



commissario straordinario
BRESCIA CAFFARO

PROGETTO DEFINITIVO

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

SITO: Stabilimento Caffaro Brescia

CUP F84D20000140001

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

PROGETTAZIONE: AECOM				
PROJECT MANAGER / LEAD		RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE		COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Dott.ssa Donata Camiolo Dott. Gianmarco Lucchini Dott. Giacomo Donini		Ing. Emanuele Perrotta		Ing. Massimo Viarengchi
Progetto geotecnico e regimazione idraulica	Progetto elettrico	Progetto decommissioning e demolizioni	Progetto aspetti sicurezza	Progetto aspetti ambientali
PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Maffei	PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Appiani	PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Viarengchi	PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Viarengchi	PROGETTISTA INCARICATO: Dott. Lucchini

Capitolato speciale d'appalto – Parte tecnica

Codice elaborato / file pdf

60705578_CBS_00_CT02_2_0

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

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

INDICE

	N° di Pag.
1 INTRODUZIONE	6
1.1 Abbreviazioni ed acronimi	6
1.2 Definizioni.....	7
2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO OGGETTO DI APPALTO	9
2.1 Strategia di intervento e opere in appalto.....	9
2.2 Documentazione di riferimento	11
2.3 Limitazioni	12
3 NORME TECNICHE, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI APPLICABILI.....	13
3.1 Normativa in materia di appalti pubblici.....	13
3.2 Normativa in materia ambientale	13
3.3 Norme tecniche costruzioni	13
3.4 Normativa in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro.....	14
3.5 Normativa in materia di materiali contenenti amianto.....	14
3.6 Normativa in materia di impianti elettrici e termici.....	14
3.7 Normativa in materia di impatto acustico.....	14
3.8 Normativa in materia di decommissioning	14
3.9 Normativa in materia di gestione delle materie.....	15
3.10 Normativa in materia di interferenze	15
3.11 Normativa in materia di bonifica ordigni bellici.....	15
4 ADEMPIMENTI E AUTORIZZAZIONI	16
4.1 Adempimenti necessari ai fini dell'inizio dei lavori di decommissioning e demolizioni.....	16
4.1.1 Piano delle demolizioni	16
4.1.2 Piano di Lavoro Amianto	16
4.1.3 Piano dei sollevamenti.....	16
4.1.4 Verifica della stabilità delle strutture e di portanza del terreno.....	16
4.1.5 Piano di ribaltamento.....	17
4.1.6 Emissioni in atmosfera.....	17
4.1.7 Relazione di impatto acustico e atmosferico	17
4.2 Autorizzazioni e istanze	17
5 PRESCRIZIONI TECNICHE E OPERATIVE	19
5.1 Accantieramento e logistica.....	19
5.1.1 Permessi per l'esecuzione dei lavori.....	19
5.1.2 Sfalci.....	19
5.1.3 Allestimento del cantiere.....	19
5.1.4 Organizzazione e gestione del cantiere	20
5.1.5 Registro di cantiere.....	20

INDICE

	N° di Pag.
5.1.6 Presenza di interferenze	20
5.1.7 Reperibilità	21
5.1.8 Smobilitazione cantiere	21
5.1.9 Allacciamento alle reti tecnologiche e definizione delle interfacce	21
5.2 Decommissioning e demolizioni	22
5.2.1 Premessa	22
5.2.2 Prescrizioni generali	23
5.2.3 Obblighi e responsabilità dell'appaltatore	24
5.2.4 Caratteristiche generali dei mezzi d'opera	25
5.2.5 Materiali - noleggi	25
5.2.6 Sezionamenti	26
5.2.7 Campionamenti	26
5.2.8 Strip out	26
5.2.9 Rimozione rifiuti stoccati	27
5.2.10 Ciecatura aste fognarie	27
5.2.11 Bonifica linee apparecchiature e serbatoi	27
5.2.12 Produzione di vapore in cantiere	29
5.2.13 Bonifica impianto elettrolisi cloro soda	29
5.2.14 Bonifiche MCA compatto e friabile	29
5.2.15 Rimozione coibentazioni	30
5.2.16 Esecuzione gas free	30
5.2.17 Demolizioni	30
5.2.18 Protezione edifici e strade limitrofe	31
5.2.19 Gestione dei materiali/rifiuti	32
5.2.20 Collaudo	32
5.3 Attività propedeutiche alla realizzazione degli interventi di bonifica	33
5.3.1 Bonifica ordigni bellici	33
5.3.2 Indagini propedeutiche agli interventi di bonifica	33
5.3.3 Campi prova	38
5.4 Terreni superficiali – Scavi di scotico e MISP	46
5.4.1 Interventi da eseguire	46
5.4.2 Scavi	46
5.4.3 Impianto di inertizzazione	49
5.4.4 MISP	53
5.4.5 Regimazione acque meteoriche	89

INDICE

	N° di Pag.
5.5 Terreni profondi – Soil replacement, soil stabilization, ISCO, soil flushing e SVE	90
5.5.1 Soil replacement.....	91
5.5.2 In situ Soil stabilization.....	91
5.5.3 ISCO: Interventi di bonifica in situ – Ossidazione chimica.....	93
5.5.4 Soil Flushing	95
5.5.5 SVE	97
5.6 Acque di falda – Rete collettamento pozzi esistenti	99
5.6.1 Descrizione delle attività	99
5.6.2 Area dell'intervento.....	100
5.6.3 Approvvigionamento di energia elettrica, gas e acqua.....	100
5.6.4 Caratteristiche prestazionali delle linee di collegamento.....	100
5.6.5 Rete idraulica	100
5.6.6 Impianto di trattamento – linee di collegamento	101
5.6.7 Esecuzione e monitoraggio dell'intervento.....	102
5.6.8 Apparecchiature e strumenti	102
5.7 Apparecchiature elettriche.....	102
5.7.1 Strutture cabine	104
5.7.2 Cabina CB1.....	105
5.7.3 Cabina CB2 – CB3 – CB4.....	106
5.7.4 Quadri MT.....	107
5.7.5 Q-MT - CB1.....	107
5.7.6 Q-MT – CB2.....	109
5.7.7 Q-MT – CB3.....	110
5.7.8 Q-MT – CB4.....	111
5.7.9 Trasformatori MT/BT.....	112
5.7.10 Trasformatore per cabina CB2	113
5.7.11 Quadri QG-BT	113
5.8 Linee di alimentazione MT	115
5.8.1 Linee alimentazione e via cavo	115
5.9 Provenienza e qualità dei materiali	116
5.10 Riconsegna delle aree	116
6 GESTIONE DELLE MATERIE E DEI RIFIUTI	117
6.1 Gestione materie	117
6.2 Gestione rifiuti	117
6.2.1 Possibilità di trattamento in sito delle macerie da demolizione (rifiuti inerti)	118

INDICE

	N° di Pag.
7 MONITORAGGI E COLLAUDO.....	121
7.1 Monitoraggio della qualità dell'aria.....	121
7.1.1 Metodologie di rilievo.....	121
7.2 Monitoraggio polveri.....	122
7.2.1 Abbattimento polveri.....	122
7.3 Monitoraggio delle acque di falda	123
7.4 Presidi di monitoraggio delle opere di MISP.....	123
7.4.1 Prescrizioni	123
7.4.2 Sistema di raccolta e monitoraggio condense e vapori.....	124
7.4.3 Sistema di captazione vapori sottostante il capping di fondo	125
7.4.4 Piano di gestione e monitoraggio vapori e condense in operam	125
7.5 Collaudabilità dell'intervento.....	127

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Schema cabine di trasformazione.....	103
--	-----

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2: Materiali Classificazione geotecnica dei terreni HRB-AASHTO - CNR-UNI 10006.....	47
Tabella 3: caratteristiche del Tessuto non tessuto	56
Tabella 4: Caratteristiche tecniche dei teli in HDPE.....	60
Tabella 5: Caratteristiche del geocomposito bentonitico	73
Tabella 6: Caratteristiche della bentonite sodica granulare.....	74
Tabella 7: Caratteristiche tecniche del geocomposito drenante.....	78
Tabella 7: Dati generali alimentazione impianto	103
Tabella 9: Piano dei controlli in operam	125
Tabella 10: Piano dei controlli post operam.....	127

ALLEGATI

1. Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020
2. Approvazione Progetto di fattibilità tecnico-economica

1 INTRODUZIONE

La presente sezione costituisce il Capitolato Speciale d'Appalto – Parte tecnica (di seguito CSA-PT), redatto ai sensi dell'art. 43, comma 3 del DPR 5/10/2010 n. 207 e ai sensi del d.lgs. 18 aprile 2016, n. 50, in quanto compatibili con l'esercizio delle deroghe di cui all'articolo 4, commi 3 e comma 4, secondo periodo, del decreto-legge n. 32 del 2019, convertito dalla legge n. 55 del 2019, come modificato dall'articolo 9, comma 1, lettere c) e d), del decreto-legge n. 76 del 2020, convertito dalla legge n. 120 del 2020, che ha esteso le deroghe anche agli interventi dei Commissari per la bonifica dei siti di interesse nazionale di cui all'articolo 252 del decreto legislativo n. 152 del 2006, per l'affidamento dei lavori di decommissioning, bonifica e Messa In Sicurezza Permanente (MISP) dello stabilimento Caffaro a Brescia (BS), previsti dal Progetto Definitivo - Stralcio di Prima Fase.

Il documento ha lo scopo di descrivere, chiarire e sintetizzare tutti gli elementi tecnici che sono necessari alle Imprese offerenti per la preparazione dell'offerta tecnico-economica relativa alle attività di progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori oggetto dell'appalto.

Si precisa che il presente documento, unitamente a tutti gli elaborati componenti il progetto definitivo e unitamente agli esiti della campagna di indagini integrative e dei test pilota che verranno condotti, costituisce la base tecnica cui attenersi per la redazione del progetto esecutivo e per l'esecuzione dei lavori.

L'impiego delle apparecchiature definite nel seguito del documento potrà essere modificato o integrato dall'offerente nella propria offerta ai soli fini dei miglioramenti tecnici e prestazionali, senza tuttavia modificare:

- gli obiettivi degli interventi di bonifica e messa in sicurezza previsti;
- le tecniche di bonifica previste;
- le prescrizioni emanate dagli Enti durante l'iter autorizzativo;
- il rispetto di tutte le norme di sicurezza previste dalla normativa vigente;
- i limiti alle emissioni previsti.

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

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

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

Sono inoltre presenti impianti, macchinari e attrezzature relativi alla produzione di clorito di sodio e clorato di sodio nonché servizi accessori di proprietà di Caffaro Brescia s.r.l. in liquidazione che saranno oggetto di dismissione/decommissioning nell'ambito dell'AIA di pertinenza della medesima società Caffaro Brescia s.r.l.. Allo stato della redazione del presente Progetto Definitivo, le attività previste nell'AIA di Caffaro Brescia sono in fase di completamento, stante quanto riferito dalla stessa e rilevato nel corso di sopralluoghi effettuati nel 2023. In ogni caso, come evidenziato nella documentazione relativa allo stato di fatto dei luoghi, rimangono alcune aree ove sono ancora presenti materiali/residui derivanti dalle attività di decommissioning di Caffaro Brescia, che si assume vengano rimosse dalla stessa preliminarmente alla consegna delle aree oggetto del presente Appalto.

Infine, per quanto noto alla stazione appaltante, sono presenti alcuni impianti di proprietà della società C.S.A. Costruzioni Strutturali Acciaio s.r.l. (come da contratti di vendita e comodato stipulati con Caffaro s.r.l. in liquidazione in Amministrazione Straordinaria e Caffaro Chimica S.r.l. in liquidazione in Amministrazione straordinaria) la quale si occuperà della dismissione degli stessi.

Analogamente a quanto sopra segnalato, al momento della redazione del presente documento risultano ancora in fase di completamento anche le attività di pertinenza di CSA. A tal proposito si rileva che alcune aree sono state solo parzialmente liberate dai materiali e rifiuti; inoltre, sulla base delle informazioni fornite dalla stessa società e dalla stazione appaltante, una parte di queste è attualmente posta sotto sequestro giudiziario.

1.1 Abbreviazioni ed acronimi

BTEX: Benzene, Toluene, Etilbenzene, Xileni

CdS: Conferenza dei Servizi

CER: Codice Europeo del Rifiuto

CSA-PA: Capitolato Speciale d'Appalto – Parte Amministrativa

CSA-PT: Capitolato Speciale d'Appalto – Parte Tecnica

CSC: Concentrazione Soglia di Contaminazione

CSR: Concentrazione Soglia di Rischio

CTA: Comitato Tecnico Amministrativo (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti)

FAV: Fibre artificiali vetrose

FIR: Formulario di Identificazione dei Rifiuti

HDPE: High Density Poli Ethylene/Poli Etilene Alta Densità

ISCO: In Situ Chemical Oxydation

MCA: Materiali contenenti amianto

MISP: Messa in sicurezza permanente

PD: Progetto Definitivo

POB: Progetto Operativo di Bonifica

SF: Soil Flushing

SR: Soil Replacement

SS: Soil Stabilization

SVE: Soil Vapor Extraction

SW: Soil Washing

TAF: Impianto di trattamento acque della falda

1.2 Definizioni

Nel seguito sono riportate le definizioni e gli acronimi eventualmente utilizzati nella presente sezione tecnica del CSA:

- ADR: Accordo per Trasporto Merci Pericolose (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road).
- Annesso Tecnico/Specifiche Tecniche: indica l'insieme delle specifiche e degli elaborati che definiscono le caratteristiche dei lavori.
- Bonifica: operazione con la quale tutti i componenti dell'impianto sono puliti dai residui delle sostanze che contenevano, al fine di renderli disponibili per un recupero per altra attività o come rottame.
- Contratto: indica l'accordo stipulato tra le parti per l'esecuzione dei lavori e relativi allegati nello stesso espressamente richiamati (quali ad esempio: annesso tecnico, PSC).
- Decommissioning: insieme delle attività di bonifica, demolizione di apparecchiature e fabbricati fino al piano campagna.
- Dismissione: insieme delle operazioni che porta alla cessazione delle attività in essere ad un reparto o ad un singolo componente dell'impianto.
- DPC: dispositivi di protezione collettiva.
- DPI: dispositivi di protezione individuale.
- Gestione dei rifiuti: "La raccolta, il trasporto, il recupero e lo smaltimento dei rifiuti, compreso il controllo di queste operazioni, nonché il controllo delle discariche dopo la chiusura" (art.183, lett. d del D.L.vo 152/06).
- Idoneità tecnico-professionale: possesso di capacità organizzative, nonché disponibilità di forza lavoro, di macchine e di attrezzature, in riferimento ai lavori da realizzare.

- Impresa esecutrice: impresa titolare del contratto di appalto con il committente (stazione appaltante) che, nell'esecuzione dell'opera appaltata, può avvalersi di imprese subappaltatrici o di lavoratori autonomi.
- Lavoro/i: quando usato al singolare indica l'insieme delle prestazioni e/o opere e/o lavorazioni che l'appaltatore deve svolgere a fronte del contratto; quando usato al plurale indica, indifferentemente, il lavoro e/o il/i servizio/i oggetto dell'appalto.
- Materiali contenenti amianto (MCA): Possono essere suddivisi nelle seguenti categorie: materiali di rivestimento superficiali, applicati a spruzzo o a cazzuola; coibenti, rivestimenti isolanti di tubi, caldaie e apparecchiature; pannelli in cemento amianto ad alta densità (eternit); altri materiali, quali pannelli a bassa densità (cartoni), prodotti tessili (corde, nastri, tessuti); guarnizioni/baderne.
- Messa in sicurezza: operazioni preliminari atte a prevenire eventi accidentali con effetti dannosi per l'ambiente, la salute e l'incolumità delle persone. Le principali operazioni di messa in sicurezza di un impianto sono: lo svuotamento di tutti i fluidi e di eventuali sostanze solide pericolose; il sezionamento fisico delle linee di processo e servizio sino al limite di batteria dell'impianto; il sezionamento delle utenze elettriche; la verifica strutturale degli impianti/fabbricati e gli eventuali interventi di consolidamento.
- Parti: indica congiuntamente il committente e l'appaltatore.
- Permesso di Lavoro: indica il documento, emesso dal rappresentante del committente debitamente autorizzato, nel quale vengono indicati, preliminarmente all'esecuzione dei lavori, i rischi specifici delle aree coinvolte e delle attività considerate e le relative misure di prevenzione e protezione da adottare correlate ai rischi insiti nei metodi di lavoro e le condizioni che devono essere soddisfatte perché i lavori possano essere iniziati e portati a termine in condizioni di sicurezza.
- Progetto definitivo (PD): il documento di adeguamento del POB e del progetto di fattibilità tecnico-economica a Progetto Definitivo.
- Progetto Operativo di Bonifica (POB): il documento predisposto ai sensi del D.Lgs. 152/06 per la bonifica dell'area in oggetto.
- Rifiuto contenente amianto: "Materiali di scarto delle attività estrattive di amianto, i detriti e le scorie delle lavorazioni che utilizzano amianto, anche provenienti dalle operazioni di scoibentazione nonché qualsiasi sostanza o qualsiasi oggetto contenente amianto che abbia perso la sua destinazione d'uso e che possa disperdere fibre di amianto nell'ambiente a concentrazioni superiori a quelle ammesse dall'art.3" (definizione riportata all'art.2 della Legge n. 257/92).
- Rifiuto: "Qualsiasi sostanza od oggetto che rientra nelle categorie riportate nell'Allegato A alla parte IV al D.Lgs 152/06 e di cui il detentore si "disfi" o "abbia deciso" o "abbia l'obbligo di disfarsi" (art.183, lett.a del D.Lgs 152/06).
- Servizio/i: indica l'insieme di attività, inclusa la fornitura di eventuali materiali, che l'appaltatore deve svolgere a fronte del contratto.
- Sezionamento: attività di interruzione della continuità funzionale del componente con altre apparecchiature, mediante chiusura di valvole ed inserimento di dischi ciechi, asportazione di tratti di tubazioni, disconnessioni elettriche, etc.
- Sito: area oggetto di intervento dello Stabilimento Caffaro di Brescia
- Svuotamento: operazione con la quale tutti i componenti dell'impianto (apparecchiature, serbatoi, tubazioni, fognature, etc.) sono liberati dalle sostanze solide, liquide e gassose in esse contenute.

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO OGGETTO DI APPALTO

2.1 Strategia di intervento e opere in appalto

Le attività oggetto dell'appalto consistono nella progettazione esecutiva e nell'esecuzione dei lavori di decommissioning, bonifica e MISP previsti per lo stabilimento Caffaro a Brescia (BS). Nel seguito, lo scopo del lavoro verrà descritto al fine di fornire gli elementi necessari per la formulazione della proposta tecnica ed economica dell'offerente e per l'esecuzione dei lavori stessi. Tutte le attività dovranno essere condotte in modo da prevenire l'insorgere di situazioni di rischio ed evitando qualsiasi diffusione e dispersione di contaminanti liquidi, solidi, in forma aeriforme e/o di polveri nell'ambiente.

Il Progetto Definitivo – Stralcio di Prima Fase posto a base di gara segue in generale le seguenti fasi di progettazione:

- Il “Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente” (POB) del sito Stabilimento Caffaro Brescia, approvato dal MATTM con Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020 (rif. Allegato 1).
- Il progetto di fattibilità tecnica economica per la “Messa in sicurezza di emergenza e bonifica/messa in sicurezza permanente delle acque sotterranee – Lotto 1” e per la “Bonifica/messa in sicurezza permanente del suolo e del sottosuolo – Lotto 2”, approvato dal Comitato Tecnico Amministrativo del Provveditorato Interregionale alle opere pubbliche (rif. Allegato 2).

Sulla base di quanto contenuto nel POB, alla fine del 2021 è stato redatto il Progetto Definitivo relativo a “Interventi di decommissioning, bonifica e messa in sicurezza permanente presso lo stabilimento Caffaro Brescia (BS)”, approvato con determinazione nr. 1 del 27.01.2022 del Commissario Straordinario; sulla base del progetto definitivo è stato disposto di appaltare la progettazione esecutiva e l'esecuzione dei lavori, ai sensi dell'art. 59 comma 1- bis del Codice dei Contratti relativo all'appalto integrato, CUP F81D20000760001. Nel corso dell'anno 2022 sono intervenute rilevanti modificazioni del costo di opere e materiali, che hanno reso insufficiente lo stanziamento a disposizione per l'esecuzione di tutte le opere previste dal Progetto definitivo di bonifica già approvato e posto a base di gara poi andata deserta.

Sulla base delle risorse finanziarie a disposizione si è proceduto, pertanto, con la predisposizione del presente Progetto a stralcio “Interventi di decommissioning, bonifica e MISP presso lo stabilimento Caffaro Brescia (BS) Stralcio di Prima Fase”, che prevede l'aggiornamento e l'integrazione degli elaborati già contenuti nel Progetto Definitivo approvato.

La strategia progettuale per la bonifica del suolo e sottosuolo prevede l'adozione di interventi di bonifica finalizzati a ridurre la massa contaminante e l'adozione di interventi di messa in sicurezza permanente per l'interruzione dei percorsi di esposizione e lisciviazione. Nell'ambito dell'appalto relativo allo Stralcio di Prima Fase, gli interventi per i suoli riguarderanno in particolare le sorgenti di contaminazione riscontrate nei suoli profondi. Non sono invece previste nell'ambito del presente stralcio attività di bonifica per i suoli “superficiali” (0-6 m da p.c.).

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

Si evidenzia che le azioni relative alla bonifica delle acque di falda così come previste nel POB non sono ricomprese nel presente stralcio, a meno di alcuni interventi impiantistici (opere elettriche e idrauliche) finalizzati a svincolare i punti di emungimento in essere dalle strutture oggetto di decommissioning, al fine di limitare le interferenze in corso d'opera e garantire il prosieguo delle attività di messa in sicurezza della falda a cura dei soggetti incaricati.

A tal proposito si precisa che l'assetto degli interventi di messa in sicurezza della falda considerato nello sviluppo del presente Progetto Definitivo Stralcio di Prima Fase è stato definito in base agli esiti delle interlocuzioni fra il Commissario alla bonifica e i referenti Arpa Lombardia, condivise con il MASE per le opportune valutazioni. Per ogni approfondimento si rimanda agli Allegati 9 e 10 della Relazione “60705578_CBS_00_RL01_2_0_Relazione illustrativa”.

La presenza dei sistemi di emungimento esistenti e la relativa impiantistica, dovrà in ogni caso essere tenuta in considerazione nell'ambito della gestione delle interferenze con le attività previste nel presente Progetto.

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

- Progettazione esecutiva degli interventi

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

Le attività oggetto di appalto verranno svolte secondo lo sviluppo meglio descritto dal Cronoprogramma Lavori (60705578_CBS_00_CP01_2_0).

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

L'Appalto include tutte le attività/prestazioni necessarie per effettuare la demolizione, previo svuotamento, pulizia industriale, bonifica, scoibentazione di tutti gli impianti, strutture e manufatti fuori terra presenti entro il sito ad esclusione di quelli indicati nella documentazione progettuale, comprese le attività di smaltimento di tutti i rifiuti prodotti.

L'Appalto include anche la demolizione, nelle aree interferenti con le attività di bonifica e di messa in sicurezza permanente dei terreni, delle pavimentazioni interne ed esterne in c.a. e in asfalto comprese, ove necessario, le platee, le fondazioni superficiali, i cunicoli, le vasche e piani interrati fino al raggiungimento della quota prevista dal progetto di bonifica terreni.

Per le apparecchiature impianti e manufatti oggetto di demolizione sono da ritenersi comprese tutte le prestazioni, le attività di pianificazione degli interventi di demolizione, l'ottenimento di tutti i permessi necessari, l'adempimento alle richieste/prescrizioni formulate dagli Enti di autorizzazione e controllo, le indagini ed i campionamenti/analisi per le attività demolizione, l'esecuzione delle attività di svuotamento, bonifica e scoibentazione, pulizia industriale, dei macchinari e dei sistemi d'impianto, necessarie per la completa demolizione quali ad esempio:

- svuotamento e smaltimento di residui di processo nelle tubazioni, apparecchiature, serbatoi vasche e reattori;
- bonifica di tutti i materiali contenenti amianto/FAV presenti in sito;
- rimozione preventiva e preparazione di tutti materiali e rifiuti presenti (strip out);
- demolizioni civili ed impiantistiche
- smaltimento di tutti i rifiuti e dei materiali di risulta prodotti dall'intervento

Resta inteso, quindi, che tutte le forniture e le prestazioni necessarie, salvo che sia diversamente disposto, per l'esecuzione di quanto in oggetto siano da considerarsi a cura, spese e responsabilità dell'Appaltatore, anche dove non espressamente specificato.

Infine, l'Appalto include alcune prestazioni generali quali:

- Smaltimenti e trasporti;
- Monitoraggi e controlli.

2.2 Documentazione di riferimento

La documentazione di riferimento per la progettazione esecutiva e l'esecuzione degli interventi di decommissioning, bonifica e MISP dello stabilimento Caffaro a Brescia è costituita da tutti i documenti componenti il Progetto Definitivo e dai seguenti documenti:

- [1] POB
- [2] Approvazione POB (Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020)
- [3] Prescrizioni ARPA (Parere congiunto ARPA/ISPRA)
- [4] Progetto di fattibilità tecnico-economica
- [5] Approvazione fattibilità Progetto di Fattibilità Tecnico Economica

Andranno inoltre considerati quali documenti fondamentali gli esiti delle indagini integrative e dei test pilota che andranno condotti al fine di definire con maggior dettaglio l'inquadramento geologico, nonché lo stato di contaminazione in cui versa il sito nelle aree attualmente occupate da impianti/edifici ed il dimensionamento degli interventi da eseguire su scala reale.

Prima della formulazione della propria offerta l'offerente dovrà obbligatoriamente prendere visione della documentazione a base di gara ed eseguire un sopralluogo presso l'area oggetto della bonifica, con lo scopo di:

- acquisire tutti gli elementi necessari per un'esatta valutazione dell'entità dei lavori e per una conseguente corretta formulazione dell'offerta;
- prendere visione dei luoghi di svolgimento delle attività e della viabilità di accesso ed uscita dal cantiere;
- valutare lo stato dell'area relativamente all'accesso di mezzi e all'installazione degli impianti.

Con la presentazione della propria offerta si intende quindi che l'offerente abbia effettuato un accurato sopralluogo delle aree oggetto dei lavori ai fini della corretta valutazione delle condizioni del luogo e dei lavori da eseguire, abbia verificato la fattibilità delle operazioni, abbia verificato la documentazione di riferimento in relazione ai lavori da svolgere evidenziandone eventuali criticità.

Dopo la presentazione della propria offerta, lo stato dei luoghi oggetto dei lavori non potrà essere individuato quale causa di richieste di ulteriori corrispettivi economici, proroghe nei tempi d'esecuzione dei lavori o qualsiasi altra rivendicazione o di inadempienze derivanti da una non corretta valutazione dell'entità dei lavori da parte dell'offerente.

2.3 Limitazioni

La strategia e gli obiettivi di intervento illustrati nel progetto definitivo (e prima ancora nel POB decretato), sono basati sul modello concettuale del sito sviluppato sulla base delle indagini di caratterizzazione e attività di indagini integrative eseguite fino al Febbraio/Marzo 2019 in corrispondenza delle aree al tempo accessibili e quindi non occupate da strutture e impianti. **Si evidenzia tuttavia che all'interno del sito sono state svolte attività produttive anche in tempi successivi all'esecuzione di tali indagini (indicativamente fino alla fine del 2020).**

Lo sviluppo degli interventi di bonifica dello stabilimento Caffaro non potrà prescindere dalla preliminare azione di smantellamento degli impianti, demolizione degli edifici esistenti e di parte delle strutture interrato. Oltre ai dati di qualità ambientale ad oggi disponibili, saranno fondamentali gli esiti delle **indagini propedeutiche agli interventi di bonifica** che consentiranno di indagare la matrice suolo in corrispondenza di aree attualmente non accessibili. Il dettaglio delle indagini propedeutiche agli interventi di bonifica è riportato al paragrafo 5.3.2 del presente documento.

Va inoltre considerata quale fondamentale l'esecuzione dei **test pilota**, previsti per permettere il dimensionamento degli impianti e dei trattamenti full-scale, in relazione alle condizioni specifiche del sito nel quale saranno applicate. Il dettaglio dei test pilota è riportato al paragrafo 5.3.3 del presente documento.

I riscontri derivanti dalle attività di indagini propedeutiche alla bonifica e dall'esecuzione delle attività stesse in merito allo stato di contaminazione non potranno in alcun modo essere individuati quali cause di rivalse, proroghe nei tempi d'esecuzione dei lavori o qualsiasi altra rivendicazione o di inadempienze derivanti da una non corretta valutazione dell'entità dei lavori da parte dell'offerente.

Le valutazioni relative al **decommissioning e demolizioni** degli impianti sono basate sui sopralluoghi effettuati in sito nel corso del 2019 dal personale tecnico, dai rilievi mediante attrezzatura laserscanner, dall'analisi dei documenti e dei disegni tecnici resi disponibili dalla Committente e dalla consultazione dell'archivio di stabilimento che non risulta essere completo ed esaustivo, soprattutto in relazione ai manufatti ed impianti effettivamente presenti in sito.

Nel 2023 sono state effettuate nuove consultazioni con le società che hanno effettuato, e stanno attualmente portando avanti, interventi di decommissioning e/o implementazione e gestione di sistemi di Messa in Sicurezza delle acque di falda. Sono stati eseguiti quindi ulteriori sopralluoghi e ricognizioni per effettuare un aggiornamento, per quanto possibile a seconda dell'accessibilità degli edifici, dello stato di fatto delle diverse aree.

Lo stato dei luoghi descritto nella documentazione di progetto è quindi riferito allo stato degli stessi al momento dei sopralluoghi.

Le informazioni sullo stato dei luoghi sono state raccolte mediante sopralluoghi e campionamenti effettuati all'interno degli impianti e delle strutture rese accessibili in condizioni di sicurezza per l'esecuzione dei rilievi.

Le mappature amianto e delle sostanze residue nelle apparecchiature, vista l'estensione del sito, sono state eseguite a campione in funzione dell'accessibilità agli impianti e alla sicurezza dei punti di prelievo.

Per tutto quanto sopra elencato si evidenzia che alcuni dati, valori e quantità sono necessariamente oggetto di stime e approssimazioni e che lo stato di consegna delle aree dovrà essere verificato prima dell'avvio dei lavori.

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

I limiti di batteria degli interventi di decommissioning risultano non sempre facilmente rappresentabili e dovranno essere verificati mediante opportuna ricognizione prima dell'avvio dei lavori.

3 NORME TECNICHE, LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI APPLICABILI

Gli offerenti dovranno rispettare le Norme tecniche italiane e comunitarie vigenti e future in materia. In difetto di esse, altre normative potranno essere applicate solo previo accordo scritto con la Committente.

In caso di divergenza fra due o più norme tecniche dovrà essere applicata quella più restrittiva e garante dei limiti progettuali imposti e che assicuri una maggior sicurezza per il personale addetto e tutela per l'ambiente.

Di seguito è riportato l'elenco della legislazione di riferimento cui gli offerenti dovranno attenersi per l'esecuzione dei lavori. Sono da rispettare altresì tutti i decreti ministeriali, i regolamenti e le circolari riferite alla normativa applicabile, ancorché di seguito non espressamente richiamate.

3.1 Normativa in materia di appalti pubblici

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

3.2 Normativa in materia ambientale

- D.Lgs. 13 gennaio 2003 n.36 – “Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti”;
- D.M. 24 febbraio 2003 “Perimetrazione del sito di interesse nazionale di Brescia Caffaro” (GU Serie Generale n.121 del 27-05-2003 - Suppl. Ordinario n. 83;
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale” e successive modifiche e integrazioni, come modificato da ultimo dagli articoli 37 e 53 del decreto-legge n. 77 del 2021, convertito dalla legge n. 108 del 2021;
- Decreto 05 Aprile 2006, n.186: Regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998 “Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22”.
- Regolamento CEE n.1013/2006: Spedizione di rifiuti.
- Decreto legislativo 17 febbraio 2017, n. 42. Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico
- Deliberazione Giunta Regionale Lombardia 10 Febbraio 2010 - No 8/11317
- D.M. 03 gennaio 2007: Recepimento della direttiva 2006/89/CE della Commissione del 3 novembre 2006, che adatta per la sesta volta al progresso tecnico la direttiva 94/55/CE del Consiglio, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri, relative al trasporto di merci pericolose su strada (ADR 2007).
- R.R. n° 7/2017 “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idrologica e idraulica ai sensi dell'articolo 58 bis della L.R. 11 marzo 2005, n° 12, così come modificato dai r.r. n° 7/2018 e n° 8/2019” D.g.r. Lombardia 31 gennaio 2020 - n. XI/2789 “Interventi di messa in sicurezza permanente con realizzazione di volume confinato on site a servizio dell'intervento di bonifica – Approvazione indirizzi”
- D.lgs. 121/2020 Attuazione della direttiva (UE) 2018/850, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti. (20G00138)
- D.P.R. del 13 giugno 2017, n. 120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164” (G.U. n. 183 del 7 agosto 2017).

3.3 Norme tecniche costruzioni

- Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 – “Norme Tecniche per le Costruzioni” – NTC2018;
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- OPCM n. 3274/2003 e successive modifiche e integrazioni;
- L.R. 12/05 e direttive regionali ai sensi del DGR n. 9/1566 del 22/12/2005, DGR n. 8/7374 del 28/05/2008 e DGR 30 novembre 2011 n. IX/2616
- Norme Tecniche Nazionali (UNI) ed Europee (EN).

3.4 Normativa in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro

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

3.5 Normativa in materia di materiali contenenti amianto

- D.Lgs. 15/08/1991, n. 277. Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n.83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212. Decreto modificato in parte dal D.Lgs. 25 luglio 2006 n. 257.
- Legge 27/03/1992, n. 257. Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto.
- D.Lgs. 17/03/1995, n. 114. Attuazione della direttiva 87/217/CEE in materia di prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'ambiente causato dall'amianto.
- Decreto Ministeriale 12.03.2008: "Modalità attuative dei commi 20 e 21 dell'articolo 1 della legge 24 dicembre 2007, n. 247, concernente la certificazione di esposizione all'amianto di lavoratori..."
- Art. 256, comma 5, D.L.gs. 9 aprile 2008, n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

3.6 Normativa in materia di impianti elettrici e termici

- DECRETO 22 gennaio 2008, n. 37. Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151. Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.
- Norma CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
- Norma CEI 0-16 per quanto di competenza

3.7 Normativa in materia di impatto acustico

- Legge 26/10/1995, n.447. Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- decreto legislativo 17 febbraio 2017, n. 42. Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico
- decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194. Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale

3.8 Normativa in materia di decommissioning

- D.M. 10 marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
- Decreto Ministeriale 2 Maggio 2006 "...Criteri, procedure modalità per il campionamento e l'analisi delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 186 comma 3, del D.Lgs. 3 Aprile 2006, n. 152";
- Decreto Ministeriale 14 maggio 1996 "Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica";
- Decreto Ministeriale 20 Agosto 1999 "Ampliamento delle Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto...";
- D.P.R: Decreto del Presidente della Repubblica 08/08/1994: "Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni ed alle province autonome di Trento e di Bolzano per l'adozione di piani di protezione, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica dell'ambiente, ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto";

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

3.9 Normativa in materia di gestione delle materie

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

3.10 Normativa in materia di interferenze

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

3.11 Normativa in materia di bonifica ordigni bellici

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

4 ADEMPIMENTI E AUTORIZZAZIONI

4.1 Adempimenti necessari ai fini dell'inizio dei lavori di decommissioning e demolizioni

4.1.1 Piano delle demolizioni

L'Appaltatore dovrà redigere, nell'ambito della progettazione esecutiva, il Piano delle demolizioni, che dovrà essere consegnato alla Committente almeno 30 (trenta) Giorni prima dell'inizio dei lavori in Sito.

Il Piano delle demolizioni, redatto da un tecnico abilitato conformemente al progetto definitivo posto base di gara, dovrà contenere ai sensi del D.lgs 81/08 le sequenze di dettagli delle lavorazioni, i mezzi utilizzati e le procedure operative. Nel redigere tale documento l'Appaltatore dovrà inoltre organizzare la sequenza delle attività garantendo in ogni momento la staticità dei manufatti oggetto di demolizione.

4.1.2 Piano di Lavoro Amianto

L'Appaltatore dovrà redigere il Piano di Lavoro Amianto, ai sensi della normativa vigente, e presentarlo agli Enti preposti almeno 30 (trenta) Giorni prima dell'avvio dei lavori in Sito.

In particolare, il Piano di Lavoro Amianto dovrà incorporare i contenuti e le informazioni di cui al comma 4 dell'art 256 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. e dovrà essere sottoposto alla Committente.

Il Piano di Lavoro Amianto dovrà essere redatto dall'Appaltatore sulla base di un'indagine approfondita, tenendo conto delle mappature pregresse dei materiali con presenza di amianto fornite dalla Committente.

Le attività di bonifica, monitoraggio e controllo dovranno essere tutte effettuate dall'Appaltatore ed in conformità con quanto previsto dal D.M. 6/9/1994 e s.m.i.

Tutte le FAV presenti negli impianti e tubazioni entro i limiti di batteria con presenza di FAV dovranno essere rimosse in accordo alla *Conferenza Permanente per i Rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano. Rep, atti n. 59/CSR del 25/03/2015: "Intesa sulle Linee guida per l'applicazione della normativa inerente i rischi di esposizioni e le misure di prevenzione per la tutela della salute alle fibre artificiali vetrose (FAV)", aggiornamento del 10 novembre 2016.*

La Committente non risponderà in alcun modo di un'eventuale gestione scorretta delle attività di bonifica dell'amianto e delle FAV eseguite dall'Appaltatore.

4.1.3 Piano dei sollevamenti

L'Appaltatore dovrà redigere, ove previsto l'utilizzo di mezzi di sollevamento, appositi piani di sollevamento in conformità a quanto riportato del progetto definitivo posto a base di gara, indicando la sequenza delle operazioni e delle parti che andrà a demolire e il dettaglio tecnico delle metodologie e dei macchinari utilizzati con relative schede tecniche. La successione dei lavori deve risultare da apposito cronoprogramma, tenendo conto di quanto indicato nel PSC (elaborato 60641134_CBS_17_RL01_2_0).

La cronologia delle demolizioni dovrà tener conto delle funzionalità dei sistemi parzialmente modificati (es. rete di raccolta acque).

Il Piano dei sollevamenti dovrà contenere i criteri esecutivi di dettaglio dei lavori incluse le valutazioni sulle opere di salvaguardia, rinforzi strutturali, sezionamento e sollevamento.

Oltre all'indicazione degli stadi, l'Appaltatore dovrà definire, a seconda dei manufatti, delle apparecchiature, dei macchinari e dei fabbricati su cui opererà, le diverse procedure operative di demolizione.

Tali procedure dovranno garantire la massima sicurezza dei lavoratori e di terzi, nonché il minimo impatto ambientale, soprattutto in termini di rumore e di emissioni in atmosfera, nel rispetto della normativa vigente.

L'Appaltatore dovrà inoltre organizzare la sequenza delle attività garantendo in ogni momento la staticità dei manufatti oggetto di demolizione.

4.1.4 Verifica della stabilità delle strutture e di portanza del terreno

L'Appaltatore dovrà provvedere, prima dell'inizio dei lavori, ad effettuare verifiche statiche delle strutture e di portanza del terreno in ragione della tipologia di mezzi e delle lavorazioni che saranno effettuate nell'ambito dell'intero cantiere anche durante le attività di scoibentazione e bonifica MCA e demolizione secondaria.

Tali verifiche dovranno comprendere le indicazioni tecniche per gli eventuali interventi di messa in sicurezza dei luoghi da effettuare a cura ed onere dell'Appaltatore stesso oppure definire in modo univoco le strutture non accessibili e pericolanti.

Le verifiche dovranno essere ripetute in corso d'opera ad ogni variazione del carico statico delle strutture. L'esito delle stesse dovrà essere firmato e certificato da un professionista abilitato.

4.1.5 Piano di ribaltamento

L'Appaltatore dovrà redigere, ove previste tecniche e di ribaltamento e collasso controllato, il Piano di ribaltamento in conformità a quanto riportato del progetto posto a base di gara, indicando la sequenza delle operazioni e delle aree che andrà a demolire e il dettaglio tecnico delle metodologie e dei macchinari utilizzati con relative schede tecniche. La successione dei lavori di taglio deve risultare da apposito programma di dettaglio tenendo conto delle condizioni transitorie in cui si verrà a trovare la struttura oggetto di demolizione.

Oltre all'indicazione degli stadi, l'Appaltatore dovrà definire, a seconda dei manufatti, delle apparecchiature, dei macchinari e dei fabbricati su cui opererà, le diverse procedure operative di demolizione.

Tali procedure dovranno garantire la massima sicurezza dei lavoratori e di terzi, nonché il minimo impatto ambientale, soprattutto in termini di rumore e di emissioni in atmosfera, nel rispetto della normativa vigente.

4.1.6 Emissioni in atmosfera

L'Appaltatore dovrà predisporre e consegnare alla Committente tutta la documentazione necessaria per le emissioni in atmosfera nel caso di utilizzo di impianti di trattamento in accordo con la normativa vigente.

4.1.7 Relazione di impatto acustico e atmosferico

L'Appaltatore dovrà predisporre e consegnare alla Committente almeno 30 (trenta) Giorni prima dell'inizio dei lavori in Sito una Valutazione Previsionale di Impatto Acustico, sulla base dei livelli di potenza o pressione acustica relativi ai macchinari e alle lavorazioni più impattanti previste. Tale studio, eseguito tramite software idoneo e riconosciuto dagli Enti preposti, dovrà considerare in maniera cautelativa la contemporaneità di lavorazioni e macchinari ad elevato impatto acustico.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, predisporre una campagna di monitoraggio acustico in corso d'opera per verificare il rispetto dei limiti di legge o in deroga.

In caso di superamenti, l'Appaltatore dovrà richiedere deroghe temporanee al rispetto dei limiti acustici per i cantieri e, se necessari, implementare sistemi di abbattimento delle emissioni sonore.

Analogamente, l'Appaltatore dovrà prevedere ed attuare tutte le operazioni e sistemi necessari all'abbattimento delle polveri e dei gas nocivi prodotti durante l'esecuzione delle attività e alla mitigazione di eventuali altri impatti ambientali delle attività di cantiere (odori, scarichi idrici, ecc.).

4.2 **Autorizzazioni e istanze**

Nel seguito vengono citate autorizzazioni e istanze che si ritengono necessarie ai fini dell'esecuzione dei lavori. Si ricorda che ai sensi del Decreto Direttoriale RIA n. 110 del 04.09.2020 viene demandato all'organo Tavolo Tecnico territoriale, coordinato dalla regione Lombardia, la valutazione dei lavori ed eventuali varianti. Si precisa che in questa sede vengono considerate solo le autorizzazioni relative agli interventi pertinenti con lo stato di Progetto, ossia l'esecuzione delle attività comprese nello Stralcio di Prima Fase. Eventuali ulteriori interventi ed attività presenti nel POB e soggette a specifiche autorizzazioni saranno valutate nelle future fasi progettuali per il completamento della bonifica del Sito.

Gli interventi previsti per la bonifica/messa in sicurezza dei suoli e delle acque di falda descritti nei Capitoli 10 e 11 del documento 60705578CBS_00_RL01_2_0 "Relazione Generale Illustrativa" non sono assoggettabili a VIA in quanto autorizzati in conformità a quanto previsto dal Comma 6 art 252 del D.Lgs. 152/06 che prevede: *"L'autorizzazione del progetto e dei relativi interventi sostituisce a tutti gli effetti le autorizzazioni, le concessioni, i concerti, le intese, i nulla osta, i pareri e gli assensi previsti dalla legislazione vigente, ivi compresi, tra l'altro, quelli relativi alla realizzazione e all'esercizio degli impianti e delle attrezzature necessarie alla loro attuazione. L'autorizzazione costituisce, altresì, variante urbanistica e comporta dichiarazione di pubblica utilità, urgenza ed indifferibilità dei lavori."*

Qui di seguito sono elencate le istanze che si ritengono necessarie ai fini dell'esecuzione dei lavori.

- **Autorizzazioni edilizie per interventi di demolizione** secondo vigente normativa.
- **Deroga alle emissioni acustiche** da parte del Comune di Brescia.
- **Parere della soprintendenza** (cfr. 60705578_CBS_00_RL02_2_0 "Relazione archeologica").

Si citano inoltre le autorizzazioni già evidenziate nel Parere della Provincia in sede di autorizzazione del POB (Allegato 7 dell'elaborato 60705578_CBS_00_RL01_2_0 "Relazione Generale Illustrativa"):

- **Autorizzazione alle emissioni in atmosfera** ai sensi dell'articolo 269 per quanto riguarda la metodologia Soil Vapour Extraction (SVE);
- **Comunicazione di attività ad inquinamento scarsamente rilevante** per le attività propedeutiche alla realizzazione degli interventi di bonifica (test e prove pilota).
- **Autorizzazione idraulica** per lo scarico delle acque meteoriche di ruscellamento dall'area di MISP in recapito nella "Roggia Fiumicella".

Si sottolinea che l'espletamento delle autorizzazioni necessarie alla realizzazione delle opere sarà a carico dell'Appaltatore.

5 PRESCRIZIONI TECNICHE E OPERATIVE

5.1 Accantieramento e logistica

L'allestimento delle aree di cantiere consisterà nell'organizzazione del cantiere, nell'approvvigionamento dei mezzi d'opera e delle attrezzature/apprestamenti di sicurezza, nella predisposizione dei servizi, comprensivi di tutti i presidi di protezione ambientali necessari, nella pulitura delle aree dalla vegetazione infestante, nel taglio delle alberature ad alto fusto presenti, nell'interruzione delle eventuali erogazioni di impianti e sottoservizi (gas, acqua, elettricità, dati, ecc.), nella predisposizione delle infrastrutture e dei mezzi per il pronto intervento e per la gestione in sicurezza dei rifiuti pericolosi e non pericolosi.

Tutte le strutture provvisorie dovranno essere realizzate in completa conformità con la normativa vigente e nel rispetto delle norme antinfortunistiche.

In relazione alle lavorazioni da effettuarsi l'attività dovrà essere realizzata in modo tale da assicurare il perseguimento dei seguenti obiettivi di salvaguardia ambientale e salute pubblica:

- evitare la probabilità di contatto dei rifiuti con persone estranee al cantiere;
- evitare la probabilità di contatto dei materiali pericolosi (amianto) con personale di cantiere e persone estranee al cantiere;
- proteggere il suolo da eventuale contatto con il rifiuto.

Sarà opportunamente individuata la localizzazione della viabilità di accesso al cantiere e delle aree di movimentazione e parcheggio dei mezzi. Le aree in cui avvengono operazioni che possono dar luogo a dispersione di fibre pericolose saranno temporaneamente delimitate con idonea segnaletica a distanza di sicurezza in modo da consentire l'accesso all'area, ed alle attrezzature di cantiere, soltanto al personale autorizzato e adeguatamente equipaggiato. Rimane onere dell'impresa la spesa per la realizzazione dell'impianto di cantiere (baraccamenti, accessi, ecc.) riconoscendo la stessa che tali oneri sono stati tenuti in considerazione nel formulare la propria offerta in sede di gara di appalto.

L'Impresa dovrà rendere disponibile un ufficio attrezzato per le esigenze della Direzione lavori. Tutte le strutture provvisorie dovranno essere realizzate in completa conformità con la normativa vigente e nel rispetto delle norme antinfortunistiche.

L'allestimento del cantiere e delle relative strutture dovrà essere funzionale ai differenti interventi da realizzare, in diversi stadi temporali, secondo il programma lavori ed i piani operativi predisposti ed approvati. Dovranno essere predisposti l'impianto elettrico di cantiere, l'impianto di terra e delle prese d'acqua per le attività di bonifica e la bagnatura dei manufatti durante le successive demolizioni.

5.1.1 Permessi per l'esecuzione dei lavori

L'Appaltatore dovrà provvedere alla richiesta e all'ottenimento dei permessi per l'esecuzione dei lavori, inclusi i permessi di occupazione suolo pubblico per i collegamenti elettrici al nuovo punto di fornitura Unareti previsto a sud dello stabilimento.

5.1.2 Sfalci

Tutte le aree interessate dai lavori dovranno essere ripulite adeguatamente dall'Impresa. La superficie di lavoro dovrà essere stata preventivamente sgomberata da tutti gli oggetti estranei quali strutture varie, rifiuti, alberature ad alto fusto, resti vegetali (ceppi, radici, arbusti e sterpaglie), materiali di scarico e rifiuti provvisoriamente accumulati, rinvenuti alla consegna del cantiere.

Tutti i rifiuti prodotti verranno trasportati ad un sito di compostaggio e/o smaltimento secondo la vigente normativa.

5.1.3 Allestimento del cantiere

L'Appaltatore dovrà provvedere all'installazione del cantiere e in particolare:

- Eseguire lo sfalcio e il taglio della vegetazione eventualmente presente nel sito secondo le indicazioni della Direzione lavori;
- Delimitare le aree oggetto delle attività con apposita recinzione, secondo quanto precisato nel PSC;
- Installare la segnaletica di cantiere e segnaletica per la sicurezza, secondo quanto precisato nel PSC;

- Installare box prefabbricati per servizi di cantiere (locali uffici, spogliatoi, docce, servizi igienici e di pronto soccorso), secondo quanto riportato nel PSC.

5.1.4 Organizzazione e gestione del cantiere

Nel Progetto esecutivo l'Appaltatore dovrà predisporre un dettagliato layout della logistica di cantiere, suddivisa per ciascuna fase di intervento e in accordo con le prescrizioni del PSC.

L'Appaltatore dovrà provvedere alla custodia e alla sorveglianza del cantiere per tutto il periodo di durata dei lavori, impedendo l'accesso di estranei non autorizzati.

Il cantiere dovrà essere mantenuto in modo ordinato, provvedendo alla manutenzione dei percorsi di transito e al taglio della vegetazione spontanea.

5.1.5 Registro di cantiere

L'Appaltatore sarà tenuto alla compilazione giornaliera del Registro di cantiere, nel quale dovranno essere annotate tutte le attività svolte in cantiere, il personale presente e tutte le informazioni necessarie per consentire la verifica ed il controllo delle operazioni eseguite.

Il Registro di cantiere coincide con il Giornale dei lavori di cui all'articolo 14, comma 1, lettera a), del decreto ministeriale 7 marzo 2018, n. 49, in cui sono annotati con frequenza giornaliera tutte le indicazioni elencate dalla predetta norma, e tutti i fatti rilevanti connessi alla conduzione del cantiere.

5.1.6 Presenza di interferenze

Le interferenze all'interno dell'area di intervento riscontrabili in fase di realizzazione possono essere ricondotte a tre tipologie principali:

- Interferenze aeree: tutte le linee elettriche ad alta tensione, parte delle linee elettriche a media e bassa tensione, l'illuminazione pubblica e parte delle linee telefoniche;
- Interferenze superficiali: i canali, i fossi a cielo aperto e la viabilità pedonale e carrabile;
- interferenze interrato: i gasdotti, le fognature, gli acquedotti, le condotte di irrigazione a pressione, parte delle linee elettriche a media e bassa tensione e parte delle linee telefoniche.

In particolare, sarà da valutare la presenza di impianti interni ed esterni alle opere oggettivamente o potenzialmente interferenti, quali:

- la presenza di linee elettriche in rilievo o interrato con conseguente rischio di elettrocuzione/folgorazione per contatto diretto o indiretto;
- il rischio di intercettazione (specie nelle operazioni di scavo) di linee o condotte e di interruzione del servizio idrico, di scarico, telefonico, ecc;
- l'intercettazione di impianti gas con rischio di esplosione o incendio;
- l'eventuale adozione, a seconda del caso, di idonee misure preventive, protettive e/o operative, quali la richiesta all'ente erogatore di interruzione momentanea del servizio, qualora possibile.

Oltre alle interferenze generate da reti e sottoservizi pubblici o relativi agli impianti dello stabilimento industriale, si segnala la presenza di interferenze relative alla presenza di impianti di emungimento/trattamento delle acque di falda, attualmente in gestione a Caffaro Brescia s.r.l. in liquidazione, che dovranno essere preservati durante l'esecuzione degli interventi previsti. Questi impianti sono costituiti in generale da:

- linee idrauliche ed elettriche di collegamento di n.7 piezometri in emungimento nell'ambito di attività di Messa in Sicurezza di Emergenza (MISE) ed il relativo impianto di trattamento acque di falda; tali linee sono interrato o presenti su un "rack" di recente realizzazione;
- in fase transitoria, linee idrauliche ed elettriche per il collegamento dei pozzi di emungimento delle acque di falda nell'ambito degli interventi di confinamento idraulico delle stesse (pozzi 2,4,5,7); tale interferenza permane sino al completamento della realizzazione delle linee sostitutive, previste nell'ambito del presente Progetto.

L'analisi riportata nel documento 60705578_CBS_00_RL04_2_0 "Relazione delle Interferenze" è stata effettuata per stadi successivi, che possono di seguito riassumersi in:

- Esame del progetto con prima individuazione delle problematiche interferenziali più significative;
- Screening delle dorsali principali e dei manufatti maggiori delle reti presenti sul territorio e dei relativi enti interessati gestori delle stesse;
- Ricerca ed acquisizione della cartografia e di informazioni di dettaglio presso enti erogatori/gestori;
- sopralluogo di dettaglio dei siti interessati dalle interferenze individuate;
- Analisi preliminari delle singole problematiche interferenziali con definizione della risoluzione delle stesse;
- Redazione degli elaborati di sintesi dello studio (testuali e grafici).

Le reti dei sottoservizi descritte nella relazione e riportate negli elaborati grafici sono state ottenute da informazioni ricevute da parte degli enti competenti. L'Appaltatore, in fase esecutiva, dovrà verificare la precisa ubicazione di tali impianti nonché la presenza di ulteriori sottoservizi esistenti e le eventuali interferenze con le opere di progetto.

5.1.7 Reperibilità

L'Appaltatore dovrà garantire il servizio di reperibilità con proprio personale per 24h/giorno x 365gg/anno. In caso di anomalie, il personale dell'appaltatore dovrà essere in grado di intervenire in cantiere nei tempi previsti nei piani di emergenza (da predisporre in fase di progettazione esecutiva), in funzione delle attività in corso nel sito.

5.1.8 Smobilitazione cantiere

Terminate le attività, l'Appaltatore dovrà smobilitare completamente il proprio cantiere e provvedere alla pulizia delle aree. La smobilitazione del cantiere potrà avvenire solo dopo il collaudo e dovrà essere verbalizzata con la Direzione lavori.

5.1.9 Allacciamento alle reti tecnologiche e definizione delle interfacce

Relativamente all'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie per l'esecuzione degli interventi e ai relativi limiti di batteria si precisa quanto di seguito riportato.

5.1.9.1 Energia Elettrica

Il documento 60705578_CBS_11_RL01_2_0 "relazione impianti elettrici" fornisce indicazioni in merito alla realizzazione della rete di distribuzione elettrica interna allo stabilimento a 15kV a partire dal nuovo punto di consegna da parte di UNARETI, alle cabine di trasformazione MT/BT e alle linee di alimentazione in bassa tensione alle utenze dell'impianto di bonifica.

Si prevede la realizzazione di un nuovo punto di consegna per alimentazione in media tensione a 15kV ad opera di UNARETI nella zona sud dell'area, lungo il confine di stabilimento con Via Morosini, dove sarà quindi realizzata una cabina di ricevimento e trasformazione denominata CB1.

Data l'estensione dell'area si prevede la realizzazione di altre tre cabine di trasformazione alimentate denominate CB2, CB3 e CB4, alimentate a 15kV a partire da CB1.

In corrispondenza di tale punto di fornitura l'Appaltatore dovrà installare una struttura prefabbricata contenente le proprie apparecchiature di trasformazione MT/BT. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione specialistica 60705578_CBS_11_RL01_2_0 "relazione impianti elettrici".

Sarà a carico dell'Appaltatore:

- la definizione esecutiva del punto di fornitura e di allaccio alla rete di Unareti con il gestore stesso;
- l'allacciamento dei propri impianti dal punto di interfaccia;
- la trasformazione dell'energia elettrica MT/BT;
- la distribuzione dell'energia elettrica dai punti di interfaccia alle utenze;
- l'installazione di strumenti di misura per consentire la suddivisione del consumo di energia elettrica dei vari impianti di bonifica.
- il costo dell'energia elettrica necessaria per l'esercizio degli impianti di bonifica fino al raggiungimento degli obiettivi di bonifica, mediante stipula di contratto diretto con il fornitore.

Il sistema dovrà essere inoltre integrato a cura dell'Appaltatore da un generatore di emergenza di energia elettrica di adeguata potenza alimentato a gasolio, che si avvierà automaticamente in caso di interruzione dell'energia elettrica di rete con lo scopo di mantenere in funzione il sistema di estrazione e trattamento vapori a servizio degli impianti di bonifica delle aree di sorgente.

5.1.9.2 Rete idrica

Sarà necessario prevedere un allacciamento alla rete idrica esterna al sito (lungo via Nullo). La richiesta di fornitura sarà a carico dell'Appaltatore sulla base del fabbisogno necessario.

Sarà a carico dell'Appaltatore l'allacciamento al punto di consegna e la fornitura e installazione della rete idrica di distribuzione alle utenze nonché il costo della fornitura di acqua, mediante stipula di contratto diretto con il fornitore.

5.1.9.3 Rete fognaria

Sarà necessario prevedere un punto di allacciamento alla rete fognaria esterna al sito (lungo via Nullo). Sarà a carico dell'Appaltatore provvedere alla connessione al punto di allacciamento, mentre sarà a carico della Committente il canone di fognatura e depurazione determinato dal gestore della rete.

5.1.9.4 Impianto di lavaggio ruote

Nel corso dell'attività in oggetto, per ogni mezzo utilizzato per le attività di trasporto dei materiali scavati, dall'area di cantiere verso gli impianti di trattamento, avvio al recupero o smaltimento, si dovrà provvedere ad effettuare il lavaggio delle ruote, al fine di evitare che materiale contaminato venga movimentato e possa essere rilasciato al di fuori dell'area di cantiere.

L'Appaltatore dovrà provvedere al lavaggio delle ruote degli automezzi in uscita dal cantiere installando in prossimità del varco di uscita un apposito impianto che dovrà essere opportunamente dimensionato a cura dell'Affidataria, tenendo in debita considerazione il traffico dei mezzi; la frequenza di passaggio dei mezzi dovrà essere preventivamente autorizzata dal direttore dei lavori.

Sarà a cura dell'Appaltatore l'eventuale spostamento dell'impianto di lavaggio qualora la sua ubicazione interferisca con l'avanzamento progressivo dei lavori.

5.2 Decommissioning e demolizioni

5.2.1 Premessa

Le valutazioni relative al decommissioning e demolizioni degli impianti sono basate sui sopralluoghi effettuati in sito nel corso del 2019 dal personale tecnico, dai rilievi mediante attrezzatura laser scanner, dall'analisi dei documenti e dei disegni tecnici resi disponibili dalla Committente e dalla consultazione dell'archivio di stabilimento che non risulta essere completo ed esaustivo, soprattutto in relazione ai manufatti ed impianti effettivamente presenti in sito. Ulteriori sopralluoghi e ricognizioni sono stati effettuati nel maggio 2023 per un aggiornamento dello stato delle aree, compatibilmente con l'accessibilità delle stesse.

Lo stato dei luoghi descritto nella documentazione di progetto è quindi riferito allo stato degli stessi al momento dei sopralluoghi.

Le informazioni sullo stato dei luoghi sono state raccolte mediante sopralluoghi e campionamenti effettuati all'interno degli impianti e delle strutture rese accessibili in condizioni di sicurezza per l'esecuzione dei rilievi. Le mappature amianto e delle sostanze residue nelle apparecchiature, vista l'estensione del sito, sono state eseguite a campione in funzione dell'accessibilità agli impianti e alla sicurezza dei punti di prelievo.

L'attuale configurazione degli impianti e delle strutture esistenti presenta una situazione estremamente complessa. Sono presenti impianti, macchinari e attrezzature dismessi di proprietà della società Caffaro Chimica S.r.l. in liquidazione in Amministrazione straordinaria: alcuni impianti risultano svuotati, ma non bonificati, mentre in altri sono presenti ancora residui e sostanze utilizzate nella produzione.

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

Infine, per quanto noto alla stazione appaltante, alcuni impianti (perborato sodio, ammoniaca, impianto ossicloruro, compressione idrogeno, cloruro paraffina, chlortalonil, impianto apiolio PCB, impianto acido cloridrico, disilicato di sodio, impianto neoprol) sono

di proprietà della società C.S.A. Costruzioni Strutturali Acciaio s.r.l., come da contratti di vendita e comodato stipulati con Caffaro s.r.l. in liquidazione in Amministrazione Straordinaria e Caffaro Chimica S.r.l. in liquidazione in Amministrazione straordinaria, al fine della demolizione/dismissione degli stessi.

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

Allo stato della redazione del presente Progetto, le attività previste nell'AIA di Caffaro Brescia sono in fase di completamento, stante quanto riferito dalla stessa e rilevato nel corso di sopralluoghi effettuati nel 2023. In ogni caso, rimangono alcune aree ove sono ancora presenti modeste quantità materiali/residui derivanti dalle attività di decommissioning di Caffaro Brescia, che si assume saranno rimosse dalla stessa preliminarmente alla consegna delle aree oggetto del presente Appalto.

Analogamente a quanto sopra segnalato, allo stato della redazione del presente documento risultano ancora da completare anche le attività di pertinenza di CSA. Si rileva che alcune aree sono state solo parzialmente liberate dai materiali e rifiuti relativi alle attività di CSA e, inoltre, dalle informazioni fornite dalla stessa società e dalla stazione appaltante, una parte di queste è posta allo stato attuale sotto sequestro giudiziario.

Si segnala, inoltre, che gli interventi di decommissioning dovranno tenere conto della presenza di impianti di emungimento e trattamento delle acque di falda, afferenti al sistema di messa in sicurezza per la falda, di cui dovrà essere preservata l'integrità e la cui gestione operativa risulta a carico di soggetto terzo.

I limiti di batteria degli interventi di decommissioning risultano non sempre facilmente rappresentabili e dovranno essere obbligatoriamente verificati mediante opportuna ricognizione prima dell'avvio dei lavori, finalizzata alla progettazione esecutiva degli interventi.

Gli edifici ed impianti da demolire sono indicati nel dettaglio nella relazione 60705578_CBS_08_RL01_2_0 "Relazione tecnica decommissioning" e negli elaborati grafici in essa richiamati. Nel documento richiamato sono indicati anche tutti gli edifici ed impianti da preservare nell'ambito dell'Appalto.

L'Appaltatore dovrà concordare con la Committente, in funzione di potenziali esigenze del gestore della barriera idraulica, l'eventuale mantenimento nelle prime fasi operative, fatto salvo il rispetto del cronoprogramma di Progetto, di alcuni dei servizi attualmente presenti in sito e di seguito riportati che potrebbero essere funzionali alle attività di gestione della barriera idraulica in corso:

- Gruppi Elettrogeni (funzionali in caso di interruzione)
- Officine di manutenzione (Elettro-Strumentale e Meccanica; funzionali per la manutenzione della Barriera Idraulica)
- Rete acqua potabile (funzionale per il personale)
- Rete gas naturale (funzionale per il riscaldamento di uffici, portineria, spogliatoio).

5.2.2 Prescrizioni generali

Nel progetto esecutivo l'Appaltatore dovrà illustrare in dettaglio tutte le fasi sequenziali e le modalità operative delle demolizioni, nonché i presidi adottati per contenere gli impatti ambientali.

Per l'esecuzione degli interventi di bonifica e MISP è necessario procedere al decommissioning e alla demolizione degli edifici individuati nelle tavole 60705578_CBS_00_C03_2_0 "planimetria impianti" e 60705578_CBS_00_C04_2_0 "planimetria fabbricati".

L'Appaltatore dovrà procedere alla demolizione degli edifici riportati nelle tavole sopraelencate, secondo le modalità riportate nel documento 60705578_CBS_08_RL01_2_0 "Relazione tecnica decommissioning", cui si rimanda per maggiori dettagli. Lo stato dei luoghi descritto è riferito allo stato degli stessi al momento dei sopralluoghi eseguiti nel 2019 e maggio 2023.

L'Allegato 1 al documento 60705578_CBS_08_RL01_2_0 "Relazione tecnica decommissioning" fornisce indicazioni sulle modalità di bonifica dei materiali contenenti amianto (MCA) e fibre artificiali vetrose (FAV) rinvenuti all'interno del sito oggetto di demolizione.

Le procedure di bonifica riportate nel sopracitato documento sono da ritenersi indicative poiché le procedure esecutive dovranno essere dettagliate dall'Appaltatore nel Piano di Lavoro da redigere ai sensi dell'art. 256 del D.Lgs. 81/2008 che dovrà essere presentato all'ATS di competenza del territorio almeno 30 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Sarà onere dell'Impresa esecutrice, tenendo conto delle indicazioni riportate nel sopracitato documento e della mappatura integrativa che dovrà effettuare preliminarmente all'inizio dei lavori, procedere alla redazione e alla presentazione del Piano di Lavoro.

Per gli edifici nei quali sono presenti materiali contenenti amianto, l'Appaltatore dovrà quindi procedere alla rimozione prevedendo le seguenti operazioni:

- predisposizione del Piano di Intervento per la rimozione dei materiali contenenti amianto ai sensi dell'art. 256 del D. Lgs. n.81/2008, da sottoporre all'approvazione dell'autorità preposta al controllo;
- rimozione dei materiali da parte di impresa abilitata (iscrizione Albo Gestori Ambientali - Categoria 10 – Bonifica di beni contenenti amianto) in conformità con la vigente normativa in materia;
- smaltimento dei rifiuti in impianti esterni autorizzati.

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

Prima delle demolizioni si procederà inoltre alla rimozione dei rivestimenti termoisolanti presenti in apparecchiature, serbatoi e tubazioni ed alla rimozione di tutti i materiali provenienti dai capannoni, edifici ed impianti diversi dai "rifiuti misti di demolizione composti da cemento, laterizi, mattonelle e ceramiche" e dei "rifiuti ferrosi" che deriveranno dalle successive attività di demolizione. Ogni manufatto sarà restituito pronto per la demolizione meccanizzata, spogliato dai rivestimenti delle strutture, dai sanitari, dai corpi scaldanti, dagli impianti di condizionamento, dai cavi elettrici, dagli infissi/porte/serramenti, dalla guaina di impermeabilizzazione della copertura, dai mobili ed ingombranti stoccati all'interno (strip out).

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

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

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

5.2.3 Obblighi e responsabilità dell'appaltatore

Sono a carico dell'Appaltatore oltre a quanto indicato al paragrafo precedente, i seguenti oneri:

- redazione di una relazione tecnica in merito alla stabilità degli impianti durante le fasi di demolizione e/o smontaggio. Tale relazione dovrà essere firmata da tecnico abilitato e iscritto all'Ordine degli Ingegneri (da consegnare prima dell'inizio dei lavori);
- realizzazione di "percorsi sicuri" per garantire percorrenze in sicurezza al personale e ai mezzi, nelle adiacenze dell'area dei lavori; ogni accorgimento/protezione/segregazione necessaria atta ad impedire la caduta accidentale di parti demolite su impianti o linee che dovranno essere mantenute in esercizio;
- protezione, ove necessario, delle opere limitrofe, sia interrate che aeree, che fuori terra, poste in adiacenza alle aree oggetto dei lavori di demolizione. A tal fine, dove necessario, l'Appaltatore deve operare, anche con modifiche, su quelle parti dell'impianto che pur dovendo rimanere in funzione, interferiscono con le demolizioni oggetto dell'appalto;
- ciecatatura di tutti i tombini e canaline di raccolta acque meteoriche;
- provvedere alle operazioni di svuotamento, di pulizia industriale e di smaltimento di idrocarburi e agenti chimici, di bonifica e smaltimento amianto e di rimozione delle lane minerali e delle fibre ceramiche refrattarie e quant'altro si rendesse necessario per eseguire le attività previste dall'Appalto;

- disporre in opera tutte le attrezzature, mezzi di sollevamento, ponteggi e/o strutture provvisorie, mezzi d'opera, materiali, macchinari e manodopera specializzata per l'esecuzione di quanto previsto in Appalto;
- applicazione di idonea tecnologia per l'abbattimento delle emissioni prodotte dalle attività di bonifica di componenti volatili;
- esecuzione dei Monitoraggi ambientali (polveri, vapori e rumore);
- le attività connesse alla bonifica e alla preparazione per il recupero di tutti i materiali ferrosi;
- scoibentazione preventiva di tutti i materiali termoisolanti laddove prevista e il conferimento ad idoneo impianto di destinazione, secondo la normativa vigente, del materiale di risulta di tutte le lavorazioni previste in Capitolato;
- delimitazione delle aree di intervento, con apposita segnaletica prevista da legge;
- trasporto delle attrezzature fino al luogo di impiego o ai luoghi indicati dalla DL entro lo stabilimento;
- trasporto dei materiali ferrosi prodotti dalle demolizioni fino ai luoghi di deposito temporanei indicati dalla DL entro lo stabilimento;
- conferimento ad idoneo impianto di destinazione (smaltimento o recupero) di tutti i rifiuti derivanti dalle attività contrattualmente previste in qualità di Produttore del rifiuto;
- allestimento delle aree di deposito temporaneo dei rifiuti prodotti e loro gestione in conformità alle disposizioni di legge;
- predisporre contenitori per la raccolta differenziata, per il successivo smaltimento o recupero dei rifiuti. Gli stessi dovranno essere caratterizzati, imballati, etichettati e conferiti nelle aree suddette;
- analisi di caratterizzazione dei rifiuti ai fini dello smaltimento/recupero;
- garantire che al termine delle attività, l'area interessata dall'intervento risulti perfettamente pulita, priva di detriti, di spezzoni metallici affioranti e di residui originati dalle operazioni di demolizione e in sicurezza;
- provvedere al ripristino di quanto eventualmente danneggiato, non facente parte delle attività di demolizione, anche per cause di forza maggiore, nel corso dell'esecuzione dell'Appalto.

5.2.4 Caratteristiche generali dei mezzi d'opera

La qualità dei mezzi, delle attrezzature e di tutto ciò che sarà impiegato nella realizzazione della demolizione dovrà corrispondere a quanto di più evoluto il progresso tecnologico abbia reso disponibile per lavori simili e comunque rispettare quanto prescritto nel presente documento.

L'Impresa è tenuta ad utilizzare durante l'esecuzione delle opere solamente attrezzature omologate dalle case costruttrici.

5.2.5 Materiali - noleggi

I materiali si intendono a piè d'opera e quindi il loro prezzo unitario è comprensivo di tutti i trasporti fino al luogo d'impiego.

Il prezzo di noleggio di macchinari in genere è per durate che decorrono dal momento in cui tali macchinari o meccanismi sono pronti all'azione e terminano con la sospensione dell'attività.

Non verrà corrisposto alcun compenso a nessun titolo ai macchinari e meccanismi che rimangono anche per molto tempo inattivi.

I prezzi dei noleggi dei macchinari e dei mezzi di trasporto si intendono comprensivi di tutte le spese generali, complementari e delle prestazioni del conducente o manovratore.

La durata dei noli di legnami, ponteggi, strutture provvisorie, ove questi siano necessari per il buon andamento delle opere di demolizione, è computata dal giorno dell'inizio della posa in opera fino al giorno in cui verrà ordinato il loro smantellamento.

5.2.6 Sezionamenti

Nei primi mesi delle attività di decommissioning la rete elettrica esistente di Stabilimento e le relative cabine elettriche risulteranno attive e alimentate. Tali manufatti potranno essere dismessi esclusivamente dopo la realizzazione della nuova linea elettrica di stabilimento. Pertanto, nell'esecuzione degli interventi l'Appaltatore dovrà adottare tutte le misure di sicurezza e le cautele per la prevenzione del rischio elettrico e rischio rilascio d'energia di vario tipo (cinetica, idraulica, pneumatica, elettrica, ecc.).

Per quanto concerne le restanti reti e i servizi questi verranno disattivati e sezionati verso l'esterno, in ogni caso preventivamente all'inizio delle demolizioni l'Impresa provvederà alla verifica e sezionamento di tutte le reti in ingresso e uscita sul perimetro del cantiere eventualmente ancora attive.

Nel caso di servizi ancora attivi, saranno avvisati preventivamente gli Enti Gestori, svolgendo tutti gli adempimenti e predisponendo tutta la documentazione necessaria all'eventuale spostamento dei sottoservizi, assicurando l'assistenza in cantiere agli enti gestori per lo spostamento dei sottoservizi, e lasciando nelle opere in progetto tutte le predisposizioni eventualmente necessarie allo spostamento dei sottoservizi.

5.2.7 Campionamenti

Prima dell'avvio delle attività di strip out e demolizione l'Impresa esecutrice dovrà provvedere a proprie spese all'esecuzione di un piano di campionamento di tutti i materiali pericolosi e sospetti MCA e/o FAV ad integrazione della documentazione progettuale. Il campionamento dovrà essere effettuato evitando interventi che possano produrre una contaminazione degli ambienti circostanti così come è previsto dal DM 06/06/94 e seguendo le seguenti precauzioni:

- impiego di strumenti adeguati che non permettono dispersione di polvere o di fibre nell'ambiente;
- prelievo di una piccola aliquota del materiale, sufficientemente rappresentativo e che non comporti alterazioni significative dello stato del materiale in sito;
- inserimento immediato del campione in una busta di plastica ermeticamente sigillata e siglata con un codice identificativo e conseguente inserimento della stessa busta in una seconda busta anch'essa in seguito idoneamente sigillata;

Il campionamento dovrà essere eseguito esclusivamente da personale dotato di patentino per la bonifica dell'amianto.

5.2.8 Strip out

L'Appaltatore dovrà rimuovere preventivamente alle demolizioni tutti i materiali provenienti dai capannoni edifici ed impianti diversi dai "rifiuti misti di demolizione composti da cemento, laterizi, mattonelle e ceramiche" e dei "rifiuti ferrosi" che deriveranno dalle successive attività di demolizione.

Ogni manufatto dovrà essere restituito pronto per la demolizione meccanizzata, spogliato dai rivestimenti delle strutture (legno cartongesso, moquette, coibenti, isolanti) dai sanitari, dai corpi scaldanti, dagli impianti di condizionamento del clima, dai cavi elettrici, dagli infissi/porte/serramenti, dalla guaina di impermeabilizzazione della copertura.

L'allontanamento dei rifiuti internamente ai corpi di fabbrica dovrà essere condotto prevalentemente a mano, con ausilio di attrezzi manuali o piccoli attrezzi elettrici (ad esempio: smerigliatrice, martelli elettrici) o cannello ossitaglio.

Tutti i materiali provenienti dallo strip out dovranno essere convogliati a terra e trasportati in apposite aree di deposito temporaneo dei rifiuti adottando tutti gli accorgimenti necessari per evitare il sollevamento di polvere e minimizzare l'emissione di rumori.

Per il convogliamento a terra dei materiali potranno essere impiegati i mezzi e gli apprestamenti che l'Appaltatore riterrà più opportuni; rimane tassativamente vietato gettare ogni tipo di materiale da balconi o finestre.

Le operazioni appena descritte dovranno essere eseguite nella massima sicurezza: il personale operante dovrà indossare sempre tutti i dispositivi di protezione individuale previsti per legge.

Non saranno ammesse, per nessuna ragione, né rimozioni dei rifiuti incomplete o grossolane, né rimozioni effettuate a posteriori, su cumuli di detriti. La Direzione Lavori potrà ritardare l'inizio o sospendere in qualunque momento tutte le attività di demolizione in corso pretendendo che l'Appaltatore proceda alle necessarie individuazioni e rimozioni di tutti i rifiuti presenti, senza che per questo

l'Appaltatore possa avanzare nei confronti dell'Amministrazione alcuna richiesta di revisione prezzi, risarcimento, cambiamento delle scadenze temporali.

La meticolosa identificazione e separazione di tutti i rifiuti presenti in cantiere costituisce una delle finalità prioritarie dell'Appalto e rappresenta, conseguentemente, un vincolo imprescindibile sulle modalità di esecuzione dei lavori che l'Appaltatore dovrà valutare nella formulazione del prezzo offerto per l'esecuzione dell'Appalto.

È compreso nel prezzo offerto dall'Appaltatore qualunque onere relativo a campionamenti e analisi necessari a stabilire univocamente, sotto sua esclusiva e totale responsabilità, la natura dei rifiuti presenti in loco.

Tutto quanto previsto nel presente articolo è ad integrale onere dell'Appaltatore e deve intendersi compreso nel prezzo a corpo.

5.2.9 Rimozione rifiuti stoccati

Le attività che rientreranno all'interno di questa fase consistono nella rimozione cernita e raccolta di tutti i rifiuti presenti stoccati ed abbandonati entro il sito.

La raccolta/rimozione dei rifiuti ingombranti ed assimilabili agli urbani sarà eseguita manualmente o con l'utilizzo di attrezzi manuali e/o elettrici, miniescavatori o ragni; tutti i rifiuti derivanti da questa fase verranno calati a terra utilizzando vani o opportune torri di scarico installate in facciata o gli apprestamenti che l'impresa aggiudicataria riterrà più opportuni; rimane tassativamente vietato gettare ogni tipo di materiale da balconi o finestre.

Le operazioni appena descritte dovranno essere eseguite nella massima sicurezza: il personale operante dovrà indossare sempre tutti i dispositivi di protezione individuale previsti per legge.

I rifiuti verranno portati alle aree di deposito temporaneo ubicate in ogni area di intervento, separati per classi omogenee e confezionati a norma di legge.

Non saranno ammesse, per nessuna ragione, né rimozioni dei rifiuti incomplete o grossolane, né rimozioni effettuate a posteriori, su cumuli di detriti. La Direzione Lavori potrà ritardare l'inizio o sospendere in qualunque momento tutte le attività di demolizione in corso pretendendo che l'Impresa esecutrice proceda alle necessarie individuazioni e rimozioni di tutti i rifiuti presenti, senza che per questo l'Impresa aggiudicataria possa avanzare nei confronti della Stazione Appaltante alcuna richiesta di revisione prezzi, risarcimento, cambiamento delle scadenze temporali.

La meticolosa identificazione e separazione di tutti i rifiuti presenti in cantiere costituisce una delle finalità prioritarie dell'Appalto e rappresenta, conseguentemente, un vincolo imprescindibile sulle modalità di esecuzione dei lavori che l'Impresa aggiudicataria dovrà valutare nella formulazione del prezzo offerto per l'esecuzione dell'Appalto.

È compreso nel prezzo offerto dall'Appaltatore qualunque onere relativo a campionamenti e analisi necessari a stabilire univocamente, sotto sua esclusiva e totale responsabilità, la natura dei rifiuti presenti in loco.

Tutto quanto previsto nel presente articolo è ad integrale onere dell'Impresa aggiudicataria e deve intendersi compreso nel prezzo a corpo.

5.2.10 Ciecatura aste fognarie

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà effettuare il sezionamento del sistema fognario, isolando tutte le caditoie presenti all'interno delle aree d'intervento o tramite la chiusura di valvole di sezionamento (qualora esistenti) oppure intercettando e/o isolando altri punti di raccolta alla rete fognaria e realizzando un sistema di raccolta e stoccaggio delle acque piovane che si accumuleranno nelle aste ciecate durante il periodo di cantiere (tali acque opportunamente stoccate saranno analizzate per decidere la loro destinazione in opportuno impianto di smaltimento); a conclusione dei lavori l'Appaltatore dovrà verificare l'avvenuta bonifica delle aste fognarie prima della rimozione delle ciecatature.

5.2.11 Bonifica linee apparecchiature e serbatoi

Gli impianti presenti risultano da bonificare, si precisa pertanto che rimangono a totale carico ed onere dell'Appaltatore tutte attività di bonifica che si rendessero necessarie per la rimozione e smaltimento di tutti residui di processo ancora presenti entro le apparecchiature, linee, vasche, vessel, reattori oggetto di demolizione e sulle aree di intervento.

Le attività di bonifica impiantistica, generalmente e laddove sia tecnicamente possibile, devono essere eseguite direttamente in opera, tramite svuotamento da polveri e residui di produzione, lavaggio delle linee e delle apparecchiature preventivamente alle attività di smontaggio, al fine di limitare eventuali impatti ambientali (per rottura apparecchiature durante la loro rimozione con conseguenti spandimenti e rilasci sul suolo e sottosuolo delle sostanze presenti in impianto).

Preventivamente alle fasi di svuotamento, dovranno essere effettuate opportune verifiche per determinare l'eventuale presenza di atmosfere pericolose e/o esplosive ed accertare che sussistano le condizioni per svolgere lo svuotamento dei componenti in totale sicurezza.

È onere dell'Appaltatore verificare l'eventuale presenza di residui all'interno delle tubazioni e linee procedendo allo svuotamento delle stesse aprendo le valvole e sflangiando le parti basse delle linee, in caso di collegamento ad apparecchiature si potrà anche far defluire gli stessi residui all'interno delle apparecchiature stesse qualora non siano già state bonificate. I residui verranno comunque raccolti in bulk o in big bags a seconda dello stato fisico.

Tutte le operazioni di svuotamento e travaso di liquidi e solidi saranno eseguite all'interno di opportuni bacini di contenimento onde evitare spandimenti al suolo.

La bonifica finale delle tubazioni sarà effettuata mediante flussaggio con acqua accedendo ai vari livelli dell'impianto mediante piattaforma o attraverso le scale di accesso e camminamenti messi in sicurezza. I reflui di lavaggio verranno recuperati dai punti di sflangiatura o dalle valvole delle tubazioni utilizzando fusti o bulk per la raccolta.

La bonifica dei serbatoi dovrà avvenire nel rispetto delle normative di sicurezza generali e della normativa che disciplina i lavori in spazi confinati; di massima si prevedono le seguenti attività:

- l'asportazione di acqua, melma, detriti e residui presenti sul fondo dei serbatoi e il loro accantonamento in fusti o contenitori idonei all'uso;
- l'esecuzione dello smontaggio delle apparecchiature, apertura coperchi, pulizia interna, bonifica. Eventuale travaso di sostanza inquinante e/o acque contaminate con mezzi idonei dai serbatoi in fusti o big-bag o altro contenitore idoneo;
- scollegamento di tutte le tubazioni esistenti, dei cavi e/o piattina di messa a terra e di eventuali linee per indicatori di livello, il tutto anche in presenza di carico centralizzato e apertura dei passi d'uomo.
- aspirazione mediante idonea pompa delle morchie e sedimenti, con pompaggio delle stesse nei contenitori predisposti fino ad estrazione totale.

Qualora venisse consentito l'ingresso del personale all'interno dei serbatoi, si potrà prevedere una pulizia manuale con adeguata attrezzatura antiscintilla ed impiego di idonei indumenti di protezione e cintura di sicurezza, asportando i residui interni costituiti da incrostazioni e melme, da collocarsi nei contenitori già citati, rendendo i serbatoi perfettamente puliti.

Il lavaggio dei serbatoi avverrà con vapore e/o acqua calda e/o carbonato sodico al 20%, successiva aspirazione dell'acqua che verrà immessa in autocisterna o fusti, che dovranno essere sigillati ed allontanati quanto prima.

Le attività di lavaggio potranno essere altresì eseguite con sistema automatizzato, con introduzione di apparecchio di bonifica dotato di comandi remoti; le operazioni termineranno con la rimozione di ogni incrostazione presente all'interno del serbatoio se necessario per la successiva destinazione.

5.2.11.1 Pulizia meccanica

La pulizia meccanica e manuale riguarderà la rimozione dei fondami "palabili" o ceneri, la raccolta di quanto rimosso in idonei contenitori mobili, forniti dall'Appaltatore. A tal fine potranno essere predisposte dall'Appaltatore, idonee apparecchiature, guidate o comandate a distanza.

Al termine delle operazioni di aspirazione il residuo dovrà essere spalato o aspirato e racchiuso in idonei contenitori (fusti e/o cassoni), auto spurgo, secondo la normativa vigente, la cui fornitura e utilizzo resta a carico dell'Appaltatore. I contenitori saranno depositati dall'Appaltatore in un'area di deposito provvisorio, per il tempo strettamente necessario per il loro successivo conferimento a discarica autorizzata (conferimento a cura dell'Appaltatore). Gli automezzi utilizzati con gli operatori, (autospurghi, autocisterne, robot, ecc.), le apparecchiature di travaso (pompe, cisterne, piping, ecc.) e gli eventuali apprestamenti provvisori saranno forniti e predisposti a cura dell'Appaltatore.

5.2.11.2 Pulizia finale

La pulizia finale seguirà quella meccanica e potrà essere effettuata secondo una procedura resa operativa, a discrezione dell'Appaltatore, in base al proprio know how, all'esperienza e in base alle apparecchiature e ai macchinari in proprio possesso.

La procedura utilizzata per la pulizia potrà essere messa in opera mediante:

- l'uso di lance manuali ad alta pressione;
- l'utilizzo di impianto automatico fisso con diversi ugelli spruzzatori roto-basculanti;
- con altro sistema ritenuto idoneo dall'Appaltatore.

Per tutte le tecniche di pulizia finale adottate, il quantitativo d'acqua o altro materiale utilizzato dovrà poi essere smaltito a centro autorizzato.

Alla fine delle operazioni di pulizia le superfici dovranno risultare asciutte e libere dai residui e dai prodotti utilizzati per la pulizia (acqua, detersivi, ecc.) pertanto il materiale ferroso, non dovrà presentare una quantità di prodotto residuo in peso affinché possa trattarsi come rottame ferroso da recuperare.

Tra le superfici da pulire devono intendersi anche quelle utilizzate per il cantiere, che potrebbero essere imbrattate a seguito degli interventi, fermo restando la richiesta di posizionare sulle stesse superfici, preventivamente ai lavori, degli idonei teli protettivi. L'Appaltatore provvederà alla pulizia finale di detti teli ed al loro recupero o eventuale smaltimento.

5.2.12 Produzione di vapore in cantiere

Per lo svolgimento delle attività appaltate, l'Appaltatore potrà provvedere alla produzione di vapore in cantiere, con propri impianti di produzione mobili (caldaia). In tal caso la caldaia sarà completa di piping, valvole, serbatoi di stoccaggio di gasolio ed acqua demi, corredata d'impianti accessori per il funzionamento e il comando. Resta inteso che saranno a carico dell'Appaltatore la fornitura, lo stoccaggio ed il deposito in sito del gasolio, dell'acqua occorrenti per il funzionamento della caldaia, nonché un conduttore patentato, qualora richiesto. Sono a carico dell'Appaltatore tutte le autorizzazioni necessarie. Nelle immediate vicinanze della caldaia occorre predisporre idonei dispositivi antincendio (estintori portatili e/o carrellati) come previsto dalla normativa vigente.

5.2.13 Bonifica impianto elettrolisi cloro soda

La bonifica dell'impianto elettrolisi cloro-soda dovrà essere eseguita nel rispetto delle norme e procedure di sicurezza e protezione dei lavoratori al fine di evitare i rischi di esposizione al mercurio nonché adottando tutte le tecniche finalizzate al contenimento delle emissioni di mercurio nell'ambiente, nel rispetto delle indicazioni della decisione di esecuzione 2013/732/UE del 09/12/2013 della Commissione UE (pubblicata sulla GU dell'Unione Europea del 11/12/2013), che stabilisce le conclusioni sulle BAT, concernenti la produzione di cloro-alcali, ai sensi della direttiva 2010/75/UE.

Tale documento riporta nello specifico le conclusioni sulle BAT in caso di smantellamento o conversione di impianti con celle a catodo di mercurio (Punto 2 – Conclusioni sulle BAT – Allegato alla decisione di esecuzione 2013/732/UE del 09/12/2013).

5.2.14 Bonifiche MCA compatto e friabile

L'Appaltatore avrà l'onere di predisporre ed eseguire un piano di mappatura e censimento dei MCA e FAV integrativo a quello eseguito dalla Committente. Il piano dovrà rispettare i contenuti previsti dalle norme vigenti. In particolare, il piano dovrà contenere l'ubicazione dei punti di campionamento e la tipologia di analisi proposta per ogni punto di campionamento. Tale piano dovrà essere approvato dalla Committente prima che venga applicato dall'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà eseguire, a proprio onere, anche la verifica analitica dei campioni prelevati. Le determinazioni analitiche avverranno presso un laboratorio accreditato individuato dall'Appaltatore e approvato dalla Committente.

Le verifiche di cui sopra dovranno essere effettuate prima dell'inizio di qualsiasi attività di rimozione di materiali a sospetto contenuto di amianto. Le risultanze concorreranno a definire le procedure operative per le attività di rimozione dei MCA. Le tecniche di bonifica, le procedure operative e le misure di sicurezza che l'appaltatore proporrà di mettere in atto verranno definite in accordo con la Committente, il CSE e il DL, in relazione alla tipologia di intervento da attuare.

In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente, prima dell'inizio delle attività, la ditta esecutrice dei lavori di rimozione amianto dovrà predisporre il relativo Piano di Lavoro Amianto. Tale Piano dovrà contenere le misure necessarie a garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori e la protezione dell'ambiente esterno. Nello specifico, il Piano di Lavoro dovrà contenere, come minimo, le informazioni previste all'art. 256 comma 4 del D.Lgs. 81/08.

5.2.15 Rimozione coibentazioni

Sarà onere dell'Appaltatore asportare il lamierino, scoibentare, manipolare e smaltire tutto il materiale isolante presente in sito: in tubazioni, serbatoi, impianti e condotti coibentati con fibre di roccia, fibre di vetro, fibre ceramiche, minerali o altri materiali, di qualunque diametro forma e spessore.

Tutte le FAV presenti negli impianti e tubazioni entro i limiti di batteria dovranno essere rimosse in accordo con quanto riportato nel documento "Le Fibre Artificiali Vetrose (FAV) - Linee guida per l'applicazione della normativa inerente ai rischi di esposizioni e le misure di prevenzione per la tutela della salute" approvate dalla Conferenza Stato/Regioni del 10 novembre 2016, su proposta del Ministero della Salute.

5.2.16 Esecuzione gas free

A valle dell'intervento di pulizia e bonifica delle linee e comunque prima dei lavori di demolizione delle apparecchiature, linee impianti e serbatoi, l'Appaltatore dovrà verificare il raggiungimento delle condizioni di "Gas-free" all'interno delle apparecchiature e piping oggetto di intervento.

Sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per l'intervento dei tecnici addetti al rilascio, inclusa la strumentazione di rilievo necessaria. La certificazione all'utilizzo delle fiamme libere potrà essere rilasciata anche da un laboratorio autorizzato, oppure da un professionista iscritto all'albo, se autorizzati a rilasciare tale certificazione; anche in questo caso tutti gli oneri derivanti saranno sempre a carico dell'Appaltatore. La degassificazione delle apparecchiature, attestata dal certificato di "Gas Free", dovrà consentire l'utilizzo di fiamme libere e l'uso di apparecchiature per saldare e tagliare, sia all'interno che all'esterno dei manufatti, sulle tubazioni e sulle apparecchiature varie bonificate. I certificati di "Gas Free" emessi devono riguardare ogni singola parte di impianto bonificata, ben descritta (apparecchiatura, tubazione e componenti). Tutti gli altri oneri diretti e indiretti derivanti dal rilascio di tale certificazione saranno sempre a carico dell'Appaltatore.

5.2.17 Demolizioni

Per demolizione primaria si intende lo smantellamento delle strutture metalliche (tubazioni, apparecchiature, macchine, strutture, ecc.), dei cablaggi e opere elettriche in genere e delle strutture civili (basamenti, fabbricati capannoni e opere civili in genere).

La demolizione primaria sarà seguita dalle fasi di demolizione secondaria (riduzione volumetrica dei materiali derivanti dalla demolizione primaria).

Durante la demolizione primaria l'appaltatore si occuperà di:

- posizionare in sicurezza, in un'area precedentemente individuata, i materiali da avviare alla demolizione secondaria;
- mettere a disposizione i mezzi di trasporto che si occuperanno di trasferire dalle aree di cantiere al destino finale i materiali ridotti di volumetria idonei per essere avviati ad impianto di trattamento/smaltimento esterno;
- caricare i materiali metallici sui mezzi di trasporto di cui al punto precedente;
- caricare sui mezzi di trasporto i materiali, ridotti di volumetria e deferizzati, derivanti dalla demolizione civile.
- movimentare i materiali, da ridurre di volumetria, fino alle aree in cui verranno eseguite le fasi di riduzione volumetrica;
- eseguire la riduzione volumetrica dei materiali metallici, fino a pezzatura bocca forno. Oltre alla riduzione volumetrica dovrà essere eseguita anche la separazione dei materiali sulla base delle loro caratteristiche (metalli, inerti, plastiche, ecc.) e sulla base delle diverse tipologie di metalli;
- eseguire la riduzione volumetrica dei materiali derivanti dalla demolizione civile. Dovrà eseguire la frantumazione e la deferizzazione delle macerie in maniera tale da ottenere un rifiuto di caratteristiche e pezzatura tale da consentire di effettuare il conferimento del rifiuto alle destinazioni prescelte; separare per tipologia e caratteristiche, movimentare fino

all'area di carico, accumulare in sicurezza e coprire con adeguati teli tutti i materiali derivanti dalla demolizione secondaria pronti per essere caricati sui mezzi di trasporto per essere inviati a destino finale.

La demolizione potrà avvenire, a discrezione delle procedure operative proposte dall'appaltatore nel Piano delle demolizioni, mediante tecniche di smontaggio e mediante demolizione con escavatori allestiti con pinze o cesoie.

In generale l'Appaltatore dovrà quindi avere cura di installare tutte le protezioni che sarà necessario installare al fine di garantire, in ogni fase dei lavori, la protezione e la preservazione dei manufatti non oggetto di intervento presenti entro il sito.

L'Appaltatore dovrà quindi installare impalcature e ponteggi che risulteranno necessari per poter eseguire le attività operative.

In generale le opere di protezione dovranno essere dimensionate al fine di impedire che l'eventuale caduta di materiali, sulle protezioni stesse, non generi danni alle opere da proteggere. Per cui le protezioni non dovranno gravare sull'opera da proteggere, ma dovranno essere preferibilmente indipendenti e autoportanti. In ogni caso dovranno essere in grado di preservare sia l'integrità che la funzionalità di tutti gli elementi esclusi dall'Appalto.

Prima di iniziare qualsiasi operazione di demolizione, al fine di evitare possibili incidenti, è necessario individuare e rendere ben visibili tutte le zone di lavoro per interdire l'ingresso e il passaggio ai non addetti ai lavori.

La demolizione vera e propria avverrà mediante tecniche di taglio a freddo o a caldo. Per quanto possibile si dovranno preferire le prime. Il taglio a caldo dovrà essere preventivamente soggetto ad autorizzazione da parte della Direzione Lavori.

In merito alle attività, di seguito si forniscono, a titolo indicativo ma non esaustivo, alcune indicazioni operative:

- per le demolizioni di strutture metalliche, la demolizione dovrà cominciare dalla parte alta dei manufatti e procedere verso il basso, tenendo il fronte di demolizione il più possibile pulito da elementi pericolanti in modo da non pregiudicare la stabilità strutturale dei manufatti stessi;
- la demolizione eseguita tramite mezzi meccanici muniti di bracci standard/lunghi dovrà essere eseguita mantenendo una distanza minima, dal manufatto oggetto di demolizione, tale da garantire la sicurezza degli operatori e quindi dei mezzi operativi impiegati;
- tutte le movimentazioni, tramite mezzi di sollevamento, di porzioni di manufatti o di manufatti interi, di apparecchiature, di strutture ecc. dovranno essere eseguite in accordo con quanto previsto dal piano di sollevamento precedentemente predisposto. Tutte le movimentazioni dovranno essere effettuate col supporto di funi guida, di adeguata dimensione e lunghezza, che consentano di posizionare a terra i manufatti in totale sicurezza.
- Le aree sulle quali saranno calati i manufatti dovranno essere opportunamente delimitate, segnalate e inibite al passaggio di mezzi e di personale non autorizzato. Tutti i manufatti movimentati dovranno essere calati a terra in un'area del cantiere precedentemente identificata e liberata dalla presenza di altri manufatti.

La demolizione di tutte le strutture potrà avvenire:

- mediante l'utilizzo di escavatori idraulici (cingolati e/o gommati) muniti di bracci attrezzati con pinze idrauliche, cesoie o martelli demolitori;
- mediante l'impiego di mezzi di sollevamento adeguati alla tipologia di movimentazione per la quale sono certificati o per la movimentazione di materiali: gru, autogrù, sollevatori telescopici, carrelli elevatori, ecc.; o per la movimentazione di persone: piattaforme elevatrici;
- mediante l'utilizzo di attrezzature manuali (cannelli con fiamma ossidrica, sbullonatrici, spaccadadi, seghetti, ecc.) provvedendo, durante le operazioni di demolizione, ad installare e utilizzare un idoneo sistema di abbattimento delle polveri nelle zone di lavoro.

5.2.18 Protezione edifici e strade limitrofe

L'Appaltatore dovrà prendere tutti gli accorgimenti necessari onde evitare qualsiasi tipo di lesione o danno agli edifici e impianti da preservare entro il sito, assicurare la protezione dei fabbricati e della circolazione stradale e pedonale esternamente al sito, la tutela dai rumori e dalle polveri, e quant'altro necessario alla esecuzione dei lavori.

Durante le fasi di demolizione dei corpi di fabbrica perimetrali o in prossimità di strade perimetrali si dovrà operare sempre in presenza dello schermo di protezione sostenuto da un mezzo di sollevamento semovente.

Lo schermo di protezione dovrà essere progettato e verificato come opera provvisoria da professionista iscritto all'albo, realizzato su struttura portante in carpenteria e in materiale idoneo e resistente a schermare proiezioni e detriti prodotti dalla demolizione senza generare strappi o rotture e dovrà avere un'altezza non inferiore a quella del fabbricato in demolizione e larghezza minima di 8 m.

Lo schermo di protezione dovrà essere sempre posizionato tra la struttura in demolizione e quella da proteggere (altri fabbricati o strade) ad una distanza compresa tra 1,5 e 2,5 m dal filo della struttura in demolizione.

Durante le fasi di demolizione dei corpi di fabbrica limitrofi al rack da preservare sul quale si sviluppano linee attive a servizio dell'impianto trattamento piezometri si dovrà installare un sistema di protezione realizzato con ponteggi a tutt'altezza a tubi giunti e tavolato di protezione.

Durante le fasi di demolizione dei corpi di fabbrica posti lungo il confine dello Stabilimento dovranno essere mantenuti i muri di facciata prospicienti l'esterno in modo da garantire la recinzione perimetrale del sito.

Tutto quanto previsto nel presente articolo è a carico totale dell'Impresa aggiudicataria e deve intendersi ricompreso nei prezzi a base di gara.

5.2.18.1 Abbattimento polveri

Dovrà essere cura ed onere dell'Appaltatore limitare la dispersione di polveri nel corso di qualsiasi attività di scovibentazione e demolizione.

Durante le operazioni di demolizione, frantumazione e carico macerie l'Appaltatore dovrà procedere all'installazione di idonei sistemi di abbattimento delle polveri posizionati in funzione dell'avanzamento della demolizione e della direzione del vento.

A titolo esemplificativo e non esaustivo dovranno essere previsti sistemi di abbattimento polveri sia a terra mediante fog cannon e lance sia in quota mediante ugelli sul braccio dell'escavatore e lance ad acqua su PLE.

La tipologia ed il sistema di abbattimento scelto dall'Appaltatore dovrà essere idoneo ad evitare la trasmissione di polveri alle aree poste al di fuori del cantiere.

Tutto quanto previsto nel presente articolo è ad integrale onere dell'Appaltatore e deve intendersi compreso nel prezzo a corpo della demolizione.

5.2.19 Gestione dei materiali/rifiuti

Nelle fasi di demolizione l'Appaltatore dovrà procedere alla separazione di materiali da avviare potenzialmente al recupero presso impianti esterni (calcestruzzo, ferro) dai rifiuti da inviare a smaltimento in impianti esterni autorizzati (legno, plastica, vetro, ecc).

I materiali costituiti da calcestruzzo dovranno essere sottoposti a deferizzazione e riduzione volumetrica al fine di consentire le operazioni di carico sui mezzi

I materiali ferrosi saranno di proprietà dell'Appaltatore per il successivo invio in impianti esterni di recupero autorizzati.

I rifiuti non recuperabili (materiali da strip-out e bonifiche, legno, plastica, vetro, ecc.) saranno inviati a smaltimento a cura dell'Appaltatore in impianti esterni autorizzati.

Dal punto di vista della gestione dei materiali di risulta, sarà privilegiato l'impiego di tecniche di demolizione selettiva che – ove possibile – consentano la massimizzazione del recupero dei materiali segregabili e la raccolta e smaltimento dei detriti di demolizione per codici CER omogenei.

5.2.20 Collaudo

L'intervento si potrà considerare collaudato al completamento della rimozione dei materiali contenenti amianto, della demolizione degli edifici e impianti previsti, e alla verifica del corretto espletamento della gestione dei rifiuti derivanti dalle lavorazioni.

5.3 Attività propedeutiche alla realizzazione degli interventi di bonifica

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

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

5.3.1 Bonifica ordigni bellici

A seguito della fase di demolizione di tutti i manufatti, e quindi preliminarmente alla realizzazione delle opere di bonifica e messa in sicurezza permanente per lo stabilimento Caffaro Brescia, per le aree di intervento ricomprese nell'ambito del Progetto Definitivo Stralcio di Prima Fase, si procederà con l'effettuazione degli interventi di bonifica bellica, con interessamento di tutta la superficie di occupazione dell'intervento e delle aree di cantierizzazione.

In considerazione del tipo di mezzi che vengono impiegati per le lavorazioni e tenuto conto delle profondità di scavo, si ritiene di intervenire con le seguenti tecniche di bonifica:

- Bonifica superficiale: dovrà essere eseguita, come da norme emanate dalle Autorità Militari, su tutte le aree di cantiere. Il lavoro consiste nella ricerca, localizzazione di tutte le masse ferrose e di tutti gli ordigni e manufatti bellici esistenti fino a m 1,00 di profondità dal piano campagna originario.
- Bonifica in profondità: è indispensabile nei casi in cui si verificano movimentazioni di terreno oltre la quota stabilita per la bonifica in superficie e quindi inferiormente a m 1,00 di profondità dal piano di campagna. Questo tipo di bonifica viene applicato fino ad una profondità variabile che va solitamente da 2,00 a 8,00 m dal piano di campagna originario.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento specifico 60705578_CBS_00_RL05_2_0 "Relazione bonifica ordigni bellici (BOB)".

5.3.2 Indagini propedeutiche agli interventi di bonifica

Le attività proposte ("remedial investigation"), saranno realizzate successivamente agli interventi di demolizione di edifici e degli impianti (dismessi e produttivi) presenti in sito che consentiranno di portare alla luce le condizioni del sottosuolo e di indagare la matrice suolo in corrispondenza di aree attualmente non accessibili.

I risultati delle indagini integrative permetteranno di valutare la presenza di eventuali sorgenti secondarie ad oggi non evidenziate consentendo di estendere, laddove necessario, gli interventi di risanamento già individuati. Le indagini integrative saranno realizzate anche nella porzione nord del sito, ove nell'ambito del presente Progetto Stralcio di Prima Fase non saranno effettuati interventi di scavo.

Le indagini previste coinvolgeranno inoltre le aree interessate dalle azioni di bonifica e messa in sicurezza dei terreni profondi al fine di delineare la distribuzione e la concentrazione dei contaminanti nei nuclei di contaminazione individuati consentendo il dimensionamento di dettaglio degli interventi.

Le attività di indagine prevedono la realizzazione dei seguenti interventi:

- esecuzione sondaggi geognostici per il prelievo di campioni secondo una maglia d'indagine 25x25 m in corrispondenza delle aree ad oggi non adeguatamente indagate e 10x10 m nell'intorno dei nuclei di contaminazione individuati per gli interventi profondi;
- integrazione della rete piezometrica ai fini di approfondire la qualità delle acque di falda in corrispondenza della zona centrale del sito (ex impianti Clortex e Cloro-Soda) mediante l'installazione dei piezometri MW9 e MW10 ed esecuzione di una ulteriore campagna di monitoraggio acque sotterranee;
- esecuzione di una ulteriore campagna di monitoraggio Soil Gas, servendosi della rete di campionamento (SG1-SG10) già realizzata nel corso delle indagini di Dicembre 2018 – Febbraio 2019, integrata con ulteriori due sonde SG11 e SG12 opportunamente collocate in corrispondenza di impianti ritenuti maggiormente critici per i percorsi di volatilizzazione (impianto clortex e impianto clorosoda);

- esecuzione di una campagna georadar su tutta l'area interessata dall'intervento di MISP al fine di individuare ed eventualmente procedere alla chiusura/rimozione di eventuali strutture interrre (canali, cavidotti, tubazioni, serbatoi, vasche) che possano costituire vie preferenziali di infiltrazione nel sottosuolo.

Il Piano di indagini di "remedial investigation" è dettagliato in Annesso B al documento 60705578_CBS_00_RL01_2_0 "Relazione illustrativa generale".

In fase esecutiva potrà essere valutato, in accordo con l'ARPA competente, l'eventuale riposizionamento di punti di indagine anche alla luce di potenziali criticità emerse in sede di dismissione e demolizione degli impianti (cfr. Art. 1 Comma 8 Decreto Direttoriale di approvazione POB).

5.3.2.1 Indagine Georadar

L'obiettivo della campagna di rilievo georadar è l'individuazione e la mappatura di eventuali sottoservizi e strutture interrate (canali, cavidotti, tubazioni, serbatoi, vasche) che possano costituire potenziali vie di infiltrazione nel sottosuolo all'interno dell'area interessata dalla realizzazione delle opere di MISP.

I risultati dell'indagine consentiranno di valutare gli eventuali interventi di smantellamento e rimozione o di messa in sicurezza di strutture da adottare preliminarmente alla realizzazione ed al completamento delle opere di MISP previste nella porzione ovest del sito.

Si adotterà l'utilizzo di un georadar multicanale poiché, essendo dotato da più antenne emittenti e riceventi grazie ad una singola scansione è possibile ottenere più sezioni 2D molto ravvicinate, con una copertura maggiore in termini di rilievo che comporta una riduzione dei tempi necessari all'indagine e degli errori legati all'interpolazione.

La campagna di indagine dovrà essere condotta attraverso strumentazione di adeguata potenza e risoluzione al fine di raggiungere la profondità d'esplorazione prevista pari a 4 m circa.

Si prevede di adattare lo strumento per essere spinto a mano vista la conformazione del tracciato e per poter mappare la maggior superficie possibile. L'unità di controllo e il display saranno collegati tramite un cavo al trasduttore. Operando in tal modo, i dati vengono visualizzati direttamente sullo schermo LCD a matrice attiva sottoforma di radargrammi a colori registrati su hard disk interno, per poi essere trasferiti al computer di elaborazione.

5.3.2.2 Realizzazione indagini integrative matrice terreni – maglia e modalità di esecuzione sondaggi

Le attività di indagine riguarderanno la porzione del sito interessata dalle azioni di bonifica sui terreni profondi e dall'intervento di MISP mediante capping e confinamento.

Tenuto conto dei risultati delle attività di caratterizzazione, il piano di indagine integrativo è stato basato su una maglia d'indagine 25x25m in corrispondenza delle aree non coperte in maniera adeguata, particolarmente in relazione alla presenza di edifici e reparti produttivi ancora attivi al momento della realizzazione della caratterizzazione.

In corrispondenza dei nuclei di contaminazione individuati per gli interventi profondi è stata prevista la realizzazione di una maglia 10x10 m, al fine di verificare con maggior precisione la distribuzione areale e verticale della contaminazione nelle zone di interesse e definire nel dettaglio l'articolazione degli interventi.

In considerazione delle valutazioni effettuate si stima ad oggi di realizzare complessivamente n. 124 nuovi sondaggi.

I sondaggi saranno realizzati a carotaggio continuo al raggiungimento della frangia capillare (ca. 30 m da p.c.) e consentiranno il prelievo di campioni di suolo per la determinazione dei parametri indice del sito.

Le perforazioni saranno realizzate servendosi di una sonda a rotazione mediante carotiere semplice, di lunghezza non superiore a 1,5 m e diametro pari a 131 mm, affinché il disturbo dei materiali attraversati sia il minimo possibile, consentendo il prelievo di campioni rappresentativi di lunghezza massima di 1 m.

L'esecuzione delle perforazioni sarà eseguita facendo riferimento alle seguenti modalità operative:

- utilizzo di rivestimenti e corone non verniciate;

- perforazione a secco ed a bassa velocità di rotazione, con eventuale utilizzo in avanzamento di acqua chiara dalla composizione chimica ben nota;
- pulizia dell'impianto di perforazione prima dell'inizio del lavoro;
- pulizia del carotiere e delle aste di perforazione e rimozione dei lubrificanti nelle zone filettate prima e dopo ogni sondaggio;
- pulizia di ogni strumento di misura e dei campioni inseriti in foro prima e dopo l'inserimento;
- pulizia dei contenitori e dell'impianto di circolazione per l'acqua di perforazione prima dell'inizio del lavoro;
- verifica continua del buon funzionamento delle attrezzature di perforazione, e dell'assenza di perdite di lubrificanti;
- le carote estratte verranno posizionate in apposite cassette catalogatrici per la loro conservazione, nella quale saranno riportati in modo indelebile il numero di sondaggio e le profondità di riferimento.

Sarà inoltre rilevata, durante il sondaggio contemporaneamente all'avanzamento, la stratigrafia dettagliata del terreno attraversato.

Laddove autorizzato, sarà effettuato un avanzamento a distruzione per il superamento di grossi blocchi o livelli di conglomerato lapideo, a patto di consentire una ricostruzione stratigrafica accurata, riprendendo il carotaggio una volta superato lo strato pseudo-roccioso.

Durante l'esecuzione del sondaggio, nel caso i cui venga eseguito a semplice circolazione d'acqua, all'inizio e alla fine di ogni turno di lavoro verrà misurato il livello dell'acqua accertandosi che fino alla quota della scarpa dei rivestimenti, il foro sia libero da materiali impermeabili i quali impedirebbero alla falda di raggiungere il livello pseudo-statico.

Una volta terminato il carotaggio, si procederà al rivestimento provvisorio del foro di perforazione, utilizzando rivestimenti a cannocchiale.

I sondaggi previsti sono caratterizzati da una profondità di progetto di circa 30 m da p.c., dunque non oltrepassano il livello impermeabile posto alla profondità presunta di 50 m da p.c.. Fino a tale profondità verrà utilizzata una tubazione di rivestimento di diametro pari a 220 mm.

5.3.2.2.1 Prelievo campioni e protocolli analitici

Il prelievo di campioni ha lo scopo di investigare, con maggior definizione, le sorgenti di contaminazione individuate nell'attuale modello concettuale del sito e verificare l'eventuale presenza di ulteriori criticità ad oggi non evidenziate. I risultati consentiranno inoltre di definire nel dettaglio gli interventi di bonifica previsti in corrispondenza dei nuclei di contaminazione individuati e procedere alla calibrazione esecutiva degli interventi.

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

Da ogni sondaggio profondo saranno prelevati un minimo di 4 campioni di terreno (n. 1 campione di suolo superficiale, n. 1 campione in frangia capillare, n. 2 campioni intermedi di suolo profondo) per un totale di circa 496 campioni da inviare ad analisi per la determinazione dei seguenti parametri:

- Metalli (Antimonio, Arsenico, Cobalto, Cromo VI, Mercurio, Piombo, Rame, Selenio, Tallio, Zinco)
- Idrocarburi C > 12
- PCB (Totali e Congeneri)
- Fitofarmaci
- IPA
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni
- Composti Alifatici Clorurati Non Cancerogeni
- Tetracloruro di carbonio
- Clorobenzeni

- Somma PCDD/F (conv. TEQ)

Le analisi relative ai composti organici clorurati, saranno eseguite solo laddove i test speditivi con lampade PID evidenzino la presenza di composti organici volatili (VOC) nei campioni prelevati o comunque in vicinanza di potenziali sorgenti identificate in sito.

Il materiale utilizzato nella formazione del campione sarà reso omogeneo servendosi dell'utilizzo di paletta per campionamento in acciaio inox ed una bacinella ricoperta da un telo in polietilene monouso, allo scopo di ottenere un campione rappresentativo dell'intero livello individuato.

Una volta prelevato, ciascun campione etichettato con il numero del campione, il numero del sondaggio, la profondità di prelievo e sarà conservato ad una temperatura pari a 4 ± 2 °C fino alla consegna al laboratorio accreditato incaricato delle analisi.

La spedizione dei campioni verso il laboratorio avverrà in regime di catena di custodia, al fine di garantire la tracciabilità della fase di prelievo all'inizio delle determinazioni analitiche.

I risultati analitici saranno confrontati con i valori di CSC previsti per destinazione ad uso verde residenziale.

Per quanto riguarda i materiali di riporto, da ciascun sondaggio sarà prelevato un campione rappresentativo dell'intero spessore attraversato (qualora quest'ultimo risulti omogeneo), in corrispondenza di ciascuna perforazione; in caso di forti disomogeneità saranno prelevati campioni per ogni sub-orizzonte omogeneo.

Su tali campioni sarà condotto un *test di cessione*, secondo le metodiche indicate dal D.M. 5 febbraio 1998 (Allegato 3 "Criteri per la determinazione del test di cessione"). Il test sarà esteso a tutti gli analiti inorganici di cui alla Tabella 2, Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e i risultati saranno confrontati con le CSC di cui alla medesima tabella. Sempre sull'eluato sarà determinato anche il valore di pH che si ritiene significativo per la valutazione della lisciviabilità dei materiali.

5.3.2.3 Realizzazione piezometri

Al fine di approfondire e delimitare con maggior dettaglio le sorgenti di contaminazione da solventi clorurati, Hg e CrVI riscontrate nelle acque sotterranee nella porzione centrale del sito, è stato previsto di integrare la rete piezometrica esistente inserendo due nuovi piezometri MW9 e MW10 in corrispondenza del transetto centrale (in prossimità di impianti potenzialmente critici quali l'ex polimeri clorurati ed il clorosoda).

Tale integrazione di indagine consentirà di definire con maggior precisione i contributi di contaminazione da parte delle sorgenti che incidono maggiormente sulla qualità delle acque nella porzione centrale.

I piezometri saranno realizzati in corrispondenza dei carotaggi effettuati al fine di definire le stratigrafie di dettaglio e di individuare eventuali livelli contaminati, sia negli orizzonti insaturi che in quelli saturi; questo permetterà di discretizzare, sulla verticale, la distribuzione della contaminazione e di indirizzare in modo più incisivo, puntuale ed efficace eventuali interventi.

In considerazione dei risultati dei campionamenti multilivello effettuati, che hanno evidenziato come la contaminazione sia localizzata prevalentemente nella porzione superficiale dell'acquifero, i piezometri saranno approfonditi fino alla profondità di circa 40 m da p.c., allestiti con tubo piezometrico in PVC di diametro pari a 4" e fenestrati nell'orizzonte saturo approssimativamente tra 30 e 40 m da p.c.

Tutti i piezometri saranno ultimati mediante chiusino carrabile a protezione dell'opera stessa. Al termine delle operazioni verrà realizzato uno spurgo dei piezometri e un rilievo plani altimetrico dei nuovi piezometri atto a definire le quote di bocca pozzo. Tale rilievo sarà confrontato con quello effettuato precedentemente sui piezometri già esistenti al fine di permettere una correlazione tra le quote piezometriche dei piezometri stessi.

L'ubicazione definitiva degli stessi sarà meglio valutata in fase esecutiva sulla base delle evidenze riscontrate durante le attività di indagine ed in funzione delle esigenze logistiche legate all'operatività del cantiere di bonifica.

5.3.2.4 Monitoraggio acque di falda

Al fine di verificare la qualità delle acque di falda prima dell'avvio degli interventi di bonifica ed avere un punto di riferimento per la realizzazione degli interventi, si procederà ad effettuare una campagna di monitoraggio di baseline dall'intera rete di monitoraggio piezometrica e dalla rete di pozzi industriali presenti in sito.

Le acque sotterranee potranno essere campionate con diverse procedure, tra cui:

- campionamento con campionatore statico (bailer);
- campionamento dinamico con pompa sommersa a basso flusso.

In relazione ai piezometri multilivello installati in sito, prima di avviare la campagna di monitoraggio, saranno selezionati i livelli di interesse da sottoporre a prelievo mediante sistema di campionamento a doppio packer.

La campagna di baseline coinvolgerà i seguenti punti di monitoraggio:

- Pozzi: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7;
- Piezometri interni:
 - Pz1 (80m), Pz2 (80m), Pz3 (80m), Pz4 (80m), Pz5 (80m), Pz6 (80m), Pz7 (80m), Pz8 (50m), Pz9 (40m), Pz10 (40m);
 - PZ CL - PZ CS (piezometri procura)
 - MW1 (32m), MW1 (40m), MW1 (80m), MW2 (40m), MW2 (80m), MW3 (40m), MW3 (80m), MW4 (40m), MW4 (80m), MW5 (32m), MW5 (40m), MW5 (80m), MW6 (40m), MW6 (80m), MW7 (32m), MW7 (40m), MW7 (80m), MW8 (40m), MW8 (80m) (piezometri multilivello)
 - MW9 (40m), MW10 (40m) (nuovi piezometri)
- Piezometri esterni: Pz1 Est, Pz3 Est, Pz4 Est, Pz5 Est.

Le attività di monitoraggio consisteranno nell'esecuzione delle seguenti operazioni:

- rilievo freaticometrico;
- spurgo a basso flusso e rilievo dei parametri chimico-fisici;
- campionamento delle acque sotterranee e consegna dei campioni prelevati presso il laboratorio di analisi.

I campioni di acqua di falda saranno inviati presso laboratorio accreditato ACCREDIA per la determinazione dei seguenti parametri:

- Metalli (Arsenico, Mercurio, Cromo totale, Cromo VI, Piombo, Rame)
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni
- Composti Alifatici Clorurati Non Cancerogeni
- Tetracloruro di carbonio
- Fitofarmaci
- PCB (totali e congeneri)
- Sommatoria PCDD/PCDF

5.3.2.5 Monitoraggio Soil Gas

Al fine di verificare le condizioni in sito prima degli interventi di bonifica e confermare i risultati del monitoraggio soil gas realizzato preliminarmente alla redazione dell'Analisi di Rischio, si prevede di effettuare una nuova campagna dalla rete di monitoraggio già realizzata (SG1-SG10) integrata con nuove sonde SG11 ed SG12 da installare in corrispondenza degli impianti ritenuti maggiormente critici in relazione ai percorsi di volatilizzazione.

Le postazioni per il monitoraggio dei gas interstiziali verranno installate in corrispondenza di due postazioni comprese nel piano di indagine integrativo. Le sonde Nesty Probe verranno installate con il tratto filtrante (di lunghezza pari a 30 cm circa) ad una quota compresa tra 1 e 2 m da p.c. Ogni postazione sarà corredata con chiusino metallico carrabile a protezione dell'opera stessa.

Il campionamento dei gas interstiziali sarà preceduto da un adeguato tempo di riequilibrio delle condizioni naturali del sito. Il campionamento potrà avvenire mediante Canister o Bottle Vac al fine di permettere l'analisi mediante metodice EPA TO-15 dell'intero spettro di composti volatili (VOC) inoltre si procederà al campionamento mediante fiale apposite, per la determinazione del mercurio volatile.

5.3.3 Campi prova

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

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

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

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

Inoltre, in relazione agli interventi di adeguamento e ottimizzazione dei sistemi di messa in sicurezza e trattamento delle acque di falda, si prevede di realizzare prove idrauliche (prove a gradini e di lunga durata a portata costante), con lo scopo di definire i parametri idraulici dell'acquifero anche in relazione ad una potenziale ottimizzazione dei livelli di emungimento.

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

5.3.3.1 Test di Soil Washing

Il test pilota di lavaggio consiste nel prelevare dal sito un adeguato campione rappresentativo di terreno e di sottoporlo ai processi propri di un impianto di Soil Washing. Il test sarà realizzato in previsione dei futuri interventi di bonifica previsti nel PBO, successivi al presente Progetto Stralcio di Prima Fase.

Il test pilota avrà l'obiettivo di:

- verificare la trattabilità dei diversi livelli stratigrafici identificati nell'ottica di valutare il riuso on-site;
- individuare il taglio granulometrico ottimale da trattare tramite vagliatura a secco e successivo lavaggio;
- definire dal punto di vista analitico con test di cessione e test sul tal quale le caratteristiche dei materiali ottenuti a seguito dei processi di vagliatura e lavaggio;
- stimare le percentuali di materiali (distinti in base alla pezzatura) ottenuti a seguito dei processi di vagliatura e lavaggio;
- definire le modalità tecnico-operative migliori per la gestione della torbida di lavaggio ed i risultati conseguibili, in modo da individuare i processi di trattamento più efficienti, le percentuali di riciclo del fluido di lavaggio, le caratteristiche del fluido esausto ed i relativi costi di gestione.
- verificare la necessità di eseguire l'estrazione chimica dei contaminanti mediante l'aggiunta di appositi agenti estraenti;
- verificare quali rese è possibile raggiungere e quali sono i consumi di acqua e di eventuali prodotti chimici;
- definire le caratteristiche dell'impianto mobile/fisso di lavaggio.

Il test su scala pilota verrà realizzato mediante impianto di Soil Washing. La prova prevede il trattamento di un quantitativo minimo di 50 ton di terreno; la tipologia del fluido di lavaggio sarà stabilita sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle prove di laboratorio.

L'impianto dovrà essere dotato al minimo delle seguenti sezioni:

- preparazione e pretrattamento mediante eliminazione delle componenti di pezzatura maggiore e disgregazione delle zolle più compatte del terreno scavato;
- lavaggio del terreno per ottenere il trasferimento dei contaminanti dalla fase solida a quella liquida;

- separazione del terreno lavato dal fluido estraente;
- trattamento del fluido estraente (chimico-fisico).

A seguito del trattamento saranno prelevati campioni di terreno trattati per la verifica dell'efficienza di rimozione, da valutare anche in relazione alla differenziazione nelle frazioni granulometriche; saranno inoltre effettuate analisi chimiche del fluido di lavaggio.

Sulla base degli esiti del test pilota sarà possibile definire i criteri e la metodologia più adeguata per eseguire la selezione preliminare dei materiali da inviare a Soil Washing, i volumi del materiale da trattare, la capacità dell'impianto di lavaggio da utilizzare e la tipologia delle ulteriori unità di trattamento da utilizzare per il trattamento delle acque di lavaggio e dei fanghi. Ciò di utilità pre le future fasi di intervento previste nel POB, ma non oggetto del presente appalto.

5.3.3.2 *Test di In Situ Soil Stabilization*

Il test pilota di Soil Stabilization consisterà nell'esecuzione di prove di iniezione della miscela di stabilizzazione prescelta all'interno delle aree di intervento.

Nel caso specifico si prevede l'installazione di un campo prova in corrispondenza di uno dei poligoni individuati per l'applicazione full scale del trattamento, ovvero i poligoni rappresentati dai sondaggi C26e-C26c, C27 o C34.

Per la realizzazione del campo prova è prevista l'esecuzione di almeno una terna di perforazioni aventi diametro di 1000 mm circa da spingere fino alla profondità massima di progetto. L'intervento pilota consentirà di tarare i principali parametri di iniezione e resistenza del terreno consolidato al fine di confermare la metodologia di intervento e definire il dimensionamento del trattamento full scale.

5.3.3.3 *Test di In Situ Chemical Oxidation*

Il test pilota consisterà nell'esecuzione di prove di iniezione in situ e costituirà lo strumento essenziale per raccogliere le informazioni necessarie a verificare l'applicabilità del trattamento, definire i parametri operativi per l'implementazione dell'intervento full-scale e ad ottimizzare l'efficienza del sistema di trattamento selezionato.

Di seguito si forniscono alcune indicazioni che dovranno essere seguite durante la realizzazione della prova:

- il test pilota sarà eseguito in una zona rappresentativa delle condizioni dell'area di interesse;
- verrà iniettata la minima quantità di reagente in rapporto alla massa di contaminante presente e al consumo di reagente da parte della matrice terreno;
- sarà predisposto un piano di monitoraggio e campionamento al fine di verificare la diffusione dei reagenti e l'efficacia del trattamento.

La finalità primaria del test pilota sarà quella di raccogliere dati di campo per procedere all'ingegnerizzazione di dettaglio della bonifica full-scale. In particolare, sulla base dei risultati raccolti sarà possibile definire:

- modalità di esecuzione del trattamento full-scale (ROI - Radius of Influence), pressioni d'iniezione, concentrazione di soluzione ossidante, etc.;
- quantitativi di reagente da iniettare per metro lineare di perforazione considerando i contaminanti presenti in fase adsorbita e disciolta, oltre alle perdite di reagente dovute a reazioni con sostanze naturalmente presenti nel terreno (sostanza organica, carbonati, minerali, etc.
- efficienza della tecnologia nelle condizioni sito specifiche (tempistiche di trattamento);
- tassi di reazione dei reagenti e la persistenza nel sottosuolo, che potrebbero limitare il raggio di influenza effettivo delle applicazioni.

Reagente selezionato

Per lo svolgimento delle prove, si prevede primariamente l'applicazione di ozono come agente ossidante. In funzione degli esiti delle prove di trattabilità effettuate si valuterà la possibilità di eseguire le prove mediante co-iniezione di H₂O₂ o di surfattanti per

massimizzare l'efficacia complessiva del trattamento. Potrà inoltre essere valutata la realizzazione di ulteriori campi prova con diversi ossidanti che siano risultati potenzialmente efficaci per il trattamento della contaminazione in sito.

Layout campo prova

Si prevede l'installazione di un campo prova all'interno dell'area individuata dai poligoni C26c- C26e. Per la realizzazione del campo prova è prevista l'installazione di:

- n. 3 punti di iniezione, del diametro di 3", profondi ca. 32 m da p.c. (comunque tali da intercettare la porzione satura) e fenestrati in corrispondenza dello spessore di trattamento (indicativamente da 25 m fino a fondo foro);
- n. 3 punti di monitoraggio, uno dei quali posto al centro del campo prova e i restanti circa 5 m a monte ed a valle dello stesso, realizzati con le stesse caratteristiche dei punti di immissione.

Il sistema di iniezione sarà costituito da un container marino (previsto indicativamente da 15', dimensioni 4500 x 2450 x H2200), al cui interno saranno alloggiati:

- n. 1 compressore;
- n. 1 concentratore di ossigeno;
- n. 1 impianto di produzione ozono;
- n. 1 serbatoio di contatto in AISI 316 per la dissoluzione dell'ozono nella fase acquosa;
- n. 1 filtro a carbone attivo per l'abbattimento dell'ozono nell'aria di sfato;
- n. 1 pompa di rilancio della soluzione ai punti di immissione;
- valvole di regolazione e strumentazione di misura;
- quadro di alimentazione e controllo.

L'impianto di produzione dell'ozono avrà una capacità minima nominale di 120 g/h di O³;

Saranno inoltre installate tutte le tubazioni di collegamento tra impianto e punti di iniezione e tutte le valvole/strumentazione necessarie al controllo del sistema di iniezione.

Modalità di esecuzione

Si riportano qui di seguito le principali assunzioni e i dati di dimensionamento preliminare per l'intervento:

- ROI: 2 m
- Spessore d'intervento: 4 m
- N. punti iniezione: 3
- Volume di suolo complessivo: ca. 150 m³
- Massa di suolo trattata: ca. 250 ton
- Volume dei vuoti da saturare (10%): 15 m³
- TOD (ipotesi): 2 kg/ton
- Dose Ozono: 500 kg

Sulla base di tali assunzioni si prevede una tempistica di circa tre mesi per il completamento della prova.

Modalità installazione pozzi di iniezione e monitoraggio

I piezometri di iniezione e di monitoraggio saranno installati previa perforazione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo fino ad attraversare lo spessore di terreno interessato dall'intervento e successivo alesaggio del foro.

Il completamento dei piezometri di iniezione e di monitoraggio sarà realizzato mediante tubi ciechi e filtri in acciaio da 3". I pozzi saranno realizzati in acciaio inox AISI 304 per la porzione cieca ed AISI 316 per la porzione fenestrata, a contatto con il reagente

ossidante. Nell'intercapedine foro/tubo, verrà predisposto un manto drenante con ghiaietto lavato ($\phi=2\div4$ mm) da circa 1 m sopra il "top" del tratto filtrato sino a fondo foro.

Superiormente al ghiaietto, dopo assestamento, verrà posizionato uno strato di sabbia (10/20 cm per evitare l'espansione della bentonite sul dreno) e quindi un tampone impermeabile di bentonite granulare successivamente idratata. Al di sopra di detto tampone e fino al piano campagna il tubo verrà reso solidale con il terreno mediante una miscela cementizia e la messa in posa di un chiusino metallico carrabile.

Successivamente alla realizzazione i piezometri verranno opportunamente spurgati fino ad ottenimento di acque chiare e priva di particelle solide in sospensione.

Piano di monitoraggio del test pilota

Le attività di monitoraggio dell'intervento pilota saranno finalizzate a:

- verificare la capacità del sistema di veicolare, nelle condizioni operative, la soluzione ossidante all'interno dell'area di intervento, in modo da realizzare il contatto fisico fra contaminazione e reagente;
- verificare l'efficienza della tecnologia nelle condizioni sito specifiche;
- confermare il mantenimento delle condizioni di sicurezza durante lo svolgimento della prova.

Per verificare efficacia ed efficienza dell'intervento nonché controllare l'eventuale desorbimento o mobilitazione di contaminanti saranno utilizzati come punti di controllo i 3 piezometri di monitoraggio installati per il campo prova.

Prima dell'inizio delle iniezioni, al fine di individuare le condizioni di partenza sulla base delle quali verrà valutata l'efficacia della tecnologia, saranno svolte le seguenti attività di monitoraggio dai punti di controllo selezionati (*monitoraggio di background*):

- misura del livello piezometrico della falda;
- misura di campo dei parametri chimico-fisici (pH, conducibilità, ossigeno disciolto, potenziale redox, temperatura);
- rilievi di campo per misurare ossigeno (O₂), anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄) e composti organici volatili (VOC) a testa pozzo sui piezometri di controllo.

Durante il corso delle operazioni di iniezione saranno monitorati con strumentazione portatile i seguenti parametri:

- livello piezometrico della falda;
- parametri chimico-fisici delle acque di falda (pH, temperatura, conducibilità, DO, ORP);
- misurazione dei parametri O₂, CH₄, VOC e condizioni di esplosività (LEL) a testa pozzo sui piezometri di controllo.

La lettura diretta dei parametri permetterà di valutare e monitorare in tempo reale l'andamento dell'intervento e valutare il permanere delle condizioni di sicurezza per gli operatori.

Per la verifica dell'intervento è prevista l'esecuzione delle seguenti campagne di monitoraggio:

Ante operam: n. 1 campagna di background

Fase di esecuzione: n. 1 campagna a cadenza quindicinale

Post operam: n. 1 campagna mensile nei tre mesi successivi

I campioni di acqua di falda prelevati saranno sottoposti alle seguenti analisi di laboratorio:

- Metalli (As, Hg, Cr totale, Cr VI, Pb, Cu)
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni
- Fitofarmaci
- PCB totali (sommatoria congeneri)
- Sommatoria PCDD/PCDF

Sondaggi di verifica

Dopo circa 3 mesi dall'iniezione sarà realizzato n. 1 sondaggio per verificare l'efficacia dell'azione di ossidazione ubicato all'interno dell'area campo prova. Sarà prelevato n. 1 campioni di terreno a profondità comprese tra 25 e 29 m da p.c. da sottoporre alle seguenti analisi chimiche di laboratorio:

- Metalli (As, Hg, Cr totale, Cr VI, Pb, Cu)
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni
- Fitofarmaci
- PCB totali (sommatoria congeneri)
- Sommatoria PCDD/PCDF

5.3.3.4 Test di In-Situ Soil Flushing

Il test pilota di Soil Flushing dovrà consentire di raccogliere le informazioni essenziali a verificare l'applicabilità del trattamento in sito e definire i parametri operativi necessari per l'ingegnerizzazione di dettaglio e per l'implementazione full-scale dell'intervento.

In particolare, i risultati raccolti durante le prove dovranno consentire di verificare:

- modalità di esecuzione del trattamento full-scale e parametri di dimensionamento (ROI - Radius of Influence, pressioni d'iniezione, volumi di soluzione da iniettare, etc.);
- caratteristiche dei sistemi di immissione, prelievo e trattamento acque;
- caratteristiche del fluido di lavaggio;
- efficienza della tecnologia nelle condizioni sito specifiche e tempistiche di trattamento;
- qualità delle acque di lavaggio e capacità di recupero.

Per il dimensionamento definitivo del test pilota dovranno essere condotte apposite prove che consentano di valutare la distribuzione dei valori di conducibilità idraulica nel mezzo saturo (prove di pompaggio) e insaturo (prove infiltrometriche e prove Lefranc in foro).

Layout campo prova

Si prevede l'installazione di un campo prova in corrispondenza del poligono individuato per l'applicazione full scale del trattamento (C34), costituito da:

- n.1 punto di iniezione del diametro di 3", con fenestratura compresa nell'intervallo 18-22 m da p.c. (potrà essere utilizzati a tal fine i nuovi piezometri MW5-32 e MW5-40);
- n. 3 punti di monitoraggio per la valutazione del raggio di influenza delle immissioni a distanza di circa 1, 3 e 5 m dal punto di immissione (gli ultimi due costituiti da piezometri di nuova realizzazione fenestrati da circa 20 m da p.c. fino al livello saturo).

Il test pilota sarà eseguito in condizioni di totale sicurezza, pertanto resterà attivo il sistema di emungimento immediatamente a valle dell'area di trattamento (pozzo P4) il quale consente un'efficace azione di contenimento sul fronte interessato dall'intervento.

Modalità di esecuzione

Il sistema di iniezione sarà attrezzato all'interno di un container marino, all'interno del quale saranno alloggiati:

- n. 1 serbatoio di accumulo fluido di lavaggio;
- n. 1 pompa di immissione;
- n. 1 quadro elettrico di alimentazione e controllo.

Saranno inoltre installate tutte le tubazioni di collegamento tra impianto e punti di immissione e tutte le valvole/strumentazione necessarie alla gestione e controllo del sistema di iniezione.

Come fluido di lavaggio sarà utilizzata l'acqua depurata mediante i sistemi di trattamento presenti in sito o in alternativa acqua di rete; l'eventuale utilizzo di additivi sarà valutato in caso di scarsa efficienza del lavaggio con acqua.

In fase di dimensionamento preliminare, la portata di immissione del fluido è stata stimata sulla base del volume di suolo da trattare, della porosità efficace e del tempo di sostituzione del volume dei pori.

Si riportano qui di seguito le principali assunzioni e i dati di dimensionamento preliminare per l'intervento:

- ROI: 2 m
- Spessore d'intervento: 8 m
- N. punti iniezione: 1
- Volume di suolo complessivo: ca. 100 m³
- Massa di suolo trattata: ca. 170 ton
- Volume dei vuoti da saturare (10%): 10 m³

La portata minima di acqua di lavaggio è stimata pari a circa 10 m³/h.

Ai fini della gestione del sistema si prevede di effettuare la prova di lavaggio per fasi successive, realizzando diversi cicli di flussaggio interrotti da pause piuttosto che una immissione continua. Saranno quindi effettuate più prove di lavaggio di diversa durata, seguite dai cicli di recupero del volume di fluido immesso.

Piano di monitoraggio del test pilota

Durante le fasi di funzionamento del sistema dovrà essere effettuato un piano di monitoraggio finalizzato a verificare il corretto funzionamento del sistema e la sua efficacia in termini di effettiva rimozione dei contaminanti.

In particolare, per ciascun ciclo di lavaggio, dovranno essere monitorati e registrati i seguenti parametri:

- volumi di acqua iniettata e prelevata per ciascun ciclo;
- concentrazione e la massa degli eventuali reagenti utilizzati;
- avanzamento del fronte umido (eventuale afflusso di acqua nei piezometri di controllo);
- livelli freaticometrici nei punti di immissione e controllo;
- concentrazione di contaminanti nelle acque di falda nei punti di monitoraggio all'interno del campo prova e nelle acque estratte dal pozzo P4;
- stima della massa complessiva di inquinanti recuperata.

Prima dell'inizio delle iniezioni, al fine di individuare le condizioni di partenza sulla base delle quali verrà valutata l'efficacia della tecnologia, saranno svolte le seguenti attività di monitoraggio dai punti di controllo selezionati e dal pozzo di messa in sicurezza P4 (*monitoraggio di background*).

Al termine di ciascun ciclo di iniezione e lavaggio si procederà a prelevare campioni di acque di falda dagli stessi punti per la verifica dell'efficienza dell'azione di lavaggio dei suoli. I campioni saranno sottoposti ad analisi chimiche per la ricerca dei seguenti parametri:

- Metalli (Arsenico, Mercurio, Cromo totale, Cromo VI, Piombo, Rame)

- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni
- Fitofarmaci
- PCB totali (sommatoria congeneri)
- Sommatoria PCDD/PCDF

Sondaggi di verifica

Al termine delle prove di flusso sarà realizzato n. 1 sondaggio di verifica al fine di verificare l'efficacia dell'azione di lavaggio. Il sondaggio sarà effettuato a carotaggio continuo e ubicato a distanza di circa 1,5 m dal punto d'iniezione. Saranno prelevati indicativamente n. 3 campioni di terreno a profondità comprese tra 20 e 30 m da p.c. da sottoporre alle seguenti analisi chimiche di laboratorio:

- Metalli (Arsenico, Mercurio, Cromo totale, Cromo VI, Piombo, Rame)
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni
- Fitofarmaci
- PCB totali (sommatoria congeneri)
- Sommatoria PCDD/PCDF

5.3.3.5 Test pilota di adsorbimento e chemical reduction (Trap&Treat)

Il test pilota in oggetto consentirà di valutare la fattibilità dell'implementazione della tecnologia in sito (validando i risultati dei test di laboratorio) e verificare attraverso le campagne di monitoraggio delle acque sotterranee post-iniezione l'effettivo instaurarsi dei fenomeni di adsorbimento, degradazione abiotica e biologica mediante analisi dei markers determinati durante i test di trattabilità.

Il test consentirà inoltre di valutare il dimensionamento dell'intervento in termini di dosaggio di prodotto ed i parametri operativi dell'applicazione (portate e pressioni di iniezione) e l'efficienza dell'applicazione in termini di distribuzione del prodotto e quantitativi richiesti.

I risultati ottenuti consentiranno di valutare, unitamente con gli esiti dei restanti campi prova sopra citati, l'utilizzo della tecnologia per il trattamento delle sorgenti di contaminazione da PCB, Clorobenzeni e Diossine riscontrate nei terreni profondi, per eventuale modifica/integrazione della strategia di intervento già individuata.

Layout campo prova

Si prevede l'installazione di un campo prova in corrispondenza dell'area individuata dai poligoni C26c-C26e, caratterizzata da una contaminazione prevalente da PCB, Clorobenzeni e Diossine.

Il campo prova sarà costituito da un'area di trattamento di 5x5 m all'interno della quale saranno realizzati i punti di iniezione secondo una griglia regolare di 2,5 m circa.

Per il monitoraggio dell'intervento saranno selezionati n. 3 piezometri di controllo (appositamente installati o selezionati tra quelli esistenti) di cui uno a monte, uno all'interno della zona di trattamento e uno a valle, fessurati nella porzione più superficiale dell'acquifero, indicativamente alle stesse profondità coperte dalle iniezioni (e comunque a profondità non superiori a 40 m da p.c.).

Modalità di esecuzione

L'intervento prevede l'applicazione nel sottosuolo del prodotto BOS100® attraverso circa 6-8 punti di iniezione a profondità comprese tra 25 e 35 m da p.c. L'applicazione sarà effettuata con sonda di tipo Geoprobe in modalità direct push.

Le iniezioni saranno eseguite ad intervalli di circa 50-60 cm; in considerazione della geologia locale il volume di slurry da iniettare per ciascun intervallo è previsto pari a circa 90-100 l.

Piano di monitoraggio del test pilota

Prima dell'iniezione del prodotto sarà realizzato un campionamento di baseline in corrispondenza dei tre piezometri di monitoraggio selezionati.

Successivamente all'esecuzione dell'immissione del prodotto dovranno essere realizzate le seguenti campagne di verifica:

- n. 1 campagna di monitoraggio immediatamente a seguito dell'iniezione;
- n. 6 campagne a cadenza quindicinale successivamente al completamento dell'iniezione.

I campioni prelevati saranno sottoposti ad analisi chimiche per la ricerca dei seguenti parametri:

- Metalli (Arsenico, Mercurio, Cromo totale, Cromo VI, Piombo, Rame)
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni
- Fitofarmaci
- PCB totali (sommatoria congeneri)
- Sommatoria PCDD/PCDF

5.3.3.6 Test di Soil Vapour Extraction

I test pilota di SVE saranno finalizzati alla verifica della presenza delle frazioni volatili nel sottosuolo ed al dimensionamento dei parametri operativi necessari per l'ingegnerizzazione di dettaglio e per l'implementazione full-scale dell'intervento.

I risultati raccolti durante le prove consentiranno di verificare i parametri di dimensionamento del sistema di aspirazione (ROI, pressioni, portate d'aria estratta, etc.), tassi di recupero di VOC e caratteristiche dei sistemi di trattamento gas estratti. I test saranno realizzati mediante prove di aspirazione a gradini di depressione e test di durata. Si procederà inoltre ad effettuare test speditivi di SVE da un numero selezionato di pozzi/piezometri accessibili, al fine di valutare l'eventuale presenza di frazioni volatili, nei terreni all'intorno dei punti stessi.

Layout campo prova

Si prevede l'installazione di un campo prova costituito da almeno n.1 punto di estrazione e n. 3 punti di monitoraggio per la valutazione del raggio di influenza ottimale. La profondità e la fenestrazione dei pozzi di aspirazione sarà definita in base alle caratteristiche della sorgente individuata.

Modalità di esecuzione

L'impianto pilota, attrezzato all'interno di un container marino, sarà costituito dai seguenti elementi principali:

- sezione di aspirazione (soffianti);
- sezione di trattamento vapori (filtri a carbone attivo);
- strumentazione di misura pressioni e portate;
- quadro elettrico di alimentazione e controllo.

Saranno inoltre installate tutte le tubazioni di collegamento tra impianto e punti di aspirazione e tutte le valvole/strumentazione necessarie alla gestione e controllo del sistema.

Piano di monitoraggio del test pilota

Prima dell'inizio del test e durante le prove (a gradini e di durata) sarà effettuato un piano di monitoraggio finalizzato a verificare il corretto funzionamento del sistema e la sua efficacia in termini di effettiva rimozione dei contaminanti. In particolare, saranno effettuate misure di campo per il rilievo di:

- depressione indotta sul pozzo di estrazione e sui pozzi di monitoraggio;
- flusso di aria estratta;
- concentrazione di VOC, O₂, CO₂, CH₄ nel flusso di aria estratto.

Saranno inoltre realizzati prelievi di campioni del flusso di aria estratta dal sistema e dell'aria in uscita dalla sezione di trattamento, mediante pompa a basso flusso e fiale a carbone attivo, per le verifiche analitiche necessarie e per la stima dei tassi di rimozione.

5.4 Terreni superficiali – Scavi di scotico e MISP

5.4.1 Interventi da eseguire

Come esposto nel documento 60705578_CBS_00_RL01_2_0 "Relazione illustrativa generale", non sono previsti interventi di scavo di bonifica per i terreni superficiali (0-6 m da p.c.) in sito nell'ambito dell'appalto.

I soli scavi previsti riguarderanno lo scotico per livellamento del terreno necessario alla realizzazione dell'area di capping e MISP, nella porzione ovest del sito e del relativo bacino di laminazione.

Per quanto riguarda l'area di Messa in Sicurezza Permanente (MISP), la stessa riceverà i terreni da scavo profondo (soil replacement) gli sfridi di esecuzione del jet grouting (soil stabilization) ed i terreni di risulta derivanti dallo scotico per la realizzazione stessa dell'area di MISP e dalle relative opere di regimazione idraulica.

Nella tavola 60705578_CBS_03_B01_2_0 "Area di MISP – Planimetria di progetto e tracciamento cumuli" sono riportati i volumi di terreno che si prevede saranno confinanti all'interno della MISP.

5.4.2 Scavi

Per quanto riguarda i terreni superficiali, dovranno essere gestiti solamente i quantitativi di materiali prodotti dallo scotico di circa 10 cm di terreno superficiale e nella sistemazione dell'area di lavoro per la realizzazione di un *Capping* finalizzato a prevenire la liscivazione dei terreni contaminati, interrompere i percorsi di rischio e permettere il successivo incapsulamento dei terreni destinati a MISP. Ulteriori volumetrie sono relative al bacino di laminazione ed alle opere di regimazione idraulica di progetto.

I terreni profondi invece vengono bonificati o mediante scavi di profondità atti a rimuovere e sostituire il terreno contaminato (*Soil Replacement*) oppure mediante tecnologie di eliminazione e immobilizzazione degli elementi contaminanti. Solamente nel primo caso si deve prevedere la movimentazione di quantitativi significativi di terre in quanto verranno asportati e interrati i suoli fino a profondità massima di circa 30 metri. Nell'ambito delle attività di "soil stabilization" si prevede anche la generazione di sfridi/materiali di risulta dal jet grouting, che saranno incapsulati nell'area di MISP.

I terreni profondi potranno essere incapsulati nelle aree di MISP direttamente o previa inertizzazione, a seconda delle caratteristiche e delle verifiche di compatibilità con un apposito set analitico analogamente a quanto normalmente previsto per l'accettazione di materiali presso discariche per rifiuti pericolosi.

In considerazione delle profondità di scavo previste e delle litologie presenti non si presume la necessità di aggotare acque di falda o stagnanti.

Alla fine delle attività verrà ripristinato al meglio lo stato delle superfici in posto rispettando, nella fase di ripristino, la sequenza con cui erano stati prelevati i terreni ai differenti orizzonti.

Nell'area di MISP, per evitare il danneggiamento dei pozzi/piezometri situati all'interno dell'area di intervento, si procederà, ove possibile, alla loro protezione secondo le seguenti modalità:

- scavo a mano di uno spazio anulare intorno ai pozzi/piezometri, sino ad una profondità di ca. 0,5 m da p.c.;
- posa di uno spezzone di tubo metallico o di anelli di calcestruzzo prefabbricato di diametro adeguato a protezione della testa pozzo/piezometro;
- il tubo di protezione della testa pozzo/piezometro verrà rimosso al completamento dei lavori di realizzazione del capping o, se opportuno, entrerà a fare parte della sistemazione finale dell'opera.

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

- lo scavo dovrà essere effettuato mediante l'utilizzo di escavatori con idonea capacità e potenza in grado di raggiungere le profondità di progetto;
- l'escavatore caricherà direttamente il cassone dell'autocarro navetta con la sola rotazione laterale;
- l'autocarro, con cassone chiuso e coperto, provvederà poi alla movimentazione delle terre nelle aree di stoccaggio;
- in fase di asportazione e movimentazione dei terreni contaminati, allo scopo di ridurre la formazione delle polveri, si provvederà, se necessario, ad una leggera bagnatura del fronte di scavo.

Dopo la fase di escavazione, in accordo alla normale pratica industriale, si prevede di eseguire on-site una vagliatura preliminare meccanica a secco, al fine di rimuovere il materiale di dimensioni molto elevate (ad es. diametro > 100 mm) e l'eventuale materiale non conforme (ferroso o altro antropico) presente nei terreni scavati.

Gli scavi per qualsiasi lavoro, eseguiti con mezzi meccanici idonei alla complessità delle aree di lavoro, dovranno essere realizzati in larghezza, lunghezza e profondità, secondo quanto indicato negli elaborati di progetto, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.

Prima di procedere agli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedere a delimitare sul terreno le aree di escavazione, eventualmente anche a mezzo di picchetti saldamente infissi nel terreno, in accordo agli elaborati di progetto. Nell'esecuzione degli scavi in genere, l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando, oltretutto, totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere, a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

Gli scavi dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni o sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei lavori.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi.

I materiali di scavo saranno gestiti all'interno di aree/baie di stoccaggio opportunamente allestite, secondo quanto indicato nella planimetria 60705578_CBS_03_B05_2_0_Layout area di gestione terreni e inertizzazione.

La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

5.4.2.1 Rinterri

Qualora siano necessari approfondimenti locali degli scavi di scotico o di realizzazione del bacino di laminazione, ad esempio nell'eventualità di rinvenimento di elementi di fondazione, trovanti o rifiuti che necessitino un ripristino della superficie, il rinterro dovrà avvenire con terreno conforme ai limiti imposti dal D.Lgs. 152/06 Parte IV, Titolo V, Allegato V, Tabella 1 colonna B.

Il rinterro da quota fondo scavo fino al piano di lavoro per la realizzazione della MISP dall'attuale p.c. dovrà avvenire in parte con misto granulare. La quota parte di misto granulare dovrà essere costituita da elementi duri e tenaci appartenenti al gruppo A1, A3 e A2-4 di cui alla classificazione "AAHSO" (CNR-UNI10006).

Tabella 1: Materiali Classificazione geotecnica dei terreni HRB-AASHTO - CNR-UNI 10006.

Classificazione generale	Terre ghiaia - sabbiosa							Terre limo - argillose					Torbe e terre organiche palustri
	Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 >35%					
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1 a	A1 b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7						
Analisi granulometrica - Frazione passante al setaccio													
2 UNI 2332 %	≤ 80												
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 80	≥80										
0,075 UNI 2332 %	≤15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	0			≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	
Indice di plasticità	≤ 6		N.P.	≤ 10	≤10max	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	>10 (IP>LL30)	>10 (IP>LL30)	
Indice di gruppo	0		0	0		≤4		≤ 8	≤ 12	≤ 18	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	ghiaia e breccia, sabbione, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	ghiaia e sabbia limosa e argillosa				Limi poco compressibili	Limi fort. compressibili	Argille poco compressibili	Argille fort. compressibili med. plastiche	Argille fort. compressibili fort. plastiche	Torbe di recente o remota formazione e, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	da eccellenti a buone						Da mediocre a scadente						Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulla qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				media	elevata	Media	elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o media		elevato	elevato	molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa						Scarsa o nulla			
Identificazione dei territori in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media e elevata allo strato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di colore bruno a nero - facilmente individuabili a vista

Il riempimento delle aree di scavo avverrà per ogni singola area collaudata al fine di evitare per quanto possibile la presenza in cantiere di vaste aree escavate e la conseguente limitazione degli accessi alle varie zone del sito.

La posa e la compattazione degli strati dovranno avvenire in accordo alle seguenti prescrizioni:

- il materiale dovrà essere posato in strati di spessore pari a 30-35 cm sciolto;
- per la compattazione, si dovrà utilizzare un rullo liscio e vibrante da 10-12 ton;
- la velocità dei rulli dovrà essere sempre inferiore a 4 km/h;
- i rulli dovranno operare lungo una direzione garantendo una fascia di sovrapposizione pari al 10% della larghezza del rullo;
- la compattazione dovrà essere verificata mediante prove di compattazione con piastra da 300 mm e ciclo di carico compreso nell'intervallo tra 150 e 250 kPa;

- per gli strati di rinterro fino a 1 m da piano finito il modulo di piastra dovrà risultare superiore a 40 MPa;
- per gli strati di rinterro fino a piano finito il modulo di piastra dovrà risultare superiore a 60 MPa;
- in tutti i casi, il rapporto tra il modulo calcolato nel secondo ciclo di carico e quello calcolato nel primo ciclo di carico dovrà risultare inferiore a 2,5.

La quota di ritombamento finale sarà quella indicata nelle sezioni di Progetto relative all'Area di MISP; al termine delle attività di rinterro sarà effettuato un rilievo topografico che attesti il raggiungimento delle quote stabilite.

Prima dell'inizio delle attività di rinterro, l'Appaltatore dovrà fornire idoneo certificato che attesti l'origine, la provenienza ed i requisiti tecnici della fornitura di materiale.

Lo spessore deve essere conforme a quanto prescritto nella presente specifica.

I materiali provenienti da cave esterne dovranno essere di origine certificata e qualitativamente conformi alla Tabella 1 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. colonna B (Siti ad uso Commerciale e industriale) unitamente al test di cessione con le metodiche previste dal D.M. 05/02/98.

Per quanto attinente i controlli in corso d'opera sui materiali per la regolarizzazione morfologica si prescrivono in relazione alla tipologia di materiale individuato:

- analisi granulometriche;
- prove di contenuto idrico;
- limiti di Atterberg.

La frequenza media delle sopracitate prove è da valutarsi in relazione alla tipologia di intervento e al quantitativo globale di materiale da mettere in opera.

5.4.3 Impianto di inertizzazione

5.4.3.1 *Basi di progettazione*

Il trattamento di inertizzazione è stato previsto per il trattamento di parte dei terreni derivanti dall'intervento di bonifica dei suoli profondi mediante Soil Replacement, preliminarmente al conferimento al sistema di MISP interno al sito.

Il processo di inertizzazione ha la finalità di ridurre la mobilità degli inquinanti presenti nel materiale (terreno profondo) oggetto di trattamento, al fine di consentire una maggiore cautela per la gestione dei materiali destinati all'incapsulamento all'interno dell'area di MISP qualora non conformi al set analitico previsto.

La caratterizzazione verrà fatta in cumulo, con prelievo dalle baie dedicate, al fine di sottoporre il terreno ad uno screening analitico analogo a quello di riferimento per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (DM 27-09-2010 e D.lgs 121/2020). Tale valutazione permetterà di individuare quali volumi destinare ad un invio diretto ad incapsulamento all'interno delle MISP, o successivo alla attività di inertizzazione.

L'impianto di inertizzazione sarà collocato nella porzione di Stabilimento posta in prossimità del confine sud di Via Morosini.

In fase esecutiva l'appaltatore avrà la facoltà di selezionare un'attrezzatura anche con diverse caratteristiche nel rispetto dei vincoli prestazionali e del processo di trattamento già individuato, senza dilatare le tempistiche previste nel cronoprogramma.

5.4.3.2 *Caratteristiche del sistema di inertizzazione*

Nell'ambito della presente progettazione, il dimensionamento e le caratteristiche dell'impianto sono stati definiti sulla base di assunzioni relative alla produzione di scavo e delle caratteristiche del terreno di risulta. Per i dettagli si rimanda all'elaborato di Progetto.

I materiali saranno trasportati dalle aree di scavo alle baie di stoccaggio mediante autocarro navetta. Da tali baie, saranno movimentati mediante pala meccanica e alimentati alla tramoggia di carico dell'impianto di inertizzazione.

Le principali fasi del processo di inertizzazione sono le seguenti:

- Stoccaggio in baia del materiale oggetto di trattamento;
- Carico all'impianto mediante pala meccanica, previa vagliatura finalizzata a separare l'eventuale frazione grossolana (superiore indicativamente a 50 mm);
- Miscelazione con aggiunta di reagenti solidi (in polvere) e/o liquidi;
- Stoccaggio in baia del materiale trattato per maturazione.

I materiali stabilizzati prodotti dal trattamento di inertizzazione, a seguito di maturazione, saranno conferiti presso il sistema di incapsulamento di sito. Il sopravaglio separato mediante la vagliatura preliminare (es. trovanti e inerti lapidei) sarà inviato all'area di MISP.

L'impianto avrà potenzialità di progetto prevista pari ad almeno 10 t/h. La potenza installata è stata stimata in circa 80-150 kW. Tale valore sarà verificato in fase di progettazione esecutiva e sulla base del modello di impianto fornito dall'appaltatore. •Le tempistiche di funzionamento dipenderanno dalle analisi chimiche e dalla produzione relativa al soil replacement, in ogni caso dovrà essere garantita una operatività di almeno 8 ore/giorno per 250 giorni/anno. Il numero di ore lavorative giornaliere potrà essere superiore in periodi di elevata produzione.

I materiali saranno trasportati dalle aree di scavo alle baie di stoccaggio mediante autocarro navetta. Da tali baie, saranno movimentati mediante pala meccanica e alimentati alla tramoggia di carico dell'impianto di inertizzazione.

L'impianto disporrà di un gruppo di alimentazione, costituito da una tramoggia su cui verrà caricato tramite mezzi meccanici il terreno da trattare. Il materiale alimentato all'impianto sarà oggetto di vagliatura preliminare, che potrà essere eseguita mediante escavatore con benna vagliatrice ovvero con griglia di separazione installata sulla tramoggia di carico dell'impianto. Il terreno caricato nella tramoggia passerà su un nastro trasportatore e sarà quindi convogliato all'interno di un miscelatore continuo. Il terreno all'interno del miscelatore verrà miscelato con additivi solidi, come calce e cemento, che saranno stoccati all'interno di silos dedicati e trasportati da coclee.

In fase di progettazione esecutiva saranno definiti la tipologia di additivi solidi o liquidi da utilizzare per la stabilizzazione, il loro dosaggio, i tempi richiesti per la maturazione del materiale trattato, nonché la volumetria richiesta per lo stoccaggio del materiale in corso di maturazione. In questa fase si stima un quantitativo di reagente cementizio da utilizzare per l'inertizzazione pari al 6-10% in peso sul terreno da trattare.

La tipologia e il numero degli apparecchi che costituiranno l'impianto mobile di inertizzazione dipenderanno dalle caratteristiche costruttive dell'impianto che sarà proposto dall'appaltatore secondo le finalità di progetto. In linea generale, si prevede che lo stesso sia costituito da:

- tramoggia di alimentazione;
- nastri trasportatori semifissi;
- trasportatori a coclea;
- pompe per dosaggio dei reagenti chimici;
- serbatoi silos per accumulo reagenti chimici;
- miscelatore continuo.

Ulteriori dettagli tecnici sulla tipologia di reagenti e sulle apparecchiature verranno definiti in fase di progettazione esecutiva.

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

L'impianto di inertizzazione sarà collocato nella porzione di Stabilimento posta in prossimità del confine sud con Via Morosini. Il trasporto dei terreni contaminati avverrà tramite autocarri navetta.

In corrispondenza di tale area saranno ubicate le baie di stoccaggio dei materiali da trattare, l'impianto di trattamento e le baie di stoccaggio dei materiali trattati.

Si precisa che la configurazione e il dimensionamento finale degli impianti di trattamento potranno essere definite nel dettaglio a valle della prova pilota. In fase esecutiva l'appaltatore avrà la facoltà di selezionare un'attrezzatura anche con diverse caratteristiche nel rispetto dei vincoli prestazionali e del processo di trattamento già individuato.

Opere meccaniche

Gli interventi di natura meccanica da realizzare nell'ambito della costruzione dell'impianto di inertizzazione sono i seguenti:

- Posizionamento, installazione, collegamento e regolazione dell'impianto mobile di inertizzazione, comprensivo delle relative apparecchiature (es. gruppo di alimentazione, miscelatore, sili, nastri trasportatori e coclee);
- Montaggio dei moduli a uso ufficio e sala controllo;
- Montaggio meccanico delle tubazioni di interconnecting relative all'alimentazione delle acque.

Sarà pertanto onere del fornitore la scelta di materiali, trattamenti superficiali, caratteristiche costruttive idonee all'utilizzo specificato nel presente documento e conformi alla normativa tecnica applicabile.

Opere elettriche e strumentali

Le principali caratteristiche nominali dell'impianto elettrico previsto per l'alimentazione dell'impianto di inertizzazione sono:

- Tensione nominale rete BT: 400 Vac
- Sistema di distribuzione: TN
- Stato del neutro: a terra

Le zone interessate dall'installazione dell'impianto elettrico a servizio dell'impianto di inertizzazione non ricadono in aree classificate in accordo alla direttiva ATEX.

Si prevede la fornitura di impianti di inertizzazione completi di tutte le apparecchiature elettriche (quadri, interconnessioni elettriche) necessarie all'operatività dello stesso.

Tali impianti saranno dotati di specifica logica di controllo, di automazione e sicurezza che sarà prevista e certificata dal costruttore della macchina. Non sono pertanto previsti specifici interventi di natura strumentale o relativi ai sistemi di automazione e controllo.

Sarà pertanto onere del fornitore la scelta di materiali e caratteristiche costruttive idonei all'utilizzo specificato nel presente documento e conformi alla normativa tecnica applicabile.

In particolare, si prevede che l'impianto di inertizzazione sarà dotato di specifico sistema di controllo a logica programmabile (PLC) che gestirà il processo in modo automatico e permetterà la supervisione, la gestione ed il monitoraggio delle varie sezioni di trattamento dell'impianto da postazione remota su PC installato nella sala controllo.

Il sistema potrà essere collegato alla cabina CB1 di cui è prevista la realizzazione nella fase preliminari dell'appalto.

5.4.3.3 Stoccaggi – baie di accumulo terreni

I terreni in ingresso all'impianto di inertizzazione potranno derivare dallo scavo di bonifica dei suoli profondi (soil replacement) e dalle operazioni di scotico/scavo per la realizzazione dell'area di MISP e del bacino di laminazione.

Il quantitativo di terreno da sottoporre a trattamento presso l'impianto di inertizzazione potrà essere trasportato in una baia dedicata ai materiali in ingresso, in un'area ubicata lungo il confine sud dello stabilimento, per rendere più agevoli le operazioni di movimentazione e carico del materiale..

Si rimanda alla Tavola "60705578_CBS_03_B05_2_0 Layout area di gestione terreni e inertizzazione" per la disposizione prevista delle baie di accumulo e gestione del materiale.

Nella tavola viene indicata la sezione tipologica di progetto per la realizzazione delle baie, che l'Appaltatore dovrà rispettare in termini dimensionali e prestazionali. Eventuali modifiche potranno essere valutate in sede di progettazione esecutiva e dovranno comunque essere approvate dalla Direzione Lavori e Committente nelle fasi operative.

Le piazzole per il posizionamento dei cumuli di terreno scavato e dei vari flussi di terreno vengono anche riportate nelle Tavole di "Layout di cantiere (demolizioni e bonifica)".

Sono previste le seguenti aree di accumulo:

- Area 1: accumulo terreno profondo da inviare a incapsulamento ;
- Area 2-3: accumulo terreno profondo da inertizzare;
- Area 4: accumulo terreno profondo post-inertizzazione, da inviare a incapsulamento.

Nella baia denominata A1 saranno inizialmente gestiti anche i volumi derivanti dallo scotico dei terreni superficiali propedeutico alla realizzazione delle aree di MISP/capping e dalla realizzazione del volume di laminazione per le acque di sgrondo su tali aree.

Le aree di accumulo avranno una dimensione utile pari a circa 2.000 m³ . Le sezioni tipologiche delle baie sono riportate nella Tavola sopra menzionata.

L'effettivo dimensionamento delle aree dovrà essere definito a seguito delle operazioni di caratterizzazione integrativa che permetteranno di definire eventuali necessità di ulteriori interventi di "soil replacement". La gestione delle baie sarà definita in fase esecutiva a seconda della portata effettiva dell'impianto di inertizzazione scelto.

Nella presente fase di progettazione si è considerato che all'interno delle aree, che saranno delimitate con elementi prefabbricati tipo New Jersey.

Le volumetrie e il numero degli stoccaggi saranno rivalutati sulla base dei tempi necessari per la maturazione del materiale a seguito di trattamento. I materiali a seguito di trattamento e maturazione saranno inviati all'area di incapsulamento.

Le aree di accumulo saranno realizzate al di sopra del piano campagna attuale, in aree quindi pavimentate (senza operazioni di demolizione di fondazioni/scavi). Ogni area sarà opportunamente impermeabilizzata, seguendo le seguenti operazioni:

- livellamento e regolarizzazione superficiale delle pavimentazioni, con rimozione di detriti ed elementi emergenti dal piano campagna;
- realizzazione del cordolo perimetrale di contenimento in calcestruzzo armato o elementi prefabbricati;
- posa in opera di pozzetti per la raccolta delle acque;
- impermeabilizzazione del fondo con la stesa di un telo HDPE dello spessore di 1 mm;
- posa in opera di uno strato di fondazione in misto granulare non legato avente spessore complessivo di ca. 10 cm, che dovrà essere opportunamente costipato;
- rivestimento di tutta la superficie con una mano di ancoraggio per consentire la successiva posa in opera del conglomerato bituminoso;

- posa in opera di conglomerato bituminoso di tipo chiuso con spessore finito di 6 cm, avente funzione di Binder;
- posa in opera dello strato di usura con spessore finito di 3 cm che dovrà essere realizzato con conglomerato bituminoso di tipo chiuso, previo il rivestimento di tutta la superficie con mano d'attacco;
- posa di new jersey per la separazione delle diverse aree di stoccaggio dei materiali;
- posizionamento di una pompa autoadescante all'interno di ciascun pozzetto o in un unico pozzetto in caso collettamento degli stessi, che invierà l'acqua ad un sistema di raccolta prima del successivo invio a trattamenti specifici;
- utilizzo di teli e coperture mobili giornaliere, sulle aree di accumulo, al fine di preservare il terreno dagli agenti atmosferici e quindi dalle acque di infiltrazione.

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

Si precisa che la configurazione e il dimensionamento finale degli impianti di trattamento e delle baie di stoccaggio potranno essere definiti solo a valle di un test pilota a scala reale, il quale permetterà di definire le modalità di applicazione e la resa della tecnologia di inertizzazione.

5.4.4 MISP

La strategia individuata prevede la messa in sicurezza permanente (MISP) mediante confinamento superficiale (capping) e l'incapsulamento in sito dei terreni contaminati derivanti dalla bonifica dei suoli profondi, con conseguente ricopertura finale e piantumazione dell'area a capping.

Come si può notare in dettaglio nella Tavola 60705578_CBS_03_B01_2_0 "Area di MISP – Planimetria di progetto e tracciamento cumuli", per le aree soggette a messa in sicurezza permanente sono previste quindi due differenti tipologie di sistemazione:

1. Aree MISP a singola impermeabilizzazione (capping)

Tale intervento è relativo alle aree non oggetto di escavazione in cui è prevista la copertura del terreno in sito, non interessate dalla presenza dei sistemi di confinamento.

Le aree oggetto di messa in sicurezza mediante impermeabilizzazione singola saranno preventivamente sagomate, anche utilizzando materiali escavati idonei al riutilizzo, al fine di consentire l'eventuale deflusso delle acque verso i punti di raccolta.

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

2. Aree MISP a doppia impermeabilizzazione (confinamento)

Tale intervento è relativo alle aree interessate dalla realizzazione dei rilevati costituiti dai terreni e materiali oggetto di incapsulamento.

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

Il fondo così realizzato sarà seguito da uno strato di regolarizzazione e di uno strato impermeabile minerale argilloso allo scopo di favorire la messa in opera dei sistemi di confinamento per i materiali provenienti dalla bonifica dei suoli profondi.

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

Nel sistema di confinamento potranno essere conferite esclusivamente le matrici derivanti dalle operazioni di bonifica (cfr. Art. 1 Comma 7 del Decreto Direttoriale di approvazione POB).

All'interno dell'area di intervento si evidenzia la presenza di alcuni piezometri di monitoraggio (PZ3, MW8-40m, MW8-80m) che dovranno essere dismessi preliminarmente alla realizzazione dei pacchetti di impermeabilizzazione, al fine di eliminare eventuali vie preferenziali dalla superficie verso gli strati più profondi. La sigillatura sarà effettuata mediante iniezione di miscela cementizia in pressione per consolidare il pozzo in luogo, con taglio del pozzo a 600 mm al di sotto del piano campagna. Per la cementazione sarà utilizzata boiacca A/C (rapporto 1:1 in peso) per un volume teorico pari a circa due volte il volume del pozzo.

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

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

In fase esecutiva dovrà essere fornita al Tavolo Tecnico Territoriale la documentazione tecnica che comprovi, con elevato livello di confidenza, l'equivalenza prestazionale dei pacchetti di isolamento proposti alla base e alla sommità del sistema adottato rispetto a quanto contenuto al punto 2.4.2 dell'Allegato 1 del Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 (cfr. Art. 1 Comma 12 Decreto Direttoriale di approvazione POB).

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

1. creazione di un piano di lavoro mediante prescavo posto a 30 cm da p.c. locale e ribasso localizzato per la creazione di una trincea di ammarro geocomposito bentonitico;
2. posa, sull'impronta dei rilevati, di: uno strato di regolarizzazione di spessore 20 cm, uno strato granulare di 10 cm per la captazione dei gas, uno strato di argilla minerale compattata di 50 cm (anche sulle aree intercluse), un geocomposito drenante e geomembrane di protezione e impermeabilizzazione (anche su aree intercluse);
3. creazione dei rilevati con terreni oggetto di MISP;
4. posa, sulla sommità dei rilevati, di: uno strato di regolarizzazione di spessore 20 cm, uno strato di argilla minerale compattata di 50 cm, geomembrane di protezione e impermeabilizzazione (sovrapposizione minima 30 cm), un geocomposito drenante e uno strato vegetale di spessore 100 cm (anche su aree intercluse).

Si specifica inoltre:

- Gli interventi di capping "superficiale" nelle aree a singola impermeabilizzazione e di capping "di fondo" sono previsti a partire da un piano di lavoro posto indicativamente a 30 cm da p.c. locale, con la rimozione della pavimentazione esistente;
- Per lo strato con funzione di barriera impermeabile si prevede l'impiego di un geocomposito bentonitico tipo "bentomat", in grado di garantire una permeabilità equivalente a quella ottenuta mediante posa di uno strato di 1 m di argilla compattata. L'utilizzo di geocompositi bentonitici è previsto per la realizzazione degli strati a bassa permeabilità; tali materiali, oltre a garantire prestazioni di impermeabilità elevatissime, consentono la minimizzazione dei volumi e dei costi di trasporto ed una maggiore semplicità e rapidità di applicazione;
- Ad ulteriore protezione nei confronti del geocomposito bentonitico, nel capping "di fondo" si prevede la posa di uno strato di argilla minerale compattata (classe A6-A7 Classificazione HRB AASHSTO) di spessore pari a 50 cm;
- Nel capping di fondo, alla base dello strato di argilla si prevede la posa di uno strato di materiale drenante (tout-venant di cava) di spessore pari a 10 cm con funzione di intercettazione di eventuali gas interstiziali nel terreno in sito;
- Per gli strati con funzione di drenaggio ed intercettazione delle acque (meteoriche, che si infiltrano nel suolo nelle superfici a verde, e di condensa), si prevede l'impiego di un geocomposito drenante con elevata capacità idraulica di tipo "macdrain" o similare, posto appena sopra alla geomembrana di impermeabilizzazione. L'utilizzo del geocomposito drenante permette inoltre di proteggere il sistema di impermeabilizzazione dal danneggiamento meccanico per punzonamento in fase di posa e di rinterro e di prevenire l'intasamento del tubo collettore ad opera delle particelle fini del terreno;
- A protezione dello strato con funzione di barriera impermeabile si prevede la posa di un geotessile non tessuto agugliato a filo continuo da 1000 g/mq e di una geomembrana in HDPE corrugata sui due lati;

- Lo strato di regolarizzazione di base assolve infine alla funzione di creazione di un piano di posa regolare e di definizione delle pendenze di progetto;
- Lo strato superficiale di terreno vegetale presenta uno spessore di 100 cm, in accordo a quanto previsto dalla Norma, al fine di consentire la piantumazione ed il rinverdimento delle aree.

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

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

5.4.4.1 Geotessile tessuto non tessuto 1000 gr/m²

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: $\pm 1\%$;
- spessore: $\pm 3\%$.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Per i non tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

Il geotessile dovrà essere posato su un piano regolare, privo di buche o asperità, esente da materiali appuntiti in grado di danneggiare il telo. A seconda delle condizioni del sito, i teli dovranno essere sormontati, sia in senso longitudinale che trasversale, per almeno 60 centimetri. Le aree di sovrapposizione devono risultare pulite ed esenti dalla presenza di terreno o ad altri detriti. Salvo diverse indicazioni progettuali la sovrapposizione minima tra due teli contigui sarà pari a 15 cm per quanto attiene alle giunzioni laterali ed a 60 cm nella direzione longitudinale. Le sovrapposizioni devono essere effettuate nella direzione del flusso in modo da impedire che questo possa penetrare all'interno dell'area di giunzione.

Le eventuali giunzioni longitudinali tra teli dovranno essere realizzate ad una distanza non inferiore ad 1 m dal piede e dalla sommità della scarpata qualora questa abbia una inclinazione maggiore di 4H:1V.

Il geotessile non dovrà in nessun caso essere sottoposto al passaggio dei mezzi di cantiere, prima della sua copertura con materiali e spessori stabiliti dalla direzione dei lavori.

5.4.4.1.1 Caratteristiche tecniche

In generale, il geotessile da impiegare sarà stabilizzato ai raggi UV e dovrà essere conforme ai requisiti riportati nel seguito, qualora non diversamente ed esplicitamente previsto nel progetto. Inoltre, dovrà essere:

- resistente ad agenti chimici o termici presenti nel corpo rifiuti;
- compatibile chimicamente ai contaminanti acidi;
- inattaccabile da microrganismi, insetti e roditori;
- imputrescibile;
- molto resistente ai raggi ultravioletti;
- resistente all'invecchiamento;
- resistente alle sollecitazioni meccaniche;
- stabile agli agenti atmosferici in genere;
- realizzato con materiali chimicamente stabili (PP o PE).

Il geotessile nontessuto sarà prodotto in fibre di polipropilene vergine 100% ad alta tenacità assemblate esclusivamente mediante agugliatura meccanica con esclusione di colle e altri componenti chimici.

Il geotessile dovrà rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nella successiva Tabella.

Il materiale impiegato deve avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti.

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001. Il produttore dovrà possedere polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi per massimale non inferiore a 5 milioni di Euro con sottolimito di 0.5 milioni di Euro per il danno da inquinamento ambientale accidentale.

Il geotessile dovrà essere atossico, completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presenti nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microrganismi rispondere alle seguenti caratteristiche minime:

Tabella 2: caratteristiche del Tessuto non tessuto

Caratteristiche	Norma	Unità misura	di	Valori riferimento	di
Massa Areica	EN ISO 9864	g/m ²		≥1000	
Carico di rottura nominale MD/CMD	EN ISO 10319	kN/m		≥60	
Allungamento a rottura MD/CMD	EN ISO 10319	%		≥60	
Resistenza al punzonamento dinamico	EN ISO 13433	mm		0	
Resistenza al punzonamento statico	EN ISO 12236	N		≥10000	
Dimensione dei pori	EN ISO 12956	µm		≤90	
Permeabilità normale al piano	EN ISO 11058	l/(m ² *s)		≥12	

5.4.4.1.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

Referenze del produttore

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) una documentazione contenente le certificazioni del Produttore tra le quali, schede tecniche del materiale, Certificato comprovante la Marcatura CE (FPC Factory production Certificate) e la DOP (DDeclaration of Performance), ISO 9001, e polizza assicurativa RC prodotto.

La non presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

Ispezioni e prove

L'Appaltatore dovrà consentire e fare in modo che la D.L. (o la Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la fornitura del geotessile.

L'Appaltatore, al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate in precedenza o negli elaborati progettuali, prima dell'inizio dei lavori dovrà effettuare a sue spese, in un laboratorio specializzato, le prove sotto indicate, e dovrà presentare al Committente i certificati di prova in originale dei geotessili che intende posare. Il materiale dovrà essere sottoposto alle seguenti prove (le normative di esecuzione delle prove in ogni caso dovranno essere tali da rendere i valori confrontabili con quelli riportati nella scheda tecnica del prodotto):

- massa areica (UNI EN ISO 9864)
- spessore (a 2 kPa) (UNI EN 9863-1)
- deformazione a rottura (UNI EN ISO 10319)
- resistenza al punzonamento statico (UNI EN ISO 12236)
- resistenza al punzonamento dinamico (UNI EN ISO 13433)
- Permeabilità normale al piano (UNI EN ISO 11058)

La D.L. si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

Istruzioni di fornitura, trasporto e stoccaggio

L'Appaltatore dovrà ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla D.L. per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei geotessili, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Appaltatore dovrà assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio siano tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale verrà fornito in rotoli che dovranno riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le caratteristiche tecniche.

Una volta in cantiere, i rotoli dovranno essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Appaltatore, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Verifica del materiale da approvvigionare in cantiere

Il Produttore dovrà corredare ogni partita di prodotto da certificato di legge DOP in accordo alla norma sulla marcatura CE dei prodotti da costruzione.

5.4.4.1.3 Controlli in corso d'opera

Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve essere controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche forniti dal Produttore.

Prima della posa, bisogna assicurarsi che il substrato di posa sia privo di materiali potenzialmente dannosi per l'integrità del geotessile

Frequenza dei Test sui materiali

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 5 al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche, alla presenza della D.L. verrà prelevato n.1 campione ogni 5.000 m², per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2, da sottoporre alle seguenti prove:

- massa areica (UNI EN ISO 9864)

- spessore (a 2 kPa) (UNI EN 9863-1)
- deformazione a rottura (UNI EN ISO 10319)
- resistenza al punzonamento statico (UNI EN ISO 12236)
- resistenza al punzonamento dinamico (UNI EN ISO 13433)
- Permeabilità normale al piano (UNI EN ISO 11058)

In ogni caso, almeno n. 1 campione dovrà essere sottoposto all'intero set di prove sopra elencate.

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente. Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

5.4.4.1.4 Posa in opera del materiale

Manutenzione della superficie di posa

L'Appaltatore è il solo ed unico responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Egli dovrà assicurare che tale superficie costituisca uno strato di fondazione solido poco deformabile, privo di asperità od improvvisi gradini e privo di corpi che possano provocare lacerazioni e/o punzonamenti del telo.

Posizionamento dei teli in opera

Le varie sezioni di telo dovranno essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre, si dovranno evitare condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni. Una volta srotolati, i teli dovranno essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Procedure per la posa in opera

I teli dovranno essere posizionati in opera con l'asse longitudinale parallelo alla massima pendenza. Il geotessile di qualsiasi tipologia sarà fornito in rotoli le cui dimensioni standard dovranno essere tali da ridurre al minimo le giunzioni da effettuare in cantiere.

Le giunzioni tra i teli dovranno essere sovrapposte di almeno 30 cm e dovranno essere parallele per tutta la lunghezza dei teli stessi senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti. I collegamenti tra teli adiacenti secondo direzioni diverse dalla linea di massima pendenza dovranno essere effettuati mediante cucitura da eseguire con filo di nylon o termo riscaldamento.

È vietata la legatura a mezzo di fili metallici e di fissaggio dei teli al terreno mediante infissione di tondini ferro o picchetti di altro materiale.

L'Appaltatore dovrà assicurare che i teli rimangano in posizione corretta durante tutti gli stadi delle lavorazioni, anche in presenza di vento o altre condizioni atmosferiche avverse. L'Appaltatore dovrà inoltre garantire che le operazioni di posa non rechino danni ai teli o ai sottoservizi già eventualmente predisposti, assumendosi ogni responsabilità ed onere di riparazione.

In caso di danneggiamento l'Appaltatore dovrà informare tempestivamente la D.L. indicandone le cause e deve predisporre una relazione con le modalità di riparazione. Dopo che la D.L. avrà approvato tali modalità oppure avrà apportato a suo insindacabile giudizio le modifiche opportune, l'Appaltatore dovrà procedere alle riparazioni.

Alla fine della messa in opera di ciascuno strato di geotessile, la D.L. dovrà approvare per iscritto il lavoro eseguito.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati di materiale previsti al di sopra degli stessi.

5.4.4.2 Geomembrana

È prevista la posa della geomembrana in HDPE al di sopra del geocomposito bentonitico, sia sulla sommità, sia sulle scarpate.

La geomembrana in HDPE (High-Density Poly Ethylene) è un prodotto costituito da un polimero termoplastico, fabbricato in fogli piani (nel seguito denominati anche 'teli') di spessore compreso tra 0,5 e 2,5 mm e caratterizzato da coefficienti di permeabilità molto ridotti.

Questi teli, generalmente lisci, possono presentare una o entrambe le superfici ruvide. La ruvidità può essere ottenuta mediante spruzzatura o calandratura.

In progetto è previsto l'impiego di una geomembrana ad aderenza migliorata dello spessore di 2.5 mm sia sulla sommità che sulle scarpate, ruvida su entrambe le facce.

Oltre a verificare che la geomembrana abbia caratteristiche tecniche conformi a quelle indicate in Tabella 3, l'Appaltatore dovrà attenersi alle specifiche di posa previste dal produttore ed agli accorgimenti tecnici descritti nel documento presente.

5.4.4.2.1 Caratteristiche tecniche del materiale

Le geomembrane in HDPE da impiegare dovranno essere:

- resistenti ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- resistenti alle sollecitazioni meccaniche;
- inattaccabili da microrganismi, insetti e roditori;
- resistenti alle perforazioni di radici;
- imputrescibili;
- resistenti all'invecchiamento;
- stabili ai raggi UV ed agli agenti atmosferici in genere.

Inoltre, le geomembrane dovranno risultare conformi alla norma UNI 11498 e in ogni modo rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nella successiva Tabella.

Il materiale dovrà avere la marcatura CE, in conformità alla norma UNI vigenti.

Il Sistema Qualità del Produttore dovrà essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001. Il produttore dovrà possedere inoltre certificazione ISO 14001.

Il telo sarà costituito da polimero vergine (non rigenerato).

Lo spessore della geomembrana sarà pari a 2.5 mm; tale valore è da intendersi quale valore nominale (al netto dello spessore delle superfici in rilievo) con una massima tolleranza ammissibile del 10% per spessori superiori ad 1.0 mm mentre per geomembrane di spessori pari o inferiori ad 1 mm è da intendersi quale valore minimo (tolleranze negative non sono ammissibili)

Il telo verrà prodotto in rotoli di altezza non inferiore agli 8 (otto) m su un impianto ad estrusione a testa piana si da poter garantire una qualità produttiva omogenea su tutta la superficie del telo stesso e minimizzare la superfici di saldatura; teli di larghezza inferiore si come teli prodotti su impianti cosiddetti "a bolla" sono ammissibili per specifiche condizioni ma costituiscono un declassamento qualitativo rispetto a quanto previsto da questo CSA e pertanto dovranno essere specificatamente accettate dalla DL.

Tabella 3: Caratteristiche tecniche dei teli in HDPE

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento	NOTE
Aspetto delle superfici	-	-	due superfici ad aderenza migliorata	
Contenuto in nero fumo	ISO 11358	%	≥2	
Densità	EN ISO 1183-1	g/cm ³	> 0.94	
Indice di fluidità	EN ISO 1133 190°C/5 kg	g/10 min	< 3.0	
Fessurazione da sollecitazione ambientale	ASTM D 5397 EN 14576	h	> 330	DoP; v. minimo
Permeabilità ai liquidi	EN 14150	m ³ /(m ² giorno)	≤ 1.0 x 10 ⁻⁶	DoP; v. minimo
Permeabilità ai gas	ASTM D1434	m ³ /(m ² giorno)	≤ 4.0 x 10 ⁻³	DoP; v. minimo
Permeabilità ai gas	ASTM D1434	mol/(m ² giorno)	9.38 x 10 ⁻⁴	DoP; spessori ≥2.0 mm
Resistenza alla lacerazione	ISO 34-1	N/mm	> 130	v. minimo
Sforzo di snervamento*	EN ISO 527-3	MPa o N/mm ²	≥14(L) ≥14(T)	v. minimo v. minimo
Deformazione a snervamento*		%	≥9(L) ≥9(T)	v. minimo v. minimo
Sforzo di rottura*		MPa o N/mm ²	>24 >24	DoP; v. minimo DoP; v. minimo
Deformazione a rottura*		%	>600 >600	DoP; v. minimo DoP; v. minimo
Resistenza al punzonamento statico (prova CBR)	EN ISO 12236	kN	≥5,0 ;spessore ≥2.5 mm	DoP; v. minimo

*Prestazioni meccaniche valutate sulla porzione ad aderenza migliorata della membrana.

Valori desunti e/o testati sulle cimose lisce, non saranno considerati valori accettabili per il raggiungimento delle prestazioni in tabella.

5.4.4.2.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

Referenze del produttore

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) una documentazione contenente le certificazioni del Produttore tra le quali, schede tecniche del materiale, Certificato comprovante la Marcatura CE (FPC Factory production Certificate) e la DOP (Declaration of Performance), ISO 9001 e ISO 14001. La mancata presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

All'atto di presentazione della propria offerta l'Appaltatore fornirà un certificato, emesso dal produttore della geomembrana in HDPE, che dichiara che il telo stesso è conforme alle proprietà fisiche richieste per l'uso a cui è destinato.

Il telo sarà prodotto in modo tale da essere privo di fori, rigonfiamenti, impurità e di qualsiasi segno di contaminazione di agenti esterni. Qualsiasi eventuale difetto verrà riparato utilizzando la saldatura ad estrusione secondo quanto raccomandato dal fabbricante previo benestare della D.L., altrimenti si procederà all'eliminazione della parte difettosa.

Il telo verrà prodotto in rotoli della medesima larghezza di quelli trasportati in cantiere, senza saldature.

Ogni rotolo sarà etichettato sulla testa del tamburo di avvolgimento con indicazioni dello spessore, della lunghezza, della larghezza e del numero di serie, ben visibile, attribuito dal fabbricante.

Le caratteristiche della geomembrana saranno conformi ai valori di specifica riportati al paragrafo relativo.

Tale documentazione, insieme ad un campione del materiale, verrà sottoposto alla Committente per accettazione.

Ispezioni e prove

L'Appaltatore dovrà consentire e fare in modo che la D.L. (o la Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la fornitura della geomembrana.

Dovranno essere forniti, in particolare, i certificati relativi alle seguenti caratteristiche:

- spessore (a 20 kPa) (norma UNI EN 1849-2);
- sforzo di rottura (norma EN ISO 527 - 3);
- deformazione a rottura (norma EN ISO 527 - 3);
- resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236).

Tutte le prove dovranno essere realizzate sulla porzione ad aderenza migliorata della membrana. Valori desunti e/o testati sulle cimose, non saranno accettati come certificazione del materiale.

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale, di dimensioni idonee ai test sopra riportati, allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente.

Tali test serviranno come prima comprova dei dati forniti dal produttore e come prima riferimento sulle prestazioni del materiale fornito.

Verifica della qualità del materiale in fabbrica

Tutti gli ingredienti del composto che concorrono a formare il materiale del telo verranno campionati all'arrivo in fabbrica per assicurarne la rispondenza alle specifiche.

Materiale in rotoli

I campioni prelevati del materiale in produzione saranno sottoposti a prova per assicurare la rispondenza alle specifiche. Il laboratorio del fabbricante fornirà i certificati di controllo qualità. Copia dei certificati verrà inviata alla D.L. o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura.

Un'ispezione visiva del telo verrà eseguita per controllare l'assenza di porosità, piccoli fori od altri difetti visibili.

Materiale di saldatura

Tutto il materiale di saldatura sarà del tipo consigliato e fornito dal fabbricante dei teli e verrà recapitato in cantiere entro gli originali contenitori chiusi ognuno con etichetta che riporti la marca, il numero di serie del fabbricante e le modalità di conservazione ed immagazzinamento.

La composizione del materiale estruso sarà identica a quella del telo.

5.4.4.2.3 Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate in Tabella alla presenza della D.L. verranno prelevati n. 1 campione della geomembrana ogni 5.000 m², e per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2.

I campioni saranno sottoposti alle seguenti prove si da verificare la corrispondenza del materiale:

- spessore (a 20 kPa) (norma UNI EN 1849-2);
- Sforzo di rottura (norma EN ISO 527 - 3);
- Deformazione a rottura (norma EN ISO 527 - 3);

- resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236).

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente

Il materiale dovrà essere sottoposto alla DL per approvazione accompagnato dalla scheda tecnica, la documentazione CE, certificazione ISO 9001 e 14001 del produttore e fornitore, polizza assicurativa RC prodotto per danni per il danno da inquinamento ambientale accidentale; la non presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

In ogni caso, almeno n. 1 campione per ciascun tipo di geomembrana dovrà essere sottoposto all'intero set di prove sopra elencate.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

5.4.4.2.4 Posa in opera del materiale

Referenze del posatore dei teli

L'Appaltatore fornirà dettagli di precedenti esperienze nella posa di teli in HDPE insieme ai nomi ed ai "curricula vitae" del personale che intende proporre per l'installazione.

Tale personale sarà autorizzato dall'Appaltatore alla posa dei teli, usando le attrezzature ed i sistemi di saldatura normalmente utilizzate dal produttore stesso.

Garanzie

Il materiale dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalle specifiche tecniche di progetto.

L'Appaltatore garantirà per 10 (dieci) anni che l'opera è priva di gravi difetti ai sensi del C.C., art.1669.

Istruzioni e disegni

L'Appaltatore che si aggiudicherà l'appalto otterrà dal fornitore e fornirà alla D.L. per approvazione una specifica completa riguardante lo stoccaggio, la movimentazione, l'installazione e la saldatura dei teli in accordo con quanto indicato in seguito e fornirà le garanzie che l'Appaltatore stesso avrà ottenuto dal fabbricante, il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Appaltatore, prima di fare iniziare la posa, sottoporrà all'approvazione della D.L. un disegno con l'indicazione del casellario dei vari rotoli.

L'Appaltatore attribuirà un numero di matricola per ogni rotolo (tale numero sarà stampigliato su ogni rotolo già in fabbrica prima del trasporto in cantiere), indicherà la sequenza della posa dei vari rotoli e le posizioni previste per il prelievo dei campioni.

A posa ultimata l'Appaltatore fornirà alla D.L. un nuovo disegno sul quale sarà riportata con esattezza l'effettiva posa dei rotoli nonché le notizie di cui al punto precedente e con l'indicazione della successione effettiva della posa dei teli.

Manutenzione della superficie di posa

La geomembrana sarà posata sul materiale che costituisce la superficie di posa (geocomposito bentonitico o minerale a bassa permeabilità).

L'Appaltatore è il solo ed unico responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale; in particolare, egli dovrà assicurare che tale superficie si mantenga priva di asperità o di improvvisi gradini.

Posizionamento dei teli in opera

Le varie sezioni di telo verranno srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto.

La saldatura dovrà seguire il più presto possibile. Andranno evitate condizioni di stress o eccessiva trazione o rigonfiamenti prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni. I teli andranno zavorrati appena srotolati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Non è ammesso il transito sulla geomembrana di mezzi che potrebbero arrecare danni.

Giunzioni tra telo e telo

I rotoli verranno stesi con sormonto minimo di 15÷20 cm prima della saldatura. Il posatore eserciterà la massima cura nella preparazione delle aree da saldare. La superficie di contatto delle saldature sarà ripulita con mola abrasiva e preparata secondo le procedure indicate dal fabbricante.

Tutti gli elementi saranno saldati con procedimento ad estrusione e fusione che prevede una compenetrazione costante in pressione del materiale estruso con il materiale del telo, oppure a doppia pista.

Va sottolineato che nel caso di sovrapposizione di teli, le saldature tra i teli superiori ed inferiori dovranno distare di almeno 30 cm per ogni parte. Si legga il paragrafo successivo per la descrizione delle giunzioni da realizzarsi in corso d'opera

5.4.4.2.5 Tipologia dei giunti saldati

Per i lavori di posa della geomembrana, si considerano le seguenti tipologie di giunti:

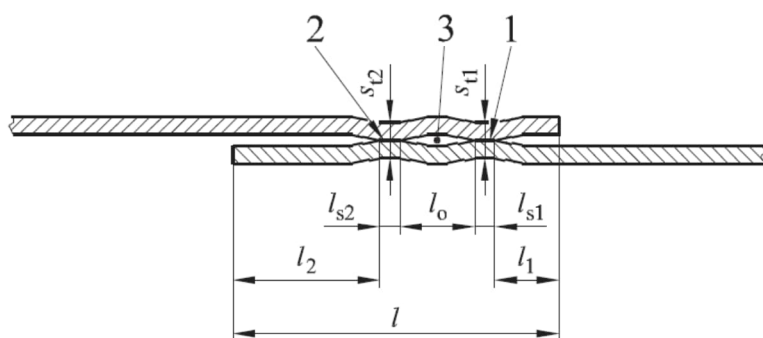
- A. a doppia saldatura (con canaletta di prova), realizzati con processo ad elemento termico ed attrezzatura meccanizzata o con processo a gas caldo ed attrezzatura meccanizzata;
- B. a cordone sovrapposto, realizzati con processo ad estrusione ed attrezzatura manuale.

La forma di tali giunti è riportata in figura 1; i valori relativi al dimensionamento di tali giunti sono riportati di seguito

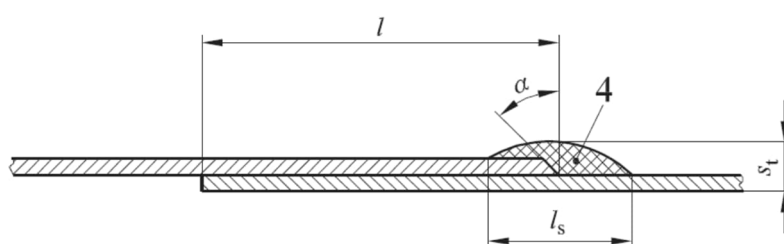
Tipi di giunti saldati

Legenda

- a) Giunto a doppia saldatura (con canaletta di prova)
- b) Giunto a cordone sovrapposto
- 1. Prima saldatura
- 2. Seconda saldatura
- 3. Canaletta di prova
- 4. Cordone di saldatura



a)



b)

Dimensioni dei giunti saldati

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

Processi di saldatura

Per l'esecuzione delle saldature, si considerano i seguenti processi di saldatura:

- a) saldatura ad elemento termico, con attrezzatura di tipo meccanizzata, per la realizzazione di giunti a doppia saldatura (con canaletta di prova);
- b) saldatura a gas caldo, con attrezzatura di tipo meccanizzato, per la realizzazione di giunti a doppia saldatura (con canaletta di prova);
- c) saldatura ad estrusione, con attrezzatura di tipo manuale, per la realizzazione di giunti a cordone sovrapposto.

Attrezzature di saldatura

Le attrezzature utilizzate per la saldatura delle geomembrane, sono di tipo meccanizzato o manuale. Entrambi i tipi devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- a) ottemperare alle vigenti disposizioni legislative in materia di igiene e sicurezza sul lavoro;
- b) permettere la realizzazione di giunzioni conformi a quanto previsto dalla Norma UNI 10567 – 2011 attraverso la regolazione di temperatura, velocità e forza di saldatura.

Le attrezzature di tipo meccanizzato sono attrezzature automovimentate impiegate per la saldatura continua delle geomembrane. Sono composte dalle parti funzionali di riscaldamento, di guida e di applicazione della forza di saldatura.

Il sistema di riscaldamento deve permettere il rammollimento superficiale delle geomembrane, alla velocità di avanzamento impostata. Il riscaldamento delle geomembrane è ottenuto mediante elemento termico o mediante gas caldo:

a) il sistema ad elemento termico deve permettere il rammollimento superficiale delle geomembrane per contatto diretto con un cuneo riscaldante la cui temperatura, misurabile mediante un sensore predisposto nel cuneo stesso, deve essere regolabile in continuo o per variazioni discrete con una tolleranza massima di ± 10 °C sul valore impostato;

b) il sistema a gas caldo deve permettere il rammollimento superficiale delle geomembrane per mezzo di gas caldo addotto con portata e temperatura adeguate: la temperatura deve essere misurabile mediante sensore posizionato nel canale di efflusso o in prossimità dell'ugello e deve essere regolabile in continuo o per variazioni discrete con una tolleranza massima di ± 10 °C sul valore impostato.

Il sistema di guida deve garantire un avanzamento senza slittamenti ad una velocità regolabile in continuo o per variazioni discrete con una tolleranza massima di ± 5 cm/min.

L'applicazione della forza di saldatura alle geomembrane deve avvenire con rulli azionati da un sistema di tipo meccanico, idraulico o pneumatico dotato di indicazione e controllo della forza stessa.

Le attrezzature di tipo manuale sono attrezzature non automovimentate impiegate per la realizzazione di saldature per riparazioni, raccordi, incroci a T e, comunque, ove non è possibile impiegare le attrezzature di tipo meccanizzato.

Le attrezzature di tipo manuale sono estrusori azionati da motori elettrici e risultano composte dalle seguenti parti fondamentali:

- a) motore elettrico;
- b) impugnatura con pulsante di alimentazione;
- c) sistema di estrusione;
- d) ugello di uscita del polietilene estruso, provvisto di scarpetta antiaderente sagomata;
- e) sistema di adduzione del materiale di apporto;
- f) sistema di preriscaldamento a gas caldo delle geomembrane.

Il sistema di preriscaldamento deve promuovere la saldatura tra la superficie delle geomembrane ed il materiale estruso mediante un flusso di gas caldo (tipicamente, aria) avente temperatura e portate adeguate. La temperatura del flusso di polietilene estruso deve essere misurata al centro della sezione di uscita del flusso stesso.

Le attrezzature di tipo manuale devono consentire la regolazione in continuo o per quantità discrete delle seguenti variabili:

- a) temperatura del gas di preriscaldamento;
- b) portata del gas di preriscaldamento;
- c) temperatura del flusso di polietilene estruso;
- d) portata del flusso di polietilene estruso.

La temperatura del gas di preriscaldamento delle geomembrane e del flusso di polietilene estruso devono essere comprese in un intervallo pari a +/- 10 °C rispetto al valore impostato.

Modalità esecutive dei giunti saldati

Condizioni ambientali:

La temperatura delle geomembrane durante le operazioni di saldatura e/o di riparazione deve essere maggiore o uguale a 5° C, non è ammesso l'utilizzo di sorgenti termiche per aumentare la temperatura delle geomembrane.

La posa della zavorra temporanea in corrispondenza delle giunzioni durante la stesura andrà prevista per evitare il disturbo dovuto al vento nei confronti dell'allineamento dei teli e la contaminazione della zona di giunzione.

L'Appaltatore fornirà dettagli delle misure adottate per ovviare all'effetto della pioggia durante le operazioni di giunzione, per assicurare che l'area del giunto sia mantenuta pulita ed asciutta in ogni momento.

Le operazioni di saldatura dei teli dovranno essere effettuate in condizioni atmosferiche favorevoli. Nei periodi estivi quando le temperature atmosferiche superano i 30°C, è opportuno applicare il materiale nel periodo più fresco della giornata evitando le ore centrali dove l'insolazione è maggiore.

Pulizia e preparazione superficiale delle geomembrane

Le porzioni di superficie delle geomembrane interessate dalla saldatura sono le fasce laterali aventi larghezza maggiore di 50 mm della sovrapposizione totale delle due geomembrane.

Esse devono essere asciutte, prive di tracce di polvere, unto e altra sporcizia: la eventuale pulizia deve essere effettuata mediante panno pulito esente da filacce per una larghezza non minore di 30 cm dalle estremità delle geomembrane stesse.

Inoltre, poiché lo strato superficiale può presentare alterazioni chimico/fisiche (ossidazione superficiale) o modifiche strutturali (geomembrane ad aderenza migliorata), nella saldatura ad estrusione si deve eseguire, sulle fasce laterali, un'operazione di rimozione di tale strato mediante molatura e/o raschiatura. Anche con gli altri processi di saldatura (ad elemento termico ed a gas caldo) tale operazione deve essere eseguita.

Procedura di saldatura ad elemento termico

Mediante un'attrezzatura meccanizzata, con un sistema di riscaldamento ad elemento termico, si rammollisce la superficie delle geomembrane per contatto diretto con l'elemento termico e si realizza la saldatura delle superfici per l'applicazione di una forza mediante rulli.

I parametri di saldatura devono essere scelti, in funzione dello spessore e della temperatura delle geomembrane, entro i valori riportati nel sottostante prospetto.

Parametri di saldatura per processo ad elemento termico

Temperatura dell'elemento termico	Da 320 °C a 420 °C
Forza di saldatura per millimetro di larghezza dei rulli	Da 20 N a 50 N
Velocità di avanzamento dell'attrezzatura	Da 0,8 m/min a 4 m/min

Procedura di saldatura ad estrusione

Mediante un'attrezzatura manuale, con un sistema di riscaldamento a gas caldo e sistema di estrusione, si rammollisce la superficie delle geomembrane per mezzo del gas caldo e si applica il materiale di apporto per mezzo del sistema di estrusione. I parametri di

saldatura devono essere scelti, in funzione dello spessore, della temperatura delle geomembrane e delle caratteristiche reologiche del materiale d'apporto, entro i valori riportati nel sottostante prospetto

Parametri di saldatura per processo ad estrusione

Temperatura del gas caldo	Da 250 °C a 400 °C
Portata del gas caldo	Da 200 l/min a 400 l/min
Temperatura del materiale d'apporto	Da 220 °C a 250 °C
Velocità di avanzamento	Da 0,5 m/min a 1 m/min

Procedura di saldatura a gas caldo

Mediante un'attrezzatura meccanizzata, con un sistema di riscaldamento a gas caldo, si rammollisce la superficie delle geomembrane per mezzo del gas caldo e si realizza la saldatura delle superfici delle geomembrane per l'applicazione di una forza mediante i rulli. I parametri di saldatura devono essere scelti, in funzione dello spessore e della temperatura delle geomembrane, entro i valori riportati nel sottostante prospetto

Parametri di saldatura per processo a gas caldo

Temperatura del gas caldo	Da 350 °C a 500 °C
Portata del gas caldo	Da 300 l/min a 800 l/min
Forza di saldatura per millimetro di larghezza dei rulli	Da 20 N a 50 N
Velocità di avanzamento	Da 0,5 m/min a 3 m/min

Giunti di incroci a T e giunti a croce

Nel caso di giunti di incroci a T, realizzati con processo di saldatura ad elemento termico e a gas caldo con attrezzatura di tipo meccanizzato, è necessario effettuare sulla saldatura eseguita un cordone di sigillo mediante processo ad estrusione ed attrezzatura di tipo manuale.

Non sono permessi giunti a croce.

Controlli nella realizzazione dei giunti saldati

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

Controlli preliminari alle operazioni di saldatura

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

- controllo delle geomembrane e dei materiali d'apporto;
- controllo delle attrezzature di saldatura;
- controllo dei requisiti di qualificazione dei saldatori.

Controllo delle geomembrane e del materiale d'apporto

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

Il committente o l'ente di controllo può prevedere la ripetizione a campione di alcuni controlli e/o prove sui materiali giunti in cantiere.

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

Controllo delle attrezzature di saldatura

Tutte le attrezzature di saldatura impiegate devono essere conformi alla norma CE.

In particolare, si deve eseguire e documentare la taratura degli strumenti di misura saldatura installati sulle attrezzature stesse (ad esempio termometri).

La documentazione deve essere sempre disponibile in cantiere, deve comunque avvenire ogni qual volta vi siano state sostituzioni e/o modifiche di componenti funzionali.

In ogni caso, all'inizio di ogni giornata di lavoro, prima dell'avvio delle operazioni di saldatura, deve essere verificata l'efficienza delle attrezzature mediante l'esecuzione di un campione saldato, da sottoporre ad esame visivo, ad esame dimensionale, ed a prova di resistenza a pelatura, effettuata con apposite apparecchiature da campo su almeno due provini.

Tali prove e verifiche devono essere documentate dal costruttore.

Controllo dei requisiti di qualificazione dei saldatori

Il personale impiegato dal costruttore per la realizzazione dei giunti saldati deve essere qualificato secondo quanto previsto dalla Norma UNI 10567 - 2011.

In particolare, prima dell'inizio delle attività di saldatura, devono essere verificati la data di validità del certificato di qualificazione ed il suo campo di validità mediante la designazione della classe di qualificazione.

Controlli successivi all'esecuzione dei giunti saldati

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

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

Tali controlli devono essere eseguiti, a cura del costruttore o dell'ente di controllo, da personale in possesso di specifica esperienza.

Le modalità esecutive e l'esito di tali esami e prove devono essere documentati dal costruttore su appositi verbali, che devono essere sempre resi disponibili su richiesta del committente e/o dell'ente di controllo.

Esame visivo dei giunti saldati

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

Nel caso dei giunti a doppia saldatura è consentito l'uso di punteruoli in corrispondenza del lembo della geomembrana superiore, per meglio individuare e valutare le zone eventualmente non saldate.

Mediante l'esame visivo, deve essere valutato l'aspetto superficiale delle saldature e, in particolare, devono essere considerati almeno i seguenti aspetti:

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

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

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

Prova di impermeabilità dei giunti saldati

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

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

Prova in pressione

Si deve introdurre aria compressa nella canaletta di prova e si deve verificarne la tenuta per almeno 5 min.

Il valore della pressione applicata dipende dalla temperatura delle geomembrane, nonché dalla dimensione della canaletta di prova.

Per la corretta esecuzione della prova, allo scopo di garantire l'effettivo collaudo dell'intera saldatura, si deve verificare la continuità della canaletta mediante esame visivo del giunto saldato in pressione per la sua intera lunghezza, opportunamente chiusa alle estremità del tratto in prova. La prova deve essere effettuata non prima di un'ora dal termine dell'esecuzione del giunto.

La prova deve essere considerata superata quando, dopo 5 min, l'eventuale caduta di pressione risulta minore del 10% del valore di pressione applicato.

Prova con campana sottovuoto

Mediante una campana trasparente sotto vuoto, in corrispondenza della superficie del giunto, si deve imporre una depressione di 0,5 bar, per una durata di almeno 10 s. Immediatamente prima dell'inizio della prova, sulla superficie del giunto deve essere applicata una soluzione saponosa, chimicamente inattiva nei confronti delle geomembrane.

Nel caso in cui il tratto di giunto da indagare non possa essere controllato mediante una sola applicazione della campana, deve essere prevista una sovrapposizione di almeno 10 cm tra le zone indagate in successione.

La prova è considerata superata quando non si verifichi alcuna variazione di depressione e/o formazione di bolle.

Prova con alta tensione

Mediante elettrodi alimentati con una sorgente elettrica ad alta tensione, si deve applicare un'elevata differenza di potenziale tra le superfici superiore ed inferiore dei giunti.

Durante l'imposizione della differenza di potenziale, se esiste all'interno del giunto una discontinuità, la mancanza di impermeabilità è evidenziata da una scarica elettrica tra gli elettrodi.

La velocità di avanzamento dell'elettrodo mobile deve essere non maggiore di 10 m/min. La prova deve essere considerata superata se non si verifica alcuna scarica elettrica.

Esame dimensionale

L'esame dimensionale deve essere effettuato mediante strumenti meccanici di misurazione, utilizzando apposite provette ottenute da campioni prelevati dai giunti saldati trasversalmente all'asse di saldatura.

Il numero dei campioni deve essere non minore di 1 ogni 300 m di lunghezza di saldatura eseguita.

I campioni devono essere prelevati mediante un'attrezzatura che eviti il danneggiamento delle provette stesse (intagli, incisioni o quanto altro possa compromettere l'esito delle successive prove); da ogni campione deve essere prelevata una provetta di larghezza non minore di 20 mm.

Per tali operazioni non è ammesso l'impiego di sorgenti termiche.

Le provette utilizzate per l'esame dimensionale possono anche essere impiegate per l'esecuzione della prova di resistenza a pelatura. L'esame dimensionale deve essere considerato superato se sono soddisfatti i valori riferiti alla Norma UNI 10567 – 2011 (vedi prospetto ultima pagina), in funzione della tipologia del giunto; inoltre, nel caso di giunti a cordone sovrapposto, la distanza fra la mezzzeria del cordone stesso ed il lembo della geomembrana superiore non deve essere maggiore di 5 mm.

Prova di resistenza a pelatura

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

Per l'esecuzione della prova di resistenza alla pelatura possono essere utilizzate le provette già impiegate per l'esame dimensionale, a discrezione delle DL, si possono utilizzare i provini derivanti dalla taratura delle attrezzature, eseguite a inizio lavoro giornaliero.

Tutti i campioni prelevati devono essere sottoposti alla prova condotta utilizzando apposite apparecchiature da campo, corredate da certificato di taratura in corso di validità, che permettano di applicare carico e velocità di deformazione in modo uniforme: la distanza fra gli afferraggi deve essere di almeno 40 mm ed il contatto tra ogni afferraggio e le geomembrane non minore di 10 mm.

La prova deve essere condotta con una velocità di applicazione del carico di 100 mm/min e deve determinare la deformazione ed il comportamento a rottura delle provette in modo qualitativo mentre la resistenza deve essere valutata in modo quantitativo. La prova deve essere considerata superata solo se la rottura si verifica in una delle seguenti condizioni:

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

Riparazione dei giunti saldati

I giunti saldati risultati difettosi a seguito dei controlli devono essere oggetto di riparazione.

Le riparazioni devono essere effettuate realizzando un giunto a cordone sovrapposto. Le modalità di riparazione applicabili dipendono dalla dimensione e dalla frequenza delle irregolarità o dei difetti da eliminare:

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

Documentazione finale

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

- dichiarazione di conformità delle geomembrane e dei materiali d'apporto;
- certificati dei controlli delle geomembrane;
- certificati di revisione delle attrezzature di saldatura e di taratura degli strumenti di misurazione installati sulle attrezzature di saldatura;
- certificati di qualificazione dei saldatori;
- certificati dei controlli dei giunti saldati;
- diagramma di posa contenente almeno le seguenti indicazioni:
 - la posizione di tutte le saldature eseguite,
 - le date di esecuzione,
 - i tipi di controllo eseguiti e le zone di prelievo dei campioni per i controlli,
 - la posizione delle riparazioni con le relative modalità di saldatura adottate.

È compito del committente conservare tali documenti per almeno 10 anni di vita della discarica.

Appendici alla Norma UNI 10567 - 2011

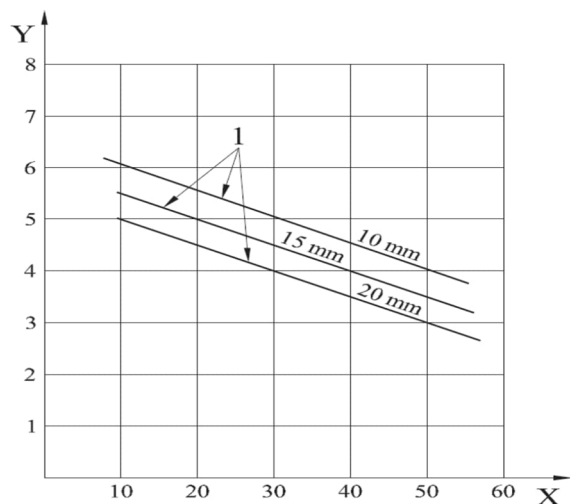
- Valori della pressione di prova

Legenda

X Temperatura geomembrane, in °C

Y Pressione di prova Pa, in bar

1 Dimensione della canaletta



5.4.4.3 Geocomposito bentonitico

Il geocomposito bentonitico (GCL, Geosynthetic Clay Liner) è un prodotto costituito da bentonite sodica e geosintetici, formato da uno strato di argilla (bentonite) estremamente sottile (generalmente inferiore a 1 cm) racchiuso tra due geotessili o incollato ad una geomembrana sintetica,

Nel presente progetto, è prevista la posa di geocomposito bentonitico per l'impermeabilizzazione superficiale del capping e delle scarpate del tipo non laminato, in cui lo strato di bentonite è fissato meccanicamente, mediante processo di agugliatura tra i due geotessili.

Oltre a verificare che il geocomposito abbia caratteristiche tecniche conformi a quelle indicate nelle successive tabelle, l'Appaltatore dovrà attenersi alle specifiche di posa previste dal produttore ed agli accorgimenti tecnici descritti nel documento presente.

5.4.4.3.1 Caratteristiche tecniche del materiale

Il geocomposito bentonitico da impiegarsi dovrà essere costituito da uno strato di bentonite sodica granulare racchiuso e fissato, mediante coesione meccanica (n. di punti di agugliatura $\geq 50.000/m^2$), a due geosintetici, assolutamente esenti da collanti, appretti, impregnanti.

Il geocomposito bentonitico dovrà essere conforme alle caratteristiche tecniche e prestazionali riportate in Tabella 2 e Tabella 3 e dovrà essere:

- resistente ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- inattaccabile da microrganismi, insetti e roditori;
- imputrescibile;
- resistente all'invecchiamento;
- stabile ai raggi UV e agli agenti atmosferici in genere.

Il geocomposito bentonitico dovrà avere, comunque, le seguenti proprietà:

- bassa permeabilità;
- compatibilità chimica ai contaminanti acidi;

- capacità di autoconfinamento;
- capacità autosigillante delle lesioni;
- flessibilità e resistenza.

Il materiale impiegato dovrà avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti.

Il produttore deve fornire inoltre certificazione ISO 9001, e polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi per massimale non inferiore a 5 milioni di Euro con sottolimito di 0.5 milioni di Euro per il danno da inquinamento ambientale accidentale.

Tabella 4: Caratteristiche del geocomposito bentonitico

CARATTERISTICHE	NORMA	UNITÀ DI MISURA	VALORI DI RIFERIMENTO
Geotessile di contenimento			PP o PE (sup) PP (inf)
Spessore (a 2 kPa)	EN ISO 9863-1	mm	≥ 8
Massa areica geocomposito	UNI EN 14196	g/m ²	≥ 7000
Resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	kN/m	≥ 11(L)
Allungamento a rottura	UNI EN ISO 10319	%	≤ 20(L)
Resistenza al punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	N	≥ 2100
Resistenza allo spellamento	ASTM D6496	N/10cm	60
Permeabilità	EN 16416 - ASTM D5887	m/s	≤ 2,5 x 10 ⁻¹¹
Indice di Flusso	EN 16416 - ASTM D5887	m ³ /m ² /s	≤ 5,0 x 10 ⁻⁹
Larghezza del rotolo		m	≥ 5
Lunghezza del rotolo		m	≥ 30

Tabella 5: Caratteristiche della bentonite sodica granulare

CARATTERISTICHE	NORMA	UNITÀ DI MISURA	VALORI DI RIFERIMENTO
Contenuto di montmorillonite	Analisi mineralogica XRD	%	≥ 80
Indice di rigonfiamento	ASTM D5890	ml/g	≥ 24
Perdita di Flusso	ASTM D5891	ml	≤ 18
Massa di bentonite**	EN 14196	g	≥ 6700**
Umidità**	ASTM D4643	%	12**

**Massa di bentonite fissata al 12% di umidità

5.4.4.3.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

Referenze del produttore

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) una documentazione contenente le certificazioni del Produttore tra le quali, schede tecniche del materiale, Certificato comprovante la Marcatura CE (FPC Factory production Certificate) e la DOP (declaration of Performance), ISO 9001 e polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi.

La mancata presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

Ispezioni e prove

L'Appaltatore dovrà consentire e fare in modo che la D.L. (o la Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la fornitura del geocomposito bentonitico.

Dovranno essere forniti, in particolare, i certificati relativi alle seguenti caratteristiche:

- Massa areica (norma UNI EN 14196);
- Spessore (a 2 kPa) (norma EN ISO 9863-1);
- Permeabilità (norma EN 16416 - ASTM D5887);
- Indice di Flusso (norma EN 16416 - ASTM D5887);
- Resistenza a trazione longitudinale (norma UNI EN ISO 10319);
- Resistenza a punzonamento (norma UNI EN 12236).
- Resistenza allo spellamento (norma ASTM D6496)

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale, di dimensioni idonee ai test sopra riportati, allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente.

Tali test potranno servire come prima comprova dei dati forniti dal produttore e come prima referenza sulle prestazioni del materiale fornito.

Istruzioni di fornitura, trasporto e stoccaggio

L'Appaltatore dovrà ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) per approvazione, una specifica completa riguardante la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei manti bentonitici, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Appaltatore dovrà assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio siano tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale verrà fornito in rotoli che dovranno riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche.

Una volta in cantiere, i rotoli dovranno essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Appaltatore, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Prima di iniziare la posa del materiale, l'Appaltatore dovrà sottoporre alla D.L. per accettazione una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, a disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

Verifica della qualità del materiale da approvvigionare in cantiere

Il Produttore dovrà corredare ogni partita di prodotto da certificato di legge DOP in accordo alla norma sulla marcatura CE dei prodotti da costruzione.

5.4.4.3.3 Controlli in corso d'opera

Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere dovrà essere controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche forniti dal Produttore.

Frequenza dei Test sui materiali

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate in Tabella 2, verrà prelevato un campione di geocomposito bentonitico ogni 5.000 m² di materiale e per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2.

Di seguito i test sul geocomposito

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| • Massa areica | (norma UNI EN 14196); |
| • Spessore (a 2 kPa) | (norma EN ISO 9863-1); |
| • Permeabilità | (norma EN 16416 - ASTM D5887); |
| • Indice di Flusso | (norma EN 16416 - ASTM D5887); |
| • Resistenza a trazione longitudinale | (norma UNI EN ISO 10319); |
| • Resistenza a punzonamento | (norma UNI EN 12236). |
| • Resistenza allo spellamento | (norma ASTM D6496) |

Per quel che riguarda la bentonite sfusa usata per le sigillature/realizzare il geocomposito, è inoltre previsto il prelievo di campioni da sottoporre alle seguenti prove:

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| • Indice di rigonfiamento | (metodo ASTM D5890) |
| • Perdita di flusso | (metodo ASTM D5891). |

Tali valori dovranno essere confrontati con quanto riportato in Tabella 3

Il numero dei campioni da prelevare per le prove sulla qualità della bentonite è a discrezione della D.L. e/o del Collaudatore, ma non potrà essere inferiore a 2 e per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2.

Fatto salvo quanto sopra indicato, almeno n. 1 campione prelevato dovrà essere sottoposto all'intero set di prove sopra elencate.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore

Qualora dai suddetti controlli dovesse risultare, a qualsiasi livello, un'esecuzione difettosa, il Committente potrà rifiutare il lavoro ed ordinare le opere ed i provvedimenti riparatori.

Tutte le opere e gli eventuali rifacimenti saranno a completo carico dell'Appaltatore.

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente

Controlli da effettuarsi in corso d'opera

Durante la posa del geocomposito bentonitico, dovrà essere verificata la rispondenza della disposizione dei rotoli e delle corrispondenti giunture con l'abaco di posa (planimetria riportante in modo univoco la numerazione e la disposizione di tutti i rotoli e giunture previsti).

La sovrapposizione tra teli adiacenti dovrà avvenire come descritto nel paragrafo dedicato.

La sovrapposizione dei teli dovrà essere controllata visivamente e puntualmente, rilevando la sovrapposizione con controlli a campione a discrezione del Collaudatore.

Dovranno inoltre essere controllati gli ancoraggi ed i punti singolari (se presenti), al fine di verificare la continuità del sistema di impermeabilizzazione. In particolare, nei punti singolari (es. attraversamento tubazioni) deve essere verificata la corretta sigillatura con colletto di bentonite granulare.

Infine, a discrezione della D.L. saranno effettuati controlli dimensionali sulla geometria del tampone costituito dal materiale posato.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

5.4.4.3.4 Posa in opera del materiale

Preparazione della superficie di posa

Se il GCL viene posato su terreno la superficie di questo deve essere stata compattata ad una densità pari al 90% secondo prova Proctor modificata o secondo quanto indicato nelle specifiche di progetto. L'autorizzazione alla posa deve essere data dalla DL prima della posa del GCL. La superficie di posa deve risultare stabile con assenza di brusche variazioni di livelletta, vuoti, rotture, ghiaccio ed acqua stagnante.

La superficie di sottofondo deve essere priva di vegetazione, asperità, rocce, arbusti, detriti o altri materiali che potrebbero danneggiare il GCL. La superficie di posa deve essere rullata con un compattatore a rullo liscio per rimuovere ogni impronta di ruota, orma o discontinuità del terreno. In aggiunta tutte le protuberanze di dimensioni superiori a 15 mm devono essere eliminate o mediante rimozione o mediante compattazione all'interno della superficie di posa. Il GCL può essere installato su una superficie ghiacciata a condizione che essa – in condizioni normali non ghiacciate – si presenti come prima indicato.

Manutenzione della superficie di posa

L'Appaltatore è solo ed unico responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale; in particolare, dovrà assicurare che tale superficie mantenga le caratteristiche descritte al punto precedente, e dovrà adoperarsi per ripristinarle in caso di eventi di qualsiasi natura che ne abbiano cambiato tali caratteristiche.

Qualora una macchina operatrice causi il danneggiamento delle superfici di posa, il geocomposito dovrà essere ripristinato alle sue condizioni originali prima di continuare la posa. Il geocomposito non dovrà essere installato durante precipitazioni atmosferiche.

Posizionamento dei teli in opera

I rotoli dovranno essere movimentati con mezzi e procedure conformi a quelle previste dal produttore.

Le varie sezioni di telo dovranno essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre, dovranno essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle deformazioni del materiale.

Lo srotolamento dei teli dovrà avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C ed in assenza di precipitazioni.

La posa dovrà avvenire con procedure tali da minimizzare il trascinarsi dello stesso sulla superficie di posa, al fine di evitare il danneggiamento del substrato di base del geocomposito.

I rotoli di geocomposito dovranno risultare stesi sulle superficie di posa senza alcuna "grinza" o "onda", in particolar modo negli spigoli e nei punti di giunzione.

Una volta srotolati, i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Non è ammesso il transito sul geocomposito di mezzi che potrebbero arrecare danni. In tale senso, potrà essere consentito esclusivamente il transito di quei mezzi che siano stati autorizzati dal produttore.

Tutta la porzione di geocomposito stesa nell'ambito della giornata lavorativa dovrà essere coperta nell'ambito della stessa con materiale di riporto dello spessore di almeno 30 cm, con una geomembrana o con un telo impermeabile temporaneo debitamente zavorrati per non essere rimossi dall'azione del vento. In ogni caso il geocomposito non dovrà essere lasciato scoperto per la notte. Qualora l'idratazione del geocomposito avvenga in assenza della dovuta pressione di confinamento, potrà risultare necessario rimuovere e sostituire tale porzione di telo.

Giunzioni tra telo e telo

Le giunzioni tra teli contigui verranno effettuate per semplice sovrapposizione dei lembi. Le aree di sovrapposizione dovranno presentarsi pulite ed esenti da presenza di terreno o altri detriti.

La sovrapposizione minima tra due teli contigui sarà pari a 20 cm per quanto attiene alle giunzioni laterali ed a 50 cm nella direzione longitudinale. In ogni caso, non sarà possibile realizzare giunzioni in direzione ortogonale alla linea di massima pendenza della parete. Le eventuali giunzioni longitudinali tra teli dovranno essere realizzate ad una distanza non inferiore ad 1 metro dal piede o dalla sommità della scarpata. Prima del sormonto, si provvederà ad applicare la malta sigillante a base di bentonite che può essere preparata usando acqua e polvere di bentonite. Tale malta si presenta come un gel colloidale in grado di fornire l'incollaggio impermeabile del sistema.

Le sovrapposizioni dovranno essere effettuate nella direzione del flusso, in modo da impedire che questo possa penetrare all'interno dell'area di giunzione.

La malta bentonitica deve sempre essere utilizzata per le sigillature. Qualora per taluni prodotti, venisse richiesto il non utilizzo della stessa, l'Appaltatore dovrà fornire comprovata documentazione ed assumersi la piena responsabilità della scelta di tale soluzione.

Verbale di accettazione

La D.L. ed il Collaudatore dovranno assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa, quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera.

5.4.4.4 Geocomposito drenante

5.4.4.4.1 Caratteristiche tecniche del materiale

Come strato di captazione del biogas si utilizzerà un geocomposito sintetico (costituito da un'anima interna ottenuta per estrusione di monofilamenti sintetici aggrovigliati alla quale vengono termoaccoppiati due geotessili filtranti).

Il documento presente fornisce le specifiche tecniche per i geocompositi drenanti.

Il geocomposito drenante dovrà essere:

- resistente ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- resistente alle sollecitazioni meccaniche;

- inattaccabile da microrganismi, insetti e roditori;
- resistente alle perforazioni di radici;
- imputrescibile;
- resistente all'invecchiamento;
- stabile ai raggi UV e agli agenti atmosferici in genere.

Il geocomposito dovrà rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nella successiva Tabella 6.

Il materiale dovrà avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti.

Il Sistema Qualità del Produttore dovrà essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001. Il produttore dovrà possedere inoltre certificazione ISO 14001 e deve inoltre possedere polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi per massimale non inferiore a 5 milioni di Euro con sottolimito di 0.5 milioni di Euro per il danno da inquinamento ambientale accidentale.

Inoltre, il prodotto dovrà possedere una certificazione ambientale (EPD) emessa da ente terzo accreditato in accordo a ISO 14025 e EN 15804

Il geocomposito dovrà essere costituito da un nucleo drenante tridimensionale, lavorato termicamente in modo da conferirgli una configurazione particolarmente efficace a resistere alle pressioni di confinamento esercitate dal terreno di rinterro, racchiuso da due geotessili filtranti termosaldati.

Tabella 6: Caratteristiche tecniche del geocomposito drenante

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Massa areica	EN ISO 9864	g/m ²	1150
Spessore a 2kPa	EN ISO 9863-1	mm	10
Resistenza a trazione	EN ISO 10319	kN/m	≥16.0
Deformazione al carico massimo	EN ISO 10319	%	≤ 80
Portata idraulica longitudinale a 20 kPa (i = 0,03), contatto R/S	UNI EN ISO 12958	l/(m·s)	0.62
Portata idraulica longitudinale a 50 kPa (i = 0,03), contatto R/S	UNI EN ISO 12958	l/(m·s)	0.57
Portata idraulica longitudinale a 100 kPa (i = 0,03), contatto R/S	UNI EN ISO 12958	l/(m·s)	0.51
Portata idraulica longitudinale a 200 kPa (i = 0,03), contatto R/S	UNI EN ISO 12958	l/(m·s)	0.46
Coefficiente riduttivo delle prestazioni idrauliche calcolate con contatto R/R, rispetto a condizioni di progetto R/S		-	0,60

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Coefficienti riduttivi delle prestazioni drenanti a lungo termine (5, 50 e 100 anni), ai diversi livelli di pressione di esercizio, dovuti al decremento dello spessore per il compressive creep RF_{cr}	ISO 25619 @10.000 h di test		Certificati da laboratorio terzo qualificato*
Coefficiente riduttivo delle prestazioni drenanti a lungo termine - 100 anni, a 50 kPa, dovuto al decremento dello spessore per il compressive creep RF_{cr}	ISO 25619 @10.000 h di test		<1.04*
Global Warming Potential (GWP 100 anni)-coefficiente di emissione di kg CO ₂ per kg di prodotto realizzato fco stabilimento di produzione, incluso dell'imballaggio.	ISO 14025 - EN 15804		<2.50 kg CO ₂ -Equiv. per kg di prodotto realizzato *
Punzonamento dinamico del singolo filtro	EN ISO 13433	mm	34
Resistenza al punzonamento statico del singolo filtro	EN ISO 12236	kN	>1,4
Larghezza del rotolo			> 4 m

*valore certificato da ente governativo/laboratorio accreditato esterno qualificato (BBA o assimilabile)

In caso di prodotto non certificato rispetto il compressive creep, ovvero con certificazione parziale ottenuta in accordo a ASTM D4716 (prove accelerate di creep a 1000 h di test) le prestazioni idrauliche richieste al prodotto e riportate in precedenza dovranno essere incrementate di un fattore pari a 3 a parità di condizioni di contatto, mentre la massa areica minima dovrà risultare almeno pari a 1700 g/m² in quanto scegliendo un materiale di maggiore spessore a parità di peso si avrebbe una maggiore portata idraulica nei test a breve termine ma risulterebbe soggetto a fenomeni di deformazione viscosa molto marcati essendo la massa del nucleo –oltre alla sua geometria –uno dei fattori maggiormente influenzanti la deformazione viscosa.

5.4.4.4.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

Referenze del produttore

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) una documentazione contenente le certificazioni del Produttore tra le quali, schede tecniche del materiale, Certificato comprovante la Marcatura CE (FPC Factory production Certificate) e la DOP (declaration of Performance), ISO 9001, 14001, 14025 e EN 15804, certificazione delle performance di Creep ISO 25619, polizza assicurativa RC prodotto.

La mancata presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

Ispezioni e prove

L'Appaltatore dovrà consentire e fare in modo che la D.L. (o la Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la fornitura del geocomposito drenante.

Dovranno essere forniti, in particolare, i certificati relativi alle seguenti caratteristiche:

- massa areica (norma UNI EN 9864);
- resistenza a trazione longitudinale (norma UNI EN ISO 10319);
- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 9863-1);
- deformazione a rottura (norma UNI EN ISO 10319);
- resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236);
- Portata idraulica longitudinale a 20, 50, 100 e 200 kPa ($i = 0,03$), contatto R/S (UNI EN ISO 12958);

Dai test forniti dal fornitore sulle prestazioni di Creep in condizioni comportamento sulla scarpatà si dovrà calcolare:

- Portata idraulica longitudinale a 20, 50, 100 e 200 kPa ($i = 0,03$), contatto R/S (norma EN ISO 12958 opzione RF long term creep test) desunta da test in accordo ISO 25619-1 effettuati sul prodotto e certificati terza parte.
- Global Warming Potential (GWP 100 anni) (ISO 14025 - EN 15804)

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale, di dimensioni idonee ai test sopra riportati, allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente.

Tali test potranno servire come prima comprova dei dati forniti dal produttore e come prima referenza sulle prestazioni del materiale fornito.

Istruzioni di fornitura, trasporto e stoccaggio

L'Appaltatore dovrà ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) per approvazione, una specifica completa riguardante la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei geocompositi drenanti, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Appaltatore dovrà assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio siano tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale verrà fornito in rotoli che dovranno riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche in accordo alla Dichiarazione di prestazione del prodotto fornito.

Una volta in cantiere, i rotoli dovranno essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Appaltatore, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Prima di iniziare la posa del materiale, l'Appaltatore dovrà sottoporre alla D.L. per accettazione una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, a disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

Verifica della qualità del materiale da approvvigionare in cantiere

Il Produttore dovrà corredare ogni partita di prodotto da certificato di legge DOP in accordo alla norma sulla marcatura CE dei prodotti da costruzione.

5.4.4.4.3 Controlli in corso d'opera

Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve essere controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche fornite dal Produttore.

Frequenza dei Test sui materiali

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche, alla presenza della D.L. verrà prelevato n.1 campione ogni 5.000 m², per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2.

Le campionature dovranno essere sottoposte alle seguenti prove per verificare la congruità del materiale con quanto riportato in Tabella 6:

- massa areica (norma UNI EN 9864);
- resistenza a trazione longitudinale (norma UNI EN ISO 10319);
- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 9863-1);
- deformazione a rottura (norma UNI EN ISO 10319);
- resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236);
- Portata idraulica longitudinale a 20, 50, 100 e 200 kPa ($i = 0,03$), contatto R/S (UNI EN ISO 12958);

Dai test forniti dal fornitore sulle prestazioni di Creep in condizioni comportamento sulla scarpata si dovrà calcolare:

- Portata idraulica longitudinale a 20, 50, 100 e 200 kPa ($i = 0,03$), contatto R/S (norma EN ISO 12958) desunta da test in accordo ISO 25619-1 effettuati sul prodotto e certificati terza parte.
- Global Warming Potential (GWP 100 anni) (ISO 14025 - EN 15804)

In ogni caso, almeno n. 1 campione dovrà essere sottoposto all'intero set di prove sopra elencate.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente

5.4.4.4.4 Posa in opera del materiale

Manutenzione della superficie di posa

L'Appaltatore è il solo ed unico responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Egli dovrà assicurare che tale superficie costituisca uno strato di fondazione solido poco deformabile, privo di asperità od improvvisi gradini e privo di corpi che possano provocare lacerazioni e/o punzonamenti del telo.

Posizionamento dei teli in opera

Gli operatori maneggeranno tutti i geocompositi in modo da non danneggiarli in alcuna maniera. Va posta anche attenzione nel non danneggiare gli strati sottostanti durante l'installazione del geocomposito.

Il geocomposito drenante è caratterizzato da una capacità drenante prevalente in direzione longitudinale (MD); deve pertanto essere steso con la direzione longitudinale parallela alla linea di massima pendenza dei piani di posa una volta srotolati, i teli dovranno essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Procedure per la posa in opera

Per garantire la continuità del filtro (costituito dai geotessili), il geocomposito viene prodotto con una doppia cimosa di geotessile (circa 100 mm); questa cimosa dovrà essere utilizzata per "avvolgere" l'estremità della bobina adiacente.

Il geocomposito deve essere opportunamente fissato al sistema di ancoraggio sommatore per evitarne lo sfilamento. Durante le opere di compattazione particolare attenzione va posta a non danneggiare il geocomposito.

Ove in presenza di pendii lunghi, si dovranno utilizzare solo rotoli della massima lunghezza (non tagliati) a partire dalla cima del pendio.

In caso di vento, tutti i geocompositi devono essere caricati con sacchi di sabbia o equivalenti.

Tali sacchi saranno posizionati durante l'installazione e rimossi solo quando si copriranno tali parti con i materiali previsti. Se necessario, il geocomposito sarà posizionato a mano dopo averlo srotolato per minimizzare le pieghe.

Nel coprire con materiale di riempimento, i macchinari non devono muoversi direttamente sui geocompositi. Il materiale di riempimento specificato va scaricato e steso utilizzando macchine che generano bassi sforzi nel terreno. In particolare, il materiale di copertura va scaricato sul geocomposito in modo da non danneggiarlo. Il posizionamento del terreno di copertura avverrà in seguito all'installazione e verifica del geocomposito.

In caso di danneggiamento l'Appaltatore dovrà informare tempestivamente la D.L. indicandone le cause e deve predisporre una relazione con le modalità di riparazione. Dopo che la D.L. avrà approvato tali modalità oppure avrà apportato a suo insindacabile giudizio le modifiche opportune, l'Appaltatore dovrà procedere alle riparazioni.

Alla fine della messa in opera di ciascuno strato di geotessile, la D.L. dovrà approvare per iscritto il lavoro eseguito.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati di materiale previsti al di sopra degli stessi.

5.4.4.5 Argilla

5.4.4.5.1 Composizione

Il materiale da utilizzarsi è costituito da argilla con le seguenti principali caratteristiche prestazionali "minime":

- Conducibilità idraulica $< 10^{-8}$ m/s
- Contenuto in argilla $> 10\%$
- Contenuto in ghiaia $< 40\%$
- Passante al setaccio 200 ASTM $> 30\%$
- Limite liquido = $25 \div 50\%$
- Indice di plasticità = $10 \div 30\%$
- Massima dimensione elementi lapidei = 25 mm
- Classificazione HRB AAHSTO = A6-A7.

Il materiale deve essere tale che, compattato secondo le prescrizioni di cui nei paragrafi seguenti, risulti avere le caratteristiche prescritte.

Inoltre, deve essere privo di qualsiasi materia estranea quale terreno organico, piante, materiale di discarica e di qualsiasi altro tipo non idoneo alla costruzione dello strato.

È escluso l'impiego di materiale proveniente dal lavaggio degli inerti.

5.4.4.5.2 Provenienza

Il materiale naturale deve provenire da una o più cave di prestito proposte dall'Impresa ed approvate dalla Direzione Lavori.

Per ogni zona di provenienza del materiale naturale, l'Impresa deve eseguire un adeguato numero di sondaggi (almeno un sondaggio o pozzetto ogni 10.000 m³), avvertendo la Direzione Lavori sulla data di esecuzione in modo da consentire di assistere e fornendo la documentazione comprovante l'esecuzione degli stessi (stratigrafie, fotografie, relazione).

È compito dell'Impresa prelevare campioni nel corso dei sondaggi e/o dei pozzetti e fornire, tramite prove di qualificazione elencate nel Paragrafo 5.4.4.5.2.1, gli elementi necessari per l'approvazione del materiale naturale. I risultati delle prove effettuate dall'Impresa devono essere messi a disposizione della Committente e della Direzione Lavori che si riserveranno nel giro di 15 giorni di esprimere il parere favorevole o contrario, prima dell'inizio del trasporto del materiale in cantiere.

5.4.4.5.2.1 Prove di qualificazione

Per ogni campione di materiale naturale prelevato, l'Impresa deve fornire le seguenti prove necessarie per l'accettazione dello stesso:

- n. 1 misurazione dell'umidità naturale (in cava) (ASTM D2216);
- n. 1 analisi mineralogica;
- n. 1 analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro (ASTM D422);
- n. 1 limiti di Atterberg liquido e plastico (ASTM D4318);
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Standard – metodo Proctor (ASTM D698) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione);
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Modificato – metodo Proctor (ASTM D1557) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione);
- n. 3 prove di permeabilità sul materiale compattato con metodo ASTM Standard – metodo Proctor (ASTM D18130) a diversi contenuti d'acqua, tutte effettuate con gradiente idraulico i pari a 30 e pressione di confinamento efficace pari a 0.25 kg/cm²;
- n. 3 prove di permeabilità sul materiale compattato con metodo ASTM Modificato – metodo Proctor (ASTM D18130) a diversi contenuti d'acqua, tutte effettuate con gradiente idraulico i pari a 30 e pressione di confinamento efficace pari a 0.25 kg/cm².

I risultati delle prove devono essere consegnati alla Direzione Lavori e costituiscono parte integrante per l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

5.4.4.5.2.2 Cave di prestito e fornitura

5.4.4.5.2.2.1 Apertura e/o sfruttamento cave di prestito

Lo sfruttamento della cava di prestito e/o l'apertura di una nuova cava è a totale cura e spese dell'Impresa e precisamente:

- si assume tutti gli oneri relativi alla predisposizione e alla presentazione agli uffici competenti, nonché alla richiesta e all'ottenimento delle relative autorizzazioni;
- deve corrispondere le relative indennità ai proprietari delle cave;
- deve provvedere al sicuro e facile deflusso delle acque che si dovessero raccogliere nelle cave stesse, evitando ristagni e/o danni alle proprietà circostanti;
- deve sistemare convenientemente le scarpate, in osservanza anche alla normativa vigente.

Le cave di prestito devono essere coltivate nel rispetto delle vigenti norme di legge, secondo le previsioni di progetto ed in modo che, tanto durante la cavatura che a cavatura ultimata, non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Le stesse condizioni di sicurezza devono essere garantite per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui l'Impresa, a sua cura e spese, dovesse avvalersi.

5.4.4.5.2.2 Depositi intermedi di accumulo del materiale di cava

L'Impresa può formare, su delle opportune aree in cantiere assegnate dalla Direzione Lavori o dalla Committente, dei depositi intermedi di accumulo dell'argilla, se il recapito di tale materiale al cantiere dovesse procedere ad un ritmo più veloce della sua messa in opera. Il tempo di stoccaggio deve essere comunque il più breve possibile al fine di evitare la crescita di erbe ed arbusti lungo i depositi stessi.

5.4.4.5.3 Prove di controllo sul materiale approvvigionato in cantiere

Prima della compattazione, l'impresa deve prelevare campioni di materiale naturale portato in cantiere e/o accumulato temporaneamente, prima che esso venga compattato per eseguire prove di controllo con frequenza indicata di seguito:

- n. 1 analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro (ASTM D422) ogni 5000 m³ di materiale;
- n.1 limiti di Atterberg (ASTM D4318) ogni 5000 m³ di materiale;
- n.1 prova di compattazione con il metodo ASTM Standard – metodo Proctor (ASTM D698) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità ogni 5000 m³,

Si vogliono verificare le caratteristiche di compattazione per poi confrontarle con i risultati delle prove di controllo che verranno effettuate sul materiale compattato.

I risultati delle prove devono essere consegnati alla Direzione Lavori e costituiscono parte integrante per l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

Il prelievo dei campioni, le analisi, l'approvazione della Direzione Lavori e la successiva compattazione devono avvenire in un arco di tempo ragionevolmente ristretto e comunque tale da far sì che le condizioni atmosferiche non alterino il grado di umidità del materiale. In caso negativo non si può procedere alla compattazione ma devono essere presi provvedimenti tali da riportare il materiale al grado di umidità voluto e le verifiche diano esito positivo.

La Direzione Lavori si riserva di chiedere una frequenza maggiore di prove nel caso in cui il materiale risulti poco omogeneo.

La Direzione Lavori deve essere avvertita quando avverranno tali prelievi, in modo da consentirle di assistere.

Inoltre, si richiede la presenza in sito di un laboratorio da campo per l'esecuzione di prove di controllo sul materiale approvvigionato e la taratura delle procedure di posa in opera dello strato minerale.

5.4.4.5.4 Posa in opera dello strato minerale

5.4.4.5.4.1 Piano di posa

Il piano di posa appositamente preparato deve essere mantenuto in condizioni ottimali dall'Impresa che lo ha eseguito fino all'inizio delle operazioni di posa dello strato argilloso.

In particolare, si deve evitare che le acque meteoriche si raccolgono su tale superficie, tramite l'impiego di apposite canalizzazioni perimetrali.

L'Impresa deve assolutamente evitare il formarsi di pozze d'acqua piovana prima di iniziare la posa dello strato impermeabile sulla superficie del piano di posa; se, nonostante le pendenze prescritte dal progetto, si verificassero ristagni d'acqua, vi si deve ovviare colmando con materiale idoneo le lievi depressioni che dovessero determinare tali ristagni.

È a cura e spesa dell'Impresa il trasporto a rifiuto di tutto il materiale di scarto.

Gli oneri relativi al campo prova, al carico, al trasporto, alla miscelazione, alla messa in opera ed alle relative prove di controllo dei materiali sono a cura e spese dell'Impresa che eseguirà l'impermeabilizzazione argillosa.

5.4.4.5.4.2 Provenienza del materiale

Il materiale argilloso deve provenire dalla cava scelta dall'Impresa e sul quale sono state precedentemente eseguite le prove di qualificazione.

5.4.4.5.4.3 *Modifiche delle modalità di posa dello strato minerale*

Le procedure di stesa, compattazione nonché di umidificazione, indicate nelle apposite specifiche dedicate a ciascuna lavorazione o concordate con la Direzione Lavori preventivamente alle operazioni di posa, possono essere variate dalla stessa Direzione Lavori in corso d'opera.

In ogni caso, se le prove di controllo effettuate in sito presso il campo prova non risultassero soddisfacenti, l'Impresa deve ripetere, a sua cura e spese, il campo prova e le relative prove, fino alla messa a punto di una metodologia di posa che permetterà di ottenere i risultati richiesti.

5.4.4.5.5 *Stesura del materiale dello strato impermeabile*

5.4.4.5.5.1 *Norme generali*

Nell'esecuzione delle operazioni di stesura del materiale, l'Impresa deve attenersi alle norme, leggi e regolamenti vigenti all'atto del lavoro.

Inoltre, deve in ogni caso predisporre tutti gli accorgimenti necessari per assicurare l'incolumità degli operai, la perfetta riuscita dell'opera ed il rispetto dei tempi di esecuzione previsti dai programmi.

I mezzi meccanici predisposti per il lavoro devono essere ben proporzionati all'opera da eseguire ed essere dotati di una sufficiente riserva, atta a garantire la continuità e regolarità del lavoro.

Allorché, in corso di lavoro, gli impianti di cantiere risultino praticamente inadeguati e comunque non rispondano alle esigenze dei lavori, l'Impresa è tenuta ad aumentarli, a modificarli e, se necessario, a sostituirli totalmente e ciò a sua cura e spese senza che ella possa invocare, a scarico di responsabilità, l'approvazione data e le eventuali modifiche suggerite dalla Direzione Lavori, né pretendere compensi e/o indennità di sorta oltre ai prezzi di contratto.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e l'esecuzione delle opere di stesura del materiale con altre attività previste in cantiere, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Oltre all'osservanza delle prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori, l'Impresa deve prendere, di sua iniziativa, tutte le disposizioni necessarie atte ad assicurare il buon andamento dei lavori, in modo che, ad opere compiute, la superficie stesa e compattata risponda con perfetta esattezza al tracciato ed alle pendenze richieste dagli elaborati progettuali, e presenti un'accurata lavorazione, elemento indispensabile per la sua funzionalità.

5.4.4.5.5.2 *Programma di stesura del materiale*

Prima dell'esecuzione l'Impresa deve presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indica i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori nonché il cronoprogramma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti in accordo con le richieste della Committente. Nell'esecuzione l'Impresa deve attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori.

È facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori e/o nel corso di essi.

Resta, in ogni caso, stabilito che il sistema dettato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, deve essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei materiali utilizzati e al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte le opere connesse.

L'Impresa, tenuto conto del tempo concesso per l'esecuzione dei lavori, deve dare dimostrazione che i predisposti mezzi d'opera in genere sono largamente proporzionati per la razionale esecuzione dei lavori.

5.4.4.5.5.3 *Smaltimento provvisorio delle acque meteoriche*

Al fine di smaltire le acque piovane, sia dalla superficie dello strato impermeabile in formazione che dal piano di posa del medesimo, nell'intervallo di tempo precedente alla stesura degli strati successivi, devono essere realizzati drenaggi di raccolta perimetrali in modo tale da evitare ristagni o infiltrazioni oppure punti di raccolta dotati di elettropompe per l'allontanamento delle acque nel reticolo superficiale dell'impianto.

5.4.4.5.5.4 Approvazione

Il materiale di impermeabilizzazione può essere steso solo previa approvazione della superficie di imposta o dello strato precedente da parte della Direzione Lavori.

5.4.4.5.5.5 Operazioni di stesura

In linea di principio, ogni strato deve essere steso sulla massima superficie possibile compatibile con le lavorazioni, prima che inizi la compattazione.

La dimensione delle zolle di materiale di riporto non deve essere maggiore di 3 cm.

Ogni strato deve essere steso in modo uniforme affinché risulti, dopo la compattazione, uno spessore inferiore o uguale a 20 cm, oppure un eventuale spessore minore precisato dalla Direzione Lavori e resosi necessario per ottenere il grado di compattazione e la permeabilità richiesti.

5.4.4.5.5.6 Umidificazione

Il materiale in opera, pronto per la compattazione, deve avere un contenuto d'acqua, come precisato precedentemente entro i limiti prefissati, definiti in fase di qualificazione del materiale.

A tale scopo l'Impresa deve provvedere ad aerare il terreno per asciugarlo o ad inumidirlo a seconda delle necessità.

5.4.4.5.5.7 Condizioni climatiche

Eventuali integrazioni del contenuto d'acqua devono essere definite tenendo conto delle condizioni atmosferiche, per evitare l'essiccamento dello strato appena messo in opera fino alla stesura di quello successivo.

In caso di pioggia in cantiere devono essere tenuti mezzi idonei che consentano di chiudere la superficie dello strato in lavorazione. Alla ripresa del lavoro la stessa superficie deve essere convenientemente erpicata provvedendo a rimuovere lo strato superficiale rammollito oppure tale materiale viene fatto essiccare in loco (se le condizioni climatiche lo consentono) fino ad ottenere il contenuto d'acqua previsto.

5.4.4.5.5.8 Tolleranze plano-altimetriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- tolleranza altimetrica: ± 5 cm rispetto alla quota di progetto;
- tolleranza planimetrica: ± 10 cm rispetto all'ubicazione di progetto delle linee di posa.

In ogni caso devono essere rispettati gli spessori minimi progettuali previsti (50 cm).

Nel caso in cui non vengano rispettate le tolleranze plano-altimetriche, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al riporto e al costipamento (compreso l'onere della fornitura) di materiale idoneo.

Il rilievo consentirà alla Direzione Lavori il controllo della superficie e il computo del volume dell'argine.

5.4.4.5.5.9 Protezione dello strato completato

Lo strato deve essere mantenuto in condizioni ottimali, in particolare evitando fessurazioni dovute alle condizioni climatiche o altro tipo di danneggiamento fino alla copertura con gli ulteriori strati di impermeabilizzazione previsti.

Tali attività di mantenimento (bagnatura, temporanea, etc.) sono a totale cura e spese dell'Impresa, le cui modalità devono essere concordate con la Direzione Lavori.

5.4.4.5.5.10 Mezzi di compattazione

Si devono impiegare rulli statici del tipo "a piede di pecora" e/o "a piastra" con peso non inferiore a 10 t (5 t per metro lineare di tamburo).

5.4.4.5.5.11 Prescrizioni limite

Le prescrizioni di cui sotto sono delle richieste minime. Il numero di passate del rullo e lo spessore degli strati deve essere determinato all'inizio dei lavori di compattazione mediante campo prova e verificato in base ai risultati conseguiti nel corso del lavoro; qualora le prove di densità in sito, eseguite a tale momento, provassero l'impossibilità di raggiungere la densità specificata con le prescrizioni limite, il numero di passate richiesto deve essere maggiore o lo spessore degli strati inferiore.

Non viene concesso alcun pagamento extra all'Impresa per il suo adeguamento a prescrizioni più restrittive di quelle limite, elencate in seguito:

- Tipo di strato: Strati impermeabilizzanti di spessore massimo 20 cm;
- Numero di passate minimo: 6.

5.4.4.5.5.12 Operazioni di compattazione

I rulli compattanti devono operare in maniera sistematica, su strisce parallele le più lunghe possibili, con una sovrapposizione non inferiore a 20 cm.

La velocità operativa dei rulli non deve superare 4 km/h.

Le operazioni di compattazione devono essere dirette da un capo squadra competente. È a sua cura la compilazione dei rapporti di cui al Paragrafo 5.4.4.5.6.3.

5.4.4.5.6 Prove di controllo da effettuarsi in fase di stesura dello strato minerale

5.4.4.5.6.1 Prove di controllo prima della compattazione

Dopo la stesa del materiale viene richiesta l'esecuzione delle seguenti prove con la frequenza indicata:

- controllo dimensione delle zolle ogni 1000 m³ di materiale steso;
- controllo periodico del contenuto d'acqua del materiale (ASTM D2216) ogni 5000 m³ per dare indicazioni all'Impresa per l'umidificazione o l'areazione del materiale.

Tale controllo può essere richiesto dalla Direzione Lavori con frequenza giornaliera se le operazioni di compattazione non sono condotte in un tempo ragionevolmente ristretto dopo la fornitura del materiale tale che le condizioni atmosferiche alterino il grado di umidità dello stesso.

I valori di riferimento per le prove citate in precedenza sono:

- dimensione massima delle zolle: 3 cm;
- contenuto d'acqua: compreso nel campo di variazione definito dalle prove di qualificazione del materiale.

5.4.4.5.6.2 Prove di controllo dopo la compattazione

Dopo la compattazione del materiale viene richiesta l'esecuzione delle seguenti prove con la frequenza indicata:

Prove da effettuarsi in sito

- misurazione dello spessore degli strati e verifica dell'avvenuta compenetrazione degli stessi: minimo n 4 prove per ogni 10.000 m³ di materiale minerale posato;
- determinazione della densità (ASTM D1556 –metodo della sabbia calibrata, ASTM D2167 – volunometro a membrana) e del contenuto d'acqua (ASTM D2216): minimo n 4 prove per ogni 10.000 m³ di materiale minerale posato.

Le piccole cavità derivanti dall'asporto di materiale per le prove di densità (nel caso si utilizzi il metodo della sabbia calibrata) devono essere accuratamente liberate dalla sabbia calibrata usata per la prova, ed intasate con argilla compattata manualmente.

Prove da effettuarsi in laboratorio

Prelievo dei campioni cubici da sottoporre alle seguenti prove:

- n. 1 prova di permeabilità sul materiale compattato con metodo ASTM Standard – metodo Proctor (ASTM D18130) effettuata con gradiente idraulico i pari a 30 e pressione di confinamento efficace pari a 0.25 kg/cm², per ogni 5.000 m³ di materiale minerale posato (10.000 m³ di materiale posato per la copertura finale), in corrispondenza delle prove di densità effettuate in sito;

- n. 1 prova di compressione edometrica (ASTM D2435) con determinazione diretta del grado di permeabilità a varie pressioni di confinamento per ogni 5.000 m³ di materiale minerale posato (10.000 m³ di materiale posato per la copertura finale);
- n.1 prova di compressione triassiale UU (ASTM D2850) e CID (AGI 1994) alternativamente per ogni 5.000 m³ di materiale minerale posato (10.000 m³ di materiale posato per la copertura finale);
- n.1 prova di taglio (ASTM D3080) su campioni provenienti dalle scarpate per ogni 5.000 m³ di materiale minerale posato (10.000 m³ di materiale posato per la copertura finale).

Inoltre, per ogni prova meccanica di cui sopra devono essere effettuate:

- n. 1 analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro (ASTM D422);
- n.1 limiti di Atterberg (ASTM D4318).

I risultati delle prove devono essere consegnati alla Direzione Lavori e costituiscono parte integrante per l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

L'Impresa deve eseguire le prove in sito e di laboratorio in base alle procedure standard citate in precedenza ed alla frequenza richiesta, avvertendo sempre la Direzione Lavori quando avranno luogo le attività in sito in modo tale da consentirle di assistere.

La Direzione Lavori può richiedere, durante il lavoro, una frequenza maggiore delle analisi per un periodo di tempo ritenuto necessario per garantire la qualità della compattazione.

Si richiede la presenza di un laboratorio da campo in sito per l'esecuzione delle prove sul materiale messo in opera dopo la compattazione.

5.4.4.5.6.2.1 Valori di riferimento

Il materiale compattato in sito dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- Conducibilità idraulica < 10⁻⁸ m/s
- Contenuto in argilla > 10%
- Contenuto in ghiaia < 40%
- Passante al setaccio 200 ASTM > 30%
- Limite liquido = 25÷50%
- Indice di plasticità = 10÷30%
- Massima dimensione elementi lapidei = 25 mm
- Classificazione HRB AAHSTO = A6-A7.

Tali limiti consentiranno di ottenere i requisiti di permeabilità e di resistenza richiesti nonché di impedire fessurazioni legate all'essiccazione del materiale steso in opera che potrebbero verificarsi anche adottando tutte le cautele descritte nei successivi capitoli.

Il materiale compattato dovrà anche verificare le ipotesi fatte ed i parametri assunti per le verifiche di stabilità sia in fase di costruzione che di coltivazione.

5.4.4.5.6.3 Rapportini

È a cura dell'Impresa compilare i seguenti rapportini, copia dei quali dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori:

Frequenza giornaliera

a) rapportini di stesura e di compattazione indicante data, inizio e termine delle operazioni di stesura e di compattazione, quota ed area delle zone in cui è stato steso del materiale ed in cui è stata effettuata la compattazione, volume di materiale compattato con indicazione del relativo numero di passaggi di rullo, temperatura massima e minima durante le operazioni di stesura;

b) numero ed ubicazione planimetrica ed altimetrica delle prove di controllo eseguite durante la giornata.

Frequenza settimanale

Risultati delle prove di laboratorio e in sito.

Al termine della stesura dello strato minerale

Rapportino indicante:

- ubicazione del campo prova;
- dimensioni planimetriche, numero e spessore degli strati (indicando sia lo spessore del materiale sciolto che lo spessore finale compattato);
- metodo di compattazione impiegato (tipo e caratteristiche del rullo impiegato, numero dei passaggi del rullo e relativa velocità, umidità del materiale immediatamente prima dell'inizio della compattazione);
- risultati di tutte le prove in sito e di laboratorio effettuate su ciascuno strato con indicazione della ubicazione planimetrica del punto di prova o di prelievo.

5.4.4.5.6.4 Verifica finale

Al termine dei lavori l'Impresa deve essere effettuata, a cura e spese dell'Impresa, la verifica topografica dello spessore finale dello strato minerale impermeabile.

Tale verifica deve essere rappresentata tramite opportune planimetrie e sezioni quotate firmate da un tecnico abilitato.

5.4.5 Regimazione acque meteoriche

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

Le acque drenate (afferenti alla superficie dei depositi e aree intermedie) verranno convogliate in una rete idraulica formata canalette in cls prefabbricate con griglia carrabile, convoglieranno le acque al bacino di laminazione e successivamente alla roggia. Il dimensionamento dei collettori è avvenuto tenendo in considerazione un tempo di ritorno di 50 anni.

Il dettaglio della rete di regimazione è descritto dalla Tavola 60795578_CBS_03_B02_2_0 "Area di MISP – Planimetria di progetto reti di regimazione acque meteoriche".

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

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

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

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

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

5.4.5.1.1 Canalette prefabbricate e pozzetti

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo. I dispositivi di regolazione dovranno consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione dell'unione. Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa, se lasciati definitivamente in sito, non dovranno alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo. I rinfilanchi saranno eseguiti con calcestruzzo magro.

Prima dell'inizio delle attività l'Appaltatore dovrà fornire idoneo certificato che attesti l'origine, la provenienza ed i requisiti tecnici della fornitura del materiale.

5.5 Terreni profondi – Soil replacement, soil stabilization, ISCO, soil flushing e SVE

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

Gli interventi di bonifica (Tavola 60705578_CBS_00_C06_2_0 "Interventi di bonifica relativi ai terreni profondi") saranno mirati alla rimozione, al trattamento e/o alla immobilizzazione dei contaminanti in corrispondenza dei nuclei delle sorgenti secondarie, i quali pongono maggiori rischi per la qualità delle acque sotterranee. Le aree di intervento sono state individuate sulla base dei risultati delle indagini di caratterizzazione relative alla matrice terreni e delle campagne di monitoraggio delle acque di falda e sono rappresentate in Tavola 60705578_CBS_03_C02_2_0 "Area di MISP - Interventi di bonifica e soil replacement - Pianta e sezioni tipo - Tavola 1 di 2" e Tavola 60705578_CBS_03_C03_2_0 "Area di MISP - Interventi di bonifica e soil replacement - Pianta e sezioni tipo - Tavola 2 di 2":

- C26c, C26e: area interessata prevalentemente dalla presenza, negli orizzonti profondi, di PCB, PCDD-PCDF, Clorobenzeni e As; tale situazione risulta confermata dai risultati delle indagini integrative realizzate in corrispondenza del punto MW7, che ha evidenziato concentrazioni significative lungo tutta la verticale di indagine (Intervento "C");
- C27: area interessata prevalentemente dalla presenza, negli orizzonti profondi, di PCB, PCDD-PCDF, Clorobenzeni e As (Intervento "D");
- C34: area interessata prevalentemente dalla presenza di As negli orizzonti profondi; tale situazione risulta confermata dai risultati delle indagini integrative realizzate in corrispondenza del punto MW5, che ha evidenziato concentrazioni significative lungo tutta la verticale di indagine (Intervento "B");

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

- Hg e Cr VI, per i quali sono state riscontrate evidenze significative a carico delle acque di falda nella porzione centrale del sito, in corrispondenza del piezometro Pz10 (in prossimità degli impianti Clorato ed ex Cloro-Soda) (Intervento "A");
- Solventi clorurati, con riferimento in particolare al Tetracloruro di carbonio, riscontrato principalmente in corrispondenza del piezometro MW6, e al Cloroformio, riscontrato prevalentemente in corrispondenza del piezometro Pz10 e a valle dello stesso in Pz5 (in prossimità dell'ex impianto Clortex).

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

- Interventi localizzati di **Soil Replacement** mediante asportazione dei terreni insaturi profondi nelle porzioni di sottosuolo risultate maggiormente contaminate, in particolare con riferimento alle aree identificate dai poligoni C26e, C27 e C34 e in corrispondenza dell'area nelle vicinanze di Pz10;
- Interventi di **Soil Stabilization / Inertizzazione** mediante jet-grouting di miscele stabilizzanti, per i terreni profondi non asportati dall'azione di Soil Replacement (indicativamente a profondità comprese tra 10-29 m da p.c.), caratterizzati da contaminazione generalmente elevata ma non estesa lungo tutta la verticale e difficilmente trattabili mediante tecnologie in situ;
- Interventi di bonifica in situ sui livelli profondi contaminati, riscontrati in corrispondenza della zona di frangia capillare e dell'orizzonte soggetto a fluttuazione della falda, mediante **Ossidazione Chimica e/o Soil Flushing**;

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

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

5.5.1 Soil replacement

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

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

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

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

I terreni estratti saranno direttamente caricati su mezzi gommati e trasportati nelle aree di accumulo A5. Il riempimento degli stessi avverrà con materiale conforme certificato descritto precedentemente. Una volta completato il riempimento e rimosso il rivestimento metallico, si procederà ad eseguire il foro successivo.

Sulla base delle assunzioni fatte, si stima la rimozione di un quantitativo complessivo pari a circa 8.000-10.000 m³ di terreni contaminati, che saranno successivamente recapitati all'area di accumulo per il successivo invio a incapsulamento o lavaggio ai fini del recupero.

Si ipotizza di eseguire lo scavo dei pali con un'attrezzatura dal peso pari a 120 ton e coppia 300 kNm. Lo scavo dovrà procedere facendo avanzare la tubazione di rivestimento di diametro 1000 mm a rotazione con la trivella stessa e, quando non basteranno più i 300 kNm, integrandola con l'impiego di morsa gira colonne e scavando all'interno dei rivestimenti stessi a mezzo bucket.

5.5.2 In situ Soil stabilization

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

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

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

Il trattamento consente una riduzione della mobilità dei contaminanti attraverso i seguenti fenomeni di riduzione della superficie esposta al contatto con acque di percolazione e della permeabilità complessiva del materiale contaminato:

- formazione di legami tra i contaminanti ed i reagenti impiegati nel trattamento;
- riduzione della solubilità dei contaminanti a seguito della formazione di precipitati.

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

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

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

Sulla base delle assunzioni fatte, si stima la produzione di terreno-miscela di risulta pari a circa il 60-70% del volume di terreno da trattare, che verrà successivamente destinata all'incapsulamento in sito; i terreni-miscela estratti saranno caricati su mezzi gommati e trasportati nelle aree di accumulo A5 (cfr Paragrafo 11.3.1.5).

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

- sorgente residua secondaria di PCB, Clorobenzeni e Diossine presente nell'intorno dell'area oggetto di Soil Replacement, prevalentemente in corrispondenza dei poligoni C26e-C26c, attraverso l'esecuzione di una serie di perforazioni su un'area di circa 500 m², con uno spessore medio di inertizzazione pari a circa 19 m (Intervento "C");
- sorgente residua secondaria di PCB, Clorobenzeni e Diossine presente nell'intorno dell'area oggetto di Soil Replacement, in corrispondenza del poligono C27, su un'area di circa 100 m², con uno spessore medio di inertizzazione pari a circa 19 m (Area di Intervento "D");
- sorgente residua secondaria di As presente nell'intorno dell'area oggetto di Soil Replacement, in corrispondenza del poligono C34, su un'area di circa 100 m², con uno spessore medio di inertizzazione pari a circa 19 m (Intervento "B");
- sorgente residua secondaria di Hg e Cr VI nell'intorno dell'area oggetto di Soil Replacement, nelle vicinanze del piezometro Pz10, con uno spessore medio di inertizzazione pari a circa 19 m (Intervento "A").

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

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

5.5.2.1 Esecuzione

Si ipotizza di operare con una sonda tipo Casagrande C7 con una pompa tipo Tekniwell TW400. Il jet-grouting sarà realizzato con tecnologia bifluido pompando contemporaneamente aria compressa e miscela cementizia a 400 bar circa 300 l/min.

La velocità di risalita della batteria di aste deve essere compresa tra 0,53 cm/s e 0,57 cm/s.

La velocità di rotazione delle aste dovrà essere compresa tra 10 e 15 giri/minuto.

Per ogni metro lineare di colonna eseguito si immetterà una quantità di miscela di $0.30 \div 0.33 \text{ m}^3$ o superiore (250 kg di cemento+250 lt. di acqua = 332 litri di miscela 1:1)

Il rapporto cemento/acqua, in peso, dovrà essere superiore a $C/W = 1$. Si utilizzerà un cemento tipo 425 Portland. È ammesso l'uso di piccole quantità di superfluidificante.

L'impresa potrà proporre procedure operative alternative che dovranno essere approvate dalla DL.

5.5.2.2 Controlli

Al fine di verificare la bontà dell'intervento, si dovranno eseguire dei controlli di qualità sia in fase di esecuzione sia a lavori conclusi. In fase di esecuzione andranno costantemente monitorati:

- le caratteristiche della miscela iniettata: in particolare si eseguiranno controlli della densità della miscela e della quantità acqua/cemento ad ogni mescola;
- le caratteristiche delle iniezioni: dovranno essere registrate, in continuo, tramite sistema di acquisizione automatico documentato, le velocità di iniezione della miscela, la pressione di iniezione, il quantitativo di miscela iniettata per metro lineare di colonna eseguita, il quantitativo totale di miscela impiegata per ciascuna colonna, i tempi di esecuzione per metro lineare e complessivi.

Andranno registrati inoltre i dati relativi a:

- la fase di perforazione: velocità di avanzamento, eventuali anomalie osservate ecc.;
- la fase di iniezione: velocità di risalita, eventuali anomalie osservate ecc.;
- l'impianto di miscelazione.

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

Si propone di eseguire prove di tipo non invasivo o non distruttivo, principalmente di tipo geofisico (metodo geoelettrico), che permette di verificare l'integrità del sistema misurando la continuità dell'isolamento elettrico. Il tipo di prove da eseguire verrà definito in fase di Progettazione Esecutiva dall'Appaltatore, il quale dovrà redigere anche il verbale di collaudo.

5.5.3 ISCO: Interventi di bonifica in situ – Ossidazione chimica

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

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

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

Sulla base delle attuali conoscenze sono previste quindi le seguenti aree di intervento (Tavola 60641134_CBS_15_C02_2_0 "ISCO – Planimetria area di intervento"):

- in corrispondenza dei poligoni C26c-C26e, nelle zone non interessate da Soil Replacement e Soil Stabilization, con superficie di intervento stimata in circa 1000 m², a profondità comprese tra 23 e 29 m circa.
- in corrispondenza del poligono C27, per una superficie di trattamento stimata in circa 2000 m², a profondità comprese tra 23 e 25 m circa.

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

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

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

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

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

Sulla base delle informazioni disponibili, si è previsto di realizzare l'intervento di bonifica in situ mediante iniezione di ozono disciolto in fase acquosa attraverso una rete di pozzi di iniezione appositamente realizzati. Sulla base dei risultati del test pilota in sito, il sistema potrà essere eventualmente integrato con la co-iniezione di H₂O₂ o surfattanti ad integrazione dell'ozono.

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

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

Nei processi di ossidazione con ozono la domanda di ossidante è di complessa determinazione a causa delle reazioni tra O₃, H₂O e radicali OH. La domanda totale di ossidante comprende sia la domanda dovuta ai contaminanti presenti nel suolo che alla domanda naturale di ossidanti legata alla presenza di specie inorganiche in forma ridotta e di materia organica naturale, che sarà determinata mediante test pilota.

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

- per l'area di trattamento relativa al poligono C27 (denominata Area 1), in corrispondenza del quale la concentrazione media di PCB pari a 6 mg/kg si è considerata una richiesta totale di ozono pari a circa 1 g per kg di suolo da trattare.
- per l'area di trattamento relativa ai poligoni C26c e C26e (denominata Area 2), caratterizzata da una concentrazione media di PCB di circa 100 mg/kg, si è considerata una richiesta totale di ozono pari a circa 1.5 g per kg di suolo da trattare.

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

Per lo sviluppo della presente progettazione, si è ipotizzato un raggio di influenza del singolo pozzo pari a 2 m. L'iniezione in corrispondenza delle aree in questione è pertanto prevista mediante una rete costituita da 64 pozzi per l'area di trattamento relativa ai poligoni C26c e C26e e 148 pozzi per l'area di trattamento relativa al poligono C27. L'intervallo di trattamento previsto sarà compreso tra 23 e 29 m da p.c. per l'Area 1 e tra 23 e 25 m da p.c. per l'Area 2. Al fine di consentire una distribuzione quanto più omogenea della soluzione ed evitare la formazione di vie preferenziali, ciascun pozzo di iniezione sarà fessurato per una lunghezza non superiore a 3 m.

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

- Tipologia A: pozzo con profondità pari a 26 m e fenestrato nell'intervallo 23-26 m da p.c.;
- Tipologia B: pozzo con profondità pari a 29 m e fenestrato nell'intervallo 26-29 m da p.c.

Si è prevista una distribuzione uniforme delle tipologie A e B dei pozzi di iniezione sull'Area 1, in modo da distribuire la soluzione ossidante sull'intero intervallo oggetto di intervento. Per l'Area 1 stante lo spessore da trattare, saranno installati due pozzi di iniezione per punto di perforazione.

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

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

- Alimentazione acque per produzione acqua ozonizzata.
- Impianto containerizzato di produzione acqua ozonizzata;
- Linea di adduzione del fluido ai pozzi e rete di pozzi di immissione.

La potenza installata per tale impianto è stimata pari a circa 30 kW. Per l'Area 1 è previsto l'utilizzo di n.2 impianti in parallelo.

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

Un compressore d'aria rotativo a vite fornirà aria compressa secca a un concentratore di ossigeno, che produrrà ossigeno puro (95%) ad una portata di circa 5.5 m3/h, che verrà inviato a un serbatoio di accumulo da 250 L e che quindi alimenterà il generatore di ozono. Il compressore sarà alimentato da aria ambiente filtrata.

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

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

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

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

Il flusso di acqua ozonizzata sarà inviato all'immissione contemporanea in n. 3 pozzi. A seguito dell'immissione del volume previsto su 3 punti di iniezione (durata prevista di circa 21 giorni per l'Area 1 e 6 giorni per l'Area 2), le tubazioni di adduzione della soluzione ossidante saranno scollegate e ricollegate a 3 differenti punti di iniezione, fino a completamento dell'attività di trattamento. Si è prevista l'operatività per 24 h/gg e 250 giorni/anno. Per l'Area 1 si opererà con due impianti in parallelo.

Il dimensionamento dell'impianto e l'eventuale integrazione di H2O2 o ulteriori reagenti saranno rivalutati sulla base degli esiti del test pilota di ISCO.

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

- Tavola 60705578CBS_15_H08_2_0 "ISCO – P&ID";
- Tavola 60705578_CBS_15_H09_2_0 "ISCO – Process Flow Diagram";
- Tavola 60705578_CBS_15_H10_2_0 "ISCO – Tipologico pozzi di iniezione".

5.5.4 Soil Flushing

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

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

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

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

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

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

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

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

L'attivazione degli interventi di soil flushing dovrà essere preceduta da una valutazione, in accordo con la stazione appaltante, dello stato di avanzamento delle opere di messa in sicurezza della falda e della disponibilità dei relativi sistemi di trattamento (ad oggi in carico al soggetto gestore della barriera idraulica). In caso di indisponibilità o inadeguatezza dei sistemi di trattamento esistenti in sito al momento della definizione degli aspetti operativi del trattamento di Soil Flushing l'Appaltatore provvederà a valutare e definire, in accordo con la Direzione Lavori e la stazione appaltante, l'opportunità di predisporre idonei presidi di pre-trattamento dei fluidi da inviare agli impianti in sito per specifici contaminanti.

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

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

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

Sulla base dei dati disponibili, si è considerato l'utilizzo di un impianto avente una portata di iniezione pari a 10 mc/h e si è stimato un volume di iniezione corrispondente a circa 9'200 mc per l'area 1 e circa 26'300 mc per l'area 2, con un'operatività di impianto pari a 8 h/gg e 250 gg/anno.

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

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

Il sistema di bonifica è costituito dai seguenti elementi principali:

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

- Linea di adduzione del fluido ai pozzi e rete di pozzi di immissione;
- Punti di emungimento dell'acqua di falda.

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

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

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

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

- Cicli sequenziali di immissione e emungimento dallo stesso pozzo o da pozzi limitrofi;
- L'immissione e il contemporaneo emungimento da pozzi limitrofi (considerando l'emungimento da pozzo o pozzi situati a valle idrogeologica rispetto al punto di immissione).
- L'immissione e il contemporaneo emungimento da un pozzo di nuova realizzazione situato a valle dell'area di intervento, oppure da uno dei pozzi facenti parte della rete di barrieramento idraulico di stabilimento.
- In tutti i suddetti casi la portata di emungimento dovrà essere pari o superiore alla portata di immissione. Le acque emunte saranno inviate all'impianto di trattamento acque di falda.

Per maggiori dettagli si rimanda alla specifica tecnica contenuta nel documento 60641134_CBS_15_RL01_2_0 "Relazione tecnica impianti di bonifica" ed ai seguenti elaborati specifici:

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

5.5.5 SVE

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

Gli interventi interesseranno un'area di circa 3000 m² caratterizzata principalmente da una contaminazione nei terreni insaturi da solventi clorurati. L'area è situata in prossimità dell'ex impianto di produzione di polimeri clorurati denominato Clortex all'interno del sito. I risultati del monitoraggio delle acque di falda effettuato nell'ambito delle indagini integrative effettuate hanno infatti evidenziato concentrazioni significative di Triclorometano (cloroformio) e Tetracloruro di carbonio rispettivamente in corrispondenza dei piezometri Pz5-Pz10 e MW6-MW7.

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

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

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

L'azione di ventilazione del sottosuolo sarà finalizzata al trattamento delle sorgenti di contaminazione nei terreni insaturi, anche profondi, fino al livello della frangia capillare (ca. 30 m da p.c.), interrompendone la migrazione verso la zona satura. In considerazione dell'elevato spessore di insaturo potenzialmente coinvolto si prevede l'installazione di un numero di pozzi di estrazione dei vapori compresi tra 15 e 20, intestati a diverse profondità, per il trattamento di "colonne" di terreno impattato e/o di orizzonti specifici di sottosuolo. La posizione dei pozzi di estrazione sarà finalizzata a coprire in maniera omogenea la superficie considerata, sulla base di un raggio di influenza, per punto di estrazione, pari ad almeno 10 m. Il numero esatto di pozzi e la loro ubicazione, così come il raggio di influenza, saranno confermati a seguito delle indagini integrative e dello specifico campo di prova SVE. I pozzi afferiranno ad un unico impianto SVE.

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

L'ingegneria richiesta per la realizzazione delle opere e dei sistemi necessari per attivare gli interventi di bonifica finalizzati alla realizzazione dell'impianto SVE è descritta nel documento 60641134_CBS_15_RL01_2_0 "Relazione tecnica impianti di bonifica". In tale documento si possono trovare informazioni dettagliate riguardanti la realizzazione dei pozzi di estrazione, delle opere civili, meccaniche, elettriche e strumentali. Per maggiori dettagli si rimanda inoltre ai seguenti elaborati specifici:

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

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

L'impianto SVE consisterà in un unico modulo di aspirazione containerizzato contenente n. 3 aspiratori a canale laterale, a servizio dei pozzi di estrazione, e un separatore di condensa da 1,2 m³. Il separatore sarà installato a monte degli aspiratori per separare la componente liquida dal flusso gassoso di aria umida estratta dai pozzi. All'esterno del container verranno collocati il sistema di trattamento a carboni attivi e il serbatoio di accumulo della condensa da 3 m³ che riceverà le acque provenienti dal separatore per mezzo di una pompa centrifuga dedicata. Il sistema di trattamento sarà composto da 4 filtri a carboni attivi disposti su due linee in parallelo. Ogni linea presenta due filtri in serie; ogni filtro avrà un volume di 1,5 m³ e conterrà 800 kg di carbone attivo.

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

- n. 3 aspiratori a canale laterale operanti in parallelo. Ciascun aspiratore avrà:
 - Portata d'esercizio: 500 Nm³/h;
 - Pressione relativa in ingresso: -150 mbar(g);
 - n.1 pompe di scarico della condensa e rilancio al serbatoio di accumulo. La pompa avrà:
 - Portata d'esercizio: 2 m³/h;
 - Prevalenza massima: 15 m.

La potenza massima impegnata dal sistema sarà di 20 kW.

Sulla base delle caratteristiche prestazionali delle unità di aspirazione/ventilazione, si individuano portate massime di aspirazione in corrispondenza di ciascun pozzo comprese tra 50 e 100 Nm³/h.

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

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

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

5.6 Acque di falda – Rete collettamento pozzi esistenti

5.6.1 Descrizione delle attività

Le attività che si prevede di effettuare nell'ambito del presente Progetto Definitivo Stralcio di Prima Fase in merito alla alla bonifica delle acque di falda contaminate e la messa in sicurezza permanente dello stabilimento riguardano le opere minime necessarie al fine di mantenere attivi i punti di emungimento previsti ed altri eventuali ulteriori punti di emungimenti di "messa in sicurezza" richiesti dagli Enti preposti, svincolando gli impianti dagli edifici/manufatti oggetto delle attività di decommissioning previste.

Allo stato attuale sono attivi 4 pozzi di emungimento acque di falda identificati con le sigle P2, P4, P5 e P7. I pozzi sopracitati sono deputati a trattenere all'interno del sito stesso le acque di falda, poi convogliate agli impianti di trattamento dedicati. Sono inoltre attivi gli emungimenti da n.7 piezometri realizzati ed attivati dall'attuale gestore della barriera idraulica.

Si precisa che l'assetto dei pozzi di emungimento considerato nello sviluppo del presente Progetto Definitivo Stralcio di Prima Fase è stato definito a valle di una discussione tecnica fra il Commissario alla bonifica e i referenti Arpa Lombardia, il cui resoconto è stato inviato al MASE per le opportune valutazioni. In merito alle indicazioni e considerazioni di Arpa Lombardia il MASE, in una nota di riscontro, non ha ravvisato ulteriori osservazioni (si vedano gli Allegati 9 e 10 al documento "60705578_CBS_00_RL01_2_0_Relazione generale illustrativa").

Per ogni dettaglio in merito si rimanda alla relazione 60705578_CBS_13_RL01_2_0_relazione tecnica linee di emungimento.

Nel seguito si specificano le opere da realizzare nell'ambito del presente appalto e quelle escluse per quanto riguarda i sistemi di emungimento attivi in sito:

- collegamenti idraulici per il mantenimento in esercizio dei pozzi, compresi sezionamenti dagli attuali collettori, saldature, flangiature, pezzi speciali e attraversamenti,
- installazione di valvole o sensori secondo gli schemi di Progetto, ove non già presenti per le linee esistenti;
- realizzazione dei nuovi impianti elettrici per il mantenimento in funzione dei pozzi/piezometri di emungimento esistenti e relativi impianti.

La ricollocazione delle linee idrauliche di veicolazione fluidi ai sistemi di trattamento esistenti, in modo da garantire la continuità delle operazioni di emungimento e trattamento delle acque emunte durante le operazioni di dismissione del sito, prevede la realizzazione di linee poggiate a terra e/o interrate nei punti di interferenza con il traffico di cantiere. Non sono previste pose su rack.

Si specifica nel seguito quanto non incluso nel presente Appalto:

Opere escluse dal presente appalto

- La regolazione/ottimizzazione delle portate dei pozzi esistenti;
- Realizzazione di nuovi pozzi e relative opere di interconnecting;
- Realizzazione nuovi impianti o linee di trattamento per la depurazione delle acque di falda emunte;
- Gestione impianti di Source Control;
- Attività di "operation and maintenance" dei pozzi/piezometri di emungimento presenti in Sito, che resteranno invece in capo al futuro gestore degli impianti.

Si precisa che tutte le attività di modifica, sezionamento delle condotte e installazione di nuove valvole, strumentazioni etc, dovranno essere concordate preliminarmente con il gestore della barriera idraulica, per mettere in atto le opportune attività di spegnimento pozzi, disconnessione delle linee in tensione, gestione dei liquidi di linea, etc.

5.6.2 Area dell'intervento

La rappresentazione e la collocazione del tracciato della nuova rete idraulica sono descritte compiutamente nella relazione 60705578_CBS_13_RL01_2_0_Relazione tecnica linee di emungimento e sono riportate nella Tavola 60705578_CBS_13_C03_2_0 ("Linee di emungimento – Configurazione di progetto – Posizionamento nuove condotte").

5.6.3 Approvvigionamento di energia elettrica, gas e acqua

L'approvvigionamento di energia elettrica, gas e acqua sarà reso disponibile dalla Committente come riportato al Capitolo 5.1.9.

Sarà cura dell'Appaltatore:

- la trasformazione dell'energia elettrica MT/BT;
- l'allacciamento dei propri impianti dai punti di interfaccia;
- la distribuzione dell'energia elettrica, gas e acqua dai punti di interfaccia alle utenze;
- il costo di energia elettrica, acqua necessari per la realizzazione delle opere.

5.6.4 Caratteristiche prestazionali delle linee di collegamento

Le caratteristiche prestazionali degli impianti dovranno consentire:

- le portate di progetto;
- la piena funzionalità degli impianti esistenti a seguito dei collegamenti e collaudi
- l'esecuzione dell'intervento in condizioni di sicurezza per i lavoratori e la popolazione residente al contorno.

In relazione 60705578_CBS_13_RL01_2_0_Relazione tecnica linee di emungimento sono riportate le indicazioni progettuali in merito alle caratteristiche tecniche degli impianti e degli interventi.

Sarà cura dell'Appaltatore il dimensionamento e il dettaglio costruttivo esecutivo delle nuove linee di collegamento pozzi e impianti di trattamento esistenti, in funzione degli effettivi spazi a disposizione e delle caratteristiche prestazionali degli stessi.

5.6.5 Rete idraulica

Le nuove linee idrauliche di adduzione dei pozzi di emungimento saranno realizzate in PEAD polietilene alta densità tipo PE 100 - PFA10 saranno costruite secondo la norma UNI EN 12201 con sistema di giunzione per elettrofusione a caldo.

Le tubazioni in PE100-PFA10 risultano di colore nero con righe azzurre longitudinali e contrassegnate con sigla del produttore, data di produzione, marchio, numero distintivo, diametro del tubo e pressione nominale.

Per il collegamento delle tubazioni si prevede l'utilizzo di giunti saldati per elettrofusione (cioè senza materiale d'apporto): essa sfrutta la proprietà del materiale che, portato alla temperatura di fusione, assume una consistenza di cera liquefatta grazie alla quale i pezzi a contatto si saldano perfettamente tra loro.

Le tubazioni saranno prodotte con materia prima 100% vergine completamente atossiche corrispondenti alle prescrizioni igienico sanitarie D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce la Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/78). Le tubazioni riporteranno la marcatura prevista dalle citate norme ed in particolare, il Diametro Nominale esterno DN espresso in mm. la serie corrispondente alla Pressione Nominale (PN 10, PN12,5, PN16) espressa in bar, il marchio di qualità rilasciato da ente di certificazione accreditato secondo UNI CE EN 45011. I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli. I materiali di cui sopra dovranno essere prodotti da aziende operanti in regime di assicurazione di qualità secondo UNI-EN-ISO 9001:2008 e certificate da Istituto Terzo.

Il materiale dovrà essere stoccato in luogo coperto e pulito, lontano da fonti di calore e luce per la protezione del materiale in attesa di utilizzo.

Sarà onere dell'Appaltatore verificare il layout proposto in fase di progetto, nonché la compatibilità del tubo con la sua installazione e gli eventuali supporti di cui dovrà essere verificato il posizionamento degli ancoraggi compatibilmente alle caratteristiche del tubo

offerto dal fornitore (spessore, coefficiente di espansione ecc.), tali da rendere le linee libere di dilatarsi senza distorsioni né deviazioni verticali od orizzontali.

L'Appaltatore prima dell'esecuzione della prefabbricazione in base alla propria esperienza è tenuto a far presente possibili soluzioni alternative atte a migliorare installazioni che a suo parere possono garantire un miglior grado di sicurezza.

Tutte le verniciature per le tubazioni ed i supporti per il piping, saranno eseguite in accordo alla specifica di stabilimento.

Su tutte le linee convoglianti liquidi in pressione, dovrà essere eseguita la prova di tenuta idraulica mediante pressatura con acqua a 1,5 volte della pressione di progetto per una durata di 4 ore.

Le linee convoglianti fluidi a pressione atmosferica, non saranno pressate, ma saranno sottoposte a verifica visiva.

Su tutte le tubazioni di cui ai punti precedenti, l'Appaltatore dovrà riportare in più punti di una stessa linea ed in posizioni facilmente visibili, delle fasciature colorate distintive, segnali e diciture per la rapida identificazione del fluido convogliato e del numero di linea.

5.6.6 Impianto di trattamento – linee di collegamento

Nella relazione tecnica 60705578_CBS_13_RL01_2_0_Relazione tecnica linee di emungimento sono descritti i principali comparti relativamente agli impianti di trattamento esistenti, nonché sono riportate in generale le valvole necessarie per le nuove linee previste. Si vedano anche gli schemi della Tavola 60705578_CBS_13_H01_2_0_Linee di emungimento PR Schema processo.

Nel presente appalto non è prevista la realizzazione di nuovi impianti di trattamento, né la modifica di processo o la gestione/manutenzione degli attuali impianti esistenti in sito.

Sono previsti collegamenti agli impianti esistenti nei punti indicati nella Tavola 60705578_CBS_13_C03_2_0_Linee di emungimento – Configurazione di progetto – Posizionamento nuove condotte, in ogni caso da verificare e concertare in sede di progettazione esecutiva con il gestore degli stessi.

Sono previsti in ogni caso collegamenti idraulici e le relative dotazioni meccaniche o strumentali (valvole, misuratori di portata, sensori di pressione), ove non già presenti, per le nuove linee di collegamento dei pozzi esistenti allo scarico o alla relativa sezione di trattamento.

I materiali di tutti i componenti impiegati (apparecchiature, tubazioni, valvole) dovranno essere idonei alle condizioni di servizio e ai fluidi di processo con i quali saranno a contatto in modo da evitare corrosioni e danneggiamenti che possano causare perdite di tenuta e/o sversamenti. Tutte le valvole installate dovranno essere rispondenti alle relative norme UNI-EN di pertinenza.

Sarà infine a cura dell'Appaltatore verificare ed eventualmente modificare il dimensionamento delle linee di carico o scarico degli impianti previste, in funzione di eventuali necessità o criticità individuate in fase di progettazione esecutiva.

Al termine del completamento meccanico è eseguita una verifica di completamento degli impianti e successivamente, al fine di verificare la correttezza di tutte le installazioni meccaniche, elettriche e sequenze software, dovrà essere condotto un test di collaudo che comprenda:

- test in pressione delle tubazioni;
- test di funzionamento e delle scale dei sensori/misuratori in conformità al manuale d'uso e di installazione;
- test sui nuovi quadri elettrici (si veda capitolo successivo)
- test elettrici sulle apparecchiature (cablaggio apparecchiature e quadri, attivazione elettrica, assorbimento elettrico, etc.);
- test I/O e cablaggio strumenti;
- test del software e controllo delle sequenze, allarmi, etc.

Sarà onere dell'Appaltatore presentare e condividere con la Committenza, il Collaudatore e D.L. il programma di collaudo di cui sopra per successiva approvazione e accettazione. In relazione agli esiti delle prove di collaudo dovranno essere intraprese le eventuali azioni correttive atte a risolvere eventuali criticità emerse. Al termine delle prove di collaudo di cui sopra con esito positivo, l'Appaltatore relaziona Committenza, Collaudatore e D.L. in merito a tutte le prove condotte, alle azioni intraprese e ai risultati delle stesse per approvazione e accettazione.

A seguito delle prove di collaudo di cui sopra è eseguito un collaudo funzionale delle parti di collegamento dei pozzi agli impianti atto a verificare la corretta funzionalità delle nuove tratte e relativa dotazione.

Sarà onere dell'Appaltatore presentare e condividere con la Committenza, il Collaudatore e D.L. il programma di collaudo funzionale per successiva approvazione e accettazione. In relazione agli esiti delle prove di collaudo dovranno essere intraprese le eventuali azioni correttive atte a risolvere eventuali criticità emerse. Al termine delle prove di collaudo funzionale di cui sopra con esito positivo, l'Appaltatore relaziona Committenza, Collaudatore e D.L. in merito a tutte le prove condotte, alle azioni intraprese e ai risultati delle stesse per approvazione e accettazione.

5.6.7 Esecuzione e monitoraggio dell'intervento

L'Appaltatore dovrà provvedere all'esecuzione e al monitoraggio dell'intervento fino al raggiungimento degli obiettivi prestazionali delle nuove linee.

Sarà onere dell'Appaltatore presentare in fase di offerta le modalità di esecuzione e di monitoraggio dell'intervento in funzione delle proprie specifiche modalità di applicazione della tecnica.

Si precisa che le modalità di esecuzione e di monitoraggio dell'intervento dovranno essere tali da permettere la valutazione delle performance impiantistiche rispetto alle portate di progetto.

L'Appaltatore dovrà relazionare la Direzione lavori in merito all'andamento dell'intervento con frequenza almeno mensile, e comunque ogni qualvolta intervengano elementi che possano influire sull'avanzamento dei lavori.

5.6.8 Apparecchiature e strumenti

Sul corpo di ogni strumento (Allegato 1 alla relazione 60705578_CBS_13_RL01_2_0_Relazione tecnica linee di emungimento) devono essere riportati in modo leggibile su targhetta o incisione:

- Nome del produttore e/o marchio di fabbrica;
- Sigla del materiale con cui è costruito il corpo;
- Dati di potenza e tensione elettrica.

Nel caso si tratti di strumenti o apparecchiature idrauliche devono inoltre essere riportati:

- Diametro nominale (DN);
- Pressione nominale (PN);
- Freccia per la direzione del flusso (se determinante).

Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali dovranno uniformarsi alle prescrizioni di progetto e corrispondere esattamente ai campioni approvati dalla direzione lavori. Ogni apparecchio dovrà essere montato e collegato alla tubazione secondo gli schemi progettuali o di dettaglio eventualmente forniti ed approvati dalla direzione lavori, dagli stessi risulteranno pure gli accessori di corredo di ogni apparecchio e le eventuali opere murarie di protezione e contenimento. Tutte le superfici soggette a sfregamenti dovranno essere ottenute con lavorazione di macchina, i fori delle flange dovranno essere ricavati al trapano.

Tutti i pezzi in ghisa, dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere protetti con prodotti rispondenti alle prescrizioni progettuali ed espressamente accettati dalla D.L.

L'amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche i materiali forniti dall'impresa intendendosi a totale carico della stessa tutte le spese occorrenti per il prelevamento ed invio, agli istituti di prova, dei campioni che la direzione intendesse sottoporre a verifica ed il pagamento della relativa tassa di prova a norma delle vigenti disposizioni.

L'impresa non potrà mai accampare pretese di compenso per eventuali ritardi o sospensioni del lavoro che si rendessero necessarie per gli accertamenti di cui sopra.

5.7 **Apparecchiature elettriche**

Il presente paragrafo si riferisce alla realizzazione della rete di distribuzione elettrica interna allo stabilimento a 15kV a partire dal nuovo punto di consegna da parte di UNARETI, alle cabine di trasformazione MT/BT e alle linee di alimentazione in bassa tensione alle utenze degli impianti per le bonifiche ambientali di prossima realizzazione.

Nelle opere previste nel progetto elettrico è prevista anche:

- la predisposizione per il futuro collegamento di utenze elettriche/impianti che non saranno realizzati/collegati nell'ambito della presente fase progettuale, ma che si prevede di realizzare negli stralci futuri, secondo gli interventi di bonifica delle acque di falda indicati dal POB;
- viene integrata, rispetto all'assetto di pozzi da mantenere in emungimento previsti nel POB, la nuova utenza elettrica relativa al sistema di emungimento da n.7 piezometri e trattamento delle acque di falda presente nel Sito (Impianto TAF 7 piezometri), la cui potenza elettrica è stata fornita dall'attuale gestore.

Tabella 7: Dati generali alimentazione impianto

Numero di alimentazioni	1
Tensione di alimentazione MT	15kV
Frequenza	50Hz
Sistema elettrico MT	Neutro isolato
Tensione sistema BT di distribuzione	230/400V
Sistema elettrico BT	TNS
Numero di fasi	3

Si prevede la realizzazione di un nuovo punto di consegna per alimentazione in media tensione a 15kV ad opera di UNARETI nella zona SUD del sito, a confine con Via Morosini, dove sarà quindi realizzata una cabina di ricevimento e trasformazione denominata CB1. L'esatta ubicazione del punto di consegna dovrà essere concordata con il gestore della rete, nell'ambito dei sopralluoghi che saranno effettuati durante la fase di progettazione esecutiva.

Data l'estensione dell'area si prevede la realizzazione di altre tre cabine di trasformazione alimentate denominate CB2, CB3 e CB4, alimentate a 15kV a partire da CB1 (figura 1).

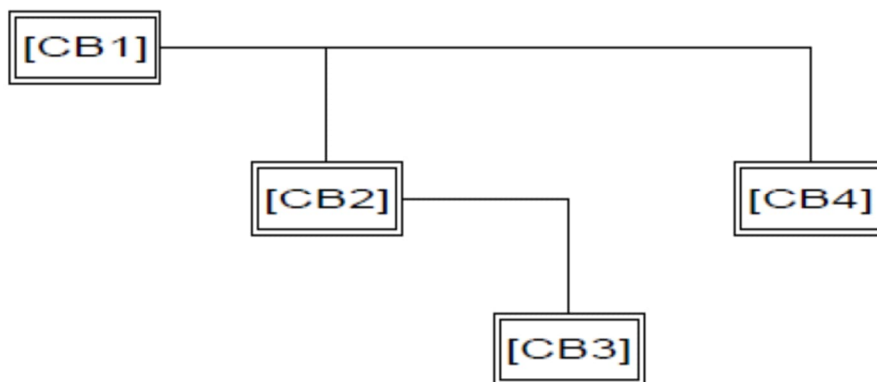


Figura 1: Schema cabine di trasformazione

5.7.1 Strutture cabine

5.7.1.1 *Caratteristiche strutturali*

La struttura della cabina è del tipo monoblocco scatolare costituito dal pavimento e quattro pareti con tetto rimovibile; viene realizzata con calcestruzzo confezionato in stabilimento mediante centrale di betonaggio automatica e additivato con idonei fluidificanti e impermeabilizzanti: ciò permette di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità e protezione dall'esterno.

L'armatura è realizzata con rete elettrosaldata a doppia maglia, irrigidita agli angoli da barre a doppio T, onde conferire al manufatto una struttura monolitica e una gabbia equipotenziale di terra omogenea su tutta la struttura (gabbia di Faraday).

Lo spessore delle pareti laterali è di 13 cm alla base in prossimità del pavimento e di 10 cm in prossimità del tetto.

Il pavimento, costituito da una soletta piana dello spessore di 12 cm, è dimensionato per sostenere il carico trasmesso dalle apparecchiature elettromeccaniche.

Il tetto costituito da una soletta piana dello spessore di 13 cm, realizzata con rete elettrosaldata e ferro nervato, e impermeabilizzato mediante guaina ardesiata dello spessore di 4mm; lo stesso, ancorato alla struttura mediante delle piastre, e smontabile, quando necessario, per agevolare l'ingresso e l'uscita delle apparecchiature.

Gli elementi costruttivi ed in particolare la copertura e le pareti della cabina risultano conformi ai requisiti di resistenza al fuoco ai sensi del D.M. 16/02/2007, rispettivamente per le classi REI 60 e REI 30 conservando per 60 e 30 minuti la resistenza meccanica, la tenuta e l'isolamento termico alle fiamme e ai gas caldi in emergenza d'incendio.

5.7.1.2 *Dimensioni*

Le dimensioni standard sono tali da permettere il trasporto senza scorta né permessi speciali. L'altezza esterna standard è di m 2,55 e può variare, a seconda delle esigenze, fino a raggiungere l'altezza di m 3,00. La larghezza è di m 2,50 mentre la lunghezza varia da m 2.38 a m 6.76.

La realizzazione di grandi cabine di trasformazione avviene affiancando più box singoli, oppure è possibile, mediante un idoneo giunto tecnico, aprire le due pareti adiacenti e collegare internamente le cabine creando un unico locale.

5.7.1.3 *Finiture*

Le cabine sono rifinite con la massima cura e a perfetta regola d'arte, sia internamente che esternamente, e tinteggiate con pitture murali plastiche idrorepellenti costituite da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi, coloranti e additivi, al fine di assicurare il perfetto ancoraggio sul manufatto e la resistenza agli agenti atmosferici, anche in ambienti industriali e marini.

Per il montaggio degli infissi vengono disposti appositi controtelai che garantiscono la collocazione di infissi in vetroresina, alluminio etc.

Il colore standard è definito nella scala RAL:

- pareti interne: Bianco RAL 9010
- pareti esterne: Beige Marrone RAL 1011
- copertura (tetto): Grigio Argento RAL 7001

5.7.1.4 *Infissi*

Nelle normali condizioni di funzionamento le cabine sono progettate per garantire un sistema di ventilazione naturale ottenuto con griglie di areazione e aperture sulle porte.

Gli infissi, standard utilizzati sono in vetroresina:

- Porta in vetroresina a due ante mm. 1200x2150
- Porta in vetroresina ad una anta mm. 600/800x2150
- Griglia di areazione in vetroresina tipo mm. 500x500
- Griglia di areazione in vetroresina tipo mm. 900x500
- Griglia di areazione in vetroresina tipo mm. 1200x500
- (Per i box ad uso di Enel: Omologazione ENEL DS 919 - DS 988 - DS 927).

5.7.1.5 Impianto elettrico e di terra alla cabina

Le cabine vengono corredate d'impianto elettrico sfilabile con tubazioni sottotraccia, atto a determinare idonea illuminazione dei locali, illuminazione di emergenza, prese di servizio e collettore di terra; quest'ultimo è costituito da una barra in rame collegata all'intera struttura che garantisce il nodo equipotenziale.

5.7.1.6 Vasca prefabbricata

La struttura è realizzata in calcestruzzo armato vibrato, avente una resistenza a compressione a 28gg di stagionatura pari a Rck 40 kg/cm², additivato con superfluidificanti ed impermeabilizzanti, tali da garantire una adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità.

Lo spessore del fondo della vasca è di 12 cm mentre le pareti laterali misurano 10/13 cm.

L'armatura della struttura è realizzata con rete elettrosaldata e ferro nervato.

Tale manufatto realizza alla base della cabina, una intercapedine di 60 cm di altezza in grado di garantire la massima flessibilità per quanto riguarda la distribuzione dei cavi.

Sulle pareti verticali della vasca di fondazione, vengono predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita tali da poter rendere agevole l'innesto delle canalizzazioni per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica

5.7.2 Cabina CB1

Trattandosi della cabina di ricevimento e trasformazione, comprende una parte ad uso esclusivo dell'ente distributore e una parte ad uso esclusivo dell'utente.

5.7.2.1 Cabina ente distributore

N°1 Box costruito secondo specifica DG2092 ed.3 fornito vuoto, dalle dimensioni di ingombro 6,76x2,50x2,55h, diviso in due vani, predisposti per la posa degli scomparti MT e i relativi gruppi di misura. Detto box, viene fornito completo di:

- N°2 Porte in VTR omologate Enel DS DS 919 (locale consegna) complete di serratura DS988;
- N°1 Porta da 800 mm in acciaio zincato ad un'anta DS 918 (Locale misura) completa di serratura;
- N°4 lampade di illuminazione installate una nel vano misure e tre nel vano consegna;
con plafoniera stagna (tabella DY3021);
- N°1 Quadro elettrico per servizi ausiliari - omologato ENEL - tipo DY3016/3;
- N°2 aspiratori eolici in acciaio inox approvati da Enel;
- N°2 griglie di areazione omologate Enel 1200x500;

N°1 Vasca di fondazione n. 1 V 67: basamento d'appoggio prefabbricato in c.a.v., realizzato in monoblocco in modo da creare una vasca stagna sottostante tutto il locale consegna, secondo specifica Enel DG2092, 3 dotata di:

- o collegamento meccanico con sistema di accoppiamento tra il box e la vasca tale da impedire eventuali spostamenti orizzontali del box stesso e garantire una perfetta tenuta all'acqua;
- fori a frattura prestabilita per il passaggio dei cavi MT e BT;
- connettore interno esterno per il collegamento rete di terra esterna.

5.7.2.2 Cabina utente

N°1 Box ad uso esclusivo dell'utente dalle dimensioni di ingombro 5,77x2,50x2,55, diviso in due locali, locale Quadri e locale Trasformatore completo di:

- N°1 porta a due ante in V.T.R. completa di serratura (locale quadri);
- N°1 porta a due ante in V.T.R. completa di serratura (locale trasformatore);
- N°4 finestre in V.T.R. 1200x500; 2 per ogni locale;
- Impianto di illuminazione interna con plafoniera 2x18W di cui 1x18W in emergenza.

5.7.2.3 Locale Quadri

- Punto presa interbloccata 2P+T 16 A, e bi-presa Europea 16A; Locale Quadri;
- Pulsante di emergenza esterno; Locale Quadri;
- Aspiratore EA254M completo di serranda e termostato Locale Trasformatore;
- Cartelli di segnalazione e sicurezza interni ed esterni.

N°1 Vasca tipo V57 con fori a frattura prestabilita per il passaggio dei cavi MT/BT, guarnizione di sigillatura tra cabina e vasca.

5.7.3 Cabina CB2 – CB3 – CB4

Sono cabine di sola trasformazione e saranno costituite ciascuna solamente dal locale utente

5.7.3.1 Cabina utente

N°1 Box ad uso esclusivo dell'utente dalle dimensioni di ingombro 5,77x2,50x2,55, diviso in due locali, locale Quadri e locale Trasformatore completo di:

- N°1 porta a due ante in V.T.R. completa di serratura (locale quadri);
- N°1 porta a due ante in V.T.R. completa di serratura (locale trasformatore);
- N°4 finestre in V.T.R. 1200x500; 2 per ogni locale;
- Impianto di illuminazione interna con plafoniera 2x18W di cui 1x18W in emergenza;

5.7.3.2 Locale Quadri

- Punto presa interbloccata 2P+T 16 A, e bi-presa Europea 16A; Locale Quadri;
- Pulsante di emergenza esterno; Locale Quadri;

- Aspiratore EA254M completo di serranda e termostato Locale Trasformatore;
- Cartelli di segnalazione e sicurezza interni ed esterni.

N°1 Vasca tipo V57 con fori a frattura prestabilita per il passaggio dei cavi MT/BT, guarnizione di sigillatura tra cabina e vasca.

5.7.4 Quadri MT

5.7.4.1 *Tipologia*

Quadri di distribuzione MT con isolamento in aria;

Applicazione: Standard IEC 62271-200;

Grado di protezione: IP3X;

- Tipo di apparecchi: Sezionatore GSec isolato in gas, Interruttore in SF6;
- Temperatura ambiente (min/max): -5°C /40°C;
- Temperatura di stoccaggio: -5°C;
- Altitudine: ≤1000 m.

5.7.4.2 *Dati Elettrici*

- Tensione nominale: 24kV;
- Tensione di servizio: 15kV;
- Tensione di prova a frequenza industriale: 50kV;
- Tensione di tenuta ad impulso (1.2/50 micro-sec. onda): 125kV;
- Frequenza nominale: 50Hz;
- Corrente nominale delle sbarre principali: 630°;
- Corrente nominale di breve durata: 16kA;
- Durata: 1s;
- Corrente di cresta: 40kA.

5.7.4.3 *Dati Supplementari*

- Arco Interno su 3 Lati 1s 16kA IEC 62271-200 SI;
- Resistenza anticondensa autoregolabile SI;
- Sistema di lampade presenza tensione Lampade fisse tipo VPIS;
- Targa Unità funzionali;
- Colore quadro RAL 7035.

5.7.5 Q-MT - CB1

N°1 Scomparto con dispositivo Generale CEI 0-16 Arrivo Cavi Dal Basso

Unità con Interruttore di manovra-Sezionatore in SF6 e Interruttore removibile

(L750 x P1070 x H1700mm)

- Sezionatore di terra con potere di chiusura interbloccato con GSec;
- GSec - Sezionatore a tre posizioni con sezionatore di terra integrato con comando singola molla completo di interblocchi a chiave;
- Interblocco con chiave di linea libero in chiuso;
- Cella di bassa tensione per pannello da 750 mm;
- Rele di Protezione Generale Thytronic tipo NA30 CEI 0-16 con funzioni: DATALOGGE (49-50/51-50N/51N-59N-67N-BF);
- N° 3 TA di fase a bordo interruttore ABB KEVCR 24 250A CEI 0-16;
- N° 1 TA omopolare toroidale ABB TO11S3 100/1A CEI 0-16;
- Interruttore tipo HD4/R-Sec (SF6) 24kV 630A 16kA;
- Pulsante di chiusura;
- Pulsante di apertura;
- Dispositivo meccanico di segnalazione per chiusura molle;
- Dispositivo meccanico di segnalazione per interruttore;
- Conta manovre;
- Set di contatti ausiliari aperto/chiuso;
- Bobina d'apertura 230Vca;
- Sistema lampade presenza tensione in ingresso;
- Resistenza anticondensa;
- N° 3 TV 15000 $\sqrt{3}$ /100:3 Specificare se per P.I o per 67N o entrambi;
- Gruppo di continuità UPS 1000VA Conforme alla Cei-016;
- Accessori per classificazione ARCO INTERNO;

N°1 Scomparto protezione trasformatore

Unità con Interruttore di manovra-sezionatore in SF6 e fusibile tipo T-SFC

(L500 x P1070 x H1700mm) - LSC2A

- Sezionatore con potere di chiusura limitato;
- Entrata cavi con 1 conduttore per fase fino a 95 mm²;
- GSec - Sezionatore a tre posizioni con sezionatore di terra integrato con comando doppia molla;
- Interblocco con una chiave di terra libero in chiuso;

- Porta fusibile 442mm con isolatori capacitivi;
- Montaggio per fusibili altezza 442 mm;
- Indicazione intervento fusibile (1NO);
- Cella di bassa tensione per pannello da 500 mm;
- Bobina di apertura 230Vca;
- 3 Fusibili 40A;
- Resistenza anticondensa con termostato;
- Accessori per classificazione ARCO INTERNO;

N°2 Scomparti partenza linea

Unità Linea tipo I-SDC con Interruttore di manovra-Sezionatore in SF6

(L500 x P1070 x H1700mm)

- GSec - Sezionatore a tre posizioni con sezionatore di terra integrato con comando doppia molla;
- Interblocco con una chiave di linea libero in aperto e una chiave di linea libero in chiuso;
- Interblocco con una chiave di terra libero in aperto e una chiave di terra libero in chiuso;
- Bobina d'apertura 230 VAC;
- Cella di bassa tensione per pannello da 500mm;
- Sistema lampade presenza tensione lato cavi;
- Resistenza anticondensa;
- Accessori per classificazione ARCO INTERNO;

5.7.6 Q-MT – CB2

N°1 Scomparto arrivo linea

Unità linea con Interruttore di manovra-Sezionatore in SF6

(L500 x P1070 x H1700mm)

- GSec - Sezionatore a tre posizioni con sezionatore di terra integrato con comando doppia molla;
- Interblocco con una chiave di linea libero in aperto e una chiave di linea libero in chiuso;
- Interblocco con una chiave di terra libero in aperto e una chiave di terra libero in chiuso;
- Bobina d'apertura 230Vca;
- Cella di bassa tensione per pannello da 500mm;
- Sistema lampade presenza tensione lato cavi;
- Resistenza anticondensa;

- Accessori per classificazione ARCO INTERNO;

N°1 Scomparto protezione trasformatore

Unità con Interruttore di manovra-sezionatore in SF6 e fusibile tipo T-SFC

(L500 x P1070 x H1700mm) - LSC2A

- Sezionatore con potere di chiusura limitato;
- Entrata cavi con 1 conduttore per fase fino a 95 mm²;
- GSec - Sezionatore a tre posizioni con sezionatore di terra integrato con comando doppia molla;
- Interblocco con una chiave di terra libero in chiuso;
- Porta fusibile 442mm con isolatori capacitivi;
- Montaggio per fusibili altezza 442 mm;
- Indicazione intervento fusibile (1NO);
- Cella di bassa tensione per pannello da 500 mm;
- Bobina di apertura 230Vca;
- 3 Fusibili 40A;
- Resistenza anticondensa con termostato;
- Accessori per classificazione ARCO INTERNO;

N°1 Scomparto partenza linea

Unità Linea tipo I-SDC con Interruttore di manovra-Sezionatore in SF6

(L500 x P1070 x H1700mm)

- GSec - Sezionatore a tre posizioni con sezionatore di terra integrato con comando doppia molla;
- Interblocco con una chiave di linea libero in aperto e una chiave di linea libero in chiuso;
- Interblocco con una chiave di terra libero in aperto e una chiave di terra libero in chiuso;
- Bobina d'apertura 230 VAC;
- Cella di bassa tensione per pannello da 500 mm;
- Sistema lampade presenza tensione lato cavi;
- Resistenza anticondensa;
- Accessori per classificazione ARCO INTERNO;

5.7.7 Q-MT – CB3

N°1 Scomparto arrivo linea

Unità linea con Interruttore di manovra-Sezionatore in SF6

(L500 x P1070 x H1700mm)

- GSec - Sezionatore a tre posizioni con sezionatore di terra integrato con comando doppia molla;
- Interblocco con una chiave di linea libero in aperto e una chiave di linea libero in chiuso;
- Interblocco con una chiave di terra libero in aperto e una chiave di terra libero in chiuso;
- Bobina d'apertura 230Vca;
- Cella di bassa tensione per pannello da 500mm;
- Sistema lampade presenza tensione lato cavi;
- Resistenza anticondensa;
- Accessori per classificazione ARCO INTERNO.

N°1 Scomparto protezione trasformatore

Unità con Interruttore di manovra-sezionatore in SF6 e fusibile tipo T-SFC

(L500 x P1070 x H1700mm) - LSC2A

- Sezionatore con potere di chiusura limitato;
- Entrata cavi con 1 conduttore per fase fino a 95 mm²;
- GSec - Sezionatore a tre posizioni con sezionatore di terra integrato con comando doppia molla;
- Interblocco con una chiave di terra libero in chiuso;
- Porta fusibile 442mm con isolatori capacitivi;
- Montaggio per fusibili altezza 442 mm;
- Indicazione intervento fusibile (1NO);
- Cella di bassa tensione per pannello da 500mm;
- Bobina di apertura 230Vca;
- 3 Fusibili 40A;
- Resistenza anticondensa con termostato;
- Accessori per classificazione ARCO INTERNO.

5.7.8 Q-MT – CB4

N°1 Scomparto arrivo linea

Unità linea con Interruttore di manovra-Sezionatore in SF6

(L500 x P1070 x H1700mm)

- GSec - Sezionatore a tre posizioni con sezionatore di terra integrato con comando doppia molla;
- Interblocco con una chiave di linea libero in aperto e una chiave di linea libero in chiuso;

- Interblocco con una chiave di terra libero in aperto e una chiave di terra libero in chiuso;
- Bobina d'apertura 230Vca;
- Cella di bassa tensione per pannello da 500mm;
- Sistema lampade presenza tensione lato cavi;
- Resistenza anticondensa;
- Accessori per classificazione ARCO INTERNO.

N°1 Scomparto protezione trasformatore

Unità con Interruttore di manovra-sezionatore in SF6 e fusibile tipo T-SFC

(L500 x P1070 x H1700mm) - LSC2A

- Sezionatore con potere di chiusura limitato;
- Entrata cavi con 1 conduttore per fase fino a 95 mm²;
- GSec - Sezionatore a tre posizioni con sezionatore di terra integrato con comando doppia molla;
- Interblocco con una chiave di terra libero in chiuso;
- Porta fusibile 442mm con isolatori capacitivi;
- Montaggio per fusibili altezza 442 mm;
- Indicazione intervento fusibile (1NO);
- Cella di bassa tensione per pannello da 500mm;
- Bobina di apertura 230Vca;
- 3 Fusibili 40A;
- Resistenza anticondensa con termostato;
- Accessori per classificazione ARCO INTERNO.

5.7.9 Trasformatori MT/BT

5.7.9.1 *Trasformatore per cabina CB1*

Potenza nominale: 1000kVA

Caratteristiche generali:

Normativa di riferimento EN 50588-1 Ecodesign

Tipo trasformatore RESINA

Tensione primaria (V) 15.000

Commutazione (a vuoto) % $\pm 2 \times 2,5$

Tensione secondaria (a vuoto) (V) 400

Livello d'isolamento primario (kV)	24/50/125
Livello d'isolamento secondario (kV)	1,1/3/-
Frequenza (Hz)	50
Numero delle fasi	3
Gruppo vettoriale	Dyn11
Temperatura ambiente (C°)	40
Sovratemperatura avvolgimenti (K/K)	100/100
Classe di temperatura (AT/BT)	F/F
Materiale avvolgimenti	Alluminio
Tensione di c.c. %	6

5.7.10 Trasformatore per cabina CB2

Potenza nominale: 630kVA

Caratteristiche generali:

Come sopra descritto

5.7.10.1 *Trasformatore per cabina CB3*

Potenza nominale 400kVA

Caratteristiche generali:

Come sopra descritto

5.7.10.2 *Trasformatore per cabina CB4*

Potenza nominale 1250kVA

Caratteristiche generali:

Come sopra descritto

5.7.11 Quadri QG-BT

5.7.11.1 *Quadro QG-BT per cabina CB1*

Caratteristiche costruttive generali:

- Struttura portante in lamiera d'acciaio Sendzimir pressopiegata;
- Cimasa e basamento in lamiera d'acciaio Sendzimir;
- Portine frontali a battente in lamiera verniciata, con cerniere interne in acciaio tropicalizzato e chiusura a impronta triangolare;
- Sistema di sbarre di distribuzione in rame elettrolitico a spigoli arrotondati, rinvivate nelle giunzioni, con supporti reggi sbarre di tipo a pettine componibili e isolatori in araldite;

- Connessioni secondarie realizzate con conduttori antifiamma di tipo N07-VK secondo CEI 20-22 con sezione minima 1,5 mmq;
- Connessione di terra facenti capo a una sbarra di rame corrente su tutto il quadro nella parte bassa, di adeguata sezione;
- Golfari di sollevamento smontabili;
- Targhette di identificazione apparecchi, pantografate;
- Grado di protezione: secondo IEC 529;
- Norme di applicazione: CEI – EN 60439-1;
- RAL 7035.

Caratteristiche specifiche:

- Accessibilità dal fronte;
- Forma 4;
- IP 30;
- 3 colonne;
- Dimensioni indicative mm. 1400(L)x2200(H)x560(P);
- In=1600A.

5.7.11.2 Quadro QG-BT per cabina CB2

Caratteristiche costruttive generali:

Come sopra descritto

Caratteristiche specifiche:

- Accessibilità dal fronte;
- Forma 4;
- IP 30;
- 3 colonne;
- Dimensioni indicative mm. 1400(L)x2200(H)x560(P);
- In=1000A.

5.7.11.3 Quadro QG-BT per cabina CB3

Caratteristiche costruttive generali:

Come sopra descritto

Caratteristiche specifiche:

- Accessibilità dal fronte;

- Forma 4;
- IP 30;
- 3 colonne;
- Dimensioni indicative mm. 1400(L)x2200(H)x560(P);
- In=1000A.

5.7.11.4 Quadro QG-BT per cabina CB4

Caratteristiche costruttive generali:

Come sopra descritto

Caratteristiche specifiche:

- Accessibilità dal fronte;
- Forma 4;
- IP 30;
- 5 colonne;
- Dimensioni indicative mm. 2400(L)x2200(H)x560(P);
- In=2000A.

5.8 Linee di alimentazione MT

I collegamenti in media tensione fra la cabina CB1 e le cabine CB2, CB3 e CB4 saranno realizzati mediante linee in cavi unipolari posati in canalizzazione metallica zincata e asolata, dotata di coperchio (dimensione 150x80mm) che sarà posata a parete all'interno del muro perimetrale di confine dello stabilimento.

5.8.1 Linee alimentazione e via cavo

Le linee in cavo dai quadri elettrici di bassa tensione interni alle cabine alle utenze, con caratteristiche come di seguito riportate nelle tabelle sottostanti, saranno posate ove possibile all'interno di canalizzazione metallica zincata e asolata, dotata di coperchio (dimensione 150x80mm) che sarà posata a parete all'interno del muro perimetrale di confine dello stabilimento.

I tratti finali dalla canalizzazione principale alla singola utenza saranno realizzati a seconda dei casi in cavidotto interrato o in canalizzazione a pavimento.

5.9 Provenienza e qualità dei materiali

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori tutti i materiali che intende utilizzare per la realizzazione delle opere.

In relazione alla qualità ed alle caratteristiche dei materiali utilizzati, per la loro accettazione, l'Appaltatore sarà obbligato a presentare (nel modo e misura riportate nel seguito della presente specifica tecnica) le prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché quelle di campioni prelevati in corso d'opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad un laboratorio/istituto debitamente riconosciuto. L'Appaltatore sarà tenuto anche a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe dei laboratori/istituti stessi.

In genere i materiali occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da ditte fornitrici o da cave e località che l'impresa riterrà di sua convenienza, purché gli stessi siano rispondenti ai requisiti di cui ai seguenti paragrafi.

Tuttavia, resta sempre all'impresa la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni esaminati, o fatti esaminare, dalla Direzione dei lavori.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questa specifica tecnica può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere devono rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente disciplinare tecnico d'appalto. In assenza di nuove ed aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive.

5.10 Riconsegna delle aree

A conclusione di tutte le attività, l'Appaltatore dovrà provvedere allo sgombero completo delle aree occupate dai materiali residui ancora presenti, dalle attrezzature e dai mezzi di cantiere utilizzati e da tutte le installazioni provvisorie non più necessarie.

Tutte le superfici che erano dotate di pavimentazione in calcestruzzo e asfalto dovranno risultare ripristinate. Eventuali spuntoni o ferri di armatura sporgenti dalle fondazioni dovranno essere tagliati a raso. Le superfici ad oggi ricoperte da vegetazione dovranno risultare completamente pulite e sfalciate.

Dovranno essere inoltre eseguite tutte le lavorazioni necessarie alla messa in sicurezza delle aree di lavoro quali, a titolo indicativo e non esaustivo:

- Protezione di eventuali aperture che dovessero crearsi a livello del piano di campagna;
- Ripristino della recinzione di stabilimento con particolare riferimento agli edifici posti sul perimetro, per i quali si prevede di lasciare in opera i tamponamenti di facciata prospicienti l'esterno, compresa eventuale chiusura delle aperture verso l'esterno.
- Taglio o profilatura di tutte le strutture o gli elementi che spiccano dal piano di campagna e che possono rappresentare rischio di inciampo;
- Pulizia finale delle aree mediante motospazzatrice;
- Raccolta di residui di frammenti metallici con magnete.

6 GESTIONE DELLE MATERIE E DEI RIFIUTI

6.1 Gestione materie

Il documento 60705578_CBS_00_RL03_2_0 "Relazione Gestione delle materie" si inserisce nell'ambito delle attività di progettazione definitiva per i lavori di decommissioning, bonifica e messa in sicurezza per lo "Stabilimento Caffaro Brescia" e riporta dettagliatamente le modalità di gestione dei materiali che verranno prodotti nell'ambito dei suddetti interventi.

Le tipologie di matrici che saranno prodotte sono di diversa provenienza e quantità in relazione alle attività e fase esecutiva che si prevede di realizzare.

I terreni profondi di risulta dalle operazioni di "soil replacement" (bonifica suoli profondi, nonché in generale i terreni di scotico e quelli derivanti dalla realizzazione delle opere di raccolta acque meteoriche, saranno incapsulati nell'area di MISP e quindi saranno oggetto di una messa in sicurezza permanente in Sito.

I materiali derivanti dalle operazioni di demolizione di impianti ed edifici saranno trattati come rifiuti e gestiti come tali ai sensi della vigente normativa e secondo le modalità riportate negli elaborati di Progetto e nel presente Capitolato.

6.2 Gestione rifiuti

Per la disciplina contrattuale e amministrativa relativa alla gestione e trasporto dei rifiuti si rimanda al Capitolato Speciale d'Appalto – Parte Amministrativa (Sezione 14, Art.95-98).

Per il dettaglio circa il censimento rifiuti effettuato in sito e le indicazioni sulla corretta gestione dei rifiuti presenti in sito si rimanda alla relazione specialistica 60705578_CBS_08_RL01_2_0_WST_ALL01_Piano di bonifica rifiuti e residui di processo, allegata alla relazione 60705578_CBS_08_RL01_2_0_Relazione tecnica decommissioning.

Le operazioni di demolizione e decommissioning comporteranno la produzione, a titolo esemplificativo e non esaustivo, dei seguenti rifiuti:

- materiali metallici
- calcestruzzo e refrattari
- guaine
- cartongesso
- rifiuti ingombranti da strip out
- inerti provenienti dalla demolizione delle strutture in calcestruzzo armato e civili in genere;
- asfalto
- vetro, legno e plastica;
- fibre artificiali vetrose e coibentazioni varie;
- rifiuti assimilabili agli urbani;
- residui solidi di processo;
- liquami e materiali provenienti dallo svuotamento e dalla pulizia industriale degli impianti, macchinari, tubazioni, ecc.
- acidi e reagenti
- mercurio
- materiali contaminati da amianto provenienti dalle operazioni di bonifica.

Gli oneri per lo smaltimento a carico dell'Appaltatore comprendono e compensano le seguenti attività:

- le indagini di caratterizzazione;
- eventuali accatastamenti del materiale in cantiere necessari per l'esecuzione delle analisi di caratterizzazione;
- confezionamento ed etichettatura a norma di legge (anche ai sensi della norma ADR se applicabile);
- eventuali movimentazioni in cantiere, operazioni di confinamento o separazione di materiale;
- eventuale costruzione di siti provvisori per il deposito temporaneo;
- eventuali siti per l'asciugatura del materiale prima del trasporto a smaltimento.

L'Appaltatore è tenuto a privilegiare, per quanto possibile, destinazioni di recupero.

Si precisa che rientra fra gli oneri dell'Appaltatore il carico del materiale su automezzi autorizzati, il trasporto a destinazione e lo smaltimento/conferimento ad impianto di destino finale di tutti i rifiuti prodotti in cantiere.

La localizzazione e la scelta del sito di smaltimento dovranno essere autorizzate dal responsabile del Procedimento su richiesta del Direttore dei Lavori (DL).

Le analisi di caratterizzazione dei rifiuti e le omologhe per lo smaltimento rimangono a carico dell'Appaltatore e devono essere eseguite da un laboratorio accreditato ed approvato dalla Committente e della Direzione Lavori.

I risultati ottenuti in tali laboratori sono i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

Tutto quanto previsto nel presente articolo è a carico totale dell'Appaltatore e deve intendersi ricompreso nei prezzi offerti, ove non espressamente esposti.

6.2.1 Possibilità di trattamento in sito delle macerie da demolizione (rifiuti inerti)

L'Appaltatore avrà facoltà di proporre, nell'ambito della propria offerta tecnico-economica, l'eventuale trattamento in sito dei materiali provenienti dalle demolizioni classificati come rifiuti inerti per i soli codici di autorizzazione dell'Impianto mobile che l'Appaltatore appronterà in cantiere.

Tale possibilità dovrà in ogni caso inquadarsi come miglioria e per la stessa dovrà essere dimostrato un vantaggio rispetto all'invio ad impianti esterni in termini di riduzione delle tempistiche di intervento rispetto al cronoprogramma dei lavori e/o riduzione dei costi di intervento rispetto all'invio ad un impianto esterno.

L'Appaltatore dovrà in tal caso, predisporre tutta la documentazione autorizzativa per la campagna mobile di recupero rifiuti ai sensi dell'art. 208 del D.Lgs. 152/06.

Prima di sottoporre i rifiuti inerti alle operazioni di trattamento saranno effettuate, su alcuni campioni rappresentativi, le analisi di caratterizzazione al fine di escludere la pericolosità, nonché il test di cessione in conformità all'allegato 3 del D.M. 05/02/98, come modificato dal D.M. 186 del 05/04/06.

Dopo l'operazione di trattamento i materiali dovranno essere stoccati in cumuli da 3.000 mc; da ogni cumulo sarà prelevato un campione rappresentativo che sarà sottoposto all'analisi di caratterizzazione comprensiva del test di cessione come da D.M. 05/02/98 modificato dal D.M. n. 186 del 05/04/06, per verificarne la conformità alle specifiche tecniche ed all'eco compatibilità di cui all'allegato C della circolare del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 15 luglio 2005, n. UL/2005/5205. Dalle operazioni di recupero dovranno quindi essere ottenute materie prime secondarie per l'edilizia con caratteristiche conformi all'Allegato C della Circolare del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 15 luglio 2005, n. UL/2005/5205 che dovranno essere destinate a riutilizzo presso siti esterni individuati dall'Appaltatore.

Allo stato attuale non è previsto il riutilizzo in sito di eventuali inerti derivanti dal trattamento in sito.

Qualora il materiale non risultasse conforme all'Allegato C dovrà essere conferito, accompagnato dal relativo formulario di identificazione dei rifiuti, ad altri impianti autorizzati al recupero e/o allo smaltimento; tutti i costi sostenuti saranno a totale carico dell'Appaltatore.

L'attività dovrà essere esercitata nel rispetto di tutte le prescrizioni contenute nel D.Lgs. 152/06, delle vigenti leggi sulla tutela della salute dell'uomo e dell'ambiente, nonché di sicurezza sul lavoro. Tutte le operazioni dovranno essere volte ad evitare ogni danno o pericolo per la salute, l'incolumità, il benessere e la sicurezza della collettività, dei singoli e degli addetti, a garantire il rispetto delle esigenze igienico sanitarie ed ogni rischio di inquinamento dell'aria, dell'acqua, del suolo e del sottosuolo, nonché ad evitare ogni inconveniente derivante dai rumori. I materiali recuperati ed i rifiuti decadenti dall'attività dell'impianto dovranno essere ammassati separatamente per tipologie omogenee e posti in condizioni di sicurezza.

6.2.1.1 *Trasporti e smaltimenti*

Ai sensi dell'art. 179 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., tutti i rifiuti prodotti in cantiere, in funzione dei relativi codici E.E.R., dovranno essere inviati ad impianti di pretrattamento e/o avvio al recupero e/o a discariche autorizzate per il loro smaltimento.

Il trasporto dei rifiuti dovrà essere svolto in modo tale da ottimizzare il numero di viaggi necessari.

Le operazioni di carico dei rifiuti devono avvenire nel rispetto dei requisiti già specificati per la rimozione e la movimentazione; in alcuni casi si possono utilizzare gli stessi cassoni scarrabili usati per la movimentazione anche per il trasporto.

Durante le fasi di carico i motori dei mezzi pesanti adibiti al trasporto materiale dovranno essere spenti.

Come previsto dall'art. 193 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i., i rifiuti contenenti amianto dovranno essere consegnati al trasportatore imballati ed etichettati.

Durante il trasporto, sino al conferimento in discarica, il rifiuto sarà accompagnato dal Formulario di identificazione del Rifiuto.

I mezzi che trasporteranno il rifiuto agli appositi impianti di avvio al recupero, pretrattamento o smaltimento saranno adeguatamente coperti per evitare durante il trasporto la fuoriuscita di frammenti di piccole dimensioni per azione delle turbolenze indotte dal movimento o anche l'infiltrazione di acque meteoriche. Essi, inoltre, dovranno essere in perfetto stato manutentivo e dotati dei certificati e dei collaudi previsti per Legge.

Il trasporto dei materiali all'impianto di avvio al recupero/smaltimento, da prevedere a qualsiasi distanza dal sito in oggetto, sarà eseguito da azienda autorizzata e iscritta all'Albo Nazionale dei Gestori Ambientali, che svolgerà la sua attività in conformità all'art. 193 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.

Qualora sottoposto alla normativa ADR il trasporto dovrà essere effettuato secondo le prescrizioni e modalità previste dalla norma.

Dopo lo scarico nell'impianto di smaltimento e/o recupero autorizzato verrà rilasciata copia del formulario attestante l'avvenuto smaltimento. A valle dell'esecuzione delle attività, su richiesta della DL o della Stazione Appaltante, dovranno essere esibiti tutti i formulari di trasporto dei rifiuti e le autorizzazioni degli impianti finali di smaltimento e/o recupero.

La Direzione Lavori ha facoltà di presenziare, con il proprio personale, alle operazioni di conferimento presso il sito ove avviene il conferimento del materiale. È facoltà della Stazione Appaltante compiere accessi e verifiche presso i siti e gli impianti di trattamento/smaltimento finale cui l'Appaltatore conferisce i materiali rimossi dall'area oggetto di intervento, al fine di verificare la piena e completa rispondenza della procedura adottata con quanto dichiarato dall'Appaltatore e con quanto previsto dalle normative vigenti in materia.

Sono compensati nei prezzi di appalto il trasporto e conferimento dei rifiuti ai centri di smaltimento finale autorizzati, inclusi tutti gli annessi oneri ed adempimenti amministrativi, in conformità alle norme vigenti: compilazione Formulario di identificazione, moduli, relative polizze assicurative e fidejussorie come per legge, tenuta dei Registri di carico-scarico, compilazione del Modello Unico di Dichiarazione (MUD), firma degli stessi, produzione di tutta la documentazione comprovante l'avvenuto smaltimento finale.

Gli elementi derivanti dalle demolizioni contenenti fibre di amianto, presenti nelle strutture da demolire, dovranno essere trattati secondo quanto prescritto dal DM 06/09/94 e s.m.i., avendo particolare cura in riferimento alle dotazioni di sicurezza previste per il personale preposto ed alle modalità di trasporto oltretutto di smaltimento.

Si procederà alla pulizia completa dell'area di intervento adottando il medesimo processo di smaltimento di cui ai punti precedenti per gli eventuali residui di materiale.

6.2.1.2 Pesatura dei rifiuti e dei metalli

L'Appaltatore dovrà effettuare le operazioni di pesatura dei rifiuti confezionati e dei metalli, in contraddittorio con il Direttore dei Lavori o un rappresentante dallo stesso delegato, presso un apposito sistema di pesatura che dovrà essere fornito, posto in opera in un'apposita area interna al cantiere e tarato.

La pesa dovrà essere opportunamente dimensionata, a cura dell'Appaltatore, tenendo in debita considerazione anche il traffico dei mezzi e la frequenza di passaggio degli stessi, così come previsti dal piano operativo redatto dall'Appaltatore.

La pesa di fornitura dell'Appaltatore dovrà essere di tipo elettronico, certificata e provvista di stampante per il rilascio del certificato di pesata. Si richiede che lo strumento abbia un fattore di protezione pari a IP67 e un errore massimo cumulativo pari a 0,02% sul fondo scala. La portata della pesa deve essere pari a 60 ton.

Qualora ne fosse accertato il funzionamento di concerto con la Direzione Lavori, potrà essere utilizzata alternativamente la pesa già ubicata in sito.

Il certificato di taratura dovrà essere emesso da un laboratorio o da centri accreditati SIT che saranno proposti dall'Appaltatore e accettati dal Direttore dei lavori.

La procedura di taratura da effettuare deve essere dichiarata e svolta alla presenza del Direttore dei Lavori.

6.2.1.3 Proprietà dei Rifiuti ferrosi

Tutti i rifiuti ferrosi demoliti resteranno di proprietà dell'Appaltatore. Tutti i materiali metallici demoliti dovranno essere accuratamente puliti e bonificati dall'Appaltatore, sia internamente che esternamente, da ogni traccia di residui di processo.

Le tubazioni e apparecchiature saranno rottamate mediante taglio a caldo o freddo in dimensioni compatibili per il recupero (pronto forno).

Si sottolinea che ai fini del recupero, i materiali ferrosi dovranno essere conformi ai limiti indicati da normative specifiche (Regolamento 333/2011/Ue relativo a Criteri per determinare quando alcuni rottami metallici cessano di essere considerati rifiuti ("end of waste") - Ferro, acciaio e alluminio) e dalle autorizzazioni vigenti degli impianti di destinazione. In particolare, il punto 2 dell'allegato 1 al Regolamento 333/2011/Ue indica quali sono i rifiuti utilizzati come materiale dell'operazione di recupero.

6.2.1.4 Deposito temporaneo

Entro l'area di cantiere, dovrà essere individuata un'area adibita a Deposito Temporaneo dove saranno depositati tutti i rifiuti prodotti dalle operazioni di strip-out o bonifica per il tempo necessario alla loro caratterizzazione ed il successivo avvio ad operazioni di smaltimento/recupero nel rispetto di quanto stabilito dall'art.183, lettera bb) del D.Lgs. 152/06.

L'area dovrà essere dotata di pavimentazione regimazione e raccolta delle acque meteoriche e sarà dotata di recinzione perimetrale ed al suo interno saranno posti dei cassoni scarrabili per la separazione dei rifiuti in classi omogenee, cisternette e contenitori in funzione dello stato chimico fisico dei prodotti stoccati.

Ove possibile sarà da privilegiare un'area dotata di copertura in tal caso all'area potrà essere priva di sistema di raccolta delle acque. In caso di deposito temporaneo di rifiuti contenenti amianto questi saranno opportunamente raccolti, depositati separatamente da altri rifiuti di diversa natura e, nel caso in cui si rinvenivano diverse tipologie di rifiuti contenenti amianto, esse dovranno essere mantenute separate.

Si precisa che le aree di deposito temporaneo rifiuti non potranno essere stoccati e gestiti i materiali derivanti dalla bonifica dei suoli profondi che saranno, invece, inviati ad incapsulamento nell'area di MISP.

7 MONITORAGGI E COLLAUDO

Sarà a carico dell'Appaltatore l'attività di controllo e monitoraggio, nell'ambito della gestione coordinata prevista dall'art 14 del Capitolato speciale d'appalto - Parte amministrativa, del processo nell'area di bonifica fino al collaudo delle opere, nonché la responsabilità delle eventuali criticità insorte e la conseguente realizzazione di misure riparative.

7.1 Monitoraggio della qualità dell'aria

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

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

I presidi di monitoraggio della qualità dell'aria saranno installati con le seguenti modalità:

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

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

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

7.1.1 Metodologie di rilievo

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

1. Campionatori passivi (tipo Radiello) ubicati a bordo scavo per la rilevazione dei COV. Il campionamento verrà effettuato al fine di ottenere una misura delle concentrazioni del suddetto parametro durante l'attività giornaliera (ossia sulle 8 ore lavorative previste). I filtri dei campionatori saranno quindi posizionati all'inizio della giornata lavorativa e ritirati alla fine della stessa, e saranno inviati ad analisi presso un laboratorio esterno accreditato;
2. Campionatori a fiala attivi per il monitoraggio di mercurio, fitofarmaci e PCB. Il campionamento verrà effettuato al fine di ottenere una misura delle concentrazioni dei suddetti parametri durante l'attività giornaliera (ossia sulle 8 ore lavorative previste). I filtri dei campionatori saranno posizionati all'inizio della giornata lavorativa e ritirati alla fine della stessa, e saranno quindi inviati ad analisi presso un laboratorio esterno accreditato;
3. Fotoionizzatore portatile (PID) per la misura strumentale diretta in campo del parametro COV nel corso dell'intera durata giornaliera delle attività di scavo;
4. Rilevatore di vapori di mercurio (Hg);
5. Stazioni fisse per il monitoraggio del parametro Polveri, costituite da pompe di campionamento ad alto volume (mod. Tecora Charlie o equivalente) atte al prelievo dei campioni per le successive analisi da effettuarsi a cura di un laboratorio esterno accreditato. Anche in questo caso il campione sarà rappresentativo dell'attività giornaliera (8 ore lavorative previste).
6. Deposimetro: sistema di raccolta passivo costituito da un bulk in vetro per la determinazione di inquinanti quali PCB e diossine. I deposimetri saranno esposti all'aria ambiente per un periodo pari a un mese. Al termine di ogni periodo di esposizione si provvederà a raccogliere il campione da analizzare, procedendo ad un accurato lavaggio della superficie interna dei deposimetri, e raccogliendo la soluzione acquosa di lavaggio da sottoporre ad analisi di laboratorio.

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

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

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

I COV totali saranno calcolati come sommatoria delle singole molecole individuate. Il limite di rilevabilità analitica per ogni molecola è pari a 5 µg/campione, pari a circa 0,15 mg/m³ su 8 ore di posizionamento del radiello.

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

Monitoraggio dei parametri Mercurio, Fitofarmaci e PCB

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

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

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

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

7.2 Monitoraggio polveri

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

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

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

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

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

7.2.1 Abbattimento polveri

Dovrà essere cura ed onere dall'Appaltatore limitare la dispersione di polveri nel corso di qualsiasi attività di scorbentazione e demolizione nonché durante le attività di scavo previste.

Durante le operazioni di demolizione, frantumazione e carico macerie l'Appaltatore dovrà procedere all'installazione di idonei sistemi di abbattimento delle polveri posizionati in funzione dell'avanzamento della demolizione e della direzione del vento.

A titolo esemplificativo e non esaustivo dovranno essere previsti sistemi di abbattimento polveri sia a terra mediante fog cannon e lance sia in quota mediante ugelli sul braccio dell'escavatore e lance ad acqua su PLE.

La tipologia ed il sistema di abbattimento scelto dall'Appaltatore dovrà essere idoneo ad evitare la trasmissione di polveri alle aree poste al di fuori del cantiere.

Tutto quanto previsto nel presente articolo è ad integrale onere dell'Appaltatore e deve intendersi compreso nei costi degli interventi di demolizione e bonifica.

7.3 Monitoraggio delle acque di falda

Il monitoraggio della qualità delle acque di falda sarà pianificato, in questa fase di intervento, quale monitoraggio degli effetti delle attività previste nell'ambito del Stralcio di Prima Fase, in attesa delle successive fasi di appalto per il completamento degli interventi bonifica previsti nel POB. Tali monitoraggi non costituiranno in nessun modo, pertanto, il collaudo finale dell'intervento per il raggiungimento degli obiettivi di bonifica definiti dall'Analisi di Rischio per la matrice acque sotterranee.

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

L'attività di monitoraggio della rete piezometrica, comprenderà i seguenti punti (rif. cap.12 Relazione Illustrativa 60705578_CBS_00_RL01_2_0):

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

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

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

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

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

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

L'Appaltatore dovrà garantire l'integrità dei sistemi di monitoraggio installati, facendosi carico integralmente di eventuali danneggiamenti provocati a tali sistemi.

7.4 Presidi di monitoraggio delle opere di MISP

7.4.1 Prescrizioni

Per quanto riguarda il monitoraggio del sistema di MISP si dovrà tener conto, anche in sede di progettazione esecutiva, delle seguenti prescrizioni:

- sui materiali conferiti in MISP deve essere predisposto un monitoraggio dei vapori, anche con l'utilizzo di camere di flusso, e deve essere allestito, ove necessario, un impianto di captazione, estrazione e trattamento. In fase di predisposizione del Piano di monitoraggio, gli Enti con competenze sanitarie devono fornire gli approfondimenti necessari e le eventuali valutazioni tecniche al fine di definire limiti per le sostanze volatili (in particolare COV e Mercurio) da applicarsi in corso d'opera (Art. 1 Comma 14 Decreto Direttoriale di approvazione POB);

- per quanto riguarda il sistema di raccolta e monitoraggio delle condense, deve essere previsto un Piano di gestione e monitoraggio delle stesse che ne garantisca il tempestivo allontanamento durante le fasi di realizzazione dell'impianto di MISP (Art. 1 Comma 16 Decreto Direttoriale di approvazione POB);
- per quanto attiene al sistema di captazione vapori sottostante il capping di fondo, deve essere integrato il Piano di monitoraggio, introducendo una serie di verifiche dei soil gas anche in fase di realizzazione del sistema di MISP (Art. 1 Comma 17 Decreto Direttoriale di approvazione POB);
- per quanto riguarda il monitoraggio post operam, deve essere effettuato, anche in fase di realizzazione del sistema di MISP, un monitoraggio con adeguata frequenza della rete di raccolta delle condense e delle acque superficiali di drenaggio del sito, le cui modalità devono essere stabilite di concerto con gli Enti di controllo (Art. 1 Comma 19 Decreto Direttoriale di approvazione POB).

7.4.2 Sistema di raccolta e monitoraggio condense e vapori

I cumuli realizzati mediante l'incapsulamento dei materiali descritti precedentemente saranno costituiti da materiale dotato di scarsa umidità, non biodegradabile, per il quale non si prevede una produzione di biogas, nè di percolato, quanto al limite di una frazione di condense.

La progettazione dei rilevati oggetto di MISP ha quindi previsto la possibilità di drenare, raccogliere e smaltire le condense che si potrebbero venire a creare all'interno dei cumuli confinati.

Il sistema dovrà garantire la raccolta dei liquidi perché ristagni d'acqua potrebbero comportare una diminuzione della stabilità dei cumuli. A tal fine si prevede la realizzazione di una rete di raccolta condense all'interno dei rilevati formata da tubazioni in HDPE fessurate DE200 che recapitino l'eventuale accumulo di condensa fino a pozzetti in HDPE posti esternamente ai depositi. La giunzione in prossimità dello strato impermeabilizzante è prevista a tenuta.

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

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

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

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

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

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

7.4.3 Sistema di captazione vapori sottostante il capping di fondo

Nell'intorno delle aree di appoggio dei cumuli, si prevede la realizzazione di una rete costituita da tubi drenanti HDPE DN63mm con funzione di captazione di eventuali gas interstiziali dei terreni in posto, la cui condizione di stabilità/equilibrio potrebbe venire perturbata dalla variazione dello stato tensionale a seguito del carico trasmesso dai rilevati.

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

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

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

7.4.4 Piano di gestione e monitoraggio vapori e condense in operam

7.4.4.1.1 Monitoraggio acque superficiali di drenaggio

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

7.4.4.1.2 Monitoraggio gas interstiziali – Rete di captazione sotto telo

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

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

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

Tabella 8: Piano dei controlli in operam

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

7.4.4.2 Piano di gestione e monitoraggio vapori e condense post operam

7.4.4.2.1 Monitoraggio acque superficiali di drenaggio

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

7.4.4.2.2 Monitoraggio rete di raccolta condense

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

7.4.4.2.3 Monitoraggio gas interstiziali - Rete di captazione interna

Al fine di verificare la concentrazione di composti volatili nei gas captati dalla rete interna ai sistemi di incapsulamento e monitorarne l'evoluzione nel tempo, si prevede di effettuare un monitoraggio dei gas con frequenza semestrale mediante verifica con strumentazione portatile (PID e rilevatore vapori di mercurio) dai terminali della rete di captazione. In caso di rilevamento di concentrazioni significative di composti volatili organici o inorganici si procederà al campionamento dei gas interstiziali mediante fiale per le determinazioni analitiche di laboratorio.

7.4.4.2.4 Monitoraggio gas interstiziali – Rete di captazione sotto telo

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

7.4.4.2.5 Monitoraggio soil gas – Strato di copertura superficiale

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

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

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

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

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

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

Tabella 9: Piano dei controlli post operam

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

7.5 Collaudabilità dell'intervento

Ai fine dell'espletamento delle fasi di collaudo parziale e del collaudo finale, l'Appaltatore dovrà eseguire, in accordo con la Direzione Lavori, propri controlli interni finalizzati a verificare che vi siano i presupposti affinché il collaudo abbia esito positivo.

Come già indicato, nell'ambito dello Stralcio di Prima Fase non sono previsti interventi sui suoli superficiali; pertanto, non sono previsti collaudi di fondo scavo o pareti di scavo e confronto con Concentrazioni Soglia di Contaminazione o rischio, derivanti dalla Analisi di Rischio sito Specifica.

L'intervento si considererà collaudabile, ai fini degli obblighi contrattuali, ove i risultati delle prove e test prestazionali evidenzino, in particolare, il rispetto delle specifiche di progetto e delle caratteristiche prestazionali e/o dimensionali richieste, ove non modificate dall'esito delle indagini di remedial investigation e successiva progettazione esecutiva.

L'Appaltatore potrà prelevare campioni, in accordo con la Direzione Lavori, per proprie verifiche. In caso di esito negativo di collaudi parziali o del collaudo definitivo, l'Appaltatore dovrà eseguire ulteriori opere, fino a collaudo con esito positivo, con ogni onere a suo carico.

Le eventuali prove/analisi di collaudo sono a carico dell'Appaltatore e operate avvalendosi di Laboratori di fiducia della Committenza.

ALLEGATI

ALLEGATO 1



*Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio e del Mare*

DIREZIONE GENERALE PER IL RISANAMENTO AMBIENTALE

Decreto con determinazione motivata di conclusione positiva, ex articolo 14-bis, comma 5, della Legge 7 agosto 1990, n. 241, della conferenza di servizi decisoria, indetta con nota del 10 giugno 2020 con protocollo n. 43256/MATTM, relativa al sito di bonifica di interesse nazionale di “Brescia - Caffaro”, per l’approvazione del “Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)”, così come integrato dal documento “Controdeduzioni relative alle osservazioni tecniche inviate da ARPA Lombardia al Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente”. Commissario Straordinario Delegato del Sito di Interesse Nazionale di “Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)”.

Vista la Legge 8 luglio 1986, n. 349 recante “Istituzione del Ministero dell’Ambiente e norme in materia di danno ambientale”;

Vista la Legge 7 agosto 1990, n. 241 recante “Nuove norme sul procedimento amministrativo”, in particolare gli articoli 14 e segg.;

Visto il Decreto Legislativo 30 luglio 1999, n. 300 recante “Riforma dell’organizzazione del Governo, a norma dell’articolo 11 della Legge 15 marzo 1997, n. 59”;

Vista la Legge 31 luglio 2002, n. 179 recante “Disposizioni in materia ambientale” che, all’articolo 14, individua, tra gli altri, l’intervento relativo al sito di “Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)” come intervento di bonifica di interesse nazionale;

Visto il Decreto del Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio del 24 febbraio 2003 recante la perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale “Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)”;

Visto il Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 recante “Norme in materia ambientale”, in particolare gli articoli 242 e 252;

Visto il Decreto del Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, di concerto con il Ministro dell’Economia e delle Finanze, n. 78 del 28 marzo 2019 recante il rinnovo al Dott. Roberto Moreni dell’incarico di Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale “Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)”;

Visto il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 19 giugno 2019, n. 97 recante “Regolamento di organizzazione del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, dell’Organismo indipendente di valutazione della performance e degli Uffici di diretta collaborazione”;

✓ Resp. Div.: Distaso L.
Ufficio: RiA_03
Data: 04/09/2020

Visto, in particolare, l'articolo 26 del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 19 giugno 2019, n. 97 che regola la fase transitoria della riorganizzazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;

Visto il Decreto-legge 21 settembre 2019, n. 104, convertito con modificazioni dalla Legge 18 novembre 2019, n. 132, recante "Disposizioni urgenti per il trasferimento di funzioni e per la riorganizzazione dei Ministeri per i Beni e le Attività Culturali, delle Politiche Agricole Alimentari, Forestali e del Turismo, dello Sviluppo Economico, degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale, delle Infrastrutture e dei Trasporti, dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, nonché per la rimodulazione degli stanziamenti per la revisione dei ruoli e delle carriere e per i compensi per lavoro straordinario delle Forze di polizia e delle Forze armate, in materia di qualifiche dei dirigenti e di tabella delle retribuzioni del personale del Corpo nazionale dei vigili del fuoco e per la continuità delle funzioni dell'Autorità per le garanzie nelle comunicazioni";

Visto il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 19 dicembre 2019 recante il conferimento al dott. Giuseppe Lo Presti dell'incarico di Direttore della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;

Vista la nota del Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" del 23 maggio 2019 con protocollo n. 188, acquisita al protocollo della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 10094/STA del 23 maggio 2019, con la quale si chiede alla Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di fissare un incontro tecnico per l'illustrazione e la valutazione del "Progetto operativo di bonifica e di messa in sicurezza permanente dell'area dello stabilimento Caffaro di Brescia";

Visto il "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dello Stabilimento Caffaro Brescia" trasmesso dal Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro" con nota del 12 giugno 2019 con protocollo n. 212, acquisita al protocollo della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 11699/STA del 12 giugno 2019;

Vista la nota della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 25 giugno 2019 con protocollo n. 12751/STA, con la quale è stata indetta per il giorno 17 luglio 2019 la prima riunione di una conferenza di servizi istruttoria per l'esame del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dello Stabilimento Caffaro Brescia";

Visto il verbale della riunione del 17 luglio 2019 della conferenza di servizi istruttoria trasmesso dalla Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota del 29 luglio 2019 con protocollo n. 15644/STA;

Vista la nota della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 25 settembre 2019 con protocollo n. 19449/STA, con la quale è convocato per il giorno 1° ottobre 2019 un tavolo tecnico avente ad oggetto il "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dello Stabilimento Caffaro Brescia" attesa la necessità di acquisire chiarimenti per la prosecuzione dell'iter istruttoria;

Visto il parere sul "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dello Stabilimento Caffaro Brescia" trasmesso dall'INAIL con nota dell'8 ottobre 2019 con protocollo n. 8832, acquisita al protocollo della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 20458/MATTM dell'8 ottobre 2019;

Visto il resoconto del tavolo tecnico del 1° ottobre 2019, con allegato anche il parere dell'INAIL di cui al punto precedente, trasmesso dalla Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota del 4 novembre 2019 con protocollo n. 22423/STA;

Vista la nota della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 22 novembre 2019 con protocollo n. 24003/STA, con la quale è convocato per il giorno 28 novembre 2019 un tavolo tecnico avente ad oggetto la presentazione dell'aggiornamento del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente dello Stabilimento Caffaro Brescia";

Visto il "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)" trasmesso dal Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" con nota del 9 dicembre con protocollo n. 505, acquisita al protocollo della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ai nn. 25356/STA, 25364/STA, 25367/STA, 25370/STA, 25371/STA, 25372/STA e 25373/STA del 9 dicembre 2019;

Vista la nota della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare dell'11 dicembre 2019 con protocollo n. 25525/STA, con la quale è stata indetta per il giorno 17 dicembre 2019 la seconda riunione di una conferenza di servizi istruttoria per l'esame del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)";

Visto il resoconto del tavolo tecnico del 28 novembre 2019 trasmesso dalla Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota del 24 dicembre 2019 con protocollo n. 26581/STA;

Visto il verbale della riunione del 17 dicembre 2019 della conferenza di servizi istruttoria trasmesso dalla Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota del 22 gennaio 2020 con protocollo n. 3172/MATTM, con allegati i seguenti pareri acquisiti dopo la riunione stessa:

- parere dell'ATS Brescia trasmesso con nota del 19 dicembre 2019, acquisita al protocollo della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 26346/STA del 20 dicembre 2019;
- parere dell'INAIL trasmesso con nota del 20 dicembre 2019 con protocollo n. 11378, acquisita al protocollo della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 26456/STA del 23 dicembre 2019;

Vista la nota della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 24 gennaio 2020 con protocollo n. 4118/MATTM, con la quale si forniscono indicazioni relativamente ai materiali da demolizione non conformi e all'assoggettabilità degli stessi a messa in sicurezza permanente;

Visto il parere sul "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)" trasmesso dall'ARPA Lombardia – Dipartimento di Brescia con nota del 28 gennaio 2020 con protocollo n. 12439, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 5177/MATTM del 29 gennaio 2020;

Considerato che, a seguito delle osservazioni contenute nel parere dell'ARPA Lombardia di cui al punto precedente, su richiesta dell'Agenzia, è stata convocata dalla Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare una

riunione tecnica con la partecipazione dei tecnici dell'ISPRA e dell'ARPA Lombardia per il giorno 14 febbraio 2020;

Visto il documento “Controdeduzioni relative alle osservazioni tecniche inviate da ARPA Lombardia al Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente” trasmesso dal Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale “Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)” con nota del 19 febbraio 2020, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 11804/MATTM del 19 febbraio 2020, con la quale si chiede la convocazione di una conferenza di servizi decisoria finalizzata ad approvare il progetto di bonifica così come integrato;

Vista la nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 27 febbraio 2020 con protocollo n. 13875/MATTM con la quale, sulla base agli esiti della riunione del 14 febbraio 2020, si evidenzia al Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale “Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)” la necessità di presentare, ai fini dell'approvazione in sede di conferenza di servizi, un Progetto Operativo di Bonifica “stralcio”, comprensivo delle fasi indicate nella nota medesima (demolizione degli impianti/edifici, integrazione della caratterizzazione, ecc.) specificando che tale Progetto avrebbe potuto costituire la prima fase di un percorso condiviso per la bonifica dell'intera area dello stabilimento Caffaro, da disciplinare all'interno dell'Accordo di Programma per il sito di bonifica di interesse nazionale “Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)”;

Vista la nota del Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale “Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)” del 2 marzo 2020, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 15017/MATTM del 2 marzo 2020, con la quale si forniscono alcuni elementi di riscontro alla nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 27 febbraio 2020 con protocollo n. 13875/MATTM e si comunica che per il giorno 4 marzo 2020 è prevista una riunione promossa dalla Regione Lombardia, con la partecipazione del Comune di Brescia, della Provincia di Brescia, dell'ARPA Lombardia, dell'ATS di Brescia e del Commissario stesso al fine di adottare una sintesi condivisa;

Visto il verbale della riunione del 4 marzo 2020 trasmesso dalla Regione Lombardia con nota dell'11 marzo 2020 con protocollo n. 12975, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 19112/MATTM del 12 marzo 2020;

Vista la nota del Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale “Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)” del 12 marzo 2020, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 19621/MATTM del 16 marzo 2020, con la quale si chiede, tenuto conto degli esiti della riunione del 4 marzo 2020, di procedere alla convocazione di una conferenza di servizi decisoria finalizzata ad approvare il progetto di bonifica così come integrato;

Vista la nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 20 marzo 2020 con protocollo n. 20137/MATTM, con la quale si chiede al SNPA/ISPRA e all'ARPA Lombardia di fornire, un parere congiunto conclusivo sul “Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)” così come successivamente integrato;

Visto il parere conclusivo, elaborato congiuntamente dall'ISPRA e dall'ARPA Lombardia che “sintetizza il contributo tecnico condiviso dal Sistema (cfr. Sistema Nazionale Protezione Ambientale) sui temi più rilevanti emersi nel procedimento senza che ciò esaurisca l'eshaustività delle valutazioni già espresse da ISPRA e da ARPA Lombardia né superi le considerazioni emerse nel corso delle riunioni tecniche e delle CdS istruttorie intervenute”, trasmesso dall'ISPRA con nota del 1° aprile 2020 con protocollo n. 14832, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della

Tutela del Territorio e del Mare al n. 23025/MATTM del 1° aprile 2020, nel quale, oltre a numerose osservazioni, si rappresenta la necessità di acquisire documentazione integrativa sulla base di ulteriori valutazioni e approfondimenti tecnici;

Considerata l'urgenza di giungere in tempi rapidi alla convocazione di una conferenza di servizi decisoria rappresentata dal Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" nelle citate note del 19 febbraio 2020 e del 12 marzo 2020;

Considerato che, ai fini del prosieguo dell'iter istruttorio, è stato necessario definire nel dettaglio il quadro prescrittivo che derivava dal parere conclusivo elaborato congiuntamente dall'ISPRA e dall'ARPA Lombardia, trasmesso dall'ISPRA con nota del 1° aprile 2020 con protocollo n. 14832;

Considerata la necessità di definire un percorso, condiviso da tutti i soggetti interessati, al fine di conseguire l'obiettivo comune del risanamento del sito "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)";

Vista la nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 24 aprile 2020 con protocollo n. 28796/MATTM, con la quale è stata convocata per il giorno 19 maggio 2020 una nuova riunione della conferenza di servizi istruttoria per l'esame del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)" così come successivamente integrato;

Visto il verbale della riunione del 19 maggio 2020 della conferenza di servizi istruttoria, trasmesso dalla Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota del 4 giugno 2020 con protocollo n. 41499/MATTM, nella quale si è stabilito quanto segue:

1. di concordare sul quadro prescrittivo, basato sul parere conclusivo congiunto elaborato nell'ambito del SNPA come confermato/chiarito agli esiti della discussione tenutasi nell'ambito della conferenza di servizi stessa;
2. che non debba essere fornita documentazione integrativa al fine del completamento dell'istruttoria;
3. di concordare sull'istituzione in fase decisoria del tavolo tecnico territoriale proposto, i cui esiti dovranno essere in tutti i casi comunicati ufficialmente al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, al fine di consentire le necessarie valutazioni/azioni;
4. di provvedere, da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare all'indizione della conferenza di servizi decisoria;

Vista la nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 10 giugno 2020 con protocollo n. 43256/MATTM, con la quale è indetta una conferenza di servizi decisoria, in forma semplificata e in modalità asincrona, avente ad oggetto l'approvazione del "Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)" così come successivamente integrato;

Viste le relazioni delle competenti Unità Organizzative sul rinvenimento di rifiuti in 28 reparti storici dello stabilimento Caffaro e sulle risultanze delle indagini sulle matrici naturali presso i reparti ex Cloro-Soda e Clorato trasmesse, previo nulla osta dell'Autorità Giudiziaria, dall'ARPA Lombardia - Dipartimento di Brescia con nota del 18 giugno 2020 con protocollo n. 81460, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 46069/MATTM del 18 giugno 2020, allo scopo di assicurare "la necessaria conoscenza nell'ambito delle procedure attivate sul sito e ... di integrare, facilitare, contestualizzare e condurre a buon fine le stesse evitando che le situazioni accertate ed i pregiudizi conclamati esitino in ulteriori passività ambientali";

Visto il documento trasmesso dalla Regione Lombardia con nota del 3 luglio 2020 con protocollo n. 26689, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 51433/MATTM del 6 luglio 2020, recante le indicazioni e le proposte che la Regione ritiene che debbano essere inserite nel verbale della conferenza di servizi decisoria indetta con nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 10 giugno 2020 con protocollo n. 43256/MATTM;

Vista la nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 10 luglio 2020 con protocollo n. 53594/MATTM, con la quale si forniscono chiarimenti circa il procedimento amministrativo in atto e le modalità delle conferenze di servizi decisorie in forma semplificata e in modalità asincrona;

Vista l'errata-corrige relativa alla precedente comunicazione dell'Agenzia del 18 giugno 2020 con protocollo n. 81460 trasmessa dall'ARPA Lombardia – Dipartimento di Brescia con nota del 10 luglio 2020 con protocollo n. 152151, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 53810/MATTM del 13 luglio 2020;

Vista la nota dell'ARPA Lombardia – Dipartimento di Brescia del 17 luglio 2020 con protocollo n. 97181, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 55936/MATTM del 17 luglio 2020, con la quale si conferma il contenuto del citato parere congiunto trasmesso dall'ISPRA con nota del 1° aprile 2020 con protocollo n. 14832;

Vista l'Ordinanza ai sensi dell'articolo 304 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 14271/UDCM del 4 agosto 2020 con la quale si ingiunge alla Caffaro S.r.l. in A.S. in liquidazione, alla Caffaro Chimica S.r.l. in A.S. in liquidazione, alla SNIA S.p.A. in A.S. in liquidazione, alla Caffaro Brescia S.r.l. e alla CSA Costruzioni Strutturali in Acciaio S.r.l. di procedere nel termine di sessanta giorni all'adozione delle misure e degli interventi individuati dall'ARPA – Dipartimento di Brescia nelle relazioni trasmesse con nota del 18 giugno 2020 con protocollo n. 81460 in quanto necessari ad impedire il verificarsi di un aggravamento della situazione ambientale in atto;

Vista la nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 4 agosto 2020 con protocollo n. 61533/MATTM, con la quale sono state comunicate le prescrizioni che si intendono riportare nel presente decreto di approvazione al fine di acquisire, ai sensi di quanto disposto dall'art. 14-bis, comma 5, della Legge 7 agosto 1990, n. 241, eventuali osservazioni;

Vista la nota della Regione Lombardia del 12 agosto 2020 con protocollo n. 32286, acquisita al protocollo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al n. 64036/MATTM del 13 agosto 2020 di riscontro alla nota della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 4 agosto 2020 con protocollo n. 61533/MATTM;

Considerato che si è ritenuta non accoglibile la richiesta formulata nella fase istruttoria di nominare un collaudatore terzo in corso d'opera con il compito di verificare la conformità dei Piani adottati, seguire lo svolgimento degli interventi, accertare l'andamento di lavori, la loro regolarità e la conformità al Progetto, alle norme tecniche vigenti e alle BAT applicabili, poiché si tratterebbe di una figura professionale ultronea rispetto alla normativa vigente che già individua responsabilità e competenze in detti campi;

Tenuto conto che nella nota di indizione della conferenza è stato indicato il termine di 10 giorni dal ricevimento della nota stessa per la richiesta al soggetto proponente, da parte delle Amministrazioni interessate al procedimento, di integrazioni documentali o approfondimenti, nonché chiarimenti relativi a fatti, stati o qualità non attestati in documenti già in possesso dell'Amministrazione stessa o non direttamente acquisibili presso altre pubbliche Amministrazioni;

Tenuto conto che nella nota di indizione della conferenza è stato indicato il termine di 30 giorni dal ricevimento della nota stessa per la trasmissione, da parte delle Amministrazioni interessate al procedimento, delle proprie determinazioni relative alla decisione oggetto della conferenza, formulate in termini di assenso o dissenso e recanti, ove possibile, le modifiche eventualmente necessarie ai fini dell'assenso;

Considerato che l'articolo 14-bis, comma 5, della Legge 7 agosto 1990, n. 241 prescrive l'adozione della determinazione motivata di conclusione positiva della conferenza, con gli effetti di cui all'articolo 14-quater, qualora siano stati acquisiti esclusivamente atti di assenso non condizionato, anche implicito, ovvero qualora l'Amministrazione ritenga, sentiti i privati e le altre Amministrazioni interessate, che le condizioni e prescrizioni eventualmente indicate dalle Amministrazioni ai fini dell'assenso o del superamento del dissenso possano essere accolte senza necessità di apportare modifiche sostanziali alla decisione oggetto della conferenza;

Ritenuto che, alla luce degli atti di assenso, anche implicito, acquisiti mediante la conferenza, sussistono i presupposti per l'adozione della determinazione motivata di conclusione positiva della conferenza con gli effetti di cui all'articolo 14-quater della Legge 7 agosto 1990, n. 241;

DECRETA

ART. 1

1. È approvato il “Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)” trasmesso dal Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale “Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)” con nota del 9 dicembre 2019 con protocollo n. 505, così come integrato dal documento “Controdeduzioni relative alle osservazioni tecniche inviate da ARPA Lombardia al Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente” trasmesso sempre dal Commissario con nota del 19 febbraio 2020, a condizione che siano rispettate le seguenti prescrizioni:
 1. fatto salvo quanto previsto nelle specifiche prescrizioni che seguono, al Tavolo Tecnico Territoriale, coordinato dalla Regione Lombardia, composto da Regione, Commissario Straordinario, Comune di Brescia, Provincia di Brescia e ATS Brescia, con ARPA Lombardia quale supporto tecnico della Regione, sono demandate le seguenti funzioni:
 - a) valutare l'esecuzione delle attività previste dal Progetto di bonifica, per condividere il percorso e consentire di monitorare l'intervento, verificando la coerenza tra quanto approvato con il presente Decreto e quanto realizzato;
 - b) valutare e condividere le modalità di adempimento delle prescrizioni e di eventuali approfondimenti del Progetto di bonifica, che prevede varie fasi tra cui il decommissioning (propedeutica all'esecuzione delle attività di bonifica), approfondimenti sullo stato dell'area, campi prova di soil washing, bonifica dei suoli, realizzazione di due aree differenti di messa in sicurezza permanente on site di cui una con realizzazione di una discarica di servizio e messa in sicurezza della falda;
 - c) valutare in particolare l'eventuale trattamento dei materiali di riporto più contaminati prima del loro conferimento nella messa in sicurezza permanente con capping superficiale prevista, nel rispetto delle migliori tecniche di pretrattamento adottabili;
 - d) comunicare formalmente al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare tutti gli esiti delle valutazioni correlate all'attuazione del Progetto di bonifica, sottolineando quelle che potrebbero comportare la valutazione della necessità di una variante del Progetto approvato al fine di consentire le opportune valutazioni da parte del Ministero;

2. contestualmente all'avvio della gara di aggiudicazione dei lavori, deve essere trasmesso a tutti gli Enti, il Progetto esecutivo posto a base di gara, redatto secondo i contenuti del Progetto operativo di bonifica;
3. prima dell'avvio dei lavori deve essere concordato con l'ARPA competente il Piano complessivo di monitoraggio e controllo al fine di verificare l'efficacia degli interventi;
4. preliminarmente alle demolizioni deve essere eseguita una ricognizione completa e approfondita dello stato delle installazioni produttive ancora esistenti (ancorché cessate) e dei depositi di rifiuti al fine di consentire opere di rimozione, smaltimento e bonifica impiantistica: a conclusione di tali attività deve essere redatto un report con i risultati della ricognizione effettuata;
5. le attività di demolizione non sono oggetto del Progetto di bonifica e devono essere autorizzate secondo la vigente normativa edilizia, ad esclusione delle misure di Messa in sicurezza d'emergenza ai sensi dell'articolo 242 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, necessarie in fase di *decommissioning* degli impianti;
6. la demolizione degli edifici e dei reparti produttivi e la successiva gestione dei materiali derivanti dalle stesse devono essere effettuate per lotti omogenei: per ogni edificio/reparto deve essere prodotto specifico lotto di demolizione che darà origine ad uno o più cumuli da sottoporre ad indagini specifiche (anche con la ricerca dei contaminanti storicamente utilizzati in tale area) per la verifica della classificazione di pericolosità del rifiuto e per il controllo di idoneità previsto per il recupero;
7. nell'ambito degli interventi di messa in sicurezza permanente (MISP) devono essere conferite esclusivamente le matrici derivanti dalle operazioni di bonifica (terreni/terreni di riporto post bonifica non conformi al riutilizzo *on-site*);
8. a valle delle attività di demolizione, per le aree interessate dagli interventi di bonifica mediante scavo con destinazione commerciale-industriale, nella proposta di indagini ambientali preliminari deve essere integrato il set analitico con i parametri Antimonio, Cobalto e Zinco; deve altresì essere concordato con l'ARPA competente un eventuale riposizionamento dei punti di indagine in fase esecutiva anche alla luce di potenziali criticità in sede di dismissione e demolizione degli impianti;
9. per le aree interessate da interventi di bonifica mediante scavo alle CSC/CSR, considerando che la fascia edificata comprende una serie di potenziali centri di pericolo (sala celle, impianto clorato, etc.), sulla base degli esiti delle attività di caratterizzazione integrativa previste, la definizione degli interventi deve essere eventualmente modificata tenuto conto degli esiti delle valutazioni correlate all'attuazione del Progetto di bonifica eseguite in sede di Tavolo Tecnico Territoriale;
10. in relazione alle acque sotterranee, per i seguenti parametri gli obiettivi di bonifica sono determinati tramite analisi statistica delle concentrazioni in ingresso al sito: Cromo VI (17,6 µg/l), 1,1Dicloroetilene (1,57 µg/l), Tetracloroetilene (32,2 µg/l); per il parametro Cloroformio l'obiettivo è pari alla concentrazione massima in ingresso al sito (0,2 µg/l); per i restanti parametri l'obiettivo di bonifica è il raggiungimento delle rispettive CSC;
11. per quanto riguarda la MISP dei riporti non conformi mediante capping superficiale, in fase di monitoraggio ne deve essere valutata l'efficacia a lungo termine nei confronti delle matrici ambientali e della salute pubblica, tenuto conto delle ragioni tecniche espresse nel parere trasmesso dall'ARPA con nota del 28 gennaio 2020 con protocollo n. 12439;
12. per quanto riguarda la MISP a doppia impermeabilizzazione, deve essere fornita al Tavolo Tecnico Territoriale la documentazione tecnica che comprovi, con elevato livello di confidenza, l'equivalenza prestazionale dei pacchetti di isolamento proposti alla base e alla

sommità del sistema adottato rispetto a quanto contenuto al punto 2.4.2 dell'Allegato 1 del Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n. 36;

13. sempre per quanto riguarda la MISP – e con afferenza al tema dei materiali derivanti dalle operazioni di bonifica oltre i limiti di ammissibilità in discarica – tenuto conto delle ragioni tecniche espresse nel parere trasmesso dall'ARPA Lombardia con nota del 28 gennaio 2020 con protocollo n. 12439, nonché del rispetto del principio di precauzione, si chiede:
 - a) di implementare l'estensione della caratterizzazione integrativa prevista sui suoli, in modo rappresentativo, con la verifica di ammissibilità in discarica dei lotti di cui è previsto il conferimento in MISP;
 - b) di adottare - in presenza di materiali contaminati non ammissibili in discarica per rifiuti pericolosi e al fine di una maggiore garanzia della tutela della salute e dell'ambiente - misure di precauzione quali la preliminare solidificazione o la parziale stabilizzazione, ove tecnicamente fattibili, dei suddetti materiali contaminati;
 - c) di sottoporre alla valutazione del Tavolo Tecnico Territoriale le attività di cui alle due lettere precedenti;
14. sui materiali conferiti in MISP deve essere predisposto un monitoraggio dei vapori, anche con l'utilizzo di camere di flusso, e deve essere allestito, ove necessario, un impianto di captazione, estrazione e trattamento. In fase di predisposizione del Piano di monitoraggio, gli Enti con competenze sanitarie devono fornire gli approfondimenti necessari e le eventuali valutazioni tecniche al fine di definire limiti per le sostanze volatili (in particolare COV e Mercurio) da applicarsi in corso d'opera;
15. in fase autorizzatoria, relativamente alla rete di regimazione acque meteoriche, deve essere acquisita la valutazione del Comune di Brescia circa la compatibilità idraulica dell'opera rispetto alla roggia Fiumicella; inoltre, il Commissario deve fornire approfondimenti atti a dimostrare, con elevato livello di confidenza, che le opere di regimazione nel tempo non interagiscano negativamente con le funzioni di inibizione dei percorsi di lisciviazione o inficino i sistemi di MISP previsti (manutenzione compresa);
16. per quanto riguarda il sistema di raccolta e monitoraggio delle condense, deve essere previsto un Piano di gestione e monitoraggio delle stesse che ne garantisca il tempestivo allontanamento durante le fasi di realizzazione dell'impianto di MISP;
17. per quanto attiene al sistema di captazione vapori sottostante il capping di fondo, deve essere integrato il Piano di monitoraggio, introducendo una serie di verifiche dei soil gas anche in fase di realizzazione del sistema di MISP;
18. sugli aspetti geotecnici connessi con gli interventi di MISP, qualora non sia già stato previsto, devono essere verificate le ipotesi relative ai possibili cedimenti tramite idonee prove di carico su piastra. Inoltre, nel caso vengano modificate significativamente le caratteristiche geometriche di Progetto, devono essere riverificate le condizioni di sicurezza calcolate. Tali verifiche sono di competenza del Tavolo Tecnico Territoriale;
19. per quanto riguarda il monitoraggio post operam, deve essere effettuato, anche in fase di realizzazione del sistema di MISP, un monitoraggio con adeguata frequenza della rete di raccolta delle condense e delle acque superficiali di drenaggio del sito, le cui modalità devono essere stabilite di concerto con gli Enti di controllo;
20. in relazione alle modalità di collaudo degli interventi di scavo, devono essere ottemperate le eventuali ulteriori prescrizioni relative agli aspetti operativi formulate dall'ARPA competente e da concordarsi in sede di cantiere;
21. prima della fase esecutiva, deve essere predisposto un addendum specifico, da inviare all'ARPA e alla Provincia, contenente:

- a) Piano di controllo delle forniture di materiali/materie prime/ausiliarie utilizzate, comprendente le verifiche di accettazione (sulla scorta dei certificati del produttore) e le prove di laboratorio, anche distruttive, da effettuare prima della messa in opera;
 - b) Piano di controllo delle opere messe in posa - comprendente le verifiche d'uopo, i monitoraggi e le prove non distruttive necessarie - atto ad accertare la corretta esecuzione dei lavori;
 - c) proposta di Piano di collaudo, anche per lotti, delle opere di messa in posa, atta a definire le procedure, le modalità, i monitoraggi e le tecniche di collaudo sulle opere completate;
22. non è consentito svolgere attività di scavo/movimentazione terra in presenza di vento idoneo a sollevare polvere;
23. al punto 16.1.4. "Monitoraggio polveri" del Capitolo 16 del "Piano di monitoraggio e collaudi", deve essere previsto anche il monitoraggio della frazione PM 2,5, oltre a quello su Polveri Totali Sospese e PM10;
24. al fine della tutela dei lavoratori, per la valutazione e gestione del rischio chimico per i lavoratori attuali del sito deve farsi riferimento a quanto contenuto nel manuale operativo INAIL (2014) "Il rischio chimico per i lavoratori nei siti contaminati";
25. in fase di redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, relativo alle attività di bonifica e messa in sicurezza permanente, ai sensi del Titolo IV del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81, devono essere effettuate adeguate valutazioni e gestione del rischio chimico, in particolare inalatorio e dermico, per esposizione a sostanze pericolose presenti nelle matrici ambientali contaminate (secondo quanto disposto dal Titolo IX del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81), tenendo conto della contaminazione del suolo insaturo e delle acque di falda. In particolare:
- a) in riferimento al rischio inalatorio, devono essere effettuate periodiche misurazioni dell'aria ambiente durante la realizzazione degli interventi e in particolare durante le attività di scavo: a tal fine è possibile fare riferimento alla norma UNI EN 689-2019;
 - b) in riferimento al rischio di ingestione di suolo e acqua di falda contaminati, devono essere adottate specifiche norme igieniche, come il divieto di assumere cibi, di fumare, ecc., ex articolo 237 e articolo 273 del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81;
26. prima dell'avvio dei lavori, deve essere fornito l'elenco degli interventi e dei relativi costi riferiti a ciascuna area individuata sulla base degli identificativi catastali, corredato da apposita planimetria.
2. È autorizzata la realizzazione degli interventi indicati nel Progetto di cui al comma 1, nel rispetto dei criteri e delle modalità previsti.
3. Il Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" resta l'unico responsabile di eventuali danni arrecati a terzi o all'ambiente in conseguenza dell'esecuzione del Progetto di bonifica di cui al comma 1.
4. Il Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" resta altresì responsabile della conformità rispetto allo stato dei luoghi di quanto dichiarato nel Progetto di bonifica di cui al comma 1 e nella relativa documentazione a corredo.
5. Resta fermo l'obbligo del Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" di acquisire dalle Amministrazioni competenti le autorizzazioni per le opere, gli interventi e le attività (ad esempio, impianti asserviti alla bonifica - soil washing, SVE, trattamento in situ dei materiali da

demolizione, trattamento acque di falda, etc.), i cui elaborati progettuali non sono stati portati all'esame delle medesime Amministrazioni nell'istruttoria del procedimento di approvazione del Progetto di cui al comma 1, nonché le ulteriori autorizzazioni necessarie all'avvio dei lavori, quelle edilizie, quelle relative alle emissioni in atmosfera, sui limiti al rumore, etc., nonché quelle da acquisire sulla base della progettazione esecutiva. Il Commissario dovrà informare il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare dell'intervenuto rilascio delle predette autorizzazioni.

6. Gli elaborati progettuali relativi al Progetto di cui al comma 1 saranno conservati presso l'Archivio della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
7. La corretta esecuzione e il completamento del Progetto di cui al comma 1 sono attestati dalla Provincia di Brescia mediante apposita certificazione sulla base di una relazione tecnica predisposta dall'ARPA territorialmente competente, ai sensi dell'articolo 248, comma 2, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

ART. 2

1. I lavori previsti nel Progetto di bonifica di cui all'articolo 1 devono iniziare entro e non oltre sei mesi dalla data di notifica del presente Decreto e devono rispettare i tempi previsti nel cronoprogramma contenuto nel Progetto medesimo.
2. Per ogni annualità il Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" deve trasmettere, entro il mese di febbraio dell'anno successivo, una Relazione contenente lo stato di attuazione dei lavori previsti dal Progetto di cui all'articolo 1.

ART. 3

3. Qualora nel corso dell'intervento si individuassero ulteriori e impreviste contaminazioni diverse da quelle accertate in fase di caratterizzazione il Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)", al fine di consentire la verifica della necessità di una variante al Progetto di cui all'articolo 1 ne dovrà dare comunicazione alla Direzione Generale per il Risanamento Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con proprie valutazioni tecniche in merito all'efficacia degli interventi previsti nel Progetto ad abbattere la nuova contaminazione rilevata.
4. Qualora nel corso dell'intervento si individuassero ulteriori e imprevisti volumi di rifiuti/terreni da trattare rispetto a quelli previsti nel Progetto di cui all'articolo 1, tali da comportare una variazione delle dimensioni e delle condizioni di esercizio degli impianti asserviti alla bonifica previsti nel Progetto, dovrà essere predisposta dal Commissario Straordinario Delegato del sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro (aree industriali e relative discariche da bonificare)" una variante da sottoporre alla procedura prevista dall'articolo 252 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

ART. 4

1. Gli interventi previsti nel Progetto di cui all'articolo 1 saranno finanziati con le risorse di cui all'Accordo di Programma in corso di sottoscrizione e si configurano come interventi in sostituzione e in danno dei soggetti responsabili dell'inquinamento rimasti inadempienti.
2. Ai sensi di quanto disposto dall'articolo 253 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 gli interventi previsti nel Progetto di cui all'articolo 1 approvati con il presente Decreto costituiscono onere reale sulle aree contaminate in quanto effettuati d'ufficio dall'autorità competente di cui

all'art. 252 del medesimo Decreto Legislativo. Le spese sostenute per la loro realizzazione sono assistite da privilegio speciale immobiliare sulle aree medesime, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 2748, secondo comma, del Codice civile.

ART. 5

1. Avverso il presente provvedimento è ammesso ricorso al TAR entro 60 giorni o al Capo dello Stato entro 120 giorni decorrenti dal giorno della notifica.

Il Direttore Generale
Giuseppe Lo Presti
(documento informatico firmato digitalmente
ai sensi dell'art. 24 D.Lgs. 82/2005 e ss.mm.ii.)

ALLEGATO 2



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE ALLE OPERE PUBBLICHE
PER LA LOMBARDIA E L'EMILIA ROMAGNA
MILANO

IL COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO

Adunanza del 14/01/2021

Voto n. 01/MIBO

Visto il rescritto n. 260 del 11/01/2021 con il quale il sig. Provveditore ha trasmesso, per esame e parere, la pratica indicata in oggetto;

Visti gli atti relativi alla questione in argomento avuti in comunicazione;

Uditi i relatori:

- ing. Andrea Di Stazio
- ing. Crescenzo Prisco
- prof. dott. Silvano Focardi
- prof. dott. Giorgio Mattassi

OGGETTO: Sito Interesse Nazionale SIN Brescia-Caffaro – Messa in sicurezza di emergenza e bonifica/messa in sicurezza permanente delle acque sotterranee e per la bonifica/messa in sicurezza permanente del suolo e del sottosuolo dello stabilimento Caffaro a Brescia

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA

Importo totale del progetto: € 72.802.043,97
di cui € 60.933.812,29 per lavori, comprensivi di € 1.053.300,09 per oneri della sicurezza non soggetti a ribasso ed € 11.868.231,68 per somme a disposizione della stazione appaltante.

PREMESSE

L'articolo 14 della Legge 31 luglio 2002, n. 179 -Disposizioni in materia ambientale- ha individuato tra i Siti di Interesse Nazionale (SIN), quello di "Brescia – Caffaro" (aree industriali e relative discariche da bonificare) quale intervento di bonifica di interesse nazionale.

Con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) emanato in data 24 febbraio 2003, pubblicato sulla G.U. n. 121 del 27 maggio 2003, è stata approvata la perimetrazione del SIN Sito d'Interesse Nazionale di "Brescia - Caffaro" che comprende oltre ad aree ubicate nel territorio comunale di Brescia, anche i comuni di Castegnato e Passirano.

In forza di pronunce dell'Autorità Giudiziaria passate in giudicato, è stata riconosciuta la responsabilità della società Caffaro S.p.A., poi Caffaro s.r.l. in liquidazione e successivamente in amministrazione straordinaria, per l'inquinamento del suolo e sottosuolo del sito industriale, con conseguente obbligo di

adozione delle misure di messa in sicurezza di emergenza e di presentazione del progetto di bonifica.

La società Caffaro srl, in bonis, non ha provveduto ad adempiere al suddetto obbligo di bonifica né ha presentato alcun progetto in merito.

Con Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto con il Ministro dell'Economia e delle Finanze prot. n. 178 del 10 agosto 2015, è stato nominato il Commissario Straordinario Delegato alle operazioni di bonifica nella persona del Dott. Roberto Moreni.

La realizzazione degli interventi in oggetto, finanziati con le risorse stanziare nell'ambito dell' **"Accordo di Programma per la realizzazione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica del Sito di Interesse Nazionale di Brescia Caffaro"** sottoscritto dagli Enti interessati in data 06/11/2020, si configurano come interventi in sostituzione del soggetto responsabile dell'inquinamento, e pertanto il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare procederà, in ogni sede ritenuta opportuna, al recupero delle risorse pubbliche stanziare per l'esecuzione degli interventi previsti nel citato Accordo di Programma nonché per l'eventuale ulteriore risarcimento del danno ambientale nei termini previsto dalla Parte VI del Decreto Legislativo 03 aprile 2006 n. 152 -Norme in materia Ambientale.

Con D.M. emanato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) in data 04/09/2020, n. 110, è stato approvato, con una serie di prescrizioni, il **"Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)"**, così come integrato dal documento **"Controdeduzioni relative alle osservazioni tecniche inviate da ARPA Lombardia al Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente"** trasmesso dal Commissario Straordinario Delegato con nota del 19/02/2020.

Il progetto di fattibilità tecnica per la Messa in sicurezza di emergenza e bonifica/messa in sicurezza permanente delle acque sotterranee e per la bonifica/messa in sicurezza permanente del suolo e del sottosuolo dello stabilimento Caffaro a Brescia, elaborato secondo il citato Progetto Operativo di Bonifica, viene sottoposto all'esame del CTA sedente presso il Provveditorato in epigrafe, ai sensi dell'art. 215 del Decreto Legislativo 18 aprile 2016 n. 50 -Codice dei Contratti Pubblici-

PROGETTO FATTIBILITÀ

Il progetto di fattibilità tecnica all'esame del CTA, elaborato secondo il citato Piano di Bonifica, prevede interventi solo sull'area comunale di Brescia e in particolare nell'area dello stabilimento Caffaro.

Il progetto prevede interventi di bonifica e di messa in sicurezza del suolo/sottosuolo e falda presso lo stabilimento Caffaro di Brescia che ha un'estensione di circa 116.000 mq ed è ubicato nel contesto urbano della città di Brescia, delimitato a Nord da Via Milano, a Sud dalla via Emilio Morosini, a ovest da Via Villa Glori e ad Est da Via Francesco Nullo.

Il progetto di fattibilità tecnica è stato elaborato a seguito di caratterizzazione del sito sulla scorta dei dati desunti da quattro campagne di indagini e prove in sito ed in laboratorio, estese all'intera area di sedime dello stabilimento industriale in esame.

In via preliminare si procederà alla dismissione degli impianti ancora produttivi, alla demolizione degli edifici ed alla rimozione degli impianti presenti nell'area di sedime del sito industriale e quant'altro per ripristinare le condizioni della superficie del piano campagna antecedente all'industrializzazione del sito; si procederà, indi, all'esecuzione di indagini integrative (*remedial investigation*) volte ad indagare le aree attualmente non accessibili e definirne la caratterizzazione ambientale del suolo e sottosuolo.

Propedeuticamente alle attività di bonifica, è prevista l'esecuzione di una serie di test e prove pilota in sito per la verifica in campo delle tecnologie di bonifica da adottare ed ottimizzare la configurazione ed il dimensionamento degli impianti di trattamento da realizzare.

La bonifica e la messa in sicurezza del sito prevedono interventi che riguardano il suolo superficiale, quello profondo e la falda.

Gli interventi sul suolo profondo, che saranno realizzati con delle tecniche di seguito descritte, ovviamente interagiscono con le attività di messa in sicurezza della falda in quanto, andando ad asportare l'inquinante dal suolo profondo lo stesso non viene interessato da fenomeni di lisciviazione e dissoluzione dei contaminanti in essi presenti. Gli interventi sul suolo profondo sono i seguenti: Soil Flushing, soil Vapour Extraction, soil Replacement e soil stabilization.

I suoli superficiali invece saranno trattati e poi messi in sicurezza in sito. Gli interventi di messa in sicurezza saranno realizzati con sistemi atti ad isolare parzialmente i suoli superficiali dalla matrice naturale al fine di impedirne fenomeni di lisciviazione degli inquinanti.

I materiali derivanti dalle demolizioni verranno frantumati ed analizzati; a seconda delle risultanze delle analisi (test di cessione) verranno riutilizzati in sito ovvero smaltiti a norma di legge.

L'intervento di messa in sicurezza e bonifica del Sito di Interesse Nazionale di Brescia Caffaro verrà realizzato mediante appalto integrato di progettazione esecutiva ed esecuzione di lavori ai sensi dell'art. 59, comma 1 bis del D. Lgs. 50/2016. In particolare, l'affidamento verrà espletato tramite procedura aperta di cui all'art. 60 del Codice dei Contratti con aggiudicazione secondo il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa individuata sulla base del miglior rapporto qualità/prezzo, ai sensi dell'art. 95 comma 2 e 3 del Codice stesso.

CONSIDERAZIONI

Il progetto di fattibilità tecnico-economica all'esame del CTA è stato predisposto sulla scorta di quattro campagne di indagini chimico fisiche e geognostiche, le cui risultanze hanno permesso la caratterizzazione geologica, fisico-meccanica e sismica dei terreni del sito di intervento e la relativa mappatura delle matrici ambientali e relativi livelli di contaminazione.

Propedeuticamente alle attività di bonifica, ad avvenuta rimozione dei manufatti ed impianti insistenti nell'area di sedime del complesso industriale, saranno eseguiti, a cura dell'operatore economico aggiudicatario dell'appalto, campi prova in sito per la verifica dell'efficacia delle tecnologie di bonifica su più larga scala, permettendo il corretto dimensionamento degli impianti e dei trattamenti full-scale, in relazione alle condizioni specifiche del sito nei quali saranno applicate.

Sono previsti i seguenti campi prova in sito finalizzati alla verifica delle tecnologie di trattamento dei terreni superficiali e profondi:

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

Inoltre, in relazione agli interventi di adeguamento e ottimizzazione dei sistemi di messa in sicurezza e trattamento delle acque di falda si prevede di realizzare prove idrauliche (prove a gradini e di lunga durata a portata costante), con lo scopo di definire i parametri idraulici dell'acquifero anche in relazione ad una potenziale ottimizzazione dei livelli di emungimento.

Per quanto attiene il trattamento della falda derivante dalla barriera idraulica in essere e da possibili ulteriori trattamenti, attualmente monitorati attraverso pozzi disposti nell'immediato confine del sito, si fa obbligo agli estensori del progetto definitivo di individuare, sulla base del modello idraulico, uno o più pozzi rappresentativi della potenziale evoluzione quali quantitativa del corpo idrico sotterraneo rispetto alle modifiche dello stato e degli obiettivi di qualità previsti nell'ambito dell'applicazione della direttiva quadro 2000/60/CE così come recepito dal DLgs 152/2006 (Gli standard di qualità (definiti a livello europeo) e i valori soglia (definiti a livello nazionale) per le acque sotterranee sono riportati nella lettera B, parte A dell'allegato 1 alla parte III del DLgs 152/2006 (tabella 2 e tabella 3). I valori soglia adottati dall'Italia sono stati modificati dal decreto del Ministero dell'Ambiente del 6 luglio 2016 che recepisce la direttiva 2014/80/UE, di modifica dell'Allegato II della direttiva 2006/118/CE).

Per quanto attiene la liberazione di composti volatili conseguenti al trattamento dei suoli, si fa obbligo preliminarmente alla progettazione definitiva di eseguire una adeguata campagna di valutazione dell'aria ambiente soprastante i suoli oggetto di intervento limitatamente al set di analiti per i quali di persegue l'abbattimento. Tale monitoraggio sarà ripetuto a conclusione del trattamento dando evidenza della percentuale di abbattimento ottenuta.

Nella sezione monitoraggio delle polveri e qualità dell'aria vengono indicati i parametri mercurio, Fitofarmaci (Alachlor e Atrazina), PCB e Diossine. Alcuni di questi parametri, in particolare Diossine (intendendo PCDD + PCDF) e PCB compresi anche i congeneri Dioxin-Like, si legano al particolato e si depositano sui suoli dove si accumulano per la loro scarsa mobilità in acqua. Per valutare correttamente il

rilascio di questi contaminanti, oltre alle postazioni indicate nel piano di monitoraggio, si dovranno prevedere punti di campionamento sul terreno (deposimetri) e all'esterno dell'area di operazioni. La scelta dei punti di monitoraggio dovrà tener conto di parametri quali le direttrici del vento.

L'analisi dei PCB, delle Diossine e dei Furani, in tutte le matrici considerate, dovrebbe riportare i valori dei Tossici Equivalenti totali (Σ TE PCB-dioxin like + diossine + furani) in modo da valutare correttamente il rischio sanitario determinato da questi contaminanti; è nota infatti la loro caratteristica di penetrare nella catena alimentare con fenomeni di bioaccumulo e biomagnificazione. A tal fine l'analisi dei PCB-Dioxin Like (non-orto: PCB-77, PCB-81, PCB-126 e PCB-169 e mono-orto: PCB-105, PCB-114, PCB-118, PCB-123, PCB-156, PCB-157, PCB-167, PCB-189) dovrebbe essere effettuata con una metodica più adeguata; nelle indagini sui terreni propedeutiche alla progettazione operativa viene riportato un LOQ per congenere pari a 5 ng/kg s.s.; questo non permette di determinare questi congeneri e conseguentemente il contributo dei PCB alla tossicità.

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

Il progetto è completo degli elaborati previsti dal d.P.R. 207/2010 per il livello di progettazione in esame; gli elaborati grafici illustrano esaurientemente le attività da espletare; si rilevano tuttavia alcune discordanze tra gli elaborati grafici e descrittivi che non inficiano la valenza previsionale degli interventi, andrebbero inoltre individuate le categorie di cui all'allegato A del d.P.R. 207/2010.

Nell'ambito degli interventi, propedeuticamente agli interventi di messa in sicurezza/bonifica, è prevista la demolizione completa degli edifici e manufatti insistenti nell'area di sedime del complesso industriale, ad eccezione di quattro edifici di interesse storico architettonico, ubicati lungo lo sviluppo di via Milano; dall'esame della documentazione tecnica prodotte, si è rilevato che gli edifici da demolire, in numero di 47, occupano la superficie complessiva di circa metri quadri 42.275 per la volumetria complessiva, vuoto per pieno, di circa 401.510 metri cubi.

Il prezzo desumibile dal quadro economico è di circa € 10/m³, congruo il valore del Prezziario della Regione Lombardia.

Il calcolo sommario della spesa è stato redatto applicando alle singole voci "a corpo" prezzi unitari di cui non vi è riferimento alcuno in merito alla provenienza da listini ufficiali o da apposite analisi dei prezzi e/o indagini di mercato all'uopo esperite. Circa la congruità di prezzi in sede di istruttoria è stato possibile accertare la congruità solo delle demolizioni e del trattamento di soil washing, mentre per le altre voci, essendo a corpo e non essendo stati indicati i prezzi di riferimento, non è stato possibile fare tale verifica.

Nelle ulteriori fasi progettuali i progetti dovranno essere dedotti da listini ufficiali ovvero in base ad analisi prezzi effettuate a partire da non meno n. 3 preventivi prodotti da operatori economici.

Si evidenzia ad esempio, che per quanto riguarda il trattamento della falda il costo della gestione degli impianti è previsto per un solo anno a fronte della durata pluriennale del funzionamento di detti impianti.

I lavori saranno eseguiti in regime di applicazione I.V.A. in ragione del 10% senza indicazione della fonte normativa.

L'importo del progetto ammonta complessivamente ad € 72.802.043,97 di cui € 60.933.812,29 per lavori comprensivi di € 1.053.300,09 per oneri di sicurezza non soggetti a ribasso ed € 11.868.231,68 per somme a disposizione della stazione appaltante. L'importo complessivo risulta superiore alla somma stanziata per l'intervento, pari ad € 70.000.000 (cfr. Accordo di Programma sottoscritto in data 06/11/2020, artt. 4 e 5).

In merito alla copertura finanziaria dell'intervento, si evidenzia che il comma 3 dell'Articolo 9 -Disposizioni generali e finali- del citato Accordo di Programma riporta: *"Qualora dall'attuazione degli interventi derivino eventuali maggiori spese rispetto a quelle previste, le stesse non sono a carico del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare né a carico del soggetto attuatore."*

Tutto ciò premesso e considerato

IL COMITATO

all'unanimità

È DEL PARERE

che il progetto di fattibilità tecnica per la **“Messa in sicurezza di emergenza e bonifica/messa in sicurezza permanente delle acque sotterranee e per la bonifica/messa in sicurezza permanente del suolo e del sottosuolo dello stabilimento Caffaro a Brescia”** sia meritevole di approvazione sotto il profilo tecnico-economico così come distinto nelle premesse e con le osservazioni/raccomandazioni sotto elencate, da recepire in sede di elaborazione del progetto definitivo il cui adempimento viene demandato al Responsabile Unico del Procedimento:

- per la corretta gestione della falda prima, durante e dopo l'applicazione del piano di bonifica si fa obbligo agli estensori del progetto definitivo di individuare, sulla base del modello idraulico, uno o più pozzi rappresentativi della potenziale evoluzione quali quantitativa del corpo idrico sotterraneo rispetto alle modifiche dello stato e degli obiettivi di qualità previsti nell'ambito dell'applicazione della direttiva quadro 2000/60/CE così come recepito dal DLgs 152/2006 (Gli standard di qualità (definiti a livello europeo) e i valori soglia (definiti a livello nazionale) per le acque sotterranee sono riportati nella lettera B, parte A dell'allegato 1 alla parte III del DLgs 152/2006 (tabella 2 e tabella 3). I valori soglia adottati dall'Italia sono stati modificati dal decreto del Ministero dell'Ambiente del 6 luglio 2016 che recepisce la direttiva 2014/80/UE, di modifica dell'Allegato II della direttiva 2006/118/CE).
- per la completa valutazione del trattamento per la bonifica dei composti volatili conseguenti al trattamento dei suoli, si fa obbligo preliminarmente alla progettazione definitiva di eseguire una adeguata campagna di valutazione dell'aria ambiente soprastante i suoli oggetto di intervento limitatamente al set di analiti per i quali di persegue l'abbattimento. Tale monitoraggio sarà ripetuto a conclusione del trattamento dando evidenza della percentuale di abbattimento ottenuta;
- per la corretta valutazione del rilascio dei contaminanti quali Diossine (intendendo PCDD + PCDF) e PCB compresi anche i congeneri Dioxin-Like, oltre alle postazioni indicate nel piano di monitoraggio, si dovranno prevedere punti di campionamento sul terreno (deposimetri) e all'esterno dell'area di operazioni. La scelta dei punti di monitoraggio dovrà tener conto di parametri quali le direttrici del vento;
- l'analisi dei PCB, delle Diossine e dei Furani, in tutte le matrici considerate, dovrebbe riportare i valori dei Tossici Equivalenti totali (Σ TE PCB-dioxin like + diossine + furani) in modo da valutare correttamente il rischio sanitario determinato da questi contaminanti; è nota infatti la loro caratteristica di penetrare nella catena alimentare con fenomeni di bioaccumulo e biomagnificazione;
A tal fine l'analisi dei PCB-Dioxin Like (non-orto: PCB-77, PCB-81, PCB-126 e PCB-169 e mono-orto: PCB-105, PCB-114, PCB-118, PCB-123, PCB-156, PCB-157, PCB-167, PCB-189) dovrebbe essere effettuata con una metodica più adeguata;
- Il progetto definitivo a base di gara dovrà contenere dettagliate prescrizioni operative in merito all'esecuzione dei test pilota e campi prova in sito per la verifica dell'efficacia delle tecnologie di bonifica su più larga scala per il corretto dimensionamento degli impianti e dei trattamenti full-scale che l'impresa esecutrice realizzerà/adotterà nei successivi interventi di bonifica; il tutto finalizzato all'invariabilità della disciplina economica-contrattuale dell'appalto;
- i successivi livelli di progettazione saranno elaborati in ottemperanza alle prescrizioni impartite nel D.M. n. 110 del 04/09/2020 con il quale il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) in data 04/09/2020, n. 110, ha approvato il “Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente – stabilimento Caffaro Brescia (Rev. dicembre 2019)”, così come integrato dal documento “Controdeduzioni relative alle osservazioni tecniche inviate da ARPA Lombardia al Progetto Operativo di Bonifica e Messa in Sicurezza Permanente”;

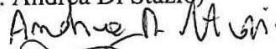
- nei successivi livelli di progettazione, il costo totale degli interventi di bonifica deve essere desunto applicando alle varie categorie di lavorazioni, il relativo prezzo unitario desunto dal prezzario vigente nella regione Lombardia o limitrofe; per i prezzi unitari non rilevabili dal citato prezzario, si istruiranno apposite analisi dei prezzi utilizzando i costi unitari per la manodopera, i materiali ed i noli, riportati nei listini ufficiali di riferimenti vigenti nell'area;
- il costo degli interventi di progetto deve trovare copertura finanziaria per l'intero importo stimato.

IL PRESIDENTE
(dott. ing. Fabio RIVA)



I RELATORI

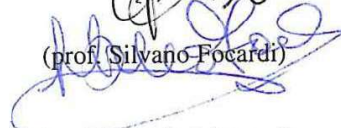
(ing. Andrea Di Stazio)



(ing. Crescenzo Prisco)



(prof. Silvano Focardi)



(prof. Giorgio Mattassi)

Si attesta la conformità del documento
all'originale analogico ai sensi
dell'art. 23-ter c. 3 del D. Lgs n. 82 del 07/03/2005

IL SEGRETARIO
(rag. Franca Guarino)



FRANCA GUARINO
MINISTERO DELLE
INFRASTRUTTURE E
DEI TRASPORTI
15.03.2021 16:07:51
UTC