

ZAMBON GROUP S.P.A.

LAVORI DI BONIFICA DEI TERRENI E DELLE ACQUE SOTTERRANEE DELL'EX
AREA INDUSTRIALE DI VIA CAPPUCCINI A VICENZA.

AGGIORNAMENTO PROGETTO ESECUTIVO ISTT





Arcadis Italia Srl

Viale Monte Rosa, 93
20149 Milano (MI) - Italia
www.arcadis.com



Rem-Tec Srl

Via Innsbruck 33
39100 Bolzano (BZ)
Tel +39 0471 949 800
Fax +39 0471 971 533
www.rem-tec.it/



13 novembre 2018



Gruppo di progettazione

DOMENICO SANTI
Technical Director Environment

M +39 3487302199

E domenico.santi@arcadis.com

Arcadis Italia Srl
Italia

FEDERICO NAVA
Senior Project Manager

M +39 3487302195

E federico.nava@arcadis.com

Arcadis Italia Srl
Italia

RODOLFO COSTA
Senior Technical Project Specialist

M +39 3371267755

E rodolfo.costa@arcadis.com

Arcadis Italia Srl
Italia

Indice

EXECUTIVE SUMMARY	6
1 PREMESSA ED OBIETTIVI DEL DOCUMENTO	8
1.1 Documentazione di riferimento	8
2 INQUADRAMENTO DEL SITO	10
3 SINTESI ITER AMMINISTRATIVO	12
4 NUOVI VALORI LIMITE PER IL MONITORAGGIO DELL'ARIA	14
5 CONFIGURAZIONE TECNOLOGICA DEL SISTEMA ISTT	15
5.1 Descrizione del sistema ISTT progettato	18
5.2 Nuova configurazione del sistema di intervento di desorbimento termico in-situ	20
5.2.1 Descrizione generale della tecnologia <i>Thermal Conduction Heating</i> (TCH)	22
5.2.2 Strategia di riscaldamento - ottimizzazione dei tempi di intervento	27
6 BASI PROGETTUALI INTERVENTO TCH	28
6.1 Dimensioni fisiche delle Aree di trattamento	28
6.2 Caratteristiche idrogeologiche e geologiche delle aree di intervento	28
6.3 Layout sistema di pozzi	28
6.3.1 Modalità di installazione dei pozzi TCHh	31
6.3.2 Modalità di installazione pozzi VEW	32
6.3.3 Modalità di installazione pozzi MPE	33
6.3.4 Modalità di installazione pozzi TMP	35
6.4 Opere di confinamento	35
6.4.1 Palancole	35
6.4.2 Vapor cap	35
6.4.2.1 Integrazioni del sistema di copertura e drenaggio dei vapori lungo la fascia perimetrale delle aree di intervento	36
7 SISTEMA DI TRATTAMENTO EFFLUENTI	40
7.1 Basi di progettazione	40

7.1.1 Sezione di separazione aria/liquido	41
7.1.1.1 Dettaglio del separatore di Knockout A0.01	42
7.1.1.2 Dettaglio pompe di rilancio	42
7.1.2 Sezione di aspirazione	42
7.1.2.1 Dettaglio del gruppo per vuoto	43
7.1.3 Sezione di trattamento effluente gassoso	43
7.1.3.1 Ossidatori catalitici	44
7.1.4 Sezione di lavaggio fumi/scrubber	44
7.1.5 Safety bypass line	45
7.1.5.1 Dettaglio condensation	45
7.1.5.2 Separazione e rilancio condense	47
7.1.5.3 Sezione di adsorbimento a carboni attivi	48
7.1.6 Installazioni meccaniche elettriche	49
7.1.6.1 Linee idrauliche	49
7.1.6.2 Impianto elettrico	49
7.2 Hazop	51
7.3 Controllo sistema di trattamento	51
8 ESERCIZIO DELL'IMPIANTO ISTT	52
8.1 Predisposizione delle aree di trattamento	52
8.2 Dewatering	52
8.3 Start up	52
8.4 Fasi del trattamento termico	52
8.5 Monitoraggio della temperatura nel sottosuolo	53
8.6 Monitoraggio dell'impianto di trattamento e dell'unità di riscaldamento	53
8.7 Bilancio delle masse estratte	54
9 PIANO DELLE EMERGENZE AMBIENTALI	56
10 MONITORAGGI AMBIENTALI	59
Tavola 1.	Planimetria intervento ISTT
Tavola 2.	Dettagli intervento ISTT

EXECUTIVE SUMMARY

Il presente documento descrive le modifiche che si prevede di adottare nel sistema scelto per la fase di bonifica denominata ISTT (In Situ Thermal Treatment) come conseguenza dell'emissione da parte dell'Istituto Superiore di Sanità del parere prot. 12191/2018 del 19/04/2018 relativamente alla definizione di valori soglia per alcuni parametri da monitorare nell'area esterna al cantiere di bonifica.

I nuovi valori soglia risultano particolarmente cautelativi per il parametro Monoclorobenzene, pertanto è stato previsto di implementare azioni correttive / migliorative del sistema di bonifica ISTT, fase di bonifica maggiormente responsabile dell'impatto sulla matrice ambientale atmosfera, portando alla produzione di due tipologie di emissioni:

- emissioni diffuse nella zona di riscaldamento del terreno
- emissioni puntuali al camino, a seguito del trattamento degli effluenti gassosi.

Nello specifico è stato previsto un nuovo metodo di riscaldamento dei terreni, passando dal sistema di tipo elettrico resistivo (ERH) previsto dal Progetto Esecutivo ad un sistema di tipo elettrico conduttivo (TCH). Tale sistema risulta più semplice rispetto al sistema ERH e la sua applicazione è meno sofisticata e quindi più adattabile alle esigenze della bonifica complessiva, permettendo pertanto maggiore flessibilità di conduzione dell'intervento, consentendo la modulazione del riscaldamento delle aree di bonifica e quindi la modulazione dei picchi di carico inquinante in ingresso all'impianto di trattamento effluenti.

Il riscaldamento del terreno può inoltre essere effettuato senza necessità di iniezione di acqua permettendo quindi la desaturazione e il conseguente incremento di permeabilità del sottosuolo. Tale situazione, oltre ad determinare un incremento di efficienza di abbattimento dei contaminanti, permette anche la riduzione di produzione di vapori e emissioni diffuse nell'area di intervento.

Il calore necessario a raggiungere il punto di volatilizzazione dei composti organici presenti nel suolo sarà prodotto da una batteria di elementi riscaldanti (*heaters*) introdotti nel terreno ad una profondità stabilita in base alle dimensioni della sorgente di contaminazione e ai parametri idrogeologici del sito. I contaminanti in forma gassosa e liquida verranno quindi captati ed aspirati da una serie di pozzi di estrazione (SVE e MPE) ed inviati al sistema di trattamento effluenti.

A differenza di quanto previsto con il precedente sistema ERH, il nuovo sistema di bonifica sarà applicato operando in un'unica fase di riscaldamento per entrambe le aree oggetto di intervento. L'unica accortezza sarà quella di modulare l'energia apportata in modo tale da sfasare il verificarsi del picco di carico inquinante rimosso nelle due aree così da regolare le concentrazioni in ingresso all'impianto di trattamento. Inoltre il riscaldamento potrà essere realizzato in maniera graduale sulla superficie delle aree di intervento, agendo in fasi differenti e sequenziali su singole subaree o fasce parallele in modo tale da modulare ulteriormente i picchi di carico contaminante in ingresso all'impianto trattamento effluenti. Tale accortezza porta ad almeno un dimezzamento dei tempi di bonifica e, di conseguenza, del tempo di possibile rischio di produzione di emissioni diffuse e del tempo in cui si verificheranno le emissioni a camino a valle del sistema di trattamento effluenti.

Per far fronte alle nuove prescrizioni degli Enti e per prevenire contestazioni ed allarmismi da parte della popolazione residente, si ritiene doveroso ridurre al massimo le emissioni puntuali al camino. A tale scopo si prevede l'installazione di un sistema di trattamento degli effluenti fortemente potenziato, costituito da 2 ossidatori catalitici, dedicata all'abbattimento dei contaminanti organici permettendo quindi l'uscita dal camino di concentrazioni nettamente inferiori (in generale si prevede sia possibile raggiungere un abbattimento fino al 50% dei limiti di emissione per i contaminanti target durante la fase di carico) rispetto all'impianto a carboni attivi previsto nel Progetto Esecutivo.

Nell'ossidatore catalitico le sostanze tossiche verranno trasformate e combinate in un modo non nocivo, secondo la trasformazione tramite ossidazione degli idrocarburi in CO₂ e H₂O. Poiché nel caso di idrocarburi clorurati il processo porta a produrre anche HCl, i fumi passano alla sezione di lavaggio costituita da due unità: Quencher (per il raffreddamento dei fumi) e Scrubber (per rimuovere le componenti acide).

La sezione di trattamento degli effluenti gassosi è stata prevista composta da n. 2 ossidatori catalitici installati in parallelo, in modo tale da avere la massima flessibilità nella gestione dei carichi di contaminante in ingresso, scegliendo all'occorrenza di operare con entrambi i sistemi attivi o con uno solo di essi, in funzione della curva di estrazione della massa di contaminanti.

In sintesi, il sistema di trattamento proposto permetterà:

- concentrazioni di inquinanti al punto di emissione in atmosfericamente inferiori;
- maggiore performance di trattamento durante i picchi di estrazione
- maggiore margine di sicurezza attraverso l'utilizzo di una doppia unità di trattamento in parallelo.

Con lo scopo di limitare le emissioni diffuse, è stata prevista l'integrazione del sistema di copertura dell'area di intervento, attualmente progettata con strato di 30 cm di calcestruzzo cellulare leggero, con una geomembrana in HDPE e con un sistema di drenaggio dei vapori che eventualmente dovessero prodursi lungo la fascia esterna al perimetro dell'area di intervento. La geomembrana sarà posata sopra lo strato di calcestruzzo, opportunamente sagomata al fine di permettere il passaggio dei pozzi SVE e MPE, ed ancorata lateralmente tramite trincee appositamente realizzate.

Sia la copertura in calcestruzzo sia quella con telo HDPE saranno estese sino a circa 5 m dal palancolato che delimita le aree di intervento. In tale fascia di 5 m esterna, sarà creata una zona di drenaggio costituita da uno strato riempito da materiale granulare nel quale saranno annegate tubazioni fessurate, collegate, tramite un apposito sistema di aspirazione, ad un punto di recapito in prossimità dell'impianto di trattamento effluenti. All'interno dell'area palancolata, invece, la captazione del gas nello strato drenante sarà realizzata mediante l'installazione di pozzetti di aspirazione della dimensione di 1 ¼" secondo una maglia pari a 10 x 10 m.

Le criticità che potranno eventualmente verificarsi relativamente alle emissioni dall'impianto trattamento effluenti, saranno gestite secondo il piano delle emergenze e i relativi sistemi di allarme e sicurezza già previsti nel Progetto Esecutivo che permetteranno di reagire prontamente alle necessità legate agli impianti di bonifica. Ad integrazione di essi, al fine di gestire eventuali criticità legate alla produzione di emissioni diffuse è stata prevista la seguente procedura di azioni.

- Interruzione dell'erogazione della corrente negli *heaters* installati in prossimità delle palancole. Tale accortezza permetterà di ridurre la temperatura del terreno nell'area di intervento e, di conseguenza, la produzione di vapori.
- Incremento della depressione nell'area interna alle palancole, avviando i pozzetti di aspirazione da 1 ¼" in maniera differenziata ai fini di generare una maggiore depressione ai pozzetti prossimi alla palancolata perimetrale.
- Messa in esercizio il sistema di drenaggio gas esterno all'area di trattamento.

Si precisa che le informazioni tecniche fornite nel presente elaborato potranno subire, in fase di installazione, variazioni legate principalmente alle condizioni sito specifiche.

1 PREMESSA ED OBIETTIVI DEL DOCUMENTO

Zambon Group S.p.A. (di seguito Zambon) ha incaricato Arcadis Italia s.r.l. (di seguito Arcadis) di elaborare un report tecnico di descrizione delle modifiche previste per la configurazione del sistema scelto per la fase di bonifica denominata ISTT (In Situ Thermal Treatment).

Tali modifiche si sono rese necessarie a seguito del parere dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) prot. 12191/2018 del 19/04/2018, trasmesso a riscontro della richiesta avanzata dall'ULSS 8 Berica, e relativo alla definizione di valori soglia per alcuni parametri da monitorare nell'area esterna al cantiere di bonifica.

I nuovi valori soglia da utilizzare nel monitoraggio aria ambiente sono stati calcolati da Tauw Italia Srl (di seguito Tauw) e risultano particolarmente cautelativi per il parametro Monoclorobenzene. Al fine di rispettare tali soglie è stato quindi previsto di implementare azioni correttive / migliorative del sistema di bonifica ISTT, maggiormente impattante sulla matrice ambientale atmosfera.

Nel presente documento, a valle della cronistoria del sito nell'ambito dell'iter amministrativo di bonifica seguito, si presentano i nuovi valori soglia di riferimento per il monitoraggio aria ambiente e si descrivono gli interventi correttivi che saranno implementati al fine di rispettare tali nuove soglie.

1.1 Documentazione di riferimento

Documentazione tecnica

- [1] *“Ex Area industriale, Via dei Cappuccini, Vicenza Proposta valori di riferimento monitoraggio emissioni aeree durante la bonifica”* Tauw Italia, Rif. R000-8002641LLR-V00 del 22 giugno 2018
- [2] *“Integrazioni al Progetto Esecutivo – Piano di Monitoraggio Matrici Ambientali”* Arcadis Italia Srl e Rem-Tec Srl, 19 aprile 2017
- [3] *“Zambon Group S.P.A. - lavori di bonifica dei terreni e delle acque sotterranee dell'ex area industriale di via Cappuccini a Vicenza. - Progetto Esecutivo”*, Arcadis Italia Srl e Rem-Tec Srl, 27 dicembre 2016
- [4] *“Ex area industriale di Via dei Cappuccini, 40 a Vicenza Bonifica dei terreni e delle acque sotterranee – Fase 2 - Documento di Adeguamento del Progetto Operativo di Bonifica a Progetto Definitivo ai sensi dell'art. 93, comma 4, D. Lgs. 163/2006”*, Tauw Italia, Rif. 8002008_001r15gib del 27 Gennaio 2015
- [5] Determina PGN 5583 del 22.01.2013 del Dirigente del Settore Tutela del Territorio e Igiene del Comune di Vicenza di approvazione del “Progetto Operativo di Bonifica dei terreni e delle acque sotterranee – fase 2” dell'area denominata Piano Particolareggiato n.8 ex insediamento industriale Zambon sito in via dei Cappuccini a Vicenza
- [6] Conferenza di Servizi del 19 dicembre 2012
- [7] Conferenza di Servizi del 10 dicembre 2012
- [8] *“Progetto Operativo di Bonifica dei terreni e delle acque sotterranee dell'ex area industriale di Via dei Cappuccini a Vicenza – Fase 2”*, Tauw Italia, Rif. 8001184_009r12gib del 15 maggio 2012, approvato con atto del Dirigente del Settore Tutela del Territorio e Igiene del Comune di Vicenza, PGN 5583 del 22.01.2013
- [9] *“Ex area industriale di Via dei Cappuccini, 40 a Vicenza - Progetto Operativo di bonifica dei terreni e delle acque sotterranee – Fase 2 - Risposte alle richieste della CdS istruttoria del 26.09.2012”* Tauw Italia, Rif. 8001184_010r12gib del 29 Ottobre 2012

- [10] “*Bonifica ex area industriale di Via dei Cappucci, 40 a Vicenza – Analisi di Rischio sito specifica*”, Tauw Italia, Rif.1184_008r11cni del 31.10.2011, approvato con atto del Dirigente del Settore Tutela del Territorio e Igiene del Comune di Vicenza, PGN 83104 del 6.12.2011
- [11] “*Ex area industriale di Vicenza, Via dei Cappuccini - Progetto Definitivo di Bonifica - Fase 1, 2° stralcio*”. EcoAppraisal (ora Tauw Italia), Rif. 1187_002r07gib - maggio 2007, approvato con prescrizioni con atto del Comune di Vicenza – Settore Ambiente e Tutela del Territorio – P.G.N. n. 434499 del 2 agosto 2007
- [12] “*Ex area industriale di Vicenza, Via dei Cappuccini - Progetto Definitivo di Bonifica - Fase 1, 1° stralcio*”. EcoAppraisalSrl (ora Tauw Italia), Rif. 1015_001r05gib - dicembre 2005, approvato con prescrizioni con atto del Comune di Vicenza – Settore Ambiente e Tutela del Territorio – P.G.N. n. 15272 del 15 marzo 2006

Normativa tecnica

D.G.R: Lombardia 30 maggio 2012-n.IX/3552 recante “Caratteristiche tecniche minime degli impianti di abbattimento per la riduzione dell'inquinamento atmosferico derivante dagli impianti produttivi e di pubblica utilità, soggetti alle procedure autorizzative di cui al D. L.gs. 152/06 e s.m.i.”

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. 03 Aprile 2006, n. 152 e s.m.i.: Norme in materia ambientale.

2 INQUADRAMENTO DEL SITO

L'ex area industriale oggetto di bonifica occupa una superficie complessiva di circa 32.400m² ed è ubicata nel settore Nord Ovest del centro abitato di Vicenza, all'angolo fra la Via Monte Zovetto e la Via dei Cappuccini ed a circa 300 m dal Fiume Bacchiglione, che scorre a Nord/Nord-Est del sito.

Il sito confina con le seguenti strutture/aree urbane (si veda anche la Figura 1):

- a Nord: con strada laterale alla Via Monte Zovetto e, oltre la strada, con un capannone industriale;
- a Sud: con Via dei Cappuccini e, oltre la strada, edifici ad uso residenziale;
- a Est: con Via Monte Zovetto e, oltre la strada, edifici ad uso residenziale;
- a Ovest: con giardino ed immobile ad uso residenziale.



Figura 1: area oggetto di bonifica

Nell'area sono stati eseguiti nel periodo 2006-2008 interventi di bonifica previsti nel Progetto Definitivo di Bonifica di Fase 1 – 1° e 2° stralcio (Rif. [11] e [12]) e consistenti in:

- rimozione dei terreni e rifiuti nelle aree di sorgente Nord-Est e Sud-Ovest, per un totale di circa 700 m³ di materiali;

- rimozione di sottoservizi, n.10 serbatoi e circa 825 m di tratti di fognatura;
- realizzazione di palancoata nell'area di sorgente Sud – Ovest, per un perimetro di circa 215 m (infissione di palancole tipo Larssen AU20, a partire da -1,5 m da p.c., di lunghezza pari a 16 m e larghezza 0.75 m).

Gli interventi di bonifica dei terreni e delle acque sotterranee di fase 2, descritti nel POB approvato con PG n.5583 del 22 gennaio 2013 (Rif. [8]), comprendono l'implementazione di una pluralità di interventi in situ (ovvero interventi di Desorbimento Termico - In Situ Thermal Treatment, Multi-phase extraction - MPE, ossidazione chimica - ISCO e pump&treat - P&T) da condurre consequenzialmente o parallelamente in differenti aree in funzione della contaminazione riscontrata e degli obiettivi di bonifica definiti.

Le aree oggetto di intervento sono mostrate nella figura seguente.

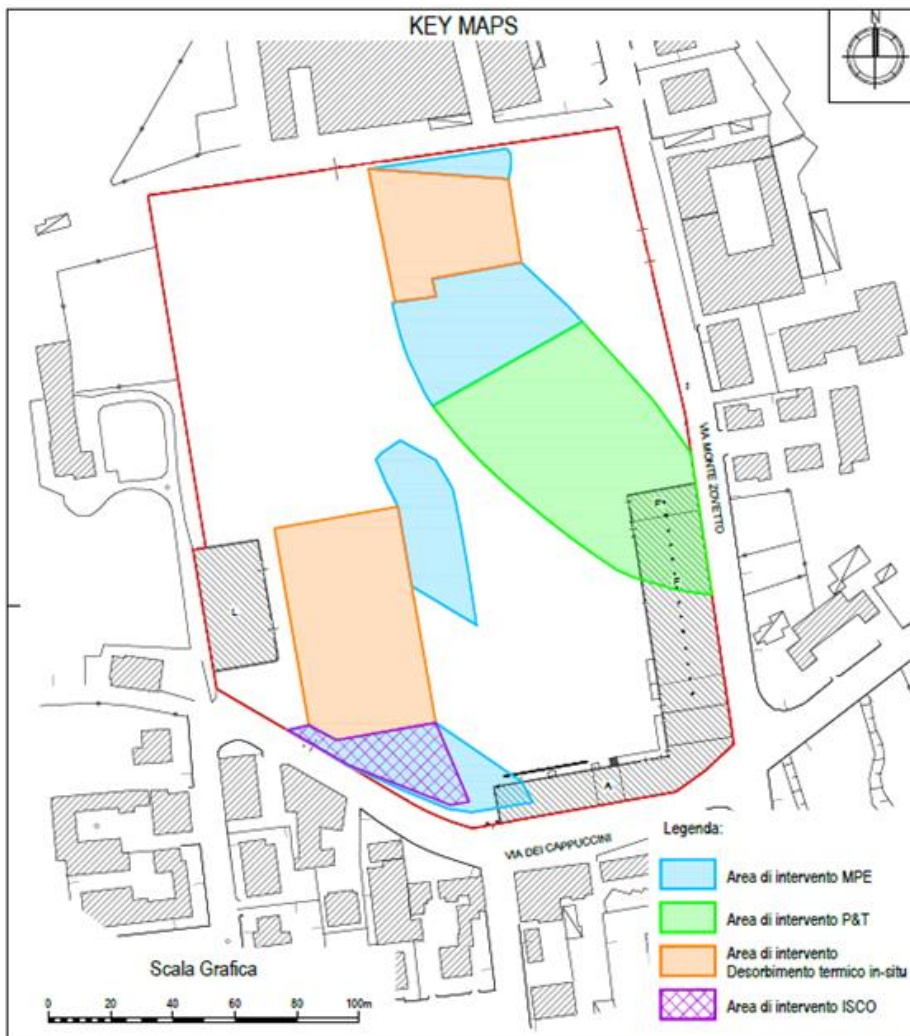


Figura 2: aree di intervento

3 SINTESI ITER AMMINISTRATIVO

L'ex area industriale di Via dei Cappuccini a Vicenza è soggetta a iter di bonifica così come previsto all'art. 242 del D. Lgs. 152/2006 in considerazione della presenza nei terreni e nelle acque sotterranee di contaminanti in concentrazioni superiori alle CSC, rilevati a seguito delle indagini previste dal Piano della caratterizzazione, approvato con atto del Dirigente Responsabile del Settore Tutela del Territorio e Igiene del Comune di Vicenza, PGN 36285 del 16.07.2004, e delle successive indagini ambientali eseguite.

L'intervento di bonifica è stato suddiviso in due principali fasi; la Fase 1 è stata descritta nei documenti "Ex area industriale di Vicenza, Via dei Cappuccini - Progetto Definitivo di Bonifica - Fase 1, 1° stralcio. EcoAppraisalSrl (ora Tauw Italia), Rif. 1015_001r05gib - dicembre 2005" e "Ex area industriale di Vicenza, Via dei Cappuccini - Progetto Definitivo di Bonifica - Fase 1, 2° stralcio. EcoAppraisal (ora Tauw Italia), Rif. 1187_002r07gib - maggio 2007" e è consistita prevalentemente nella rimozione di rifiuti e sottoservizi e nella realizzazione di un sistema di confinamento nel settore Sud – Ovest del sito. Tali interventi sono stati eseguiti e completati nel 2006-2008.

Così come previsto dall'art. 242 del D. Lgs. 152/06, per i terreni ed acque di falda è stato redatto il documento "Bonifica ex area industriale di Via dei Cappuccini, 40 a Vicenza – Analisi di Rischio sito specifica. Tauw Italia, Rif.1184_008r11cni del 31.10.2011", approvato con atto del Dirigente del Settore Tutela del Territorio e Igiene del Comune di Vicenza, PGN 83104 del 6.12.2011. In tale documento, attraverso l'applicazione della procedura di Analisi di Rischio (AdR), sono state definite le Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) associate alla fruibilità del sito; tali CSR sono state confrontate con le concentrazioni dei contaminanti presenti nel sito.

Il confronto ha evidenziato superamenti delle CSR e quindi la necessità di eseguire interventi di bonifica atti a ricondurre le concentrazioni entro le CSR calcolate. A tal fine è stato predisposto il progetto di bonifica di Fase 2 (documento "Progetto Operativo di Bonifica dei terreni e delle acque sotterranee dell'ex area industriale di Via dei Cappuccini a Vicenza – Fase 2. Tauw Italia, Rif. 8001184_009r12gib del 15 maggio 2012", di seguito POB), approvato con atto del Dirigente del Settore Tutela del Territorio e Igiene del Comune di Vicenza, PGN 5583 del 22.01.2013.

Il POB ha individuato gli interventi e le tecniche necessarie a ricondurre lo stato di contaminazione presente nel sito alle CSR definite dall'Analisi di rischio e compatibili con la destinazione d'uso prevista dagli strumenti urbanistici e dagli interventi edificatori e di riqualificazione previsti. Tale POB ha rappresentato il documento di riferimento sia per la redazione del Progetto Definitivo (di seguito PD) ai sensi dell'art.93, comma 4, D. Lgs. 163/2006 (redatto da Tauw Italia, nel gennaio 2015) necessario ai fini dell'affidamento dei lavori di bonifica mediante gara di evidenza pubblica, sia per la progettazione esecutiva.

Il Progetto Esecutivo (di seguito PE redatto a dicembre 2017 da Arcadis e Rem-Tec Srl, di seguito Rem-Tec) ha sviluppato e reso eseguibili gli interventi previsti dal POB, rettificando e aggiornando alcuni aspetti quali:

- Successione temporale delle lavorazioni: dopo la rimozione amianto e la demolizione degli edifici (che insistono su terreni oggetto di bonifica) è stata prevista la realizzazione della bonifica dei terreni insaturi (on site ed ex situ) e, successivamente, la bonifica dei terreni saturi (in situ);
- Aree di lavorazione: per la frantumazione del materiale da demolizione è stato previsto l'utilizzo dell'edificio esistente W. Per i successivi trattamenti meccanici di materiale di riporto e terreni è stata prevista la realizzazione un'area confinata (tensostruttura) nell'angolo nord-ovest del sito;
- Demolizione degli edifici: nella demolizione degli edifici è stato previsto di mantenere le pareti perimetrali che rappresentano al contempo confine verso l'esterno al fine di minimizzare gli impatti;

- Bonifica del suolo saturo nelle aree di sorgente: per la bonifica di queste aree è stato previsto di eseguire un intervento di desorbimento termico in-situ di tipo resistivo ERH. Per il trattamento degli effluenti gassosi era prevista l'installazione di 2 filtri a carboni attivi autorigeneranti con sezione di finissaggio di sicurezza sempre a carboni attivi, in alternativa all'ossidatore termico ipotizzato in fase di POB. Inoltre per le acque derivanti dal trattamento termico è stato previsto un trattamento con impianto dedicato anziché l'invio all'impianto TAF già in essere presso il sito;
- Bonifica della falda superficiale – ISCO: è stato previsto di installare in una prima fase n.70 pozzetti ISCO in sostituzione dei 16 previsti;
- Bonifica della falda superficiale – MPE: è stato previsto di installare n.84 punti di aspirazione sostituzione dei n.57 previsti.

Il PE è stato acquisito dagli Enti in data 06/02/2017.

Con nota PGN 65881 del 30 aprile 2018 il Comune di Vicenza ha trasmesso il parere dell'ISS prot. 12191 del 19/04/2018 relativamente ai valori da assumere come riferimento per il monitoraggio dell'aria a livello della popolazione residente nell'area circostante l'ex area industriale oggetto di bonifica, in risposta alla richiesta di valutazione da parte del Servizio Igiene e Sanità pubblica dell'ULSS 8 Berica (nota prot. 51485 del 26/05/2017).

Nell'ambito della Conferenza di Servizi (di seguito CdS) del 10 maggio 2018 è stato concordato di ridefinire i valori limite per il monitoraggio dell'area esterna al sito, sulla base dei valori soglia di riferimento indicate da ISS ed applicando le metodologie di calcolo previste dal parere ISS.

4 NUOVI VALORI LIMITE PER IL MONITORAGGIO DELL'ARIA

Il POB dei terreni e delle acque sotterranee, approvato con PG n.5583 del 22 gennaio 2013, comprendeva un piano di monitoraggio della matrice aria ambiente, da eseguirsi con cadenza settimanale mediante l'uso di campionatori passivi.

Il piano prevedeva il monitoraggio dei seguenti parametri e il confronto dei valori di concentrazione rilevati con i valori soglia di riferimento di seguito riportati:

- Monoclorobenzene = 0,46 mg/m³, pari a 1/100 del valore del TLV di 46 mg/m³ (Associazione Igienisti Industriali anno 2005);
- Triclorometano (cloroformio) = 0,49 mg/m³, pari a 1/100 del valore del TLV di 49 mg/m³ (Associazione Igienisti Industriali anno 2005);
- Toluene = 0,37 mg/m³ (WHO Air Quality Guidelines for Europe, 1987, e successivi aggiornamenti per i VOC,1996);
- Benzene = 0,005 mg/m³ valore massimo calcolato come media su base annuale dal D.M. 60 del 2 aprile del 2002.

Nel maggio 2017 l'ULSS 8 Berica ha richiesto (nota Prot.n.51485 del 26/05/2017) all'ISS un parere tecnico relativamente alla definizione dei valori di soglia da adottare per il monitoraggio della qualità dell'aria a livello della popolazione residente nell'area esterna circostante il sito in esame durante le attività di bonifica.

Il parere dell'ISS (Prot. 12191 del 19/04/2018), discusso in occasione della CdS tenutasi presso il Comune di Vicenza in data 10 maggio 2018, ha indicato la procedura per la valutazione e stima del rischio sanitario secondo le formule di calcolo riportate nel documento "*Protocollo di monitoraggio dell'aria indoor/outdoor ai fini della valutazione dell'esposizione inalatoria nei siti contaminati*" (redatto nel 2014 per il sito di Venezia – Porto Marghera) che considerano l'effettiva esposizione della popolazione, secondo specifici scenari di esposizione.

Il calcolo effettuato da TAUW nel documento rif. R001 1667015LLR V00 "*Ex Area industriale, Via dei Cappuccini, Vicenza - Aggiornamento dei valori di riferimento monitoraggio emissioni aeree durante la bonifica*" (20 settembre 2018) ha portato alla ridefinizione dei **valori soglia di riferimento, espressi come media settimanale**, pari a quelli riportati di seguito, confrontati con i precedenti sopra elencati:

Parametro	valori riportati nel POB µg/m ³	nuovi valori di riferimento µg/m ³	note
Monoclorobenzene	460	83,43	calcolato considerando il tempo necessario al completamento della bonifica, previsto pari a 1,5 anni
Triclorometano (cloroformio)	490	417,14	calcolato considerando il tempo necessario al completamento della bonifica, previsto pari a 1,5 anni
Toluene	370	260	valore di riferimento elaborato dall'OMS
Benzene	5	5	valore limite di legge espresso come media annuale indicato nel D.Lgs.155/2010

Tabella 1: confronto tra nuovi valori soglia di riferimento e precedenti valori riportati nel POB

5 CONFIGURAZIONE TECNOLOGICA DEL SISTEMA ISTT

Le nuove soglie da adottare come riferimento nel monitoraggio dell'aria per la popolazione presente nelle zone limitrofe al sito in bonifica, così come identificate nel capitolo precedente, risultano particolarmente cautelative nello specifico per Monoclorobenzene (ridotto di circa un ordine di grandezza rispetto il valore riportato nel POB approvato) ed hanno portato a valutare l'eventuale impatto sulla configurazione degli interventi di bonifica previsti in sito.

Tra i differenti sistemi di bonifica applicati al sito in oggetto, quello che risulta maggiormente critico e sensibile nei confronti della tematica del monitoraggio aria ambiente è la fase denominata ISTT (In Situ Thermal Treatment), prevista in due aree come riportato nella figura seguente.



Figura 3: aree di applicazione del sistema ISTT

Gli altri interventi di bonifica, infatti, o determinano un impatto meno significativo rispetto a ISTT in termini di emissione in atmosfera, oppure si ritiene siano ragionevolmente mitigati dai sistemi di controllo/abbattimento già previsti nel POB e valutati/approvati dagli Enti.

Gli impianti che generano punti di emissione in atmosfera sono:

1. Trattamento aria da estrazione vapori riscaldamento suolo
2. Trattamento terreni on site
3. Trattamento acque
4. MPE per bonifica falda
5. Trattamento aria edificio L

Per il monitoraggio è stato previsto un analizzatore in continuo:

- per la verifica delle emissioni derivanti dal trattamento al punto 1, in quanto esse sono le più significative e sono previste nel caso di presenza di sistema di trattamento con ossidatore termico;
- per la verifica delle concentrazioni dei contaminanti estratti nel corso del trattamento dei terreni on site in quanto necessario per il controllo di processo.

Per le altre emissioni è stato elaborato un protocollo di monitoraggio funzionale a valutare le prestazioni degli impianti di abbattimento e procedere alla loro manutenzione

(tipicamente sostituzione dei carboni attivi) anticipatamente nel caso di rischio di eccedenza dei limiti di legge.

Il piano di monitoraggio previsto dal POB è stato finalizzato nel 2017, a seguito di quanto discusso con ARPAV nell'incontro del 12 aprile 2017, così come dettagliato nel documento "Integrazioni al Progetto Esecutivo – Piano di Monitoraggio Matrici Ambientali" (Arcadis Italia Srl e Rem-Tec Srl, 19 aprile 2017) prevedendo:

- monitoraggio polveri e qualità dell'aria con cadenza periodica lungo il confine del sito per tutta la durata dei lavori;
- esecuzione di rilevamenti con un set analitico allargato mirati alla valutazione degli impatti ambientali legati agli interventi di bonifica ritenuti più critici. Le posizioni di monitoraggio già in essere verranno integrate con una rete di punti ubicati in prossimità delle diverse zone di intervento ed i campionamenti avverranno con una frequenza serrata;
- monitoraggio delle emissioni in uscita da ciascun impianto di trattamento attivo sul sito.

Durante gli interventi di bonifica ritenuti più critici (demolizione edifici, scavo e trattamento terreni on site, riscaldamento del suolo ISTT, intervento MPE/ISCO) è stato previsto di integrare la rete monitoraggio con campionatori ubicati nelle immediate vicinanze dell'area di intervento e con l'utilizzo di un Photo Ionizzatore Portatile PID che consentirà di monitorare costantemente la qualità dell'aria riguardo l'eventuale presenza di concentrazioni anomale di sostanze organiche volatili (come sommatoria) e permetterà di segnalare tempestivamente le loro variazioni rispetto ai valori di fondo o rispetto ad un valore soglia di allerta a priori fissato.

Di seguito vengono riportati i monitoraggi previsti e la loro cadenza durante le attività di bonifica (da rivalutare eventualmente sulla base delle risultanze delle prime campagne di monitoraggio, in accordo con gli Enti di Controllo).

Intervento di demolizione edifici

Rete di monitoraggio	Parametri	Frequenza monitoraggi durante le operazioni di demolizione
Monitoraggio al perimetro	Polveri	Quindicinale
Monitoraggio in prossimità dell'area di intervento	Polveri	Quindicinale

Tabella 2: Sintesi delle modalità e tempistiche per i monitoraggi durante le demolizioni (Rif. doc [2])

Intervento di scavo e trattamento terreni on site

Rete di monitoraggio	Parametri	Frequenza monitoraggi durante le operazioni di scavo
Monitoraggio al perimetro	VOC	Quindicinale
	Polveri	Quindicinale
	Odori	Tempo "0" quindi Mensile
Monitoraggio in prossimità dell'area di intervento	VOC	Quindicinale
	Polveri	Quindicinale
	ΣVOC	Continuo (PID)

Tabella 3: Sintesi delle modalità e tempistiche per i monitoraggi durante il riscaldamento dei terreni (Rif. doc [2])

In caso di alte concentrazioni di VOC rilevate col PID, durante le fasi di scavo sarà anche utilizzato un campionatore Canister con campionamento pari a 24 h.

Intervento di riscaldamento del suolo ISTT

Rete di monitoraggio	Frequenza monitoraggi		
	Parametri	Primo mese di intervento	Periodo successivo al primo mese di intervento
Monitoraggio al perimetro	VOC	Settimanale	Mensile
	Polveri	Movimentazione terreni	Movimentazione terreni
	Odori	Settimanale	Mensile
Monitoraggio in prossimità dell'area di intervento	VOC	Settimanale	Mensile
	Polveri	Movimentazione terreni	Movimentazione terreni
	ΣVOC	Continuo (PID) al camino	Continuo (PID) al camino

Tabella 4: Sintesi delle modalità e tempistiche per i monitoraggi durante il riscaldamento dei terreni (Rif. doc [2])

Intervento di MPE/ISCO

Rete di monitoraggio	Frequenza monitoraggi		
	Parametri	Primo mese di intervento	Periodo successivo al primo mese di intervento
Monitoraggio al perimetro	VOC	Quindicinale	Trimestrale
Singola stazione di monitoraggio in prossimità dell'area di intervento	VOC	Quindicinale	Trimestrale

Tabella 5: Sintesi delle modalità e tempistiche per i monitoraggi durante le attività MPE e ISCO (Rif. doc [2])

In merito alle emissioni puntuali è stato previsto quanto indicato nella tabella seguente, con frequenze da rivalutare sulla base delle risultanze delle prime campagne di monitoraggio.

Camino	Altezza camino	Parametri	Frequenza monitoraggi
Impianto aspirazione edificio W	1,0 m da copertura	VOC	mensile
		Odori	mensile (primi 2 mesi)
Impianto aspirazione edificio L	1,0 m da copertura	VOC	mensile
		Odori	mensile (primi 2 mesi)
Impianto aspirazione tensostruttura	1,0 m da copertura	VOC	mensile
		Odori	mensile (primi 2 mesi)
Impianto trattamento terreni SVE	1,0 m da copertura	VOC	mensile
Impianto trattamento acque barriera idraulica falda	1,0 m da copertura	VOC	mensile
		Odori	mensile (primi 2 mesi)
Impianto trattamento vapori ISTT	3,0 m da p.c.	VOC	mensile
		Odori	mensile (primi 2 mesi)
		ΣVOC	continuo (PID)
Impianto SVE intervento ISCO	3,0 m da p.c.	VOC	mensile

Camino	Altezza camino	Parametri	Frequenza monitoraggi
Impianto trattamento MPE	3,0 m da p.c.	VOC	mensile

Tabella 6: Sintesi delle modalità e tempistiche per le emissioni puntuali (Rif. doc [2])

L'applicazione dell'intervento ISTT comporta l'emissione puntuale al camino a seguito del trattamento degli effluenti gassosi e la potenziale emissione di vapori provenienti dalle aree periferiche delle zone di riscaldamento.

Al fine di permettere il rispetto delle nuove soglie di riferimento in aria, sono state definite alcune azioni correttive da implementare sulle differenti sezioni di impianto. Nello specifico:

- un nuovo metodo di riscaldamento dei terreni, passando da un sistema di tipo elettrico resistivo (ERH) ad un sistema di tipo elettrico conduttivo (TCH), che non richiede l'iniezione di acqua per garantire la conducibilità elettrica del terreno e permette di ottenere una maggiore permeabilità del terreno con il conseguente incremento dell'efficienza di trattamento dei contaminanti e abbattimento delle emissioni diffuse;
- al fine di limitare le emissioni diffuse, l'integrazione del sistema di copertura dell'area di intervento con una geomembrana / telo in HDPE e con un sistema di drenaggio dei vapori che eventualmente dovessero prodursi lungo la fascia esterna al perimetro dell'area di intervento;
- al fine di limitare le emissioni puntuali, il potenziamento della capacità di trattamento degli effluenti inserendo una specifica sezione, costituita da 2 ossidatori catalitici, dedicata all'abbattimento dei contaminanti organici permettendo quindi l'uscita dal camino di concentrazioni nettamente inferiori rispetto all'impianto a carboni attivi previsto nel POB. Tale impianto catalico risulta anche maggiormente compatibile con il nuovo sistema di riscaldamento dei terreni di tipo conduttivo.

Nei paragrafi seguenti si sintetizza il sistema ISTT previsto inizialmente a POB e dettagliato nella configurazione definitiva nel PE, si descrivono nel dettaglio le modifiche progettuali previste e si presenta il piano delle emergenze aggiornato ed integrato rispetto a quello già riportato nel PE.

5.1 Descrizione del sistema ISTT progettato

Nel POB approvato era stata prevista l'applicazione di un intervento consistente nel riscaldamento elettrico del suolo e nell'estrazione dei contaminanti in fase liquido/vapore, senza una scelta definitiva sulla tipologia di tecnica applicativa tra Riscaldamento elettrico conduttivo (TCH) e Riscaldamento elettrico resistivo (ERH).

L'intervento era stato previsto in n. 2 Lotti denominati Area Nord Est e Area Sud Ovest (si veda la figura seguente).



Figura 4: aree sorgenti oggetto di intervento ISTT nel POB approvato

Per il trattamento degli effluenti liquidi e gassosi era previsto, indifferentemente nel caso di applicazione del sistema TCH o ERH, un sistema di Soil Vapor Extraction (SVE), costituito da pozzi verticali di estrazione e da una rete orizzontale posta alla sommità dell'area di trattamento, e da pozzi di estrazione Multi Phase Extraction (MPE) in grado di desaturare dall'acqua l'area di trattamento e di completare la rimozione dei contaminanti in fase liquida e vapore. Era poi previsto l'invio degli effluenti ad un impianto di trattamento con la filtrazione di quelli liquidi su carboni attivi e scarico in fognatura e invio dei vapori incondensabili ad un ossidatore termico accoppiato ad un abbattitore ad umido dei fumi acidi (*scrubber*).

Allo scopo di consentire l'isolamento termico dell'area in trattamento, prevenire l'infiltrazione di acqua meteoriche e consentire l'isolamento del suolo dall'atmosfera in modo da rendere possibile la creazione del vuoto nel sottosuolo per facilitare la cattura dei contaminanti in fase vapore, era stato previsto di isolare l'area di intervento sulla sommità con una soletta di cemento di spessore pari a 30 cm.

Nel PE era stata sviluppata quale tecnologia di ISTT quella di tipo elettrico resistivo (ERH), prevedendo di utilizzare una maglia regolare di elettrodi installati nell'area di trattamento e lungo l'intera estensione verticale del sottosuolo da bonificare.

Tale tecnica, che si basa sull'induzione da parte degli elettrodi della corrente elettrica nel sottosuolo, la quale, a causa della resistività elettrica del sottosuolo stesso, si trasforma in energia termica riscaldando così il volume d'intervento, richiede la presenza di umidità nel terreno e pertanto era prevista l'aggiunta di acqua e soluzioni

conduttive per mantenere la conduttività elettrica necessaria. L'intervento prevedeva inoltre che:

- i fluidi e i gas contaminati venissero estratti mediante un sistema di SVE e MPE dedicato; in particolare il sistema di aspirazione vapori comprendeva l'aspirazione dei gas interstiziali (SVE) sia verticalmente che orizzontalmente;
- i gas venissero trattati in un impianto di abbattimento a carboni attivi con rigenerazione a vapore;
- venisse messa in opera una copertura impermeabile (costituita da una gettata in calcestruzzo cellulare leggero con uno spessore di 30 cm) delle aree d'intervento con lo scopo di creare una barriera termica e ridurre le perdite di calore, evitare infiltrazioni di acque meteoriche dalla superficie e creare una barriera alla diffusione incontrollata dei vapori.

L'intervento era previsto in due fasi successive, bonificando l'Area NE e la parte settentrionale dell'area SO in Fase 1 e la rimanente parte dell'Area SO in Fase 2 per una durata di 240 giorni cadauna.

L'impianto di trattamento degli effluenti era stato progettato al fine di ricevere il flusso di aria satura proveniente dal terreno umidificato per esigenze di mantenimento delle caratteristiche idonee di resistività elettrica e sfruttando due differenti tecniche di rimozione dei contaminanti:

- la condensazione spinta dei vapori in ingresso, al fine di separare i contaminanti come fase liquida, inviati ad una linea dedicata dell'impianto di trattamento acque;
- l'adsorbimento su carbone attivo (mediante due sezioni di filtrazione in parallelo dotate di un sistema automatico per rigenerazione in-situ del carbone esausto mediante vapore) dei contaminanti residui in fase gassosa a valle della condensazione.

Era inoltre prevista una ulteriore sezione di filtrazione su carboni attivi come presidio di sicurezza prima dello scarico in atmosfera.

L'intero sistema di trattamento degli effluenti è stato progettato per rispettare i limiti allo scarico in fognatura previsti dal D.Lgs 152/06 (Parte Terza, Allegato 5, Tabella 3) e le seguenti concentrazioni limite al punto di emissione in atmosfera.

Composto	U.M	Concentrazione
Clorobenzene	mg/Nm ³	150,00
Triclorometano	mg/Nm ³	20,00
Toluene	mg/Nm ³	300,00
Benzene	mg/Nm ³	5,00
Altri idrocarburi	mg/Nm ³	300,00

Tabella 7: concentrazioni limite al punto di emissione in atmosfera

5.2 Nuova configurazione del sistema di intervento di desorbimento termico in-situ

Le nuove soglie da adottare come riferimento nel monitoraggio dell'aria per la popolazione presente nelle zone limitrofe ha suggerito di modificare la configurazione dell'intervento ISTT passando dal elettrico resistivo (ERH) al elettrico conduttivo (TCH). Tale sistema, infatti, presenta vantaggi nella flessibilità di realizzazione della bonifica e, operando senza necessità di iniezione d'acqua per mantenere la conducibilità elettrica idonea al trattamento ERH, permette una riduzione di eventuali emissioni diffuse in quanto la permeabilità dei terreni aumenterà a causa della riduzione di umidità dovuta alla tipologia di riscaldamento.

L'installazione del sistema TCH risulta più semplice rispetto al sistema ERH infatti l'applicazione risulta essere meno sofisticata e quindi più adattabile alle esigenze della bonifica complessiva, permettendo pertanto maggiore flessibilità di conduzione dell'intervento, consentendo la modulazione del riscaldamento delle aree di bonifica e quindi la modulazione dei picchi di carico inquinante in ingresso all'impianto di trattamento effluenti.

Il riscaldamento del terreno sarà effettuato senza necessità di iniezione di acqua permettendo quindi la desaturazione e il conseguente incremento di permeabilità del sottosuolo. Tale situazione, oltre ad determinare un incremento di efficienza di abbattimento dei contaminanti, permetterà anche la riduzione di produzione di vapori e emissioni diffuse nell'area di intervento.

Di seguito si descrivono le varie sezioni del nuovo sistema di bonifica delle zone oggetto di trattamento termico, comprese le modalità di installazione dei pozzi di riscaldamento di estrazione e di monitoraggio della temperatura e i criteri di base di installazione dell'impianto.

Ai fini dei calcoli di bilancio di massa sono stati eseguiti sondaggi per definire nel dettaglio il volume oggetto di intervento. Nella tabella sottostante si riportano il top e bottom della contaminazione e i conseguenti i volumi di terreno da trattare.

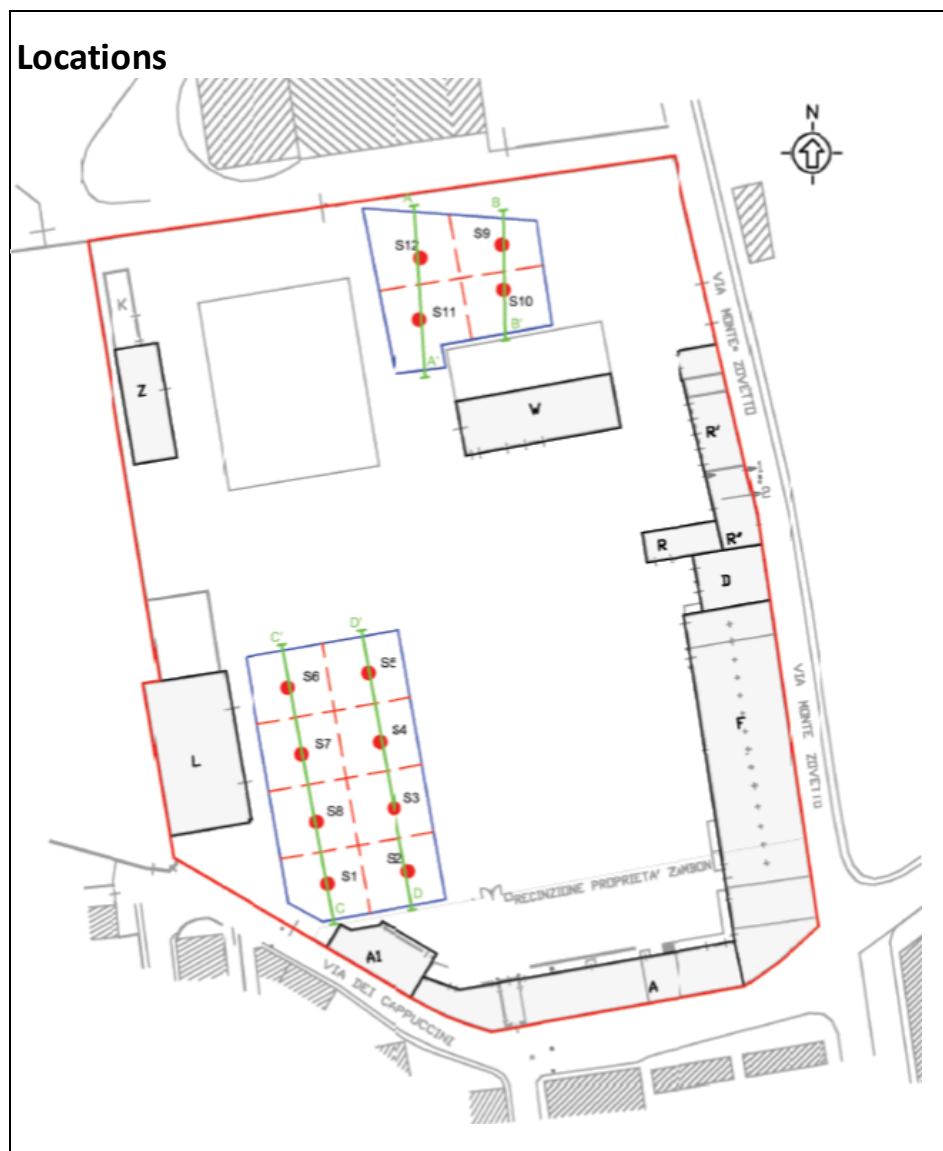


Figura 5: mappa del sito dove sono indicate le due aree di trattamento e i sondaggi eseguiti ai fini dell'affinamento del modello concettuale della contaminazione

ID Area	Sondaggio	Area (m ²)	Profondità (m) da p.c.)	Volume (m ³)	TTZ
SW	S1	334	14,5	4843	
	S8	356	9,5	3382	
	S3+S7	713	8,5	6061	
	S2+S5+S6	1066	7,5	7995	
	S4	357	6,5	2321	
	<i>TOT</i>	<i>2826</i>		<i>24601</i>	
NE	S9+S11	728	5	3640	
	S10+S12	751	4	3004	
	<i>TOT</i>	<i>1479</i>		<i>6644</i>	
TOTAL		4305		31245	

Tabella 8: caratteristiche geometriche delle aree da trattare

5.2.1 Descrizione generale della tecnologia *Thermal Conduction Heating (TCH)*

Il riscaldamento conduttivo (Thermal Conduction Heating TCH) è una tipologia di desorbimento termico idonea per rimuovere, in particolare, i solventi organici ed altri contaminanti. Essa è ottimale in condizioni di bassa permeabilità dei litotipi, in quanto la distribuzione del calore nel suolo dipende dalla temperatura imposta dal sistema (temperatura target). La distribuzione del calore non dipende invece dalla conducibilità idraulica della matrice suolo, anche se bassa.

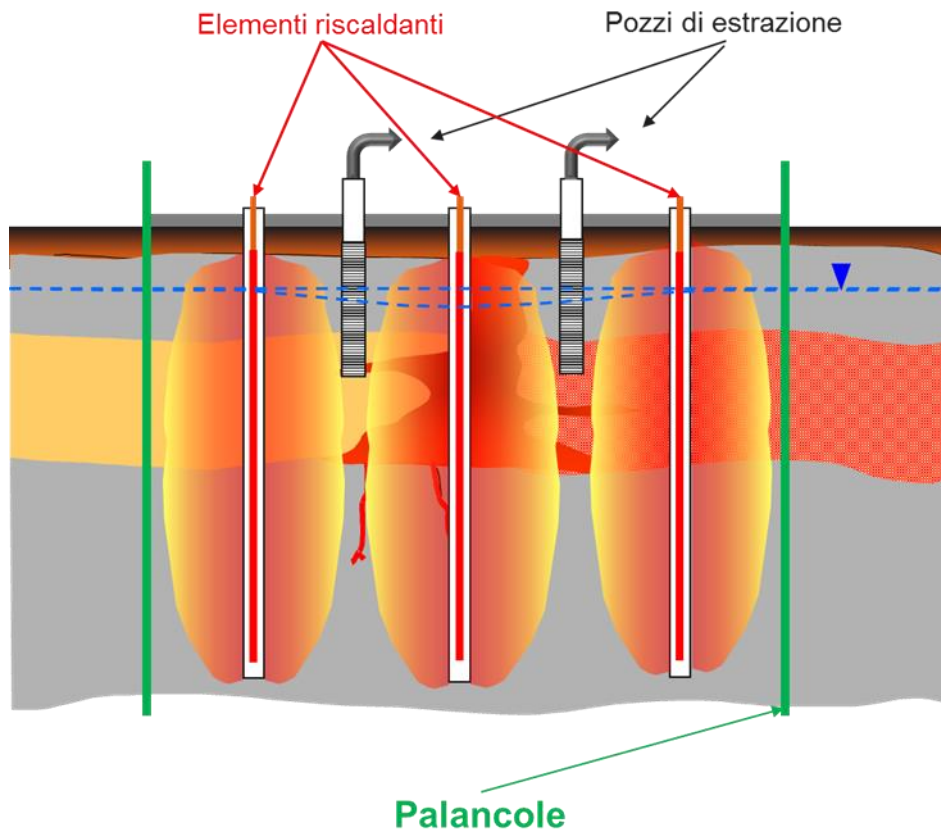


Figura 6: Schema funzionale della tecnologia di desorbimento termico di tipo conduttivo (TCH)

Gli interventi di bonifica mediante desorbimento termico in situ si basano sul cambio di stato degli inquinanti ottenuto mediante un innalzamento della temperatura del terreno saturo e/o insaturo fino al punto di volatilizzazione dei contaminanti. I contaminanti in forma gassosa e liquida vengono quindi captati ed aspirati da una serie di pozzi di estrazione installati in punti intermedi per essere poi trattati tramite vari processi (ad catalisi e lavaggio, ecc.) in base alla loro natura e alla loro concentrazione iniziale.

Il sistema di bonifica TCH prevede di riscaldare il terreno per portare al punto di ebollizione l'acqua contenuta nei pori del terreno. In questo modo i contaminanti diventano volatili e vengono trasferiti in fase di vapore e quindi più facilmente estraibili a sottosuolo.

Infatti, i liquidi in fase non acquosa (NAPL) riscaldati a temperature intorno al punto di ebollizione dell'acqua, diventano più mobili e quindi facilmente rimovibili dal sottosuolo.

Questo avviene perché la pressione del vapore dei componenti NAPL aumenta notevolmente con la temperatura. Poiché il sottosuolo viene riscaldato fino a 100°C, la pressione di vapore dei componenti NAPL aumenta tipicamente tra 10 e 30 volte.

I coefficienti di adsorbimento dei diversi composti si riducono a seguito del riscaldamento favorendone il desorbimento dal suolo. Ciò consente ai contaminanti di entrare nella fase di vapore ed essere estratti dal pozzo attraverso un ventilatore e trattati nel sistema di trattamento del vapore.

Nella tabella sottostante si riportano gli effetti del trattamento termico sulle proprietà dei contaminati.

Proprietà	Effetto per aumento Temperatura
Densità liquidi	Diminuisce moderatamente
Tensione di vapore	Aumenta significativamente (da 10 a 30 volte)
Viscosità liquidi	Diminuisce significativamente
Viscosità vapori	Aumenta leggermente
Mobilità	Aumenta
Solubilità in acqua	Aumenta
Costante di Henry	Aumenta
Coefficiente di ripartizione	Diminuisce
Degradazione biologica	Aumenta
Degradazione abiotica	Aumenta

Tabella 9: Effetti del trattamento termico sulle proprietà fisiche dei contaminati

La depressione applicata dal sistema di aspirazione permette il recupero di tutti i vapori mobilizzati, eliminando eventuali emissioni non controllate dalla TTZ (Thermal Treatment Zone).

La produzione del calore necessario a raggiungere il punto di volatilizzazione dei composti organici presenti nel suolo è garantita da una batteria di elementi riscaldanti introdotti nel terreno (Figure seguenti). Gli elementi riscaldanti sono inseriti in un tubo d'acciaio installato nel terreno ad una profondità stabilita in base alle dimensioni della sorgente di contaminazione e ai parametri idrogeologici del sito.

All'interno del tubo viene introdotta una resistenza elettrica riscaldante in grado di fornire una potenza idonea, in modo tale da generare con una temperatura dell'elettrodo compresa tra i 400°C e i 800°C (fino a 700 -1.000°C di punta). Ciascuna resistenza è dotata di una termocoppia avente la funzione di proteggere da eventuali sovratemperature e di consentire al contempo la regolazione della temperatura stessa e di conseguenza l'energia rilasciata/introdotta.

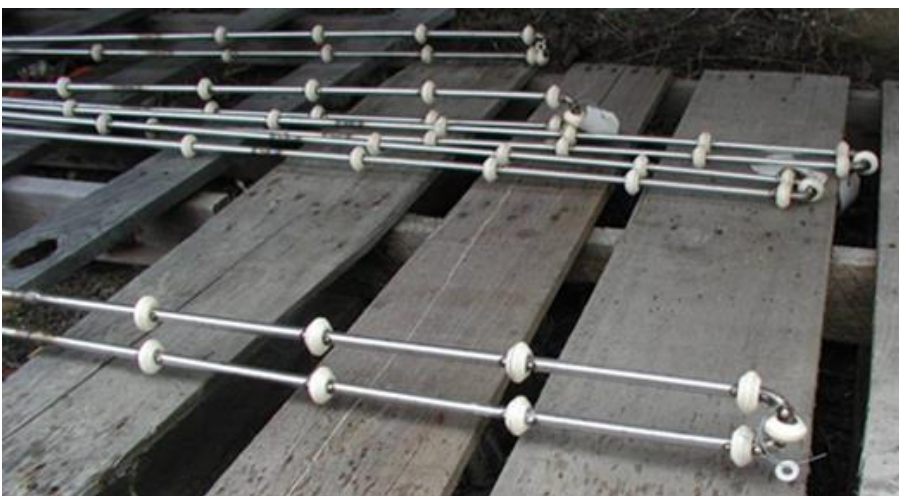


Figura 7: Particolare di un elemento riscaldante (*Heater*)

L'aumento di temperatura della zona interessata dall'intervento dipende dalla temperatura degli elementi riscaldanti e dalla curva di risposta del terreno. Per poter gestire il trattamento, l'aumento di temperatura degli elementi riscaldanti viene raggiunto tramite una scala di valori impostati a sistema, che possono essere modificati in funzione delle concentrazioni estratte, delle depressioni e delle temperature rilevate sulla testa dei pozzetti di estrazione e nelle verticali di osservazione. A tal scopo, saranno posizionati sulla rete riscaldante e sui pozzetti di estrazione delle termocoppie e dei misuratori di depressione.



Figura 8: Particolare dell'elemento riscaldante connesso alla rete di distribuzione della corrente elettrica

I pozzetti di aspirazione saranno realizzati in tubi d'acciaio posizionati nel cuore della contaminazione, baricentrici rispetto alle posizioni degli elementi riscaldanti. Si tratta di tubi simili ai piezometri ciechi nella porzione superficiale e fessurati nella parte restante. Lo spazio anulare nella parte cieca è riempito con un tappo bentonitico, per garantire una perfetta tenuta, mentre attorno alla sezione fessurata viene posizionata della ghiaia calibrata, silicea, lavata.

Il completamento del pozzetto prevede una testa pozzo sulla quale sono predisposte delle derivazioni per consentire il campionamento dei gas. Queste derivazioni potranno servire anche per l'installazione di termocoppie e di misuratori di pressione per il controllo della depressione. Ciascun pozzetto di estrazione sarà collegato alla rete di collettamento metallica dei gas estratti, dotata di valvola per consentire l'eventuale esclusione dei pozzetti dalla rete. L'insieme dei pozzetti, dei collegamenti e dei collettori sarà preferibilmente realizzato in metallo in acciaio al carbonio, ad eccezione dei tratti filtrati che saranno di AISI 316.

a) Pozzi di estrazione verticale (VEW)

Verranno installati una serie di pozzi di estrazione vapori adiacenti agli elettrodi per captare i vapori e creare in tal modo un flusso controllato evitando migrazioni nelle aree periferiche del trattamento termico. Concettualmente si prevede di installare i pozzi di estrazione come da schema riportato nella figura seguente.

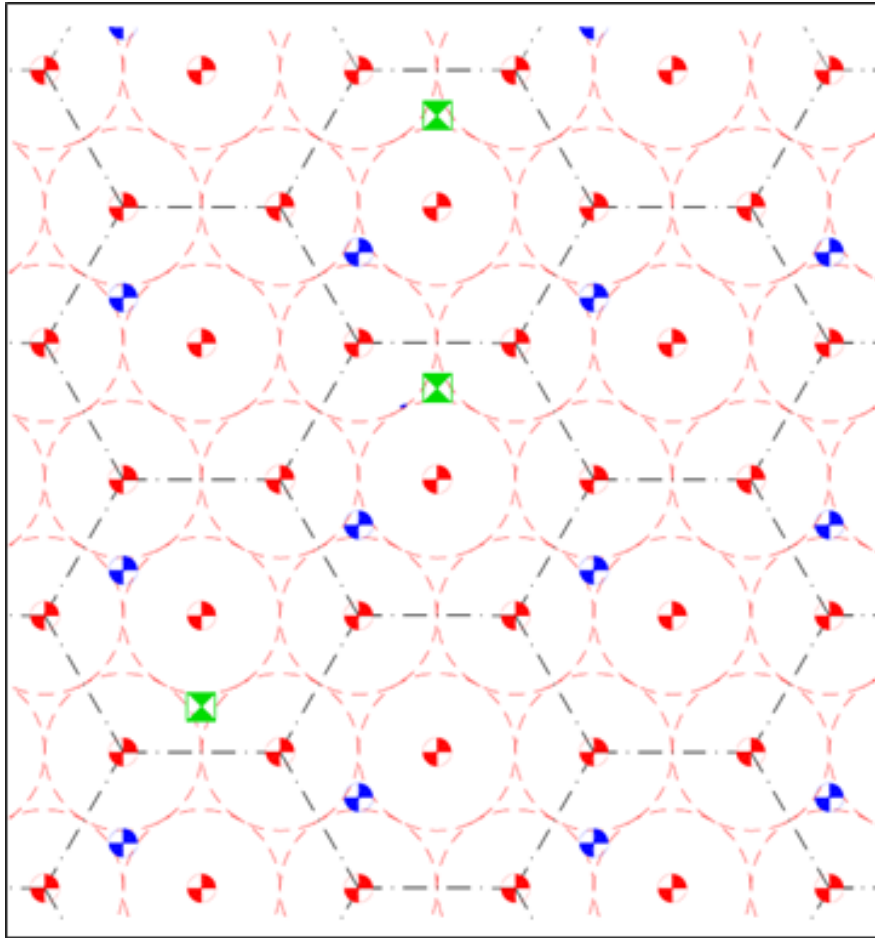


Figura 9: Esempio di disposizione di massima degli elementi riscaldanti (in rosso), dei pozzetti d'aspirazione (in blu), sonde di monitoraggio della temperatura (in verde).

b) Pozzi di estrazione multifase (MPE)

I pozzi di estrazione multifase verranno installati nell'area di trattamento per controllare pneumaticamente l'intera area di trattamento sottoposta a riscaldamento, inoltre permetteranno di desaturare il volume di suolo sottoposto a riscaldamento e avere una maggior resa energetica del sistema. Le acque di desaturazione saranno inviate all'impianto di trattamento acque.



Figura 10: esempio di completamento testa pozzi di un MPE

I gas estratti saranno trattati come già descritto al par.7.

Come già previsto nel PE con di sistema resistivo, nell'area oggetto di intervento sarà realizzato un capping superficiale (30 cm di calcestruzzo cellulare), necessario sia per mantenere il corretto gradiente termico, sia per prevenire eventuali migrazioni di vapori al di fuori dell'area oggetto di bonifica.

5.2.2 Strategia di riscaldamento - ottimizzazione dei tempi di intervento

Nel PE era stato scelto un intervento di trattamento suddiviso in due fasi successive dalla durata di 240 giorno cadauna. Nella Fase 1 si prevedeva di sottoporre a trattamento l'intero volume dell'area NE e la parte settentrionale dell'area SO. Nella fase 2 era previsto il trattamento del volume residuo dell'area SO.

Si prevede di ridurre i tempi di intervento (e quindi di riscaldamento) operando in un'unica fase di riscaldamento per entrambe le aree oggetto di bonifica. È previsto di modulare l'energia apportata in modo tale da sfasare il verificarsi del picco di carico inquinante rimosso nelle due aree così da regolare le concentrazioni in ingresso all'impianto di trattamento. Anche il riscaldamento potrà essere realizzato in maniera graduale sulla superficie delle aree di intervento, agendo in fasi differenti e sequenziali su singole subaree o fasce parallele in modo tale da modulare ulteriormente i picchi di carico contaminante in ingresso all'impianto trattamento effluenti.

A livello teorico, operando contemporaneamente nelle due aree di bonifica, la durata dell'intervento sarà pari a circa 180 giorni. Considerando lo sfasamento di avvio e lo sviluppo sequenziale della bonifica come sopra indicato, si prevede una durata complessiva di 200 – 240 giorni.

Rispetto a quanto previsto nel PE (240 giorni per ognuna delle aree di intervento) si prevede quindi almeno un dimezzamento dei tempi di bonifica e, di conseguenza, del tempo di possibile rischio di produzione di emissioni diffuse e del tempo in cui si produrranno emissioni a camino a valle del sistema di trattamento effluenti.

6 BASI PROGETTUALI INTERVENTO TCH

6.1 Dimensioni fisiche delle Aree di trattamento

Descrizione	UM	Area NE	Area SO
Area di trattamento	m ²	1.437	2.830
Spessore medio di terreno da trattare	m	4	13
Inizio trattamento termico	m	3	2
Profondità massima di trattamento	m	7	15
Livello acque	m	1,5	2

Tabella 10: dimensioni aree di trattamento (TTZ)

6.2 Caratteristiche idrogeologiche e geologiche delle aree di intervento

Descrizione	UM	Area NE	Area SO
Volume di suolo da trattare	m ³	5.750	21.400
Porosità totale	%	35	35
Volume dei solidi	m ³	3.750	13.900
Volume dei pori	m ³	2.000	7.500
Saturazione	%	60	60
Gradiente idraulico	adim	0*	0*
Velocità delle sotterranee	m/giorno	0	0

Tabella 11: Caratteristiche idrogeologiche e geologiche della TTZ

*il gradiente idraulico è assunto uguale a zero in quanto le aree sono palancolate.

6.3 Layout sistema di pozzi

Il campo pozzi da installare nelle due aree interessate dal riscaldamento è descritto nella seguente Tabella.

ID Area	Sorgente	Tipologia pozzi	numero pozzi	Profondità di perforazione	m totali	note	Completamento
SW	S1	Heaters	38	16,5	627	Pozzi da 3" in acciaio al carbonio	tubazione cieca
	S8	Heaters	25	11,3	282,5		
	S3, S7	Heaters	50	10,3	515		
	S2, S5, S6	Heaters	84	9,3	781,2		
	S4	Heaters	24	8,3	199,2		
	Subtotale area SW		<u>221</u>		<u>2404,9</u>		
NE	S9,S11	Heaters	65	6,8	442		tubazione cieca

ID Area	Sorgente	Tipologia pozzi	numero pozzi	Profondità di perforazione	m totali	note	Completamento
	S10, S11	Heaters	55	5,8	319	Pozzi da 3" in acciaio al carbonio	
Subtotale area NE			<u>120</u>		<u>761</u>		
TOTALE - NE e SW			341		3165,9	Totale heaters	
SW		SVE	49	16,5	808,50	Pozzi da 2" in acciaio al carbonio per la parte cieca e AISI 316 per la parte fessurata con fessure da Ø50 mm	completamento: 0 - 1 cieco
NE		SVE	26	6,8	176,8		-1 - fondo foro fessurato
TOTALE - NE e SW			75		985,3		
SW		MPE	15	16,5	247,5	Pozzi da 2" in acciaio al carbonio per la parte cieca e AISI 316 per la parte fessurata con fessure da Ø100 mm	completamento: 0 - 1 cieco
NE		MPE	15	6,8	102		-1 - fondo foro fessurato
TOTALE - NE e SW			30		349,5		
SW		Temperatura	28	17	476	Pozzi da 1" in acciaio al carbonio	cieco
NE		Temperatura	15	7	105		
TOTALE - NE e SW			43		581		

Tabella 12: caratteristiche tecniche del campo pozzi del nuovo sistema ISTT

Gli elementi riscaldanti sono costituiti dalle seguenti parti fondamentali:

- la resistenza costituente l'elemento riscaldante;
- un primo rivestimento in acciaio al carbonio di protezione della resistenza completa di distanziali;
- un tratto "freddo" dell'elemento riscaldante di giunzione con la superficie.

Ogni TCHh sarà dotato di sistema di controllo della temperatura della punta riscaldante. Il sistema dovrà monitorare le temperature in remoto al fine di garantire che la temperatura desiderata dei riscaldatori non venga superata.

Il campo pozzi verrà installato tramite vibroinfissione ai fini di non generare rifiuti ed ottimizzare le tempistiche di realizzazione.

Di seguito si riporta un estratto della planimetria del campo pozzi ove vengono indicate le geometrie rispettivamente degli heaters, pozzi TCHh, VEW e MPE.

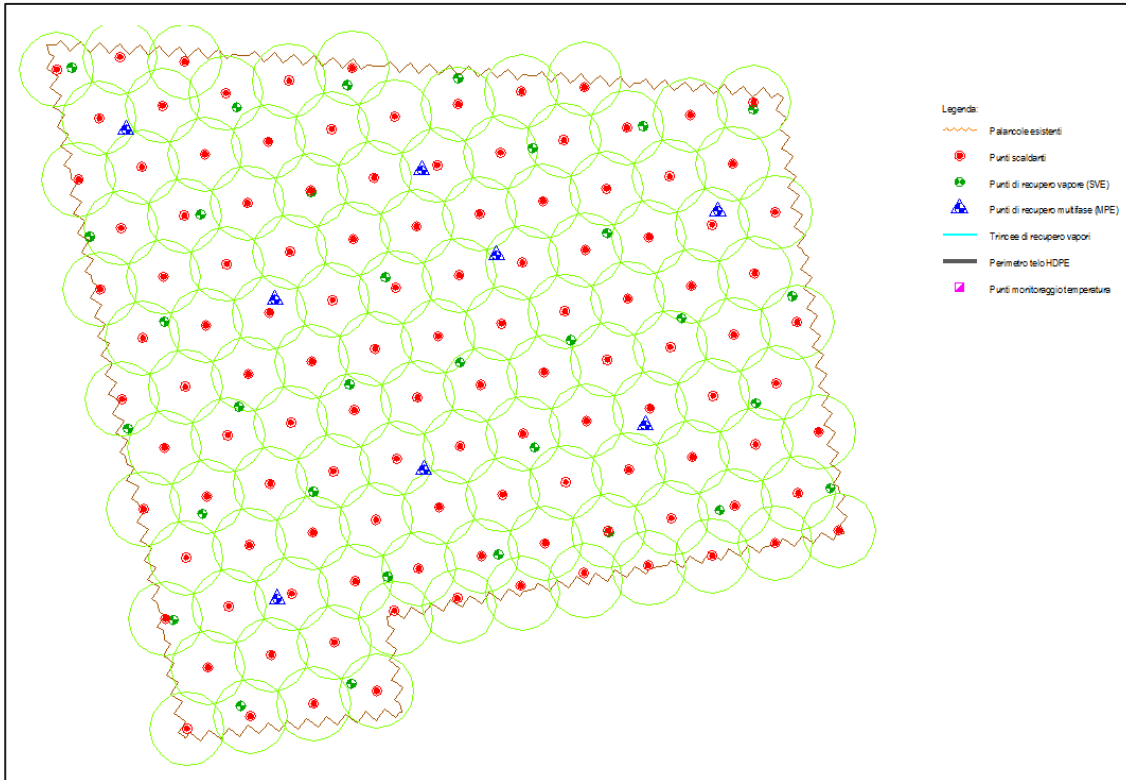


Figura 11: estratto planimetria Area NE ove è possibile apprezzare el reciproche geometrie del campo pozzi

I pozzi verranno completati secondo le informazioni riportate nella Tabella 12 ad ogni modo si riporta nella figura sottostante il concept del completamento dei pozzi.

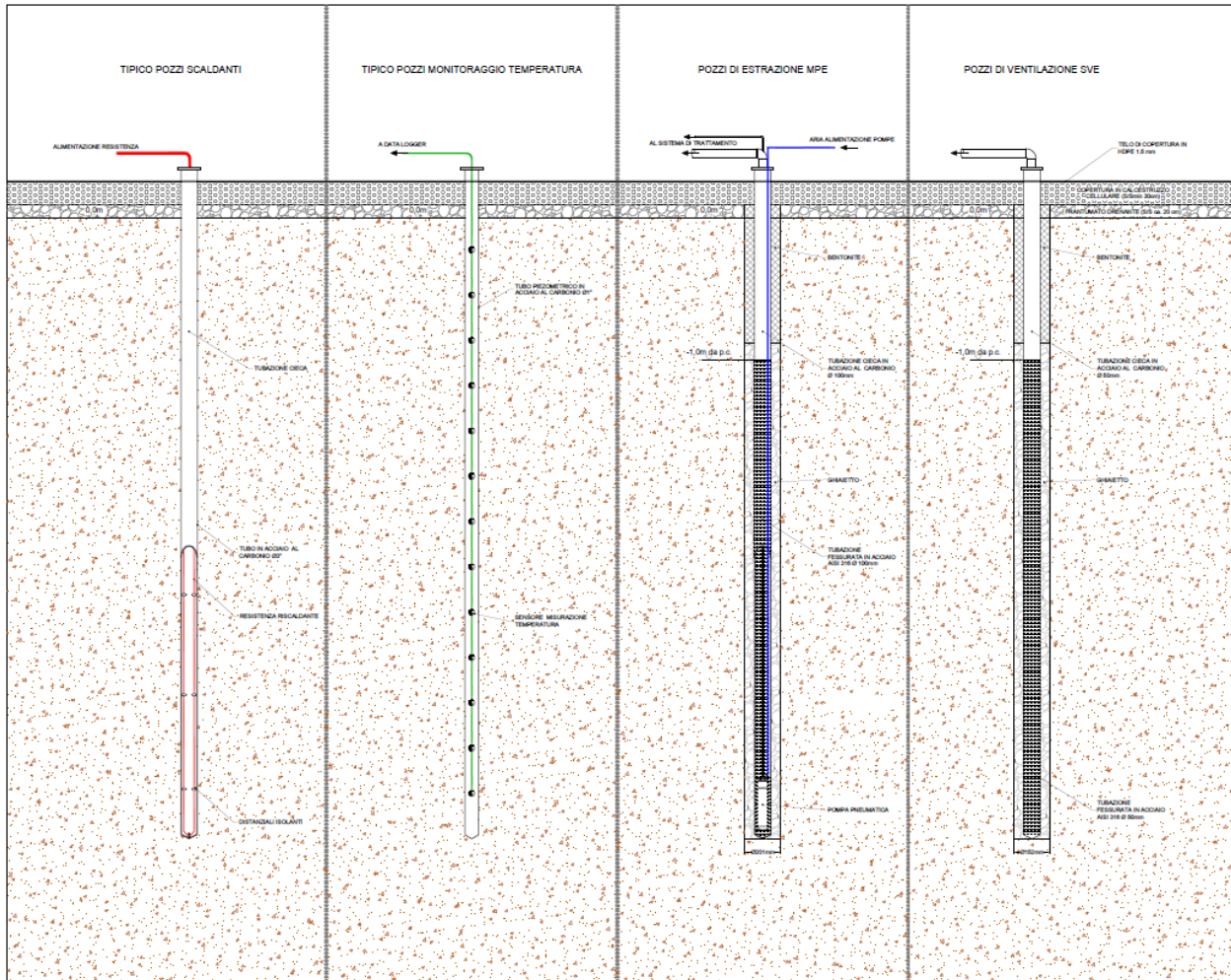


Figura 12: schema di completamento dei pozzi di trattamento termico

6.3.1 Modalità di installazione dei pozzi TCHh

Gli elementi riscaldanti sono costituiti da cinque parti fondamentali:

- la resistenza costituente l'elemento riscaldante;
- un primo rivestimento in acciaio INOX di protezione della resistenza completa di distanziali;
- la tubazione di rivestimento esterno in acciaio INOX che contiene l'elemento riscaldante sopra descritto;
- una serie di termocoppie costituita da conduttori di acciaio con termocoppie posizionate a quote prestabilite;
- tratto "freddo" dell'elemento riscaldante di giunzione con la superficie.

Ogni TCHh sarà dotato di un idoneo sistema di controllo della temperatura della punta riscaldante. Il sistema dovrà monitorare le temperature in remoto al fine di garantire che la temperatura desiderata dei riscaldatori non venga superata.

Le caratteristiche di installazione dei punti di TCHh sono riportate nella tabella seguente:

Parametro	UM	Valore
Punti H_n		
Tipologia opera	--	pozzo di riscaldamento
Profondità di perforazione	m	Da 6,0 a 16,5 m
Top del TCH	m da p.c.	+ 0,3
Bottom del TCH	m da p.c.	Da 6,0 a 16,5 m
Diametro del rivestimento	pollici	3"
Materiale del rivestimento	-	Acciaio al carbonio

In Tavola 2 è presentato lo schema di completamento dei punti. L'installazione e l'allestimento dei singoli punti dovranno saranno eseguiti osservando tutte le cautele e le procedure tecniche adottate nella buona pratica per l'esecuzione di sondaggi ambientali. L'ubicazione dei punti è riportata in Tavola 1.

Di seguito si riporta una breve sintesi delle specifiche realizzative:

- Vibroinfissione delle tubazioni da 3";
- la testa pozzo, sarà quindi posta a una quota di 30 cm al di sopra del piano campagna;
- la testa pozzo sarà completata con scatola di giunzione con grado di protezione minimo IP67.

6.3.2 Modalità di installazione pozzi VEW

I pozzetti di estrazione del vapore forniscono un percorso per i contaminanti da estrarre dal TTZ. Le caratteristiche di installazione dei punti di VEW sono riportate nella seguente tabella

Parametro	UM	Valore
Punti V_n		
Tipologia opera	--	pozzo di estrazione/controllo pneumatico
Profondità del perforo	m da p.c.	Da 6,8 m a 16,5 m
Diametro della tubazione	pollici	2"
Diametro dell'anulus	pollici	4"
Materiale della tubazione	-	acciaio al carbonio per i tratti ciechi e AISI 316 per i tratti fessurati
Top tratto cieco locale	m da p.c.	+0,5
Top tratto filtrato locale	m da p.c.	- 1,0

Parametro	UM	Valore
Bottom tratto filtrato	m da p.c.	-6,8 m o 16.5 m
Top livello di sabbia 0,35-0,54 mm	m da p.c. locale	-1,0
Bottom livello di sabbia 0,35-0,54 mm	m da p.c.	-6,8 m o 16.5 m

In Tavola 2 è presentato lo schema di completamento dei punti.

L'installazione e l'allestimento dei singoli punti dovranno essere eseguiti osservando tutte le cautele e le procedure tecniche adottate nella buona pratica per l'esecuzione di sondaggi ambientali. L'ubicazione dei punti è riportata in Tavola 1.

Di seguito si riporta una breve sintesi delle specifiche realizzative:

- I pozzi verranno collocati nell'anulus generato dalla vibroinfissione di tubazioni di diametro superiore, nello specifico si procederà all'inserzione di una tubazione da 4" ove verranno collocati i pozzi;
- Ultimate le inserzioni delle tubazioni da 4" si provvederà a inserire una tubazione da 2" in acciaio al carbonio cieca fino a 1 m da p.c. e fessurata da 1 m a fino a fondo. Una volta installato il tubo dovrà essere immediatamente chiuso tramite il tappo in dotazione;
- in corrispondenza del tratto cieco, l'intercapedine verrà riempita di una miscela sigillante e resistente alle alte temperature, al fine di garantire la sua perfetta tenuta stagna fino alla quota di piano campagna. In corrispondenza del tratto fenestrato, sarà posato nell'intercapedine del ghiaietto microcalibrato lavato del diametro di 0,45 - 0,55 mm. Un livello di circa 20 cm di sabbia calibrata 0,35-0,45 mm verrà posato al di sopra del top del tratto fessurato per evitare che il materiale di riempimento soprastante possa andare a percolare nella zona di aspirazione;
- le teste pozzo saranno collocate a una quota di 50 cm al di sopra del piano campagna; inoltre saranno completate con dispositivo a tenuta allestito con valvole di regolazione, punto di misura di depressione e temperatura.

•

6.3.3 Modalità di installazione pozzi MPE

I pozzi di estrazione multifase che verranno anche utilizzati per attivare l'eventuale dewatering, inoltre potranno essere utilizzati per il recupero dei vapori da estrarre dal TTZ. Le caratteristiche di installazione dei punti di M sono riportate nella seguente tabella

Parametro	UM	Valore
Punti M_n		
Tipologia opera	--	pozzo di estrazione/controllo pneumatico
Profondità del perforo	m da p.c.	6,8 m a 16,5 m
Diametro della tubazione	pollici	4"
Diametro dell'anulus	pollici	8"

Parametro	UM	Valore
Materiale della tubazione	-	acciaio al carbonio
Top tratto cieco	m da p.c. locale	+0,5
Top tratto filtrato	m da p.c. locale	- 1 m
Bottom tratto filtrato	m da p.c.	6,8 m a 16,5 m
Top livello di sabbia 0,35-0,54 mm	m da p.c. locale	-1,0 m
Bottom livello di sabbia 0,35-0,54 mm	m da p.c.	6,8 m a 16,5 m

In Tavola 2 è presentato lo schema di completamento dei punti.

L'installazione e l'allestimento dei singoli punti dovranno essere eseguiti osservando tutte le cautele e le procedure tecniche adottate nella buona pratica per l'esecuzione di sondaggi ambientali. L'ubicazione dei punti è riportata in Tavola 1.

Di seguito si riporta una breve sintesi delle specifiche realizzative:

- I pozzi verranno collocati nell'anulus generato dalla vibroinfissione di tubazioni di diametro superiore (8"), nello specifico si procederà all'inserzione di una tubazione da 4" ove verranno collocati i pozzi;
- Ultimate le inserzioni delle tubazioni da 8" si provvederà a inserire una tubazione da 4" in acciaio al carbonio cieca fino a 1 m da p.c. e fessurata da 1 m a fino a fondo. Una volta installato il tubo dovrà essere immediatamente chiuso tramite il tappo in dotazione;
- in corrispondenza del tratto cieco, l'intercapedine verrà riempita di una miscela sigillante e resistente alle alte temperature, al fine di garantire la sua perfetta tenuta stagna fino alla quota di piano campagna. In corrispondenza del tratto fenestrato, sarà posato nell'intercapedine del ghiaietto microcalibrato lavato del diametro di 0,45 - 0,55 mm. Un livello di circa 20 cm di sabbia calibrata 0,35-0,45 mm verrà posato al di sopra del top del tratto fessurato per evitare che il materiale di riempimento soprastante possa andare a percolare nella zona di aspirazione;
- le teste pozzo saranno collocate a una quota di 50 cm al di sopra del piano campagna; inoltre saranno completate con dispositivo a tenuta allestito con valvole di regolazione, punto di misura di depressione e temperatura.

6.3.4 Modalità di installazione pozzi TMP

I pozzi TMP saranno utilizzati per monitorare il progresso del riscaldamento durante il trattamento. Le caratteristiche di installazione dei punti di TMP sono riportate nella seguente tabella:

Parametro	UM	Valore
Punti Tn		
Tipologia opera	--	pozzo di monitoraggio temperatura
Profondità del perforo	m da p.c.	Da 6.5 a 16,5 m
Diametro della tubazione	pollici	1"1/4"
Materiale della tubazione	-	Acciaio al Carbonio
Top del TMP	m da p.c.	+0,5

Tabella 13: Caratteristiche pozzi di monitoraggio temperatura

In Tavola 2 è presentato lo schema di completamento dei punti.

Le perforazioni e l'allestimento dei singoli punti dovranno essere eseguiti osservando tutte le cautele e le procedure tecniche adottate nella buona pratica per l'esecuzione di sondaggi ambientali. L'ubicazione dei punti è riportata in Tavola 1.

Di seguito si riporta una breve sintesi delle specifiche realizzative:

- Vibornifissione delle tubazioni da 1 ¼ ”;
- la testa pozzo, sarà quindi posta a una quota di 30 cm al di sopra del piano campagna;
- la testa pozzo sarà completata con scatola di giunzione con grado di protezione minimo IP67.

6.4 Opere di confinamento

6.4.1 Palancole

Le aree sorgente sono attualmente confinate mediante palancole intestate fino alla base dell'acquifero superficiale, impedendone la migrazione verso l'esterno.

Sviluppo planimetrico del palancoleto

Area NE	Area SW
~ 165 m	215

Tabella 14: caratteristiche dello sviluppo perimetrale del palancoleto delle aree sorgente

6.4.2 Vapor cap

La superficie di capping sarà composta da una soletta in calcestruzzo cellulare (bassa densità indicativamente 400 - 500 kg/mc) e l'isolamento termico sarà pari a 40 – 50 W/m²; in tal modo la temperatura di 100°C potrà essere mantenuta costante al di sotto

della soletta. La figura seguente mostra la variazione della temperatura nel passaggio della copertura.

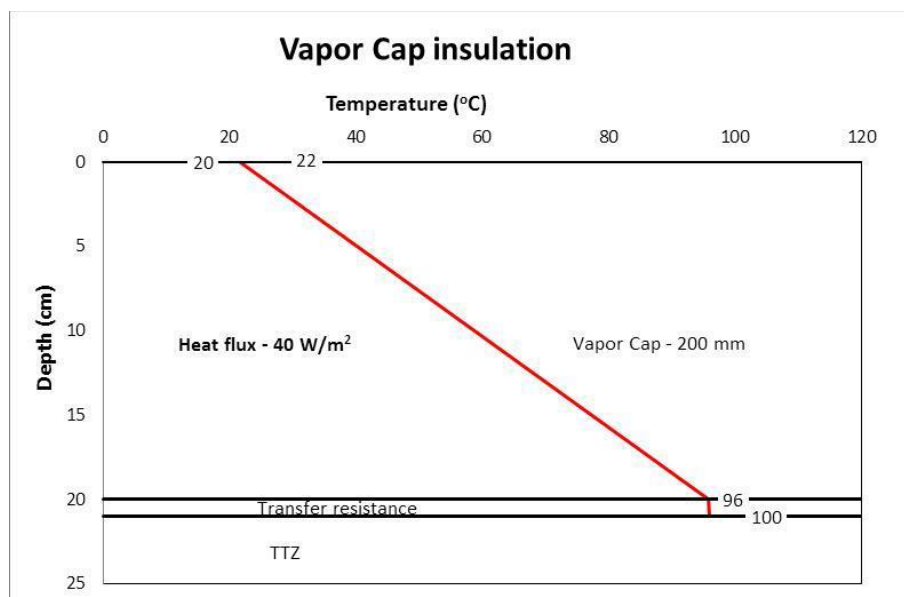


Figura 13: andamento della temperatura all'interno della copertura in calcestruzzo cellulare

Ad integrazione della copertura in calcestruzzo, sarà posato anche un telo in HDPE per minimizzare le eventuali emissioni diffuse.

6.4.2.1 Integrazioni del sistema di copertura e drenaggio dei vapori lungo la fascia perimetrale delle aree di intervento

Con lo scopo di limitare le emissioni diffuse è stato previsto di integrare il sistema di copertura delle aree di intervento, attualmente previsto con uno strato di 30 cm di calcestruzzo cellulare leggero, con geomembrane impermeabili e di installare nella fascia perimetrale un sistema di drenaggio dei vapori qualora dovessero essere presenti.

La geomembrana sarà posata sopra lo strato di calcestruzzo, seguendo il profilo dello stesso ed ancorata lateralmente tramite trincee appositamente realizzate.

La geomembrana dovrà essere opportunamente sagomata al fine di permettere il passaggio dei pozzi SVE e MPE. L'impermeabilizzazione sarà comunque assicurata dalla saldatura del telo alle basi dei pozzi suddetti. Un esempio del sistema di impermeabilizzazione che sarà realizzato è riportato nell'immagine seguente.



Figura 14: esempio di copertura con telo in HDPE di un'area oggetto di desorbimento termico

Sia la copertura in calcestruzzo sia quella con telo HDPE saranno estese sino a circa 5 m palancolato. Al fine di captare eventuali vapori che dovessero prodursi nei terreni della fascia di 5 m esterna, sarà creata una zona di drenaggio costituita da uno strato riempito da materiale granulare nel quale saranno annegate tubazioni fessurate, collegate, tramite un apposito sistema di aspirazione, ad un punto di recapito in prossimità dell'impianto di trattamento effluenti. Ragionevolmente l'eventuale fuga di vapore che potrebbe verificarsi nell'area sarà legata alla discontinuità associata al palancolato esistente, sia in corrispondenza delle giunture delle singole palancole, sia nell'interfaccia terreno esterno/palancola in cui sarà presente un gradiente termico legato alla differenza di temperatura tra la palancola stessa e il terreno esterno saturo.

Pertanto, per captare l'eventuale emissione dei vapori, nella fascia di 5 metri dalla palancolatura, all'interno dello strato granulare saranno annegate tubazioni fessurate collegate, tramite un sistema di aspirazione, all'impianto di trattamento effluenti. In via preliminare si prevede l'intallazione di tubazioni \varnothing 90 mm da circa 25 m l'una pertanto, in funzione del perimetro delle aree di intervento, si prevedono:

- n.3 tubazioni drenanti lungo i lati maggiori dell'Area SO (di lunghezza totale pari a circa 72 m);
- n.2 tubazioni drenanti lungo i lati minori dell'Area SO (di lunghezza totale pari a circa 42 m) e lungo i lati dell'Area NE (lunghezza minima pari a 30 m e lunghezza massima pari a 45 m).

Una serie di pozzi di monitoraggio della temperatura (n.4 pozzi per area di trattamento, posizionati ai lati del perimetro palancolato) saranno installati ad una distanza indicativa di 3 m dall'area palancolata al fine di verificare l'eventuale scostamento del gradiente termico rispetto all'atteso, situazione che potrebbe essere indicativa di una potenziale emissione di vapori. In tal caso saranno messe in esercizio le opere mitigative sopra descritte.

Lo schema tipologico della sezione della copertura è riportato nella figura seguente.

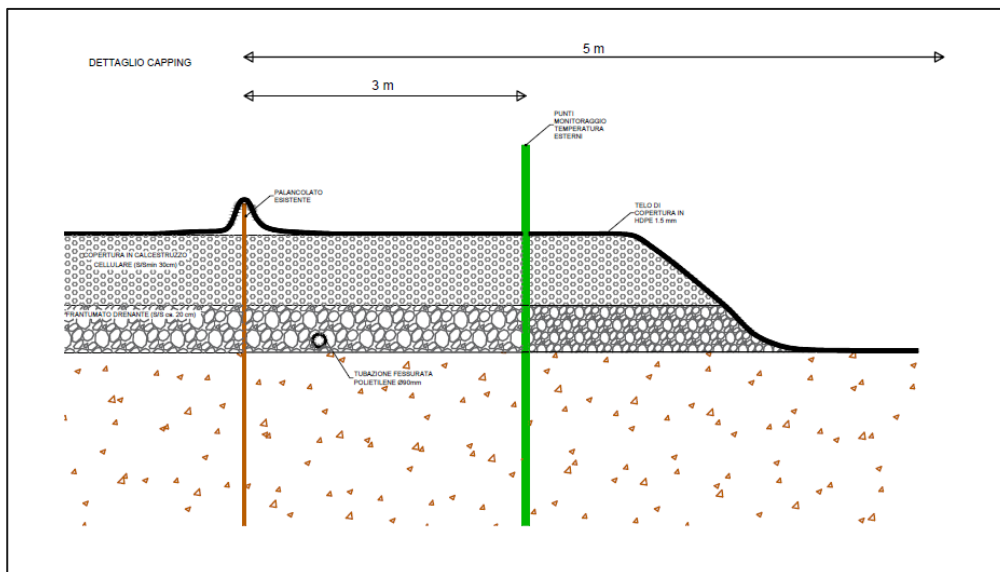


Figura 15: dettaglio del tipologico della copertura zona esterna all'area ISTT

Le singole tubazioni saranno collegate ad un unico collettore principale (n.1 per area di intervento). Ciascuna collegamento sarà dotato da saracinesca in modo tale da poter sezionare all'occorrenza singole zone di aspirazione.

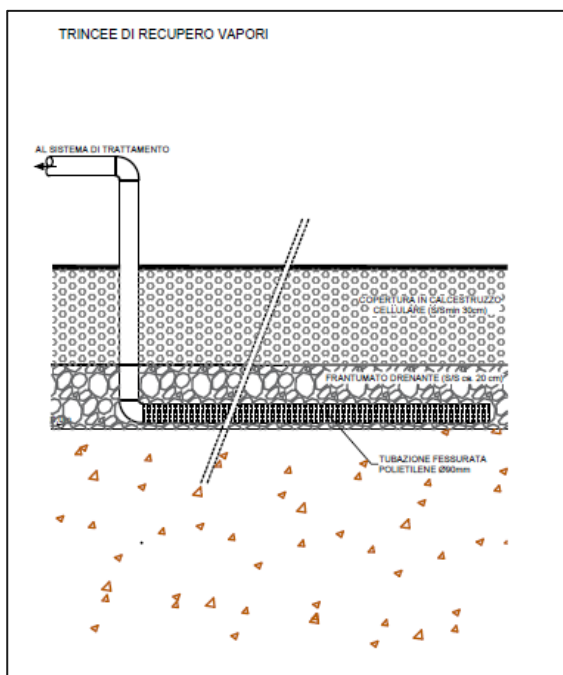


Figura 16: dettaglio di collegamento delle trincee di drenaggio

Si prevede di applicare una minima depressione ai fini di richiamare i vapori eventualmente presenti nello strato drenante. A tal scopo si prevede di installare n.2 aspiratori a canale laterale, n. 1 per ogni area di intervento.

Considerando una fascia laterale di 5 m dal palancolato delle due aree di intervento (per una superficie pari a circa 1200 mq nell'Area SO e 900 mq nell'Area NE), uno spessore di materiale drenante di circa 0,2 m e una porosità del materiale drenante di circa 20-30%, il volume di aria presente nello strato drenante risulterà pari a circa 70 mc nell'Area SO e 55 mc nell'Area NE. A scopo cautelativo di prevede di applicare una depressione che potrà sostituire il volume di aria nei pori da 2 a 3 volte, in funzione della necessità, in funzione della necessità, evitando in ogni caso una aspirazione

troppo elevata che potrebbe interferire con le attività dei sistemi SVE/MPE nell'area palancolata.

All'interno dell'area palancolata la captazione del gas nello strato drenante sarà realizzata mediante l'installazione di pozzetti di aspirazione della dimensione di 1 ¼" secondo una maglia pari a 10 x 10 m.

L'aria aspirata sia all'interno che all'esterno della palancolatura, qualora necessario, sarà inviata all'impianto di trattamento effluenti ed integrerà quella in arrivo dai sistemi SVE/MPE installati all'interno delle aree di intervento.

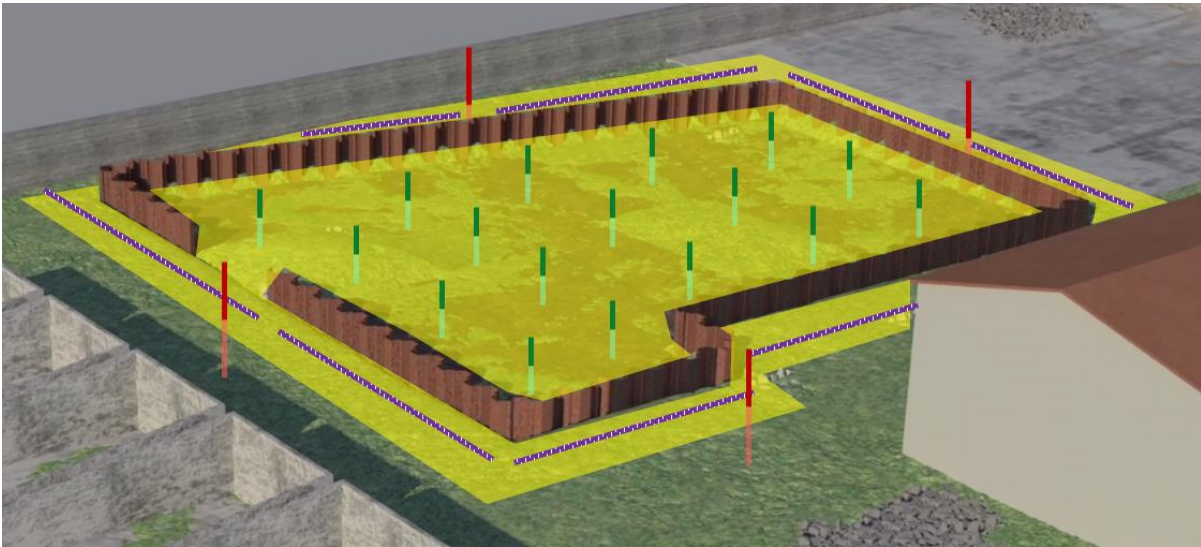


Figura 17. *concept* delle opere di mitigazione nell'area di NE

7 SISTEMA DI TRATTAMENTO EFFLUENTI

La necessità di rispettare i nuovi e più restrittivi limiti di concentrazione in aria in corrispondenza delle abitazioni perimetrali all'ex area industriale ha portato alla necessità di perfezionare e rendere più performante ed efficiente l'impianto di trattamento effluenti provenienti dal sistema ISTT.

In sostituzione del sistema descritto nel PE, costituito da n.2 package di filtri a carbone attivo con sistema di rigenerazione a vapore, è stato quindi previsto di installare n. 2 ossidatori catalitici, dedicati all'efficace abbattimento dei contaminanti organici, permettendo quindi l'uscita a camino di concentrazioni nettamente inferiori. In generale infatti si prevede sia possibile raggiungere un abbattimento fino al 50% dei limiti di emissione per i contaminanti target durante la fase di carico.

L'unità di ossidazione catalitica ha lo scopo di rimuovere dalla corrente gassosa i contaminanti organici in essa presenti. Nell'ossidatore catalitico le sostanze tossiche vengono trasformate e combinate in un modo non nocivo. Il processo prevede la scissione tramite ossidazione degli idrocarburi in CO₂ e H₂O. Il processo di ossidazione di idrocarburi clorurati produce inoltre HCl, che sarà trattato nella sezione di lavaggio, descritta di seguito.

Il sistema di trattamento degli effluenti gassosi permetterà in ogni caso di rispettare le prescrizioni della CdS del 19/12/2012, parte integrante della Determina PGN 5583 del 22.01.2013 di approvazione del POB¹, ovvero sarà conforme a quanto indicato nelle D.G.R. 30 maggio 2012 - n. IX/3552.

7.1 Basi di progettazione

I dati progettuali del nuovo impianto di trattamento sono riportati nella tabella seguente.

Dati di progetto	Valore
Portata effluente dal campo pozzi	2.000 m ³ /h @ -150 mbar
Portata massima di trattamento	4.000 m ³ /h @ -150 mbar
Temperatura aria ingresso impianto	circa 90°C

Tabella 15: parametri input dell'effluente da trattare

L'effluente proveniente dall'area di bonifica verrà convogliato pneumaticamente all'interno di un collettore dedicato (n.1 per area di trattamento) al sistema di trattamento. Di seguito si descrivono le principali sezioni di impianto.

L'immagine seguente mostra lo schema di flusso di massima dell'impianto progettato.

¹ “[...] 1. relativamente alla combustione e odori:

- l'ossidatore termico dovrà essere dimensionato secondo i criteri stabiliti D.G.R: Lombardia 30 maggio 2012- n.IX/3552 recante “Caratteristiche tecniche minime degli impianti di abbattimento per la riduzione dell'inquinamento atmosferico derivante dagli impianti produttivi e di pubblica utilità, soggetti alle procedure autorizzative di cui al D. L.gs. 152/06 e s.m.i.” (prescrizione n. 1-a) del verbale della CdS)
- l'avvio dell'impianto dovrà avvenire secondo le medesima modalità previste dall'art.269.6, effettuando almeno n.3 campionamenti, con prelievi a monte ed a valle dell'abbattitore, con determinazioni sui COV già individuati e come TOC; in uscita dovranno essere determinati anche PCDD+PCDF; si propone altresì un controllo successivo con frequenza semestrale (prescrizione n. 1-b) del verbale della CdS)

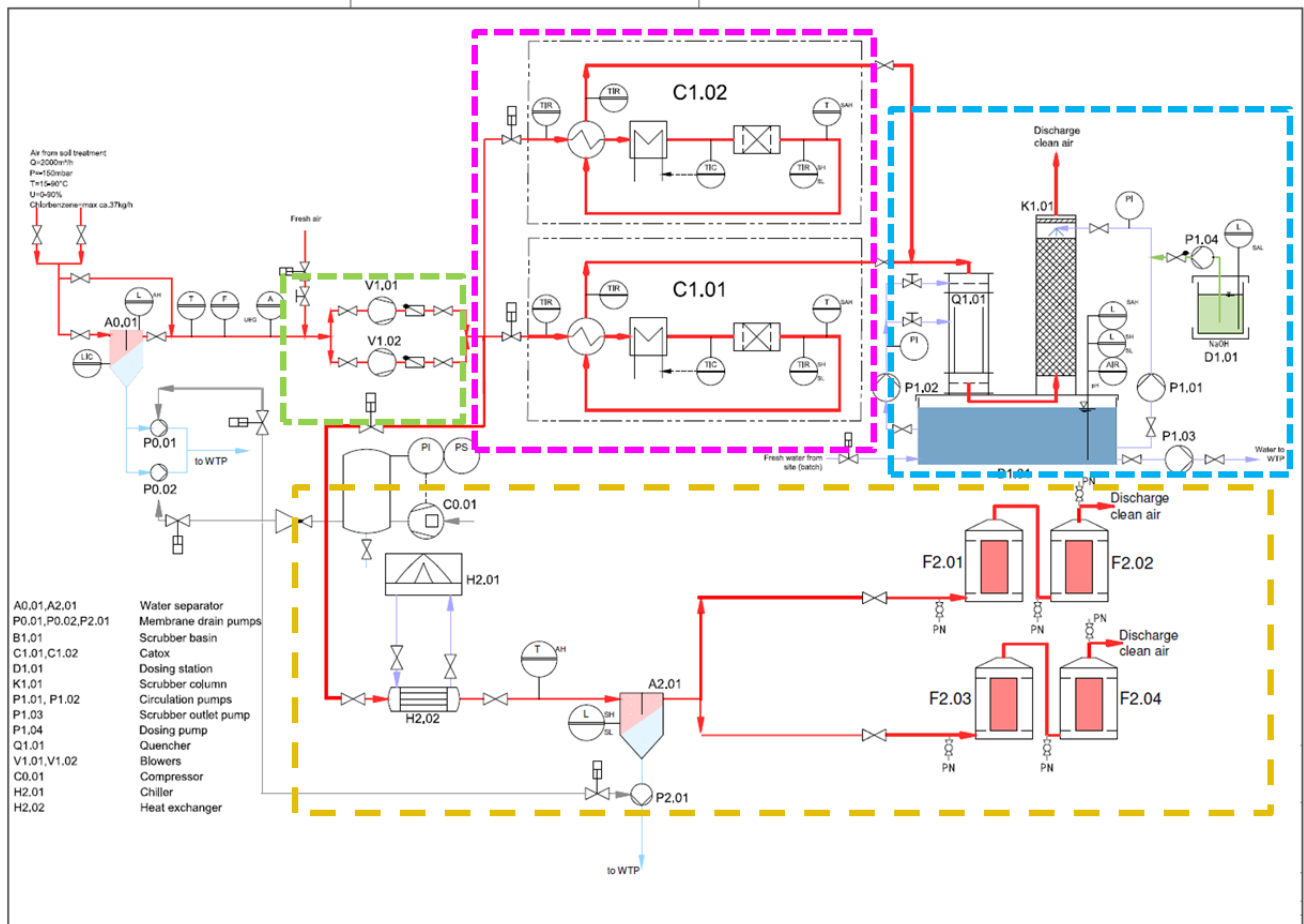


Figura 18: schema di flusso di massima dell'impianto, ove sono indicate le principali sezioni impiantistiche. Nello specifico in verde è indicato il gruppo per vuoto, in magenta gli ossidatori catalitici, in azzurro il lavaggio fumi (quencher e scrubber) e in giallo la safety by-pass line

7.1.1 Sezione di separazione aria/liquido

La sezione di separazione aria/liquido permetterà l'accumulo degli eventuali liquidi presenti nell'effluente separandoli per gravità.

Un sistema di pompe a membrane permetterà il loro trasferimento all'impianto di trattamento acque presente in sito.

Si precisa che, poiché, come verrà descritto nel par. 5.2, la tipologia di riscaldamento del desorbimento termico sarà modificata da resistiva a conduttiva senza quindi la necessità di iniettare soluzioni acquose nel terreno per aumentarne la conducibilità elettrica, si attende una minima percentuale di effluente liquido.

7.1.1.1 Dettaglio del separatore di Knockout A0.01

Il serbatoio dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche dimensionali:

SERBATOIO DI KNOCKOUT

TAG P&ID	A0.01
Diametro	1200mm
Altezza totale	2650 mm
Capacità	2m ³
Materiale	Acciaio al carbonio
Depressione di progetto	-100 mbar

7.1.1.2 Dettaglio pompe di rilancio

Di seguito si riportano le caratteristiche delle pompe di rilancio della condensa accumulata nel serbatoio di knockout S-201:

POMPE DI RILANCIO

TAG P&ID	P-01n
Numero	2
Tipo	Pompe a membrana
Portata massima	3m ³ /h
Prevalenza di esercizio	20m
Note	Pompe idonee per acque calde cariche di NAPL.

Le pompe saranno azionate da un compressore che attraverso un sistema di distribuzione dell'aria compressa opererà le pompe a membrana.

7.1.2 Sezione di aspirazione

La sezione di aspirazione (*blower*) sarà composta da n.4 che verranno installati in parallelo, in modo tale che sia sempre presente una periferica da attivare in caso di blocco o malfunzionamento delle altre.

Il *blower*, non avendo una sezione di condensazione a monte, dovranno essere idonei a trattare un effluente gassoso a temperature elevate (circa 90 °C) e con possibile presenza di DNAPL.

Essendo la portata da trattare pari a circa 2.000 m³/h e i picchi di contaminanti attesi elevati, vi sarà necessità di miscelare l'effluente con ulteriore aria, al fine sia di regolare la temperatura sia di modulare la concentrazione in ingresso alla sezione di ossidazione catalitica. Pertanto, la portata massima della sezione di aspirazione sarà pari a circa 4.000-4.500 m³/h.

Si precisa che il *blower* sarà munito di inverter al fine di permettere la modulazione di frequenza e agire direttamente sulla portata di aspirazione dei vapori, in funzione della temperatura dell'effluente in ingresso e dell'informazione fornita da un analizzatore di gas in continuo (PID) che monitorerà la concentrazione.

7.1.2.1 Dettaglio del gruppo per vuoto

Di seguito si riportano le caratteristiche principali di ogni *blower* appartenente alla sezione per vuoto che sarà composta da n.4 aspiratori a canali laterali idonei per alte temperature. Le periferiche saranno installate in parallelo. L'installazione in parallelo garantirà rispettivamente:

- Ridondanza
- Maggior portata di aspirazione (necessaria durante le fasi di picco)

BLOWER	
TAG P&ID	V-0n
Numero	4
Tipo	Canali laterali
Portata massima	1000 Nm ³ /h
Depressione alla portata max	- 50 mbar
Potenza installata	16 kW

7.1.3 Sezione di trattamento effluente gassoso

La sezione di trattamento degli effluenti gassosi sarà composta da n. 2 ossidatori catalitici installati in parallelo. Questo permetterà la massima flessibilità nella gestione dei carichi di contaminante in ingresso. Pertanto sarà possibile scegliere all'occorrenza di operare con entrambi i sistemi attivi o con uno solo di essi. La scelta sarà effettuata in funzione della curva di estrazione della massa di contaminanti.

Ad esempio, nel caso di una curva come quella riportata nella figura seguente, durante il picco di rimozione saranno attivate entrambe le unità catalitiche, mentre in altre fasi sarà possibile operare con una sola unità.

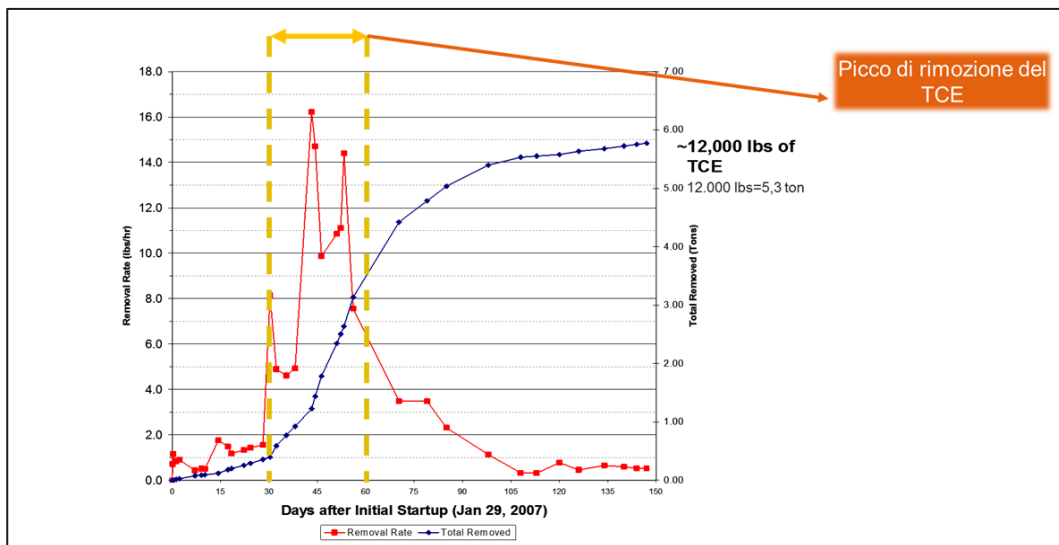


Figura 19: esempio di tasso di rimozione di TCE con sistema di desorbimento termico

7.1.3.1 Ossidatori catalitici

Le unità di ossidazione catalitica sono state dimensionate in conformità al DGR (Regione Lombardia) 30 maggio 2012 - n. IX/3552, di seguito si riportano i parametri principali di dimensionamento:

Parametro di dimensionamento	Indicazioni impiantistiche
Velocità spaziale	< 5000 h ⁻¹
Temperatura di ingresso sul letto catalitico	Compresa tra 250 – 600°C
Perdita di carico	< 5kPa per il letto catalitico
Calore recuperato totale	Circa 75%
Velocità di attraversamento del reattore	< 2 m/sec
Sistemi di controllo	Contatore di funzionamento, misurazione e registrazione delle temperature in ingresso e all'uscita del letto catalitico
Note aggiuntive	Coibentazione esterna
Massa catalitica	Quantità 500 kg ± 10% Sfere d'allumina (Ø 2-4 mm) sulle quale si trova il catalizzatore (Pt e Pa).

Tabella 16: parametri di dimensionamento di ogni singolo ossidatore catalitico

7.1.4 Sezione di lavaggio fumi/scrubber

I fumi in uscita dalla sezione di trattamento effluenti gassosi presenteranno temperature e tenore di cloro non compatibili con l'emissione in atmosfera. Dovranno quindi essere trattati nella sezione di lavaggio fumi costituita da due unità: Quencher e Scrubber.

Quencher: la Torre di Quenching (QT), come indica il termine inglese “quench”, effettua un raffreddamento rapido dei fumi primari mediante iniezione di getti d'acqua.

Scrubber: Tale sezione permette di eliminare in modo sicuro le componenti acide (HCl) prodotte nelle precedenti fasi. Il gas acido è introdotto in controcorrente con l'acqua di

lavaggio basico ottenuta mediante il dosaggio di NaOH. Così facendo, da HCl e NaOH si forma acqua e NaCl.

Nel dettaglio, per mezzo di un ugello nella testa della colonna il liquido viene distribuito in modo uniforme sui corpi di riempimento nell'interno dell'impianto di lavaggio. I corpi di riempimento offrono una superficie molto grande e consentono un buon livello di contatto tra il gas e il liquido. L'aria proveniente dall'ossidazione catalitica viene introdotta sotto il corpo di riempimento nella colonna e scorre verso l'alto. Con questo procedimento il cloruro reagisce con il sodio a formare sale che rimane nel liquido in soluzione ed aumenta la sua concentrazione gradatamente. Pertanto una parte di questo liquido di lavaggio viene scaricata dall'impianto di lavaggio per essere raccolta in un serbatoio prima di essere nuovamente trattata. L'aria depurata viene liberata nella testa della colonna e passa attraverso un *demister* prima di abbandonare l'impianto di lavaggio.

7.1.5 Safety bypass line

Al fine di permettere il trattamento degli effluenti anche nel caso estremo di un fermo impianto catalitico (entrambe le unità catalitiche), è stata prevista una linea di bypass che permetterà di trattare la minima portata dal campo pozzi necessaria ad evitare la fuoriuscita di emissioni diffuse corrispondente a 750 m³/h, cautelativamente il sistema è stato progettato con un margine di sicurezza in grado di operare ad una portata continuativa di 1.000 m³/h.

La safety line sarà composta dai seguenti elementi.

Condensazione: i gas verranno raffreddati mediante uno scambiatore a calore a fascio tubiero di tipologia aria/acqua. Il sistema acqua sarà operato in circuito chiuso e verrà raffreddato da un chiller esterno (gruppo frigorifero).

Separatore liquido-aria: dopo la fase di condensazione, i gas e liquidi residui entrano nel serbatoio di separazione dove viene raccolto il liquido condensabile, che sarà inviato all'impianto di trattamento acque.

Unità di adsorbimento su carboni attivi: prima dell'emissione in atmosfera i gas estratti verranno convogliati alla sezione di trattamento composta da n.4 filtri installati a coppie in parallelo.

7.1.5.1 Dettaglio condensation

Il sistema di raffreddamento dei liquidi avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

1 – Scambiatore di calore a fascio tubiero**SCAMBIATORE DI CALORE LAMELLARE LINEA VAPORE**

TAG P&ID	H2.02
Tipo	lamellare
Numero	1
Pressioni:	
• massima	13bar
• di progetto	10bar
• minima	0bar
Temperature (min - MAX):	0-100°C
Temperature (IN/OUT):	
• circuito liquidi da raffreddare	30°C
• circuito di raffreddamento	28°C

2 – Chiller (gruppo frigorifero)**CHILLER**

TAG P&ID	H2.01
Numero	1
Unità:	
Compressore	1 unità tipo scroll
Pompe rilancio	2 unità tipo centrifuga
Evaporatore	1 unità a piastre saldo-brasato
Condensatore	1 unità a serpentina
Ventole	3 unità assiali
Temperatura acqua refrigerata	+10°C
Temperature aria esterna (min - MAX):	+10 – +42°C

3 – Pompe di ricircolo liquido refrigerante

POMPE DI RICIRCOLO

TAG P&ID	P-2.01
Numero	2
Tipo	Centrifuga normalizzata
Portata d'esercizio	10m ³ /h
Prevalenza di esercizio	40 m
Pressione di aspirazione	<0,4bar

7.1.5.2 Separazione e rilancio condense

1 serbatoio di condensa

SERBATOIO DI KNOCKOUT

TAG P&ID	A2.01
Diametro	1200mm
Altezza totale	2650 mm
Capacità	2m ³
Materiale	Acciaio al carbonio
Depressione di progetto	-100 mbar

2 - Pompe di rilancio della condensa

POMPE DI RILANCIO

TAG P&ID	P-02.0n
Numero	2
Tipo	Pompe a membrana
Portata massima	3m ³ /h
Prevalenza di esercizio	20m
Note	Pompe idonee per acque calde cariche di NAPL.

7.1.5.3 Sezione di adsorbimento a carboni attivi

Nello specifico i carboni attivi verranno installati in due batterie in parallelo, ogni batteria sarà composta da 2 filtri da 3500 l/cad (corrispondenti ad una quantità di carboni pari a circa 1.750 kg/cad) installati in serie.

Nella figura sottostante si riporta lo schema semplificato della sezione di adsorbimento su carboni attivi la quale avrà caratteristiche versatili in quanto potrà trattare i vapori da 700 m³/h a 1000 m³/h.

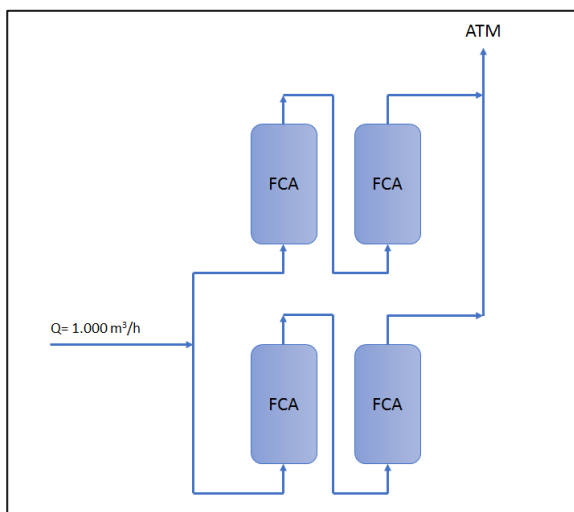


Figura 20: *concept* della sezione di adsorbimento su carboni attivi

Ai fini di un ottimale filtrazione e adsorbimento su carboni attivi i tempi di contatto dell'effluente gassoso all'interno del filtro, si sono adottati parametri indicati nei requisiti descritti nel DGR (Regione Lombardia) 30 maggio 2012 - n. IX/3552.

Parametri	min	Valori
Diametro del filtro	m	1,9
Sezione del filtro	m ²	2,83
Altezza fasciame	m	1,25
Volume del filtro	m ³	3,54
Quantità di carbone	kg	1.750
Portata aria	m ³ /h	1.000
Velocità media di attraversamento	m/h	352,88
	m/sec	0,09802
	h	0,004
Tempo di contatto	min	0,21
	sec	12,75

Tabella 17: parametri di dimensionamento di ogni filtro a carboni attivo

7.1.6 Installazioni meccaniche elettriche

Vista la natura temporanea del sistema tutte le tubazioni di interconnessione, collettori, cavi elettrici di alimentazione e di segnale non verranno interrati, al fine di facilitarne la gestione la manutenzione e la successiva fase di disinstallazione.

7.1.6.1 Linee idrauliche

La realizzazione di tutte le tubazioni interne all'impianto atte al trattamento sia dei vapori sia al rilancio delle condense verrà eseguita secondo i criteri seguenti:

- tubazioni di *interconnecting* interno dell'impianto di riscaldamento: acciaio inossidabile AISI 316 secondo i diametri riportati in P&ID definitivo. Le tubazioni del collettore dei fluidi in aspirazione (vapori e liquidi) potranno essere installate direttamente nel campo pozzi, a terra e/o su supporti per tubi tipo Unistrut (o simili);
- tubazioni di *interconnecting* dei singoli pozzetti di aspirazione VEW: connessioni flessibili in acciaio inossidabile AISI 316 resistenti alle alte temperature e alle sostanze chimiche che verranno trattate;
- valvole di ritegno e saracinesche: acciaio inossidabile AISI 316 con elastomeri idonei ai fluidi da intercettare;
- bulloneria sulle flange di collegamento: in accordo alle norme DIN comunque in acciaio inossidabile AISI 316;
- staffe di supporto per la realizzazione degli impianti idraulici: AISI 304 o acciaio al carbonio;
- tubazioni dell'acqua trattata e dell'acqua di raffreddamento: HDPE;
- tubazioni di *interconnecting* dei filtri a carbone attivi: tubazioni flessibili in neoprene con spirale in acciaio al carbonio resistenti alle alte temperature e alle sostanze chimiche che verranno trattate;
- tubazioni di scarico delle cisterne di stoccaggio delle acque trattate: tubazioni flessibili in PVC con spirale in acciaio al carbonio.

7.1.6.2 Impianto elettrico

I calcoli della potenza installata per eseguire l'intervento in un'unica soluzione prevede la richiesta di 2,8 MW di potenza installata che verrà richiesta in media tensione e trasformata nelle adiacenze dell'impianto di trattamento effluenti e nello specifico dell'unità di distribuzione della corrente elettrica alle resistenze.

Si precisa che un generatore verrà installato e collegato direttamente all'impianto di trattamento effluenti, che si attiverà in caso di *blackout* elettrico alimentano l'impianto di trattamento effluenti garantendone il funzionamento.

1 - Quadri elettrici

A valle dell'unità di trasformazione della corrente elettrica da MT a BT verrà installato un quadro generale a carpenteria stagna con angolari di rinforzo, verniciata a fuoco, sportello incernierato e serratura con chiave. Il grado protezione non sarà inferiore a IP55. Il quadro sarà installato in area impianto all'interno del container servizi.

La progettazione del quadro dovrà prevedere la gestione del generatore primario e degli eventuali interventi di emergenza del generatore di Backup che dovranno alimentare l'impianto di trattamento.

A partire dal quadro generale verranno diramate le alimentazioni di tutte le apparecchiature di riscaldamento e di processo dell'impianto.

Per ogni utenza elettrica nel quadro sono installati:

- interruttore magnetotermico di protezione (per la partenza *feeder*) o interruttore salvamotore (per le partenze motore);
- teleruttore di primaria casa costruttrice, con bobina di comando a bassa tensione;
- selettore MAN-0-AUT con grado di protezione IP 55 min per ogni partenza motore;
- lampade segnalazione marcia e blocco termico con grado di protezione IP 55;

- circuito di comando delle apparecchiature a B.T. con cavo unipolare con sezione minima di 1,5 mm²;
- circuito di potenza per l'alimentazione delle apparecchiature, con cavo unipolare con sezione minima di 2,5 mm² e comunque con intensità specifica massima di 2 A/mm²;
- interruttore generale magnetotermico regolabile, per la protezione ed il sezionamento di tutte le utenze, del tipo "blocca-porta".

Poiché non verranno interrati i cavi elettrici cavi utilizzati, di alimentazione e di segnale, dovranno essere conformi alla posa in esterno in ambienti umidi.

Tutte le attrezzature saranno realizzate, cablate e installate in conformità alle al DM 37/08 e alle norme CEI.

2 - Cablaggi di strumentazione e DataCom

I cablaggi degli strumenti a bassa tensione e delle reti di comunicazione dovranno garantire una protezione dalle alte temperature da abrasioni meccaniche. Tutti i cavi della strumentazione e di comunicazione dovranno essere separati, per quanto possibile, dai cavi di alimentazioni; in ogni caso non dovranno essere posati in parallelo ai cavi di alimentazione. In caso di incroci o sovrapposizioni questi dovranno essere eseguiti ad angolo retto e con la massima separazione fisica possibile.

3 - PLC

La gestione delle logiche di funzionamento dell'impianto sarà eseguita tramite PLC installati su tutti i pannelli di controllo locali. Tutti i PLC locali saranno collegati al PLC principale tramite rete Modbus o simili, per la registrazione principale dei dati di sistema.

In caso di allarme, il PLC locale in cui si è verificato il problema elaborerà il dato e segnalerà l'allarme al PLC principale, che a sua volta avvierà le azioni necessarie sui pannelli di controllo locali.

I dati di funzionamento dell'impianto saranno memorizzati attraverso un sistema di *datalogging* a quadro.

L'azionamento dei sistemi in manuale o in automatico e la visualizzazione dei parametri di funzionamento del sistema saranno eseguiti a quadro attraverso tastiera alfanumerica e display touch screen dedicato. Il display e la tastiera costituiscono l'interfaccia tra operatore ed il PLC.

I PLC (di primaria marca, p.e. Siemens, Telemecanique, Unitronics) saranno dotati di CPU e moduli d'ingresso e d'uscita, analogici e digitali, completi di alimentatore e porte di comunicazione (Ethernet o Modbus RTU) per la visualizzazione dei parametri in remoto.

Attraverso il display dedicato del PLC primario dovrà essere possibile visualizzare:

- stato di tutte le macchine installate;
- valori delle temperature dei pozzetti riscaldanti TCH
- valori degli assorbimenti dei pozzetti riscaldanti TCH
- valori delle temperature delle sonde di monitoraggio TMP
- valori degli assorbimenti delle sonde di monitoraggio TMP
- valori impiantistici di processo dell'impianto di trattamento effluenti (temperature, pressioni/depressioni, % LEL in ingresso e uscita all'impianto, portate di effluente gassoso, liquido etc).



Figura 5.1: Display PLC

4 – Telecontrollo

Il PLC principale sarà dotato di sistema di telecontrollo in grado di interfacciarsi con una postazione remota. L'obiettivo del sistema di telecontrollo è quello di trasmettere, a distanza ed in tempo reale, allarmi relativi a guasti e disservizi a una lista di operatori, al fine di ottimizzare la gestione dell'impianto stesso. Sarà prevista la gestione via Internet del controllo e comando dei sistemi principali e delle funzioni di *datalogging*.

7.2 Hazop

Prima di procedere alla messa in produzione dell'impianto di trattamento effluenti si provvederà ad eseguire dettagliata analisi Hazop descritto nel documento IEC 61882 : 2001 – “*Hazard and Operability studies (HAZOP studies) – Application guide*”.

Il metodo Hazop ha elevatissime potenzialità di analisi, ciò è dovuto essenzialmente al fatto che si tratta di un'analisi di rischio di tipo funzionale e non di sistema e quindi può essere applicata in modo efficace anche in fase preliminare del progetto (fase concettuale) e può adattarsi lungo lo sviluppo o l'evoluzione del progetto, guidando le scelte progettuali in termini di sicurezza e affidabilità oltre che di operabilità di impianto o di processo. Questa sua versatilità risulta inoltre particolarmente vantaggiosa quando si debba analizzare impianti.

L'Hazop individuerà per ogni item di impianto (es. linea, apparecchiatura, sezione di impianto) lo scostamento dei parametri di processo (es. pressione, temperatura), le conseguenze attese senza l'intervento delle protezioni e le misure di prevenzione e protezione atte ad evitare le conseguenze (es. intervento di allarme e/o blocco di altissima pressione). Tale strumento permette di identificare eventuali carenze nel controllo e permette l'individuazione di opportuni interventi di miglioramento.

7.3 Controllo sistema di trattamento

Il sistema di estrazione e trattamento sarà munito di una serie di pompe di riserva, doppie pompe a vuoto e sensori di livello ridondanti e indipendenti che garantiranno la massima sicurezza di esercizio. Il sistema sarà controllato da PLC che permetterà un monitoraggio ed esercizio remoto via internet.

Tutti i sensori saranno dotati di sistemi di sicurezza intrinseca ed antideflagranti.

Tutto il sistema di estrazione e trattamento avrà un generatore elettrico di back up che garantirà un perfetto funzionamento anche in casi di mancanza di energia elettrica dalla rete.

8 ESERCIZIO DELL'IMPIANTO ISTT

8.1 Predisposizione delle aree di trattamento

Le due aree di sorgente si presentano allo stato attuale con una superficie disomogenea e con ampia vegetazione. L'area di NE è stata debitamente svuotata dalle acque meteoriche. Le acque di risulta sono state inviate all'impianto di trattamento. L'area SO è stata parzialmente riempita con materiali di riporto per creare rampe di accesso alle macchine palancolatrici. Durante indagini integrative nel 2013, sempre nell'area SO sono stati rinvenuti materiali contenenti metalli infiammabili, che saranno rimossi prima dell'installazione del campo pozzi. Per l'asportazione di tali materiali si rimanda al capitolo 7.3.1 del Progetto Esecutivo precedentemente trasmesso.

8.2 Dewatering

Al fine di diminuire le perdite di calore derivati dalla presenza di acqua all'interno dell'area di trattamento si prevedrà di emungere le acque tramite i pozzi MPE al fine di diminuire la quantità di acque che impattano sia sul consumo energetico richiesto per l'ebollizione che di conseguenza i tempi di trattamento.

Le acque verranno equalizzate in un idoneo serbatoio di stoccaggio e inviate all'impianto di trattamento modulandone la portata, per non gravare sulle performance di trattamento dell'impianto.

8.3 Start up

Completati i lavori di fornitura ed installazione degli impianti e delle strutture necessarie verranno finalizzate le procedure di controllo e di avviamento. Raccolte tutte le documentazioni fornite dai team di installazione dell'ATI e dai subappaltatori, verrà redatto il "Commissioning Plan" nel quale saranno elencate e descritte le procedure di test iniziale e di avviamento degli impianti con rispettive check list.

Le principali attività di controllo saranno riferite alle seguenti attività:

- Ispezione e test dei cablaggi e della messa a terra
- Ispezione del piping e dei contenitori di raccolta; test di pressione idrostatici e pneumatici
- Ispezione, calibrazione e test degli strumenti di misura
- Controllo dei circuiti di regolazione
- Verifica e test degli interblocchi
- Ispezione e test dei sistemi di sicurezza
- Test operativi
- Test di operatività e procedure di avviamento del sistema di riscaldamento

8.4 Fasi del trattamento termico

Il trattamento termico delle due aree di sorgente verrà effettuato in un'unica soluzione, come descritto ne capitolo 5. Si avrà l'accortezza di sfasare i picchi di carico organico in ingresso all'impianto iniziando a riscaldare prima un'area poi 20 gg circa la second in modo tale rendere più graduale il picco in ingresso alla sezione di trattamento effluenti.

Operativamente si procederà come segue:

- Riscaldamento fino alla temperatura di esercizio di 100°C
- Trattamento a temperature costante e massimizzazione della rimozione di inquinanti
- Raffreddamento

8.5 Monitoraggio della temperatura nel sottosuolo

Scopo del monitoraggio termico è di osservare e controllare in maniera tridimensionale la propagazione termica nell'area d'intervento.

I pozzetti di monitoraggio termico verranno posizionati nei punti mediani tra gli elettrodi. Complessivamente sono previsti 15 punti di monitoraggio termico nell'area NE e 25 punti nell'area SO.

All'interno di ogni sonda si trova un misuratore termico ad ogni metro di profondità. La registrazione della temperatura avviene in maniera automatica ogni 30 minuti.

I dati del monitoraggio termico permetteranno di ottenere:

- Profili termici verticali per ogni punto di monitoraggio
- Registrazione dell'andamento ed elaborazione di curve termiche per ogni punto e per i vari periodi di osservazione
- Mappatura della distribuzione termica orizzontale per l'intero volume riscaldato. Queste mappe verranno elaborate periodicamente.

Il monitoraggio termico è uno strumento essenziale per monitorare la propagazione termica nel sottosuolo. Le informazioni raccolte permettono di individuare zone critiche ed eventualmente adottare misure di ottimizzazione nel caso in cui lo sviluppo termico differisce significativamente dalla programmazione e non sia quindi soddisfacente.

8.6 Monitoraggio dell'impianto di trattamento e dell'unità di riscaldamento

L'impianto sarà dotato da un sistema di controllo dell'unità di riscaldamento e l'impianto di trattamento. Il sistema è stato sviluppato con l'intenzione di garantire un massimo controllo on-line possibile e di creare un sistema intelligente in grado di supportare l'operatore nell'analisi critica dei vari componenti del sistema.

I parametri di processo vengono monitorati on-line ed inseriti in una PLC. Per tutti i parametri saranno impostati limiti massimi e minimi dotati di allarmi con segnalazione guasto che verranno trasmessi al telefono cellulare dell'operatore. Sarà garantita una disponibilità di 24 ore su 24 per interventi d'urgenza.

Il sistema di monitoraggio on-line è accessibile via internet e verrà controllato dall'operatore ad intervalli regolari e ad ogni segnalazione di allarme. In funzione del tipo di segnalazione l'anomalia potrà essere risolta on-line o, se necessario, direttamente sul posto.

L'alimentazione elettrica agli elettrodi sarà regolata in base alle misurazioni termiche, al profilo dei consumi elettrici giornalieri, livelli energetici preimpostati, ecc. L'alimentazione elettrica è governata e controllata in pieno automatismo.

Nella tabella successive sono riportati i principali parametri di monitoraggio.

Parametro	Metodo	Frequenza
<i>Temperatura</i>		
Sottosuolo	Automatico.	Ogni 0,5 ore
Sonde di riscaldamento	Automatico.	Continuativo
Pozzetti di estrazione	Manuale.	2 / settimana
Prima e dopo condensazione	Automatico.	Continuativo
Condensato	Automatico.	Continuativo
Aria e liquidi prima dei filtri CA	Automatico.	Continuativo
<i>Pressione</i>		
Collettore principale	Automatico	Continuativo
Tra pompa per vuoto e filtri CA	Automatico	Continuativo

Ingresso separatore di condensa	Automatico	Continuativo
Prima filtro CA	Automatico	Continuativo
Sottosuolo	Manuale	2 / settimana
<i>Flussi</i>		
Aria estratta (non condensabile)	Automatico	Continuativo
Vapore estratto (in funzione della condensazione)	Automatico	1 / ora
Acqua estratta	Automatico	1 / ora
Correzione automatizzata di pH	Automatico	1 / ora
<i>Masse</i>		
Solventi estratti	Automatico	Ogni 15 min.
Campioni su fiale CA per analisi di laboratorio	Manuale	variable
<i>Energia</i>		
Alimentazione elettrica sottosuolo	Automatico	Continuativo
Energia immessa nel sottosuolo	Automatico	1 / ora
Energia impianto di trattamento	Automatico	1 / ora
Consumo energetico totale	Automatico	1 / ora
Calcolo energia estratta con vapore	Automatico	1 / ora
Calcolo energia estratta con acqua	Automatico	1 / ora
<i>Altre misurazioni</i>		
Livelli piezometrici	Manuale	1 / settimana
Livello DNAPL in serbatoio di separazione	Manuale	giornaliero

Oltre ai parametri sopra elencati, una serie di ulteriori parametri verranno registrati on-line quali le ore di esercizio, numero svuotamento serbatoi, ogni segnalazione, guasto, allarme, ecc.

8.7 Bilancio delle masse estratte

Per ottimizzare l'uso dell'energia e il tempo di trattamento, è importante capire quando gli obiettivi di bonifica saranno raggiunti nelle singole subaree. Per questo motivo verranno effettuate misurazioni manuali (PID) e campionamenti dei gas estratti dalle varie subaree che permetteranno di effettuare una prima stima degli effetti di bonifica e di valutare se gli obiettivi sono raggiunti. Sarà inoltre possibile effettuare carotaggi intermedi per verificare in dettaglio il grado di bonifica raggiunto in determinate zone d'intervento.

Il bilancio delle masse estratte verrà effettuato mediante regolari misurazioni delle concentrazioni di composti organoclorurati volatili nei gas estratti. La massa totale Il collaudo delle due aree di sorgente verrà effettuato in conformità a quanto indicato al capitolo 15.7 del Capitolato Speciale d'Appalto – Parte Tecnica.

In particolare, raggiunte le condizioni per avviare le procedure di collaudo, all'interno delle due aree di sorgente verranno effettuati 12 perforazioni a carotaggio continuo (4 nell'area NE e 8 nell'area SO) per il prelievo e l'analisi di campioni di terreno con le modalità descritte al capitolo 15.7.1 del CSA – Parte Tecnica. Le concentrazioni nei campioni prelevati verranno confrontate con gli obiettivi di bonifica contrattuali riportati nella tabella 15.1 del CSA - Parte Tecnica. Raggiunti tali obiettivi, l'intervento ISTT sarà considerato concluso e i rispettivi impianti verranno smantellati.

A questo punto si procederà alla saturazione delle due aree di sorgente mediante immissione² di acqua attraverso i pozzetti MPE installati. Tale intervento avrà lo scopo di:

² Come definito nei documenti: Verbale CdS del 03/10/2018, Determina 1345 del 02/10/2014, Nota ISPRA prot 16363 del 16/04/2014, Documento Tauw Modalità di collaudo aree palancole Rif. 1184_010r14gib.



- Accelerare il processo di raffreddamento dei terreni trattati
- Ridurre l'infiltrazione di acque dalle zone circostanti ed evitare quindi il rischio di ri-contaminazione
- Permettere il collaudo delle acque e verificare il rispetto delle rispettive CSR nelle due aree di sorgente dopo il ripristino dell'equilibrio delle concentrazioni.

9 PIANO DELLE EMERGENZE AMBIENTALI

Al fine di gestire eventuali criticità che dovessero presentarsi durante le attività di ISTT, già nel PE era stato definito un piano delle emergenze specifico.

Le possibili emergenze identificate nell'operatività della bonifica e i rispettivi sistemi di allarme e azioni di emergenza sono sintetizzati nella tabella seguente, riprendendo quelli già illustrati nel PE ed aggiornandoli alla configurazione TCH attualmente prevista.

Emergenza	Sistemi di allarme e di sicurezza	Effetti
Caduta di tensione rete elettrica	Allarme. Avviamento automatico del generatore di emergenza	Arresto del riscaldamento ISTT Esercizio dell'impianto di trattamento
Avaria di un ossidatore catalitico	Allarme	Funzionamento in modalità ridondate della seconda unità catalitica, con eventuale riduzione della portata
Avaria all'impianto di trattamento emissioni (sezione di ossidazione catalitica)	Allarme	Riscaldamento ISTT ridotto Abbassamento portate di estrazione vapori Eventuale trasferimento flusso di emissioni sull'unità di adsorbimento a filtri a carboni attivi (safety bypass line)
Avaria all'impianto di trattamento acque	Allarme	Riscaldamento ISTT ridotto Abbassamento portate di emungimento dewatering Stoccaggio acque in vasca di raccolta
Avaria soffiante aspirazione vapori	Soffiante di emergenza	Avvio automatico della soffiante di emergenza
Avaria pompe liquidi	Pompe liquidi di emergenza	Avvio automatico delle pompe di emergenza
Shutdown prolungato	Allarme	Iniezione di acqua nelle aree ove presentano la temperatura più elevata (punto di ebollizione)

Tabella 18: Gestione delle emergenze durante l'intervento ISTT

Si rammenta inoltre che, come previsto nel PE, durante tutto il periodo di esercizio ISTT sarà presente in sito o reperibile telefonicamente un responsabile operativo (H24). Anche durante i giorni festivi, il responsabile operativo si metterà in contatto on-line con il sistema almeno due volte al giorno per controllare tutte le funzioni di esercizio. Tutti i sistemi di allarme manderanno in ogni caso automaticamente segnali di emergenza al telefono cellulare del responsabile operativo, il quale sarà tenuto a rispondere immediatamente collegandosi prima on-line e, se necessario, recandosi immediatamente sul sito. Nel caso in cui il responsabile operativo non risponda ad un allarme, il sistema contatterà automaticamente un sostituto.

Quanto sopra permetterà di reagire prontamente alle criticità legate agli impianti di bonifica.

Di seguito si propongono ulteriori azioni che possono essere messe in atto al fine di rispondere ad eventuali criticità relative alla presenza di emissioni diffuse che determinino un potenziale impatto sui recettori residenziali presenti nelle aree limitrofe al cantiere.

Si evidenzia che il sistema di integrazione del capping delle aree di intervento ISTT con telo in HDPE renderà ragionevolmente remota la possibilità di fuga di vapori dall'area di intervento. I pozzetti di aspirazione da 1 ¼" opportunamente installati permetteranno, in caso di necessità, di captare tale vapori e creare una maggiore depressione all'interno dell'area di intervento in prossimità del vapor cap, in maniera tale da bloccare la diffusione dei vapori.

Per quanto riguarda l'area esterna alla palancoatura, l'estensione del nuovo capping per una fascia perimetrale di 5 m è un ulteriore presidio all'eventuale fuga di vapori. In tale zona, infatti, la presenza di terreno fine e la saturazione dei pori ad opera della falda determineranno già in maniera naturale un rapido gradiente termico che porterà alla normalizzazione delle temperature del sottosuolo in pochi metri. L'eventuale vaporizzazione di acqua in tale zona o la fuoriuscita di gas proveniente dall'area di intervento o lungo la palancoatura sarà in ogni caso captata dal sistema di drenaggio gas progettato appositamente lungo tutto il perimetro. Le tubazioni orizzontali che copriranno l'intera fascia di 5m esterna alla palancoatura permetteranno di operare depressioni sia localizzate (isolando specifici tratti nel caso sia necessario), sia complete, arrestando pertanto immediatamente l'emissione dei gas. Il sistema sarà installato in prossimità della palancoatura, la quale, come già illustrato, rappresenta l'eventuale via preferenziale alla emissione dei vapori.

In estrema sintesi, pertanto, in caso di emissioni diffuse in area esterna in prossimità delle palancole, da valutare sulla base delle del monitoraggio in continuo con PID o tramite le indicazioni fornite dalle sonde di monitoraggio della temperatura, si opereranno le seguenti azioni:

1. Interruzione di erogazione della corrente negli *heaters* installati in prossimità delle palancole.

Tale accortezza permetterà di ridurre la temperatura del terreno nell'area di intervento e, di conseguenza, la produzione di vapori.

2. Aumento della depressione in prossimità dell'area interna alle palancole.

Tale azione sarà effettuata avviando i pozzetti di aspirazione da 1 ¼" che, come descritto al par. 0, saranno installati con una maglia pari a 10 x 10 m in tutta la superficie delle aree di intervento. Ragionevolmente si prevede che la depressione possa essere applicata in maniera differenziata, operando in particolare modo nei pozzetti prossimi alla palancoatura perimetrale.

3. Messa in esercizio del sistema di drenaggio gas esterno all'area di trattamento.

Le tubazioni drenanti di ogni singola area verranno connesse ad un collettore principale. Prima dell'innesto al collettore ogni linea sarà munita di punto di campionamento aria. Di seguito si riporta un *concept* della configurazione descritta:

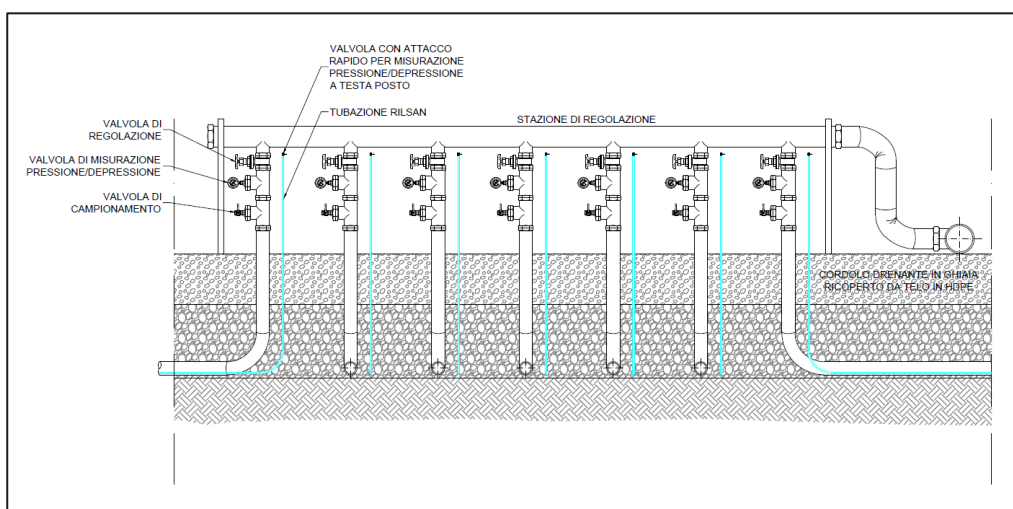


Figura 21: *concept* collettore

Non appena installate tutte le opere di mitigazione, dopo un periodo di due settimane dalla fine dei lavori, si provvederà ed eseguire un campionamento aria per la valutazione delle concentrazioni di bianco nelle trincee drenanti.

Tale valutazione sarà effettuata secondo il seguente approccio:

- N. 2 misurazioni giornaliere per una settimana
- Identificazione del valore di bianco che sarà calcolato sulla media aritmetica delle misurazioni effettuate.

Durante l'esercizio degli impianti di ISTT si provvederà ed eseguire una misura di campo al giorno in ogni trincea, qualora si dovessero riscontrare valori pari a 2 volte il valore di bianco, si provvederà ad attivare il sistema di mitigazione di riferimento.

Altre mitigazioni saranno attivate nel caso di raggiungimento e superamento dei valori soglia al confine, come dettagliato nella tabella sottostante:

Emergenza	Sistemi di allarme e di sicurezza	Effetti
Superamento pari al doppio dei valori di bianco nelle trincee di aspirazione	ND (monitoraggio con operatore)	Attivazione sistema di aspirazione della trincea interessata
Raggiungimento valori di preallarme pari al 50% dei valori soglia al confine	Allarme	Attivazione del sistema di mitigazione (trincee di aspirazione) Verifica concentrazioni al camino
Superamento valori di soglia al confine	Allarme	Attivazione del sistema di mitigazione (trincee di aspirazione) Verifica concentrazioni al camino Eventuale modulazione sistema di aspirazione (nelle aree sorgente) Ripetizione del monitoraggio
Superamento confermato dei valori soglia al confine	Allarme	Arresto localizzato del riscaldamento ISTT Esercizio dell'impianto di trattamento effluenti Esercizio del sistema di mitigazione (trincee di aspirazione)

Tabella 19: gestione delle emergenze a seguito di monitoraggio

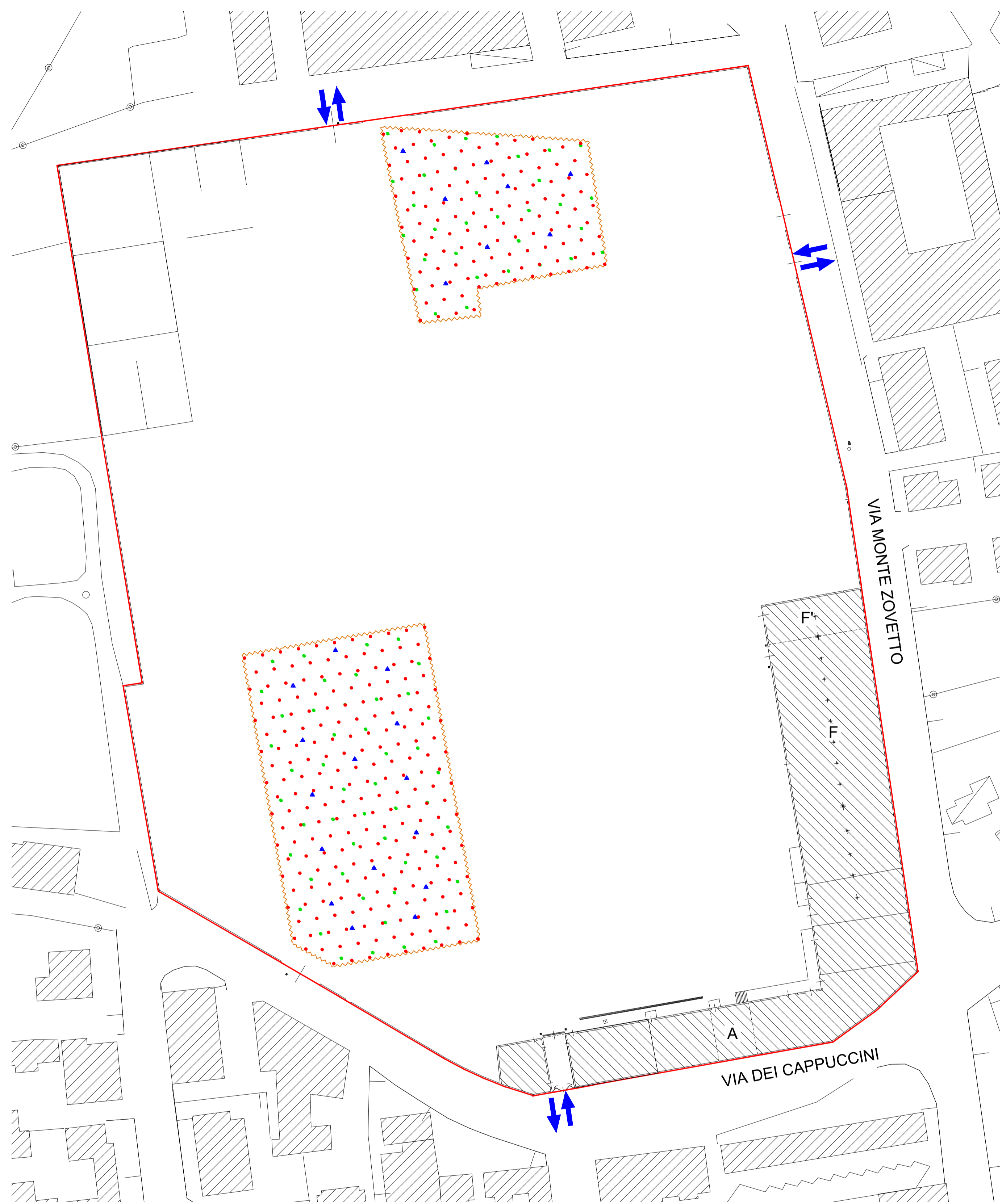


10 MONITORAGGI AMBIENTALI

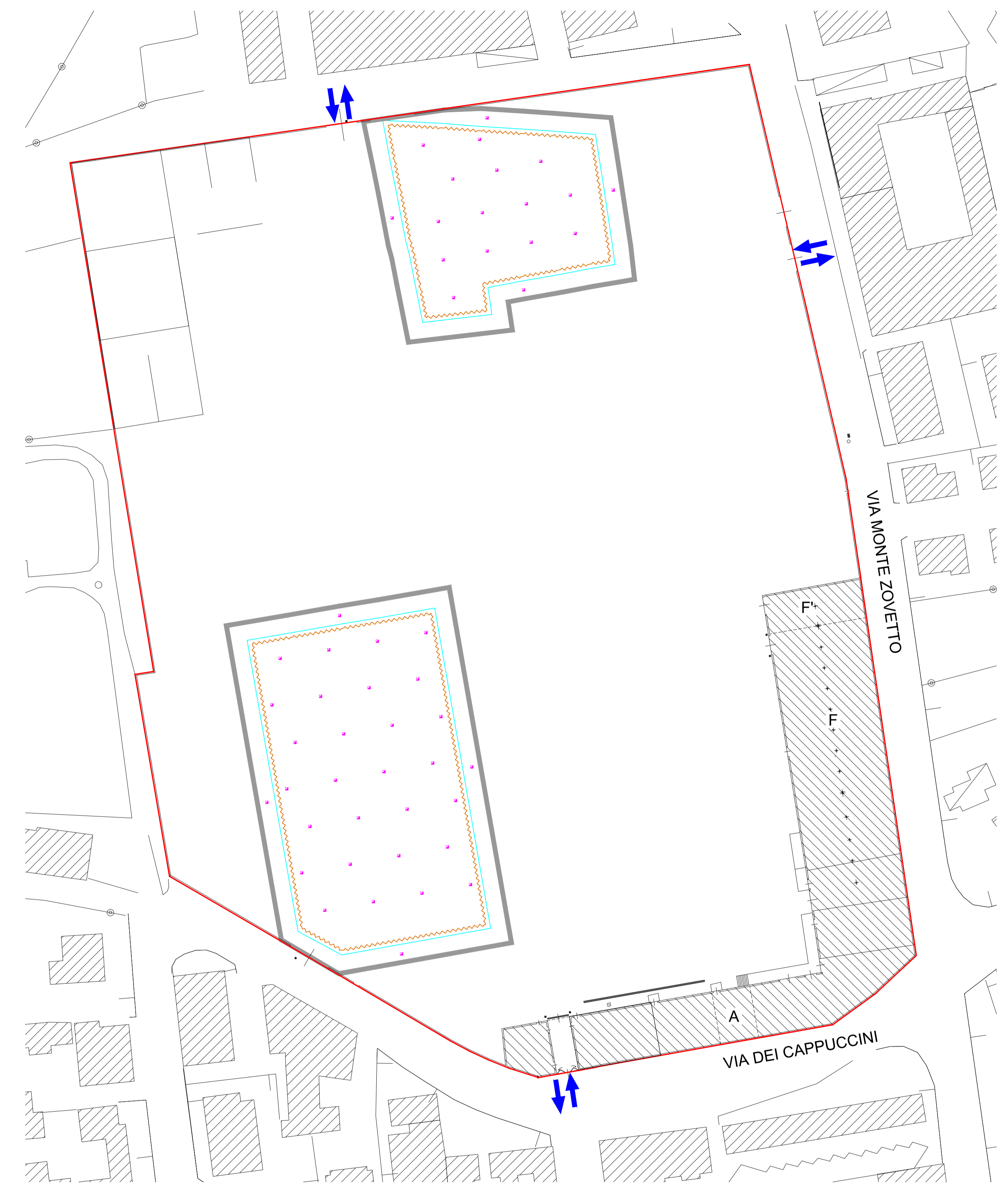
In merito ai monitoraggi ambientali si deve fare riferimento a quanto descritto nel Progetto Esecutivo presentato alle PP.AA in data



Tavole



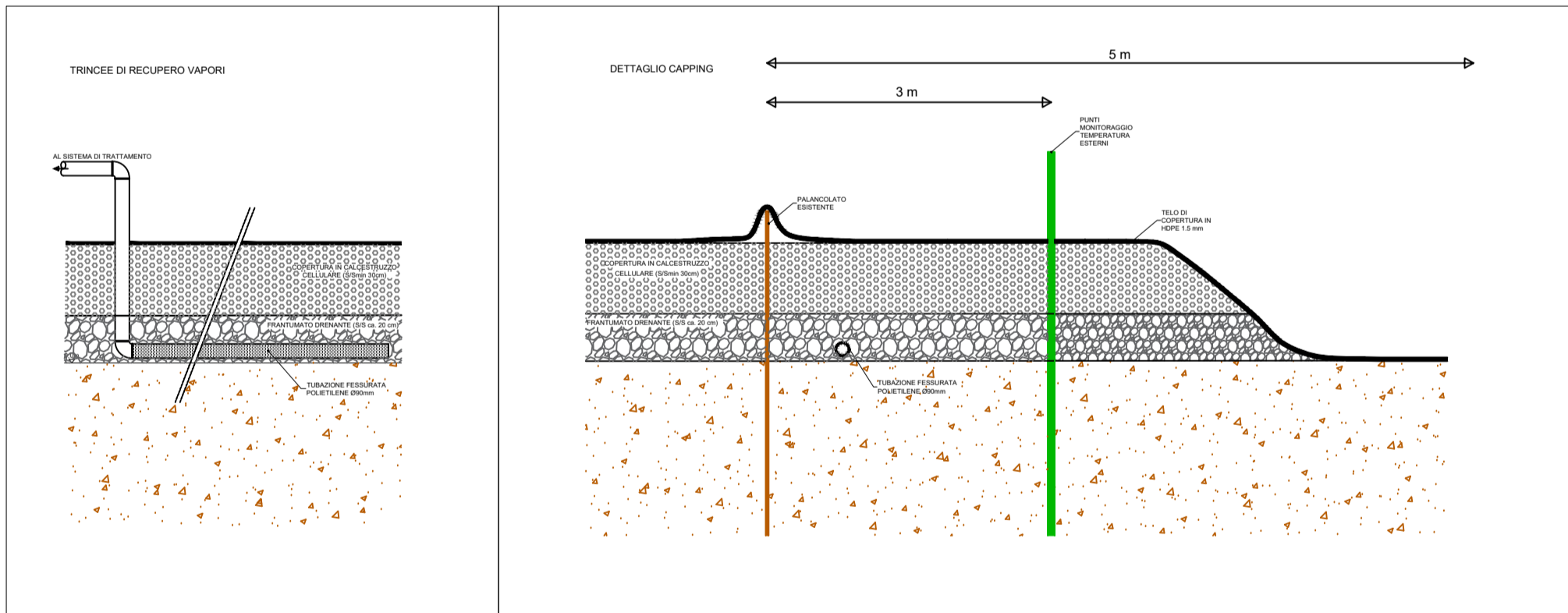
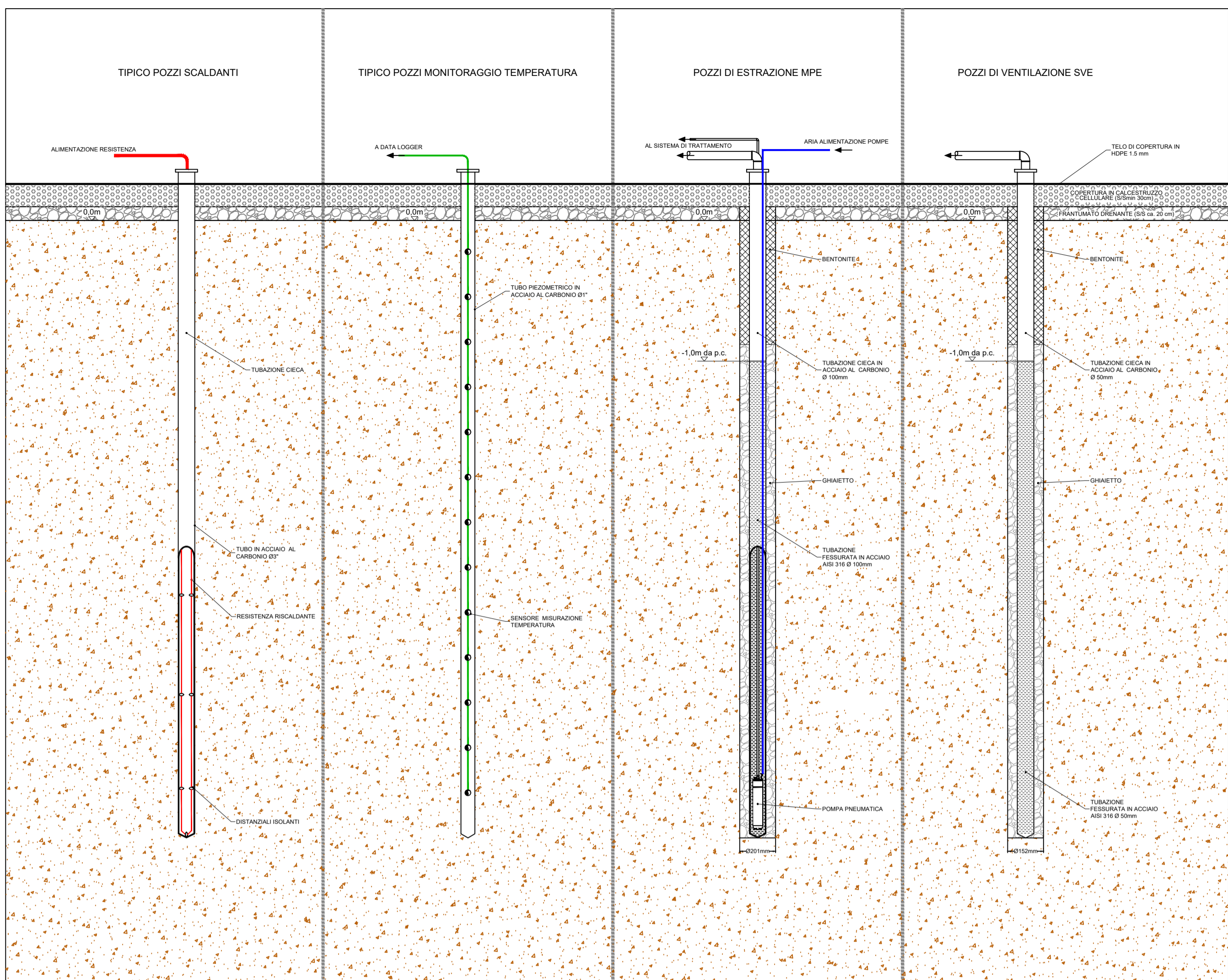
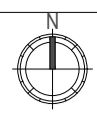
Punti di riscaldamento e ventilazione



Sistemi di controllo e mitigazione

- Legenda:
- Palancole esistenti
 - Punti scaldanti
 - Punti di recupero vapore (SVE)
 - Punti di recupero multifase (MPE)
 - Trincee di recupero vapori
 - Perimetro telo HDPE
 - Punti monitoraggio temperatura

Rev. 01/11/2018	Prima Edizione	Disegnato	Controllato
Committente	ZAMBON GROUP S.P.A.		
Oggetto	Ex area industriale di via Cappuccini, Vicenza Progetto esecutivo		
Elaborato	Posizionamento pozzetti intervento desorbimento termico e sistemi di controllo e mitigazione		
Scala	Tavola	Commissa	
1:600	X	IT0116.000287.0120	
Scala			
PROFESSIONAL REMIEDIATION TECHNOLOGIES		Design & Consultancy Remediation and Infrastructure	



0	07/11/2018	Prima Edizione	D. Borin	R. Costa
Rev.	Data	Oggetto	Disegnato	Controllato
Committente				
ZAMBON GROUP S.P.A				
Oggetto				
Ex area industriale di via Cappuccini, Vicenza Progetto esecutivo				
Elaborato				
Dettaglio punti riscaldanti, sistemi di ventilazione e di mitigazione				
Scala	Tavola	Commessa		
Non in scala	X	IT0116.000287.0120		
			 Design & Consultancy for natural and built assets	
			 PROFESSIONAL REMEDIATION TECHNOLOGIES	