord è inoltre presente un quantitativo pari a circa 95 mc di materiale misto riciclato (arginelli di contenimento; cumuli di diverse dimensioni). Tale materiale dovrà essere spostato mediante pale meccaniche nell'area nord-est del Sito, e potrà essere riutilizzato per le fasi di rinterro a seguito degli scavi.

7.3 Interventi di Bonifica dei terreni (aree esterne ai capannoni)

Preliminarmente alle attività di demolizione, dovranno essere effettuati gli interventi di scavo per la Bonifica dei terreni nelle aree del Sito esterne ai capannoni. Come detto in precedenza, i criteri per tale intervento sono i seguenti:

- intervenire nelle aree dove sono stati riscontrati superamenti maggiori di 10 volte la CSC industriale per i parametri ricercati;
- intervenire nel completamento della rimozione dell'hot spot di terreno nell'angolo nord-ovest del Sito.

Le attività di scavo e smaltimento del terreno comprenderanno, pertanto, i seguenti interventi (**Tavola 4**):

- Completamento della rimozione della parete sud dell'hot spot rimosso nell'ambito delle attività effettuate nel 2012 (confine nord-ovest del Sito); tale attività sarà realizzata scavando il terreno sino a 4,5 m di profondità, garantendo alle pareti di scavo sud ed est opportune pendenze per la stabilità dello stesso; complessivamente saranno scavati **103 m³** di terreno. Lo scavo sarà effettuato verso nord sino ad incontrare il terreno di ritombamento relativo all'intervento precedente e verso ovest sino ad un limite di 1m dal muro di confine. Nell'ambito di tale attività dovrà essere posta la massima attenzione a non danneggiare il piezometro G1, il cui funzionamento dovrà essere preservato.
- Scavo nell'intorno del sondaggio CR13, per un'area di 35 m² sino a 3 m di profondità dal p.c., con un volume di scavo pari a **105 m³**, per la rimozione del terreno con superamenti maggiori di 10 volte le CSC per i contaminanti ricercati.
- Scavo nell'intorno del campione P6, per un'area di 30 m² sino a 0,5 m di profondità dal p.c., con un volume di scavo pari a **15 m³**, per la rimozione del terreno con superamenti maggiori di 10 volte le CSC per i contaminanti ricercati.
- Scavo del terreno nel corridoio ovest, per un'area di 186 m² sino a 2 m di profondità dal p.c., con un volume di scavo pari a **372 m³**, per la rimozione del terreno con superamenti maggiori di 10 volte le CSC per i contaminanti ricercati.

Gli scavi saranno eseguiti nelle aree indicate in **Tavola 4** e **Tavola 7**, che dovranno essere materializzate in Sito mediante opportuni picchettamenti preliminari alle fasi esecutive.

Gli scavi dovranno essere eseguiti con escavatore cingolato di idonea taglia, eventualmente coadiuvato dall'uso di miniescavatori. Il trasporto del materiale nell'ambito del cantiere dovrà avvenire a mezzo di pale gommate.

Al termine delle attività di scavo saranno eseguiti i campionamenti di fondo e pareti di scavo per la verifica di conformità dei terreni sulla base dei criteri sopra indicati e secondo le modalità indicate al capitolo 8.

Il rinterro degli scavi potrà avvenire in parte recuperando il materiale misto riciclato già presente in Sito (cfr. paragrafo 7.2.3) e dovrà essere completato con materiale di cava certificato, opportunamente posato e compattato sino al ripristino del livello del piano campagna attuale.

7.4 Demolizione dei fabbricati

7.4.1 Indicazioni generali

Le attività di demolizione dei fabbricati presenti in Sito, da effettuare preliminarmente agli interventi di confinamento e trattamento dei terreni, saranno effettuate per tutti i capannoni esistenti a meno di quelli denominati capannone sud e capannone est, come viene riportato in **Tavola 4** e **Tavola 6**.

In merito alle strutture da demolire, dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni:



- il limite di intervento per le demolizioni verso sud viene posto a **3 m** dal muro perimetrale che separa i capannoni sud e centrale, al fine di non intervenire in prossimità degli elementi portanti relativi al capannone sud; in questo modo, inoltre, vengono salvaguardati alcuni pozzi attualmente in uso come barriera idraulica, riutilizzabili per eventuali presidi di monitoraggio;
- saranno rimosse e demolite anche tutte le strutture di fondazione dei capannoni, costituite da plinti in cls armato al di sotto dei pilastri portanti e da una fondazione continua di sostegno al di sotto dei muri perimetrali; tale attività si ritiene necessaria al fine di rimuovere tutte le strutture contaminate ancora presenti, che costituiscono peraltro elementi non compatibili con la corretta posa del pacchetto di capping superficiale;
- la parete sud del capannone centrale sarà demolita solo nella parte più elevata, sino alla rimozione delle finestrate e gli infissi presenti; sarà inoltre demolita la campata ad est esterna alla zona dell'impianto di trattamento acque (pilastro a sud est e muratura compresa fra il pilastro da demolire e quello da conservare);
- tutte le strutture in cls non demolite del capannone centrale, come da indicazioni di cui ai punti precedenti, saranno rifinite nei punti di taglio con malta cementizia al fine di lasciare superfici omogenee e lisce;
- la parete in comune fra i locali uffici-officina ed il capannone est sarà demolita avendo la massima cura di non intervenire sulle strutture portanti del capannone stesso (colonne e travi in appoggio);
- nel cortile nord saranno rimosse e demolite le 3 solette in cls presenti;
- non sarà oggetto di demolizione la cabina Enel ancora presente nella porzione nord del Sito.

Si riporta nel seguito una tabella in cui si evidenziano le caratteristiche dimensionali dei diversi fabbricati presenti in Sito, con riferimento alle sole parti oggetto di demolizione ed al netto delle pareti in comune fra i capannoni.

Tabella 6: Caratteristiche dimensionali dei fabbricati oggetto di demolizione

Fabbricato	Superficie soletta (m ²)	Altezza intradosso (m)	Spessore soletta (m)	Volume (m ³ vpp)	Lunghezza pareti esterne (m)	Spessore medio pareti (m)
Capannone cromatura	874	5,8	0,3	5.066	85,2	0,285
Capannone centrale	464	8,7	0,3	4.037	64,3	0,285
Locali uffici	153	3,05	0,3	467	32,0	0,285
Locale officina	47	4,0	0,3	188	20,0	0,285

Per il calcolo dei volumi di macerie da inviare a smaltimento si rimanda al capitolo 9.

La sequenza di demolizione dei capannoni, a meno di particolari esigenze manifestate dall'IA e oggetto, in ogni caso, di approvazione da parte della D.LL., sarà la seguente:

- 1) capannone cromatura, inclusa la parete in comune con i locali uffici;
- 2) capannone centrale, sino al limite operativo dal capannone sud;
- 3) locali uffici-officina, inclusa la parete in comune con il capannone est.

Le 3 solette in cls presenti nell'area nord del sito, potranno essere demolite successivamente, nell'ambito delle attività di realizzazione del capping o di rifacimento della pavimentazione asphaltata esistente.



7.4.2 Fasi e modalità di demolizione

Le demolizioni saranno limitate alle parti ed alle dimensioni prescritte e saranno eseguite dall'IA con diligenza, con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le murature degli edifici da conservare. Le operazioni dovranno procedere dall'alto verso il basso e comunque in modo da non rendere instabili le strutture residue in nessuna fase dell'intervento.

Demolizione degli edifici sarà eseguita in modo selettivo, sia in funzione di un principio di tipo "ambientale", ossia a seconda della potenziale contaminazione dei materiali presenti, sia secondo un criterio di massimizzazione della separazione dei diversi materiali, con riferimento anche alle linee guida approvate, in merito, della Regione Veneto¹³. Per quanto riguarda nel dettaglio i criteri e le modalità di gestione dei materiali di demolizione, si rimanda al capitolo 9.

La demolizione dei fabbricati presenti in Sito avverrà secondo le seguenti fasi di intervento.

- Smontaggio travi ed elementi prefabbricati di copertura: la prima fase di demolizione consisterà nella rimozione delle travi e degli altri elementi prefabbricati presenti, formanti le strutture di copertura. Le travi saranno rimosse mediante gru ed appoggiate al suolo, successivamente saranno demolite con pinze meccaniche al fine di separare il cls dalle armature metalliche. In questa fase saranno demolite anche le travi già accatastate nel corso delle precedenti fasi di attività in Sito, attualmente ubicate lungo il confine nord dello stesso.
- Demolizione dei pilastri e delle pareti laterali: la demolizione delle strutture laterali avverrà mediante escavatore o gru dotati di pinze o cesoie idrauliche e sarà effettuata sino al piano di posa della soletta. Le murature (mattoni, laterizi etc) saranno demolite e successivamente sgomberate dall'area di lavoro a mezzo pale meccaniche. I pilastri saranno tagliati in spezzoni non superiori ai 2 m di altezza e successivamente demoliti al fine di separare il cls dalle armature metalliche.
- Demolizione di solette e fondazioni: al termine delle demolizioni delle strutture laterali, saranno demolite, a mezzo escavatore dotato di martello idraulico, le solette di tutti i capannoni oggetto di demolizione nonché le fondazioni degli stessi, formate, per i capannoni cromatura e centrale, da una fondazione continua perimetrale e da plinti cubici di lato 2 m in corrispondenza di ciascun pilastro.

Le modalità esecutive non potranno prevedere di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati in basso tramite opportuni canali il cui estremo inferiore non deve risultare a distanza superiore ai 2 m dal piano di raccolta. La demolizione procederà dall'alto verso il basso e verrà eseguita tramite escavatore di media taglia (25-30 ton), o gru, attrezzato con braccio speciale da demolizione e dotato di pinza oleodinamica.

Si ritiene che per la demolizione degli edifici più alti (fino a 9 m di altezza ca.) potranno essere impiegate pinze o cesoie idrauliche per demolizioni, montate su gru, considerata la necessità di seguire la demolizione dall'alto verso il basso. Le pinze sono costituite in genere da due ganasce metalliche molto robuste, opponibili, azionate da pistoni idraulici attivati o dalla centralina oleodinamica del mezzo sul quale sono montate (micropala, miniescavatore, terna, escavatore, cingolati) o da una apposita centralina separata nelle macchine manuali. Le pinze idrauliche da demolizione di strutture in cemento armato dispongono, vicino al fulcro, di coltelli di acciaio trattato per tagliare a distanza anche i ferri di armatura.

Tali mezzi meglio si prestano alla demolizione di tipo selettivo e consentono una più agevole gestione dei materiali di risulta. Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare il sollevamento di polveri, per cui sia le murature sia i materiali di risulta verranno secondo necessità opportunamente bagnati.

La demolizione delle solette di fondo dei fabbricati e delle strutture semi-interrate verrà effettuata mediante escavatore di media o grossa taglia attrezzato con martellone demolitore o benna rovescia. Sarà cura

¹³ "Modalità operative per la gestione dei rifiuti da attività di costruzione e demolizione", Allegato A alla Deliberazione della Giunta Regionale n. 1773 del 28 agosto 2012



dell'impresa appaltatrice attrezzare il cantiere con macchine sufficientemente idonee alla demolizione e la rimozione anche delle strutture interrato più profonde, quali plinti di fondazione.

Gli stessi, dovranno essere demoliti fino ad una pezzatura adatta al carico sui mezzi d'opera adibiti al trasporto dei materiali fuori dal Sito. Nell'ambito della demolizione delle solette sarà rimossa l'asfaltatura presente sulla soletta del capannone cromatura nell'area non coperta, realizzata nelle fasi di campi prova.

Dovranno essere inoltre rimossi tutti i pozzetti relativi ai sondaggi presenti nell'area: le tubazioni piezometriche dovranno essere tagliate sino al livello del terreno in posto sotto le solette e protetti con tappi piatti in plastica.

Al termine delle attività di demolizione e rimozione solette, nell'area relativa ai capannoni cromatura e centrale dovranno essere stesi, ed opportunamente zavorrati, teli in LDPE a protezione del terreno sottostante, per limitare l'infiltrazione delle acque meteoriche, secondo quanto in seguito indicato al paragrafo 7.5.2.

Durante la demolizione delle strutture si provvederà a separare con la pinza idraulica i materiali di risulta, accumulando di fianco all'edificio i materiali a seconda della loro tipologia. Il trasporto del materiale all'interno del cantiere sarà effettuato mediante pala gommata.

Il materiale di risulta sarà completamente rimosso, lasciando un fondo piano, stabile, senza intralci, calpestabile in sicurezza (con idonei DPI).

Le strutture metalliche (canaline, tubazioni, porte etc) saranno tagliate per tratti preferenzialmente con escavatore cingolato attrezzato con cesoia o altrimenti con mezzi manuali ove non sia possibile accedere con il braccio dell'escavatore. Le tubazioni saranno tagliate per tratti, da appoggio ad appoggio, sezionando prima in corrispondenza di un appoggio (Fase1), quindi ammorsate all'estremità sezionata e piegata verso terra (Fase2); poi, si eseguirà il sezionamento in corrispondenza dell'appoggio più prossimo, dove la tubazione è stata piegata. I materiali metallici saranno temporaneamente accumulati in un'area appositamente individuata nell'ambito degli spazi del cantiere, cerniti se necessario e poi inviati a smaltimento/recupero.

Nell'ambito delle attività di demolizione sarà anche demolita l'attuale recinzione in pannelli di calcestruzzo posta lungo i confini nord ed ovest del Sito, che dovrà essere sostituita da una recinzione in rete metallica.

7.5 Scavi e rinterri al di sotto delle solette rimosse

7.5.1 Aree e volumi di scavo

Una volta rimosse le solette nelle aree interne ai capannoni oggetto di demolizione, dovranno essere approfonditi gli scavi nel terreno in posto al di sotto delle stesse, in maniera differenziata come evidenziato in **Tavola 4** e **Tavola 7** e sintetizzato nella seguente tabella.

Tabella 7: Volumi di scavo al di sotto delle solette dei capannoni

Fabbricato	Superficie (m²)	Profondità scavo sotto soletta (m)	Volume di scavo (m³)
Capannone cromatura / capannone centrale	1.036	1,0	989 ⁽¹⁴⁾
Capannone centrale / locali uffici-officina	502	0,3	151

¹⁴ Al netto del volume della vasca di raccolta sfridi interrata realizzata nell'ambito delle prove pilota.



Il calcolo del volume di scavo è stato effettuato sulla base del rilievo plano-altimetrico riportato in **Tavola 3**, considerando come quota del piano campagna di riferimento il caposaldo individuato in prossimità del capannone sud.

7.5.2 Modalità di scavo e protezione dalle acque meteoriche

Gli scavi saranno eseguiti nelle aree indicate in **Tavola 7**, che dovranno essere materializzate in Sito mediante opportuni picchettamenti preliminari alle fasi esecutive.

Sarà cura dell'IA realizzare opportune piste per la movimentazione dei mezzi nell'area di scavo, in particolare nelle aree in cui sarà eseguito un maggiore approfondimento dello stesso.

Gli scavi dovranno essere eseguiti con escavatore cingolato di idonea taglia, eventualmente coadiuvato dall'uso di miniescavatori. Il trasporto del materiale nell'ambito del cantiere dovrà avvenire a mezzo di pale gommate.

Il terreno dovrà essere preferibilmente caricato su mezzi direttamente nelle fasi di scavo: i mezzi d'opera per il trasporto del terreno agli impianti discarica dovranno essere ubicati nelle fasi di carico in aree esterne ai capannoni, su superfici asfaltate o formate da terreno misto riciclato già in posto (cortile nord).

Qualora per motivi logistici, preventivamente segnalati dalla IA alla D.LL., non fosse possibile effettuare un carico diretto su mezzi, i terreni di scavo dovranno essere stoccati in apposite aree adibite con teli in LDPE di fondo e di copertura, giornaliera ed in occasione di eventi meteorici. I terreni dovranno essere gestiti separatamente in base alla provenienza, secondo quanto indicato al capitolo 9.

Durante le attività di scavo, dovranno essere tagliati, sino alle quote previste di rinterro, i tubi piezometrici relativi ai pozzi di monitoraggio presenti nell'area, che dovranno essere protetti con tappi piatti in plastica.

A seguito delle attività di demolizione delle solette e preliminarmente alle fasi di scavo, saranno stesi teli in LDPE su tutta l'area di scavo corrispondente ai capannoni cromatura e centrale, opportunamente zavorrati con elementi di laterizio o sacchi di sabbia. La superficie dei teli dovrà sempre essere mantenuta dalla IA priva di residui di terreno, in modo da evitare il dilavamento di possibile contaminazione sugli stessi.

Ai teli dovrà essere data una lieve pendenza ($\leq 0,5\%$) verso sud, al fine di convogliare le acque meteoriche in un'unica area: secondo quanto riportato in **Tavola 7**, in prossimità del limite dell'area di scavo dovrà essere realizzato un volume di invaso lungo tutta la larghezza dello scavo, di sezione $0,5 \times 0,5$ m, dal quale, mediante pompa elettrosommersa, dovranno essere aggettate le acque accumulate in occasione di eventi piovosi, che saranno rilanciate con tubazione provvisoria ad uno dei pozzetti presenti lungo la linea di scarico delle acque piovane esistente in Sito.

Gli scavi al di sotto dei capannoni cromatura e centrale dovranno essere effettuati per lotti, partendo da nord verso sud, iniziando dal capannone cromatura e procedendo poi verso quello centrale ed i locali uffici. All'interno dei capannoni, gli scavi dovranno essere realizzati scoprendo il terreno dai teli presenti per fasce di larghezza (in direzione nord-sud) non superiore ai 3 m, in modo da minimizzare l'infiltrazione delle acque piovane.

Prima dell'esecuzione delle attività di rinterro, dal fondo degli scavi relativi ai capannoni cromatura e centrale saranno prelevati campioni di terreno per una verifica dello stato di contaminazione dello stesso, come verrà indicato al capitolo 12. Fra il fondo scavo e lo strato di terreno di rinterro sarà interposta una rete segnalatrice rossa.

Una volta completato un settore di scavo sino alla profondità prevista, lo stesso dovrà essere rinterrato con materiale di cava certificato sino a 50 cm dalla quota di riferimento del caposaldo (**Tavola 2**). I settori rinterrati non dovranno essere oggetto di transito di mezzi d'opera. L'intera area dovrà essere nuovamente coperta con teli e conformata con una leggera pendenza verso sud, per l'aggettamento delle acque meteoriche, in analogia a quanto indicato in precedenza.



7.6 Realizzazione del confinamento laterale

7.6.1 Tecnica realizzativa

Il confinamento laterale sarà realizzato mediante esecuzione di un diaframma plastico in miscela ternaria acqua-cemento-bentonite, mediante scavo di pannelli effettuato con una benna mordente a valve, solidarizzata ad un'asta di manovra rigida denominata "Kelly", rigidamente collegata alla gru di manovra e di tipo telescopico. Contestualmente all'asportazione del terreno, sarà pompato nello scavo un pari quantitativo di fango bentonitico in modo da garantire le condizioni di equilibrio delle pareti della trincea.

Dopo la preparazione, il fango bentonitico viene stoccato in apposite vasche di accumulo e mantenuto in ricircolo per assicurarne l'omogeneità e facilitarne l'idratazione, successivamente viene aggiunto il cemento nelle proporzioni indicate nel CSA - Parte Tecnica. La miscela acqua-cemento-bentonite in opportune proporzioni così ottenuta viene pompata nel pannello in corso di esecuzione.

L'ubicazione dei silos per lo stoccaggio delle materia prime, delle vasche e dei sistemi di pompaggio della miscela, viene riportata in **Tavola 8**. Sarà cura dell'IA disporre i presidi di cantiere in modo da renderli idonei e funzionali alla realizzazione del manufatto previsto, in ogni caso, previa concertazione con la D.LL., l'IA potrà prevedere una diversa ubicazione delle aree di posizionamento degli stessi sulla base di esigenze operative.

Nell'utilizzo del sistema "Kelly", la verticalità del foro non è solamente affidata alla gravità ma è garantita anche dal corretto posizionamento dell'asta: il "Kelly", che costituisce l'elemento rigido di sospensione della benna scavante, data la sua notevole rigidità alla flessione ed alla torsione, ha la funzione di impedire possibili deviazioni dell'utensile rispetto all'asse del diaframma. Il collegamento fra il "Kelly" ed il braccio dell'escavatore è costituito da uno snodo in alto ed un puntello telescopico in basso al fine di consentire piccole correzioni nel posizionamento dell'asta durante il lavoro per garantire la verticalità. Inoltre, la gabbia metallica di guida obbliga l'asta di manovra a mantenere la posizione verticale impostata dal collegamento con il braccio dell'escavatore e l'asta di manovra della benna rimane sempre guidata anche quando si è raggiunta la profondità massima di scavo.

Il controllo della verticalità dei pannelli dovrà essere effettuato mediante appositi inclinometri installati sulla benna. La misura della verticalità potrà essere eseguita puntualmente, a cadenza predefinita, o in continuo, con letture acquisite automaticamente, secondo quanto indicato nel CSA – Parte Tecnica.

Il tracciato del diaframma sarà mantenuto in corso d'opera grazie all'esecuzione di una coppia di cordoli guida contrapposti, da eseguire preliminarmente allo scavo dei pannelli. La coppia di cordoli verrà realizzata ad una distanza netta pari alle dimensioni nominali della sezione, incrementata di 50 mm circa; tali muretti, realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, dovranno essere eseguiti secondo lo sviluppo e la sezione riportati in **Tavola 8**.

La sequenza di scavo dei pannelli viene scelta in funzione delle caratteristiche del terreno, del tipo di diaframma, del tipo di fluido stabilizzante e del tipo di utensile utilizzato. Nel caso in questione, i diaframmi plastici saranno realizzati mediante successione di elementi primari (asola) e di elementi secondari (di saldatura) alternati. Lo scavo del pannello adiacente a quello già gettato sarà eseguito dopo che la miscela di questo avrà completato la fase di presa.

Si prevede l'esecuzione di un pannello completo al giorno: l'IA dovrà verificare eventuali abbassamenti nei pannelli completati in precedenza, dovuti ad un possibile ulteriore assorbimento della miscela nella fase di maturazione, effettuando rabbocchi della stessa sino al piano di posa.

Per quanto riguarda le prove da effettuare in corso d'opera e sul manufatto completato, si rimanda al capitolo 8.

7.6.2 Caratteristiche geometriche

Il diaframma plastico avrà uno spessore pari ad 1 m e sarà spinto sino alla profondità di 24 m dall'attuale quota media del p.c. Il piano di posa per la realizzazione del manufatto sarà comunque posto a -0,5 m dal caposaldo di Progetto, pertanto l'effettiva profondità del diaframma dal piano di posa sarà pari a 23,5 m.



Il diaframma sarà realizzato per un perimetro di lunghezza pari a 140 m, secondo l'ubicazione riportata in **Tavola 8**, mediante realizzazione di 36 pannelli (o conci) primari (P) e 36 pannelli secondari (S) della larghezza di 2,5 m, compenetrati per almeno 50 cm in senso longitudinale, più un pannello dedicato alle prove e collaudi distruttivi (cfr. capitolo 8). Per esigenze dettate dalla lunghezza dei singoli conci rispetto al tracciato del diaframma, i conci in alcuni tratti potranno avere una sovrapposizione maggiore (75 cm), come indicato in **Tavola 8**. L'area interna alla diaframmatrice avrà una superficie di 1.152 m².

L'ordine di esecuzione dei pannelli, al fine di lasciare opportuni tempi di presa degli stessi e di valutare eventuali cedimenti/abbassamenti, è indicato nella suddetta tavola e prevede l'esecuzione consecutiva di 3 pannelli primari e la successiva esecuzione dei due pannelli secondari compenetranti. L'IA avrà comunque facoltà di definire un diverso ordine di esecuzione dei pannelli sulla base di motivate esigenze logistiche, previo formale assenso della D.LL., garantendo in ogni caso il rispetto delle caratteristiche dimensionali del diaframma e la sovrapposizione prevista per i pannelli.

Nell'angolo nord-est del manufatto, si prevede l'esecuzione di un singolo pannello, che sarà utilizzato per le prove di collaudo di tipo distruttivo previste al capitolo 8.

Considerando il volume geometrico dei pannelli, compresi i tratti in sovrapposizione, sarà impiegato un volume complessivo di miscela pari a 4.289 m³. Sulla base di quanto emerso nel corso delle prove pilota, si deve in ogni caso tener conto di un volume di assorbimento del terreno pari, mediamente, a circa il 31% della miscela iniettata, pertanto il volume teorico di miscela impiegata sarà complessivamente pari a ca. 5.618 m³. Sarà cura ed onere dell'IA garantire nelle diverse fasi realizzative la presenza costante di materiali per la completa esecuzione dei pannelli senza causare ritardi nel cronoprogramma dei lavori.

Per quanto riguarda la gestione dei materiali di risulta, ossia terreno miscelato con il fango di riempimento dello scavo, si rimanda al capitolo 9.

7.7 Realizzazione del tappo di fondo

7.7.1 Tecnica realizzativa

Il tappo di fondo verrà eseguito mediante iniezione a bassa pressione eseguita tramite tubi valvolati, ossia di aste dotate di valvole ad intervalli regolari e che prevedono la possibilità di ripetere più volte l'iniezione delle miscele consolidanti alla quota prestabilita.

L'installazione delle aste avverrà mediante preliminare realizzazione di un preforo, eseguito mediante perforazione a carotaggio continuo a rotopercolazione, secondo le specifiche riportate nel CSA – Parte Tecnica. La disposizione dei punti perforazione, e di successiva iniezione, sono riportati in **Tavola 9**: preliminarmente all'inizio delle perforazioni l'IA dovrà materializzare sul piano di posa i punti di perforazione previsti, mediante picchetti od elementi di segnalazione stabili. L'IA avrà facoltà di segnalare l'ubicazione dei fori per sottoaree, a seconda delle esigenze operative. In generale le attività di perforazione dovranno avvenire da nord verso sud e da ovest verso est: in ogni caso l'IA, in accordo con la D.LL., potrà definire la successione delle perforazioni in base ad esigenze logistico operative, finalizzate in ogni caso ad ottimizzare i tempi di realizzazione nel rispetto delle norme di sicurezza previste.

E' previsto l'utilizzo di 6 macchine sondatrici ed una produzione media di 30-35 m di perforazione/giorno: l'IA dovrà in ogni caso mettere in campo un numero idoneo di macchinari e relative squadre di perforazione al fine di rispettare le tempistiche esecutive indicate nel cronoprogramma. I materiali di risulta derivanti dalle perforazioni, dovranno essere gestiti nell'ambito del cantiere e successivamente smaltiti come rifiuti secondo quanto indicato al capitolo 9.

Al termine delle attività di perforazione, dovranno essere inoltre sigillati con miscela cementizia tutti i piezometri presenti in Sito ricadenti all'interno dell'area di confinamento.

Le aste di iniezione dovranno essere fatte in PVC o, a scelta dell'IA e senza aggravio di costi, in acciaio e dovranno essere dotate di aperture valvolate, con passo di 33 cm e coperte da un manicotto in gomma che le occlude se non in presenza di una sufficiente pressione al loro interno.



Questo sistema prevede inoltre una cavità anulare tra tubo e pareti del perforo che viene riempita mediante iniezione a bassa pressione; una volta che il cemento di rivestimento ha fatto presa, sarà possibile procedere al trattamento dei terreni a quote prestabilite in più fasi posizionando un doppio otturatore (double packer) all'interno delle aste e iniettando attraverso le valvole dall'interno dei tubi, con l'accortezza di applicare una picco di pressione iniziale sufficiente ad aprire le valvole e a rompere localmente l'anello cementato all'intorno del tubo. Attraverso le rotture della camicia cementata le iniezioni saranno indirizzate nel terreno circostante alla profondità corretta.

Al fine di ottimizzare le tempistiche esecutive, l'IA dovrà utilizzare almeno 4 gruppi di iniezione e potrà iniziare le iniezioni per la realizzazione del tappo di fondo 30 giorni prima del completamento delle perforazioni, partendo ad iniettare dalle canne valvolate poste più a nord nell'area interna alla diaframmatura perimetrale.

7.7.2 Caratteristiche geometriche

Come evidenziato in **Tavola 9**, il raggio di influenza teorico per l'esecuzione del tappo di fondo è stato definito pari ad 1 m, sulla base delle risultanze delle prove pilota ed in un'ottica cautelativa. Il pattern di perforazioni previsto deve essere rispettato dalla IA al fine di permettere una omogenea sovrapposizione delle colonne di iniezione.

Le perforazioni saranno effettuate sino a 24 m dall'attuale p.c., ossia sino a 23,5 m di profondità dal piano di posa. Lo spessore del tappo sarà pari a 2 m (da -21,5 a -23,5 m dal piano di posa) e dovranno essere iniettate 3 valvole per metro.

Come si evince nella suddetta tavola, non dovranno essere effettuate perforazioni/iniezioni all'interno dell'area diaframmata della cella reattiva realizzata nell'ambito delle prove pilota. Il pattern nell'intorno della cella sarà modificato per consentire una sovrapposizione dei raggi di iniezione con le pareti della diaframmatura della stessa.

7.8 Trattamento chimico dei terreni

L'iniezione del reagente chimico CaS_4 per il trattamento dei terreni del Sito mediante riduzione chimica, avverrà attraverso le medesime canne valvolate precedentemente installate per l'iniezione di miscele cementizie (passo 33 cm). In **Tavola 9** si evidenziano le profondità di iniezione del reagente.

La scheda tecnica e di sicurezza del reagente viene riportata in **Appendice C**. Per quanto riguarda gli aspetti ambientali legati all'uso di tale sostanza, si rimanda alla Relazione di compatibilità Ambientale, allegata al Progetto.

L'iniezione del reagente dovrà essere effettuata, nelle aree di intervento, da nord verso sud utilizzando gli stessi sistemi di miscelazione ed iniezione utilizzati nel corso della realizzazione del tappo di fondo, preventivamente puliti e controllati. L'attività di iniezione del reagente sarà effettuata solo a seguito del completamento del tappo, trascorso un tempo di almeno 7 giorni dall'esecuzione dell'ultima colonna dello stesso. Il reagente sarà iniettato a bassa pressione, previa miscelazione dello stesso con un volume di acqua, al fine di permeare tutto il volume di terreno interessato da trattamento.

Sarà iniettata la miscela acqua/reagente per uno spessore di 7 m a partire dal tetto del tappo di fondo (ossia sino a -14,5 m dal piano di posa). In considerazione di quanto effettuato nell'ambito delle prove pilota, il reagente sarà iniettato nel terreno in rapporto 1% in peso con il terreno da trattare, utilizzando una miscela commerciale titolata al 30%, dal peso specifico di $1,25 \text{ t/m}^3$.

Nella seguente tabella si riportano i quantitativi di reagente previsti nell'ambito dell'intervento.



Tabella 8: Quantitativi di reagente CaS_4 da iniettare

Parametro	Trattamento chimico
Superficie (m^2)	1.152
Spessore trattamento (m)	7
Volume teorico di terreno da trattare al netto della cella reattiva (m^3)	7.889
Massa teorica di terreno da trattare (t) peso specifico $1,7 \text{ t/m}^3$	13.411
Massa di terreno da trattare con sovrapposizioni delle iniezioni (t)	17.964
Massa di CaS_4 da iniettare (t)	180
Massa di CaS_4 per metro di trattamento (kg/m)	14

Considerando la titolazione del prodotto commerciale utilizzato nell'ambito delle prove pilota, si dovrà iniettare un quantitativo di prodotto contenente il reagente pari a **630 t**, corrispondenti a **504 mc**.

Dovendo permeare tutto il volume teorico di iniezione, pari a 2.642 m^3 (porosità efficace assunta pari a 25%), il quantitativo di prodotto sopra indicato dovrà esser miscelato con un quantitativo pari a 2.137 m^3 di acqua. Considerando il numero complessivo di valvole installate (40.383), saranno pertanto iniettati **65,4 l per valvola** di miscela acqua/reagente.

Sarà cura ed onere della IA approvvisionare il quantitativo di reagente necessario all'esecuzione di tutte le operazioni di iniezione, nei modi e tempi idonei a non causare ritardi al cronoprogramma dei lavori. Si precisa, inoltre, che il quantitativo sopra indicato deve essere considerato al netto di volumi di spurgo derivanti dal lavaggio degli apparati di miscelazione ed iniezione. Al fine di ottimizzare le tempistiche di iniezione, l'IA dovrà utilizzare almeno 4 gruppi di iniezione del reagente.

Qualora l'IA utilizzi un prodotto contenente CaS_4 ad una diversa titolazione, dovrà individuare e proporre alla D.LL., per sua approvazione, il corretto rapporto acqua/reagente da iniettare, nel rispetto dei criteri sopra esposti.

7.9 Realizzazione del pacchetto di capping superficiale

7.9.1 Attività preliminari alla posa

Preliminarmente alla posa degli strati di capping, dovranno essere effettuate le seguenti attività:

- dovrà essere completato lo scavo nel cortile nord del Sito e nel corridoio ovest, sino a raggiungere i confini nord ed ovest del Sito, per una profondità media di circa 50 cm (ca. 620 mc); nell'ambito di tale attività dovrà essere mantenuto operativo ed accessibile il pozzo di monitoraggio P1, quale presidio di monte idrogeologico del Sito;
- dovrà essere effettuata una perimetrazione dell'area di posa del capping, sulla base delle dimensioni riportate nella suddetta tavola;
- dovrà essere effettuato un controllo delle quote di scavo, mediante rilievo topografico, al fine di verificare l'effettivo raggiungimento, per tutta l'area di posa, di una quota inferiore di 50 cm rispetto al



caposaldo di riferimento; eventuali avvallamenti o zone più elevate dovranno essere livellati con materiale di cava certificato;

- dovrà essere verificata, su tutta l'area di posa, l'assenza di asperità, elementi lapidei o punte di canne valvolate che possano compromettere la struttura del capping, il piano di posa deve essere lasciato liscio e compatto;
- dovrà essere eseguito uno scavo di sezione 0,5 x 0,5 m lungo il confine (interno) dell'area di capping, per l'immorsamento del sistema di teli di base; il terreno di scavo potrà essere riutilizzato per il riempimento e l'ancoraggio dei teli.

Il materiale di scavo proveniente dal corridoio ovest e dal cortile nord sarà costituito prevalentemente da materiale misto riciclato, utilizzato per il rimbonimento dell'area nell'ambito delle prove pilota, o da materiale di cava utilizzato nelle precedenti fasi di Bonifica (cfr. paragrafo 7.3). Tali materiali potranno essere riutilizzati nell'ambito della creazione dello strato di sottofondo previsto nel pacchetto di capping, indicato al paragrafo successivo.

Al termine di tali attività, di cui l'IA dovrà dare riscontro dalla D.LL., potrà iniziare la posa dei teli e dei successivi strati del capping secondo le modalità in seguito indicate.

7.9.2 Caratteristiche costruttive

Il capping superficiale definitivo sarà realizzato su un'area complessiva di 2.800 m² e dovrà impedire infiltrazioni meteoriche e sarà costituito (dall'alto verso il basso) dai seguenti elementi:

- un pacchetto di asfaltatura composto da uno strato di usura superficiale (3 cm) uno strato di binder di collegamento (7 cm) ed uno strato di base di 10 cm in conglomerato cementizio; fra gli strati di collegamento e di base sarà posta una guaina bituminosa impermeabile;
- uno strato di sottofondo in misto di cava granulare stabilizzato opportunamente costipato, dello spessore di 30 cm;
- telo in PEAD di idoneo spessore (almeno 2 mm) compreso fra 2 geotessuti protettivi (almeno 300 gr/mq).

La sezione tipologica del capping sopra descritto viene riportata in **Tavola 10**. La realizzazione di tale pacchetto è funzionale ad impedire le infiltrazioni meteoriche secondo un doppio criterio di protezione: qualora nel tempo dovessero infiltrarsi acque dal sistema di asfaltatura, già dotato di un elemento impermeabile di fondo costituito dalla guaina bituminosa, le stesse sarebbero bloccate nella loro discesa verticale dal telo in PEAD di fondo.

Per quanto riguarda le caratteristiche del pacchetto relativamente alla carrabilità dell'area, nell'ambito di un eventuale riutilizzo della Sito, si rimanda alla Relazione geotecnica **RS4**.

I teli alla base del pacchetto saranno forniti in rotolo e posati per strisce, con sovrapposizione di almeno 15 cm. Per i geotessuti si prevede un appoggio sul piano di posa ed un fissaggio fra le sovrapposizioni con cucitura a doppia pista, avendo massima cura di non creare asperità per la successiva membrana. Per la membrana in PEAD dovrà essere eseguita una saldatura a caldo a doppia pista.

Al termine del collaudo della membrana in PEAD (cfr. cap. 8) e della successiva posa del geotessuto di copertura, dovrà essere riportato uno strato di terreno misto granulare di cava, certificato, opportunamente costipato e spianato sino al raggiungimento dello spessore di 30 cm. Nello strato di terreno di riporto saranno conformate le pendenze secondo quanto indicato in **Tavola 10**, ai fini del recapito delle acque dai piazzali alle opere di captazione e convogliamento delle acque meteoriche alla condotta fognaria.

Successivamente sarà posato lo strato in misto cementato con sovrapposta la guaina bituminosa, che dovrà essere saldata a caldo con sormonti di almeno 10 cm.

Gli strati di asfalto (binder + usura) completeranno il pacchetto di capping e dovranno essere conformati intorno alle strutture presenti (solette, pozzetti, canalette etc) in modo da formare superfici continue e senza fessurazioni o avvallamenti.

La tipologia di capping è stata scelta in base ai seguenti criteri:



- la pavimentazione in conglomerato bituminoso, consente il riuso della superficie come parcheggio o come area deposito automezzi comunali
- la guaina bituminosa sottostante è il tipo di materiale impermeabile più idoneo ad essere posato al di sotto del conglomerato bituminoso e richiede come superficie di posa una superficie come quella del conglomerato cementizio o similare
- il telo in PEAD, costituisce un'ultima ed ulteriore (in direzione dall'alto verso il basso) barriera impermeabile atta ad impedire la filtrazione delle acque meteoriche, in particolare nel caso in cui si rendano necessari eventuali interventi di manutenzione della pavimentazione soprastante che richiedano l'asportazione temporanea del conglomerato bituminoso e/o della guaina.

7.9.3 Opere di canalizzazione delle acque meteoriche

Come indicato in **Tavola 10** dovranno essere realizzati opportuni sistemi di raccolta delle acque piovane influenti sulle superfici del capping realizzato. Per quanto riguarda i calcoli e le verifiche idrauliche effettuate per la progettazione di tali sistemi, si rimanda alla Relazione Idrologica ed Idraulica allegata al presente Progetto (**RS5**).

Le pendenze del pacchetto di capping saranno conformate al fine di far defluire le acque all'interno di apposite canalette in cls, con griglia carrabile. Dalle stesse, l'acqua transiterà sino a pozzetti di collegamento da cui saranno installate tubazioni in PVC rigido per il recapito nella condotta di collettamento acque piovane, già presente e funzionante, passante in direzione nord-sud nella porzione est del Sito (**Tavola 10**).

Le canalette ed i pozzetti non dovranno in nessun caso essere approfonditi al di sotto della quota di posa del sistema di teli in geotessuto e PEAD, posto alla base del pacchetto di capping. Canalette e tubazioni in PVC pozzetti saranno posate su uno strato di sabbia, mentre i pozzetti saranno posati su uno strato di magrone di 5-10 cm. Lo scavo per la posa delle tubazioni in PVC di collegamento fra i pozzetti verrà riempito con conglomerato cementizio sino alla quota di realizzazione degli strati di asfalto.

Considerando che, in ogni caso, il materiale di fabbricazione dei manufatti di raccolta acque può avere una minima porosità, per impedire nel tempo fenomeni di infiltrazione delle acque piovane, la superficie interna di canaline e pozzetti dovrà essere trattata con guaine impermeabili polimeriche o resine epossidiche.

Particolare attenzione nella posa dei manufatti dovrà essere posta ai punti di attraversamento degli strati di asfaltatura ed in particolare della guaina bituminosa. Nei punti di attraversamento dello strato di misto cementato dovrà essere effettuata una giunzione con malta cementizia ed un rinalzo della guaina bituminosa per almeno 5 cm. Nell'intorno dei piezometri di monitoraggio non oggetto di dismissione, dovranno essere inoltre posizionati elementi di tenuta a bassa permeabilità (materassini bentonitici, bentonite in pellets etc) per i punti di giunzione agli strati di capping.

7.10 Rifacimento della superficie asfaltata esistente

Al termine della realizzazione delle opere di capping, l'IA dovrà procedere alla rimozione dello strato di asfaltatura attualmente presente nelle porzioni nord-est e sud-est del Sito, avendo massima cura di non danneggiare i pozzetti delle linee di raccolta acque reflue e piovane, passanti in queste aree. L'asfalto demolito sarà inviato a smaltimento secondo quanto indicato al capitolo 9. Il terreno in posto di fondo per l'asfaltatura dovrà essere conformato secondo le pendenze indicate in **Tavola 10**, per il deflusso delle acque piovane nelle opere di raccolta descritte al paragrafo precedente.

Una volta rimosso l'asfalto esistente, sarà realizzato un nuovo pacchetto di asfaltatura formato da uno strato superficiale di usura (3 cm) ed uno strato di binder di collegamento (7 cm). Tale pacchetto sarà realizzato nelle suddette aree e nell'area di demolizione e scavo in corrispondenza degli uffici e del capannone centrale. Gli strati di asfaltatura del capping e dei piazzali saranno raccordati e resi continui, avendo cura di non creare fratturazioni od avvallamenti.



8.0 PROVE E COLLAUDI IN CORSO D'OPERA E FINALI

Si riportano nel seguito le prove ed i collaudi in corso d'opera e finali che l'IA dovrà effettuare sulle opere di Progetto. Per quanto riguarda in generale i controlli di qualità sui materiali e modalità di posa in corso d'opera, i valori di riferimento e la documentazione da produrre, si rimanda al CSA- Parte Tecnica.

8.1 Collaudo ambientale di pareti e fondi scavo

Al termine delle attività di rimozione dei terreni indicate al paragrafo 7.3, sarà effettuato un collaudo ambientale delle pareti e fondi scavo, secondo quanto di seguito riportato:

- Hot spot (confine nord-ovest del Sito): prelievo di un campione composito di terreno dal fondo e da ciascuna delle pareti di scavo est e sud, con verifica del rispetto del valore di 10 volte le CSC industriali per i parametri ricercati (tot. 3 campioni). Per la parete ovest (presenza del muro di cinta) e nord (presenza di terreno di ritombamento) non si effettueranno campioni.
- Scavo nell'intorno del sondaggio CR13: prelievo di un campione composito di fondo scavo e di 4 campioni compositi relativi a ciascuna parete, con verifica del rispetto del valore di 10 volte le CSC industriali per i parametri ricercati (tot. 5 campioni).
- Scavo nell'intorno del campione P6: prelievo di un campione composito di fondo scavo e di 4 campioni compositi relativi a ciascuna parete, con verifica del rispetto del valore di 10 volte le CSC industriali per i parametri ricercati (tot. 5 campioni).
- Scavo del terreno nel corridoio ovest: prelievo di due campioni compositi di fondo scavo e di 2 campioni compositi relativi alle pareti nord e sud, con verifica del rispetto del valore di 10 volte le CSC industriali per i parametri ricercati (tot. 3 campioni). Le altre pareti non saranno campionate in quanto presenti un muro in cls di separazione con altra proprietà (ovest) e l'area di successiva realizzazione del diaframma (est).

I campioni saranno prelevati previo congruo preavviso ad ArpaV, secondo le modalità tecnico-operative indicate nel CSA- Parte Tecnica. I campioni saranno sempre prelevati in triplice aliquota, per eventuali controprove richieste dalla D.LL. o dalle Autorità.

I parametri ricercati nei terreni saranno: pH, CrVI, Crtot, Ni, Pb, Al.

I ritombamenti delle aree di scavo potranno avvenire solo dopo la ricezione dei referti analitici del laboratorio comprovanti il rispetto dei limiti sopra indicati. Qualora non fosse confermato il rispetto di tali valori, gli scavi saranno approfonditi in 0,5 m per la parete o fondo scavo in questione, con successiva nuova verifica mediante campionamento ed analisi in laboratorio.

8.2 Collaudi e prove sul diaframma perimetrale

8.2.1 Prove e controlli in corso d'opera

Le prove in corso d'opera riguarderanno le modalità di confezionamento della miscela e parametri operativi di posa in opera. In merito alle caratteristiche della miscela acqua-cemento-bentonite da utilizzare, dovranno essere eseguite le seguenti prove e controlli:

- controllo delle specifiche del cemento utilizzato ad ogni carico in arrivo, con registrazione sul giornale lavori e sulle schede di qualità;
- impostazione dei dosaggi di acqua/cemento/bentonite con dosatrici/pese elettroniche automatiche e controllo del corretto mix preliminarmente all'esecuzione di ogni pannello;
- registrazione della portata e del quantitativo di miscela pompata all'interno dello scavo per ogni pannello, con indicazione della percentuale di assorbimento;
- prelievo di n.1 provino cilindrico di miscela dalla vasca di miscelazione e n.2 provini direttamente dallo scavo per ogni pannello, a diverse profondità di avanzamento, con esecuzione di prove di densità, viscosità Marsh e decantazione;



- prelievo di n.1 campione dalla vasca di miscelazione ogni 6 pannelli eseguiti (almeno 12 campioni in totale) per l'esecuzione di prove di permeabilità in cella triassiale e resistenza a compressione, dopo un tempo di maturazione del campione di 28 giorni.

In merito alle modalità di scavo ed avanzamento del sistema "Kelly" nel terreno lungo il tracciato del diaframma perimetrale, dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- controllo del posizionamento della benna mordente preliminare all'esecuzione di ogni pannello, con verifica dello spessore di sovrapposizione per quelli secondari;
- controllo della verticalità del sistema aste-benna mediante lettura e valutazione in corso d'opera dei valori forniti dai sistemi di acquisizione elettronici installati per i parametri ed inclinazione (x,y);
- misura diretta della profondità massima raggiunta a completamento del pannello.

L'IA avrà facoltà di eseguire, a suo carico, ulteriori prove per controllare e verificare il rispetto delle specifiche di Progetto.

I provini per le prove geotecniche saranno sempre prelevati in triplice aliquota, per eventuali controprove richieste dalla D.LL. o dalle Autorità, che saranno a carico dell'IA.

8.2.2 Collaudi finali

Per i collaudi finali del manufatto si prevede l'esecuzione di prove di tipo distruttivo, con perforazione del pannello di prova, e prove non distruttive.

Perforazione e prelievo di campioni

Sul pannello di prova (**Tavola 8**), sarà eseguito un sondaggio a carotaggio continuo al centro dello stesso, con prelievo di campioni per le analisi geotecniche di laboratorio.

Il carotaggio dovrà essere eseguito sino alla profondità massima di realizzazione del pannello, a secco e mediante l'eventuale uso di un doppio carotiere, al fine di prelevare campioni non frantumati, di idonea consistenza per l'esecuzione delle prove geotecniche.

Sulla carota estratta saranno eseguiti:

- una valutazione visiva circa la continuità del manufatto su tutta la verticale di perforazione;
- il prelievo di n.3 campioni per le prove geotecniche, prelevati rispettivamente negli orizzonti 4-5 m, 14-15 m e 23-24 m dal p.c.; sui campioni saranno eseguite prove geotecniche di laboratorio per la determinazione di permeabilità in cella triassiale e resistenza a compressione.

Prove non distruttive

La continuità del diaframma sarà valutata mediante prove non distruttive, di tipo geoelettrico "cross-hole" da eseguirsi ad almeno 7 giorni dal termine della realizzazione dello stesso. Il principio metodologico si basa sulla misura del campo elettrico indotto nel terreno con appositi dispositivi elettrodi costituiti da due coppie di elettrodi infissi nel terreno (configurazione detta quadripolo).

Saranno realizzati, per tali prove, 8 sondaggi spinti fino alla profondità di 24 m da p.c., per l'installazione di opportuni cavi multi-connettore all'interno dei fori, per consentire misure di resistività e polarizzazione indotta in superficie (statiche e continue). I fori saranno chiusi con miscela cementizia per garantire il contatto elettrodo-terreno. I dati saranno acquisiti mediante centralina di acquisizione automatica ed elaborati mediante apposito software.

Tale metodo consentirà di verificare la continuità del diaframma, a seconda dell'ubicazione dei sondaggi, in senso ortogonale o longitudinale allo stesso. Tale ubicazione sarà definita in Sito dall'IA di concerto con la D.LL..



8.3 Collaudi e prove sul tappo di fondo

8.3.1 Prove e controlli in corso d'opera

Le prove in corso d'opera riguarderanno le modalità di confezionamento della miscela e parametri operativi di iniezione. In merito alle caratteristiche della miscela acqua-cemento-bentonite da utilizzare, dovranno essere eseguite le seguenti prove e controlli:

- controllo delle specifiche del cemento utilizzato ad ogni carico in arrivo, con registrazione sul giornale lavori e sulle schede di qualità;
- impostazione dei dosaggi di acqua/cemento/bentonite con dosatrici/pese elettroniche automatiche e controllo del corretto mix preliminarmente all'esecuzione della colonna di consolidamento;
- registrazione della portata iniettata per valvola e delle relative pressioni rilevate;
- prelievo di n.1 provino cilindrico di miscela dalla vasca di miscelazione per ogni colonna, con esecuzione di prove di densità, viscosità Marsh e decantazione;
- prelievo di n.1 campione dalla vasca di miscelazione ogni 100 mc di miscela iniettata, (almeno 8 campioni in totale) per l'esecuzione di prove di permeabilità in cella triassiale e resistenza a compressione, dopo un tempo di maturazione del campione di 28 giorni.

In merito alle modalità di perforazione ed installazione delle canne manchettes, dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- controllo del posizionamento delle sonde secondo la maglia di perforazione di Progetto;
- controllo dell'avanzamento del carotiere e misura diretta della profondità massima raggiunta;
- controllo del corretto posizionamento delle canne all'interno dei fori e misurazione diretta della lunghezza delle stesse.

L'IA avrà facoltà di eseguire, a suo carico, ulteriori prove per controllare e verificare il rispetto delle specifiche di Progetto.

I provini per le prove geotecniche saranno sempre prelevati in triplice aliquota, per eventuali controprove richieste dalla D.LL. o dalle Autorità, che saranno a carico dell'IA.

Al fine di non intervenire con perforazioni dirette sul manufatto, non si prevede di eseguire prove finali di tipo distruttivo per il tappo di fondo.

8.4 Collaudi e prove per il trattamento chimico

8.4.1 Prove e controlli in corso d'opera

Le prove in corso d'opera riguarderanno le modalità di miscelazione del reagente e i parametri operativi di iniezione. In merito alle caratteristiche della miscela acqua/reagente, dovranno essere eseguite le seguenti prove e controlli:

- controllo delle forniture di reagente CaS_4 per ogni carico in arrivo, con registrazione sul giornale lavori e sulle schede di qualità;
- impostazione dei dosaggi di acqua/reagente con dosatrici/pese elettroniche automatiche e controllo del corretto mix preliminarmente all'esecuzione della colonna di trattamento;
- registrazione della portata iniettata per valvola e delle relative pressioni rilevate.

8.4.2 Collaudi finali

Per i collaudi finali del trattamento chimico si prevede di eseguire n.9 sondaggi all'interno dell'area di trattamento, nelle posizioni indicate in **Tavola 9**, con prelievo di campioni per le analisi chimiche di laboratorio. I sondaggi dovranno essere eseguiti in ogni caso in posizione baricentrica rispetto a 4 punti di trattamento del terreno.



Il carotaggio dovrà essere eseguito sino ad una profondità massima di 21,5 m dal piano di posa (ca 22 m da p.c.), avendo comunque cura di non perforare spessori superiori relativi al tappo di fondo.

Dalla carota estratta sarà valutata visivamente, nell'orizzonte di trattamento, la presenza del terreno oggetto di inertizzazione chimica, verificando quindi l'effettiva permeazione dello stesso.

Per ciascun sondaggio saranno prelevati ed analizzati n.2 campioni di terreno, prelevati rispettivamente fra 15-16 m dal piano di posa e fra 20-21 m dal piano di posa; sui campioni sarà effettuato un test di lisciviazione per una verifica della conformità degli eluati alla CSC per i parametri ricercati.

I parametri ricercati negli eluati saranno: CrVI, Crtot, Ni, e pH.

I campioni saranno sempre prelevati in triplice aliquota, per eventuali controprove richieste dalla D.LL. o dalle Autorità.

Una volta estratta la carota per tutta la verticale, i fori di sondaggio saranno riempiti sino al piano di posa con miscela cemento-bentonitica di analoga composizione rispetto a quella utilizzata per le iniezioni di consolidamento. L'IA dovrà verificare la corretta sigillatura dei fori ed eventualmente effettuare dei rabocchi di miscela qualora si verificassero degli abbassamenti nelle ore successive alla sigillatura.

8.5 Collaudi e prove per il sistema di capping superficiale

8.5.1 Geomembrane

8.5.1.1 Geotessili di protezione e separazione

I geotessili di protezione e separazione posti al di sopra ed al di sotto del telo in PEAD dovranno essere forniti in rotoli di larghezza minima pari a 5 m, sormontanti nella posa per almeno 15 cm.

Ciascun rotolo dovrà essere consegnato in Sito con una scheda accompagnatoria proveniente dal produttore che dovrà evidenziare:

- il numero identificativo del rotolo;
- le caratteristiche prestazionali del materiale (rispetto ai parametri di Progetto).

Ogni rotolo dovrà essere controllato dalla IA e verificato in merito ai valori di riferimento.

8.5.1.2 Geomembrana in PEAD

La geomembrana in PEAD sarà fornita in rotoli di larghezza pari ad almeno 5 m, sormontati nella posa per almeno 15 cm.

Ciascun rotolo dovrà essere consegnato in Sito con una scheda accompagnatoria proveniente dal produttore che dovrà evidenziare:

- il numero identificativo del rotolo;
- le caratteristiche prestazionali del materiale (rispetto ai parametri di Progetto).

Ogni rotolo dovrà essere controllato dalla IA e verificato in merito ai valori di riferimento. Sui teli saranno, inoltre, effettuate prove di collaudo distruttive e non distruttive.

Le prime consisteranno in un prelievo di almeno 2 campioni, da rotoli diversi, con invio del materiale ad un laboratorio geotecnico per l'esecuzione di prove atte a verificare il rispetto dei valori di Progetto.

Le prove non distruttive consisteranno in prove sulle saldature, utilizzando il metodo a pressione, che dovrà essere svolto secondo la seguente procedura:

- intercettazione a monte del canale interposto tra le saldature;
- insufflazione di aria compressa a monte e verifica a valle della continuità delle saldature;
- intercettazione a valle del canale interposto tra la saldatura;
- posizionamento a valle di unità di misura manometrica accettata dalla D.LL.;



- rilievo della temperatura del manto;
- carico pneumatico della saldatura inversamente proporzionale alla temperatura, secondo la seguente tabella:

Tabella 9: Carico pneumatico – collaudi teli HDPE

Temperatura	Pressione
10 °C	5.5 bar
20° C	5.0 bar
30° C	4.5 bar
40 °C	4.0 bar
50° C	3.0 bar

- rilievo della pressione all'inizio del collaudo;
- rilievo della temperatura del telo dopo 10';
- rilievo della pressione dopo almeno 10'.

Il collaudo sarà ritenuto valido se la variazione di pressione non sarà superiore al 10% del valore iniziale imposto.

8.5.2 Terreno di sottofondo

Per quanto riguarda lo strato di sottofondo di 30 cm da realizzarsi con materiale misto di cava certificato, si prevede l'esecuzione del seguente numero minimo di prove.

Tabella 10: Prove sul materiale di sottofondo del capping

Tipo di prova	Numero di prove
Classificazione CNR-UNI 10006	4
Costipamento AASHTO Mod.	4
Densità in sito CNR 22	4
Carico su piastra (Norma Svizzera SNV 6703117)	4

L'IA dovrà eseguire le prove di controllo in contraddittorio con la D.LL. nei punti indicati dalla stessa. Le prove dovranno essere eseguite da un laboratorio approvato dalla D.LL. e certificato.

Le prove di carico su piastra dovranno essere eseguite secondo norma svizzera SNV 6703117. Il modulo di carico su piastra deve essere non inferiore a 60 Mpa. C.N.R. 146/92 e dovranno prevedere:

- diametro piastra 30 cm;
- precisione e sensibilità micrometro 0,01 mm;
- pressioni massime erogate da martinetto di carico > 0,3 Mpa;
- massa della struttura di contrasto min. 20 ton (autocarro o escavatore).



La strumentazione di campo dovrà comprendere:

- piastra circolare in acciaio rigida;
- micrometri per la lettura dei cedimenti;
- martinetto di carico;
- struttura di contrasto;
- trave di riferimento porta comparatore (Benkelman);
- eventuali prolunghe in acciaio per il collegamento della piastra alla struttura di contrasto;
- manometro per misurare le pressioni.

A conclusione della rullatura dovranno essere verificati gli spessori mediante misurazioni dirette in sito in almeno 10 punti, scelti di concerto con la D.LL., con una tolleranza massima di +/- 0,5 cm per un numero massimo di 5 punti. La superficie finale dello strato di regolarizzazione dovrà essere accettata dalla D.LL. senza l'assenso esplicito della Direzione Lavori non sarà possibile procedere alla realizzazione dei successivi strati.

8.5.3 Strato di fondazione in misto cementato

Sullo strato di fondazione in misto cementato dovrà essere verificata in corso d'opera dalla IA l'idoneità dei materiali utilizzati, per ogni fornitura, rispetto alle specifiche di progetto, riportate nel CSA-Parte Tecnica.

Al termine della realizzazione dello strato dovrà essere verificato lo spessore dello stesso (10 cm) con misure dirette in campo alla presenza della D.LL. in almeno 10 punti, con una tolleranza massima di +/- 0,5 cm per un numero massimo di 5 punti.

8.5.4 Guaina bituminosa

La guaina bituminosa sarà posata al di sopra dello strato di sottofondo in misto cementato e dovrà essere fornita in rotoli di larghezza minima pari a 5 m, sormontanti nella posa per almeno 10 cm.

Ciascun rotolo dovrà essere consegnato in Sito con una scheda accompagnatoria proveniente dal produttore che dovrà evidenziare:

- il numero identificativo del rotolo;
- le caratteristiche prestazionali del materiale (rispetto ai parametri di Progetto).

Ogni rotolo dovrà essere controllato dalla IA e verificato in merito ai valori di riferimento.

Sulla guaina verranno effettuate prove distruttive, che consisteranno in un prelievo di almeno 2 campioni, da rotoli diversi, con invio del materiale ad un laboratorio geotecnico per l'esecuzione di prove atte a verificare il rispetto dei valori di Progetto.

8.5.5 Conglomerati bituminosi e posa del pacchetto completo

Sui conglomerati bituminosi formanti gli strati di binder (7 cm) ed usura (3 cm), dovrà essere verificata in corso d'opera dalla IA l'idoneità dei materiali, per ogni fornitura, rispetto alle specifiche di progetto, riportate nel CSA-Parte Tecnica.

Al termine della realizzazione degli strati di conglomerato strato dovrà essere verificato lo spessore degli stessi (10 cm) con misure dirette in campo alla presenza della D.LL. in almeno 10 punti, con una tolleranza massima di 0,5 cm in difetto per un numero massimo di 5 punti.

Al termine della realizzazione del pacchetto completo dovranno essere verificate le quote topografiche di progetto nelle sezioni dei punti indicati in **Tavola 10**, rispetto al caposaldo di riferimento. L'impresa esecutrice dovrà eseguire in contraddittorio con la D.LL. un rilievo topografico. Sono ammesse tolleranze rispetto alle quote di progetto di +/- 1 cm, sempre che ciò non determini variazioni di pendenza e/o corde



mollì. Il rilievo dovrà inoltre dimostrare il rispetto delle dimensioni areali per l'area di capping previste in Progetto.

8.5.6 Collaudi sulle opere di canalizzazione acque meteoriche

Sulle opere di canalizzazione delle acque meteoriche dovrà essere verificata in corso d'opera dalla D.LL. l'idoneità delle forniture rispetto:

- alle specifiche di progetto in termini di caratteristiche dei materiali (tipologia, classe di resistenza etc) e di caratteristiche dimensionali (diametri, sezioni delle canalette, spessori etc);
- alle specifiche norme UNI-EN di settore;
- alle quote di progetto.

Al termine della realizzazione delle opere idrauliche l'impresa esecutrice dovrà eseguire in contraddittorio con la D.LL. un rilievo topografico, per verificare le quote di posa di canalette e pozzetti rispetto alle sezioni di progetto (**Tavola 10**). Sono ammesse tolleranze rispetto alle quote di progetto di +/- 1 cm, sempre che ciò non determini variazioni di pendenza e/o corde mollì.



9.0 GESTIONE DEI MATERIALI E SMALTIMENTI

9.1 Gestione dei materiali provenienti dalle demolizioni

I materiali provenienti dalle demolizioni dei fabbricati dovranno essere gestiti dalla IA secondo le seguenti indicazioni:

- le macerie dovranno essere separate nel corso della demolizione in base alla loro provenienza (cfr. paragrafo 9.6), con abbando temporaneo del materiale (calcestruzzi, mattoni, cementi, piastrelle etc) a bordo scavo e carico con escavatore dello stesso sui mezzi di trasporto;
- il carico sui mezzi di trasporto per l'invio ad idoneo impianto di smaltimento dovrà avvenire contestualmente alle fasi di demolizione, sulla base delle tipologie di materiali e di destinazione individuate a seguito dei risultati delle analisi di omologa in banco (cfr. paragrafo 7.2.1);
- qualora, per motivi logistici preventivamente accettati dalla D.LL., non fosse possibile un carico diretto dei mezzi di trasporto verso gli impianti di smaltimento, le macerie dovranno essere accumulate in aree adibite, nel cortile nord del Sito o nella porzione nord-est dello stesso, mediante stesa di teli in LDPE, previa livellazione del piano campagna e rimozione di eventuali asperità o elementi lapidei;
- i cumuli di macerie eventualmente formati, saranno coperti con teli in LDPE, zavorrati con laterizi o sacchi di sabbia alla base, posati giornalmente o comunque in occasione di eventuali eventi piovosi; i cumuli non dovranno superare un'altezza di 4 m dal p.c. e non potranno essere in appoggio a strutture esistenti o di proprietà terze;
- i cumuli di macerie saranno identificati con un cartello che ne indicherà il codice CER ed il codice dell'analisi di omologa;
- tutti i materiali ferrosi ancora presenti nelle strutture demolite (infissi, tubazioni, armature etc) dovranno essere separati ed abbancati in un apposito container scarrabile;
- eventuali ulteriori materiali di diversa tipologia (vetro, plastica, guaine, cavi etc) dovranno essere segregati ed ubicati in appositi contenitori, riportanti l'indicazione della tipologia di materiale stoccato.

In ogni caso l'IA dovrà organizzare i mezzi per il carico ed il trasporto dei rifiuti in modo tale da non causare ritardi alle attività di demolizione od alle successive attività operative.

Il materiale verrà smaltito sulla base delle analisi di omologa realizzate preliminarmente alle demolizioni (cfr. paragrafo 7.2.1).

9.2 Gestione dei materiali provenienti dall'esecuzione del diaframma

I materiali provenienti dall'esecuzione del diaframma perimetrale dovranno essere gestiti dalla IA secondo le seguenti indicazioni:

- il materiale di scavo (terreno/miscele cementizie) dovrà essere momentaneamente collocato, ad ogni manovra della benna, sul piano di posa all'interno dell'area diaframmata e dovrà essere allontanato dall'area di lavoro mediante pale gommate od altri mezzi d'opera idonei;
- visto il carattere fangoso iniziale (prima della presa) del materiale, lo stesso dovrà essere stoccato in un'apposita area allestita, formata da 3 vasche realizzate con teli in LDPE rinforzato (o PEAD) con arginelli perimetrali a sezione trapezoidale in misto riciclato di altezza pari ad almeno 1,5 m; l'area sarà ubicata nel cortile nord del Sito e dovrà avere le dimensioni indicate in **Tavola 8**; le vasche dovranno avere una capacità contenitiva di almeno 400 m³ (ca. 5-6 giorni di scavo) ciascuna;
- completato il riempimento di una vasca, il materiale accumulato dovrà essere campionato per l'analisi di caratterizzazione ai fini dell'omologa e lasciato coperto; contestualmente si procederà al riempimento della seconda vasca;
- alla ricezione dell'analisi di omologa per la prima vasca, potrà essere organizzato il carico dello stesso sui mezzi d'opera per l'invio ad idoneo impianto di smaltimento; il carico del materiale ed invio ad impianto della prima vasca dovrà avvenire durante il riempimento della terza;



- le operazioni di cui al punto precedente saranno successivamente eseguite in analogia per seconda e la terza vasca, mantenendo le operazioni di scavo a regime.

I campionamenti del materiale da cumulo dovranno pertanto avvenire almeno ogni 400 m³ di scavo (ossia ogni ca. 5-6 pannelli), con la realizzazione di un campione di omologa ai fini dello smaltimento (previsti 14 campioni in totale). Ogni campione sarà realizzato omogeneizzando almeno 4 incrementi di materiale, prelevati a diverse profondità nel cumulo. Per le modalità tecnico-operative si rimanda al CSA-Parte Tecnica.

Sui campioni verrà inizialmente determinata la pericolosità, secondo i riferimenti della DEC/2000/532/CE e successivamente stabilita l'idonea destinazione ai sensi del D.M. 27/09/2010.

L'IA dovrà stabilire con il laboratorio scelto per l'esecuzione delle analisi un protocollo finalizzato all'ottimizzazione dei tempi di analisi, in modo da ricevere i referti di prova entro 5-6 giorni lavorativi e poter mantenere le operazioni di scavo e smaltimento del materiale a regime.

Le modalità operative sopra indicate dovranno consentire di mantenere sempre una vasca libera per lo stoccaggio del materiale di scavo, in attesa delle analisi di omologa per gli smaltimenti. Qualora per motivi logistici, ritardi nella ricezione dei campioni od imprevisti, non fosse temporaneamente possibile operare a regime, l'IA potrà sospendere le attività di scavo e accumulo del materiale di risulta del diaframma, di concerto e con l'approvazione della D.LL. Tale sospensione potrà essere finalizzata al completamento del carico ed invio del materiale a smaltimento e potrà in ogni caso essere effettuata unicamente in assenza di attività di scavo di pannelli in corso.

Al termine delle attività di realizzazione del diaframma, i teli in LDPE utilizzati per il fondo delle vasche saranno smaltiti, mentre il materiale costituente gli arginelli potrà essere recuperato nell'ambito dei rinterrati degli scavi nelle successive fasi operative.

9.3 Gestione dei materiali provenienti dai sondaggi

I materiali provenienti dall'esecuzione dei sondaggi per l'installazione delle canne manchettes dovranno essere gestiti dalla IA secondo le seguenti indicazioni:

- il materiale di risulta dalle perforazioni sarà accumulato su teli in LDPE ubicati nel cortile nord del Sito, avendo cura di mantenere separati il cumulo proveniente dai primi 10 m di perforazione (complessivamente ca. 110 m³) ed il cumulo relativo ai successivi 13,5 m (ca. 148 m³); i cumuli saranno coperti con teli in LDPE opportunamente zavorrati con laterizi o sacchi di sabbia, giornalmente ed in ogni caso in occasione di eventi piovosi;
- da ciascun cumulo sarà prelevato un campione, realizzato omogeneizzando almeno 4 incrementi di materiale, prelevati a diverse profondità nel cumulo; per le modalità tecnico-operative si rimanda al CSA-Parte Tecnica.

Sui campioni verrà inizialmente determinata la pericolosità, secondo i riferimenti della DEC/2000/532/CE e successivamente stabilita l'idonea destinazione ai sensi del D.M. 27/09/2010.

9.4 Gestione dei materiali provenienti dallo scavo dei terreni

I materiali provenienti dalle attività di scavo dei terreni dovranno essere gestiti dalla IA secondo le seguenti indicazioni:

- i terreni dovranno essere separati in base alla loro provenienza, secondo le aree indicate al paragrafo 9.6 a cui corrispondono le diverse tipologie di impianti di destinazione secondo i risultati delle analisi di omologa in banco previste (paragrafo 7.2.1); negli scavi in aree con presenza di copertura in asfalto, l'IA dovrà avere cura di separare le croste di conglomerato bituminoso dal terreno;
- il carico sui mezzi di trasporto per l'invio ad idoneo impianto di smaltimento dovrà avvenire contestualmente alle fasi di scavo, con abbando temporaneo del materiale a bordo scavo e carico con escavatore dello stesso sui mezzi;
- qualora, per motivi logistici preventivamente accettati dalla D.LL., non fosse possibile un carico diretto dei mezzi di trasporto verso gli impianti di smaltimento, i terreni dovranno essere accumulati in aree adibite, nel cortile nord del Sito o nella porzione nord-est dello stesso, mediante stesa di teli in LDPE, previa livellazione del piano campagna e rimozione di eventuali asperità o elementi lapidei;



- i cumuli di terreno eventualmente formati, saranno coperti con teli in LDPE, zavorrati con laterizi o sacchi di sabbia alla base, posati giornalmente o comunque in occasione di eventuali eventi piovosi; i cumuli non dovranno superare un'altezza di 4 m dal p.c. e non potranno essere in appoggio a strutture esistenti o di proprietà terze;
- i cumuli di terreno saranno identificati con un cartello che ne indicherà il codice CER ed il codice dell'analisi di omologa;
- eventuali materiali rinvenuti nel corso degli scavi, derivanti dalla possibile rimozione di vecchi sottoservizi o elementi costruttivi, saranno segregati in base alla diversa tipologia (vetro, plastica, cavi etc) ed ubicati in appositi contenitori, riportanti l'indicazione della tipologia di materiale stoccato;
- nell'ambito degli scavi l'IA dovrà aver cura di rimuovere il materiale misto riciclato già presente in Sito, derivante dalle precedenti fasi di prove; tale materiale è separato da teli o rete segnalatrice dal terreno in posto e dovrà essere separato dai terreni di scavo ai fini di un successivo riutilizzo quale materiale di riempimento.

In ogni caso l'IA dovrà organizzare i mezzi per il carico ed il trasporto dei rifiuti in modo tale da non causare ritardi alle attività di scavo od alle successive attività operative.

Il materiale verrà smaltito sulla base delle analisi di omologa realizzate preliminarmente alle demolizioni (cfr. paragrafo 7.2.1).

Il terreno proveniente dagli interventi di bonifica nei punti CR13, ex P6 e dal completamento della rimozione dell'hot spot sul confine nord, sarà stoccato in un unico cumulo, dal quale sarà prelevato un campione per le analisi di omologa, formato dall'omogeneizzazione di almeno 4 incrementi di materiale. Analogamente saranno stoccati in cumulo ed analizzati per l'omologa i terreni provenienti dalla realizzazione dei cordoli del diaframma e dagli scavi per realizzazione delle opere di captazione acque meteoriche

L'asfalto rimosso del cortile nord e dal piazzale sud-est del Sito sarà campionato in cumulo, preliminarmente alle attività di esecuzione delle nuove pavimentazioni (capping e rifacimento asfaltature) prelevando almeno 4 incrementi di materiale per la formazione di un campione omogeneo da sottoporre ad analisi di omologa. Sui campioni dovrà essere determinata la pericolosità, secondo i riferimenti della DEC/2000/532/CE ed eseguita un'analisi per stabilirne la possibilità di recupero, secondo i riferimenti del D.Lgs. 186/2006.

L'asfalto rimosso nell'area non coperta del capannone cromatura, posato nell'ambito dei campi prove, sarà campionato in cumulo, prelevando almeno 2 incrementi di materiale per la formazione di un campione omogeneo da sottoporre ad analisi di omologa. Verrà inizialmente determinata la pericolosità, secondo i riferimenti della DEC/2000/532/CE e successivamente stabilita l'idonea destinazione ai sensi del D.M. 27/09/2010.

9.5 Indicazioni generali per gli smaltimenti

I materiali derivanti dalle attività di demolizione e di scavo saranno smaltiti in idonee discariche o impianti di trattamento, una volta stabilita la destinazione sulla base delle analisi di omologa eseguite sui campioni prelevati preventivamente in banco. Per le altre tipologie di materiali, saranno effettuati campionamenti ed analisi ai fini dell'omologa in corso d'opera, da cumulo, come indicato nei paragrafi precedenti.

Tutti i campioni dovranno in ogni caso essere formati mediante omogeneizzazione degli incrementi prelevati ed identificati univocamente. Sui campioni verrà inizialmente determinata la pericolosità, secondo i riferimenti della DEC/2000/532/CE e successivamente stabilita l'idonea destinazione ai sensi del D.M. 27/09/2010.

I materiali potenzialmente recuperabili (materiali ferrosi, rame etc), derivanti dalla demolizione selettiva degli edifici, saranno segregati per tipologia dalla IA e potranno essere recuperati previa opportuna analisi ai sensi del D.Lgs. 186/2006. Tali attività saranno effettuate a cura ed onere della IA.

Prima di iniziare le operazioni di smaltimento saranno comunicati alla D.LL. ed alle Autorità competenti le destinazioni per ciascuna tipologia di rifiuto, l'analisi chimica del rifiuto e il nome del trasportatore.

Tutto il materiale sarà trasportato fuori dal Sito con Formulario di Identificazione del Rifiuto compilato secondo quanto previsto dalla normativa. Il peso sarà verificato esclusivamente al destino in quanto in Sito



non è disponibile una pesa. La D.LL. verificherà tutti i Formulari e i pesi al destino riportati nella quarta copia. Tutti i mezzi di trasporto saranno autorizzati a norma di legge. Nel caso in cui i rifiuti siano classificati come merci pericolose ai fini del trasporto, saranno autorizzati secondo la normativa ADR.

Sarà predisposto e mantenuto aggiornato un registro di carico e scarico dei rifiuti e saranno debitamente predisposti per ogni carico i Formulari di Identificazione del Rifiuto. Sui certificati di omologa e sui formulari dovrà essere sempre riportata la dicitura: *“proveniente da sito contaminato”*. Le attività di produzione dei rifiuti, trasporto e smaltimento dovrà essere condotta dalle imprese appaltatrici nel rispetto delle norme vigenti nel periodo di esecuzione delle attività (SISTRI).

Lo smaltimento sarà garantito dall'apposito certificato di avvenuto smaltimento, redatto ai sensi della normativa vigente. Il certificato è il documento compilato dal destinatario del rifiuto che ne attesta l'effettivo smaltimento. Per ciascun rifiuto il certificato ne riporta il quantitativo, il codice CER (Catalogo Europeo Rifiuti), il riferimento al numero di formulario di ciascun carico e la dichiarazione firmata dal destinatario dell'avvenuto smaltimento.

In termini generali, sono stati individuati i codici CER riportati nella seguente tabella, per i possibili diversi materiali provenienti dalle attività di Bonifica.

Tabella 11: Codici CER individuati

Descrizione	Codice CER
Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 170901, 170902 e 170903*	170904
Altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione (compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose	170903*
Miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, contenenti sostanze pericolose	170106*
Miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 170106*	170107
Terre e rocce diverse da quelle di cui alla voce CER 170503*	170504
Terre e rocce contenenti sostanze pericolose	170503*
Materiali da costruzione contenenti amianto	170605*
Materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 170601 e 170603	170604
Altri materiali isolanti contenenti o costituiti da sostanze pericolose	170603*
Vetro	170202
Plastica	170203
Ferro e acciaio	170405
Cavi, diversi da quelli di cui alla voce 17 04 10	170411
Miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 170301	170302
Miscele bituminose contenenti catrame di carbone	170301*



Per eventuali diversi materiali riscontrati nell'ambito delle attività operative, sarà valutato il codice CER più idoneo dal produttore (IA) di concerto con la D.LL.

Per quanto riguarda le acque di falda, derivanti ad esempio da eventuali attività di spurgo di piezometri, si prevede un loro accumulo in appositi contenitori plastici (tipo "bulk") ed un successivo invio all'impianto di trattamento acque presente in Sito, previa autorizzazione da parte della stazione Appaltante e del gestore dell'impianto (Etra).

9.6 Stima dei quantitativi dei materiali da inviare a smaltimento

Si riporta nel seguito la stima dei quantitativi di materiali da gestire come rifiuto derivanti dalle attività di demolizione, scavo e realizzazione dei manufatti previsti nel Progetto. Vengono individuati i volumi ed i quantitativi dei materiali principali, non viene indicata la stima su materiali presenti in quantitativi ridotti (metalli, vetro, plastica). Non viene inoltre riportata la stima dei quantitativi delle lastre contenenti amianto di copertura dei tetti, che vengono invece valutate sulla base dello sviluppo areale in pianta (cfr. paragrafo 7.2.2). La documentazione fotografica evidenzia la geometria delle lastre di copertura.

Le stime di seguito riportate sono effettuate sulla base:

- delle informazioni sulle dimensioni degli edifici derivanti dalle planimetrie in possesso e fornite dall'Appaltatore;
- di un rilievo plano-altimetrico effettuato in Sito nel luglio 2014 e riportato in **Tavola 2**.

Dai calcoli vengono escluse:

- per le demolizioni, le superfici già demolite nell'ambito delle prove pilota, e i volumi non pieni relativi ai muri perimetrali (porte, passaggi, finestre etc);
- per i terreni, i volumi di materiale misto riciclato già presente in posto nelle aree di intervento, derivante dalle precedenti fasi di demolizione di strutture in Sito (2012-2013).

Nelle tabelle vengono inoltre indicati i riferimenti ai diversi campioni prelevati in banco nelle fasi preliminari per le analisi di omologa, in riferimento alle quali saranno smaltiti i diversi quantitativi di rifiuti. Per i rifiuti senza il riferimento, saranno effettuati campionamenti da cumulo.

Tabella 12: Stima dei rifiuti derivanti dalle demolizioni di strutture orizzontali

Provenienza	Sup. (mq)	Spessore (m)	Volume (mc)	Peso spec. (t/mc)	Quantità (t)	Possibile codice CER	Rif. campioni in banco
Capannone cromatura - soletta	839	0,3	251,6	2,3	579	170904 / 170903*	C1
Capannone centrale - soletta (area di trattamento)	153	0,3	45,9	2,3	106	170904 / 170903*	C1
Capannone centrale - soletta (area rimanente)	311	0,3	93,3	2,3	215	170904	C2
Locali uffici - pavimentazioni (esclusa officina)	153	0,3	45,9	2,3	106	170904 / 170107	C2
Locale officina - soletta	47	0,3	14,1	2,3	32	170904	C3
Locali uffici-officina tetto	200	0,3	60,0	2,3	138	170904	C7-C8



PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA APPALTABILE EX GALVANICA PM - RELAZIONE GENERALE

Provenienza	Sup. (mq)	Spessore (m)	Volume (mc)	Peso spec. (t/mc)	Quantità (t)	Possibile codice CER	Rif. campioni in banco
Solette cortile nord	37	0,3	11,1	2,3	26	170904	-

Tabella 13: Stima dei rifiuti derivanti dalle demolizioni di muri in elevazione

Provenienza	Lung. (m)	Spessore (m)	Volume (mc)	Peso spec. (t/mc)	Quantità (t)	Possibile codice CER	Rif. campioni in banco
Capannone cromatura - muri perimetrali (0-3 m)	85,2	0,285	59,5	2,0	119	170903*	C4
Capannone cromatura - muri perimetrali (3-5,8 m)	85,2	0,285	42,5	2,0	85	170904	C5
Capannone centrale - muro nord (0-3 m)	40,3	0,285	25,3	2,0	51	170903*	C4
Capannone centrale - muri perimetrali (0-8,7 m)	64,3	0,285	117,3	2,0	235	170904	C6
Locale analisi - muri interni e perimetrali (0-3,05 m)	18	0,285	15,6	2,0	31	170904 / 170107	-
Locali uffici - muri interni e perimetrali (0-3,05 m)	37	0,285	40,0	2,0	80	170904 / 170107	C7
Locali officina - muri perimetrali (0-4 m)	20	0,285	22,5	2,0	45	170904	C8

Tabella 14: Stima dei rifiuti derivanti dalle demolizioni di travi e fondazioni

Provenienza	N°	Area sezione (mq)	Volume (mc)	Peso spec. (t/mc)	Quantità (t)	Possibile codice CER	Rif. campioni in banco
Capannone cromatura - travi da 25 m	15	0,13	48,8	2,3	112	170904	C5
Capannone centrale - travi da 15 m	17	0,10	25,5	2,3	59	170904	C6
Provenienza	Lung. (m)	Spessore (m)	Volume (mc)	Peso spec. (t/mc)	Quantità (t)	Possibile codice CER	
Capannone cromatura fondazione continua (2 m)	126,2	0,30	75,7	2,3	174	170903*	C4



PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA APPALTABILE EX GALVANICA PM - RELAZIONE GENERALE

Provenienza	Lung. (m)	Spessore (m)	Volume (mc)	Peso spec. (t/mc)	Quantità (t)	Possibile codice CER	Rif. campioni in banco
Capannone centrale - fondazione continua parete nord (2 m)	86	0,30	51,5	2,3	119	170903*	C4
Capannone centrale - fondazione continua pareti laterali (2 m)	64	0,30	38,6	2,3	89	170904	C6
Provenienza	N°	Lato (m)	Volume (mc)	Peso spec. (t/mc)	Quantità (t)	Possibile codice CER	Rif. campioni in banco
Capannone cromatura - plinti di fondazione	17	1,5	57,4	2,3	132	170903*	C4

Tabella 15: Stima dei rifiuti derivanti dalle attività di scavo/sondaggio dei terreni

Provenienza	Sup. (mq)	Prof. (m)	Volume (mc)	Peso spec. (t/mc)	Quantità (t)	Possibile codice CER	Rif. campioni in banco
Scavo parete hot-spot	-	4,5	103,2	1,7	175	170504	-
Scavo bonifica corridoio ovest	186	2,0	303,0	1,7	515	170503*/170504	C11
Scavo bonifica CR13	35	3,0	105,0	1,7	179	170504	-
Scavo bonifica ex P6	29	0,5	14,5	1,7	25	170504	-
Scavo sotto soletta capannone cromatura/centrale	1.036	1,0	989,0	1,7	1.681	170503*	C9
Scavo sotto soletta capannone centrale/uffici	502	0,3	150,6	1,7	256	170504	C10
Scavo per cordoli guida del diaframma	53	1	53,1	1,7	90	170504	-
Scavo cortile nord per completamento capping	706	0,5	353,0	1,7	600	170504	-
Scavo per opere di raccolta acque meteoriche	-	-	47	1,7	80	170504	-
Provenienza	N°	Sezione (mq)	Volume (mc)	Peso spec. (t/mc)	Quantità (t)	Possibile codice CER	
Sondaggi per tappo di fondo (0-10 m)	1.923	0,008	151,0	1,7	257	170503*/170504	-
Sondaggi per tappo di fondo (10-23,5 m)	1.923	0,008	203,8	1,7	346	170504	-



Tabella 16: Stima dei rifiuti derivanti dallo scavo del diaframma (terreno/miscele cementizie)

Provenienza	N°	Sezione (mq)	Volume geom.(mc)	Volume ¹⁵ scavo (mc)	Peso spec. (t/mc)	Quantità (t)	Possibile codice CER
Scavo pannelli diaframma perimetrale	73	2,5	4.289	5.576	1,96 ¹⁶	10.936	170504

Tabella 17: Stima dei rifiuti derivanti dalla rimozione asfalto

Provenienza	Sup. (mq)	Spessore (m)	Volume (mc)	Peso spec. (t/mc)	Quantità (t)	Possibile codice CER
Piazzale nord-est	411	0,1	41,1	2	82	170302
Piazzale sud-est	535	0,1	53,5	2	107	170302
Area campo prove B	200	0,07	14	2	28	170302 / 170301

Il quantitativo complessivo di rifiuti da gestire nell'ambito della realizzazione degli interventi previsti è quindi stimato in **circa 17.888 t**. Sulla base di quanto emerso nell'ambito dei campi prova in merito allo stato di contaminazione dei terreni e delle macerie di scavo, si può effettuare la seguente suddivisione circa la diversa possibile destinazione dei rifiuti sopra indicati.

Tabella 18: Quantitativi di rifiuti stimati suddivisi in base alla possibile destinazione

Tipologia	Possibile destinazione	Percentuale stimata sul totale	Quantità (t)
Terreni - macerie da demolizione	Pre-trattamento e successivo smaltimento in discarica	13,2%	2.366
Terreni - macerie da demolizione	Discarica per rifiuti pericolosi	7,6%	1.366
Terreni - macerie da demolizione	Discarica per rifiuti non pericolosi	14,0%	2.500
Macerie da demolizione	Discarica per rifiuti inerti	2,8%	503
Terreno/miscela cementizia (diaframma)	Discarica per rifiuti non pericolosi	30,6%	5.468
Terreno/miscela cementizia (diaframma)	Discarica per rifiuti inerti	30,6%	5.468
Asfalto	Impianto di recupero	1,1%	189
Asfalto	Discarica per rifiuti pericolosi	0,2%	28

¹⁵ Viene considerato un aumento di volume di scavo rispetto a quello geometrico del 30%

¹⁶ Stimato sulla base degli esiti delle prove pilota



Nelle stime effettuate si ipotizza, in particolare, che una parte dei terreni e delle macerie da demolizione derivanti dalle attività di demolizione e scavo in corrispondenza del capannone cromatura (aree più contaminate) potrà essere smaltibile in discarica solo a seguito di un preliminare trattamento di stabilizzazione. Inoltre, viene ipotizzato che il rifiuto generato nell'ambito dello scavo del diaframma di confinamento laterale, vista l'ubicazione dello stesso, potrà essere smaltito in parte in discarica per rifiuti non pericolosi ed in parte (50%) in discarica per rifiuti inerti.

In ogni caso sarà cura ed onere della IA verificare mediante analisi di omologa il destino dei diversi quantitativi di materiali di risulta dalle operazioni di scavo e demolizione, secondo i criteri riportati ai paragrafi precedenti.

9.7 Volumi di rinterro

Il rinterro dei volumi di scavo derivanti dalle operazioni previste in Progetto dovrà avvenire mediante posa di materiale misto di cava opportunamente costipato. I rinterri dovranno essere realizzati nelle aree e secondo le sezioni riportate in **Tavola 7**.

Nella seguente tabella si riportano i volumi di materiali di rinterro necessari, calcolati quali volumi geometrici in banco, comprensivi dello strato di 30 cm di sottofondo del capping (**Tavola 10**). L'IA dovrà garantire la fornitura di un idoneo quantitativo di materiale di riporto tenendo conto della costipazione dello stesso e del raggiungimento delle quote di progetto.

Tabella 19: Volumi geometrici di rinterro

Ubicazione	Superficie (mq)	Spessore medio rinterro (m)	Volume (mc)
Rinterro scavo capannone cromatura/ capannone centrale	1.036	1,1	1.140
Rinterro scavo area locali uffici/ capannone centrale	502	0,4	201
Rinterro scavo parete hot-spot	40	4,3	172
Rinterro scavo bonifica corridoio ovest	186	1,8	335
Rinterro scavo bonifica CR13	35	2,8	98
Rinterro scavo bonifica ex P6	29	0,3	9
<i>Materiale per rinterro già presente in Sito (mc)</i>			-405
Totale (mc)			1.549

Per le modalità di posa, le caratteristiche dei materiali e l'accettazione in Sito si rimanda al CSA-Parte Tecnica. Per quanto concerne le cave di approvvigionamento del materiale, si rimanda al capitolo 10.



10.0 CAVE PER APPROVVIGIONAMENTO INERTI ED IMPIANTI DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI RIFERIMENTO

In merito alle cave di approvvigionamento di inerti per i rinterri, visto il quantitativo ridotto di materiale inerte da fornire, sarà onere dell'impresa individuare le cave di prestito autorizzate. Il piano di approvvigionamento predisposto dall'impresa appaltatrice dovrà essere sottoposto ad approvazione della Direzione Lavori preliminarmente all'esecuzione dei rinterri.

Per quanto riguarda gli impianti di smaltimento o eventuale recupero dei rifiuti generati nell'ambito dei lavori, l'impresa appaltatrice dovrà fornire alla D.LL., preliminarmente all'inizio delle attività di demolizione, l'elenco degli impianti individuati, corredato dalle autorizzazioni degli stessi.



11.0 CRITERI DI PROTEZIONE DEI LAVORATORI

Le misure di protezione dei lavoratori in cantiere, richieste dall'allegato 3 al titolo V del D.Lgs. 152/2006 e smi, sono definite nel Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) redatto ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e smi che è parte del presente Progetto Operativo di Bonifica.

Nel presente capitolo si sintetizzano i seguenti aspetti di particolare rilievo.

Le fasi di lavoro sono previste in sequenza al fine di evitare le interferenze e ridurre quindi i rischi e le probabilità di accadimento.

Ad esempio durante le fasi di rimozione delle coperture in amianto cemento non potranno essere eseguite altre lavorazioni. Le demolizioni potranno avere inizio quando le lastre di amianto cemento saranno trasportate a smaltimento.

Durante le fasi di demolizione non potranno essere eseguite altre attività.

Per quanto riguarda la rimozione delle lastre in cemento amianto, si prevede che venga attuata secondo le procedure di legge (art. 256 D.Lgs. 81/2008 e DM 6 settembre 1994). L'esperienza di rimozione di parte della copertura del capannone "cromatura" e delle coperture dell'impianto di trattamento acque, dimostrano che il rischio di diffusione di fibre di amianto aerodisperse è estremamente limitato. Gli addetti dovranno comunque operare nel rispetto delle procedure di legge sopradescritte ed utilizzando i DPI prescritti.

Per quanto concerne il rischio di esposizione ad agenti chimici (cromo metallico, composti di cromo inorganico), come previsto dall'art. 221 e successivi del D.Lgs. 81/2008 e smi, sulla base di monitoraggi già eseguiti, nel corso delle opere di scavo e demolizione effettuati nel 2013 si ritiene che i valori di esposizione saranno inferiori a quanto indicato nell'allegato XXXVIII del D.Lgs. 81/2008 (0,5 mg/mc come media ponderata su 8 ore). Si prevede comunque il monitoraggio delle polveri e l'innaffiamento delle zone di demolizione/scavo e la copertura dei cumuli e si prescrive per gli addetti i DPI necessari alla protezione delle vie respiratorie.

Gli operai dell'IA e delle eventuali imprese subappaltatrici dovranno essere informati e formati sul rischio specifico.

Gli addetti saranno altresì formati sulle caratteristiche e sull'utilizzo del reagente chimico previsto per il trattamento del terreno (CaS_4) secondo quanto indicato nella specifica scheda di sicurezza del prodotto.

Qualora in fase di appalto dovesse essere approvata, per il trattamento del terreno, una tecnologia diversa rispetto a quella che prevede l'uso del CaS_4 , l'IA dovrà produrre la documentazione relativa alla valutazione dei rischi ed alle misure di protezione collettiva ed individuale da adattare. In caso di combustione o contatto con acidi lo stesso può liberare tale gas, i cui valori di riferimento sono (ACGIH, 2008): TLV TWA 1 ppm – 1,4 mg/mc; STEL e allegato XXXVIII del D.Lgs. 81/2008 di 5 ppm – 7 mg/mc e limiti di esposizione a breve termine da allegato XXXVIII del D.Lgs. 81/2008 e smi di 14 mg/mc e 10 ppm.

L'accesso alla zona "barriera idraulica- impianto di trattamento acque", del personale ETRA e/o di imprese addette alla gestione, dovrà essere coordinata fra CSE del cantiere in oggetto e responsabile della sicurezza degli impianto ETRA.

Le misure di protezione dei lavoratori che saranno impegnati nelle operazioni di manutenzione dell'area a cantiere finito, sono previste preliminarmente nel Fascicolo dell'opera redatto ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e dovranno essere aggiornate periodicamente.



12.0 MONITORAGGI AMBIENTALI IN CORSO D'OPERA

12.1 Rumore

Con riferimento alla componente rumore, si eseguiranno misure della rumorosità in cantiere e nei recettori più vicini, in periodi lavorativi significativi. Per le modalità di rilievo si rimanda al PSC.

Si prevede di eseguire almeno:

- n.1 misura dei valori di fondo in cantiere ed in prossimità degli uffici della ditta Zen Export, preliminarmente all'inizio delle attività operative, durante l'orario lavorativo;
- n.2 misure in cantiere e n.2 misure in prossimità degli uffici della ditta Zen Export nel corso delle attività di demolizione;
- n.2 misure in cantiere e n.2 misure in prossimità degli uffici della ditta Zen Export nel corso delle attività di realizzazione del diaframma perimetrale.

Le misure saranno concordate con gli Enti di Controllo e la Stazione Appaltante. Se dalle misure si rilevassero superamenti dei limiti applicabili, i responsabili di cantiere rallenteranno le operazioni che comportano movimenti meccanici, movimenti di automezzi e simili, oppure adotteranno altre misure di mitigazione del rumore.

Qualora non fosse possibile diminuire significativamente il rumore indotto, potrà essere chiesta una deroga temporanea ai limiti di zonizzazione acustica vigenti, ai preposti uffici comunali.

12.2 Monitoraggi della qualità dell'aria

I monitoraggi in corso d'opera per l'aria ambiente saranno eseguiti dalla IA e vengono computati nei costi per la Sicurezza. Per la frequenza e le modalità di campionamento dell'aria si rimanda al PSC.

Saranno eseguiti campionamenti dell'aria nelle seguenti fasi.

Rimozione di coperture contenenti amianto

Saranno misurate le concentrazioni di fibre asbestiformi aerodisperse, prima, durante ed al termine delle operazioni di rimozione delle lastre di copertura in amianto cemento. Le misurazioni, per i cui dettagli si rimanda al Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC), saranno realizzate dall'IA nell'ambito del Piano Operativo per la rimozione dei materiali contenenti amianto.

Demolizioni e scavi

Nel corso degli interventi di demolizione e scavo, e gestione dei materiali di risulta, è previsto il monitoraggio delle polveri. Il programma di monitoraggio prevede l'esecuzione di controlli analitici per evitare l'esposizione degli utenti delle aree esterne al Sito a concentrazioni significative di polveri totali sospese ("PTS") e particolato fine ("PM10").

Come metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione delle PTS, in analogia con la metodologia utilizzata per il campionamento del PM10, viene presa la norma UNI EN 12341 "Qualità dell'aria – Determinazione del particolato in sospensione PM10. Metodo di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l'equivalenza dei metodi di misurazione rispetto al metodo di riferimento". Le misure saranno effettuate mediamente una volta al mese, salvo periodi di polverosità particolare per cause atmosferiche e/o fasi dell'intervento di bonifica, nei quali la frequenza sarà intensificata.

Il riferimento normativo per i metodi di misura delle concentrazioni delle PTS è rappresentato dal DM 25/11/94 "Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle zone urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al DM 15 aprile 1994". Il livello di attenzione è pari a 150 µg/m³ mentre il livello di allarme è posto pari a 300 µg/m³.



Per le PM10, il riferimento normativo è il DM n. 60 del 2 aprile 2002 che fissa un valore limite per la salute umana di 50 µg/m³ (valore giornaliero da non superare più di 35 volte per anno civile). Nei casi di superamento dei livelli di guardia fissati dalla normativa di cui sopra, dovranno essere adottate procedure di movimentazione dei materiali "ad umido" per limitare la dispersione di polveri.

Saranno inoltre analizzati i metalli aerodispersi, quali Cr tot, CrVI, Ni e Cu.

Iniezioni di reagente

Durante le fasi di miscelazione e di iniezione del reagente CaS₄ saranno effettuate misure dell'aria per la ricerca di solfuro di idrogeno (H₂S), gas potenzialmente tossico. Come si evince dalla Scheda di Sicurezza del prodotto commerciale che contiene il reagente, in caso di combustione o contatto con acidi lo stesso può liberare tale gas, i cui valori di riferimento sono (ACGIH, 2008): TLV TWA 1 ppm – 1,4 mg/mc; STEL 5 ppm – 7 mg/mc.

12.3 Monitoraggi della qualità dell'acqua sotterranea

La qualità dell'acqua sotterranea dovrà essere monitorata nell'ambito di tutto l'intervento di Bonifica in sito. In particolare, si prevede di effettuare le seguenti campagne di monitoraggio.

- Prima degli interventi di Bonifica: sarà eseguito un campionamento di bianco per i pozzi G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6 (dopo la fase di accantieramento).
- Durante le attività di demolizione e scavo: a 0 (pre-intervento), 5, 15, 30, 60 giorni (consecutivi) dall'inizio delle attività di demolizione e a 0, 5, 15, 30 dall'inizio delle attività di scavo sotto le solette saranno eseguiti campionamenti per i pozzi G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6.
- Durante la realizzazione del diaframma: a 0, 5, 15, 30, 60, 90 giorni dall'inizio delle attività scavo per la realizzazione dei pannelli del diaframma saranno eseguiti campionamenti per i pozzi G1, G2, G4, G14, PB5, PB6; per i pozzi P4 e G6 saranno effettuati rispettivamente solo i campionamenti a 0, 5, 15 giorni e 0, 5, 15, 30, 60, in quanto posti in prossimità del tracciato del diaframma.
- Durante le perforazioni per il tappo di fondo: a 0, 5, 15, 30, 60, 90, 120, 180, 240, 300 giorni dall'inizio delle perforazioni per la realizzazione del tappo sarà eseguito un campionamento per i pozzi G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6.
- Durante le iniezioni di reagente chimico: a 0, 5, 15, 30, 60, 90, 120, 150 giorni dall'inizio delle iniezioni sarà eseguito un campionamento per i pozzi G1, G2, G4, G14, PB5, PB6.
- Durante l'esecuzione del capping: a 0, 5, 15, 30 giorni dall'inizio della posa dei teli del capping sarà eseguito un campionamento per i pozzi G1, G2, G4, G14, PB5, PB6; al termine della posa del pacchetto e dei collaudi sullo steso sarà eseguito un campionamento finale comprensivo dei suddetti pozzi.

Nella seguente tabella si riporta una sintesi dei campioni da analizzare nelle suddette fasi.

Tabella 20: Campioni di acque da analizzare durante i lavori

Fase di intervento	Pozzi campionati	N° campioni
Bianco iniziale	G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6	8
Demolizioni/scavo	G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6	72
Diaframma	G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6	44
Perforazioni tappo di fondo	G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6	80
Trattamento chimico	G1, G2, G4, G14, PB5, PB6	48
Capping	G1, G2, G4, G14, PB5, PB6	36



Tutti i campionamenti dovranno comunque essere eseguiti in condizioni di sicurezza per gli addetti, pertanto le campagne previste nelle fasi di demolizione e scavo dovranno essere gestite ed effettuate in giornate in cui non siano previste attività operative nell'intorno dei pozzi stessi e sia garantito un accesso sicuro agli stessi.

I parametri da ricercare nelle acque saranno: pH, conducibilità, potenziale redox, ossigeno disciolto, metalli (CrVI, Crtot, Ni), solfuri, solfati.

Eventuali pozzi con presenza di pompe installate (barriere idrauliche vecchia e nuova) dovranno essere campionati di concerto con il gestore degli stessi. L'IA avrà cura di avvisare preventivamente il gestore in modo da non causare ritardi nel programma dei campionamenti.

I campionamenti saranno effettuati secondo le modalità operative indicate nel CSA-Parte Tecnica. Eventuali diverse modalità di campionamento, o aggiunte di parametri, richieste da ArpaV saranno effettuate dalla IA di concerto con la D.LL. Le analisi dovranno essere effettuate presso un laboratorio chimico con prove certificate ACCREDIA, i riferimenti normativi sono quelli presenti in Tabella 2 dell'allegato 5 al titolo V della parte IV del D.Lgs. 152/2006 e smi.

12.3.1 Barrieramento idraulico

Si ritiene che in generale il barrieramento idraulico presente in Sito dovrà essere mantenuto in funzione nelle fasi realizzative dell'intervento di Bonifica, al fine di contenere l'eventuale mobilitazione in falda della contaminazione derivante dalle attività maggiormente invasive.

Le modalità di funzionamento della barriera potranno essere funzionali al rilevamento di concentrazioni superiori alle CSC per il CrVI nei pozzi di controllo al confine del Sito (PB5 e PB6).

In particolare, in attesa dei riscontri analitici sui campioni prelevati nel primo campionamento successivo all'inizio di ogni attività, la barriera dovrà necessariamente essere mantenuta attiva, indipendentemente dal livello di falda, nei primi 15 giorni successivi all'inizio delle seguenti fasi operative:

- rimozione delle coperture in cemento-amianto;
- rimozione delle solette dei capannoni cromatura e centrale;
- scavo del terreno al di sotto dei capannoni cromatura e centrale;
- scavo dei pannelli per la realizzazione del diaframma perimetrale;
- perforazioni per l'esecuzione del tappo di fondo;
- iniezioni dei reagenti chimici.

Le modalità di funzionamento e di eventuale richiesta per l'attivazione della barriera, dovranno essere definite di concerto fra l'IA, la D.LL. la Stazione Appaltante ed il gestore della stessa (ETRA).

12.4 Monitoraggi dello stato di contaminazione dei terreni

Al fine di valutare lo stato di contaminazione dei terreni in posto una volta completati gli scavi al di sotto delle solette, nell'area del capannone cromatura e capannone centrale, si prevede di effettuare un campionamento del fondo scavo, che, si precisa, non avrà carattere di collaudo ambientale dello stesso. Saranno prelevati campioni del fondo in nove punti dell'area di scavo, come evidenziato in **Tavola 7**, per la ricerca dei seguenti parametri: CrVI, Crtot, Ni, Pb, pH.

I campionamenti saranno effettuati secondo le modalità operative indicate nel CSA-Parte Tecnica. Eventuali diverse modalità di campionamento, o aggiunte di parametri, richieste da ArpaV saranno effettuate dalla IA di concerto con la D.LL. Le analisi dovranno essere effettuate presso un laboratorio chimico con prove certificate ACCREDIA.



13.0 MONITORAGGI POST- OPERAM

I monitoraggi ambientali post operam riguarderanno lo stato delle acque sotterranee a valle dell'area di intervento per la verifica, in diverse condizioni di livello di falda, del rispetto dell'obiettivo di Bonifica al confine del Sito.

I monitoraggi post-operam delle acque sotterranee saranno eseguiti:

- a carico della IA per il primo anno di monitoraggio, a partire dalla fine delle ultime attività di asfaltatura (capping e piazzali nord-est e sud-est); la frequenza di campionamento sarà bimestrale;
- a carico della Stazione Appaltante per i successivi 4 anni di monitoraggio; la frequenza di campionamento sarà bimestrale per i primi due anni, trimestrale per il terzo anno e quadrimestrale per il quarto anno.

I pozzi oggetto di campionamento saranno i seguenti: P1, G2, G4, G14, PB5, PB6.

I parametri da ricercare nelle acque saranno: pH, conducibilità, potenziale redox, ossigeno disciolto, metalli (CrVI, Crtot, Ni), solfuri, solfati.

Eventuali pozzi con presenza di pompe installate (barriere idrauliche vecchia e nuova) dovranno essere campionati di concerto con il gestore degli stessi. L'IA avrà cura di avvisare preventivamente il gestore in modo da non causare ritardi nel programma dei campionamenti.

I campionamenti saranno effettuati secondo le modalità operative indicate nel CSA-Parte Tecnica. Eventuali diverse modalità di campionamento, o aggiunte di parametri, richieste da ArpaV saranno effettuate dalla IA di concerto con la D.LL. Le analisi dovranno essere effettuate presso un laboratorio chimico con prove certificate ACCREDIA, i riferimenti normativi sono quelli presenti in Tabella 2 dell'allegato 5 al titolo V della parte IV del D.Lgs. 152/2006 e smi.



14.0 INTERFERENZE CON LE INFRASTRUTTURE PRESENTI

Gli interventi previsti presso il Sito implicheranno alcune interferenze, durante le fasi operative, con le infrastrutture presenti nell'area.

Per quanto riguarda la presenza di sottoservizi, dalle informazioni raccolte dalla Stazione Appaltante si rileva quanto segue:

- lungo la recinzione ovest del Sito, è presente una linea di gas metano, costituita da una tubazione metallica fuori terra (cfr. documentazione fotografica- **Appendice B**); tale linea risulta attualmente interrotta, pertanto la tubazione potrà essere dismessa e demolita nell'ambito dei lavori;
- dalle informazioni in possesso si evince che dalla linea sopra descritta potrebbe essere presente una derivazione che dal confine ovest passa al di sotto del capannone cromatura sino ai locali uffici; anche tale tubazione risulta dismessa e dovrà essere individuata nell'ambito degli scavi e rimossa;
- la cabina Enel presente sul confine nord del Sito non è in uso, tuttavia verrà preservata nell'ambito delle attività; da tale cabina risultano presenti soltanto collegamenti aerei, pertanto le attività non interferiranno con eventuali linee elettriche interrato; non si rilevano ulteriori possibili collegamenti elettrici con cabine o linee esterne al Sito;
- nella porzione est del Sito ed in particolare al di sotto del piazzale sud-est, sono presenti la vecchia linea di collettamento acque reflue della Galvanica, attualmente in uso ed utilizzata per lo scarico in fognatura delle acque dell'impianto di depurazione di Etra e la linea di collettamento acque meteoriche, che recapita le acque piovane dei piazzali in una roggia presente in via Tre Case (cfr. **Tavola 10**); le tubazioni interrate relative a queste linee saranno preservate nell'ambito dei lavori e, per quanto riguarda la linea di acque meteoriche, riutilizzata per il collettamento delle acque raccolte mediante le opera di captazione previste sull'area di capping;
- non si rileva la presenza di linee interrate di acqua per i sistemi antiincendio o per esigenze di processo.

Alla luce di quanto sopra evidenziato, si conclude che in generale le attività di progetto sostanzialmente non creeranno interferenze con i sottoservizi presenti. L'IA dovrà in ogni caso avere cura di effettuare le attività di scavo con la massima attenzione in particolare nelle aree di possibile presenza di linee interrate e nell'ambito della demolizione dei locali uffici, al di sotto dei quali sono presenti i possibili collegamenti alle tubazioni sopra descritte.

Per quanto concerne le possibili interferenze con le attività produttive nelle aree limitrofe al Sito, è opportuno individuare le modalità di transito dei mezzi d'opera in uscita od entrata nello stesso, in modo da limitare al minimo eventuali disagi prodotti dalle attività operative.

Negli elaborati grafici del PSC viene individuato l'accesso dei mezzi d'opera al cantiere: l'accesso avverrà dal piazzale sud-est, attraverso le aree condivise con la ditta Zen Export. Tale ingresso sarà per il trasporto in Sito di mezzi d'opera o attrezzature che dovranno essere effettuati in orario diurno e quale accesso per il personale addetto alle attività,.

Nell'ambito delle attività di carico e trasporto dei rifiuti derivanti dalle demolizioni/scavi, i mezzi potranno transitare solo a velocità ridotte nelle suddette aree condivise, con un limite massimo di 10 km/h.

Durante le fasi di carico ed invio a discarica dei rifiuti generati dalle attività operative potrà essere generato da e per il cantiere un traffico di mezzi pesanti (camion-rimorchio, bilici etc) anche nell'ordine di alcune decine di viaggi giorno.

A tal proposito, per minimizzare l'interferenza delle attività con le infrastrutture limitrofe ed in particolare con l'abitato del Comune di Tezze, il transito dei mezzi di trasporto rifiuti da via Tre Case dovrà necessariamente avvenire da est, ovvero dalla Strada Provinciale SP97.



15.0 TEMPISTICHE DI INTERVENTO

Il Cronoprogramma degli interventi viene riportato nel documento n.8 del Progetto Operativo di Bonifica.

Le tempistiche di intervento sono state stimate complessivamente in 189 settimane (ca. 1.323 giorni consecutivi), di cui 137 settimane relative alle fasi operative e 52 settimane relative al monitoraggio post-operam di un anno.



16.0 EVENTUALI VINCOLI TECNICO-AMMINISTRATIVI RESIDUALI DA RECEPIRE NEL CERTIFICATO DI DESTINAZIONE URBANISTICA

Al termine delle attività di Bonifica previste nel presente Progetto, sul Sito insisteranno necessariamente alcuni vincoli che dovranno essere recepiti nel certificato di destinazione urbanistica dell'area e che dovranno essere rispettati nell'ambito di eventuali futuri interventi edificatori.

L'utilizzo del Sito dovrà essere rivolto ad interventi a carattere commerciale od industriale: non potranno essere realizzate aree a verde pubblico o interventi edificatori a carattere residenziale.

Per quanto riguarda i possibili interventi nell'area, dovranno essere rispettati i seguenti vincoli:

- nell'area di capping non potranno essere eseguiti interventi edificatori che prevedano la realizzazione di fondazioni profonde o locali interrati;
- qualsiasi intervento sull'area di capping che implichi la realizzazione di scavi dovrà prevedere la ricostituzione degli strati di capping secondo le sezioni di Progetto; in particolare eventuali danni al telo in HDPE alla base del pacchetto dovranno essere ripristinati mediante fornitura e posa in opera di materiali dalle medesime caratteristiche tecniche, collaudando l'intervento prima della copertura degli stessi;
- qualsiasi intervento di scavo sull'area di capping al di sotto delle profondità di rinterro previste nel presente Progetto (cfr. **Tavola 7**), individuate dalla rete rossa di segnalazione, dovrà essere realizzato comprendendo la raccolta e lo smaltimento in discarica di tutto il terreno escavato previa opportuna analisi di omologa e prevedendo opportune misure di sicurezza e protezione per i lavoratori;
- eventuali attività di deposito materiali o transito di mezzi al di sopra dell'area di capping dovranno essere realizzate senza provocare rilascio di detriti all'interno delle opere di canalizzazione delle acque meteoriche previste; qualora si verificassero riempimenti di canaline/pozzetti, si dovrà procedere ad un'immediata pulizia degli stessi per il ripristino della loro corretta funzionalità;
- non potranno essere effettuati interventi edificatori nell'area corrispondente al capannone sud del Sito, dove è ubicato l'impianto di depurazione acque di falda; tale area potrà essere eventualmente utilizzata per deposito di materiali, garantendo in ogni caso la corretta fruibilità dell'impianto da parte del personale tecnico coinvolto;
- non potranno essere eseguiti interventi edificatori che compromettano anche solo parzialmente la corretta funzionalità dei pozzi barriera presenti nell'angolo sud-est del Sito.

In aggiunta a tali limitazioni d'uso, sarà facoltà da parte della Stazione Appaltante individuare eventuali ulteriori vincoli sull'area.



17.0 VARIANTI MIGLIORATIVE PROPONIBILI DALLE IMPRESE CHE PARTECIPERANNO ALLA GARA DI APPALTO

Ai sensi dell'art. 76 del D.Lgs. 163/2006 e smi, potranno essere autorizzate le varianti progettuali da presentarsi secondo le modalità che verranno indicate nel disciplinare di gara della Procedura Aperta.

Le varianti che l'Appaltatore intenda presentare devono tenere conto degli obiettivi di bonifica descritti nel Progetto operativo di bonifica e saranno sottoposte ad approvazione della Conferenza dei servizi.

Le suddette varianti devono rispondere ai seguenti requisiti:

- costituire apporti migliorativi dell'efficacia degli interventi di bonifica previsti e dell'efficienza dei trattamenti delle matrici contaminate (terreno nella zona insatura, acque di falda);
- accelerare i tempi di realizzazione delle opere di bonifica e di raggiungimento degli obiettivi con conseguente diminuzione dei tempi di certificazione;
- contenere i tempi e durata di funzionamento della barriera idraulica esistente;
- garantire il contenimento dei consumi energetici;
- ridurre i rischi, per la salute e sicurezza degli operai, connessi all'uso del reagente;
- migliorare la fruibilità dell'area, una volta restituita agli usi consentiti;
- a parità di efficacia attesa degli interventi, permettere una riduzione dei costi.

Sotto il profilo progettuale, le varianti potranno coinvolgere le seguenti attività:

- accelerazione dell'inertizzazione del terreno insaturo anche in assenza di una cinturazione perimetrale;
- uso di sostanze inertizzanti compatibili con l'ambiente e che non determinino la formazione di prodotti secondari di reazione pericolosi e non compatibili con l'impianto di trattamento acque esistente;
- modalità di iniezione dei reagenti nel sottosuolo e numero di punti di iniezione.

Non saranno ammesse varianti sui seguenti aspetti:

- messa in sicurezza permanente mediante capping;
- demolizioni e scavi da eseguire;
- sequenza delle attività previste nel Progetto complessivo di Bonifica del Sito.



18.0 ASPETTI ECONOMICI

Per quanto riguarda gli aspetti economici si rimanda ai documenti n.9, n.10, n.11 del Progetto Operativo di Bonifica.

Nel seguito si riporta il Quadro Economico complessivo di Progetto.

Tabella 21: Quadro Economico degli interventi previsti

A	IMPORTO DELLE OPERE E DEGLI ONERI PER LA SICUREZZA	COSTO
A1	Importo delle opere	€ 7.689.635,13
A2	Oneri per la sicurezza (non soggetti a ribasso)	€ 43.136,43
	TOTALE A	€ 7.732.771,56
B	SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE	
B1	Spese tecniche per Progettazione e Coordinamento Sicurezza in fase di progettazione	€ 102.052,76
B2	Cassa previdenziale su Progettazione e Coordinamento Sicurezza in fase di progettazione (4%)	€ 4.082,11
B3	Spese tecniche per Direzione Lavori e Coord. Sicurezza in fase esecutiva	€ 117.736,05
B4	Cassa previdenziale su Direzione Lavori e Coord. Sicurezza in fase esecutiva (4%)	€ 4.709,44
B5	Spese per attività di RUP 1% su opere (A1+A2)	€ 77.327,72
B6	Spese di bando e pubblicità	€ 30.000,00
B7	Spese tecniche per campionamenti in contraddittorio (30% costo di campionamenti e analisi)	€ 8.916,86
B8	Spese tecniche per monitoraggi post-operam (4 anni)	€ 9.393,60
B9	Spese tecniche per prestazione professionale del collaudatore	€ 44.428,70
B10	Cassa previdenziale sulla prestazione professionale del collaudatore (4%)	€ 1.777,15
B11	Spese tecniche per attività e prove di collaudo (20% costo delle prove e collaudi in corso d'opera)	€ 10.680,18
B12	Imprevisti 10% su opere (A1)	€ 768.963,51
B13	Incentivo articolo 92 comma 7 bis D.lgs. 163/06	€ 77.327,72
B14	Incentivo articolo 92 comma 5 D.Lgs. 163/06	€ 77.327,72
B15	Spese per accordo bonario e commissione di valutazione	€ 231.983,15
B16	IVA 10% su opere (A1+A2)	€ 773.277,16
B17	IVA 10% su imprevisti	€ 76.896,35
B18	IVA 22% su spese tecniche per Direzione Lavori e Coord. Sicurezza in fase esecutiva	€ 26.938,01
B19	IVA 22% su spese tecniche per Progettazione e Coordinamento Sicurezza in fase di progettazione	€ 23.349,67
B20	IVA 22% su campionamenti in contraddittorio	€ 1.961,71
B21	IVA 22% su campionamenti post-operam	€ 2.066,59
B22	IVA 22% su prestazione professionale collaudatore	€ 10.165,29
B23	IVA 22% su attività e prove di collaudo	€ 2.349,64
B24	IVA 22% su spese di RUP, di bando e pubblicità	€ 23.612,10
	TOTALE B	€ 2.507.323,16
	TOTALE A + B	€ 10.240.094,72



19.0 OPERE APPALTABILI IN UN PRIMO STRALCIO SULLA BASE DELLE SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE

19.1 Premessa

Come comunicato dall'Amministrazione Comunale, le attuali somme a disposizione della stessa ammontano a € 3.450.000, pertanto inferiori all'importo complessivo delle opere in progetto.

L'importo disponibile non consente l'esecuzione delle attività di confinamento perimetrale e di fondo e di trattamento chimico che, per la specifica tecnica realizzativa definita in questa sede, devono essere realizzate nel loro complesso, secondo il modello della "cella reattiva" sperimentato nell'ambito delle prove pilota.

L'importo disponibile, peraltro, non consentirebbe nemmeno l'eventuale realizzazione di attività di trattamento in situ mediante tecnologia brevettata Soilution, per la quale, da quanto indicato nella relazione SAPIO del 26/05/2014 titolata "Proposta tecnico-economica" e presentata nel corso della CdS del 28/05/2014, i costi stimati in via preliminare sarebbero nell'ordine di € 2.300.000- 2.700.000 oltre €/anno 850.000-1.000.000 per costi operativi annuali di gestione manutenzione; nell'ipotesi di un periodo di trattamento di 1 anno il costo sarebbe pari a € 3.150.000-3.700.000.

Al fine di effettuare una prima serie di attività operative di miglioramento dello stato ambientale del Sito e compatibili con le somme a disposizione, viene definita in questa sede la possibilità di effettuare un Primo Stralcio per il Progetto Operativo di Bonifica dell'Ex Galvanica P.M.

Nel Primo Stralcio devono essere necessariamente ricomprese le attività preliminari, di scavo e di demolizione previste per il Sito, utili per gli eventuali successivi interventi di bonifica e costituenti già un primo un intervento di rimozione delle sorgenti secondarie superficiali di contaminazione ancora presenti.

Un ulteriore intervento previsto nell'ambito del Primo Stralcio si ritiene debba essere la realizzazione di un opportuno sistema di capping e relative opere di raccolta acque piovane per le aree maggiormente contaminate del Sito, al fine di impedire la percolazione delle acque meteoriche attraverso orizzonti di sottosuolo contaminati e la solubilizzazione del CrVI: tale meccanismo, come discusso in precedenza, rappresenta un elemento di particolare criticità per la propagazione della contaminazione dai terreni insaturi alle acque sotterranee e, pertanto, si prevede che un intervento di capping potrà costituire già un sostanziale intervento migliorativo per lo stato di contaminazione delle acque sotterranee del Sito.

Nei seguenti paragrafi si individuano con maggiore dettaglio le attività previste nel Primo Stralcio ed i tempi e costi di intervento.

19.2 Descrizione delle attività e riferimenti progettuali

Nel Primo Stralcio saranno realizzate le seguenti attività operative:

- Cantierizzazione (**par. 7.1**)
- Attività preliminari alle opere di Bonifica: rimozione coperture in cemento-amianto, rifacimento tetto capannone est, campionamenti in banco, ricollocazione dei terreni già presenti in Sito (**par. 7.2**)
- Interventi di Bonifica dei terreni nelle aree esterne ai capannoni: scavo e smaltimento dei terreni, verifica delle pareti e fondi scavo, rinterri (**par. 7.3**)
- Demolizione dei fabbricati: demolizione selettiva delle strutture esistenti in elevazione, solette e fondazioni, a meno dei capannoni est e sud e della cabina Enel, smaltimento dei materiali di risulta (**par. 7.4**)
- Scavi e rinterri al di sotto delle solette rimosse: scavi al di sotto delle solette rimosse dai capannoni cromatura, gestione delle acque meteoriche, smaltimento dei terreni di scavo, rinterri (**par. 7.5**)
- Realizzazione del pacchetto di capping superficiale: esecuzione del pacchetto di capping previsto e delle relative delle opere di captazione acque meteoriche (**par. 7.9**)



- Rifacimento della superficie asfaltata esistente: riasfaltatura dei piazzali nelle aree previste, smaltimento dei materiali di risulta e conformazione delle pendenze (par. 7.10)

Nell'ambito dello stralcio saranno eseguite tutte le attività di prova e di collaudo relative alle attività previste, di cui al **capitolo 8** del presente Progetto.

La gestione dei materiali di risulta dalle attività di scavo e demolizione sarà eseguita secondo quanto riportato al **capitolo 9** del presente Progetto.

I monitoraggi ambientali in corso d'opera saranno eseguiti, per le attività di pertinenza del Primo Stralcio, secondo modalità e cadenze definite al **capitolo 12** del presente Progetto, mentre i monitoraggi post-operam saranno svolti secondo quanto indicato al **capitolo 13**.

Per quanto concerne gli elaborati grafici, per le attività di Primo Stralcio si faccia riferimento alle seguenti tavole:

- Tavola 1: Planimetria generale e ubicazione del Sito sugli strumenti urbanistici
- Tavola 2: Rilievo topografico del Sito
- Tavola 3: Planimetria generale punti di indagine e stato di contaminazione dei terreni
- Tavola 4: Planimetrie generali degli interventi previsti (*a meno della "planimetria generale opere di confinamento e trattamento chimico"*)
- Tavola 5: Planimetria con ubicazione dei punti di campionamento in banco
- Tavola 6: Planimetria generale degli interventi di demolizione
- Tavola 7: Planimetria e sezioni degli scavi e rinterri
- Tavola 10: Planimetrie e sezioni opere di capping e raccolta acque meteoriche

19.3 Tempistiche di intervento ed aspetti economici

In Appendice D sono riportati, per il Primo Stralcio, i seguenti elaborati:

- Cronoprogramma
- Computo metrico estimativo

Le tempistiche di intervento sono state stimate complessivamente in 86 settimane (ca. 602 giorni consecutivi), di cui 34 settimane relative alle fasi operative e 52 settimane relative al monitoraggio post-operam di un anno.

Tabella 22: Importo per gli interventi di Primo Stralcio

A	IMPORTO DELLE OPERE E DEGLI ONERI PER LA SICUREZZA	COSTO
A1	Importo delle opere	€ 1.432.370,46
A2	Oneri per la sicurezza (non soggetti a ribasso)	€ 13.326,53
	TOTALE A	€ 1.445.696,99



Pagina delle Firme della Relazione

GOLDER ASSOCIATES S.R.L.

Ing. Giovanni Amenduni
Environmental Engineer

Ing. Andrea Scalabrin
Project Manager



Ing. Mario Vaccarone
Project Director

ASC/MVA

VAT No.: 3674811009
Registro Imprese
Torino



APPENDICE A

Certificato di destinazione urbanistica del Sito



COMUNE DI TEZZE SUL BRENTA

PROVINCIA DI VICENZA

Area Tecnica

Ufficio Urbanistica

Prot. n° 3700

Tezze sul Brenta, lì 04/08/2014

C.D.U. n° 57

IL RESPONSABILE DELL'AREA TECNICA SETTORE URBANISTICA

Spazio per marca bollo

VISTA la richiesta presentata in data 01/08/2014, prot. n. 9578 dal Sig. **Lorenzin Matteo Resp. UFFICIO ECOLOGIA** del Comune di Tezze sul Brenta;

VISTO il P.I. approvato;

VISTI i commi 2-3-4- dell'art. 18 della Legge 47/1985 e succ. art. 30 del D.P.R. 380/2001;

CERTIFICA

che il terreno sito in Comune di Tezze sul Brenta (VI) e censiti nel N.C.E.U. alla Sezione Unica, **Fg. 15 mapp. 155 sub 5**, ricade, in base al P.I. **vigente** nelle Zone sottoindicate:

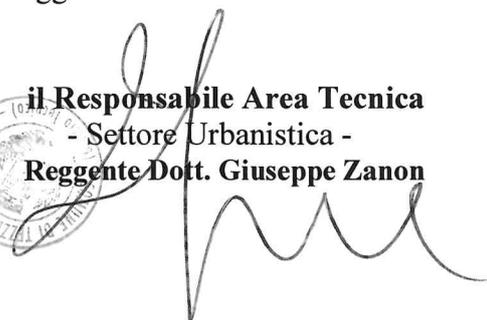
Fg. 15 Mappale n. 155:

intera superficie in Zona D1/12 - Zona produttiva per insediamenti di tipo industriale, artigianale di produzione e commerciale all'ingrosso;

Per il terreno sopra individuato valgono le prescrizioni urbanistiche allegate alla presente dichiarazione.

Si rilascia la presente per gli usi consentiti dalla Legge.

il Responsabile Area Tecnica
- Settore Urbanistica -
Reggente Dott. Giuseppe Zanon



Assolto Diritti di Segreteria
Ric. Nr. del
di € 30,00

Ritirato il
dal Sig.
l'incaricato

Zone D1

1. Zona produttiva per insediamenti di tipo industriale, artigianale di produzione e commerciale all'ingrosso e al minuto.

2. Destinazioni d'uso

- costruzioni ad uso industriale, artigianale di produzione e di commercio all'ingrosso. Alloggio di servizio o del titolare dell'azienda con un massimo di mc 500 per ciascuna unità produttiva che raggiunga una superficie lorda di pavimento di almeno 400 mq. Tale volume deve in ogni caso comporsi armonicamente con quello destinato all'attività produttiva e rispettare i restanti parametri edificatori previsti dalla presenti norme;
- magazzini, depositi;
- uffici pertinenti all'attività, spacci e mostre, mense, locali di riposo e svago;
- impianti tecnologici
- stoccaggio di materiali e prodotti, coperture mobili e/o precarie per il carico-scarico e a protezione di materiali e prodotti;
- infrastrutture di servizio ai complessi produttivi;
- attività di bar/ristorante aventi una superficie massima non superiore a 300 mq;
- esercizi commerciali di vicinato e medie strutture di vendita fino a 1500 mq di superficie di vendita, nel rispetto dei criteri emanati dal Comune in applicazione della L.R. 15/2004;
- attività ricreative e di svago quali discoteche, bowling, sale da gioco, circuiti per moto, kart e simili. L'insediamento di tali attività è subordinato al parere favorevole del Consiglio Comunale che ne attesti la compatibilità con il contesto urbano e/o ambientale nel rispetto delle disposizioni di cui al successivo punto 12 e delle vigenti normative in materia di tutela dall'inquinamento acustico;
- le attività ed gli impianti specifici connessi alla destinazione principale;
- i locali e le strutture indicate dal DPR 19 marzo 1956 n° 303 - Norme per l'igiene e la sicurezza sul lavoro e successive modificazioni
- l'insediamento delle attività di cui ai precedenti punti 7), 8) e 9) è subordinato al reperimento delle superfici minime da destinare a standard previste dall'art. 16 della L.R. n. 15/2004 (e successive modifiche ed integrazioni) in rapporto alle specifiche caratteristiche della zona e delle attività da insediare.

3. Modi di intervento

- **Tipo a)** sono sempre ammessi per gli edifici esistenti, con destinazioni compatibili con la zona, gli interventi di cui all'art. 3, lettere a), b), c) e d), del D.P.R. n. 380/2001 e s.m.i.. Per gli edifici non compatibili sono ammessi solo interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.
- **Tipo b)** con intervento diretto, secondo le indicazioni delle tavole di P.I. in scala 1:2000, ed i limiti previsti dal successivo art. 30 (interventi sull'edilizia esistente - settore produttivo)
- **Tipo c)** con piano urbanistico attuativo.

4. Parametri edificatori

- **Indice massimo di copertura:** 60% della superficie fondiaria
- **Altezza massima:** 10.50 m, fatta eccezione per i volumi tecnici

5. Costruzioni accessorie

Sono ammesse pensiline aperte a protezione di cicli, motocicli ed autoveicoli, dell'altezza massima esterna di gronda di 2,40 m, in deroga dal computo delle superfici utili e della superficie coperta. Tali strutture devono tuttavia rispettare le distanze dai confini e dalle strade stabilite dal Codice Civile.

6. Tutela dell'ambiente

Gli edifici ed i manufatti devono essere integrati nell'ambiente anche a mezzo di alberature di alto fusto disposte in modo da ridurre l'impatto visuale dei manufatti

7. Parcheggio alberato

Queste aree devono essere attentamente studiate in modo da inserirsi nel contesto urbano e/o agricolo come aree verdi attrezzate per la sosta dei veicoli e tali da contribuire all'apprezzamento del paesaggio urbano.

Il corredo vegetale ed arboreo dovrà corrispondere alle caratteristiche richieste per le piantagioni stradali. L'area può essere delimitata da muretti bassi, eventualmente con spalliere verdi guarnite di alberi di alto fusto, piantati in filare lungo il perimetro ed all'interno dell'area in modo da proteggere i veicoli dai raggi solari.

8. Quinte alberate

Con la sistemazione a verde delle aree individuate a standard saranno messi a dimora dei filari di albero d'alto fusto e/o siepi in caso di mancanza di distanze legali, con essenze autoctone.

9. Indicazioni particolari

Per quanto riguarda le zone produttive interessate dalla Variante al P.R.G. n. 4/2002 si prescrive quanto segue:

- L'organizzazione generale dell'area sia per quanto riguarda la viabilità, la localizzazione delle aree a servizi e degli interventi di nuova edificazione dovranno rispettare la normativa vigente. Al riguardo degli accessi, trattandosi nel maggior caso d'ampliamenti di zone, al servizio d'attività in parte esistenti, dovranno preferibilmente essere utilizzate le viabilità esistenti, senza apertura di nuovi accessi. Gli accessi esistenti nel caso sia prevista nuova viabilità, andranno preferibilmente eliminati, per una maggior sicurezza stradale.
- Particolare attenzione dovrà essere posta alla definizione delle soluzioni architettoniche e formali nonché alla scelta dei materiali ed alle colorazioni al fine di favorire un corretto inserimento delle nuove strutture nell'ambiente circostante e mitigarne, per quanto possibile, l'impatto visivo. L'edificazione potrà avvenire, anche per stralci funzionali purchè l'intero complesso sia oggetto di una progettazione unitaria, nel rispetto delle indicazioni di cui alle presenti norme.
- Dovranno essere consentite esclusivamente recinzioni trasparenti (reti, grigliati metallici) e/o siepi verdi per un'altezza non superiore a 3 m: l'eventuale zoccolo in muratura non potrà in ogni caso superare cm 50. Poiché le recinzioni costituiscono un elemento visibile particolarmente importante ai fini della riqualificazione dell'area, le soluzioni proposte in fase esecutiva dovranno ricercare l'omogeneità tipologica e cromatica.
- Tutela ambientale: tutti gli spazi liberi, non occupati da strade, area di manovra o parcheggi, devono essere mantenuti a verde con il concorso d'essenze arboree ed arbustive tipiche della zona nel rispetto delle indicazioni e delle essenze.
- Si ritiene corretto al fine di tutelare il pregevole paesaggio circostante di notevole interesse paesaggistico ed ambientale, nonché storico, prescrivere, per tutte le zone produttive, la messa a dimora, lungo la viabilità e lungo i confini, di un doppio filare d'alberature autoctone, caratteristiche della zona, d'alto fusto, preferibilmente non in linea. Inoltre, tutti gli spazi liberi, non occupati da strade, pertanto: area di manovra o parcheggi, ed il piazzale di carico e scarico merci delle attività interessate, devono essere mantenuti a verde, ed il terreno deve essere il più possibile permeabile, con il concorso di essenze arboree ed arbustive tipiche della zona nel rispetto delle indicazioni e delle essenze.
- Si richiamano infine le prescrizioni contenute nella D.G.R.V. n. 1251 del 30.04.04 in merito alla Valutazione di Incidenza relativa alla zona SIC.



COMUNE DI TEZZE SUL BRENTA

REPERTORIO NORMATIVO

ZONE PRODUTTIVE – COMMERCIALI

ZONA OMOGENEA	TIPO	N°	SUPERFICIE TERRITORIALE		MODI DI INTERVENTO	SUPERFICIE COPERTA	OPERE DI URBANIZZAZIONE **		NOTE
			MQ.	MQ.			PRIMARIA	SECONDARIA	
TAV. 13.3.C CAPOLUOGO SUD									
D1		1	57664		DIRETTO	60%			
D1		2	35855		DIRETTO	60%			
D1		3	24797		S.U.A.	60%			PREVALENTEMENTE DESTINATA AD ATTIVITA' PRODUTTIVE INCOMPATIBILI CON LA RESIDENZA
PL23 - D1			13911		P.A. VIGENTE				
D1		4	50211		DIRETTO	60%			
PL22 - D1			21677		P.A. VIGENTE				
D1		6	34836		DIRETTO	60%			PARTICOLARE ATTENZIONE, NELL'EDIFICAZIONE, ALLE ROGGE ESISTENTI
D1		8	27943		DIRETTO	60%			TI

TAV. 13.3.D STROPPARI - BARACCHE

D1		11	29523		DIRETTO	60%			
D1		12	80632		DIRETTO	60%			L'EDIFICIO SEGNA TO CON R È DESTINATO A RISTORAZIONE, RICETTIVO, DIREZIONALE E/O RESIDENZA
D1		13	33107		DIRETTO	60%			
D1		14	9941		DIRETTO	60%			
D1		15	17780		DIRETTO	60%			



APPENDICE B

Documentazione fotografica del Sito

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA – EX GALVANICA PM



Foto n.1 – Capannone cromatura interno (vista est-ovest)



Foto n.2 – Capannone cromatura interno – contaminazione delle murature (vista nord-sud)



Foto n.3 – Cortile nord e capannone cromatura esterno (vista nordest – sudovest)



Foto n.4 – Corridoio ovest (vista nord-sud)



Foto n.5 – Parete in comune capannoni cromatura e centrale (vista est-ovest)



Foto n.6 – Capannone cromatura area cella reattiva (vista nord-sud)



Foto n.7 – Capannone cromatura doppio soffito in pannelli di cemento-amianto



Foto n.8 – Parete in comune fra locali uffici e capannone cromatura (vista ovest-est)



Foto n.9 – Parete sud del capannone centrale esterno (vista est-ovest)



Foto n.10 – Capannone sud con impianto di trattamento acque (vista est-ovest)



Foto n.11 – Capannone centrale interno pareti sud-est e pozzi di emungimento presenti



Foto n.12 – Capannone centrale esterno (vista est-ovest)



Foto n.13 – Capannone centrale interno (vista est-ovest)



Foto n.14 – Locali uffici e capannone est (vista sudest-nordovest)



Foto n.15 – Capannone est interno (vista est-ovest)



Foto n.16 – Cabina Enel nel cortile nord (vista sudovest-nordest)



APPENDICE C

Scheda di sicurezza del reagente polisolfuro di calcio

POLISOLFURO DI CALCIO

Revisione: 15 settembre 2008

Conforme al Regolamento CEE 1907/2006 (Reach) Allegato II

1. IDENTIFICAZIONE DEL PRODOTTO E DELLA SOCIETA'

Nome commerciale: **POLISOLFURO DI CALCIO**
Codice commerciale:
Codice ISS:
Tipo di prodotto ed impiego: Soluzione a base acquosa di polisolfuro di calcio ad uso fitosanitario (fungicida, insetticida) per agricoltura

Produttore:
Polisenio s.r.l.
Via S. Andrea, 10 - 48022 Lugo (RA)
Tel. 0545-24560 Fax 0545-24587
Legale rappresentante: Sig.ra Massa Maria

Tecnico competente per la scheda dati di sicurezza:
Dott.ssa Micaela Ubbi - API Ravenna
e-mail: ubbi@pmi-gate.org

Numero telefonico di chiamata urgente della società e/o di un organismo ufficiale di consultazione:

Polisenio s.r.l.
Via S. Andrea, 10 - 48022 Lugo (RA)
Tel. 0545-24560 Fax 0545-24587

2. IDENTIFICAZIONE DEI PERICOLI

Il preparato è irritante per gli occhi, le vie respiratorie e la pelle. Se ingerito può provocare nausea, vomito, coliche addominali, diarrea, crampi e convulsioni, bradycardia e paralisi respiratoria. Il preparato è tossico per gli organismi acquatici e può avere su di essi effetti nocivi a lungo termine.

3. COMPOSIZIONE/INFORMAZIONI SUGLI INGREDIENTI

Sostanze contenute pericolose per la salute ai sensi della direttiva 67/548/CEE e successivi adeguamenti o per le quali esistono limiti di esposizione riconosciuti:

29-30% Polisolfuro di calcio (q.t.a di zolfo corrispondente a 22,5/23,5 per 100gr)
Index: 016-005-00-6; CAS: 1334-81-6; EINECS: 215-709-2
Xi - irritante
R31 - a contatto con gli acidi libera gas tossico
R 36/37/38 - Irritante per gli occhi, le vie respiratorie e la pelle
R50 - Altamente tossico per gli organismi acquatici

Pagina 1 di 6

4.1 Contatto con la pelle:

Rimuovere subito gli indumenti contaminati e lavare con abbondante acqua e sapone neutro. Contattare il medico nel caso in cui il contatto interessi zone estese del corpo, oppure nel caso di irritazione persistente. L'assorbimento per via cutanea del prodotto è poco probabile.

4.2 Contatto con gli occhi:

Lavare immediatamente ed abbondantemente con acqua corrente, a palpebre aperte, per almeno 10 minuti; è opportuno l'utilizzo di apposita doccia oculare portatile o fissa. **RICORRERE A VISITA MEDICA** in caso di irritazione oculare persistente.

4.3 Ingestione:

L'ingestione del prodotto causa irritazione e corrosione del tratto intestinale. **NON INDURRE VOMITO**. Il contatto con gli acidi presenti nello stomaco produce solfuro di idrogeno, gas estremamente tossico. L'infortunato deve essere subito trasportato al più vicino pronto soccorso. E' possibile somministrare acqua.

4.4 Inhalazione:

Evitare. L'infortunato in ambiente aerato; in caso di respirazione affannosa somministrare ossigeno o praticare la respirazione artificiale. Consultare immediatamente un medico.

Note per il medico: la lavanda gastrica può essere controindicata per i probabili danni alle mucose gastrointestinali.

5. MISURE ANTINCENDIO

5.1 Estintori raccomandati:

Il preparato non è infiammabile (ma è combustibile). Utilizzare estintori a polvere chimica, schiuma. Per incendi di piccole entità si possono usare anche terra e sabbia. Può essere usata anche acqua nebulizzata. I contenitori non coinvolti nell'incendio devono essere allontanati.

5.2 Estintori vietati:

Anidride carbonica.

5.3 Rischi da combustione:

Il preparato, se sottoposto ad elevate temperature, libera solfuro di idrogeno, gas tossico e infiammabile. Il solfuro di idrogeno può creare miscele esplosive con l'aria.

5.4 Mezzi di protezione per il personale antincendio:

Usare sempre un apparecchio respiratorio autonomo ed un equipaggiamento di spegnimento adeguato per le atmosfere potenzialmente esplosive.

6. MISURE IN CASO DI FUORUSCITA ACCIDENTALE

6.1 Precauzioni individuali:

Evitare il contatto con la pelle, gli occhi e gli indumenti contaminati. Prima di procedere alla pulizia della zona contaminata indossare guanti, maschera con filtro, occhiali o visiera paraschizzi e scarpe antiscivolo.

6.2 Precauzioni ambientali:

In caso di grossi sversamenti contenere le perdite con terra o sabbia. Piccole fuoriuscite di prodotto possono essere lavate con acqua e tensioattivo. Eliminare tutte le fiamme libere e le possibili fonti di ignizione. Non fumare. Se ingenti quantità di prodotto sono defluite in un corso d'acqua, in rete fognaria o hanno contaminato il suolo o la vegetazione, avvisare le autorità competenti.

6.3 Metodi di bonifica/pulizia:

Raccogliere velocemente il prodotto e metterlo in un contenitore pulito per il riutilizzo, se possibile, o per l'eliminazione. Assorbire gli eventuali residui con terra, sabbia asciutta o vermiculite. Successivamente alla raccolta è possibile utilizzare una leggera soluzione di acqua ossigenata (max 5%) per eliminare i residui di zolfo.

Pagina 2 di 6

7. MANIPOLAZIONE E STOCCAGGIO

7.1 Precauzioni nella manipolazione:

Evitare il contatto con il prodotto mediante l'uso di guanti, occhiali ed indumenti protettivi. Vedere anche il successivo paragrafo 8. Durante il lavoro non mangiare né bere.

Durante il lavoro non fumare.

7.2 Condizioni di stoccaggio/immagazzinamento:

Mantenere i contenitori ben chiusi. Conservare al riparo dal freddo e dai raggi solari, in locali freschi ed adeguatamente areati. Conservare lontano da alimenti e mangimi. Conservare lontano da fiamme libere, fonti di calore, acidi e sostanze ossidanti. Mantenere e diluire eventualmente il prodotto nei contenitori originali.

7.3 Impieghi particolari:

Nessuno

8. CONTROLLO DELL'ESPOSIZIONE/ PROTEZIONE INDIVIDUALE

8.1 Valori limite di esposizione delle sostanze contenute:

In assenza di valori limite di esposizione professionale comunitari per le sostanze di cui al punto 3 (direttive 2000/39 e 2006/15), della presente scheda, si fa riferimento al TLV TWA pubblicati dall'ACGIH - associazione Americana degli igienisti industriali, edizione 2008

Non disponibile per alcuna delle sostanze contenute nel preparato

Prodotti di decomposizione:

In caso di combustione o a contatto con acidi il preparato libera solfuro di idrogeno (cas 7783-06-4) TLV TWA 1 ppm- 1,4 mg/mc; STEL 5ppm- 7mg/mc

8.2 Controllo dell'esposizione individuale:

8.2.1 Protezione respiratoria:
Areare adeguatamente i locali dove il prodotto viene stoccato e/o manipolato. Durante l'applicazione a spruzzo utilizzare protezione respiratoria (maschera con filtro).

8.2.2. Protezione delle mani:

Utilizzare sempre guanti protettivi, soprattutto in caso di contatto prolungato. Si consigliano guanti in gomma nitrilica al 100% conformi alla norma EN374.

8.2.3. Protezione degli occhi:

Utilizzare occhiali di sicurezza oppure visiera paraschizzi o protezione combinata con protezione respiratoria.

E' consigliabile dotare l'ambiente di lavoro di doccia lavaocchi. Durante l'applicazione del prodotto è consigliabile non portare lenti a contatto.

8.2.4. Protezione della pelle:

Utilizzare indumenti a protezione completa della pelle. Utilizzare scarpe di sicurezza resistenti agli agenti chimici.

8.3 Controllo dell'esposizione ambientale:

9. PROPRIETA' FISICHE E CHIMICHE

Aspetto e colore: liquido rosso
Odore: di zolfo (uova marce)
ph: basico >11
Punto di ebollizione: 102 °C
Densità: c.a 1,26-1,28 g/l
Solubilità in acqua: solubile in tutte le proporzioni

Pagina 3 di 6

10. STABILITA' E REATTIVITA'

10.1 Condizioni da evitare:

Il prodotto è stabile nelle normali condizioni di impiego e di stoccaggio. Se esposto ad elevate temperature libera solfuro di idrogeno, gas tossico e facilmente infiammabile. In caso di combustione libera ossidi di zolfo, monossido di carbonio e composti incombusti.

10.2 Sostanze/materiali da evitare:

Reagisce a contatto con acidi e sostanze ossidanti (nitrati, nitriti, clorati), sviluppando solfuro di idrogeno

10.3 Prodotti di decomposizione pericolosi:

Solfuro di idrogeno, ossidi di zolfo.

11. INFORMAZIONI TOSSICOLOGICHE

Si riportano di seguito le informazioni tossicologiche disponibili in letteratura riguardanti le principali sostanze presenti nel preparato:

	Contatto con occhi e pelle	Ingestione	Inalazione
Polisolfuro di calcio	LD50 (coniglio) > 2000 mg/kg	LD50 820 mg/kg (ratto)	LC50 (ratto dopo 4 ore di esposizione) 3,9 mg/l

Le vie di esposizione più probabili sono l'inhalazione e l'ingestione. In caso di ingestione, il contatto con gli acidi gastrici libera solfuro di idrogeno (H2S). I sintomi da intossicazione dovuta a solfuro di idrogeno sono mal di testa, nausea, vomito, tremori, amnesia e difficoltà respiratorie, convulsioni, cianosi e anche paralisi respiratoria, con conseguente arresto cardiaco. L'ingestione può causare un'irritazione anche grave dell'apparato gastroenterale. In caso di inalazione dei vapori si verifica un'irritazione delle vie respiratorie. Il preparato ha effetti irritanti deboli sulla pelle (arrossamenti), mentre, a causa dell'elevato pH, può avere effetti anche irreversibili in caso di contatto con gli occhi. Non si conoscono effetti cronici dovuti ad esposizione prolungata. Non è indicato l'uso da parte soggetti asmatici o con difficoltà respiratorie (enfisema, bronchiti croniche) e da parte di soggetti allergici o con lesioni cutanee.

12. INFORMAZIONI ECOLOGICHE

Utilizzare secondo le buone pratiche lavorative, evitando di disperdere il prodotto nell'ambiente.

Tossicità acquatica a cute	Pesci	Organismi acquatici fitoplancton	Organismi acquatici zooplancton
Polisolfuro di calcio	Il polisolfuro ha effetto moderatamente tossico su alcuni tipi di pesci. I valori di LC 50 medi per tipo di specie vanno da 48,7 mg/l a 7,088 mg/l	Sulle alghe verdi i valori medi di LC50 si attestano su 14 mg/l	Su alcuni tipi di organismi animali (daphnia pulex) si registrano valori medi di LC50 che si attestano su 10 mg/l

Fonte dei dati: PAN pesticides database (Banca Dati Fitosanitari).

Pagina 4 di 6

13. CONSIDERAZIONI SULLO SMALTIMENTO

I contenitori vuoti devono essere smaltiti come rifiuti speciali in conformità a quanto prescritto dal Digs 152/2006.

14. INFORMAZIONI SUL TRASPORTO

Trasporto stradale (ADR)

UII 3082 Materia pericolosa per l'ambiente liquida n.a.s.
 Classe 9 codice di classificazione M6
 Gruppo di imballaggio III
 Il prodotto può beneficiare delle esenzioni per unità di trasporto se trasportato in quantità inferiore ai 1000 lt.



Trasporto marittimo (IMDG)

UII 3082 Materia pericolosa per l'ambiente liquida n.a.s.
 Classe 9
 Gruppo di imballaggio III
 EMS F-A, S F
 Inquinante marino



Trasporto aereo (ICAO):

UII 3082 materia pericolosa per l'ambiente liquida n.a.s.
 Classe 9
 Gruppo di imballaggio III
 ERG CODE 9L

15. INFORMAZIONI SULLA REGOLAMENTAZIONE

Classificazione ed etichettatura
 (Direttiva CEE 67/548 (ultimo novissimo adeguamento Dir. 73/2004); DM 28/02/2006 e Dm 22/03/2007; D.Lgs. 14/03/2003 n. 65, Digs 260/2004, DM 3 aprile 2007; Direttiva 1999/45, 60/2001, 6/2006)

Simboli: Xi - irritante
 N - pericoloso per l'ambiente

Frase R:

R31 - A contatto con gli acidi libera gas tossici
 R36/37/38 - Irritante per gli occhi, le vie respiratorie e la pelle.
 R 50-53 - Altamente tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico.

Frase S:

S2 Conservare fuori della portata dei bambini
 S13 Conservare lontano da alimenti, bevande e mangimi
 S 20/21 Non mangiare, bere o fumare durante l'impiego
 S 29 Non gettare i residui nelle fognature
 S45: In caso di ingestione, consultare immediatamente il medico e mostrargli il contenitore o l'etichetta
 S50: Non mescolare con acidi
 S60 Questo materiale ed il suo contenitore devono essere smaltiti come rifiuti pericolosi
 S61 Non disperdere nell'ambiente. Riferirsi alle schede informative in materia di sicurezza.

Disposizioni speciali da indicare in etichetta:

Non contaminare l'acqua con il prodotto o il suo contenitore (DM 21-07-2004)

L'utilizzatore dovrà fare attenzione e riferimento alle seguenti normative:

Digs 152/2006 - Testo Unico sull'ambiente
 Digs 81/2008 - Testo unico sicurezza
 Direttiva CEE 91/414 - prodotti fitosanitari
 Digs 194/95 e DPR 290/2001 - prodotti fitosanitari

16. ALTRE INFORMAZIONI

Le informazioni contenute in questa scheda si basano sulle nostre conoscenze alla data sopra riportata. Sono riferite unicamente al prodotto indicato e non costituiscono garanzia di particolari qualità. L'utilizzatore è tenuto ad assicurarsi della idoneità e completezza di tali informazioni in relazione all'utilizzo specifico che ne deve fare. Questa scheda annulla e sostituisce ogni edizione precedente.
 Il prodotto non va usato per scopi diversi da quelli indicati al punto 1. Non si assumono responsabilità per usi impropri. L'utilizzatore del prodotto è sempre obbligato al rispetto delle norme generali e speciali in materia di sicurezza sul lavoro, di protezione della salute e dell'ambiente.



APPENDICE D

Cronoprogramma e costi relativi al Primo Stralcio



TAVOLE

ID	ATTIVITA' OPERATIVE	ESECUZIONE DELLE OPERE (Settimane)																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	ATTIVITA' PRELIMINARI																												
1.1	Accantieramenti, allacciamenti, installazione recinzioni ed accessi dei mezz d'opera	■																											
1.2	Campionamenti in banco di terreni e materiali da costruzione	■																											
1.3	Campionamento acque di bianco (pozzi P1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati	■	■	■																									
1.4	Predisposizione del Piano di lavoro per rimozione amianto ed approvazione degli Enti	■	■	■	■																								
1.5	Ricollocazione cumuli di materiale del cortile nord		■																										
1.6	Rimozione controsoffitti e coperture in cemento-amianto e coibentazioni, smaltimento dei materiali					■	■																						
1.7	Realizzazione nuova copertura in lamiera metallica sul capannone est								■	■	■																		
1.8	Interventi di scavo e campionamento fondi/pareti (ex P6, CR13, corridoio ovest hot spot confine nord)								■	■																			
1.9	Ricezione risultati di laboratorio e rinterrati aree di scavo									■	■																		
2	DEMOLIZIONI																												
2.1	Rimozione e demolizione di travi di copertura capannoni										■	■																	
2.2	Demolizione selettiva di muri e colonne perimetrali dei capannoni, con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento										■	■	■	■	■														
2.3	Demolizione selettiva di muri e tetti dei locali uffici-officina, con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento														■	■													
2.4	Demolizione selettiva di solette, pavimentazioni, fondazioni con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento															■	■	■											
2.5	Completamento attività di carico ed invio a smaltimento dei rifiuti																			■									
2.6	Campionamento acque durante le fasi operative (pozzi G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati										■	■		■					■	■	■								
3	SCAVI E RINTERRI																												
3.1	Scavo terreni sotto solette per lotti e rinterrati, con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento																			■	■	■	■	■	■				
3.2	Campionamenti di fondo scavo e ricezione analisi di laboratorio																			■	■	■	■	■	■	■			
3.3	Completamento attività di carico ed invio a smaltimento dei rifiuti																							■	■				
3.4	Campionamento acque durante le fasi operative (pozzi G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati																			■		■		■	■	■			
4	REALIZZAZIONE DEL PACCHETTO DI CAPPING																												
4.1	Predisposizione e livellamento del terreno, successiva posa dei geotessili e geomembrana in PEAD																											■	■
4.2	Formazione dello spessore di sottofondo con terreno di cava certificato, rullature e conformazione delle pendenze																												
4.3	Fornitura e posa delle opere di captazione delle acque meteoriche, comprese prove e collaudi																												
4.4	Realizzazione dello strato di fondazione in misto cementato e degli strati di asfaltatura (binder ed usura), raccordi con le opere idrauliche																												
4.5	Rimozione dell'asfaltatura esistente nei piazzali nord est e sud est, rifacimento degli strati di asfalto e conformazione delle pendenze																												
4.6	Rilievi topografici, prove in corso d'opera e collaudi																												■
4.7	Completamento attività di carico ed invio a smaltimento dei rifiuti																												
4.8	Campionamento acque durante le fasi operative (pozzi G1, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati																											■	■
4.9	Predisposizione da parte dell'IA della documentazione sulle caratteristiche dimensionali dell'opera, risultati di prove e misurazioni																												
5	MONITORAGGIO POST-OPERAM																												
5.1	Campionamento acque bimestrale (pozzi G1, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati																												

ID	ATTIVITA' OPERATIVE	ESECUZIONE DELLE OPERE (Settimane)							ESECUZIONE MONITORAGGI POST-OPERAM (Settimane)																					
		29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	
1	ATTIVITA' PRELIMINARI																													
1.1	Accantieramenti, allacciamenti, installazione recinzioni ed accessi dei mezz d'opera																													
1.2	Campionamenti in banco di terreni e materiali da costruzione																													
1.3	Campionamento acque di bianco (pozzi P1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati																													
1.4	Predisposizione del Piano di lavoro per rimozione amianto ed approvazione degli Enti																													
1.5	Ricollocazione cumuli di materiale del cortile nord																													
1.6	Rimozione controsoffitti e coperture in cemento-amianto e coibentazioni, smaltimento dei materiali																													
1.7	Realizzazione nuova copertura in lamiera metallica sul capannone est																													
1.8	Interventi di scavo e campionamento fondi/pareti (ex P6, CR13, corridoio ovest hot spot confine nord)																													
1.9	Ricezione risultati di laboratorio e rinterrati aree di scavo																													
2	DEMOLIZIONI																													
2.1	Rimozione e demolizione di travi di copertura capannoni																													
2.2	Demolizione selettiva di muri e colonne perimetrali dei capannoni, con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento																													
2.3	Demolizione selettiva di muri e tetti dei locali uffici-officina, con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento																													
2.4	Demolizione selettiva di solette, pavimentazioni, fondazioni con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento																													
2.5	Completamento attività di carico ed invio a smaltimento dei rifiuti																													
2.6	Campionamento acque durante le fasi operative (pozzi G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati																													
3	SCAVI E RINTERRI																													
3.1	Scavo terreni sotto solette per lotti e rinterrati, con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento																													
3.2	Campionamenti di fondo scavo e ricezione analisi di laboratorio																													
3.3	Completamento attività di carico ed invio a smaltimento dei rifiuti																													
3.4	Campionamento acque durante le fasi operative (pozzi G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati																													
4	REALIZZAZIONE DEL PACCHETTO DI CAPPING																													
4.1	Predisposizione e livellamento del terreno, successiva posa dei geotessili e geomembrana in PEAD																													
4.2	Formazione dello spessore di sottofondo con terreno di cava certificato, rullature e conformazione delle pendenze	■																												
4.3	Fornitura e posa delle opere di captazione delle acque meteoriche, comprese prove e collaudi	■	■																											
4.4	Realizzazione dello strato di fondazione in misto cementato e degli strati di asfaltatura (binder ed usura), raccordi con le opere idrauliche			■																										
4.5	Rimozione dell'asfaltatura esistente nei piazzali nord est e sud est, rifacimento degli strati di asfalto e conformazione delle pendenze			■	■																									
4.6	Rilievi topografici, prove in corso d'opera e collaudi	■	■	■	■																									
4.7	Completamento attività di carico ed invio a smaltimento dei rifiuti				■	■																								
4.8	Campionamento acque durante le fasi operative (pozzi G1, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati		■			■	■																							
4.9	Predisposizione da parte dell'IA della documentazione sulle caratteristiche dimensionali dell'opera, risultati di prove e misurazioni				■	■	■																							
5	MONITORAGGIO POST-OPERAM																													
5.1	Campionamento acque bimestrale (pozzi G1, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati																													

ID	ATTIVITA' OPERATIVE	ESECUZIONE MONITORAGGI POST-OPERAM (Settimane)																											
		57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
1	ATTIVITA' PRELIMINARI																												
1.1	Accantieramenti, allacciamenti, installazione recinzioni ed accessi dei mezz d'opera																												
1.2	Campionamenti in banco di terreni e materiali da costruzione																												
1.3	Campionamento acque di bianco (pozzi P1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati																												
1.4	Predisposizione del Piano di lavoro per rimozione amianto ed approvazione degli Enti																												
1.5	Ricollocazione cumuli di materiale del cortile nord																												
1.6	Rimozione controsoffitti e coperture in cemento-amianto e coibentazioni, smaltimento dei materiali																												
1.7	Realizzazione nuova copertura in lamiera metallica sul capannone est																												
1.8	Interventi di scavo e campionamento fondi/pareti (ex P6, CR13, corridoio ovest hot spot confine nord)																												
1.9	Ricezione risultati di laboratorio e rinterrati aree di scavo																												
2	DEMOLIZIONI																												
2.1	Rimozione e demolizione di travi di copertura capannoni																												
2.2	Demolizione selettiva di muri e colonne perimetrali dei capannoni, con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento																												
2.3	Demolizione selettiva di muri e tetti dei locali uffici-officina, con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento																												
2.4	Demolizione selettiva di solette, pavimentazioni, fondazioni con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento																												
2.5	Completamento attività di carico ed invio a smaltimento dei rifiuti																												
2.6	Campionamento acque durante le fasi operative (pozzi G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati																												
3	SCAVI E RINTERRI																												
3.1	Scavo terreni sotto solette per lotti e rinterrati, con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento																												
3.2	Campionamenti di fondo scavo e ricezione analisi di laboratorio																												
3.3	Completamento attività di carico ed invio a smaltimento dei rifiuti																												
3.4	Campionamento acque durante le fasi operative (pozzi G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati																												
4	REALIZZAZIONE DEL PACCHETTO DI CAPPING																												
4.1	Predisposizione e livellamento del terreno, successiva posa dei geotessili e geomembrana in PEAD																												
4.2	Formazione dello spessore di sottofondo con terreno di cava certificato, rullature e conformazione delle pendenze																												
4.3	Fornitura e posa delle opere di captazione delle acque meteoriche, comprese prove e collaudi																												
4.4	Realizzazione dello strato di fondazione in misto cementato e degli strati di asfaltatura (binder ed usura), raccordi con le opere idrauliche																												
4.5	Rimozione dell'asfaltatura esistente nei piazzali nord est e sud est, rifacimento degli strati di asfalto e conformazione delle pendenze																												
4.6	Rilievi topografici, prove in corso d'opera e collaudi																												
4.7	Completamento attività di carico ed invio a smaltimento dei rifiuti																												
4.8	Campionamento acque durante le fasi operative (pozzi G1, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati																												
4.9	Predisposizione da parte dell'IA della documentazione sulle caratteristiche dimensionali dell'opera, risultati di prove e misurazioni																												
5	MONITORAGGIO POST-OPERAM																												
5.1	Campionamento acque bimestrale (pozzi G1, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati																												

ID	ATTIVITA' OPERATIVE		
		85	86
1	ATTIVITA' PRELIMINARI		
1.1	Accantieramenti, allacciamenti, installazione recinzioni ed accessi dei mezzi d'opera		
1.2	Campionamenti in banco di terreni e materiali da costruzione		
1.3	Campionamento acque di bianco (pozzi P1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati		
1.4	Predisposizione del Piano di lavoro per rimozione amianto ed approvazione degli Enti		
1.5	Ricollocazione cumuli di materiale del cortile nord		
1.6	Rimozione controsoffitti e coperture in cemento-amianto e coibentazioni, smaltimento dei materiali		
1.7	Realizzazione nuova copertura in lamiera metallica sul capannone est		
1.8	Interventi di scavo e campionamento fondi/pareti (ex P6, CR13, corridoio ovest hot spot confine nord)		
1.9	Ricezione risultati di laboratorio e rinterrati aree di scavo		
2	DEMOLIZIONI		
2.1	Rimozione e demolizione di travi di copertura capannoni		
2.2	Demolizione selettiva di muri e colonne perimetrali dei capannoni, con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento		
2.3	Demolizione selettiva di muri e tetti dei locali uffici-officina, con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento		
2.4	Demolizione selettiva di solette, pavimentazioni, fondazioni con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento		
2.5	Completamento attività di carico ed invio a smaltimento dei rifiuti		
2.6	Campionamento acque durante le fasi operative (pozzi G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati		
3	SCAVI E RINTERRI		
3.1	Scavo terreni sotto solette per lotti e rinterrati, con carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto per lo smaltimento		
3.2	Campionamenti di fondo scavo e ricezione analisi di laboratorio		
3.3	Completamento attività di carico ed invio a smaltimento dei rifiuti		
3.4	Campionamento acque durante le fasi operative (pozzi G1, P4, G6, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati		
4	REALIZZAZIONE DEL PACCHETTO DI CAPPING		
4.1	Predisposizione e livellamento del terreno, successiva posa dei geotessili e geomembrana in PEAD		
4.2	Formazione dello spessore di sottofondo con terreno di cava certificato, rullature e conformazione delle pendenze		
4.3	Fornitura e posa delle opere di captazione delle acque meteoriche, comprese prove e collaudi		
4.4	Realizzazione dello strato di fondazione in misto cementato e degli strati di asfaltatura (binder ed usura), raccordi con le opere idrauliche		
4.5	Rimozione dell'asfaltatura esistente nei piazzali nord est e sud est, rifacimento degli strati di asfalto e conformazione delle pendenze		
4.6	Rilievi topografici, prove in corso d'opera e collaudi		
4.7	Completamento attività di carico ed invio a smaltimento dei rifiuti		
4.8	Campionamento acque durante le fasi operative (pozzi G1, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati		
4.9	Predisposizione da parte dell'IA della documentazione sulle caratteristiche dimensionali dell'opera, risultati di prove e misurazioni		
5	MONITORAGGIO POST-OPERAM		
5.1	Campionamento acque bimestrale (pozzi G1, G2, G4, G14, PB5, PB6) e ricezione dei risultati		■

Golder Associates è una società internazionale che offre servizi di consulenza, progettazione e realizzazione nel campo delle scienze ambientali, dell'ingegneria geotecnica e dell'energia. La nostra mission "Engineering Earth's Development, Preserving Earth's Integrity" sottolinea il nostro costante impegno verso l'eccellenza – sia in campo tecnico, sia nella cura del servizio al cliente – e verso la sostenibilità. Da oltre 50 anni la nostra principale caratteristica è la profonda comprensione delle esigenze dei nostri clienti e degli ambiti in cui essi operano. Per questo motivo siamo in grado di offrire loro un supporto concreto perché possano raggiungere i loro obiettivi finanziari, sociali e ambientali, nel breve e nel lungo periodo. Fare la differenza in un mondo in continuo mutamento: questo è l'impegno che ci prendiamo nei confronti dei nostri clienti e delle loro comunità di riferimento.

Africa	+ 27 11 254 4800
Asia	+ 86 21 6258 5522
Oceania	+ 61 3 8862 3500
Europa	+ 356 21 42 30 20
America del Nord	+ 1 800 275 3281
America del Sud	+ 55 21 3095 9500

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates S.r.l.
Via Castelfidardo 11
35141 Padova
Italia
T: +39 049 78 49 711

