

Comune di Rivalta di Torino

RUP Arch. Maria Vitetta

RIVALTA DI TORINO (TO)

INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE E BONIFICA PER FASI DEI SITI OMA, DISCARICA OMA E CHIMICA INDUSTRIALE.

PROGETTO PRELIMINARE



Bortolami - Di Molfetta s.r.l.

VIA PEANO, 11 - 10129 TORINO - TEL. 011 505142/011 504359 - FAX 011 505221
C.F. - P.IVA 10359910014 - REA di Torino n. 1126692 Cap.Soc. interamente versato € 10.000
studio@bortolami-dimolfetta.com www.bortolami-dimolfetta.com

prof. geol. Giancarlo BORTOLAMI
prof. ing. Antonio DI MOLFETTA
dott. ing. Paolo CORDERO
dott. geol. Bianca SAUDINO DUGHERA
dott. ing. Valerio ZOLLA

Progettisti:



Prof. Ing. Antonio DI MOLFETTA

Geol. Bianca SAUDINO DUGHERA



Ing. Valerio ZOLLA

Ing. Paolo CORDERO



ogg. RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO. DISCARICA E STABILIMENTO OMA.			comm.	15014	
			cat.	Bon	fase PR
			num.	B	
red.	Saudino - Zolla	approv.	A. Di Molfetta	scala	
file	15014PR-00A-RelGenTecn-OMA_00.docx		rev.	00	data 30/11/2015

revis. n.	data	oggetto revisione
00	30/11/15	prima emissione.

INDICE

1.	PREMESSA.....	6
1.1	Documentazione di riferimento.....	6
2.	OBIETTIVI DELL'INTERVENTO IN PROGETTO	8
2.1	Stabilimento OMA.....	8
2.2	Discarica OMA.....	9
3.	RICOSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA DELLA DISCARICA	11
3.1	Definizione preliminare della superficie topografica dell'area	11
3.2	Definizione della minima soggiacenza della falda superficiale	14
3.3	Definizione dell'estensione del corpo discarica	15
3.4	Definizione dell'estensione dei terreni con evidenza di idrocarburi.....	16
3.5	Definizione della natura di sorgente primaria o secondaria dei terreni con evidenza di idrocarburi	17
3.6	Approfondimenti relativi alla Zona B (richiesta della Regione Piemonte)	18
4.	ESAME DELLE TECNOLOGIE DI BONIFICA APPLICABILI.....	21
4.1	Discarica OMA.....	21
4.1.1	Corpo discarica	21
4.1.1.1	Strategia di intervento	21
4.1.1.2	Applicabilità delle tecnologie	23
4.1.1.3	Selezione delle tecnologie.....	26
4.1.2	Contaminazione dei terreni.....	27

4.1.3	Contaminazione delle acque sotterranee.....	28
4.2	Stabilimento OMA.....	28
4.2.1	Contaminazione dei terreni.....	28
4.2.2	Presenza di fase libera surnatante	30
4.2.3	Contaminazione delle acque sotterranee.....	31
4.2.3.1	Air Sparging e Soil Vapour Extraction (AS + SVE)	33
4.2.3.2	In situ Reactive Zone (IRZ).....	36
5.	DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	38
5.1	Discarica OMA.....	38
5.1.1	Opera di difesa spondale.....	38
5.1.2	Diaframma impermeabile di cinturazione	39
5.1.3	Rimozione e trattamento dell'accumulo di acque meteoriche nella Zona B.....	39
5.1.4	Riprofilatura del corpo discarica	40
5.1.5	Sistema di monitoraggio e recupero dei vapori.....	40
5.1.6	Copertura superficiale della discarica	41
5.2	Stabilimento OMA.....	41
5.2.1	Demolizione di fabbricati e di impianti fuori terra.....	42
5.2.2	Impermeabilizzazione delle superfici	42
5.2.3	Rimozione della fase libera surnatante.....	43
5.2.4	In situ reactive zone (IRZ) per il trattamento del plume.....	43
5.2.5	Air Sparging e Soil Vapour Extraction per il trattamento della sorgente.....	44
6.	OPERA DI DIFESA SPONDALE SUL T. SANGONE.....	45
6.1	Studi idraulici disponibili.....	45
6.2	Interventi previsti	50
6.3	Approfondimenti a supporto della progettazione definitiva	52
7.	MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DELLA DISCARICA	54

7.1	Superfici di intervento di Messa in Sicurezza Permanente.....	54
7.2	Diaframma impermeabile di cinturazione	54
7.2.1	Ubicazione e dimensioni	54
7.2.2	Esecuzione.....	55
7.2.3	Accessibilità.....	56
7.3	Rimozione dell'accumulo di acque meteoriche nella Zona B.....	57
7.3.1	Interventi previsti	57
7.3.2	Trattamento delle acque estratte	58
7.4	Riprofilatura del corpo di discarica.....	59
7.4.1	Interventi previsti	59
7.4.2	Caratteristiche dei terreni di riporto	60
7.5	Sistema di monitoraggio e recupero dei vapori	61
7.6	Copertura superficiale della discarica	63
7.6.1	Materiali di copertura.....	63
7.6.2	Regimazione delle acque superficiali	64
7.7	Approfondimenti a supporto della progettazione definitiva	65
7.7.1	Rilievo dei gas interstiziali su corpo discarica	66
7.7.2	Prove di laboratorio e test pilota di inertizzazione/stabilizzazione in situ	67
7.7.3	Analisi delle acque nell'invaso del "laghetto"	67
7.7.4	Rilievo topografico di dettaglio	68
7.7.5	Indagine geofisica per la verifica del modello idrogeologico	68
8.	DEMOLIZIONE DI FABBRICATI E IMPIANTI FUORI TERRA	70
8.1	Rilievo preliminare dei materiali potenzialmente pericolosi	70
8.2	Interventi di rimozione di amianto e fibre artificiali vetrose	70
8.3	Demolizione degli impianti e delle strutture fuori terra	71
8.4	Sottoservizi e serbatoi interrati.....	72
8.5	Approfondimenti a supporto della progettazione definitiva	73
9.	IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE SUPERFICI NELL'AREA DELLO	

STABILIMENTO OMA.....	74
9.1 Impermeabilizzazione delle aree destinate a strade e parcheggi (Tipo 1)	75
9.2 Impermeabilizzazione delle aree destinate a verde (Tipo 2)	76
9.3 Rimozione e smaltimento della Sorgente 2	78
9.4 Approfondimenti a supporto della progettazione definitiva	78
10. RIMOZIONE DELLA FASE LIBERA SURNATANTE.....	79
10.1 Indagine geofisica preliminare per verificare l'estensione dell'area interessata da surnatante all'interno della OMA.....	79
10.1.1 Realizzazione di nuovi piezometri per l'estrazione del surnatante.....	81
10.2 Recupero della fase libera surnatante	82
10.3 Rimozione della massa idrocarburica residua	83
10.4 Approfondimenti a supporto della progettazione definitiva	84
11. BONIFICA DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....	85
11.1 Air Sparging e Soil Vapour Extraction.....	85
11.1.1 Pozzi di Air Sparging	87
11.1.2 Pozzi di Soil Vapour Extraction	88
11.1.3 Rete di distribuzione e collettamento	89
11.1.4 Stazioni di regolazione.....	89
11.1.5 Impianto centralizzato di compressione, aspirazione e trattamento.....	90
11.1.6 Esercizio dell'impianto e durata dell'intervento.....	93
11.1.7 Opere accessorie.....	94
11.1.8 Piezometri di monitoraggio	95
11.2 In Situ Reactive Zone per il trattamento del plume.....	95
11.2.1 Configurazione della Zona Reattiva	97
11.2.2 Dosaggio del reagente.....	97
11.2.3 Valutazione della longevità del reagente	98
11.2.4 Postazioni permanenti di iniezione.....	100

11.2.5	Iniezione dei reagenti.....	101
11.2.6	Piezometri di monitoraggio	101
11.3	Approfondimenti a supporto della progettazione definitiva	102
11.3.1	Prova pilota di Air Sparging e Soil Vapor Extraction.....	103
11.3.2	Prova pilota di In Situ Reactive Zone	104
12.	PIANO DI MONITORAGGIO	105
12.1	Monitoraggio delle acque sotterranee	105
12.2	Monitoraggio dei gas interstiziali	106
<u>ALLEGATO 1</u>	Tavole grafiche.....	107
<u>ALLEGATO 2</u>	Allegato fotografico – edifici e strutture da demolire nello stabilimento OMA.....	126

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce parte integrante del Progetto Preliminare degli interventi di bonifica/messa in sicurezza permanente, ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., dei siti “Stabilimento OMA”, “Discarica OMA” e “Stabilimento Chimica Industriale” di Rivalta di Torino (TO). Esso è redatto dalla scrivente Bortolami-Di Molfetta S.r.l. su incarico del Comune di Rivalta di Torino, sulla base della convenzione stipulata in data 17/09/2015.

Nello specifico, la presente Relazione Tecnica descrive gli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente previsti dal progetto per siti “Stabilimento OMA” e “Discarica OMA” di Rivalta di Torino (TO).

Costituiscono parte integrante del progetto i seguenti elaborati:

- A – Relazione illustrativa generale;
- B – Relazione tecnica di progetto. Discarica e Stabilimento OMA;
- C – Relazione tecnica di progetto. Stabilimento Chimica Industriale;
- D – Prime indicazioni e misure finalizzate alla tutela della salute e sicurezza dei luoghi di lavoro per la stesura dei piani di sicurezza;
- E – Calcolo sommario della spesa e quadro economico;
- F – Piano economico e finanziario di massima.

Tali elaborati, come richiesto dal contratto, rispondono ai contenuti previsti dall’art. 17, comma 1, lettere a), b), e), f), g) e h), comma 4 del D.P.R. 207/2010.

Le Tavole citate nel testo sono riportate in Allegato 1.

1.1 Documentazione di riferimento

Per l’elaborazione del presente progetto si è tenuto conto delle informazioni sito-specifiche acquisite non solo in fase di caratterizzazione, ma anche nel corso delle numerose indagini

realizzate in passato sull'area. In particolare, si è fatto riferimento alla seguente documentazione:

- [1] Dicembre 2003. Piano della caratterizzazione dello Stabilimento della Società Chimica Industriale Srl sita in Comune di Rivalta, ai sensi del DM 471/99. Studio Bortolami e Di Molfetta.
- [2] Dicembre 2003. Piano della caratterizzazione dello Stabilimento della Oma SpA sita in Comune di Rivalta, ai sensi del DM 471/99. Studio Bortolami e Di Molfetta.
- [3] Dicembre 2003. Piano della caratterizzazione della discarica Oma sita in Comune di Rivalta, ai sensi del DM 471/99. Studio Bortolami e Di Molfetta.
- [4] 2007-2008. Risultati delle indagini di caratterizzazione (relazioni varie). URS Italia.
- [5] Luglio 2007. Progetto Definitivo dei “Primi interventi urgenti di messa in sicurezza ex discarica OMA” Studio A.I.S.A., Studio Tedesi, Studio Anselmo associati.
- [6] Ottobre 2010. Applicazione della procedura di analisi di rischio sanitario-ambientale ai siti “Stabilimento Oma” e “Discarica OMA”. Studio Bortolami e Di Molfetta.
- [7] Ottobre 2010. Applicazione della procedura di analisi di rischio sanitario-ambientale ai siti “Stabilimento Chimica Industriale”. Studio Bortolami e Di Molfetta.
- [8] Febbraio 2010. Progetto Definitivo. Completamento dei primi interventi di bonifica della ex Discarica Oma. ETC Studio Associato.
- [9] Settembre 2012. Relazione di fine lavori. Completamento dei primi interventi di bonifica della ex Discarica Oma. Bugno Luciano Srl.
- [10] Giugno, 2015. Progetto Esecutivo. Interventi di messa in sicurezza del surnatante presente a valle della discarica Oma e monitoraggio acque sotterranee. Bortolami - Di Molfetta Srl.
- [11] Comunicazione della Regione Piemonte prot. n. 9117/DB10.12 del 11/07/14.

2. OBIETTIVI DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

Il presente progetto si configura come un intervento di bonifica e messa in sicurezza permanente, finalizzato a minimizzare e ricondurre ad accettabilità il rischio derivante dallo stato di contaminazione presente nei siti in esame.

Secondo lo stesso approccio utilizzato per l'analisi di rischio, i due siti Discarica OMA e Stabilimento OMA sono stati trattati congiuntamente, in quanto distribuiti arealmente senza soluzione di continuità, sia con riferimento al contesto geolitologico idrogeologico, sia alla distribuzione e tipologie degli inquinanti presenti.

Sulla base di tale impostazione, il punto di conformità in cui garantire il raggiungimento dei requisiti di qualità per le acque sotterranee è stato posto a valle dell'intero comprensorio (stabilimento e discarica OMA).

2.1 Stabilimento OMA

Per lo Stabilimento OMA, l'analisi di rischio ha evidenziato concentrazioni superiori alle CSR in tutte le sorgenti secondarie di contaminazione (suolo superficiale, suolo profondo e acque sotterranee), sia all'interno dello stabilimento che nella limitrofa fascia di terreno compresa tra il confine Nord dell'impianto e il T. Sangone. Sia quest'area che una porzione ridotta dello stabilimento risultano interessati dalla presenza di idrocarburi in fase libera surnatante.

Concentrazioni superiori alle CSC per le acque sotterranee sono state riscontrate anche nei piezometri di monitoraggio a valle del sito. Grazie alla scarsa mobilità dei contaminanti presenti, l'estensione del plume nelle aree esterne risulta tuttavia piuttosto limitata.

Si rileva infine che all'interno dello stabilimento sono ancora presenti numerosi fabbricati, serbatoi ed impianti dismessi, di cui occorre prevedere la demolizione in quanto strettamente funzionale all'intervento di bonifica / messa in sicurezza permanente. Durante

i sopralluoghi eseguiti è stata evidenziata la presenza certa o potenziale di materiali pericolosi nelle strutture da demolire, quali amianto in matrice compatta, amianto in matrice friabile e fibre artificiali vetrose.

Tenuto conto degli aspetti sopra elencati, l'intervento di risanamento del sito è stato pertanto elaborato rispetto a quattro questioni distinte:

1. **demolizione di fabbricati ed impianti:** gli obiettivi sono identificare e rimuovere in sicurezza i materiali pericolosi presenti nelle strutture e completare quindi la demolizione di tutte le strutture fuori terra, per consentire l'esecuzione dei successivi interventi;
2. **contaminazione dei terreni:** l'obiettivo principale è ricondurre nei limiti di accettabilità il rischio per i fruitori dell'area, derivante dal contatto diretto con i terreni contaminati e dall'inalazione di vapori dal suolo superficiale e profondo;
3. **rimozione della fase libera surnatante:** l'obiettivo è eliminare questa sorgente primaria di contaminazione al fine di consentire l'esecuzione dei successivi interventi di bonifica delle acque sotterranee;
4. **contaminazione delle acque sotterranee:** gli obiettivi sono la riduzione a livelli accettabili del rischio di inalazione di vapori dalla falda e il raggiungimento dei requisiti di qualità delle acque sotterranee al punto di conformità.

2.2 Discarica OMA

Come descritto nell'Elab. A, nella ex discarica OMA sono state distinte tre zone (A, B e C). Il corpo di discarica (zona A e zona C) è costituito da terreno misto a morchie idrocarburiche, con locali accumuli di materiale catramoso, altamente viscoso e non mobile. Il cosiddetto "laghetto" (zona B) è un'area di circa 1.000 m² in cui erano state collocate melme acide pure con rifiuti misti (fusti metallici, plastiche, etc.).

Le melme acide del laghetto sono state rimosse e smaltite mediante due interventi

successivi, nel 2008-2009 e nel 2012. L'ultimo intervento (2012) ha consentito la totale rimozione delle melme acide pure, sebbene l'esaurimento dei fondi disponibili non abbia consentito di completare la rimozione del terreno direttamente a contatto con esse, con elevati livelli di contaminazione (cfr. "Completamento dei primi interventi di bonifica della ex discarica OMA" – Relazione finale, Bugno Luciano s.r.l., 2012, [9]).

Completata la rimozione delle melme pure dall'area "laghetto", nella ex discarica OMA permangono terreni di riporto misti ad idrocarburi, con locali accumuli di materiale catramoso. Le indagini di caratterizzazione hanno inoltre evidenziato la presenza di elevate concentrazioni di idrocarburi a quote che possono essere raggiunte dalla falda nei periodi di massima escursione.

Si rileva infine un problema di erosione da parte del Torrente Sangone lungo una porzione del lato nord della discarica.

Tenuto conto degli aspetti sopra elencati, l'intervento di risanamento della discarica è stato pertanto elaborato rispetto a quattro questioni distinte:

1. **difesa spondale:** l'obiettivo è consolidare la parete nord della discarica ed impedire l'erosione da parte del Torrente Sangone;
2. **corpo discarica:** gli obiettivi sono impedire il contatto dei fruitori dell'area con i terreni misti a morchie (rifiuti), la volatilizzazione di vapori inquinanti in atmosfera e la propagazione dei contaminanti dai rifiuti alla falda, per effetto sia delle infiltrazioni meteoriche che del contatto diretto tra i rifiuti e la falda;
3. **contaminazione dei terreni:** l'obiettivo principale è ricondurre nei limiti di accettabilità il rischio per i fruitori dell'area, derivante dal contatto diretto con i terreni contaminati e dall'inalazione di vapori dal suolo superficiale e profondo, e il rischio a carico della risorsa idrica determinato dalla propagazione dei contaminanti dai terreni alla falda;
4. **contaminazione delle acque sotterranee:** gli obiettivi sono la riduzione a livelli accettabili del rischio di inalazione di vapori dalla falda e il raggiungimento dei requisiti di qualità delle acque sotterranee al punto di conformità.

3. RICOSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA DELLA DISCARICA

Al fine di fornire, sulla base dei dati attualmente disponibili, gli elementi per la progettazione della bonifica/messa in sicurezza permanente della discarica OMA, si è provveduto ad eseguire le elaborazioni utili a:

1. definire in via preliminare la superficie topografica dell'area oggetto di studio, sulla base dei dati geografici di dettaglio attualmente disponibili;
2. definire la minima soggiacenza di falda in corrispondenza del corpo discarica e delle aree limitrofe, al fine di valutare la possibile interazione tra i terreni frammisti a morchie e le acque sotterranee;
3. definire la distribuzione spaziale delle morchie frammiste a terreno che costituiscono il corpo discarica, attraverso l'elaborazione dei dati litostratigrafici acquisiti in fase di caratterizzazione;
4. definire la distribuzione spaziale dei terreni sottostanti e limitrofi al corpo discarica che presentano evidenze organolettiche di contaminazione attraverso l'elaborazione dei dati litostratigrafici acquisiti in fase di caratterizzazione;
5. svolgere gli approfondimenti richiesti dalla Regione Piemonte sulla Zona B della discarica, cd. “laghetto”.

3.1 Definizione preliminare della superficie topografica dell'area

La superficie topografica di riferimento, definita in via preliminare per questo studio, è il risultato di una approfondita analisi dell'insieme dei dati geografici di dettaglio disponibili sull'area. Come descritto di seguito si tratta di dati provenienti da diverse fonti, acquisiti in tempi successivi, con modalità di acquisizione, riferimenti geografici e tipologia di formato (raster, vettoriale, ecc) diverse. Il processo di omogeneizzazione dei dati di riferimento

disponibili ha comportato un complesso di operazioni tra cui la necessità di georeferenziare e riproiettare le diverse basi cartografiche, la valutazione della congruità reciproca dei dati (in particolare delle quote) mantenendo come base di riferimento il DTM 2009-2011 Piemonte ICE, il confronto e l'integrazione selettiva ponderata dei dati dei singoli rilievi, la loro elaborazione per gli scopi di studio e rappresentazione nel sistema di riferimento univoco WGS84/UTM-zone32N.

Nel dettaglio i dati disponibili risultano essere:

1. rilievo topografico 1988. Disponibile esclusivamente la scansione del documento cartaceo originale, riportante l'ubicazione delle indagini effettuate da Golder nel 1997; tale rilievo è stato vettorializzato e georeferenziato per punti omologhi sulla base dell'ortofoto della Regione Piemonte dell'anno 2010, successivamente riproiettato nel sistema di riferimento WGS84/UTM-zone32N. Il confronto qualitativo del DEM generato dai dati ricavati dal suddetto rilievo con il DEM della Regione Piemonte, ha evidenziato che le quote del rilievo mediamente risultano maggiori di circa 0,5 m rispetto al DEM Regione Piemonte utilizzato come base comune di confronto delle quote. A seguito di ciò si è quindi proceduto, arbitrariamente, a compensare tale differenza media di quota. Tale procedura ha consentito di poter attribuire, seppure con un certo margine di errore, le quote originarie del p.c. in corrispondenza dei punti di indagine effettuati in aree nelle quali, successive attività di MISE hanno determinato variazioni significative del p.c.;
2. rilievo topografico effettuato da URS nel 2007 nell'ambito delle indagini di caratterizzazione [4], durante le quali sono stati rilevati i p.c. dei sondaggi e i p.c. e le quote teste tubo dei pozzi di monitoraggio realizzati e preesistenti (ove all'epoca ancora attivi). Il sistema di riferimento utilizzato nell'ambito del rilievo è il WGS84/UTM-zone32N e capisaldi IGM per le quote del p.c.;
3. DTM 2009-2011 Piemonte ICE: basato sul “dataset DTM 2009-2011 Piemonte ICE della Regione Piemonte”. Il DTM copre tutto il territorio regionale ed è stato acquisito con metodologia uniforme (LIDAR) in standard di livello 4. La

risoluzione della griglia (passo) è di 5 m, con una precisione in quota di ± 0.30 m (± 0.60 m nelle aree di minor precisione, corrispondenti alle aree boscate e densamente urbanizzate). Va evidenziato che l'area di studio risulta, almeno parzialmente fittamente boscata. Il sistema di riferimento è il ETRS89/UTM-zone32N, successivamente riproiettato al sistema di riferimento WGS84/UTM-zone32N;

4. rilievo topografico effettuato da ETC nel 2010 nell'ambito della relazione: “ETC Studio Associato – 2010 - Completamento dei primi interventi di bonifica della ex discarica OMA - Progetto definitivo relazione tecnica illustrativa” [8], relativo a n. 4 punti di indagine PZ16A÷D. Il sistema di riferimento presumibilmente utilizzato nell'ambito del rilievo, relativo esclusivamente alle coordinate Est e Nord è il WGS84/UTM-zone32N; la quota del p.c. in corrispondenza dei punti di indagine è stata derivata dal DEM della Regione Piemonte, integrato dai punti di rilievo topografico effettuato da URS nel 2007 sopra descritto;
5. rilievo topografico dell'area del “Laghetto” effettuato nel luglio 2012 nell'ambito del lavoro effettuato dalla ditta Bugno Luciano S.r.l.: “Completamento dei primi interventi di bonifica della ex discarica OMA CUP 896E09000050006 – Relazione Finale” [9]. Tale rilievo è stato effettuato in coordinate planimetriche e altimetriche relative. Essendo stati battuti i p.c. in corrispondenza di punti dei quali sono note le ubicazioni nel sistema di riferimento WGS84/UTM-zone32N e quote riferite ai capisaldi IGM si è proceduto a riproiettare il rilievo al sistema WGS84/UTM-zone32N e quote p.c. riferite ai capisaldi IGM.

L'elaborazione del set di dati disponibili, sopra elencati, mediante algoritmo kriging con celle di 1 m, ha consentito di ricostruire l'andamento della superficie topografica, così come rappresentato in Tav. 3.1.

Al solo fine di consentire le successive elaborazioni relative alle interpretazioni stratigrafiche, sono state assegnate le quote p.c. derivanti dall'elaborazione di cui al punto 7. ai sondaggi che risultavano sprovvisti.

3.2 Definizione della minima soggiacenza della falda superficiale

Al fine di definire la minima soggiacenza di falda in corrispondenza del corpo discarica e delle aree limitrofe, valutando pertanto la possibile interazione tra i terreni frammisti a morchie (corpo discarica) e le acque sotterranee, si è proceduto al censimento preliminare dei dati piezometrici misurati nel sito in corrispondenza delle varie campagne di misura piezometrica svoltesi tra il 1988 e il 2009.

La campagna di misure piezometriche caratterizzata dalla minore soggiacenza (oltre che dal maggior numero di dati per estensione della rete di monitoraggio) è risultata essere quella del 18/06/2009. In Tav. 3.2 è rappresentata la carta piezometrica relativa alla campagna di misure piezometriche del 18/06/2009, in corrispondenza della discarica OMA.

Al fine di valutare la possibilità di soggiacenze anche inferiori a quelle direttamente misurate, si è tenuto conto dei dati relativi al monitoraggio in continuo effettuato dalla Provincia di Torino in corrispondenza del piezometro PZ1 posto all'interno dello Stabilimento OMA. Tale monitoraggio ha interessato un intervallo temporale compreso tra il 1999 e il 2004, comprendendo pertanto anche l'evento alluvionale dell'ottobre 2000. Nell'ambito di tale monitoraggio il valore minimo di soggiacenza è risultato essere relativo al giorno 16/10/2000 con un valore pari a 6,04 m.

La soggiacenza rilevata in corrispondenza di PZ1 il giorno 18/06/2009 è risultata essere pari a 7,02 m da p.c.. Si riscontra pertanto una differenza di 0,98 m tra quanto rilevato nella campagna piezometrica del 18/06/2009 e quanto registrato, come valore minimo di soggiacenza, il giorno 16/10/2000, dal datalogger installato all'interno dello stesso PZ1.

Al fine di elaborare una carta piezometrica che prendesse in considerazione un momento di soggiacenza minima, si è pertanto scelto di sottrarre a tutti i valori di soggiacenza rilevati il giorno 18/06/09 il valore di 0,98 m. I risultati di tale elaborazione sono riportati in Tav. 3.2.

3.3 Definizione dell'estensione del corpo discarica

Per definire la distribuzione spaziale delle **morchie frammiste a terreno che costituiscono il corpo discarica**, si è proceduto ad una revisione critica dei dati provenienti dalle numerose indagini svolte nell'area della discarica OMA, nei settori a questa confinanti e nel limitrofo stabilimento OMA, relative al periodo 1988-2009, da parte di una pluralità di soggetti.

Va certamente evidenziato che le terminologie utilizzate nella descrizione dei log stratigrafici sono variate nel tempo anche a motivo delle diverse interpretazioni dei tecnici di campo via via presenti in sito. La revisione critica effettuata ha previsto la definizione di terreni facenti parte del corpo discarica in tutti quei casi nei quali erano espressamente citate le parole morchie, melme o catrame, frammiste a terreno in percentuali variabili. Sulla base degli approfondimenti svolti successivamente alla caratterizzazione [10], le indicazioni di presenza di morchie, melme o catrame, frammiste a terreni provenienti dai sondaggi MW2 e PZ16 (esclusivamente a elevata profondità) sono state criticamente considerate non come il prodotto di un interrimento di morchie quanto piuttosto il risultato di una contaminazione dei terreni da idrocarburi verosimilmente connessa alla migrazione in falda degli stessi, con formazione di surnatante. **I terreni naturali, anche pesantemente impattati dalla contaminazione, non sono stati considerati come facenti parte del corpo discarica.** Il limite esterno del corpo discarica è stato definito, ove possibile, utilizzando punti di indagine che non hanno dato evidenza di morchie; arbitrariamente, negli altri casi.

Le elaborazioni dei dati disponibili hanno tenuto conto della quota topografica del terreno al momento della realizzazione delle indagini, con specifico riferimento a quelle indagini realizzate in aree nelle quali le successive attività di MISE hanno modificato lo stato dei luoghi (area del “laghetto”).

Secondo i criteri sopradescritti è stata quindi definita la quota base del corpo discarica, in m s.l.m. In Tav. 3.3 è rappresentata la profondità della stessa in metri dal piano campagna,

così come definito nel par. 3.1.

In Tav. 3.4 sono invece raffigurati i settori del corpo discarica, con i relativi spessori, che vengono sommersi dalla falda in condizioni di minima soggiacenza, così come definita nel par. 3.2. L'estensione complessiva dell'area con presenza di rifiuti nella zona di escursione della falda risulta pari a circa 3'320 m².

3.4 Definizione dell'estensione dei terreni con evidenza di idrocarburi

Definita la geometria del corpo discarica (terreni frammisti a morchie), si è provveduto a definire anche la distribuzione spaziale dei **terreni sottostanti e limitrofi al corpo discarica che presentano evidenze organolettiche di contaminazione**. Sono stati ritenuti impattati da un punto di vista organolettico tutti quei terreni che presentano nelle descrizioni riferimenti a colorazioni o odori riconducibili alla presenza in concentrazioni rilevabili con i sensi di idrocarburi. Il limite esterno dei terreni con presenza di idrocarburi è stato definito, ove possibile, utilizzando punti di indagine che non hanno dato evidenze organolettiche e arbitrariamente negli altri casi.

Le elaborazioni dei dati disponibili hanno tenuto conto della quota topografica del terreno al momento della realizzazione delle indagini, con specifico riferimento a quelle indagini realizzate in aree nelle quali le successive attività di MISE hanno modificato lo stato dei luoghi (area del “laghetto”).

Secondo i criteri sopradescritti è stata quindi definita la quota base dei terreni impattati da un punto di vista organolettico, in m s.l.m. In Tav. 3.5 è rappresentata la profondità della stessa in metri dal p.c., così come definito nel par. 3.1.

In Tav. 3.6 sono invece raffigurati i terreni impattati da un punto di vista organolettico che vengono sommersi dalla falda in condizioni di minima soggiacenza, così come definita nel par. 3.2. La stessa rappresentazione è qui riportata in Fig. 3.1.



Fig. 3.1. Presenza di terreni con idrocarburi nella zona di massima escursione della falda. In rosso il confine della discarica.

3.5 Definizione della natura di sorgente primaria o secondaria dei terreni con evidenza di idrocarburi

Osservando la distribuzione dei terreni con evidenze organolettiche di idrocarburi nella zona di escursione della falda (*smearing zone*), si nota che essi sono presenti non solo al di sotto del corpo di discarica, ma anche a valle della stessa.

A valle della discarica, evidenze di idrocarburi nella *smearing zone* sono state riscontrate in un'area di circa 2'670 m², compresa tra lo stabilimento OMA e il T. Sangone. In quest'area non risultano presenti melme acide in corrispondenza del mezzo insaturo. Essi non costituiscono una deposizione primaria (interramento di morchie), bensì una contaminazione secondaria indotta dalla presenza di fase libera, come confermato dagli elevati volumi di prodotto recuperati nell'area del PZ16. I recenti studi condotti sulla stessa area [10], seppur basati su tipologie di indagini differenti, ben confermano la stessa distribuzione ed evidenziano che tale prodotto non ha origine dalla discarica, bensì da una

sorgente di contaminazione ubicata in prossimità del confine Nord dello stabilimento OMA. Questi idrocarburi in fase libera costituiscono una sorgente primaria di contaminazione e la loro rimozione è affrontata nell'ambito dell'intervento di bonifica dello stabilimento OMA (par. 10).

Sulla verticale della discarica, evidenze di idrocarburi nella *smearing zone* sono state riscontrate in un'area di circa 8'180 m². In questo caso, è difficile stabilire se tali evidenze siano riconducibili ad una deposizione primaria (interramento di terreno misto a morchie), oppure ad una contaminazione secondaria, generata dal percolamento e trasporto degli idrocarburi da parte della falda. Tale distinzione ha rilevanza prettamente dal punto di vista formale, poiché la normativa prevede una gestione differente tra le cosiddette sorgenti primarie e le sorgenti secondarie. Invece, dal punto di vista tecnico ed ambientale la qualifica formale di un terreno con idrocarburi non mobili non ha alcuna rilevanza, in quanto la dicitura attribuita non influenza né l'applicabilità, né l'efficacia degli interventi.

Alla luce delle considerazioni sopra riportate, nell'ambito del presente progetto preliminare, si è deciso di considerare i terreni con idrocarburi presenti nel perimetro della discarica come sorgenti secondaria, in accordo con il modello concettuale ricostruito.

3.6 Approfondimenti relativi alla Zona B (richiesta della Regione Piemonte)

Nell'ambito del presente incarico, con riferimento agli interventi di rimozione delle melme del cd. laghetto (Zona B), è stato richiesto di definire *“gli approfondimenti necessari a quantificare la residua permanenza delle melme, per comprendere gli eventuali meccanismi di reflusso delle stesse e l'eventuale azione positiva di contenimento dell'attuale carico idrostatico che grava sullo scavo, così come richiesto dalla Regione Piemonte”*.

Le melme acide del laghetto sono state rimosse e smaltite mediante due interventi successivi, nel 2008-2009 e nel 2012.

In base a quanto riportato nella relazione tecnica di fine lavori (cfr. “Completamento dei

primi interventi di bonifica della ex discarica OMA” – Relazione finale, Bugno Luciano s.r.l., 2012), l’ultimo intervento ha concluso la rimozione delle melme pure nell’area laghetto. L’esaurimento dei fondi disponibili non ha invece consentito di completare la rimozione del terreno direttamente a contatto con esse, con elevati livelli di contaminazione.

I materiali residui dell’area ex laghetto sarebbero pertanto non dissimili da quelli che caratterizzano il complesso della discarica, ossia un’alternanza di terreni con morchie e/o terreni con evidenze di contaminazione.

Rispetto al quesito posto dalla Regione Piemonte, tenuto conto dell’analoga natura dei materiali, non si ritiene necessario effettuare ulteriori indagini o approfondimenti sulla distribuzione volumetrica ed areale delle morchie nella zona ex laghetto. Piuttosto è stato ritenuto utile effettuare, nell’ambito del presente documento, una sistematizzazione delle numerose informazioni già disponibili, le quali risultano talora eterogenee, anche a causa dell’esecuzione da parte di soggetti differenti. Questo lavoro di sistematizzazione e georeferenziazione, come illustrato nei precedenti paragrafi, ha consentito di evidenziare le aree interessate da terreni frammisti a morchie, piuttosto che da terreni con evidenze organolettiche di contaminazione, i relativi spessori nonché le zone che potrebbero essere interessate dall’escursione della falda in caso di massimo innalzamento.

Per quanto attiene i cd. “meccanismi di reflusso”, in base alle testimonianze ed ai dati raccolti, essi appaiono riferibili alla diminuzione di viscosità e quindi maggiore mobilità delle morchie in presenza di temperature elevate (estive). La presenza di un battente idraulico a contrasto con il terreno provoca una spinta che è parzialmente in grado di ostacolare il movimento dei materiali catramosi verso l’alto e verso l’interno dello scavo. La spinta è evidentemente proporzionale all’altezza del battente idraulico ed è pertanto circa nulla nella parte superiore delle sponde e pari a circa 20 kPa sul fondo in presenza di un battente idrico di 2,0 m.

L’azione di contenimento dell’attuale carico idrostatico è quindi significativa sul fondo dell’invaso mentre risulta trascurabile nella parte sommitale, laddove il livello idrico è nullo.

Tali valutazioni possono essere utili nel determinare il grado di efficacia dell'attuale sistemazione provvisoria, per quanto sarebbe comunque preferibile adottare una soluzione definitiva, atta a rimuovere le attuali acque presenti nell'invaso artificiale e ad impedirne la successiva formazione.

Nell'ambito del presente progetto è stata quindi affrontata anche questa tematica, individuando una soluzione di intervento che consenta di risolvere il problema dell'accumulo delle acque meteoriche e della stabilità dell'argine perimetrale, in attesa che vengano realizzate le rimanenti opere di messa in sicurezza permanente.

4. ESAME DELLE TECNOLOGIE DI BONIFICA APPLICABILI

Di seguito vengono prese in esame le diverse tecniche di bonifica che possono essere applicate nei siti in esame. Di ciascuna tecnologia sono analizzati i principi di funzionamento, le caratteristiche peculiari, i principali vantaggi e limitazioni.

4.1 Discarica OMA

4.1.1 Corpo discarica

4.1.1.1 Strategia di intervento

Il corpo discarica rappresenta una sorgente primaria di contaminazione e pertanto, ai sensi della normativa vigente, può essere rimosso e smaltito in impianto autorizzato, oppure sottoposto a messa in sicurezza permanente.

L'area interessata dalla presenza di morchie, mescolate al terreno in percentuale variabile, è complessivamente pari a circa 16.000 m², a fronte di una superficie complessiva del sito discarica di circa 22'350 m². Il volume stimato di rifiuti da asportare risulterebbe di circa 60.000 m³. La rimozione dell'intero volume richiederebbe circa 4'000 trasporti con automezzi da 25 t. Ipotizzando 20 automezzi/giorno (40 viaggi), servirebbero 100 giorni lavorativi per la rimozione del materiale, ossia oltre 5 mesi di viaggi di andata/ritorno degli automezzi, con i conseguenti impatti ambientali e sulla popolazione derivanti dal consumo di carburante, inquinamento atmosferico e rumore. A questi viaggi si aggiungono quelli relativi all'approvvigionamento di materiali per la sistemazione finale dell'area.

I materiali rimossi dovrebbero poi essere smaltiti presso una discarica autorizzata, occupando un volume pari a quello attuale. Ciò sottrarrebbe spazi eventualmente disponibili per altri utilizzi, comportando un consumo netto di territorio e risorse naturali pari a circa 60.000 m³.

Anche in termini economici l'intervento risulterebbe estremamente oneroso: assumendo per l'escavazione un costo unitario di 25,00 Euro/t e per il trasporto e smaltimento un costo di 310,00 Euro/t, l'importo dell'intervento di bonifica per rimozione risulterebbe pari a circa 34'000'000 Euro.

Sulla base di quanto sopra riportato, si ritiene che un intervento di rimozione e smaltimento dei rifiuti non sia applicabile al caso in esame, sia dal punto di vista strettamente economico, che in termini di più ampie valutazioni rispetto agli impatti ambientali complessivi.

Per contro, un intervento di messa in sicurezza permanente risulterebbe certamente caratterizzato da un minor impegno economico: assumendo per un capping di discarica per rifiuti pericolosi un costo unitario di 54,00 Euro/m², il costo dell'opera risulterebbe di 1'200'000,00 Euro - quindi inferiore di 30 volte rispetto alla bonifica mediante rimozione. L'intervento sarebbe inoltre caratterizzato da minori impatti ambientali in termini di consumo del territorio e di risorse naturali, di inquinamento atmosferico, consumo di carburante e rumori associati al trasporto dei materiali. Di converso, esso richiederebbe un'attenta valutazione:

- del rischio idraulico associato al Torrente Sangone, con l'implementazione di opere di difesa spondale idonee a proteggere dall'erosione non solo la discarica, ma anche il sito "Stabilimento OMA" immediatamente a valle, oltre al Parco Naturale che si intende realizzare in corrispondenza dell'attuale discarica;
- della criticità rappresentata dalla presenza di rifiuti a quote inferiori alla massima escursione piezometrica, che periodicamente vengono sommersi dalla falda. Ciò richiederà l'implementazione di sistemi di impermeabilizzazione laterale, per isolare la porzione di acquifero a contatto con i rifiuti; in alternativa, potrà essere previsto un intervento di inertizzazione in sito, per impedire il rilascio di contaminanti dai rifiuti sommersi.

Sulla base di tali considerazioni, nell'ambito del presente progetto è stata sviluppata una soluzione di intervento che prevede la messa in sicurezza permanente dell'intera area della discarica.

4.1.1.2 Applicabilità delle tecnologie

Per la messa in sicurezza permanente dei **rifiuti nel mezzo non saturo** (cioè sopra la quota di massima escursione della falda), sarà realizzata una barriera composta di superficie (capping), con le caratteristiche di cui al D.lgs. 36/03 per rifiuti pericolosi. Tale copertura dovrà essere estesa quanto meno all'intera superficie occupata dal corpo rifiuti.

Per la messa in sicurezza permanente dei **rifiuti nel mezzo saturo** (ovvero a quota inferiore a quella di massima escursione della falda), esistono due possibili soluzioni di intervento:

- stabilizzazione/solidificazione in situ;
- barriere verticali di contenimento fisico.

La **stabilizzazione/solidificazione in situ** consiste nell'inglobamento delle sostanze inquinanti presenti nel rifiuto in una matrice inerte, tramite un processo chimico e/o fisico.

La stabilizzazione è la fase che converte chimicamente i contaminanti nella loro forma meno solubile, meno mobile e meno tossica. La fase di solidificazione li fissa strutturalmente in un materiale solido inerte, diminuendo la possibilità di dispersione nell'ambiente. Il processo di stabilizzazione/solidificazione può essere eseguito con leganti idraulici a base di reagenti inorganici (es.: cemento, calce, argilla) o con reagenti organici (es.: materie termoplastiche, composti macroincapsulanti, polimeri).

Sebbene l'inertizzazione di rifiuti a matrice idrocarburica sia normalmente difficile da ottenere, recentemente sono stati sviluppati e resi disponibili sul mercato composti stabilizzanti efficaci anche rispetto a questa tipologia di contaminanti. Nel caso in esame, considerata la particolarità del rifiuto trattato (melme acide oleose, sature d'acqua), la

fattibilità del trattamento dovrebbe comunque essere verificata attraverso l'esecuzione di prove di laboratorio su campioni rappresentativi del rifiuto e delle reali condizioni di saturazione in acqua.

Le tecniche di stabilizzazione/solidificazione vengono più frequentemente applicate ex situ, preso impianti di trattamento on-site/off-site, per garantire un migliore controllo del processo e in particolare delle condizioni di miscelazione del reagente con i rifiuti. Per le applicazioni in situ della tecnologia, normalmente si utilizzano tecnologie di miscelazione di tipo *shallow soil mixing* o *deep soil mixing*.

Nel caso in esame, le elevate profondità di intervento e la natura dei terreni da attraversare, caratterizzati dalla presenza di materiali grossolani e trovanti, non consentirebbero di applicare queste tecnologie. Occorrerebbe invece fare ricorso ad un sistema di *jet grouting*, che consiste nell'iniettare la miscela reagente ad elevate pressioni nel sottosuolo, disgregando il terreno e nel contempo miscelandolo con il reagente.

Le **barriere verticali di contenimento fisico** sono interventi che mirano a isolare la sorgente di contaminazione in situ, evitando che ulteriori rilasci di inquinanti si propaghino nell'acquifero. Per evitare fenomeni di aggiramento dal basso, occorre che la barriera perimetrale attraversi tutto lo spessore saturo dell'acquifero, fino ad immorsarsi nel substrato impermeabile; qualora la profondità del substrato risulti troppo elevata, alla barriera verticale dovrà essere aggiunta una barriera di fondo.

Le barriere verticali possono essere realizzate con molteplici metodologie costruttive, che devono essere selezionate sia in relazione alle esigenze di contenimento e alla durata prevista (provvisoria o permanente), sia sulla base di un corretto approccio geotecnico volto ad individuare la tecnologia più adatta ai terreni o alle rocce interessati dall'opera.

Sostanzialmente, le tecnologie attualmente impiegate possono essere distinte in tre categorie:

- scavo, asportazione e sostituzione del terreno con miscele impermeabilizzanti: in questa tipologia costruttiva rientrano i diaframmi plastici;

- spiazzamento del terreno ed immissione di miscele impermeabilizzanti o infissione di palancole o manufatti prefabbricati: diaframmi sottili, palancole metalliche o diaframmi ad elementi prefabbricati infissi;
- riduzione della permeabilità in sito: iniezioni, jet grouting, colonne di terreno miscelato con additivi impermeabilizzanti o congelamento del terreno in sito.

Nel caso in esame, date le elevate profondità di intervento e la natura dei terreni da attraversare, si ritiene che la migliore tecnica costruttiva sia costituita dall'iniezione della miscela impermeabilizzante nel sottosuolo, mediante un sistema di *jet grouting*.

Ai fini di un confronto economico tra le due tecnologie selezionate, in Tab. 4.1 e in Tab. 4.2 si riporta una stima di massima dei costi di intervento nelle due ipotesi di:

- stabilizzazione/inertizzazione dei terreni frammisti a morchie presenti nella zona di escursione della falda, per un'estensione superficiale di circa 3'300 m² (vedasi par. 3.3) e uno spessore medio di trattamento di 3 m;
- cinturazione perimetrale dell'area di discarica con diaframma impermeabile, per uno sviluppo lineare di circa 685 m e una profondità media di 26 m dal p.c., in modo da intestare il diaframma nel setto di separazione tra la falda superficiale e la falda profonda (entrambe ospitate nel cosiddetto Acquifero Superficiale).

Tab. 4.1. Stima di massima dei costi per la stabilizzazione/inertizzazione dei terreni frammisti a melme acide (corpo discarica) nella zona di escursione della falda.

Descrizione	U.M.	Valore
Spessore di trattamento	m	3
Superficie da trattare	mq	3.300
Codice 22.P22.A10.015 - Formazione di colonne di terreno consolidato con procedimento jet – grouting [...] Al metro lineare, per diametro reso pari a 120 cm. Prezzo al metro di profondità (*)	€/ml/m	117,04
Prezzo al metro lineare, per l'effettiva profondità di trattamento	€/ml	351,12
Prezzo al metro quadro, con compenetrazione laterale (+20%), per l'effettiva profondità di trattamento	€/mq	351,12
Sovraprezzo per aggiunta leganti / stabilizzanti (+20%)	€/mq	421,34
Totale per il volume di trattamento	€	1.390.422,00

* Prezziario Regione Piemonte (2015).

Tab. 4.2. Stima di massima dei costi per la realizzazione di un diaframma impermeabile lungo il perimetro del corpo discarica.

Descrizione	U.M.	Valore
Lunghezza barriera	m	685
Estensione verticale	m	26,00
Codice 22.P22.A10.015 - Formazione di colonne di terreno consolidato con procedimento jet – grouting [...] Al metro lineare, per diametro reso pari a 120 cm. Prezzo al metro di profondità (*)	€/ml/m	117,04
Prezzo al metro lineare per l'effettiva estensione verticale	€/ml	3.043,04
Totale diaframma	€	2.084.482,40

* Prezziario Regione Piemonte (2015).

4.1.1.3 Selezione delle tecnologie

Sulla base delle considerazioni riportate nel paragrafo precedente, la soluzione adottata ai fini del presente progetto preliminare è la realizzazione di un capping superficiale con le caratteristiche di cui al D.lgs. 36/2003 per discariche di rifiuti pericolosi, accoppiato ad un diaframma impermeabile perimetrale. Quest'ultimo è stato preferito ad un intervento di inertizzazione in situ o in quanto, pur a fronte di un costo teorico più elevato, presenta minori incertezze realizzative.

In particolare, per l'applicabilità di un intervento di stabilizzazione/solidificazione sarebbe necessario verificare preventivamente:

- disponibilità e costi di additivi per la stabilizzazione di rifiuti a matrice idrocarburica;
- prestazioni degli additivi, con specifico riferimento alla capacità di ridurre la cessione dei contaminanti al di sotto delle CSC per le acque sotterranee di cui al D.lgs. 152/06, parte IV, titolo 5°, allegato 5, tabella 2;
- fattibilità tecnica dell'intervento in situ e dell'ottenimento di un'adeguata copertura aerale, in relazione alla elevata anisotropia del materiale.

Stanti i minori costi teorici del trattamento di stabilizzazione/solidificazione, si propone che gli aspetti di cui sopra siano comunque approfonditi in fase di progettazione definitiva dell'opera. Qualora venisse accertata la fattibilità tecnica del trattamento e, tenuto conto dei costi per gli additivi, fosse confermato un minore costo di intervento, il progetto definitivo potrà sviluppare tale soluzione in alternativa al previsto diaframma.

La messa in sicurezza permanente della discarica sarà completata con l'esecuzione di un'opera di difesa spondale in destra idrografica del T.Sangone.

4.1.2 Contaminazione dei terreni

Per l'area occupata della discarica OMA e per le zone limitrofe, la definizione della tecnologia di bonifica per la contaminazione dei terreni è gioco forza condizionata dalla strategia di intervento adottata per il corpo discarica, che costituisce la maggiore criticità sia in termini di concentrazione di inquinanti che di volumi interessati.

Gli interventi sopra descritti prevedono la messa in sicurezza permanente con completo isolamento del corpo discarica, sia rispetto all'infiltrazione verticale che rispetto al dilavamento laterale.

In ragione di ciò, la messa in sicurezza permanente dei terreni contaminati **nel mezzo non saturo** sarà realizzata estendendo la superficie del capping in modo da racchiudere al suo

interno anche i terreni limitrofi al corpo rifiuti interessati dalla contaminazione.

La messa in sicurezza permanente dei terreni contaminati **nel mezzo saturo** sarà garantita dalla realizzazione del diaframma perimetrale, che impedirà il dilavamento laterale del terreno contaminato da parte della falda e la propagazione degli inquinanti verso valle. Qualora, in luogo del diaframma perimetrale, in fase di progettazione definita si opti per un intervento di stabilizzazione/solidificazione, la contaminazione del mezzo saturo sarà comunque gestita nell'ambito del più ampio intervento di protezione della risorsa idrica, congiuntamente quindi alla analoga contaminazione riscontrata anche nell'area dello Stabilimento OMA, a valle idrogeologico della discarica.

4.1.3 Contaminazione delle acque sotterranee

Gli interventi sopra descritti prevedono la messa in sicurezza permanente con completo isolamento del corpo discarica, sia rispetto all'infiltrazione verticale che rispetto al dilavamento laterale.

Tali interventi consentiranno di interrompere la cessione di contaminanti da parte dei rifiuti e dei terreni contaminati presenti nell'area della discarica verso la falda.

In corrispondenza della discarica non sono previsti interventi diretti sulle acque sotterranee, in quanto il relativo intervento viene effettuato a valle del sito nel suo complesso, secondo quanto descritto nel par. 11.

4.2 Stabilimento OMA

4.2.1 Contaminazione dei terreni

I risultati della caratterizzazione e dell'analisi di rischio indicano la necessità di intervenire per ricondurre a livelli di accettabilità il rischio per i fruitori dell'area derivante dal contatto diretto con i terreni contaminati e dall'inalazione di vapori dal suolo superficiale e

profondo. L'area contaminata ha un'estensione superficiale di circa 25'700 m² (stabilimento OMA + aree a Nord) ed interessa il mezzo insaturo su tutta la verticale, oltre che i terreni nella zona di escursione della falda (profondità di 6÷10 m dal piano campagna).

I contaminanti le cui concentrazioni rappresentative risultano superiori alle concentrazioni obiettivo sono: idrocarburi C<12, idrocarburi C>12, PCB, diossine e furani, metalli pesanti (piombo, mercurio), idrocarburi aromatici (benzene, toluene, etilbenzene, xileni, stirene), IPA (dibenzo[a,i]pirene), solventi clorurati (diclorometano, 1,1,2-tricloroetano, cis-1,2 dicloroetilene), fenoli e clorofenoli (fenolo, pentaclorofenolo), cloro- e nitro-benzeni (clorobenzene, 1,3-dinitrobenzene, 3,4-dicloronitrobenzene).

Essendo presenti inquinanti di diversa tipologia (metalli, idrocarburi pesanti, idrocarburi aromatici, alifatici clorurati, aromatici clorurati), l'unica tecnica di bonifica potenzialmente applicabile a tutti gli inquinanti è data dallo scavo e smaltimento dei terreni contaminati. Tuttavia, in ragione dell'estensione superficiale e volumetrica della contaminazione, anche l'ipotesi di rimozione del materiale deve essere scartata a priori, sia per ragioni economiche che per le oggettive difficoltà tecniche rappresentate dalle elevate profondità di scavo. L'intervento sarebbe inoltre caratterizzato da elevati impatti ambientali in termini di consumo del territorio e di risorse naturali, inquinamento atmosferico, consumo di carburante e rumori associati al trasporto dei materiali.

In questi casi, visto che l'accettabilità del rischio sanitario è legata esclusivamente all'eliminazione delle vie di esposizione per contatto dermico e inalazione di vapori, la tecnologia di elezione è rappresentata dalla realizzazione di una copertura superficiale (capping), che costituisca una barriera atta ad impedire l'esposizione dei soggetti fruitori dell'area.

Un ulteriore contributo all'eliminazione del rischio di inalazione di vapori sarà dato dagli interventi di rimozione della fase libera surnatante (par. 4.2.2) e di Soil Vapour Extraction, previsto in accoppiamento all'Air Sparging per la bonifica delle acque sotterranee (vedasi par. 4.2.3).

4.2.2 Presenza di fase libera surnatante

Il recupero della fase libera è una tecnica di intervento sulla sorgente contaminante volta alla rimozione del cosiddetto *pancake* di idrocarburi in fase libera surnatante. Generalmente, tale intervento viene portato a termine nelle seguenti modalità:

1. recupero della fase libera mediante depressione della tavola d'acqua;
2. estrazione bifase (*dual phase extraction*) o *bioslurping*.
3. recupero della sola fase libera mediante l'utilizzo di *oil skimmer*;
4. recupero della sola fase libera mediante l'utilizzo di *disoleatori a nastro*;

Le tecnologie 1 e 2 sopraelencate richiedono l'installazione di dispositivi fissi per l'estrazione degli idrocarburi e di un impianto di trattamento dei reflui idrici prodotti. Il loro ricorso presume quindi la disponibilità di un allacciamento alla rete fognaria per lo scarico dei reflui idrici prodotti o, in alternativa, di uno scarico in corpo idrico superficiale, oltre ad un allacciamento alla rete elettrica per l'alimentazione dei sistemi di estrazione e degli eventuali impianti.

Tutte le tecnologie sopraelencate richiedono inoltre l'assistenza continua di operatori per il corretto posizionamento degli strumenti in funzione delle oscillazioni della falda (con la sola eccezione dei disoleatori a nastro).

Nel caso in esame, trattandosi di un sito industriale abbandonato, in cui non è prevista una presenza continuativa di operatori e a ragione delle accentuate oscillazioni stagionali della falda, legate alla vicinanza al T. Sangone, si ritiene che la migliore soluzione tecnica per il caso in esame sia rappresentata dall'allestimento di un disoleatore a nastro in corrispondenza di ciascun piezometro caratterizzato dalla presenza di surnatante, collegato ad un serbatoio di accumulo del prodotto estratto, da avviare periodicamente a smaltimento.

Al termine delle operazioni, per rimuovere la massa idrocarburica residua si eseguirà un intervento "push&pull" di dosaggio di reagenti nell'acquifero e successivo recupero del prodotto in fase disciolta.

4.2.3 Contaminazione delle acque sotterranee

Con riferimento alle acque sotterranee, i contaminanti le cui concentrazioni rappresentative risultano superiori alle concentrazioni obiettivo sono: idrocarburi totali, PCB, contaminanti inorganici (arsenico, cromo totale, cromo VI, ferro, manganese, nichel, ammoniaca), IPA (benzo[a]pirene, benzo[g,h,i]perilene), solventi clorurati (diclorometano, tetracloroetilene, 1,2-dicloropropano, 1,2,3-tricloropropano), clorobenzeni (1,4-diclorobenzene).

I risultati della caratterizzazione e dell'analisi di rischio indicano che il fenomeno di contaminazione più significativo, sia per la falda superficiale che per quella profonda, anche se per quest'ultima in misura sensibilmente inferiore, è rappresentato da idrocarburi e PCB.

Tuttavia, tenuto presente che a valle del sito devono essere rispettate le CSC, è necessario individuare una tecnologia di intervento che sia in grado di abbattere contemporaneamente anche gli altri contaminanti organici presenti (solventi alogenati, IPA, clorobenzeni).

In via preliminare si ritiene invece di non dover prevedere un intervento specifico per i contaminanti inorganici, in quanto:

- ferro, manganese e nichel rappresentano un fenomeno di contaminazione secondaria, indotto dalla degradazione microbica dei contaminanti organici e destinato ad esaurirsi una volta rimosse tali sostanze;
- arsenico, ammoniaca, cromo totale, cromo VI hanno presentato solo alcuni occasionali e limitati superamenti delle CSC, localizzati in pochi punti di monitoraggio. Verosimilmente l'impermeabilizzazione superficiale dell'area sarà sufficiente ad interrompere il rilascio di queste sostanze in falda. In caso contrario, nello sviluppo delle successive fasi di progettazione sarà valutata l'ipotesi di interventi localizzati sui singoli hot spot.

Nella scelta della tecnologia di intervento si sono dovuti considerare alcuni aspetti fondamentali:

escludere tecnologie che avrebbero richiesto oneri di gestione continui nel tempo e perciò

incompatibili con le risorse di un ente pubblico;

escludere tecnologie che sarebbero state efficaci con una sola tipologia di contaminanti, ma non con tutti quelli obiettivo di bonifica.

Alla luce di quanto sopra:

1. un intervento di Pump&Treat non risulta applicabile perché, ricadendo la maggior parte dei contaminanti obiettivo nella categoria dei NAPL, il sistema dovrebbe operare per decenni prima di raggiungere gli obiettivi prefissati, con costi di gestione prolungati nel tempo e non compatibili con le risorse di un ente pubblico;
2. una barriera permeabile reattiva (PRB) a ferro zerovalente rappresenterebbe una soluzione efficace per i solventi clorurati, ma sarebbe del tutto inefficace per gli idrocarburi e i PCB. Inoltre, una PRB sarebbe comunque eccessivamente onerosa per via delle elevate profondità e dall'alta velocità di deflusso della falda, che richiede grandi spessori di mezzo reattivo. La tecnologia non è quindi applicabile al caso in esame;
3. un intervento di riduzione chimica in situ (ISCR) sarebbe efficace per buona parte dei solventi clorurati, ma del tutto inefficace per gli idrocarburi, gli IPA, i PCB e per i solventi clorurati più resistenti al processo di dealogenazione anaerobica riduttiva (es. 1,2-dicloropropano, 1,2,3-tricloropropano);
4. un intervento di ossidazione chimica in situ (ISCO) potrebbe ad un primo esame essere considerato idoneo, sia per i solventi clorurati che per gli idrocarburi. Esso presenta tuttavia un elevato rischio di mobilitazione di metalli pesanti e di sottoprodotti di reazione, che potrebbero inficiare il risultato finale. Inoltre, l'ISCO sarebbe più adatto a trattare le zone di sorgente che non il plume di valle, ove sarebbe molto difficile raggiungere le CSC previste dalla normativa. Anche per la sorgente, tuttavia, la limitata longevità dei reagenti potrebbe determinare l'insorgere di fenomeni di rebound e richiedere nuove applicazioni del prodotto, creando difficoltà alla gestione della bonifica da parte di un ente pubblico.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte, la scelta progettuale è ricaduta sull'impiego contemporaneo di due tecnologie:

- per il **trattamento del plume di contaminazione** in uscita dallo stabilimento, è prevista la creazione di una Zona Reattiva In Situ in corrispondenza del fronte di valle dello stabilimento, mediante l'iniezione in falda di un reagente a base di carbone attivo micrometrico e nutrienti a rilascio controllato. Questo consentirà di immobilizzare per adsorbimento i contaminanti organici presenti, accelerandone al tempo stesso i processi di biodegradazione. Il reagente adsorbente sarà distribuito in corrispondenza sia della prima che della seconda falda, mediante la realizzazione di una serie di postazioni di iniezione allineate ortogonalmente alla direzione di deflusso. Obiettivo dell'intervento è il raggiungimento delle CSC nelle acque sotterranee a valle della zona reattiva.
- per il **trattamento della sorgente di contaminazione**, sarà eseguito un intervento di Air Sparging (AS), accoppiato ad un intervento di Soil Vapour Extraction (SVE) per la captazione e il trattamento dei vapori. Obiettivo dell'intervento è abbattere le concentrazioni degli inquinanti in ingresso alla Zona Reattiva In Situ, al fine di aumentarne la longevità e l'efficienza. I pozzi di air sparging saranno completati esclusivamente nella prima falda; la seconda falda, grazie al ridotto gradiente piezometrico, determina un basso flusso di contaminanti in uscita e, pertanto, non risulta necessario un abbattimento delle concentrazioni alla sorgente.

4.2.3.1 Air Sparging e Soil Vapour Extraction (AS + SVE)

L'*air sparging* (AS) è una tecnologia di trattamento che estende alla zona satura la capacità e potenzialità del *soil vapour extraction* (SVE) usato nella zona non satura. Il processo consiste nell'iniezione di aria in pressione al di sotto della tavola d'acqua attraverso un sistema di pozzi verticali eventualmente accoppiati ad un sistema per la cattura ed il trattamento dei

vapori inquinati che vengono catturati nel mezzo non saturo (Fig. 4.1). Il sistema di captazione dei vapori è necessario nel caso in cui questi possano migrare verso la superficie o all'interno di strutture sotterranee andando a costituire una fonte di rischio.

La rimozione dell'inquinante avviene grazie alla combinazione di tre meccanismi:

- stripping del contaminante disciolto in fase acquosa;
- volatilizzazione diretta del contaminante presente in fase segregata o adsorbito;
- biodegradazione del contaminante per metabolismo aerobico.

In un impianto di *air sparging*, i fattori che maggiormente influenzano la capacità di rimuovere un contaminante disciolto in fase acquosa sono: la costante di Henry del composto, la modalità in cui l'aria si distribuisce nel mezzo saturo ed in quello non saturo, la tensione di vapore del composto e la presenza di colonie microbiche adeguate e di macronutrienti in capacità sufficiente. Queste ultime variabili, influenzano la biodegradazione per metabolismo aerobico, meccanismo fortemente dipendente dalla tipologia del contaminante.

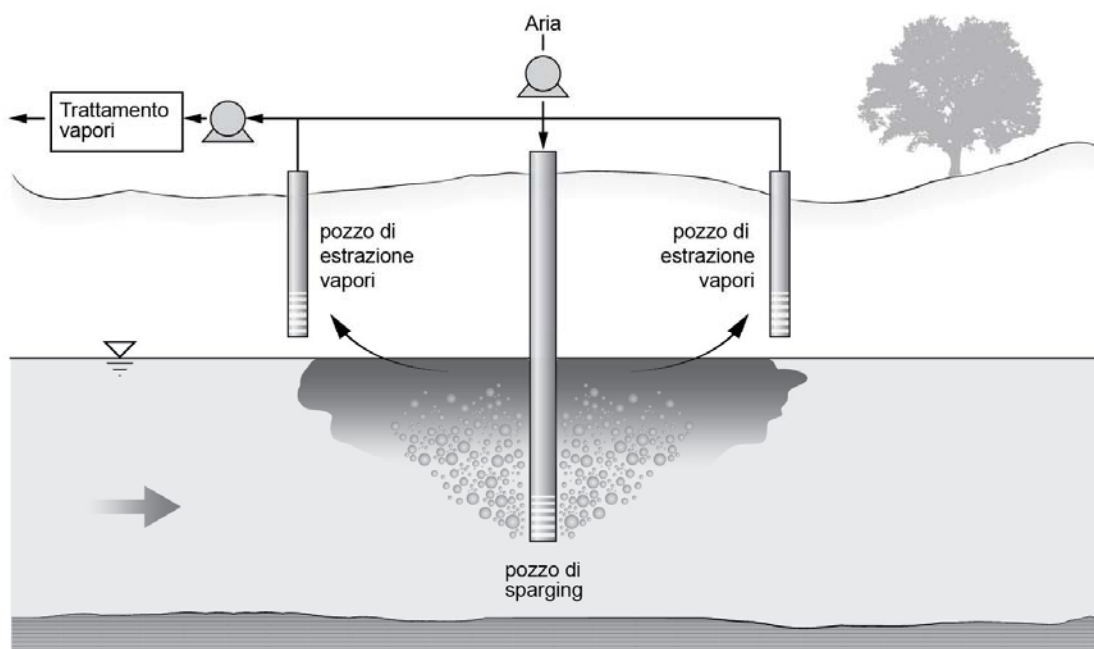


Fig. 4.1. Schema di un sistema di Air Sparging e Soil Vapour Extraction.

L'*air sparging* favorisce la volatilizzazione dei contaminanti adsorbiti o intrappolati nei pori e la dissoluzione della fase adsorbita del contaminante, determinandone lo strippaggio in corrispondenza della tavola d'acqua. In corrispondenza della zona non satura dell'acquifero l'aria iniettata può determinare la volatilizzazione diretta del contaminante adsorbito. Tale condizione è fortemente influenzata dalla tensione di vapore del contaminante stesso.

Data la complessità dei parametri che entrano in gioco per la progettazione di un impianto full-scale di AS+SVE, è consigliabile tarare la tecnologia mediante l'allestimento di un impianto pilota. Tale impianto, prima della sua attivazione, viene utilizzato per eseguire alcuni test pilota attraverso i quali è possibile determinare i parametri essenziali e necessari per la progettazione di un sistema full-scale.

I principali vantaggi di tale tecnologia, nell'ipotesi di un'applicazione al sito in esame, sono:

- ottimo rapporto costi-benefici;
- elevata efficacia rispetto a tutti i contaminanti organici volatili, siano essi idrocarburi aromatici, idrocarburi alifatici clorurati o altri alogenati;
- il raggio di influenza aumenta proporzionalmente alla conducibilità idraulica;
- agisce sull'intera massa di contaminante presente nell'acquifero (frazione disciolta, frazione adsorbita e fase non miscibile alla saturazione residua).

Per contro, occorre tenere conto delle seguenti limitazioni:

- sono necessarie prove pilota per dimensionare l'intervento;
- l'efficacia e il raggio di influenza diminuiscono a profondità superiori a 10 m dalla tavola d'acqua;
- è richiesta l'installazione e la gestione di un impianto fuori terra;
- il metodo è inefficace rispetto ai metalli, se non per via indiretta (rimozione di contaminanti organici → riduzione della contaminazione secondaria);
- è necessario rimuovere il prodotto libero surnatante per evitarne la migrazione, con conseguente diffusione della contaminazione.

4.2.3.2 In situ Reactive Zone (IRZ)

Il concetto alla base della tecnologia è la creazione di una zona reattiva attraverso l'iniezione di reagenti nel sottosuolo, in cui i contaminanti che la attraversano per effetto del gradiente naturale della falda sono intercettati e immobilizzati in modo permanente, o trasformati in composti non pericolosi per l'ambiente e per la salute umana. Concettualmente, la tecnologia è molto simile alle Barriere Permeabili Reattive, con la differenza che in questo caso non si sostituisce il terreno naturale con il mezzo reattivo, ma si distribuisce il reagente nel mezzo poroso attraverso tecniche di iniezione in pressione. Inoltre, a differenza delle PRB, questa tecnologia è idonea anche per il trattamento della sorgente di contaminazione e non esclusivamente per l'intercettazione del plume.

Nel caso in esame, è stata prevista la realizzazione di una zona reattiva in sito per trattare il plume in uscita dal sito contaminato lungo il confine di valle dello stabilimento OMA e delle aree limitrofe (fascia di terreno tra lo stabilimento e il T. Sangone). L'obiettivo dell'intervento è di creare un trattamento chimico-fisico in situ in grado di potenziare i meccanismi di adsorbimento dei contaminanti e di implementare i processi di biodegradazione degli stessi.

Questo risultato può essere raggiunto iniettando in falda una soluzione acquosa in cui è sospeso un colloide solido a base di carbone attivo in particelle di dimensioni micrometriche, dalle proprietà altamente adsorbenti e trattato superficialmente in modo da avere sia caratteristiche anti-coagulanti che ne favoriscono la distribuzione in falda, sia essere dotato di nutrienti a bassa solubilità e rilascio controllato che favoriscono l'instaurarsi di processi di biodegradazione dei contaminanti.

La sospensione colloidale liquida sarà iniettata in falda mediante pompe a membrana o a pistone, in postazioni di iniezione appositamente realizzate che assicureranno una distribuzione omogenea del prodotto lungo tutta la verticale, vedasi Fig. 4.2. Le iniezioni potranno eventualmente essere ripetute nel tempo utilizzando le stesse postazioni, per eventuali correzioni di dosaggio.

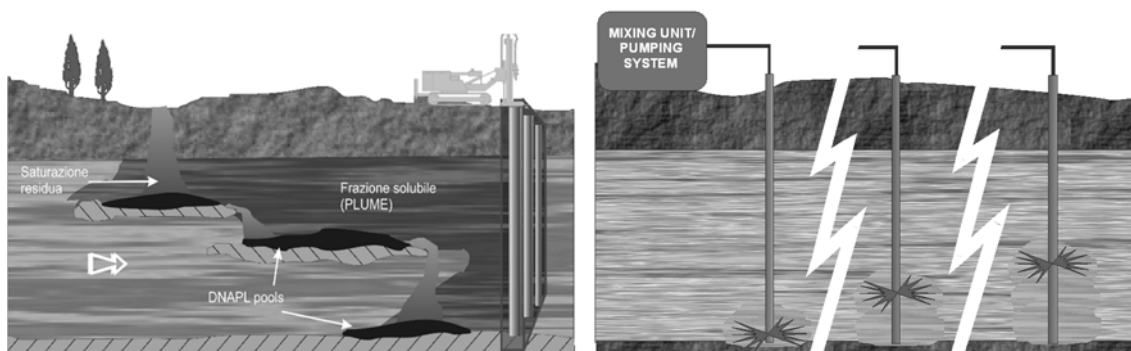


Fig. 4.2. Zona reattiva in situ per il trattamento del plume e distribuzione del reagente mediante postazioni permanenti di iniezione.

Una volta a contatto con la falda contaminata, grazie all'elevata superficie specifica delle particelle colloidali micrometriche si innescherà immediatamente il meccanismo di adsorbimento, ottenendo un rapido abbattimento della contaminazione presente in fase disciolta. I contaminanti adsorbiti forniranno a loro volta il substrato principale per alimentare i processi di biodegradazione, che a loro volta potranno eventualmente essere accelerati attraverso la somministrazione di accettori/donatori di elettroni e nutrienti, addizionati nel processo di ingegnerizzazione del prodotto.

E' importante sottolineare che la biodegradazione dei contaminanti, oltre a eliminare permanentemente una massa degli stessi, consentirà la liberazione di spazi sul carbone attivo, favorendo così l'ulteriore adsorbimento e, conseguentemente, l'innescio di un ciclo virtuoso.

L'utilizzo di biomatrici colloidali in soluzione è già stato sperimentato con successo sia con i solventi alogenati che con gli idrocarburi. In materiali come quelli caratteristici del sito in oggetto, il raggio di influenza in cui il prodotto si distribuisce omogeneamente dal punto di iniezione è stimabile dell'ordine di 2 m.

Data la complessità del processo, è stata prevista la realizzazione preliminare di un test pilota in campo allo scopo di ricavare i parametri sito-specifici necessari per il progetto full-scale dell'intervento.

5. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Di seguito vengono brevemente descritti gli interventi previsti nei siti oggetto di intervento. Per una descrizione di maggiore dettaglio delle singole opere e dei relativi criteri di dimensionamento si rimanda ai capitoli seguenti.

5.1 Discarica OMA

Per la Discarica OMA si prevede un intervento di messa in sicurezza permanente, che comprende l'esecuzione delle seguenti opere:

1. mantellata di difesa spondale in destra idrografica del Torrente Sangone;
2. diaframma impermeabile per la cinturazione laterale dei rifiuti;
3. rimozione e trattamento dell'accumulo di acque meteoriche nella Zona B;
4. riprofilatura del corpo discarica;
5. installazione di un sistema di monitoraggio e recupero dei vapori;
6. copertura superficiale della discarica conforme al D.Lgs 36/2003.

5.1.1 Opera di difesa spondale

Preliminarmente alle operazioni vere e proprie di messa in sicurezza permanente, sarà necessario realizzare un'opera di difesa spondale in destra idrografica del Torrente Sangone, in quanto la sponda, interessata dalla presenza di rifiuti, è esposta all'erosione dell'acqua superficiale.

Si prevede pertanto la realizzazione di una mantellata in massi ciclopici, caratterizzata da

un'altezza di 5 m rispetto all'attuale fondo scorrevole del T. Sangone nel settore prospiciente l'area di intervento. Alle spalle dei massi si provvederà alla posa di un geosintetico impermeabile, in continuità con l'impermeabilizzazione superficiale della discarica, per minimizzare l'infiltrazione l'acqua nei rifiuti nel corso degli eventi di piena.

5.1.2 Diaframma impermeabile di cinturazione

L'intervento intende limitare o impedire il dilavamento orizzontale dei terreni misti ad idrocarburi a profondità che possono essere raggiunte dalla falda nei periodi di massima escursione della stessa. Per maggiore cautela, il diaframma comprenderà un'area più ampia, circa equivalente a quella occupata dal corpo di discarica.

A tale scopo sarà eseguito un diaframma impermeabile di cinturazione, eseguito mediante tecnologia *jet grouting* con iniezione di miscela a base di cemento e bentonite, in colonne affiancate in modo da creare un diaframma continuo.

L'esecuzione del diaframma lungo il lato nord dovrà tenere conto della accessibilità e stabilità delle aree per il posizionamento delle macchine esecutrici. A seguito del rilievo topografico di dettaglio, dovrà essere valutata l'eventuale necessità di anticipare l'esecuzione del diaframma nel tratto lungo il T. Sangone, in caso di sovrapposizione del suo tracciato con quello dell'opera di difesa spondale.

5.1.3 Rimozione e trattamento dell'accumulo di acque meteoriche nella Zona B

Gli interventi di rimozione delle morchie pure presenti nella Zona B della discarica, il cosiddetto "laghetto", sono terminati lasciando una zona depressa protetta da un telo impermeabile. Sopra il telo si è formato un invaso d'acqua, di volume stimato pari a 850 m³, derivante dall'accumulo delle precipitazioni meteoriche.

Risulta necessario asportare l'acqua accumulata prima di procedere alle successive operazioni di riempimento dell'invaso e riprofilatura della discarica. Le acque estratte

saranno trattate presso un piccolo impianto on-site a carboni attivi e quindi scaricate nel T. Sangone.

5.1.4 Riprofilatura del corpo discarica

L'attuale morfologia dell'area dovrà essere regolarizzata al fine di consentire la messa in opera del capping superficiale ed idonee pendenze di deflusso delle acque meteoriche, le quali impediscano zone di ristagno. In particolare, in questa fase dovrà essere ricolmata la depressione lasciata dai precedenti intervento di rimozione delle morchie pure presenti nella Zona B della discarica.

Al fine di non interferire con i materiali in posto, la riprofilatura sarà effettuata minimizzando la movimentazione dei volumi attuali. Anche in considerazione del fatto che i materiali di riporto saranno collocati al di sotto di una copertura per rifiuti pericolosi ex D.lgs. 36/03, si ritiene opportuno che i terreni utilizzati per il riempimento e la riprofilatura siano prioritariamente approvvigionati recuperando le terre e rocce prodotte nell'ambito delle opere pubbliche realizzate nell'ambito della Città Metropolitana di Torino.

5.1.5 Sistema di monitoraggio e recupero dei vapori

Nella discarica in oggetto non sono presenti materiali organici biodegradabili che possano dare origine alla produzione di biogas. Sono tuttavia presenti idrocarburi, i quali potrebbero rilasciare composti organici volatili (VOC). Potenzialmente, gli interventi di confinamento previsti (copertura e diaframma perimetrale impermeabili) potrebbero portare ad un eccessivo accumulo di VOC entro il corpo rifiuti.

Per tenere sotto controllo il fenomeno, il capping sarà dotato di strato di drenaggio dei gas, entro il quale saranno posate una serie di tubazioni microfessurate, che confluiranno in due collettori principali che a loro volta fuoriusciranno dalla copertura impermeabile in prossimità dell'ex stabilimento OMA.

A seguito della messa in opera della copertura, dovranno essere eseguiti monitoraggi volti a verificare le concentrazioni di VOC presenti. Qualora si riscontri un eccessivo accumulo di VOC nel corpo rifiuti, potrà essere valutata l'opportunità di dotare l'uscita delle tubazioni di filtri a carboni attivi e/o di un sistema di estrazione forzata con filtri.

5.1.6 Copertura superficiale della discarica

Sull'area della discarica sarà posta in opera una copertura superficiale con le caratteristiche previste dal D.lgs. 36/03 per le discariche di rifiuti pericolosi. Tale copertura consentirà di isolare i rifiuti dall'ambiente esterno e di minimizzare le infiltrazioni meteoriche, i fenomeni di erosione, gli assestamenti e i fenomeni di subsidenza localizzata, riducendo al minimo la necessità di interventi di manutenzione.

Le acque meteoriche verranno raccolte mediante un sistema di canalette appositamente dimensionate e scaricate nel T. Sangone.

5.2 Stabilimento OMA

Per lo Stabilimento OMA si prevede un intervento di bonifica e messa in sicurezza permanente, che comprende l'esecuzione delle seguenti opere:

1. demolizione di fabbricati e impianti fuori terra;
2. impermeabilizzazione delle superfici;
3. rimozione della fase libera surnatante;
4. in situ reactive zone (IRZ) per il trattamento del plume;
5. air sparging e soil vapour extraction (AS+SVE) per il trattamento della sorgente.

5.2.1 Demolizione di fabbricati e di impianti fuori terra

È prevista la demolizione dei fabbricati, dei serbatoi e degli impianti fuori terra presenti all'interno dello stabilimento, in quanto strettamente funzionale all'intervento di bonifica / messa in sicurezza permanente.

Preliminarmente si procederà con il censimento e la rimozione in sicurezza dei materiali pericolosi presenti nelle strutture da demolire, quali amianto in matrice compatta, amianto in matrice friabile e fibre artificiali vetrose.

Si procederà quindi con l'inertizzazione dei serbatoi interrati ancora presenti e con la demolizione degli impianti e delle strutture fuori terra.

I materiali inerti prodotti dalle demolizioni saranno riutilizzati per la formazione dello strato di regolarizzazione previa selezione, vagliatura e riduzione volumetrica da effettuarsi mediante impianto mobile autorizzato all'interno dello stesso cantiere.

5.2.2 Impermeabilizzazione delle superfici

Sull'intera area dello Stabilimento OMA e nella limitrofa fascia di terreno compresa tra l'impianto e il T. Sangone è prevista la realizzazione di una copertura superficiale impermeabile ("capping"), allo scopo di minimizzare l'infiltrazione delle acque meteoriche attraverso il suolo contaminato, impedire il contatto diretto con il suolo superficiale contaminato e minimizzare le eventuali emissioni di vapori inquinanti dal sottosuolo.

La copertura superficiale dovrà essere raccordata a quella prevista per la discarica OMA, garantendo la continuità laterale dell'impermeabilizzazione.

Non essendo ancora stato definito l'effettivo riutilizzo finale delle aree in oggetto, vengono proposti due distinti sistemi di impermeabilizzazione, il primo compatibile con un utilizzo a parcheggio/strada, il secondo per un utilizzo ad area verde.

Le acque meteoriche verranno raccolte mediante un sistema di canalette appositamente dimensionate e scaricate nel T. Sangone.

5.2.3 Rimozione della fase libera surnatante

La fascia di terreno compresa tra il confine Nord dello stabilimento OMA e il T. Sangone, oltre che una porzione ridotta dello stesso stabilimento, sono interessati dalla presenza di idrocarburi in fase libera surnatante.

Si prevede un intervento di recupero della fase libera mediante l'installazione di disoleatori a nastro in tutti i piezometri caratterizzati dalla presenza di surnatante, collegati a serbatoi di accumulo del prodotto estratto.

Al termine delle operazioni, per rimuovere la massa idrocarburica residua si eseguirà un intervento “push&pull” di dosaggio di reagenti nell'acquifero e successivo recupero del prodotto in fase disciolta.

5.2.4 In situ reactive zone (IRZ) per il trattamento del plume

Per il trattamento del plume di contaminazione in uscita dallo stabilimento, è prevista la creazione di una Zona Reattiva In Situ (In Situ Reactive Zone - IRZ) in corrispondenza del fronte di valle dello stabilimento, mediante l'iniezione in falda di un reagente a base di carbone attivo micrometrico e nutrienti a rilascio controllato. Questo consentirà di immobilizzare per adsorbimento i contaminanti organici presenti in falda, accelerando al tempo stesso il processo di biodegradazione.

Il reagente adsorbente sarà distribuito in corrispondenza sia della prima che della seconda falda, mediante la realizzazione di una serie di postazioni di iniezione allineate ortogonalmente alla direzione di deflusso. Obiettivo dell'intervento è il raggiungimento delle CSC nelle acque sotterranee a valle della zona reattiva.

L'intervento full-scale sarà preceduto dalla realizzazione di una prova pilota.

5.2.5 Air Sparging e Soil Vapour Extraction per il trattamento della sorgente

La longevità e l'efficienza dei mezzi adsorbenti sono tanto più elevate quanto più è basso il carico inquinante nel flusso da trattare. Di conseguenza, accoppiato alla Zona Reattiva In Situ, il progetto prevede un intervento di Air Sparging (AS), finalizzato ad abbattere le concentrazioni presenti alla sorgente di contaminazione.

L'insufflazione di aria avverrà attraverso una serie di pozzi di iniezione distribuiti in tutto lo stabilimento e nei terreni contaminati limitrofi allo stesso. I pozzi di air sparging saranno completati esclusivamente nella prima falda; la seconda falda, grazie al ridotto gradiente piezometrico, determina un basso flusso di contaminanti in uscita e, pertanto, non risulta necessario un abbattimento delle concentrazioni alla sorgente.

Per la captazione e il trattamento dei vapori, l'Air Sparging sarà accoppiato ad un intervento di Soil Vapour Extraction (SVE). Il sistema sarà completato da un impianto on-site centralizzato di compressione, aspirazione e trattamento dell'aria, a cui i pozzi di AS e SVE saranno collegati attraverso tubazioni interrato al di sotto del capping, per non interromperne la continuità.

L'abbattimento dei VOC presenti alla sorgente, sia nell'acquifero che nel mezzo non saturo, diminuirà la volatilizzazione di vapori verso il piano campagna e, unitamente all'impermeabilizzazione delle superfici, consentirà di eliminare il rischio di esposizione alla contaminazione per inalazioni di vapori.

L'intervento full-scale sarà preceduto dalla realizzazione di una prova pilota.

6. OPERA DI DIFESA SPONDALE SUL T. SANGONE

6.1 Studi idraulici disponibili

Nell'ambito della II^a Variante Generale al PRGC vigente di Rivalta di Torino, il cui progetto definitivo è stato approvato dalla Regione Piemonte con D.G.R. n. 62-2471 del 27/07/2011, veniva redatta dallo Studio ANSELMO Associati, specifica ed approfondita analisi idraulica dell'asta del Torrente Sangone. I risultati dello studio sono riportati nell'elaborato *H1-Relazione Idrologico idraulica* e nelle tavole di piano:

- *H4 – Risultati della simulazione in noto vario per il Torrente Sangone: transito della portata al colmo con T_R 50, 200 e 500 anni;*
- *H5 – Proposta di aggiornamento locale della delimitazione delle Fasce Fluviali sulla base delle evidenze morfologiche;*
- *H6.1 - Carta schematica degli interventi sul T. Sangone e sulla rete idrografica minore*
- *H6.2 - Aree potenzialmente inondabili in assenza degli interventi per la riduzione della pericolosità realizzati/previsti-proposti.*

L'area della discarica OMA si colloca, a ridosso della sponda in destra orografica del Torrente Sangone, nei pressi dell'insediamento industriale di Cottino e con accesso da Via Papino; il fronte, lungo il torrente, dell'area oggetto di analisi ha uno sviluppo di circa 400 m (Fig. 6.1).

Le portate al colmo adottate, nell'ambito dello studio idraulico a supporto della variante al PRGC, nella delimitazione delle aree a diversa pericolosità e stabilite in base al tempo di ritorno, sono:

Q T_R 100 anni [m ³ /s]	Q T_R 100 anni [m ³ /s]	Q T_R 100 anni [m ³ /s]
750	820	900



Fig. 6.1. Inquadratura fotoaereogrammetrica dell'area di indagine.

Dal documento *H1-Relazione Idrologica idraulica* si evince che ...[la verifica idraulica della capacità di convogliamento dell'intero tratto di Sangone, (riportata l'Elaborato H4), mostra che la portata duecentennale è contenuta nell'alveo inciso, ormai diffusamente protetto contro le erosioni di sponda eccetto che nel tratto compreso fra la Cascina Tavella e il ponte di Via Piolasco. In merito a questo tratto, si ripropone (intervento 16 in Elaborato H61) l'intervento di ricalibratura con ampliamento dell'area golenale e la protezione della sponda a contatto con la corrente]...

Le simulazioni del comportamento idraulico del Torrente Sangone nei confronti del passaggio degli eventi di piena, effettuate a supporto dello studio di adeguamento dello strumento urbanistico comunale al PAI (cfr. H4 – Risultati della simulazione in noto vario per il Torrente Sangone: transito della portata al colmo con T_R 50, 200 e 500 anni), hanno evidenziato che:

1. in corrispondenza dell'area oggetto di intervento la piena transita con un battente d'acqua generalmente inferiore ai 4 m;
2. a partire dall'evento con T_R 200 anni si innesca, circa 70 m a monte dell'area di indagine una tracimazione della sponda destra orografica, le acque tracimate

seguono un tracciato consolidato sia per l'evento duecentennale che cinquecentennale aggirando di fatto l'area di intervento e riversandosi nel Torrente Sangone poco a valle dell'area interessata dagli interventi di bonifica. La vena fluida tracimata genera, lungo il suo tracciato, battenti d'acqua mediamente compresi tra 0,02 e 0,4 cm.

In particolare, quanto esposto al punto 1), trova ulteriore conferma alle pag. 70 e 72 dell'elaborato *H1-Relazione Idrologico idraulica* ovvero laddove sono riportate sia la traccia in pianta che la sezione trasversale stessa del Torrente Sangone in corrispondenza dell'area di indagine (Sezione 2), vedasi Fig. 6.2 e Fig. 6.3.

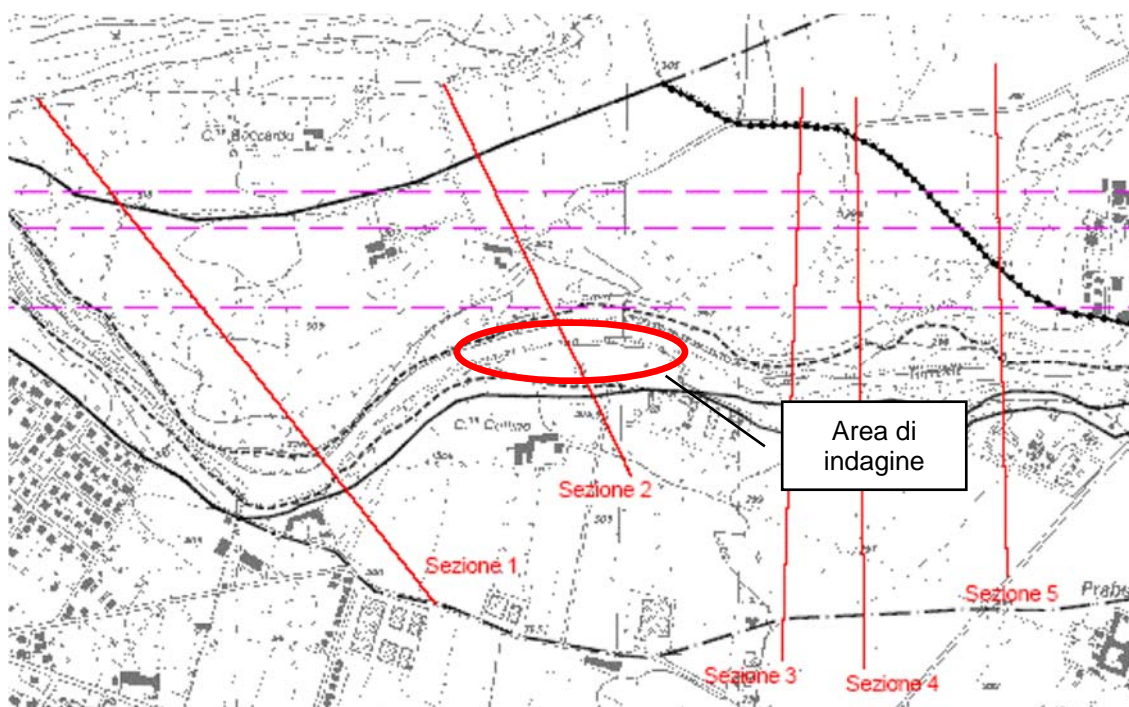


Fig. 6.2. Stralcio della planimetria delle Fasce Fluviali del Torrente Sangone (PAI) con indicazione dell'Area di indagine del presente studio e la traccia delle sezione analizzate nell'ambito dello studio idraulico a supporto della variante allo strumento urbanistico di Rivalta di Torino. (le sezioni sono ricavate utilizzando i dati altimetrici del DTM elaborato per le verifiche idrauliche dello studio).

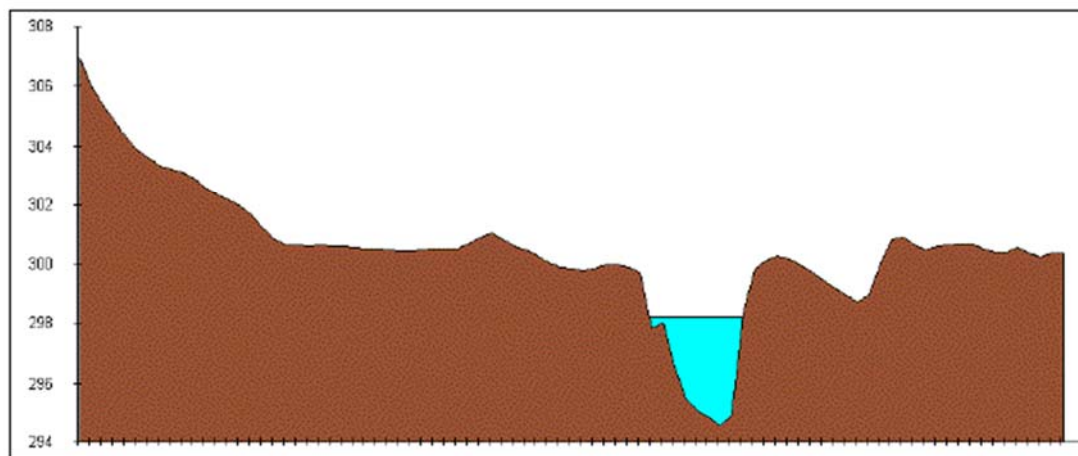
Sezione 2

Fig. 6.3. Quota media raggiunta dall'acqua nella sezione 2 al transito della portata al colmo con $T_R = 200$ anni ($Q = 820 \text{ m}^3/\text{s}$).

Dagli estratti precedentemente riportati si evince una quota di fondo scorrevole prossimo a 294,5 m s.l.m., un livello idrometrico di 298,5 m s.l.m. e conseguentemente un battente idrico di 4,0 m.

Nell'ambito della discarica OMA è stato realizzato un modello digitale del terreno attraverso l'impiego di un DEM a maglia 5×5 m dal quale è stata elaborata una planimetria di rilievo con curve ad equidistanza di 0,50 m tale da descrivere una porzione del torrente Sangone della lunghezza di oltre 1,1 km e capace di estendersi verso monte fino a raggiungere la zona di innesco della tracimazione della piena così come rilevata nell'ambito dell'analisi idraulica a supporto della variante allo strumento urbanistico del Comune di Rivalta. La planimetria di rilievo così allestita non porta in evidenza la presenza del tracciato in cui le acque di piena tracimate si riversano ed aggirano l'area di indagine (Fig. 6.4); inoltre, la sponda del T. Sangone risulterebbe caratterizzata da pendenze comprese fra circa 15° e 20° , non confermate dagli specifici sopralluoghi effettuati.

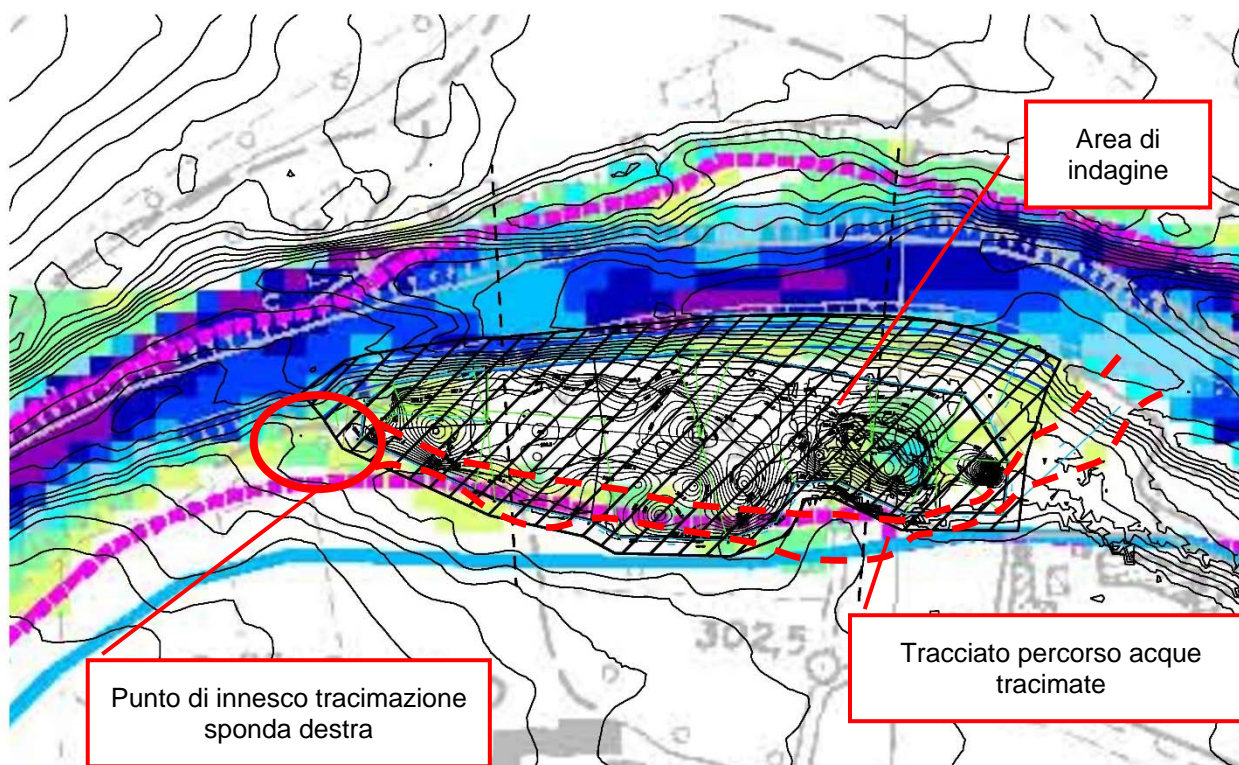


Fig. 6.4. Sovrapposizione tra la mosaicatura relativa ai risultati della simulazione in moto vario per il Torrente Sangone in considerazione al transito della portata al colmo con T_R 200 anni (stralcio Tav. H4) e la planimetria di rilievo desunta dal DTM maglia 5×5 m a supporto del presente studio.

Da quanto su esposto emerge evidente la necessità, rimandata alle successive fasi progettuali, di implementare il rilievo topografico di dettaglio dell'area di indagine integrando il DTM a disposizione con un rilievo a terra finalizzato sia alla corretta definizione dell'attuale ciglio superiore ed inferiore della sponda in destra orografica del Torrente Sangone sia nell'individuazione di quelle singolarità (linee di deflusso superficiali, ecc), che possono o non condizionare significativamente il deflusso delle acque tracimate a monte dell'area di indagine. Questa operazione avrà la duplice funzione di permettere il corretto posizionamento e dimensionamento delle opere di protezione spondale in progetto e, contestualmente, di affinare l'analisi relativa alla dinamica fluviale del Sangone nell'intorno dell'area di indagine e di individuare correttamente la porzione di sponda destra

che necessita di essere protetta.

Inoltre, all'interno degli elaborati idraulici a supporto della variante dello strumento urbanistico del Comune di Rivalta di Torino, in riferimento al Torrente Sangone, non si evidenziano significative e rilevanti indicazioni in merito alla velocità di transito della vena fluida all'interno del tratto di torrente oggetto di simulazione, valutazioni necessarie per il corretto dimensionamento dei blocchi da impiegare nella costruzione della protezione spondale. Nelle successive fasi progettuali si rende pertanto necessaria una specifica ed approfondita analisi idraulica.

6.2 Interventi previsti

Fatta salva la necessità di effettuare un rilievo topografico di dettaglio, si assume una pendenza della sponda da proteggere di circa 35°.

L'opera di protezione è stata estesa lungo tutto il lato Nord del sito discarica, per una lunghezza lineare di 355 m (Tav. 7.1). In sede di progettazione definitiva potrà essere verificata l'opportunità di prolungare verso ovest l'opera di difesa con una mantellata di lunghezza pari a circa 50 m.

La scelta della tipologia di opera di difesa è ricaduta nella scogliera a secco, senza occlusione degli interstizi con materiale cementante, con utilizzo di massi ciclopici e possibilità di sviluppo di apparato radicale.

Lo sviluppo dell'apparato radicale crea un collegamento tra la scogliera e il terreno. L'ingrossamento del tronco comporta una compressione tra i massi vicini, con un miglioramento della stabilità. Tale tipologia di soluzione è giudicata la più adatta per soddisfare le necessità di prevenzione dei fenomeni di erosione della sponda destra del Torrente allo stesso tempo evitando il trasferimento dell'energia del corso d'acqua verso la sponda opposta (fenomeno dell'autorigenerazione).

In Tav. 6.1 e 6.2 sono riportate due sezioni dell'opera di difesa spondale. Essa sarà costituita dai seguenti elementi (Fig. 6.5):

- berma di fondazione e primo metro di elevazione: costituita da massi ciclopici di pietra naturale riquadrati provenienti da cava, con pezzatura non inferiore a 1 m^3 per almeno il 70% e peso superiore a 2.500 kg. La pezzatura rimanente sarà costituita da blocchi di volume superiore a $0,60 \text{ m}^3$;
- tratto di scogliera in elevazione realizzato con tecniche di ingegneria naturalistica: si tratta di una scogliera costituita di massi in pietra di cava di volume non inferiore a $0,70 \text{ m}^3$ e peso superiore a 1.750 kg. L'intasamento dei massi sarà realizzato con terreno agrario e inserimento di talee di specie arbustive ad alta capacità vegetativa, con densità di inserimento di 3 talee/ m^2 . Alle spalle dei massi si provvederà alla posa di un telo in HDPE in continuità con l'impermeabilizzazione superficiale della discarica, al fine di minimizzare l'infiltrazione dell'acqua nei rifiuti nel corso degli eventi di piena.

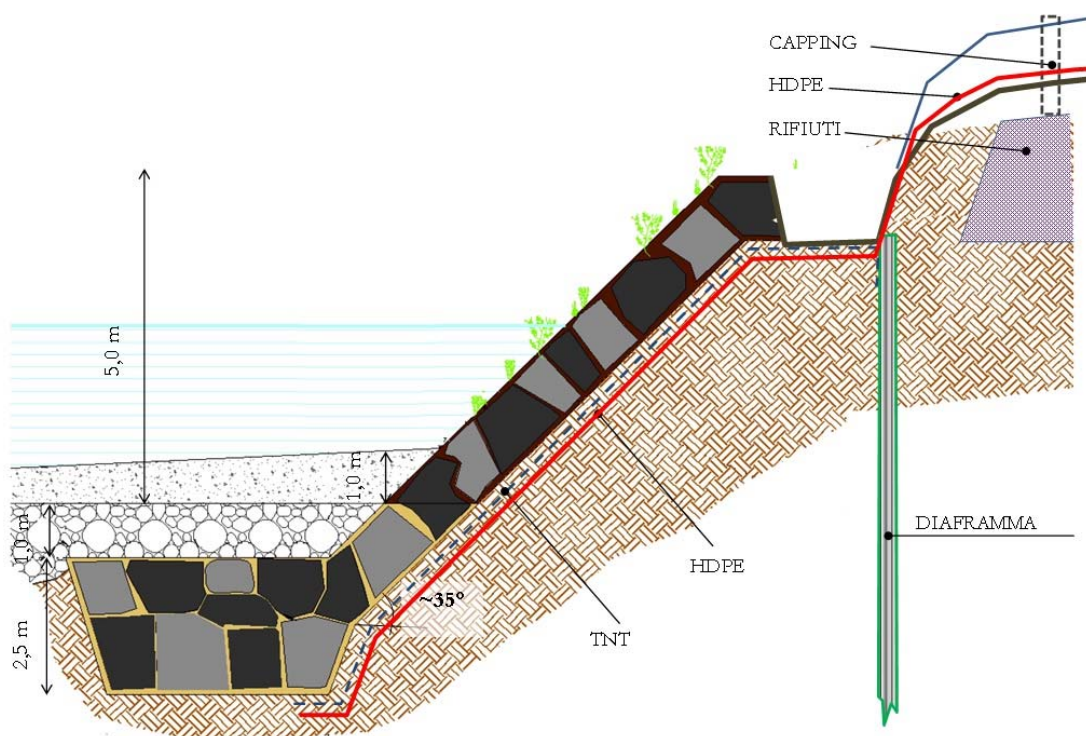


Fig. 6.5. Ricostruzione grafica della scogliera di protezione in sponda destra del Torrente Sangone.

Lo scavo per la realizzazione della scogliera comporterà mediamente 33,8 m³/m di scavo e 7,0 m³/m di riporto, quindi complessivamente saranno prodotti 9'520 m³ di materiale.

Il destino del materiale di scavo potrà seguire le seguenti soluzioni:

1. riutilizzo all'interno dello stesso cantiere per la formazione dello strato di regolarizzazione dei capping, indipendentemente dal contenuto di inquinanti. Tale soluzione sarebbe perseguibile nel caso in cui l'opera di protezione spondale fosse realizzata contestualmente agli interventi di messa in sicurezza permanente della discarica e dello stabilimento OMA;
2. riutilizzo in regime di art. 185 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. per la risagomatura del corpo di discarica oggetto di Messa in Sicurezza Permanente, qualora conformi alle CSC per siti a destinazione commerciale/industriale. Tale soluzione sarebbe perseguibile in caso l'opera di protezione spondale fosse realizzata cronologicamente prima degli interventi di messa in sicurezza permanente della discarica e dello stabilimento OMA;
3. riutilizzo in regime di art. 185 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. come strato di copertura finale del capping (par. 7) qualora conformi alle CSC per siti a destinazione verde/residenziale. Il materiale di scavo della sponda conforme andrebbe caratterizzato anche dal punto di vista tessiturale e omogeneizzato con terreno agrario certificato.
4. gestione come rifiuto e conferimento ad impianto autorizzato.

In assenza di informazioni dettagliate sulla qualità del materiale rimosso, nella valutazione economica dell'intervento è stata considerata l'ipotesi n. 2.

6.3 Approfondimenti a supporto della progettazione definitiva

La progettazione definitiva degli interventi di difesa spondale necessita dei seguenti approfondimenti:

- rilievo topografico di dettaglio per la verifica le quote attuali del terreno in

corrispondenza dell'alveo del torrente e delle sponde;

- campionamento e analisi dei terreni lungo la scarpata del T. Sangone per definirne le modalità di riutilizzo o di smaltimento;
- verifica idraulica di compatibilità del progetto di difesa spondale.

7. MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DELLA DISCARICA

7.1 Superfici di intervento di Messa in Sicurezza Permanente

Ai fini della messa in sicurezza permanente della discarica OMA si intende con il presente progetto proporre l'isolamento dei rifiuti mediante i seguenti interventi:

realizzazione di diaframma impermeabile per la cinturazione laterale dei rifiuti;

realizzazione di capping impermeabile conforme al D.Lgs 36/2003.

L'area soggetta a messa in sicurezza è indicata in Tav. 7.1.

L'area oggetto di cinturazione sarà di 18.250 m², per una lunghezza lineare di 685 m circa.

Preliminarmente alla posa del capping è necessario procedere con i seguenti interventi:

rimozione delle acque del laghetto e riempimento dell'invaso con materiale inerte;

rimodellamento superficiale del corpo di discarica onde creare le opportune pendenze omogenee ed evitare l'esistenza di zone di accumulo delle acque meteoriche.

7.2 Diaframma impermeabile di cinturazione

7.2.1 Ubicazione e dimensioni

L'intervento intende limitare o impedire il dilavamento orizzontale dei terreni misti a morchie a profondità che possono essere raggiunte dalla falda nei periodi di massima escursione della stessa, la cui ubicazione è riportata in Tav. 7.1. Per maggiore cautela, il diaframma è stato esteso in modo da cinturare l'intero corpo discarica (presenza di terreni frammisti a morchie).

L'intervento consiste nella realizzazione di un diaframma impermeabile con le seguenti caratteristiche:

- quota massima: almeno 2,0 m rispetto alla quota massima storica, ossia 3,0 m

superiore rispetto alla piezometria del 18/06/2009 (per maggiori dettagli si rimanda al par. 3.2). La quota massima del diaframma varia pertanto da 299,0 m s.l.m. sul lato ovest a 295,5 m s.l.m. sul lato est (quota media circa 297,5 m s.l.m.);

- quota minima: base della porzione più superficiale del cosiddetto Acquifero Superficiale a circa 26,0 m da p.c., ovvero a circa 274,0 m s.l.m.
- estensione verticale del trattamento (media): 23,5 m;
- spessore: 80 cm;
- lunghezza: 685 m;

7.2.2 Esecuzione

In fase di progettazione preliminare, si prevede l'esecuzione del diaframma mediante tecnologia *jet grouting* con iniezione di cemento-bentonite. In sede di progetto definitivo, potranno essere valutate tecnologie alternative, quali il CSM (*Cutter Soil Mixing*), purché con specifiche equivalenti.

Il *jet grouting* è una tecnologia di consolidamento ed impermeabilizzazione del terreno mediante l'iniezione di una miscela acqua/cemento ad alte velocità.

L'esecuzione del diaframma avviene in quattro step (Fig. 7.1):

1. perforazione di piccolo diametro, solitamente compreso tra 100 e 140 mm;
2. iniezione della miscela cementizia a partire da fondo foro;
3. risalita con contemporanea iniezione lungo tutta lo spessore di trattamento;
4. esecuzione di colonne parzialmente sovrapposte di diametro reso 120 cm in modo da creare un diaframma continuo.

Al fine di assicurare continuità ed impermeabilità del diaframma, le colonne devono essere compenstrate, ossia parzialmente sovrapposte.

Le colonne possono essere eseguite affiancate, realizzando ciascuna colonna prima dell'indurimento di quella precedente, oppure alternate, ossia eseguendo due colonne

distanziate e realizzando quella intermedia di chiusura solo a seguito dell'indurimento delle prime.

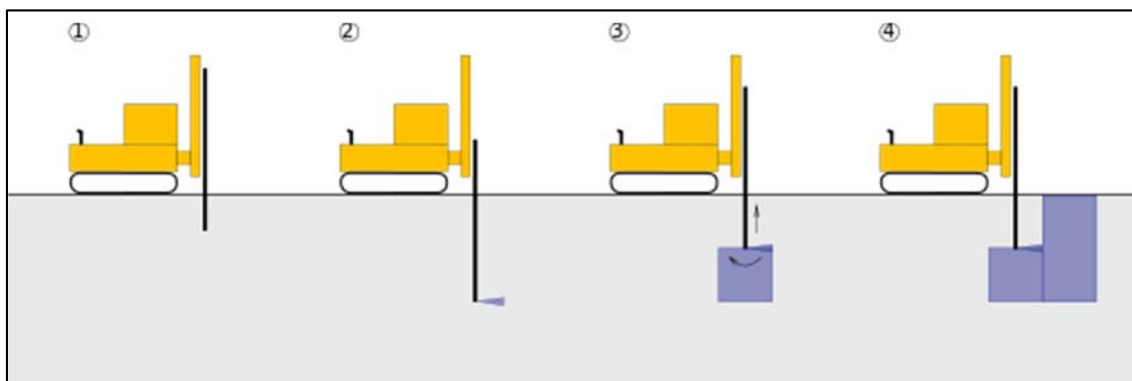


Fig. 7.1. Fasi esecutive di un diaframma mediante *jet grouting*.

7.2.3 Accessibilità

L'esecuzione del diaframma lungo il lato Nord dovrà tenere conto della accessibilità e stabilità delle aree per il posizionamento delle macchine esecutrici. Ai fini della progettazione definitiva dovrà essere predisposto un rilievo topografico di dettaglio dell'argine in modo da definire l'esatta ubicazione del diaframma rispetto alla scarpata.

L'eventuale collocamento delle macchine operatrici sulla sommità dell'argine dovrà tenere conto della stabilità dell'argine stesso al fine di evitare franamenti. A seguito del rilievo topografico di dettaglio, dovrà essere valutata l'eventuale necessità di anticipare l'esecuzione del tratto Nord del diaframma, in caso di sovrapposizione del suo tracciato con quello dell'opera di difesa spondale.

7.3 Rimozione dell'accumulo di acque meteoriche nella Zona B

7.3.1 Interventi previsti

Gli interventi di rimozione delle morchie pure presenti nella Zona B della discarica, il cosiddetto "laghetto", sono terminati lasciando una depressione protetta da un telo impermeabile. Sopra il telo si è formato un invaso d'acqua, di volume stimato pari a 850 m³, derivante dall'accumulo delle precipitazioni meteoriche. Risulta quindi necessario asportare l'acqua accumulata prima di procedere alla rimozione del telo ed alle successive operazioni di riempimento dell'invaso e riprofilatura della discarica.

In termini di ottimizzazione delle risorse, sarebbe preferibile gestire l'area dell'invaso nell'ambito della complessiva opera di messa in sicurezza permanente della discarica. L'intervento proposto di rimodellamento e copertura definitiva, infatti, impedirà anche il riscaldamento delle morchie nel periodo estivo, interrompendo così in modo permanente il meccanismo che genera i cd. "reflussi".

Tuttavia, in ragione dei tempi necessari per l'approvazione dei documenti progettuali e dell'ottenimento dei finanziamenti, nell'ambito del presente progetto, al fine di risolvere il problema dell'accumulo delle acque meteoriche e della stabilità dell'argine perimetrale dell'invaso, si prevede quanto segue:

- rimozione dell'accumulo di acque meteoriche mediante pompa sommergibile;
- nolo e allestimento di un impianto on-site per il trattamento delle acque estratte, con scarico delle medesime nel T. Sangone;
- riempimento dell'invaso artificiale con terreno di riporto appositamente approvvigionato;
- impermeabilizzazione della superficie con telo in HDPE;
- ricoprimento finale del telo impermeabile con terreno di riporto appositamente approvvigionato e modellato al fine di consentire un naturale deflusso delle acque meteoriche verso le aree esterne.

7.3.2 Trattamento delle acque estratte

In data 21/04/2015, ARPA Piemonte ha effettuato un campionamento ed analisi delle acque sopra il telo di copertura dell'ex "laghetto", riscontrando una concentrazione di ferro pari a 230 µg/l e di PCB pari a 0,0116 µg/l. La presenza di PCB è messa in correlazione con il ruscellamento delle acque meteoriche all'interno dell'invaso a causa del parziale crollo dell'argine di protezione nel settore SW.

Il limite per i PCB nelle acque sotterranee è pari a 0,01 µg/l, mentre la normativa vigente (D.lgs. 152/06 Parte III) non indica una concentrazione limite per i PCB nelle acque di scarico. ARPA fa pertanto riferimento ad una pubblicazione APAT (2006), nella quale sono indicati alcuni valori limite adottati dall'U.S. EPA. In particolare, si fa riferimento ad un valore di 0,014 µg/l come massima concentrazione continua tollerabile di PCB nelle acque superficiali dolci.

A prescindere dai valori limite EPA, appare opportuno prevedere un trattamento delle acque meteoriche prima dello scarico nel Torrente Sangone, al fine di abbattere la concentrazione di PCB a valori almeno inferiori ai limiti per le acque sotterranee, ossia 0,01 µg/l, tenuto conto che l'approccio della normativa nazionale vigente prevede concentrazioni ammissibili per lo scarico nelle acque superficiali tipicamente non inferiori ai limiti per le acque sotterranee.

A tal fine, si prevede di filtrare le acque raccolte al di sopra del telo di protezione dell'area ex laghetto mediante un impianto mobile con filtro a carboni attivi, recapitando le acque così trattate nel limitrofo T. Sangone. L'impianto sarà dotato di una presa campione o pozzetto di prelievo, per consentire il campionamento delle acque trattate prima del recapito.

Come limiti di concentrazione allo scarico si adottano pertanto i seguenti valori:

- PCB: 0,01 µg/l (pari alla CSC per le acque sotterranee);
- restanti parametri: limiti di cui al D.lgs. 152/06 Parte III Allegato 5 Tabella 3 per lo scarico in acque superficiali.

7.4 Riprofilatura del corpo di discarica

7.4.1 Interventi previsti

La superficie attuale del corpo di discarica è costituito da variazioni di quote che devono essere rimodellate per permettere la formazione di pendenze uniformi, onde procedere con la posa dei vari strati formanti il capping.

Per la rimodellazione della morfologia attuale del corpo di discarica si è partiti dal punto posto alla quota altimetrica maggiore (300,5 s.l.m.); da questa quota sono state calcolate le quote di progetto della base di appoggio del capping, considerando una pendenza minima dell'1% da tale punto verso l'area di cinturazione dei rifiuti.

Le pendenze sono state poi adeguate, sempre garantendo il minimo dell'1% dalla sommità, per garantire un corretto smaltimento delle acque meteoriche sul perimetro del sito.

La conformazione finale della base di appoggio del capping è rappresentata in Fig. 7.2.

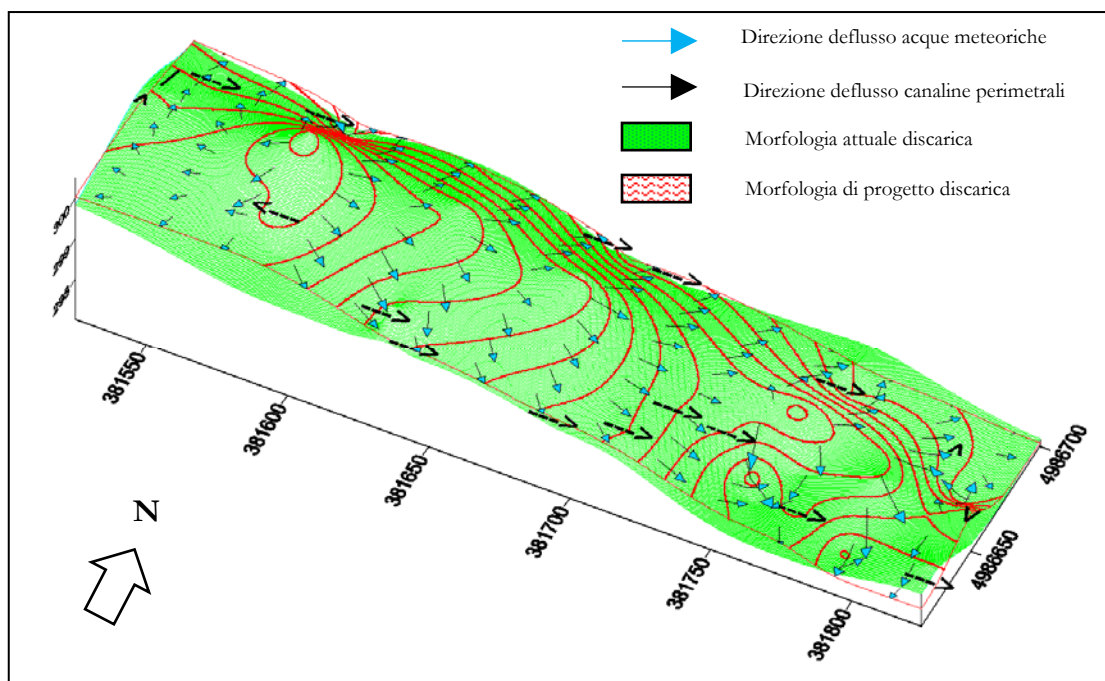


Fig. 7.2. Rappresentazione tridimensionale delle quote di progetto per la posa del capping e dell'andamento delle acque di scolo.

Gli interventi di rimodellazione prevedono attività di scavo per complessivi 4.890 m³ e di riempimento per complessivi 7.000 m³: devono pertanto essere approvvigionati dall'esterno 2'110 m³ di materiali di riempimento.

L'apporto di terreno include la volumetria necessaria per il riempimento dell'invaso artificiale lasciato a seguito dell'escavazione delle morchie nella Zona B della discarica.

7.4.2 Caratteristiche dei terreni di riporto

Presi in considerazione:

- gli elevati volumi necessari per la riprofilatura della discarica;
- l'opportunità di non depauperare risorse naturali vergini (cave) per l'approvvigionamento dei materiali;
- il fatto che i terreni saranno collocati al di sotto di una copertura per rifiuti pericolosi ex D.lgs. 36/03;
- la più ampia necessità di identificare aree idonee per l'utilizzazione degli ingenti volumi di terre e rocce da scavo prodotti nell'ambito di altre opere civili/edili, onde evitare che siano destinate a smaltimento presso discariche, sottraendo volumi utili per il collocamento di rifiuti non recuperabili;

si ritiene opportuno che i terreni utilizzati per il riempimento e la riprofilatura siano prioritariamente approvvigionati recuperando le terre e rocce prodotte nell'ambito delle opere pubbliche realizzate nell'ambito della Città Metropolitana di Torino.

I riferimenti normativi per il riutilizzo delle terre e rocce da scavo, i quali dovranno essere compiutamente rispettati in ogni loro parte, tenuto anche conto di eventuali integrazioni o modifiche che dovessero intervenire entro la data dell'effettivo riutilizzo sono:

- per opere sottoposte a VIA/AIA: DM 161/2012;
- per tutte le altre opere: art. 41bis Legge 98/2013.

Tenuto altresì conto della nota n. 13338 del 14/05/2014 del MATTM in merito ai requisiti

per la tutela della risorsa idrica, sono identificati i seguenti requisiti per i terreni di riempimento e riprofilatura della discarica:

- conformità ai limiti di cui al D.lgs. 152/06 Parte IV Titolo V Allegato 5 Tabella 1B;
- test di cessione eseguito secondo le modalità di cui al decreto 05/02/1998 con concentrazioni conformi ai limiti di cui al D.lgs. 152/06 Parte IV Titolo V Allegato 5 Tabella 2.

La provenienza preferenziale dovrà essere dai cantieri delle opere pubbliche della Città Metropolitana di Torino. Al fine di coordinare l'approvvigionamento dei materiali con la produzione delle terre e rocce da scavo, il progetto definitivo/esecutivo dovrà definire le procedure di comunicazione agli interessati dei volumi disponibili, quali ad esempio la comunicazione tempestiva da parte dell'impresa esecutrice alla Città Metropolitana di Torino della data prevista di inizio lavori ed un generale coordinamento volto all'ottimizzazione dei flussi di materiali.

Qualora non siano reperibili sufficienti volumi provenienti dalle opere pubbliche del territorio, potranno essere approvvigionati terreni da altre fonti, nel rispetto dei requisiti qualitativi sopra esposti.

Esclusivamente ai fini della redazione del computo metrico e del quadro economico, anche al fine di garantire al Comune sufficienti risorse a prescindere dalla disponibilità di terre e rocce da altri cantieri, viene inserita come voce di costo l'approvvigionamento di terreno generico. In fase operativa, dovrà invece essere favorito il recupero di materiali da altre opere, sia per l'abbattimento dei costi sia per la riduzione dell'impatto ambientale complessivo dell'opera.

7.5 Sistema di monitoraggio e recupero dei vapori

Nella discarica in oggetto non sono presenti materiali organici biodegradabili che possano dare origine alla produzione di biogas, con i conseguenti rischi di sovrappressioni.

Sono tuttavia presenti idrocarburi, i quali potrebbero rilasciare composti organici volatili (VOC). Gli interventi di confinamento previsti (copertura e diaframma perimetrale impermeabili), impedendo la dispersione dei VOC verso l'atmosfera, potrebbero causare accumulo di VOC entro il corpo rifiuti.

Per tenere sotto controllo il fenomeno, sarà cautelativamente installato un sistema di monitoraggio e recupero dei vapori, costituito da:

- strato di drenaggio del gas al di sotto del livello minerale impermeabile del capping (vedasi par. 7.6);
- tubazioni di estrazione.

I VOC rilasciati dal terreno saranno intercettati dallo strato di drenaggio del gas e convogliati all'esterno dei layer impermeabili in modo controllato mediante le tubazioni di estrazione.

Al fine di ridurre il numero di punti di estrazione in superficie, il cui presidio e conservazione potrebbero risultare di difficile applicazione nell'ambito di un'area pubblica liberamente fruibile (come previsto a seguito della trasformazione a parco), si prevede un convogliamento dei vapori nello strato di drenaggio del gas, favorito da due collettori principali collocati in direzione longitudinale rispetto alla lunghezza della discarica. Le tubazioni di collettamento fuoriusciranno dalla copertura impermeabile in prossimità dell'ex stabilimento OMA.

In prima istanza, si prevede di dotare l'uscita dei collettori di un filtro a carboni attivi come presidio di controllo delle emissioni senza estrazione forzata.

A seguito della messa in opera della copertura, dovranno essere eseguiti monitoraggi volti a verificare le concentrazioni dei VOC a monte e a valle del filtro. Qualora le concentrazioni di VOC mostrassero un trend crescente con valori significativamente prossimi alle tensioni di vapore, potrà essere valutata l'opportunità di adottare un sistema di estrazione attivo.

L'ubicazione delle tubazioni di collettamento e dei relativi punti di recapito è riportata in Tav. 7.1. Si osservi che ciascuna tubazione di collettamento presenta un'uscita separata in

modo da consentire di regolare le portate, nel caso in cui si rendesse necessaria un'estrazione forzata.

7.6 Copertura superficiale della discarica

7.6.1 Materiali di copertura

Sull'area della discarica sarà posta in opera una copertura superficiale con le caratteristiche previste dal D.lgs. 36/03 per le discariche di rifiuti pericolosi. In particolare, dall'alto al basso (Fig. 7.3):

- strato superficiale di copertura con spessore maggiore o uguale a 1,0 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale e fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e di proteggere le barriere sottostanti dalle escursioni termiche – lo strato potrà essere realizzato con i primi 50 cm atti allo sviluppo di specie vegetali (terreno agrario o opportunamente ammendato) ed i successivi 50 cm di terreno generico cd. *tout venant*, idoneo alle funzioni di isolamento termico e protezione da animali;
- geotessuto di protezione dello strato drenante rispetto ad eventuali intasamenti;
- strato drenante con spessore maggiore o uguale a 0,5 m, in grado di impedire la formazione di un battente idraulico sopra la geomembrana impermeabile;
- geotessuto a protezione della geomembrana;
- geomembrana in polietilene ad alta densità (HDPE) dello spessore di 2 mm, posata direttamente sullo strato di argilla, senza interposizione di ulteriori materiali o tessuti;
- strato minerale compattato dello spessore maggiore o uguale a 0,5 m e di conducibilità idraulica minore o uguale a 10^{-8} m/s o di caratteristiche equivalenti, integrato da un rivestimento impermeabile superficiale;
- geotessuto di protezione dello strato drenante rispetto ad eventuali intasamenti;
- strato di drenaggio del gas e di rottura capillare con spessore maggiore o uguale a 0.5 m;

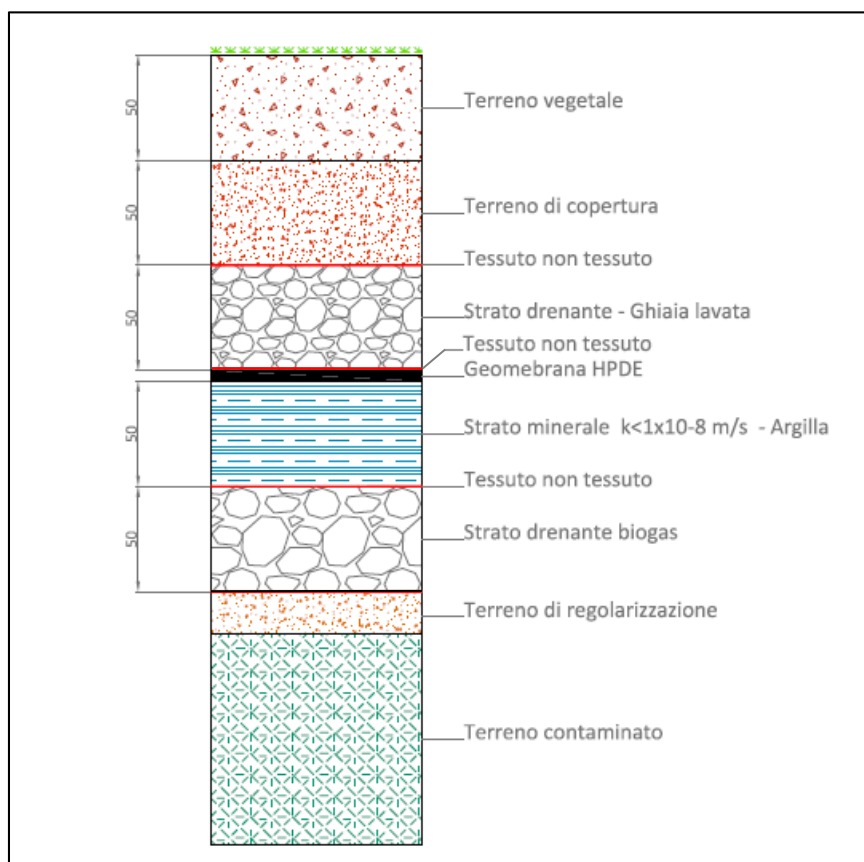


Fig. 7.3. Successione stratigrafica della copertura superficiale. Spessori in centimetri.

- strato di regolarizzazione con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti (vd. riprofilatura della discarica, paragrafo 7.4).

In sede di progettazione definitiva è possibile ridurre gli strati drenanti attraverso la scelta di geocompositi drenanti con caratteristiche equivalenti allo strato previsto dal D.Lgs 36/2003.

7.6.2 Regimazione delle acque superficiali

Tutte le acque meteoriche scolanti verranno convogliate attraverso una rete di raccolta e

collettamento costituito dai seguenti componenti:

- collettamento delle acque di drenaggio sopra la geomembrana (par. 7.6.1) in canaletta riempita di materiale drenante, attraverso una tubazione in polietilene che in alcuni punti recapita nel fosso perimetrale esterno;
- linea di raccolta superficiale realizzata con sagomatura di fossi con le opportune pendenze sulla superficie del capping per collettare le acque di ruscellamento superficiale;
- Linea di raccolta principale, alla base del corpo di discarica lungo l'intero perimetro. Tale linea raccoglie le acque della linea superficiale e le acque di drenaggio del capping. I vari tratti delle canaline, realizzate indicativamente con prefabbricati in cls di sezione variabile idraulicamente calcolata, dovranno essere correttamente dimensionate in fase di progettazione definitiva-esecutiva a seconda dell'area scolante di pertinenza di ogni singolo tratto;
- la linea principale sarà collegata in due tratti al Torrente Sangone per l'allontanamento definitivo delle acque meteoriche;

La dislocazione dei tratti della rete di raccolta superficiale e della linea principale è riportata in Tav. 7.1.

7.7 Approfondimenti a supporto della progettazione definitiva

La progettazione definitiva degli interventi di bonifica delle acque sotterranee necessita dei seguenti approfondimenti:

- Rilievo dei gas interstiziali sul corpo discarica;
- prove di laboratorio e test pilota di inertizzazione/stabilizzazione in situ;
- analisi delle acque nell'invaso del "laghetto";
- rilievo topografico di dettaglio;

- esecuzione di 2 prove di emungimento su altrettanti cluster di piezometri, con messa in pompaggio del piezometro P e monitorando le variazioni di livello nei piezometri S e M;
- slug test su un numero elevato di piezometri, per definire con maggiore precisione la conducibilità idraulica dell'acquifero;
- indagine geofisica per la verifica del modello idrogeologico e la ricerca del setto di separazione fra la falda superficiale e la falda profonda.

7.7.1 Rilievo dei gas interstiziali su corpo discarica

Il campionamento di gas interstiziali nell'area della discarica è richiesto al fine di valutare l'eventuale necessità di un sistema di captazione dei vapori e la gestione degli stessi (concentrazioni di estrazione, tipo e durata dei filtri, etc.).

Per il monitoraggio del soil gas, si prevede un campionamento di tipo attivo effettuato in foro con una profondità di 1,0-1,5 m da p.c. con le metodiche di cui al “Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati” (ISPRA, 2006).

Il campionamento potrà essere eseguito mediante infissione di un carotiere manuale o sistemi ad infissione diretta. Non è prevista l'installazione di punti fissi di monitoraggio. Al termine del campionamento, il foro sarà richiuso con il materiale estratto.

In totale, è richiesto un numero minimo di 20 punti di campionamento, disposti secondo una maglia regolare. Mediante analizzatore portatile da campo dovranno essere determinati i seguenti parametri: temperatura dei gas, VOC totali, CH₄, CO₂, O₂, H₂S.

Le concentrazioni dovranno essere riportate su idonea planimetria con relativa interpolazione grafica in modo da evidenziare la distribuzione dei VOC nel corpo di discarica.

7.7.2 Prove di laboratorio e test pilota di inertizzazione/stabilizzazione in situ

La fattibilità tecnica ed i costi di un trattamento di inertizzazione/stabilizzazione sono largamente dipendenti dalla possibilità di reperire un additivo che garantisca gli obiettivi del trattamento, dal dosaggio e dal prezzo dell'additivo stesso.

Un eventuale trattamento di inertizzazione/stabilizzazione dovrà avere come obiettivo l'ottenimento di un materiale con test di cessione conforme a quanto disposto dall'art. 41 Legge 98/2013, ossia l'eluato ottenuto con le metodiche di cui al DM 05/02/1998 dovrà avere concentrazioni conformi ai limiti di cui al D.lgs. 152/06 Parte IV Titolo V Allegato 5 Tabella 2 (CSC per le acque sotterranee).

Il test di inertizzazione dovrà essere condotto su materiale prelevato in posto e rappresentativo degli orizzonti classificati come “terreni misti a morchie”, selezionando almeno tre campioni a percentuale variabile di materiale idrocarburico (“morchie”).

Il materiale trattato sarà sottoposto alle seguenti prove di laboratorio:

- prova di permeabilità;
- test di cessione secondo le metodiche di cui al DM 05/02/1998.

L'obiettivo di trattamento si considererà raggiunto qualora la media dei risultati del test di cessione sia conforme ai limiti sopra fissati.

Qualora le prove di laboratorio confermino la fattibilità del trattamento, si potrà procedere con la realizzazione di un test pilota in campo, per verificare le modalità di immissione e miscelazione dei reagenti. La buona riuscita del trattamento sarà verificata mediante l'esecuzione di sondaggi per il prelievo di campioni di terreno trattato, da sottoporre alle prove di laboratorio sopradescritte.

7.7.3 Analisi delle acque nell'invaso del “laghetto”

Le acque meteoriche accumulatesi sopra il telo impermeabile dell'ex laghetto dovranno essere campionate ed analizzate prima della rimozione. In particolare, dovrà essere

verificata la concentrazione di PCB, risultata superiore a 0,01 ppb da un controllo ARPA dell'aprile 2015.

Dovrà in particolare essere verificato che le concentrazioni iniziali siano compatibili con le modalità di trattamento previste e con gli obiettivi per lo scarico.

7.7.4 Rilievo topografico di dettaglio

Ai fini della progettazione definitiva dovrà essere eseguito un rilievo topografico di dettaglio dell'area di discarica, con una specifica attenzione ai seguenti aspetti:

- morfologia del tratto spondale, con in particolare:
 - a. individuazione degli affioramenti di rifiuti (terreni misti ad idrocarburi/catrame);
 - b. dettaglio della zona di possibile ubicazione del diaframma (in modo che la sua realizzazione non comporti rischi rispetto alla stabilità delle macchine operatrici);
- aree con affioramento delle melme;
- ubicazione di eventuali fossi per la regimazione delle acque.

7.7.5 Indagine geofisica per la verifica del modello idrogeologico

Per verificare il modello idrogeologico elaborato, con particolare riferimento alla ricerca del setto di separazione fra la falda superficiale e la falda profonda, è prevista l'esecuzione di un'indagine geofisica preliminare alla progettazione definitiva degli interventi. Tali indagini possono infatti costituire un valido supporto alla progettazione, in quanto consentono di indagare aree anche di vaste dimensioni in modo speditivo e non invasivo.

L'indagine geofisica dovrà prevedere la realizzazione di tomografie geoelettriche (ERT) con misure in contemporanea di resistività elettrica e di polarizzazione indotta, sviluppati su almeno 4 stendimenti da definire opportunamente in campo, ciascuno di sviluppo lineare di 300 m circa. I profili geoelettrici dovranno essere realizzati in modo da raggiungere una

profondità di almeno 50 m (compatibilmente con la logistica dei luoghi) e dovranno avere una risoluzione adeguata per la finalità dell'indagine.

Per la taratura dell'indagine geofisica potranno essere utilizzate le informazioni derivanti dai sondaggi già eseguiti e dalle nuove indagini geognostici previste dal presente progetto per la progettazione delle attività di bonifica delle acque sotterranee (vedasi par. 11.3).

Al termine delle indagini dovrà essere fornita la seguente documentazione:

- carta con l'ubicazione planimetrica dei punti di misura e dei sondaggi di taratura disponibili;
- sezioni tomografiche di resistività elettrica e di polarizzazione indotta in scala adeguata all'estensione dell'indagine e ai dettagli riscontrati;
- relazione riassuntiva con descrizione dettagliata delle attrezzature impiegate, delle modalità operative e dei metodi di interpretazione.

Preventivamente all'indagine, in funzione del tracciamento dei profili sul terreno, dovrà essere eseguita la preparazione del sito mediante le seguenti operazioni, ove necessarie:

- sfalcio della vegetazione spontanea;
- demolizione delle strutture fuori terra;
- perforazione di fori per l'allestimento degli elettrodi.

8. DEMOLIZIONE DI FABBRICATI E IMPIANTI FUORI TERRA

8.1 Rilievo preliminare dei materiali potenzialmente pericolosi

A seguito di sopralluogo presso l'area è stato possibile individuare la presenza di materiali e manufatti potenzialmente pericolosi presso più edifici e impianti. In Tav. 8.1 è riportata una planimetria dello stabilimento con indicazione dei fabbricati e degli edifici presenti. La documentazione fotografica raccolta è riportata in Allegato 2.

I materiali con sospetta presenza di amianto (MCA) sono costituiti da:

- Tettoie in fibrocemento (circa 2'400 m²);
- Lastre in fibrocemento a terra (circa 20 lastre da 2 m² l'una);
- Guaine bituminose a copertura di bassi fabbricati (circa 330 m²);
- Superficie vetrate con mastici di isolamento vetro/telaio (circa 350 m²);
- Coibentazioni in serbatoi metallici fuori terra (matrice friabile);
- Isolante a spruzzo sugli archi portanti del reparto filtrazione (matrice friabile);
- Coibentazioni in zona inceneritore (matrice friabile).

I materiali con presenza di Fibre artificiali vetrose (FAV) potenzialmente cancerogene sono stati riscontrati presso i seguenti manufatti:

- Isolamento di tubazioni;
- Cumuli di rifiuti a terra;
- Isolamento di serbatoi fuori terra;
- Isolamento caldaia e impianti a servizio dell'inceneritore.

8.2 Interventi di rimozione di amianto e fibre artificiali vetrose

In via preliminare e sulla base delle informazioni disponibili, per la rimozione dei materiali contenenti amianto e delle fibre artificiali vetrose si ipotizzano i seguenti interventi:

- Creazione di un unico cantiere di bonifica, esteso all'intera area dello stabilimento OMA (circa 16'000 m²); l'eventuale necessità di svincoli parziali delle aree, per consentire le attività di demolizione in alcune zone, sarà valutata in sede di progettazione definitiva/esecutiva;
- Intervento di bonifica eseguito presso 15 edifici per amianto in matrice compatta e in 3 aree per amianto in matrice friabile;
- Confinamento statico e dinamico dell'area dell'inceneritore (Area *i* in Tav. 8.1), da operarsi previa realizzazione di una tensostruttura a totale copertura della zona;
- Confinamento statico e dinamico dell'area serbatoi e del confinante capannone "reparto filtrazione" (Edificio 8 in Tav. 8.1), previa realizzazione di una tensostruttura a totale copertura della zona e del capannone;
- Confinamento statico e dinamico del fabbricato industriale (Edificio 4 in Tav. 8.1).
- Smaltimento di 65 t di rifiuti, di cui 35 t di materiale compatto e 30 t di materiale friabile e lane minerali/fibre ceramiche;

La rimozione dei materiali contenenti amianto dovrà essere effettuata da una ditta specializzata, iscritta all'Albo Gestori Ambientali nella categoria idonea (10 A/B).

La durata complessiva delle attività sopraelencate è stimata di un anno.

8.3 Demolizione degli impianti e delle strutture fuori terra

Il completamento delle demolizioni potrà essere avviato una volta ultimata la bonifica dei materiali da costruzione contenenti sostanze pericolose (MCA e FAV). L'attività consisterà nella demolizione selettiva, con conseguente suddivisione dei rifiuti in categorie merceologiche omogenee, degli edifici, delle attrezzature e degli impianti presenti sull'area fino all'attuale piano campagna, compresa la recinzione perimetrale. Saranno esclusi dalla demolizione unicamente le pavimentazioni e le vasche interrato.

Tutti i materiali provenienti dalle demolizioni dovranno essere selezionati e inviati a recupero o smaltimento presso impianti autorizzati. I materiali inerti potranno essere riutilizzati per la formazione dello strato di regolarizzazione e per il riempimento delle vasche interrate, previa selezione, vagliatura e riduzione volumetrica da effettuarsi in un centro attrezzato all'interno dello stesso cantiere.

In via preliminare si prevede la produzione di materiali da demolizione per un volume complessivamente pari a circa 2'850 m³ e il riempimento di vuoti in corrispondenza di vasche e strutture da mettere in sicurezza per circa 230 m³.

8.4 Sottoservizi e serbatoi interrati

Sebbene non esista una normativa specifica in materia, di regola i serbatoi dismessi sono considerati un rifiuto e come tali devono essere gestiti secondo quanto previsto dalla normativa di settore.

Tuttavia, nel più ampio ambito di un intervento di messa in sicurezza permanente come quello in progetto, non si ritiene opportuno procedere alla rimozione dei serbatoi interrati e delle eventuali linee di distribuzione, sia perché non funzionale ai successivi interventi, sia perché tale attività determinerebbe comunque un impatto ambientale in termini di emissioni in atmosfera e di produzione di rifiuti.

I serbatoi interrati verranno quindi ispezionati, per verificare l'avvenuto smaltimento dei prodotti originariamente presenti al loro interno, ed eventualmente bonificati dai fondami ancora presenti. Eseguita la certificazione "gas free" del serbatoio, si procederà con la sua inertizzazione riempiendolo con materiale inerte sciolto (es. sabbia, argilla espansa), facilmente attraversabile se intercettato in fase di perforazione dei pozzi di AS/SVE.

8.5 Approfondimenti a supporto della progettazione definitiva

La progettazione definitiva delle attività sopradescritte necessita dei seguenti approfondimenti:

- rilievo topografico di dettaglio delle strutture e degli impianti da demolire;
- caratterizzazione analitica e mappatura dei materiali pericolosi (MCA e FAV) presenti nelle strutture da demolire;
- campionamento e analisi dei materiali oggetto di demolizione, per la corretta gestione come rifiuto e per valutarne il recupero in sito.

9. IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE SUPERFICI NELL'AREA DELLO STABILIMENTO OMA

Sull'intera area dello stabilimento OMA e nella fascia di terreno posta a nord (tra la OMA e il T. Sangone) è prevista la realizzazione di una copertura superficiale definitiva ("capping"), avente le seguenti funzioni:

- impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche attraverso il suolo contaminato in modo tale da evitare la diffusione in profondità degli inquinanti, in particolare verso le acque sotterranee;
- inibire il contatto diretto con il suolo superficiale contaminato;
- minimizzare le eventuali emissioni di vapori inquinanti dal sottosuolo.

La planimetria e le sezioni del capping in progetto sono riportate in Tav. 9.1 e 9.2. La copertura superficiale sarà raccordata a quella prevista per la discarica OMA, garantendo la continuità laterale dell'impermeabilizzazione (Tav. 9.3).

Le prime applicazioni in campo ambientale, risalenti agli anni '80, prevedevano l'isolamento del terreno contaminato attraverso uno o due strati di terreno argilloso compattato, rivestiti di terreno vegetale. L'esperienza maturata nell'applicazione di sistemi di copertura alle discariche controllate, ha favorito una notevole evoluzione tecnologica, soprattutto in termini di materiali impiegati. Si è giunti così all'adozione di sistemi multistrato composti costruiti con materiali naturali (terreno vegetale, ghiaia, sabbia, argilla) ed artificiali (geosintetici).

Sulla base delle indicazioni contenute nel PRGC vigente, per il sito in esame è prevista la bonifica e il recupero per la creazione di attrezzature sportive da integrare ad una forte rinaturalizzazione e ad aree attrezzate per l'osservazione della natura, la fruizione della didattica e la sosta.

Non essendo ancora stato definito l'effettivo riutilizzo finale delle aree in oggetto, di seguito vengono proposti due sistemi di copertura (vedasi Fig. 9.1):

- Tipo 1: impermeabilizzazione con futuro utilizzo a piazzole/aree attrezzate/strade;
- Tipo 2: impermeabilizzazione con futuro utilizzo ad area verde.

In assenza di un progetto di riutilizzo dell'area, per lo stabilimento OMA è stata assunta l'ipotesi di analogia estensione (50%) delle due tipologie; per la fascia di terreno a Nord dello stabilimento, è stata assunta considerata un'impermeabilizzazione di Tipo 2.

In entrambi i casi, lo strato superficiale deve avere una pendenza del 3÷5 ‰ in modo tale da garantire il deflusso delle acque superficiali. Le stesse verranno raccolte da canalette perimetrali appositamente dimensionate e scaricate in T. Sangone.

La captazione dei VOC presenti nel sottosuolo sarà garantita dall'impianto di Soil Vapour Extraction. Non risulta quindi necessario inserire uno strato di drenaggio dei gas all'interno del capping.

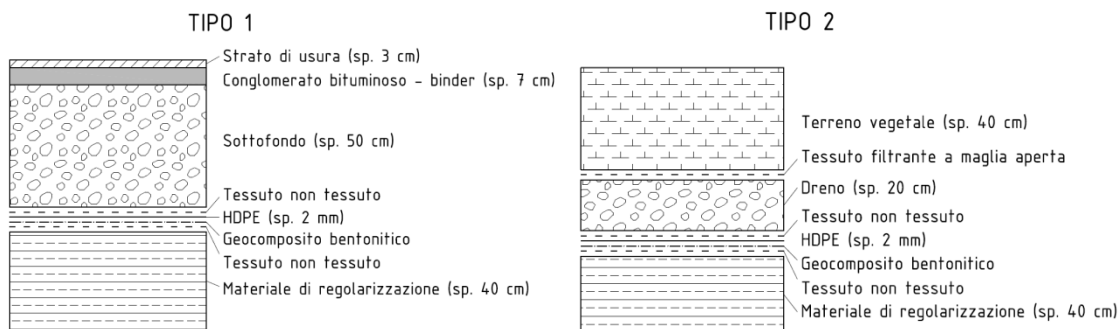


Fig. 9.1. Successione stratigrafica della copertura superficiale.

9.1 Impermeabilizzazione delle aree destinate a strade e parcheggi (Tipo 1)

Di seguito viene descritta la stratigrafia della copertura di Tipo 1 che, dal basso verso l'alto, prevede:

- Strato di regolarizzazione: è lo strato a contatto con il terreno contaminato e la

pavimentazione esistente, ha lo scopo di favorire la messa in opera degli strati immediatamente superiori, oltre che la posa delle tubazioni previste per l'intervento di AS-SVE (vedasi par. 11.1.3). Verrà realizzato con materiali naturali (ghiaia e sabbia), aventi spessore di 0,4 m;

- Strato di protezione: ha la funzione di proteggere lo strato impermeabile soprastante, nello specifico è stata prevista la posa di un tessuto non tessuto;
- Strato impermeabile: realizzato con un geocomposito bentonitico in grado di assicurare un'impermeabilizzazione equivalente a 1 m di argilla, accoppiato ad una membrana impermeabile in HDPE da 2 mm, è lo strato che ha la funzione di ridurre l'infiltrazione delle acque meteoriche e il dilavamento del terreno contaminato;
- Strato di protezione: ha la funzione di proteggere lo strato impermeabile sottostante, nello specifico è stata prevista la posa di un tessuto non tessuto;
- Strato drenante: assolve le funzioni di ridurre il carico d'acqua sullo strato impermeabilizzante, di drenare lo strato protettivo aumentando la capacità di immagazzinamento d'acqua e di ridurre la pressione interstiziale nella copertura migliorandone la stabilità. Verrà realizzato con materiali naturali (ghiaia e sabbia), aventi spessore di 0,5 m, con funzione anche di sottofondo stradale, in grado di sopportare le sollecitazioni derivanti dalla circolazione di automezzi, che potrebbero danneggiare il sistema copertura;
- Strato superficiale: in corrispondenza ad aree destinate a parcheggi/strade, si prevede, a seguito di una regolarizzazione e compattazione del fondo, la stesa di un manto di collegamento in conglomerato bituminoso (binder) dello spessore di 7 cm e un manto di usura dello spessore di circa 3 cm.

9.2 Impermeabilizzazione delle aree destinate a verde (Tipo 2)

Di seguito viene descritta la stratigrafia della copertura di Tipo 2 che, dal basso verso l'alto,

prevede:

- Strato di regolarizzazione: è lo strato a contatto con il terreno contaminato e la pavimentazione esistente, ha lo scopo di favorire la messa in opera degli strati immediatamente superiori, oltre che la posa delle tubazioni previste per l'intervento di AS-SVE (vedasi par. 11.1.3). Verrà realizzato con materiali naturali (ghiaia e sabbia), aventi spessore di 0,4 m;
- Strato di protezione: ha la funzione di proteggere lo strato impermeabile soprastante, nello specifico è stata prevista la posa di un tessuto non tessuto;
- Strato impermeabile: realizzato con un geocomposito bentonitico in grado di assicurare un'impermeabilizzazione equivalente a 1 m di argilla, accoppiato ad una membrana impermeabile in HDPE da 2 mm, è lo strato che ha la funzione di ridurre l'infiltrazione delle acque meteoriche e il dilavamento del terreno contaminato;
- Strato di protezione: ha la funzione di proteggere lo strato impermeabile sottostante, nello specifico è stata prevista la posa di un tessuto non tessuto;
- Strato drenante: assolve le funzioni di ridurre il carico d'acqua sullo strato impermeabilizzante, di drenare lo strato protettivo aumentando la capacità di immagazzinamento d'acqua e di ridurre la pressione interstiziale nella copertura migliorandone la stabilità. Verrà realizzato con materiali naturali (ghiaia e sabbia), aventi spessore di 0,2 m;
- Strato di protezione: ha la funzione di proteggere lo strato drenante sottostante da possibili intasamenti, nello specifico è stata prevista la posa di un tessuto filtrante a maglia aperta;
- Strato superficiale: in corrispondenza ad aree destinate a verde, si prevede, a seguito di una regolarizzazione e compattazione del fondo, la stesa di un terreno agrario di spessore 0,4 m.

9.3 Rimozione e smaltimento della Sorgente 2

L'impermeabilizzazione non include l'area della cd. Sorgente 2, rappresentata dal tratto della strada di accesso allo stabilimento il cui suolo superficiale è risultato contaminato da PCB (vedasi Tav. 4.1 dell'Elab. A). Quest'area sarà sottoposta ad un intervento di bonifica mediante rimozione e smaltimento del terreno superficiale contaminato (primi 20 cm).

9.4 Approfondimenti a supporto della progettazione definitiva

La progettazione definitiva dell'intervento necessita di un rilievo topografico di dettaglio dello stato di fatto.

10. RIMOZIONE DELLA FASE LIBERA SURNATANTE

Si ricorda che sono attualmente in corso degli interventi di messa in sicurezza del surnatante, riscontrato nei piezometri esistenti PZ16(S), PZ16(M), PZ16A, PZ16B, PZ16C e PZ16D, localizzati nella fascia di terreno a nord dello stabilimento OMA. Tali interventi, in accordo con il progetto esecutivo [10], prevedono l'esecuzione di n. 11 nuovi piezometri (Pz16E÷Pz16Q) per l'estrazione della fase libera (Tav. 10.1). L'ubicazione degli stessi è stata effettuata a seguito di un'indagine geofisica, che ha permesso di evidenziare la presenza di un "pennacchio" di contaminazione di circa 2'300 m², posto a profondità compresa tra 5 e 7 m da p.c. (fascia di oscillazione della superficie piezometrica). Nella zona di origine del pennacchio (posta al confine con la recinzione dello stabilimento OMA), la stessa indagine geofisica ha evidenziato la presenza di una presunta struttura interrata in calcestruzzo e/o terreni fortemente contaminati. Tale ipotesi è stata confermata attraverso un saggio geognostico recentemente realizzato.

Al termine della realizzazione dei nuovi piezometri, sono previsti degli interventi di recupero e smaltimento della fase libera surnatante, che dovranno comprendere, oltre ai piezometri esistenti e di nuova realizzazione posti nella fascia di terreno a nord della OMA, anche i piezometri S ed M del cluster PZ15 interno allo stabilimento, in cui storicamente è stata rilevata presenza di surnatante dai tecnici Arpa (sopralluogo del 29/09/10).

10.1 Indagine geofisica preliminare per verificare l'estensione dell'area interessata da surnatante all'interno della OMA

Per verificare l'estensione dell'area interessata dalla presenza del surnatante nell'intorno del piezometro PZ15 e consentirne la rimozione, è prevista la realizzazione di una serie di piezometri distribuiti nell'area interessata dalla presenza di idrocarburi in fase libera.

Per definire l'ubicazione e la profondità ottimale dei nuovi punti di estrazione del

surnatante, si prevede di realizzare un'indagine geofisica preliminare alla progettazione definitiva degli interventi. Tali indagini possono infatti costituire un valido supporto alla progettazione, in quanto consentono di indagare, in modo speditivo e non invasivo, aree anche di vaste dimensioni e di localizzare le zone in cui i parametri fisici presentano delle anomalie rispetto ai normali valori di fondo.

L'indagine geofisica dovrà prevedere, compatibilmente con gli spazi disponibili, la realizzazione di tomografie geoelettriche con misure in contemporanea di resistività elettrica e di polarizzazione indotta, per uno sviluppo lineare complessivo di almeno 1'100 m circa, sviluppati su diversi stendimenti da definire opportunamente in campo, allo scopo di fornire indicazioni utili per la caratterizzazione geometrica del terreno contaminato da surnatante.

I profili geoelettrici dovranno essere realizzati in modo da raggiungere una profondità di almeno 20 metri (compatibilmente con la logistica dei luoghi) e dovranno avere una risoluzione adeguata per la finalità dell'indagine (è prevista una distanza interelettroda di 2 metri e comunque non superiori di 3 m).

Al termine delle indagini dovrà essere fornita la seguente documentazione:

- carta con l'ubicazione planimetrica dei punti di misura e dei sondaggi di taratura disponibili;
- sezioni tomografiche di resistività elettrica e di polarizzazione indotta in scala adeguata all'estensione dell'indagine e ai dettagli riscontrati;
- elaborazione dei dati con software 3D per ricostruire la mappa della resistività elettrica a diverse profondità e definire l'ampiezza della zona di falda contaminata;
- relazione riassuntiva con descrizione dettagliata delle attrezzature impiegate, delle modalità operative e dei metodi di interpretazione.

Preventivamente all'indagine, in funzione del tracciamento dei profili sul terreno, dovrà essere eseguita la preparazione del sito mediante le seguenti operazioni, ove necessarie:

- sfalcio della vegetazione spontanea;

- demolizione delle strutture fuori terra;
- perforazione di fori per l'allestimento degli elettrodi.

10.1.1 Realizzazione di nuovi piezometri per l'estrazione del surnatante

L'ubicazione e il numero esatto di piezometri necessari saranno stabiliti in fase di progettazione definitiva, sia alla luce sia dei risultati restituiti dalle indagini geofisiche sopra descritte, sia di uno specifico rilievo del surnatante per verificarne l'effettiva estensione.

In via preliminare si può prevedere la realizzazione di n. 5 piezometri, distribuiti secondo una maglia regolare di 10 m × 10 m (vedasi Tav. 10.1). Ciascun piezometro raggiungerà una profondità di 20 m dal piano campagna.

Le perforazioni saranno eseguite a carotaggio continuo, con tecnica a rotazione e mediante l'impiego di un carotiere Ø 131 mm, garantendo una percentuale di recupero > 90%. Le perforazioni dovranno essere eseguite senza circolazione d'acqua (carotaggio a secco), utilizzando una tubazione di rivestimento Ø 178 mm per il sostegno del perforo. In corrispondenza di litotipi non altrimenti perforabili, sarà consentita la circolazione di acqua con caratteristiche di potabilità, nella quantità strettamente necessaria.

Entro ciascun perforo sarà installato un piezometro a tubo aperto in HDPE di diametro 4", finestrato da fondo foro fino a 2 m al di sopra della massima escursione della superficie freatica, per una profondità stimata di 4 m dal piano campagna. L'intercapedine tra il foro ed il tubo sarà riempita con materiale drenante (ghiaietto siliceo) per il tratto finestrato e sigillata mediante la posa di bentonite granulare in corrispondenza del tratto cieco. A testa pozzo sarà installato un terminale di protezione lucchettato.

Al termine delle perforazioni è previsto il rilievo plano-altimetrico dei nuovi piezometri realizzati, per consentire la misurazione del livello assoluto della falda. Il nuovo rilievo si aggancerà a quello precedentemente eseguito sui piezometri esistenti, georeferenziando i punti di indagine secondo il sistema di riferimento nazionale UTM WGS 84.

10.2 Recupero della fase libera surnatante

Per il recupero della fase libera surnatante, si è scelto di installare, in corrispondenza di ciascun piezometro caratterizzato dalla presenza di surnatante, dei disoleatori a nastro collegati a dei serbatoio di accumulo del prodotto estratto, da avviare periodicamente a smaltimento.

Il sistema di estrazione previsto sarà installato in corrispondenza di ciascun piezometro e dotato di:

- disoleatore a nastro idoneo all'installazione in piezometri da 3" e 4", dotato di struttura metallica di sostegno;
- serbatoio di stoccaggio dell'olio estratto, da alloggiarsi in idoneo bacino di contenimento;
- misuratore di livello in grado di interrompere il funzionamento del nastro ad avvenuto riempimento del serbatoio di stoccaggio;
- quadro elettrico;
- collegamenti idraulici ed elettrici;
- piccola tettoia di protezione del sistema di estrazione e del bacino di contenimento dei rifiuti.

Per la rimozione del prodotto in fase libera saranno utilizzati sia i piezometri esistenti che quelli di nuova realizzazione, per un totale di 24 punti di estrazione. Vedasi Tav. 10.1.

A cadenza periodica si prevedono interventi di smaltimento del prodotto estratto presso impianti autorizzati e preventivamente individuati.

In occasione di ogni intervento, su ciascun piezometro si provvederà a misurare il livello piezometrico e verificare la presenza di prodotto libero surnatante mediante freatimetro a doppia interfaccia aria/olio/acqua, annotando la soggiacenza, la profondità del piezometro e lo spessore di eventuale prodotto libero;

In totale si prevede l'esecuzione di 48 interventi di recupero a cadenza quindicinale,

ciascuno della durata di una giornata, per un periodo di due anni. Al termine di ciascuna campagna sarà redatta una breve relazione descrittiva delle attività e delle misurazioni eseguite.

Gli interventi di recupero del surnatante dovranno essere condotti da personale tecnico qualificato, dotato degli idonei dispositivi di protezione per evitare l'esposizione alla contaminazione.

Prima di iniziare le attività e con cadenza annuale, dovranno essere eseguiti dei campionamenti statico mediante bailer monouso del surnatante, da sottoporre ad analisi di laboratorio per la classificazione del rifiuto e l'individuazione dell'impianto di smaltimento.

10.3 Rimozione della massa idrocarburica residua

L'estrazione "meccanica" della fase surnatante consente di rimuovere gran parte della massa di idrocarburi in fase libera, ma molto spesso non è sufficiente per eliminare ogni traccia di prodotto e nei piezometri trattati tende comunque a permanere un velo d'olio sub-millimetrico. Tale fenomeno avviene perché la frazione più viscosa e meno solubile degli idrocarburi è molto difficile da rimuovere meccanicamente: essa tende quindi a rimanere adesa alla matrice solida dell'acquifero, contaminando l'acqua di falda a contatto con la stessa.

Per rimuovere la massa idrocarburica residua, al termine dei due anni di recupero mediante disoleatori a nastro (par. 10.2), si prevede di eseguire un intervento "push&pull" di dosaggio di reagenti nell'acquifero e successivo recupero del prodotto in fase disciolta.

La tecnica prevede l'utilizzo di un prodotto reagente con proprietà detergenti che, una volta iniettato in falda, consente di solubilizzare la massa di idrocarburi adesa alla matrice solida e, quindi, il successivo recupero mediante estrazione con autospurgo. Tale tecnologia può essere applicata mediante operazioni puntuali e di breve durata, che consistono in un intervento di iniezione seguito, dopo un breve periodo di attesa affinché il prodotto abbia

effetto, dall'intervento di estrazione.

I reagenti saranno iniettati in pressione e in quantità limitate all'interno degli stessi piezometri utilizzati per il recupero del surnatante.

Trascorsi alcuni giorni dall'iniezione, si provvederà ad estrarre l'acqua di falda dai piezometri mediante autospurgo, al fine di recuperare la frazione degli idrocarburi che, per effetto del reagente iniettato, sarà passata in soluzione nelle acque di falda. Il quantitativo di acqua estratta in tale fase verrà avviato a smaltimento presso un idoneo impianto autorizzato.

10.4 Approfondimenti a supporto della progettazione definitiva

Tale intervento necessita dei seguenti approfondimenti:

- indagine geofisica come sopradescritta per definire l'area interessata dalla presenza del surnatante in prossimità del piezometro PZ15, interno allo Stabilimento OMA;
- rilievo aggiornato della presenza di surnatante e del relativo spessore.

11. BONIFICA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

11.1 Air Sparging e Soil Vapour Extraction

Come riportato nei capitoli precedenti, l'intervento di Air Sparging e Soil Vapour Extraction si pone l'obiettivo di abbattere le concentrazioni di composti organici volatili (VOC) presenti alla sorgente di contaminazione.

Questa tecnica di bonifica consiste nell'immissione di aria atmosferica direttamente nella zona satura, attraverso una serie di punti di insufflazione, al fine di consentire lo strippaggio dei contaminanti volatili disciolti nell'acqua (Air Sparging – AS). I vapori contaminati, migrando verso l'alto, vengono captati in corrispondenza della zona non satura del terreno, tramite una serie di punti di aspirazione di aria (Soil Vapor Extraction – SVE). Il moto di migrazione verso l'alto viene favorito dall'applicazione di una depressione in corrispondenza dei pozzi di aspirazione. In superficie i vapori estratti vengono trattati per rimuovere i contaminanti ed emessi in atmosfera.

Nel caso in esame, l'intervento è principalmente finalizzato a migliorare la longevità e l'efficacia della Zona Reattiva In Situ prevista a valle dello stabilimento, per il trattamento del plume di contaminazione. I pozzi di air sparging saranno completati esclusivamente nella prima falda; la seconda falda, grazie al ridotto gradiente piezometrico, determina un basso flusso di contaminanti in uscita e, pertanto, non risulta necessario un abbattimento delle concentrazioni alla sorgente. Al tempo stesso, l'abbattimento dei VOC presenti alla sorgente, sia nell'acquifero che nel mezzo non saturo, diminuirà la volatilizzazione dei vapori verso il piano campagna e, unitamente all'impermeabilizzazione delle superfici, consentirà di eliminare il rischio di esposizione alla contaminazione per inalazioni di vapori.

Data la complessità dei parametri che entrano in gioco del dimensionamento dell'intervento, la progettazione definitiva dell'impianto full-scale sarà preceduta dall'esecuzione di test pilota su un campo prove appositamente allestito.

Nell'attuale fase di progettazione preliminare, per quantificare in linea di massima l'entità dell'intervento full-scale sono stati assunti i parametri progettuali riportati in Tab. 11.1.

Tab. 11.1. Stima di massima dei parametri di progetto per l'intervento di AS+SVE.

PARAMETRO	U.M.	VALORE
Sistema di air sparging		
Soggiacenza minima della falda dal piano campagna	m da p.c.	6
Profondità di iniezione – pozzo A	m da p.c.	16
Profondità di iniezione – pozzo B	m da p.c.	26
Altezza delle finestrate	m	1
Raggio di influenza (ROI) dei pozzi	m	15
Distanza interasse dei pozzi	m	25
Portata di aria iniettata per postazione (pozzo A + pozzo B)	Nm ³ /h	35 + 35
Pressione di iniezione a boccapozzo (pozzo A / pozzo B)	barg	1,7 / 2,9
Superficie complessiva di intervento	m ²	25'700
Numero complessivo di postazioni (a due profondità)	-	46
Numero di settori /sub-aree	-	5
Numero massimo di postazioni per settore	-	10
Portata di aria iniettata per settore	Nm ³ /h	700
Sistema di ventilazione		
Profondità di aspirazione	m da p.c.	6
Altezza delle finestrate	m	4
Raggio di influenza (ROI)	m	15
Portata di aspirazione per pozzo	Nm ³ /h	100
Pressione di aspirazione a boccapozzo	barg	-0,10
Superficie complessiva di intervento	m ²	25'700
Numero complessivo di postazioni	-	84
Numero di settori /sub-aree	-	5
Portata di aspirazione per settore	Nm ³ /h	1'000
Numero minimo di postazioni per settore	-	18
Portata massima di aspirazione per pozzo	Nm ³ /h	56

11.1.1 Pozzi di Air Sparging

L'ubicazione di massima dei pozzi di AS, con i relativi raggi di influenza (ROI), è rappresentata in Tav. 11.1.

In via preliminare, per ciascun pozzo è stato ipotizzato un raggio di influenza $ROI = 15$ m. Il numero, la spaziatura e l'ubicazione dei pozzi sono stati definiti in modo che la parziale sovrapposizione dei ROI di progetto copra completamente la zona da trattare.

Le postazioni di AS saranno distribuite all'interno del sito secondo una maglia triangolare, mantenendo una distanza interasse tra i pozzi di 25 m. Per consentire una distribuzione regolare delle postazioni, esse dovranno essere eseguite una volta completata la demolizione delle strutture presenti.

Complessivamente saranno realizzate 46 postazioni di air sparging, ciascuna formata da una coppia di pozzi di iniezione, finestrati a due profondità in modo da ottenere una distribuzione più omogenea dell'aria lungo la verticale. Il pozzo A avrà una profondità di 16 m, il pozzo B di 26 m; entrambi saranno finestrati nell'ultimo metro di tubazione. In ciascun pozzo sarà iniettata una portata d'aria di $35 \text{ m}^3/\text{h}$ ($70 \text{ m}^3/\text{h}$ per postazione doppia).

I pozzi di AS saranno perforati a distruzione di nucleo con circolazione di acqua, utilizzando colonne di rivestimento di diametro minimo 178 mm. Essi saranno completati mediante la posa di una tubazione di HDPE diam. 4". Il tratto finestrato avrà lunghezza di 1 m e sarà posto al fondo della tubazione; il restante tratto sarà completato con tubazione cieca.

La presenza di ferro disciolto nelle acque sotterranee, in concentrazioni superiori a 10 mg/l , rappresenta un fattore importante da considerare in quanto la precipitazione di ossido di ferro potrebbe far diminuire, nel tempo, l'efficacia dei pozzi di immissione di aria. Sebbene in fase di caratterizzazione le concentrazioni di ferro disciolto siano sempre risultate inferiori a 10 mg/l , in fase di progettazione definitiva sarà opportuno tenere conto anche di questo aspetto, scegliendo materiali, diametri e apertura delle finestrature tali da garantire una superficie filtrante sufficientemente ampia.

La portata, il raggio di influenza, il numero, la spaziatura e la profondità dei pozzi saranno stabiliti in fase di progettazione definitiva, sulla base delle risultati della prova pilota. Tale prova permetterà di verificare anche l'effettiva necessità di prevedere due profondità di iniezione distinte.

11.1.2 Pozzi di Soil Vapour Extraction

L'ubicazione di massima dei pozzi di SVE è rappresentata in Tav. 11.1. Essi saranno distribuiti secondo una maglia romboidale, alternati rispetto ai pozzi di AS in modo da massimizzare la superficie di distribuzione dell'aria. Anch'essi dovranno essere eseguite una volta demolite le strutture presenti, in modo che tutte le aree siano completamente accessibili.

Complessivamente si prevede la realizzazione di 84 pozzi di SVE, avendo ipotizzato in via preliminare un raggio di influenza $ROI = 15$ m per ciascun pozzo. Il numero, la spaziatura e l'ubicazione dei pozzi sono stati definiti in modo che la parziale sovrapposizione dei ROI di progetto copra completamente la zona da trattare.

I pozzi di SVE raggiungeranno una profondità massima di 6 m dal p.c. e saranno perforati a distruzione di nucleo con circolazione di acqua, utilizzando colonne di rivestimento di diametro minimo 178 mm. Essi saranno completati mediante la posa di una tubazione di HDPE diam. 4". Il tratto finestrato sarà posto in corrispondenza del tratto non saturo, a partire da 2 m di profondità fino a fondo foro. Da ciascun pozzo sarà estratta una portata massima di $56 \text{ m}^3/\text{h}$.

La portata, il raggio di influenza, il numero, la spaziatura e la profondità dei pozzi saranno stabiliti in fase di progettazione definitiva, sulla base delle risultati della prova pilota.

Considerato l'elevato numero di pozzi di SVE, in fase di progettazione definitiva si valuterà anche la possibilità di realizzare un sistema di pozzi di estrazione orizzontali, posizionando tubazioni microfessurate in HDPE al fondo di trincee drenanti.

11.1.3 Rete di distribuzione e collettamento

I layout della rete di distribuzione dell'aria (impianto di AS) e della rete di collettamento dei vapori (impianto di SVE) sono rappresentati in Tav. 11.2 e 11.3.

Dall'impianto centralizzato di AS, l'aria compressa sarà inviata a 5 stazioni di regolazione attraverso altrettanti collettori (tubazioni "primarie"); da ciascuna stazione di regolazione l'aria sarà inviata ai pozzi di iniezione, attraverso tubazioni denominate "secondarie".

Per l'impianto di SVE, i vapori estratti dai pozzi di captazione saranno convogliati verso 5 stazioni di regolazione, tramite tubazioni denominate "secondarie"; da ciascuna delle stazioni di regolazione partirà un unico collettore (tubazione "primaria") che porterà i vapori alla centrale di estrazione.

Il collegamento delle tubazioni secondarie alle stazioni di regolazione sarà di tipo parallelo, al fine di ottimizzare le operazioni di regolazione di flusso dei singoli punti di captazione.

Per l'impianto di AS, il dimensionamento preliminare delle tubazioni primarie e secondarie è stato eseguito in modo da mantenere una velocità dell'aria inferiore a 20 m/s.

Per l'impianto di SVE, il dimensionamento è stato eseguito in modo da mantenere una velocità dell'aria inferiore a 10 m/s. Di regola, le stazioni di regolazione dovranno essere disposte in modo da avere il flusso della condensa equicorrente rispetto al flusso dell'aria. Se ciò non risultasse possibile, nei tratti dove il flusso della condensa procede controcorrente rispetto all'aria dovrà essere mantenuta una velocità inferiore a $5 \div 6$ m/s, per evitare il trascinamento dei liquidi.

Tutte le linee di distribuzione e collettamento dell'aria saranno posate in trincea, ad una profondità massima di 0,5 m dal piano campagna, e saranno interrato al di sotto del capping, per non interromperne la continuità.

11.1.4 Stazioni di regolazione

Secondo i layout riportati in Tav. 11.2 e 11.3, è prevista l'installazione di 5 stazioni di

regolazione, ciascuna delle quali servirà 9÷10 postazioni di AS (quindi 18÷20 pozzi) e 12÷23 pozzi di SVE. Ciascuna stazione sarà installata su skid metallici protetti da tettoia.

Per semplificare la gestione della rete, nelle stazioni di regolazione saranno posizionati gli organi di gestione e monitoraggio manuale dei singoli pozzi, mentre presso l'impianto centralizzato saranno posizionati gli organi di regolazione automatica.

Ogni linea secondaria sarà dotata di valvola di regolazione manuale della pressione (PCV), presa di campionamento e innesti per l'inserimento di una sonda anemometrica o di un manometro per la lettura delle portate e delle pressioni/depressioni. In ciascuna stazione di regolazione sarà presente un pannello di stream, che avrà la funzione di semplificare le operazioni di gestione e controllo. Agendo sul pannello sarà possibile misurare la depressione di ogni singolo pozzo.

Presso le stazioni di regolazione saranno alloggiati anche i separatori di condensa terminali delle linee di SVE, ciascuno dei quali sarà dotato di una linea di scarico. Le linee di scarico si inseriranno in una vasca di raccolta delle condense, dove verranno accentrate le funzioni di guardia idraulica. Il livello della vasca di raccolta delle condense verrà regolato da una pompa, che invierà i condensati alla vasca di stoccaggio installata presso l'impianto centralizzato.

11.1.5 Impianto centralizzato di compressione, aspirazione e trattamento

Il sistema sarà dotato di un impianto on-site centralizzato di compressione, aspirazione e trattamento dell'aria, con sistema automatico di regolazione e controllo. L'ubicazione dell'impianto è riportata in Tav. 11.2 e 11.3. Esso sarà installato su skid metallici e coperti dall'esterno, interdetto ai non addetti ai lavori e dotato di impianto elettrico idoneo per l'automazione e per l'uso anche in presenza di eventuali vapori di componenti organici volatili. Compressori e soffianti saranno installati entro cabine insonorizzati.

L'unità di compressione sarà formata da due o più compressori in parallelo per

l'insufflazione d'aria ai pozzi di AS, dimensionati per garantire le seguenti prestazioni:

- massima pressione dell'aria a testa pozzo: 2,9 barg
- portata d'aria iniettata per ciascun pozzo: 35 Nm³/h
- massimo numero di pozzi contemporaneamente serviti: 20
- massima portata d'aria iniettata: 700 Nm³/h

I compressori dovranno garantire una pressione di mandata pari ad almeno 4,5 barg, in accordo con il profilo di pressione illustrato in Fig. 11.1. L'aria compressa sarà deumidificata mediante essiccatore a refrigerazione prima di essere distribuita.

L'unità di estrazione dei vapori sarà formata da due o più soffianti in parallelo collegate ai pozzi di SVE, dimensionate per garantire le seguenti prestazioni:

- massima depressione a testa pozzo: 0,1 barg
- temperatura dei vapori estratti: 15° C
- massima portata d'aria estratta: 1'000 Nm³/h

Le soffianti dovranno garantire una depressione in aspirazione pari ad almeno -0,5 barg e una pressione di mandata pari a 0,5 barg, in accordo con il profilo di pressione di Fig. 11.2.

All'ingresso dell'impianto di estrazione, prima delle soffianti, sarà installato un sistema di deumidificazione dei vapori costituito da separatore di condensa primario, scambiatore di calore a fascio tubiero, gruppo frigorifero e separatore di condensa secondario.

I liquidi prodotti saranno inviati alla vasca di raccolta condense, con l'ausilio di un sistema di pompaggio dotato di un sistema automatico di avviamento/interruzione e di valvola di non ritorno. Alla temperatura e per le portate d'aria di progetto, con un'umidità relativa del 100% si stima una produzione di circa 300 L/giorno di condensa. Di conseguenza per la vasca di raccolta condense è stata considerata una capacità di 20 m³. Ogni 60 giorni di esercizio si provvederà allo svuotamento della vasca mediante autospurgo e all'invio a smaltimento delle condense.

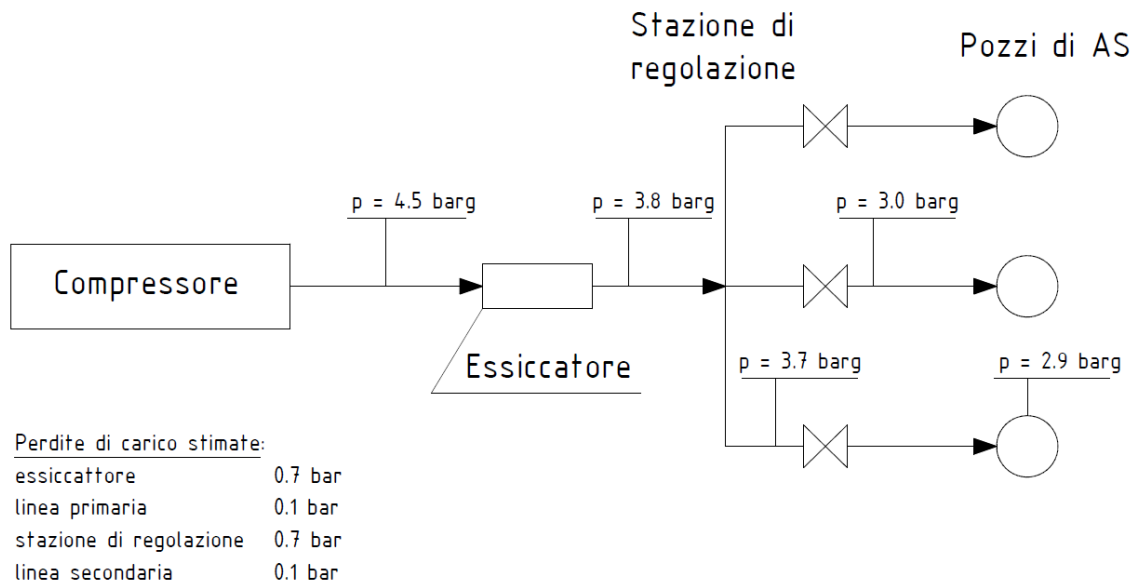


Fig. 11.1. Profilo di pressione dell'impianto di Air Sparging.

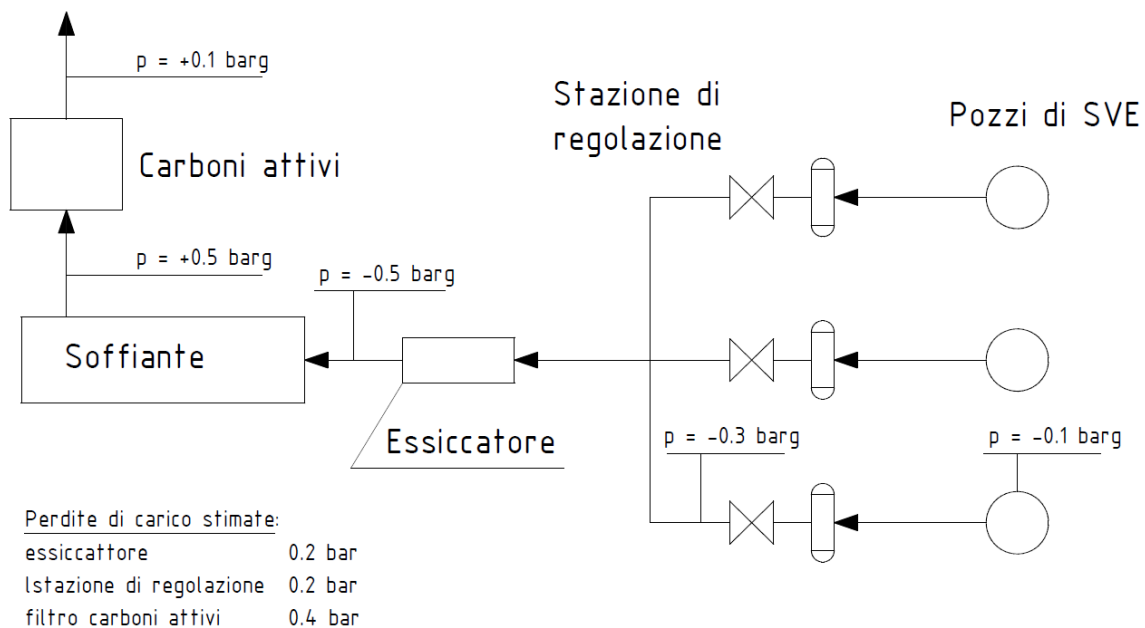


Fig. 11.2. Profilo di pressione dell'impianto di Soil Vapour Extraction

L'aria in uscita dalle soffianti sarà inviata ad un'unità di trattamento a carboni attivi e da qui emessa in atmosfera. Il quantitativo di carboni attivi è stato preliminarmente stimato sulla base delle concentrazioni medie di VOC misurate nei gas interstiziali e nelle acque sotterranee del sito.

Alla portata di progetto di 1'000 Nm³/h, il contenuto di VOC rimossi dal sottosuolo è stimato pari a circa 1,16 kg/h. Con un'efficienza di rimozione da parte dei carboni attivi pari al 10% (10 kg di inquinante trattenuto ogni 100 kg di carbone attivo), il quantitativo di carboni attivi esausti risultante dal trattamento continuativo dei vapori di venting per un periodo di 60 giorni è stato stimato di circa 16 t, corrispondente ad un volume del letto filtrante di 40 m³.

Su ogni linea primaria di immissione e di estrazione saranno installati valvole automatiche di regolazione, misuratori di portata e sensori di pressione collegati al sistema PLC-PC di controllo. Il quadro di comando, completo di variatori di frequenza per la regolazione delle portate e dotato di comunicatore GSM per il controllo in remoto, consentirà di provvedere alla gestione di tutte le unità che compongono l'impianto.

11.1.6 Esercizio dell'impianto e durata dell'intervento

Considerata l'estensione del sito, per ridurre le portate in gioco e conseguentemente le dimensioni dell'impianto, l'area di intervento è stata suddivisa in settori distinti, da trattare sequenzialmente in tempi diversi.

Nello specifico sono stati previsti 5 settori di air sparging, corrispondenti alle cinque stazioni di regolazione, ciascuno dotato di 9÷10 pozzi di immissione, per una portata totale massima di 700 Nm³/h. Contemporaneamente ai pozzi di AS saranno messi in funzione i pozzi di SVE presenti nell'intorno del settore attivo, estraendo una portata d'aria complessiva di 1'000 Nm³/h, ripartita uniformemente nei diversi punti.

Ciascun settore sarà mantenuto attivo per un periodo di 2 mesi, trascorsi i quali sarà acceso

il settore successivo. Terminato il periodo di esercizio del 5° e ultimo settore, si riprenderà dal primo, e così via fino a che non saranno eseguiti almeno 3 cicli di trattamento per ciascun settore. Complessivamente, quindi, l'intervento avrà una durata di almeno 30 mesi.

Nella fase di esercizio saranno effettuati periodici interventi di controllo e manutenzione degli impianti e delle attrezzature, per verificarne il corretto funzionamento e garantire eventuali azioni correttive.

L'esercizio dell'impianto potrà essere eventualmente prolungato o abbreviato in funzione dei risultati ottenuti sulle acque sotterranee e del trend di concentrazione rilevato nei vapori estratti. Per consentire tali valutazioni si dovrà garantire una continua azione di monitoraggio delle tendenze in atto.

11.1.7 Opere accessorie

Per la realizzazione e l'esercizio dell'impianto sono previste le seguenti opere accessorie:

- allacciamento alla rete elettrica (potenza prevista 90 kW, 380 V) per l'alimentazione dell'impianto, utilizzando la cabina di trasformazione già presente presso lo stabilimento;
- scavo di trincee per la posa delle tubazioni dei cavidotti interrati, e successivo reinterro con lo stesso materiale di risulta;
- formazione di basamenti in calcestruzzo armato su cui fondare l'impianto centralizzato e le stazioni di regolazione;
- posa di recinzione in rete metallica con cancello carrabile
- installazione di impianto antifurto e di videosorveglianza contro tentativi di effrazione, con centralina di controllo dotata di comunicatore GSM per il controllo in remoto, installata in armadio da esterni, e sirena di allarme
- smontaggio dell'impianto al termine del periodo di esercizio.

11.1.8 Piezometri di monitoraggio

Per il monitoraggio dell'intervento potranno essere utilizzati gli stessi piezometri realizzati in fase di caratterizzazione, che saranno conservati e sopraelevati rispetto al capping. In fase di progettazione definitiva si stabiliranno il numero e l'ubicazione dei piezometri da conservare.

11.2 In Situ Reactive Zone per il trattamento del plume

Come riportato nei capitoli precedenti, l'intervento di In Situ Reactive Zone (IRZ) Extraction si pone come obiettivo il trattamento delle acque sotterranee in uscita dallo stabilimento, mediante l'iniezione in falda di un reagente a base di carbone attivo micrometrico e nutrienti a rilascio controllato. Questo consentirà di immobilizzare per adsorbimento i contaminanti organici presenti, accelerandone al tempo stesso i processi di biodegradazione.

Il reagente sarà distribuito in corrispondenza sia della prima che della seconda falda, mediante la realizzazione di una serie di postazioni di iniezione allineate ortogonalmente alla direzione di deflusso, lungo il perimetro di valle del sito. Obiettivo dell'intervento è il raggiungimento delle CSC nelle acque sotterranee a valle della zona reattiva.

Data la complessità dei parametri che entrano in gioco del dimensionamento dell'intervento, la progettazione definitiva dell'impianto full-scale sarà preceduta dall'esecuzione di test pilota su un campo prove appositamente allestito.

Nell'attuale fase di progettazione preliminare, per quantificare in linea di massima l'entità dell'intervento full-scale sono stati assunti i parametri progettuali riportati in Tab. 11.2.

Tab. 11.2. Stima di massima dei parametri di progetto per l'intervento di IRZ.

DOSAGGIO DEL MEZZO ADSORBENTE			
1. Geometria della zona di trattamento	U.M.	Falda Superficiale	Falda Profonda
Ampiezza (ortogonale al deflusso)	m	230	230
Spessore (parallelo al deflusso)	m	6.5	6.5
Top della zona di trattamento (soggiacenza minima della falda)	m	6	36.5
Bottom della zona di trattamento (profondità base dell'acquifero)	m	26	56.5
Altezza della zona di trattamento	m	20	20
Sezione ortogonale al deflusso	m ²	4'600	4'600
Volume della zona di trattamento	m ³	29'900	29'900
Massa di terreno nella zona di trattamento	ton	53'820	53'820
Total Pore Volume (volume x porosità totale)	m ³	8'970	8'970
Effective Pore Volume (volume x porosità efficace)	m ³	7'475	7'475
2. Dosaggio del mezzo adsorbente	U.M.	Falda Superficiale	Falda Profonda
Massa di mezzo adsorbente	kg	87'000	87'000
Massa di adsorbente rispetto alla massa di terreno nella zona di trattamento	g/kg	1.60	1.60
Concentrazione di adsorbente in falda	g/L	11.6	11.6
Massa di mezzo adsorbente per unità di volume	kg/m ³	2.91	2.91
3. Preparazione della sospensione	U.M.	Falda Superficiale	Falda Profonda
Concentrazione della sospensione	%	15	15
Densità della sospensione	kg/dm ³	1.0	1.0
Volume totale di sospensione da iniettare	m ³	570	570
3. Modalità di iniezione	U.M.	Falda Superficiale	Falda Profonda
Numero dei punti di iniezione	-	75	75
Massa di reagente per punto di iniezione	Kg	1'160	1'160
Volume di sospensione per punto di iniezione	L	7'600	7'600
Numero di valvole di iniezione per punto	-	20	20
Massa di reagente per valvola di iniezione	kg	58	58
Volume di sospensione per valvola di iniezione	L	380	380

11.2.1 Configurazione della Zona Reattiva

La configurazione di progetto della IRZ è rappresentata in Tav. 11.4. Essa è formata da una serie di postazioni permanenti di iniezione, distribuite secondo una spaziatura di 6 m lungo due allineamenti ravvicinati e ortogonali alla direzione di deflusso, alternando i punti in modo da avere un interasse effettivo di circa 3 m, pari a 1,5 volte il raggio di influenza stimato per questa tipologia di materiali. Questo aspetto potrà essere verificato e modificato in fase di progettazione definitiva, sulla base dei risultati del test pilota.

Complessivamente si prevede quindi di realizzare 75 postazioni di iniezione, suddivise nei due allineamenti. Ciascuna postazione raggiungerà la base dell'acquifero, per una profondità stimata di 56,5 m dal p.c., e consentirà di distribuire omogeneamente il prodotto lungo la verticale, mediante una serie di valvole di iniezione posizionate ogni metro lungo tutto lo spessore saturo della prima e della seconda falda.

11.2.2 Dosaggio del reagente

Il quantitativo ottimale di reagente da dosare in falda è stato preliminarmente definito sulla base del dosaggio consigliato dal produttore, in funzione delle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero e dei contaminanti presenti. Tale dosaggio, espresso in massa di adsorbente rispetto alla massa di terreno nella zona di trattamento, è pari a 1,6 g/kg sia per la falda superficiale che per la falda profonda.

Tenuto conto delle dimensioni della zona di trattamento, il quantitativo di reagente da iniettare risulta pari a 87'000 kg per la falda superficiale e a 87'000 kg per la falda profonda, distribuiti omogeneamente nei diversi punti di iniezione e lungo lo spessore saturo. In fase di progettazione definitiva, si potrà valutare l'opportunità di adottare un dosaggio di reagente variabile in funzione delle concentrazioni presenti nei diversi settori della zona reattiva.

11.2.3 Valutazione della longevità del reagente

Sulla base del dosaggio assunto e del flusso di contaminanti in ingresso, si è quindi provveduto a calcolare il tempo di esaurimento del mezzo, in modo da verificare la longevità della zona reattiva in situ. Tale stima è stata condotta a partire dalle concentrazioni medie di inquinanti rilevate nei piezometri a valle dello stabilimento OMA (PZ17, PZ21, PZ22, PZ23). Ai fini della stima sono stati cautelativamente trascurati gli effetti di eventuali fenomeni di biodegradazione.

La stima del tempo di esaurimento del reagente è stata condotta assumendo una capacità di adsorbimento da parte del prodotto pari al 0,4% (4 g di inquinante trattenuto per 1 kg di reagente iniettato), sulla base delle indicazioni del produttore.. Come riportato in Tab. 11.3, sulla base delle ipotesi assunte il tempo di esaurimento della capacità adsorbente può essere stimato di oltre 1'500 anni per la falda profonda e di appena 7 anni per la falda superficiale. Ciò è dovuto ai differenti valori di gradiente piezometrico e conducibilità idraulica dei due livelli acquiferi, che determina una differenza di due ordini di grandezza nella velocità di flusso e, di conseguenza, nel flusso di inquinanti in uscita.

Il risultato ottenuto sulla falda superficiale chiaramente la necessità di interventi sulla sorgente di contaminazione, per ridurre le concentrazioni in arrivo alla zona reattiva. Il maggiore contributo all'esaurimento del reagente è dato dagli idrocarburi totali. Se si eliminasse anche solo questa tipologia di inquinanti, facilmente degradabili nelle condizioni aerobiche determinate dall'air sparging, la longevità della zona reattiva salirebbe a 18 anni. Più in generale, se con gli interventi sulla sorgente si riducessero del 90% le concentrazioni in uscita dal sito, la longevità della zona reattiva sarebbe di oltre 70 anni e quindi del tutto sufficiente a garantire il raggiungimento degli obiettivi di bonifica nel lungo periodo.

Tab. 11.3. Valutazione del dosaggio e della longevità del mezzo adsorbente.

DOSAGGIO DEL MEZZO ADSORBENTE			
1. Geometria della zona di trattamento	U.M.	Falda Superficiale	Falda Profonda
Ampiezza (ortogonale al deflusso)	m	230	230
Spessore (parallelo al deflusso)	m	6.5	6.5
Top della zona di trattamento (soggiacenza minima della falda)	m	6	36.5
Bottom della zona di trattamento (profondità base dell'acquifero)	m	26	56.5
Altezza della zona di trattamento	m	20	20
Sezione ortogonale al deflusso	m ²	4'600	4'600
Volume della zona di trattamento	m ³	29'900	29'900
Massa di terreno nella zona di trattamento	ton	53'820	53'820
Total Pore Volume (volume x porosità totale)	m ³	8'970	8'970
Effective Pore Volume (volume x porosità efficace)	m ³	7'475	7'475
2. Caratteristiche idrogeologiche del sito	U.M.	Falda Superficiale	Falda Profonda
Porosità totale	-	0.30	0.30
Porosità efficace	-	0.25	0.25
Densità del mezzo saturo	kg/dm ³	1.8	1.8
Conducibilità idraulica media	m/s	5.90E-04	1.85E-05
Gradiente idraulico	m/m	0.011	0.0014
Velocità di Darcy	m/s	6.49E-06	2.59E-08
	m/y	205	0.82
Velocità effettiva di deflusso	m/s	2.60E-05	1.04E-07
	m/y	819	3.3
Portata d'acqua attraverso la zona di trattamento	m ³ /y	941'500	3'800
3. Dosaggio del mezzo adsorbente		Falda Superficiale	Falda Profonda
Massa di mezzo adsorbente	kg	87'000	87'000
Massa di adsorbente rispetto alla massa di terreno nella zona di trattamento	g/kg	1.60	1.60
Concentrazione di adsorbente in falda	g/L	11.6	11.6
Massa di mezzo adsorbente per unità di volume	kg/m ³	2.91	2.91

4. Concentrazioni di contaminanti da trattare		Falda Superficiale	Falda Profonda
<u>Concentrazione di contaminanti organici in falda</u>	U.M.	C.media	C.media
- Idrocarburi totali	µg/l	29.9	35.0
- Sommatoria aromatici	µg/l	1.11	1.60
- Sommatoria alifatici clorurati e alogenati	µg/l	4.34	3.24
- Altri VOC	µg/l	4.11	8.63
- Sommatoria policiclici aromatici	µg/l	0.52	0.94
- Sommatoria cloro- e nitrobenzeni	µg/l	10.2	9.15
5. Longevità del mezzo adsorbente		Falda Superficiale	Falda Profonda
<u>Contaminante trattenuto sul mezzo adsorbente</u>			
- Idrocarburi totali	kg/y	28.1	0.133
- Sommatoria aromatici	kg/y	1.04	0.006
- Sommatoria alifatici clorurati e alogenati	kg/y	4.08	0.012
- Altri VOC	kg/y	3.87	0.033
- Sommatoria policiclici aromatici	kg/y	0.49	0.004
- Sommatoria cloro- e nitrobenzeni	kg/y	9.59	0.035
Contaminante trattenuto, totale	kg/y	47.2	0.223
Contaminante trattenuto, senza idrocarburi	kg/y	19.1	0.090
Capacità di adsorbimento	g/kg	4	4
Tempo di esaurimento della capacità adsorbente	y	7.4	1'564
Tempo di esaurimento, senza idrocarburi	y	18	3'888

11.2.4 Postazioni permanenti di iniezione

È prevista l'installazione di postazioni di iniezione permanenti, che permettono l'iniezione di miscele reagenti ad alta pressione, allo scopo di massimizzare il raggio di influenza. Le iniezioni possono essere ripetute nel tempo, consentendo di operare secondo fase successive di intervento.

Esse saranno installate entro sondaggi perforati a distruzione di nucleo con circolazione di acqua e utilizzando colonne di rivestimento di diametro 127/152 mm.

Ciascuna postazione sarà dotata di apposite valvole di iniezione, in grado di aprirsi durante la fase di iniezione e chiudersi al termine, posizionate ogni metro di spessore saturo di

entrambe le falde intercettate (prima e seconda falda). L'intercapedine perforo/tubazione verrà quindi cementato per garantire che, durante l'iniezione, i reagenti iniettati non trovino vie preferenziali di risalita, ma possano solo entrare nelle formazioni naturali. A tale scopo, in corrispondenza delle valvole di non ritorno verranno posizionati una serie di manicotti appositamente realizzati per facilitare la fratturazione della boiaccia cementizia e l'iniezione della miscela.

11.2.5 Iniezione dei reagenti

Le iniezioni saranno avviate quando saranno trascorse almeno due settimane dal completamento delle postazioni. Si procederà innanzitutto con la preparazione della miscela, diluendo i reagenti in acqua fino al raggiungimento della concentrazione desiderata. L'acqua necessaria potrà essere prelevata dalla stessa falda, utilizzando i piezometri di monitoraggio.

La sospensione così ottenuta sarà iniettata in falda mediante pompa a pistone o a diaframma, in grado di erogare una portata di almeno 30 l/min ad una pressione di 1'000 psi (circa 70 bar).

Entro ciascuna postazione di iniezione sarà somministrato un uguale quantitativo di reagente, da distribuire omogeneamente lungo la verticale, secondo il dosaggio definito per le due falde intercettate.

11.2.6 Piezometri di monitoraggio

Il monitoraggio delle concentrazioni nelle aree a valle della zona reattiva sarà eseguito in corrispondenza di n. 4 cluster di piezometri di nuova realizzazione. Altri n. 4 piezometri saranno utilizzati per valutare le concentrazioni all'interno della zona reattiva, di cui tre esistenti (PZ21, PZ22, PZ23) e uno di nuova realizzazione.

I nuovi cluster saranno eseguiti a doppia profondità: il piezometro superficiale avrà una profondità di 24 m dal p.c. e consentirà di monitorare la falda superficiale; il piezometro profondo avrà una profondità di 50 m dal p.c. e consentirà di monitorare la falda profonda.

11.3 Approfondimenti a supporto della progettazione definitiva

La progettazione definitiva degli interventi di bonifica delle acque sotterranee necessita dei seguenti approfondimenti:

- due nuove campagne di monitoraggio delle acque sotterranee, eseguita sui piezometri presenti all'interno e immediatamente a valle dello Stabilimento OMA, per fornire un quadro aggiornato della contaminazione e della piezometria;
- una prova pilota di Air Sparging e Soil Vapour Extraction, eseguita su un campo pilota appositamente allestito all'interno dello stabilimento, per definire parametri progettuali fondamentali quali portata, raggio di influenza, spaziatura e profondità dei pozzi;
- una prova pilota di In Situ Reactive Zone, eseguita su un campo pilota appositamente allestito a valle dello stabilimento, per verificare le assunzioni progettuali in termini di dosaggio del prodotto, raggio di influenza, spaziatura e profondità delle postazioni di iniezione;
- esecuzione di 2 prove di emungimento su altrettanti cluster di piezometri, con messa in pompaggio del piezometro P e monitorando le variazioni di livello nei piezometri S e M;
- slug test su un numero elevato di piezometri, per definire con maggiore precisione la conducibilità idraulica dell'acquifero;
- indagine geofisica per la verifica del modello idrogeologico e la ricerca del setto di separazione fra la falda superficiale e la falda profonda.

11.3.1 Prova pilota di Air Sparging e Soil Vapor Extraction

I pozzi utilizzati per le prove pilota dovranno essere ubicati in aree con concentrazioni moderate di contaminanti, in modo da evitare che, da un alto, la prova fornisca dati insufficienti o, dall'altro, possa determinare una migrazione incontrollata dei contaminanti.

E' in ogni caso opportuno che il campo prova sia allestito in prossimità di uno dei cluster di piezometri già esistenti, che potrà essere utilizzato per valutare gli effetti del sistema a diverse profondità.

L'impianto pilota di AS+SVE dovrà essere dotato di n. 2 postazioni di iniezione ravvicinate, finestrate sotto la tavola d'acqua a diversa profondità, n. 3 piezometri di monitoraggio ubicati nell'intorno del punto di iniezione e n. 3 pozzi di captazione dei vapori, finestrati nella zona vadosa.

I sondaggi dovranno essere eseguite a carotaggio continuo per l'intera profondità. In fase di perforazioni e di redazione delle stratigrafie si dovrà prestare particolare cura nel rilevare e segnalare eventuali livelli cementati o con abbondante matrice limoso-argillosa che potrebbero costituire il setto di separazione fra la falda superficiale e quella profonda (non evidenziato dalle precedenti indagini).

All'attivazione dell'impianto pilota saranno condotte delle prove a gradini di portata, prima per il solo sistema di Air Sparging e poi per il solo sistema di SVE. Le prove di AS dovranno essere ripetute attivando prima i due pozzi singolarmente e poi contemporaneamente.

Terminate le prove a gradini e stabilite la portata di aria da iniettare, la pressione di iniezione e la depressione da applicarsi nei punti di estrazione, sarà eseguita una prova di lunga durata mantenendo in funzione l'impianto pilota di AS+SVE per un periodo di circa 2 mesi. Sui piezometri di monitoraggio i controlli analitici delle acque sotterranee saranno eseguiti a cadenza quindicinale (all'inizio della prova e dopo 15, 30, 45 e 60 giorni).

11.3.2 Prova pilota di In Situ Reactive Zone

La prova pilota consisterà nell'esecuzione di un tratto di zona reattiva di lunghezza pari a 15÷20 m, mediante l'iniezione di reagente adsorbente in 5÷7 postazioni di iniezione. In questo modo, di fatto la prova pilota costituirà una prima fase dell'intervento full-scale. Qualora il dosaggio di prodotto risulti confermato, nel successivo intervento full-scale non sarà necessario eseguire altre attività sui punti di iniezione già eseguiti. È in ogni caso opportuno che il campo prova sia allestito in prossimità di uno dei cluster di piezometri già esistenti, che potrà essere utilizzato per valutare gli effetti del sistema a diverse profondità.

Oltre alle postazioni di iniezione, per il monitoraggio dell'intervento dovrà essere realizzato almeno un cluster di piezometri ad una distanza di 3÷6 m a valle dei punti di iniezione, per verificare il raggiungimento delle concentrazioni obiettivo. Il nuovo cluster sarà eseguito a doppia profondità: il piezometro superficiale avrà una profondità di 24 m dal p.c. e consentirà di monitorare la falda superficiale; il piezometro profondo avrà una profondità di 50 m dal p.c. e consentirà di monitorare la falda profonda.

I sondaggi dovranno essere eseguite a carotaggio continuo per l'intera profondità. In fase di perforazioni e di redazione delle stratigrafie si dovrà prestare particolare cura nel rilevare e segnalare eventuali livelli cementati o con abbondante matrice limoso-argillosa che potrebbero costituire il setto di separazione fra la falda superficiale e quella profonda (non evidenziato dalle precedenti indagini).

Sui piezometri di monitoraggio saranno eseguiti controlli analitici delle acque sotterranee a cadenza quindicinale (prima delle iniezioni e dopo 15, 30, 45 e 60 giorni).

12. PIANO DI MONITORAGGIO

12.1 Monitoraggio delle acque sotterranee

Una volta completata la Zona Reattiva In Situ e avviato l'impianto di Air Sparging + SVE, per verificare l'andamento della bonifica dovrà essere disposto un dettagliato programma di monitoraggio: a tale scopo potrà essere utilizzata una parte dei piezometri già presenti all'interno e lungo il perimetro del sito, oltre ai n. 5 nuovi cluster a doppia profondità previsti nel presente progetto (vedasi par. 11.2.6). In via preliminare, si può prevedere di eseguire controlli mensili su n. 5 cluster di piezometri e bimestrali su altri 5 cluster, con il prelievo di campioni sui piezometri S, M e P, per un periodo di 3 anni.

Trascorso tale periodo, occorrerà poi avviare un piano di monitoraggio delle aree esterne, in modo da verificare l'efficacia dell'intervento sulle aree a valle, per un periodo di tempo di almeno 5 anni. In via assolutamente preliminare, si può prevedere una frequenza semestrale nei primi due anni e annuale nei successivi tre. Ciascuna campagna potrà essere estesa ad un numero limitato di piezometri, da selezionare fra quelli disponibili. In via preliminare si prevede di eseguire il monitoraggio su 10 cluster, con il prelievo di 20 campioni (piezometri M e P).

Le modalità di campionamento dovranno essere conformi ai criteri indicati nell'allegato 2 al titolo V della parte quarta del D.Lgs. 152/06. Sui campioni di acque sotterranee saranno ricercati i parametri di seguito elencati, che comprendono i contaminanti caratteristici del sito: parametri chimico-fisici in situ, metalli, azoto ammoniacale, idrocarburi totali, idrocarburi aromatici, idrocarburi alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni, cloro- e nitrobenzeni, fenoli e clorofenoli, PCB, PCDD-PCDF (quest'ultimo solo sul 10% dei campioni).

12.2 Monitoraggio dei gas interstiziali

Sulla discarica OMA, a seguito della messa in opera della copertura, dovranno essere eseguiti monitoraggi volti a verificare le concentrazioni dei VOC in ingresso ed in uscita dal filtro. Qualora le concentrazioni di VOC mostrassero un trend crescente con valori significativamente prossimi alle tensioni di vapore, potrà essere valutata l'opportunità di adottare un sistema di estrazione attivo.

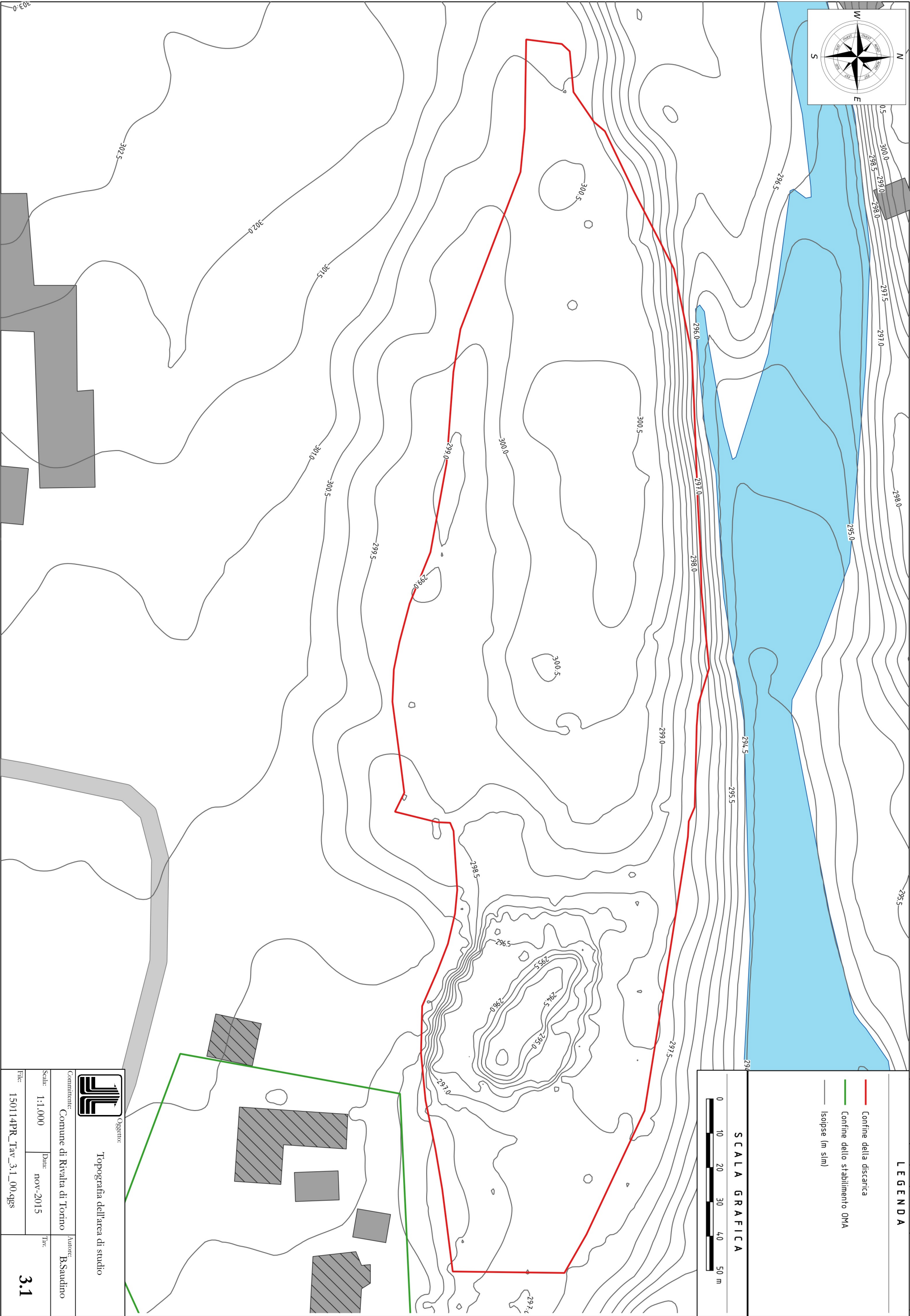
In via preliminare, si può prevedere di eseguire controlli trimestrali nel primo anno e semestrali dal 2° al 5° anno.

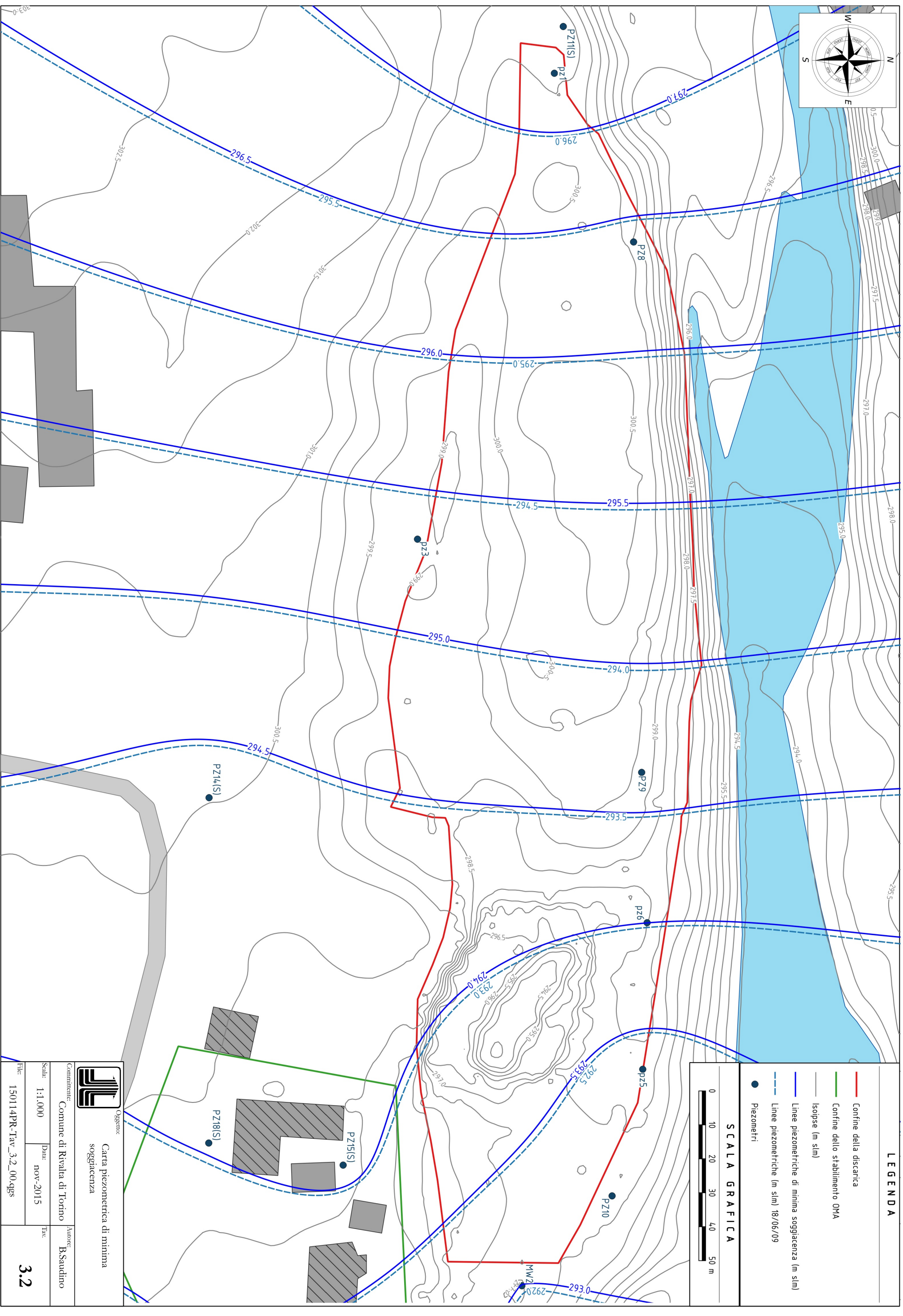
Le misurazioni saranno eseguite mediante analizzatore portatile in corrispondenza dei punti di recapito dei due collettori installati, a monte e a valle dei sistemi di filtrazione.

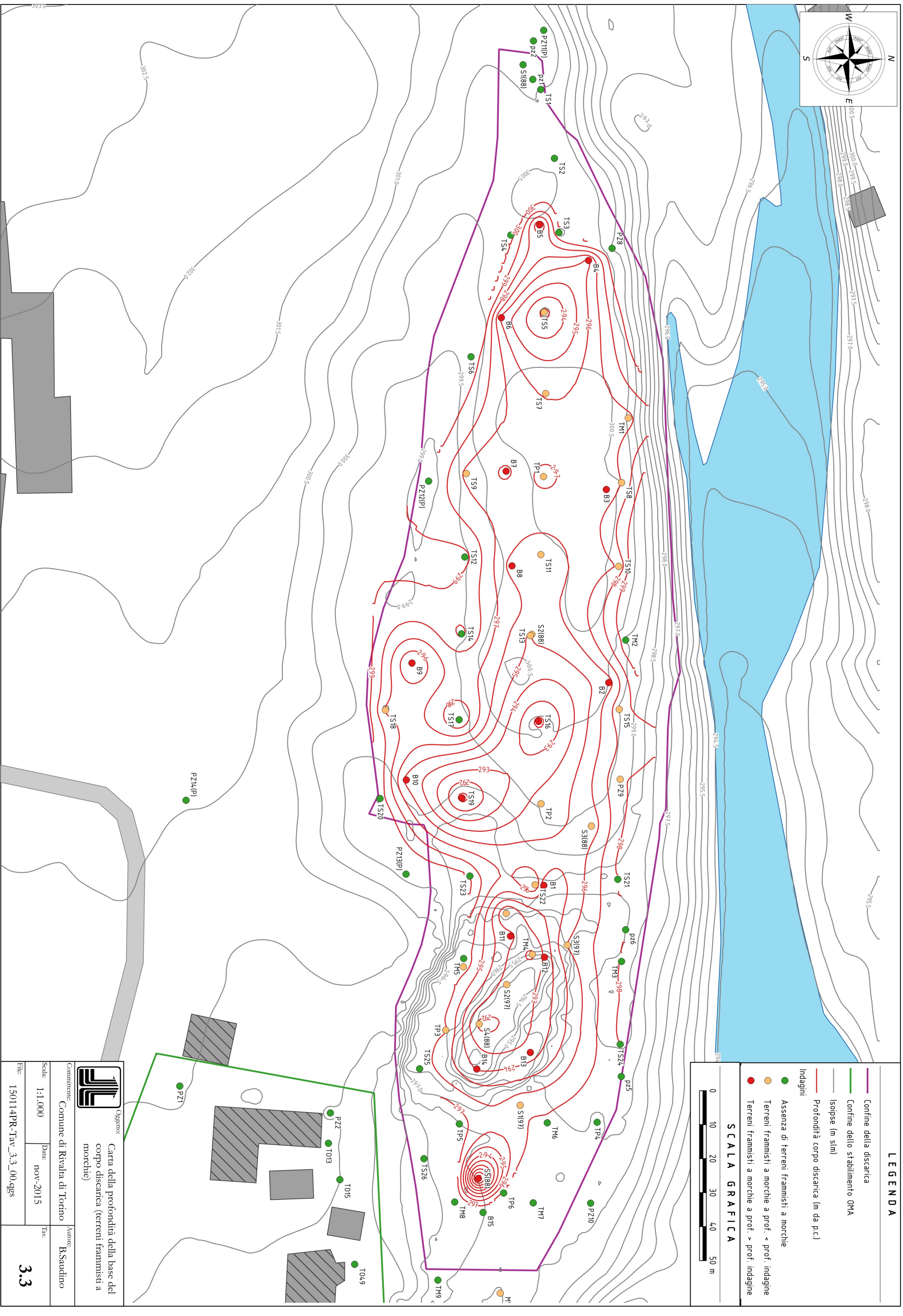
Torino, 30 novembre 2015

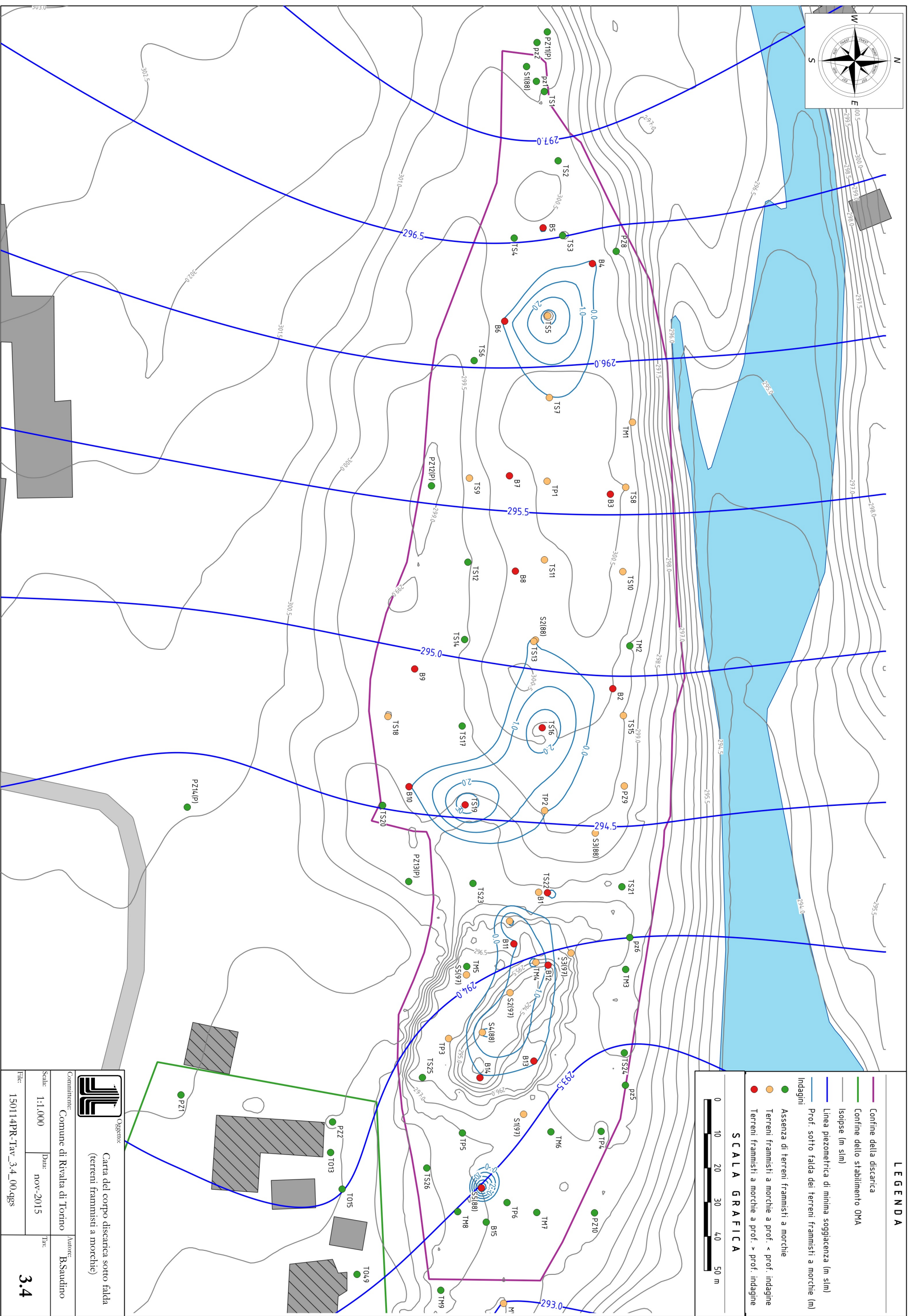
ALLEGATO 1

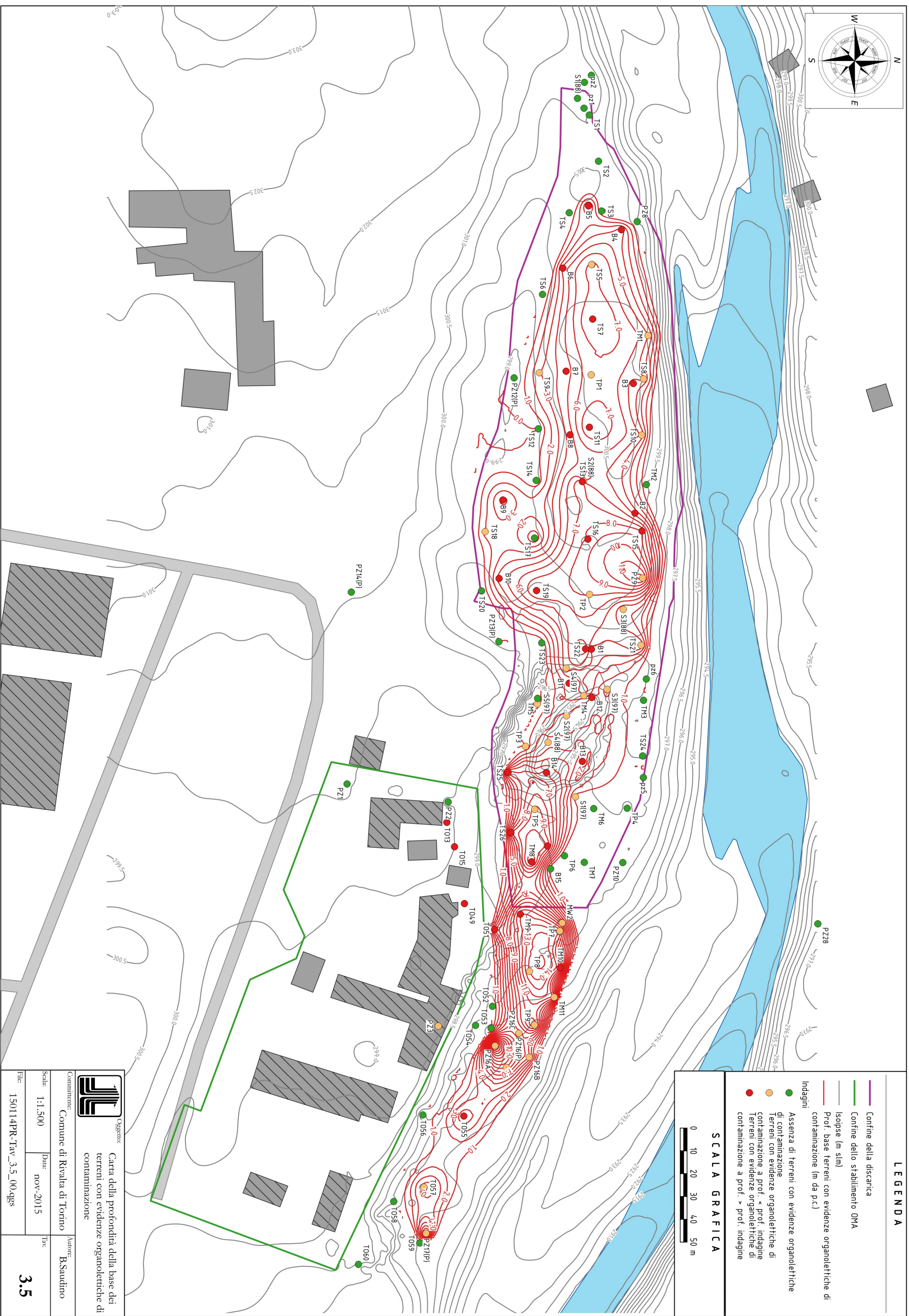
Tavole grafiche.

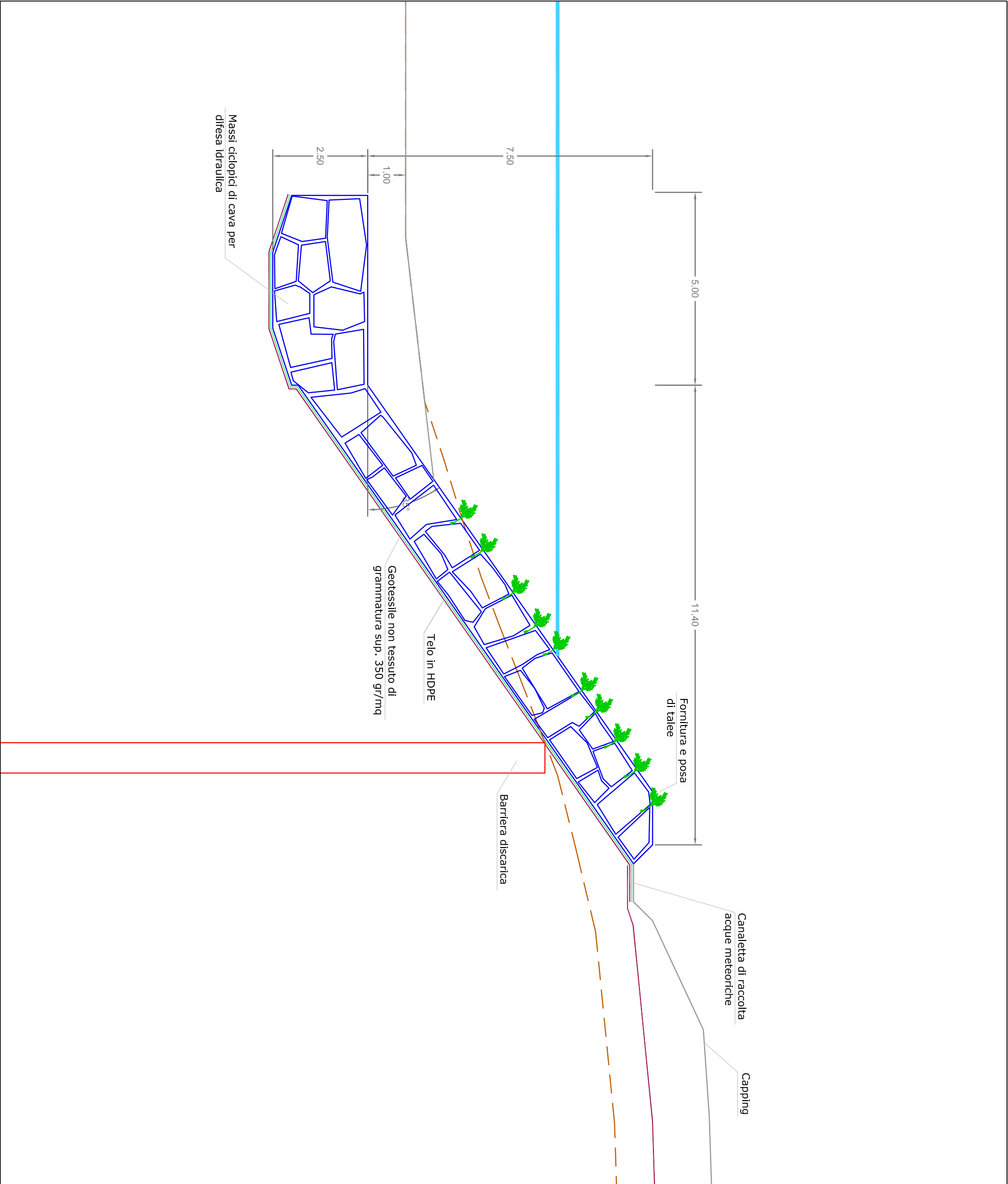
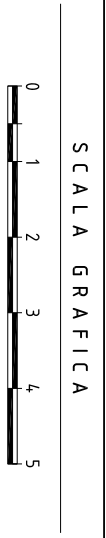





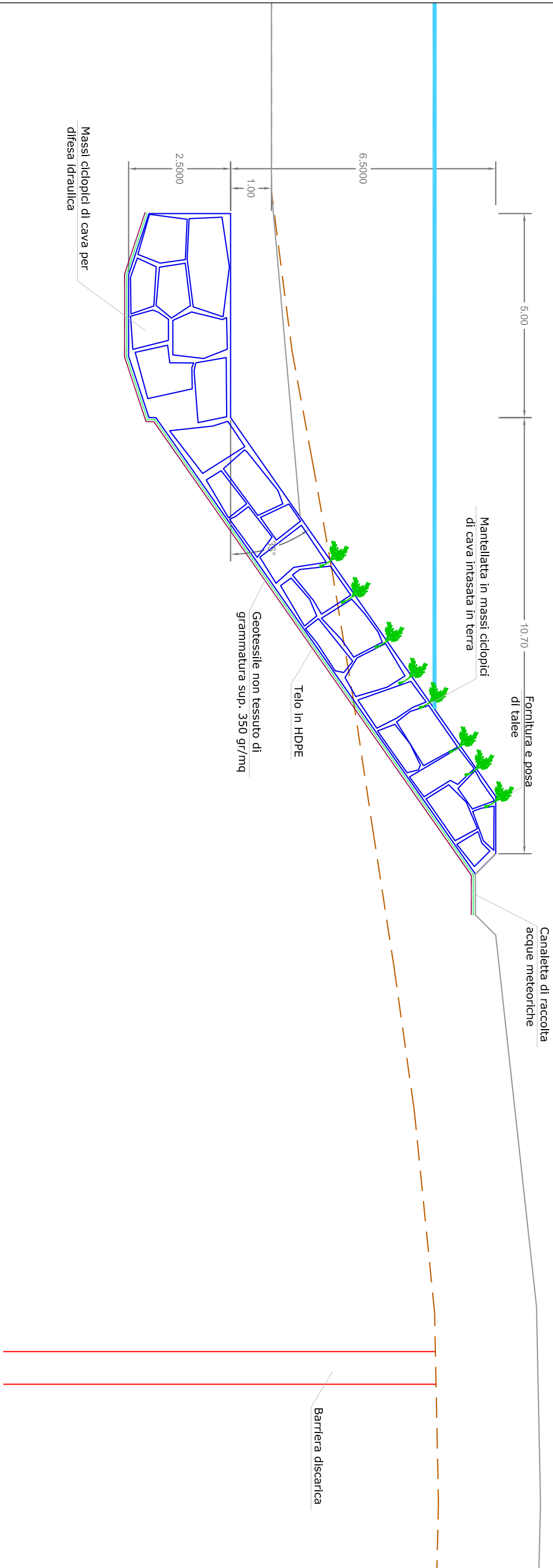
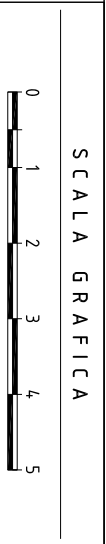





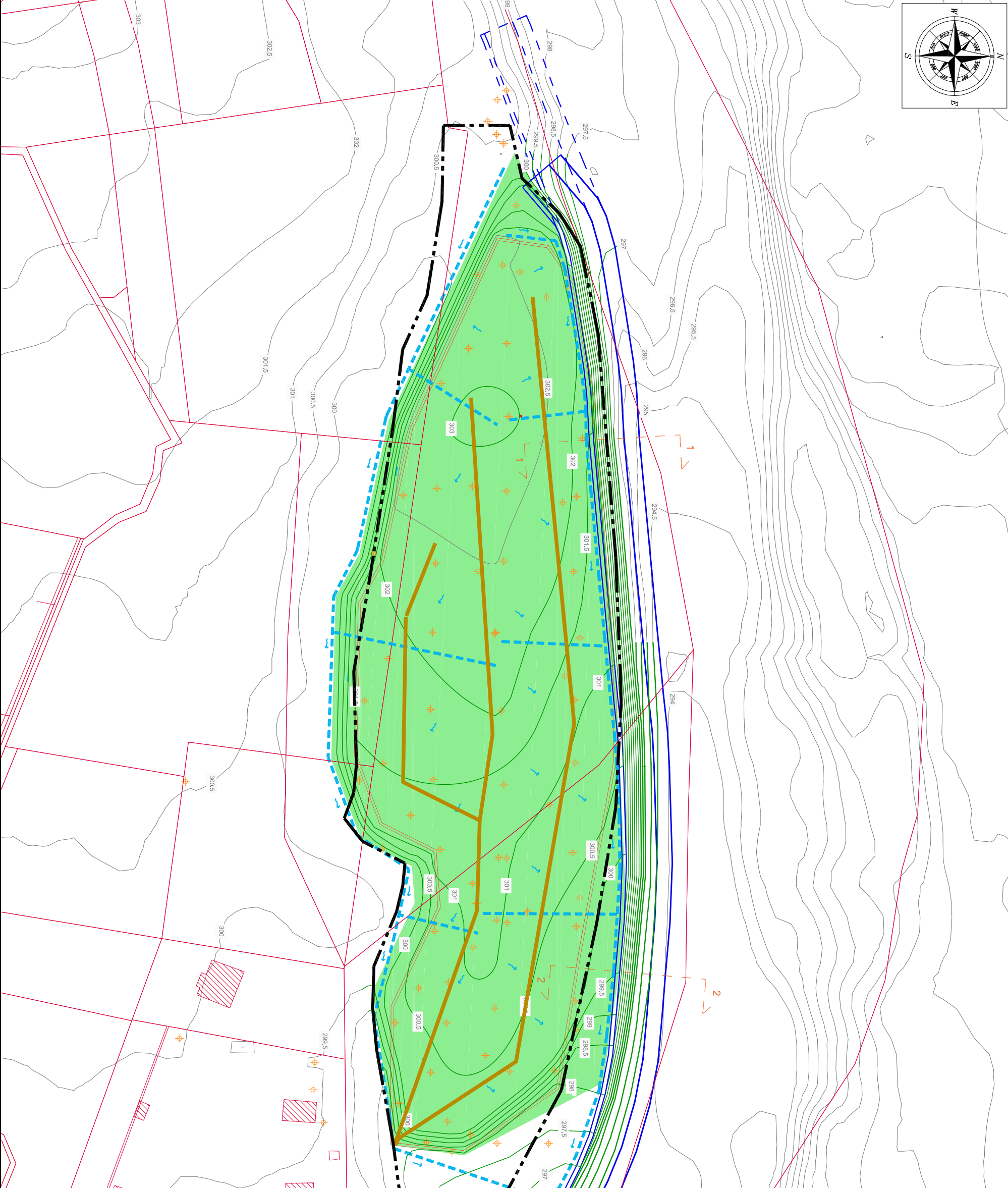
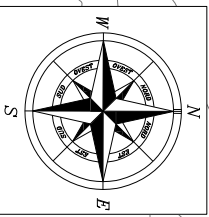




<div>Oggetto</div> <div>Difesa spondale in progetto -Sezione 1 (traccia in Tav. 7.1).</div>		
<div></div>		
Committente		Autore
Comune di Rivalta di Torino		Vari
Scale	Date	Tav.
1:100	nov-2015	
File:	6.1	
15014PR-B-Tav6.1-6.27.1_00.dwg		



<div><div></div><div>Oggetto:</div></div> <div>Difesa spondale in progetto - Sezione 2 (traccia in Tav. 7.1).</div>			Autore: Vari	
Committente: Comune di Rivalta di Torino		Date: nov-2015	Tav. 6.2	
Scale: 1:100		File: 15014PR-B-Tav6.1-6.2-7.1_00.dwg		



LEGENDA

- Piezometri e sondaggi
- Capping discarica OMA
- Isolpe (m s.l.m.)
- Recinzione della discarica
- Catastrale
- Difesa spondale in progetto di 355 m con sezioni di riferimento
- Eventuale estensione di circa 50 m della difesa spondale da valutare nel progetto definitivo
- Canalette di raccolta acque meteoriche (con direzione di deflusso)
- Diaframma in progetto
- Collettori vapori

SCALA GRAFICA



Oggetto:

Planimetria difesa spondale in progetto e regimazione delle acque superficiali della discarica

Comittente:

Comune di Rivalta di Torino

Autore:

Vari

Scala:

1:1250

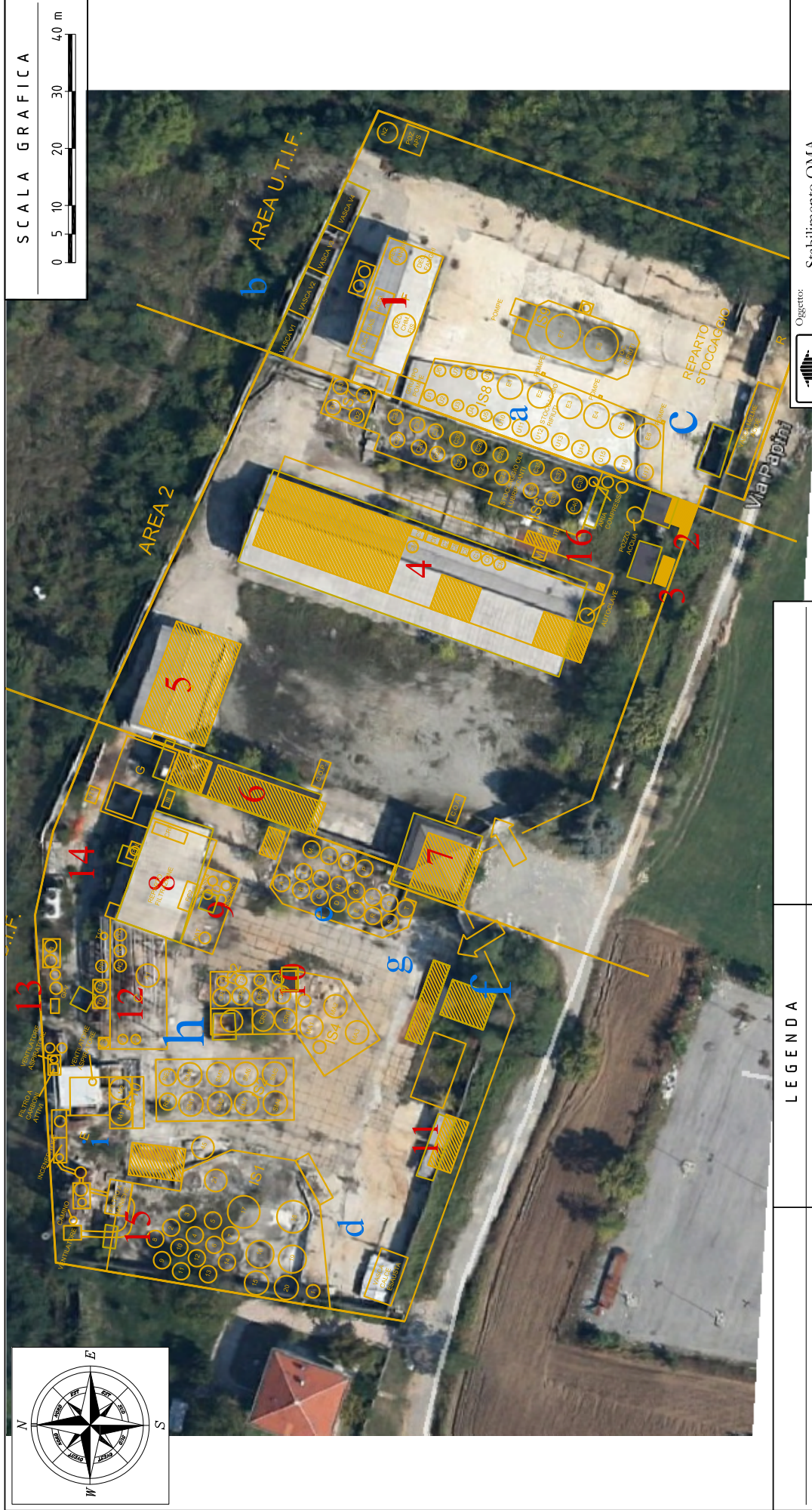
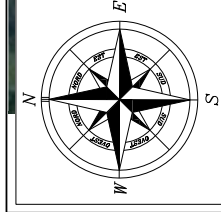
Data:

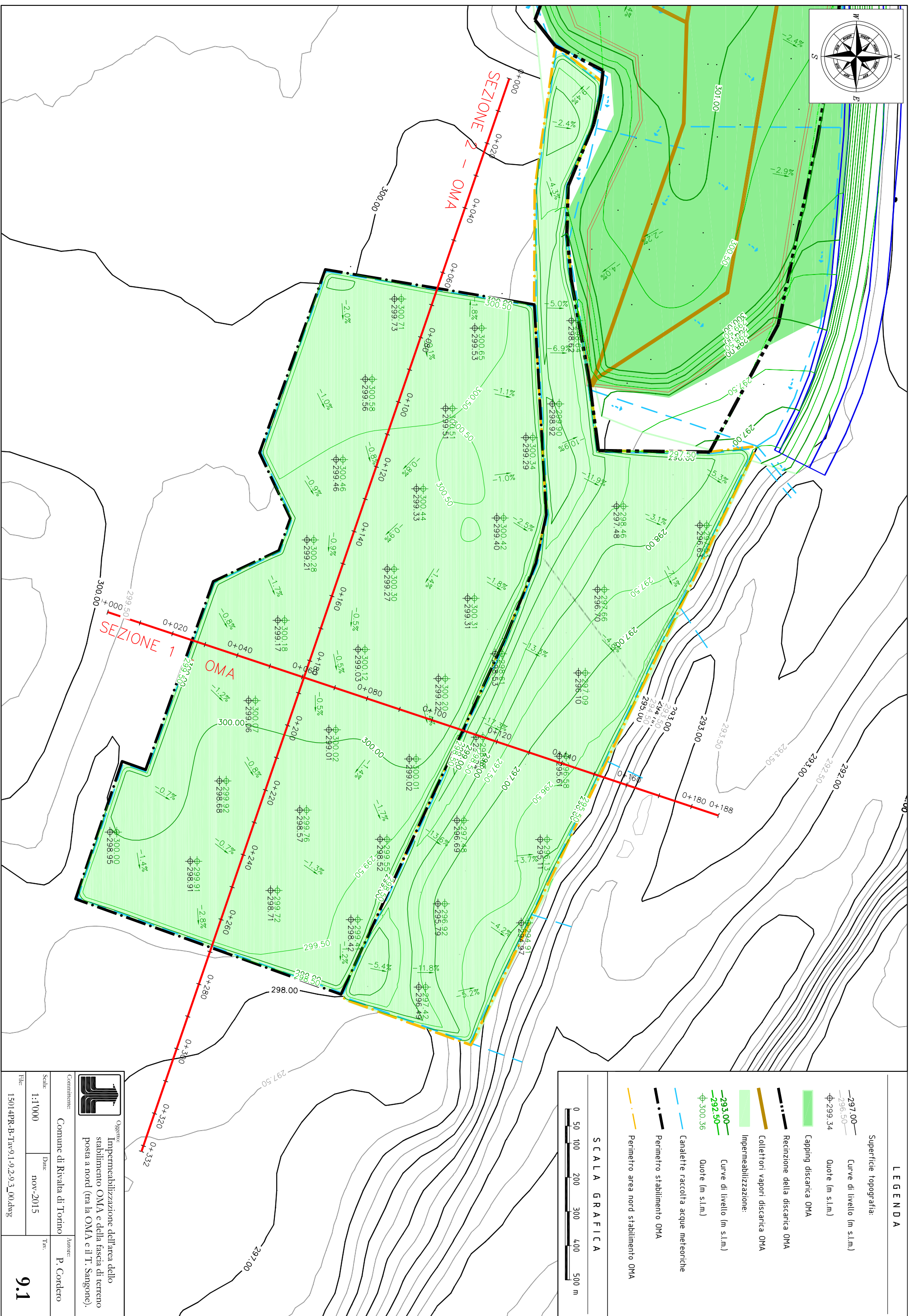
nov-2015

Tav.

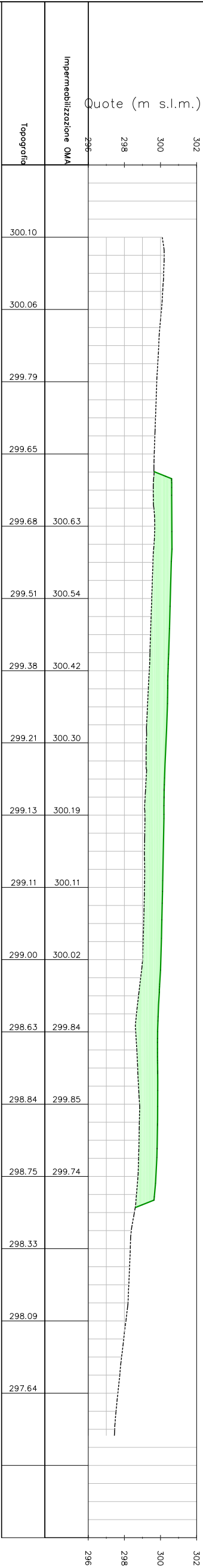
File: 15014PR-B-Tav6.1-6.2-7.1_00.dwg

7.1

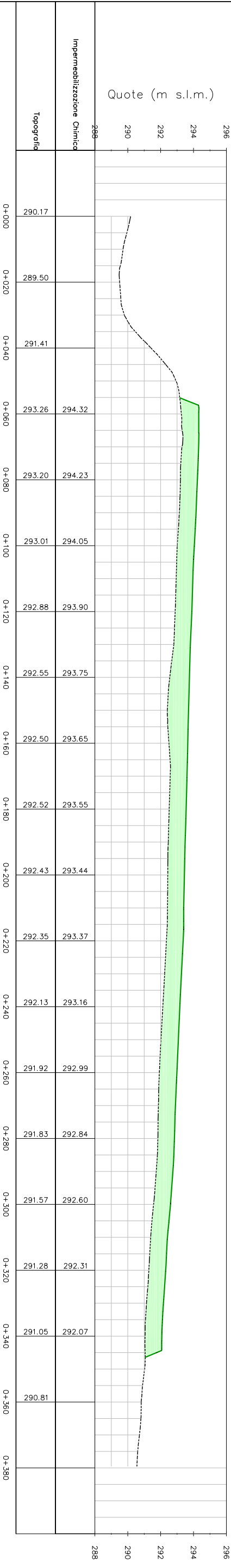
[illegible]



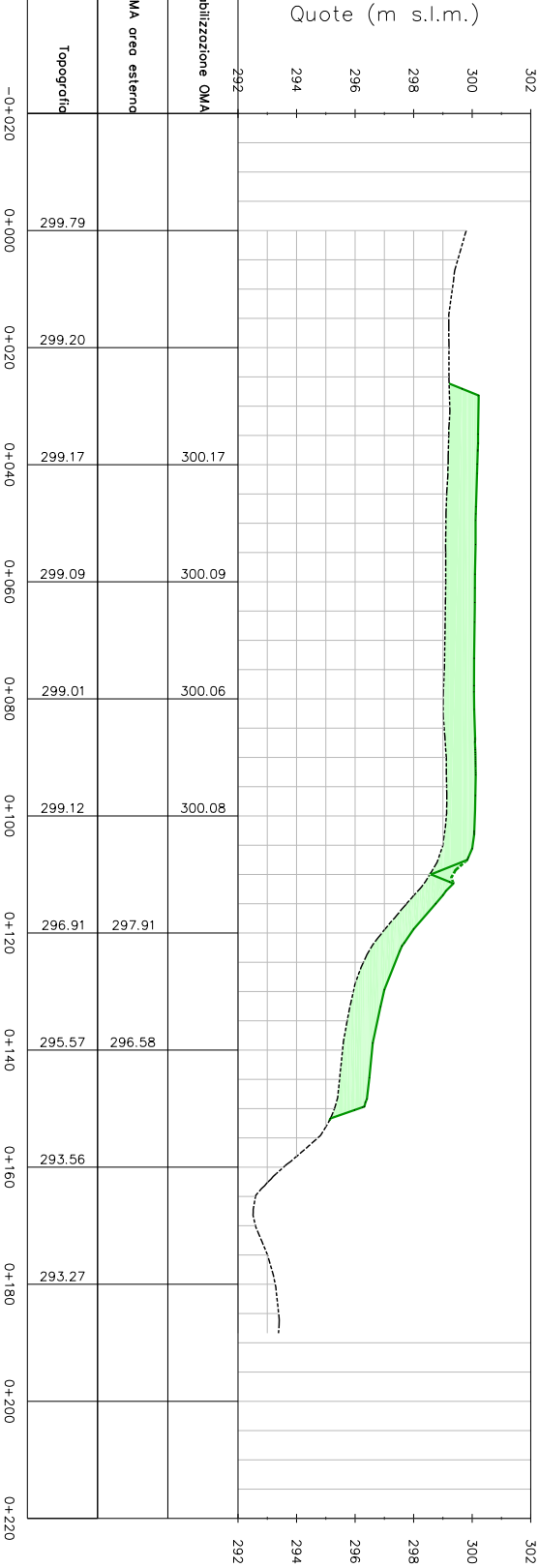
SEZIONE 2 – OMA



SEZIONE 3 – CHIMICA



SEZIONE 1 – OMA



LEGENDA

Superficie topografia

Impermeabilizzazione

La traccia delle sezioni è riportata in Tav. 9.1.

Oggetto:
Impermeabilizzazione degli stabilimenti OMA,
Chimica e della fascia posta a nord della OMA.
Sezioni. Esagerazione verticale=5.

Comittente:
Comune di Rivalta di Torino

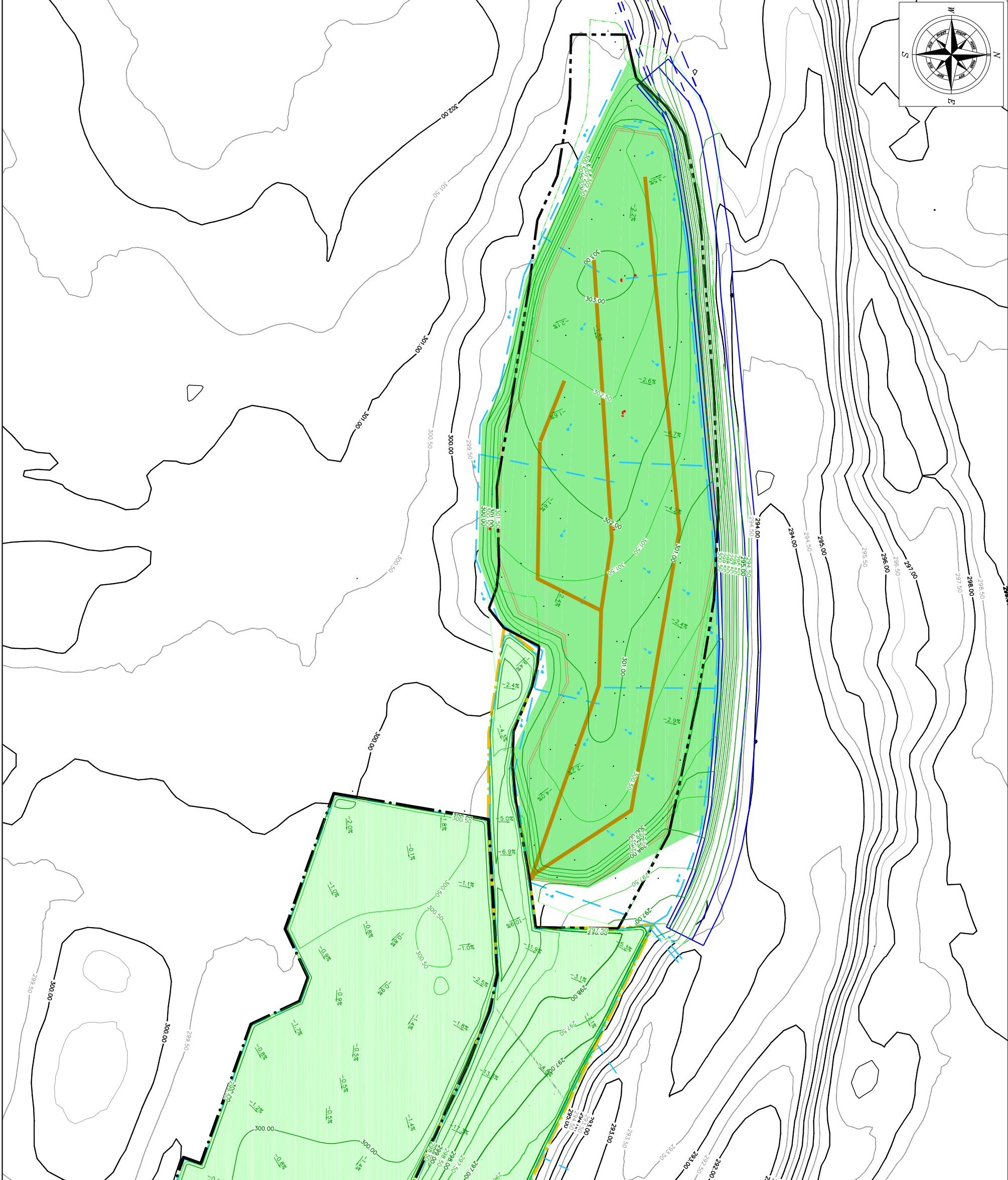
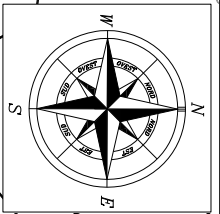
Autore:
P. Cordero

Scala:
1:1'250

Data:
nov-2015

File:
15014PR-B-Tav9.1-9.2-9.3_00.dwg

9.2



LEGENDA

- Superficie topografia:
- 297.00— Curve di livello (m s.l.m.)
 - 296.50— Quote (m s.l.m.)
 - 299.34—
- Capping discarica OMA
- Impermeabilizzazione stabilimento OMA:
- 293.00— Curve di livello (m s.l.m.)
 - 292.50—
 - Φ 300.36 Quote (m s.l.m.)
- Recinzione della discarica OMA
- Difesa spondale in progetto di 355 m con sezioni di ritenimento
- Eventuale estensione di circa 50 m della difesa spondale da valutare nel progetto definitivo
- Diaframma in progetto
- Collettori vapori
- Perimetro stabilimento OMA
- Canalette raccolta acque meteoriche

SCALA GRAFICA



Oggetto:

Soglieria e capping della discarica OMA, impermeabilizzazione dell'area dello stabilimento OMA.

Comune:

Comune di Rivalta di Torino

Autore: P. Cordero

Scala:

1:1.500

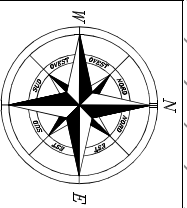
Data:

nov-2015

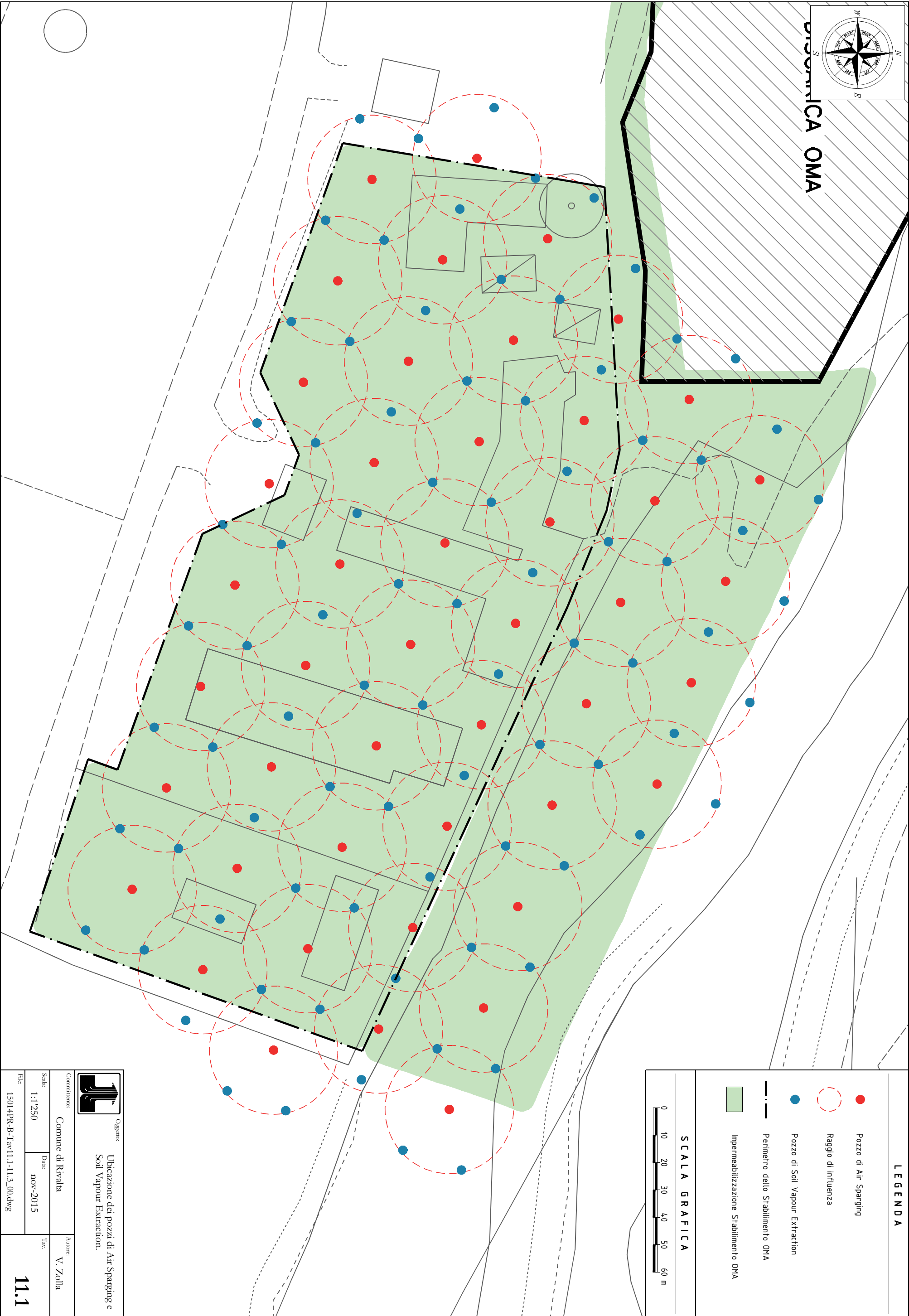
Tav:

File:

15014PR-B-Tav9.1-9.2-9.3_00.dwg



DISCIPLINA OMA



LEGENDA

- Pozzo di Air Sparging
- Raggio di influenza
- Pozzo di Soil Vapour Extraction
- Perimetro dello Stabimento OMA
- Impermeabilizzazione Stabimento OMA

SCALA GRAFICA

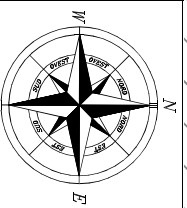


Oggetto: Ubicazione dei pozzi di Air Sparging e Soil Vapour Extraction.

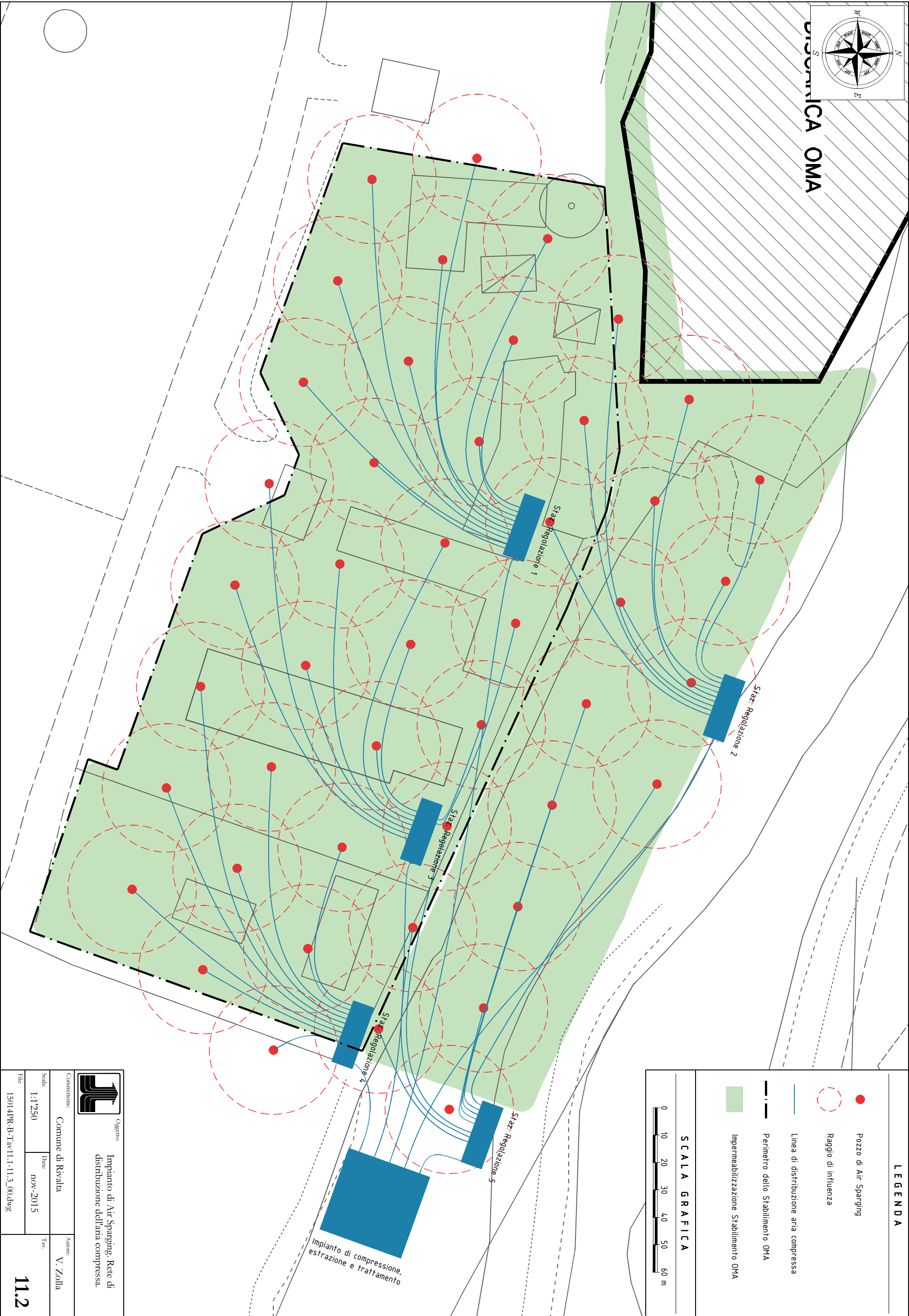
Comitatente: Comune di Rivalta Autore: V. Zolla

Scala: 1:1'250 Data: nov-2015 Tav.

File: 15014PR-B-Tav11.1-11.3_00.dwg



PROGETTO OMA



LEGENDA

Pozzo di Air Sparging

Raggio di influenza

Linea di distribuzione aria compressa

Perimetro dello Stabilimento OMA

Impermeabilizzazione Stabilimento OMA

SCALA GRAFICA

0 10 20 30 40 50 60 m



Impianto di Air Sparging. Rete di distribuzione dell'aria compressa.

Comune di Rivalta

V. Zolla

Scale:

1:1'250

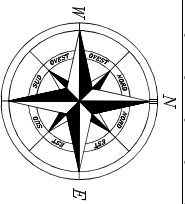
Data:

NOV-2015

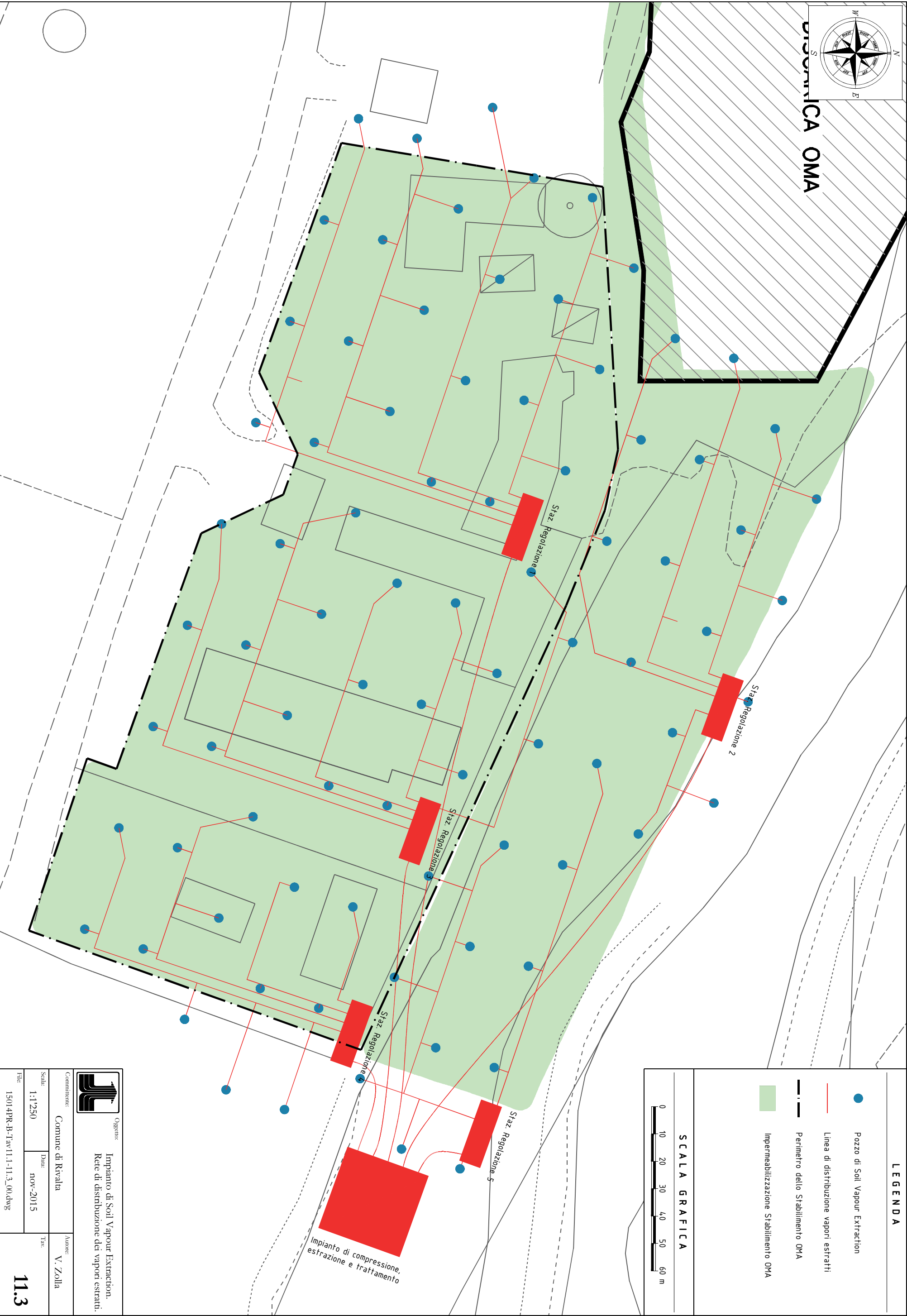
Tax:

File:

15014PR-B-Tav11.1-11.3_00.dwg



PROGETTO
STABILIMENTO OMA



LEGENDA

- Pozzo di Soil Vapour Extraction
- Linea di distribuzione vapori estratti
- Perimetro dello Stabilimento OMA
- Impermeabilizzazione Stabilimento OMA

SCALA GRAFICA



Organo: Impianto di Soil Vapour Extraction.
Rete di distribuzione dei vapori estratti.

Comitente: Comune di Rivalta

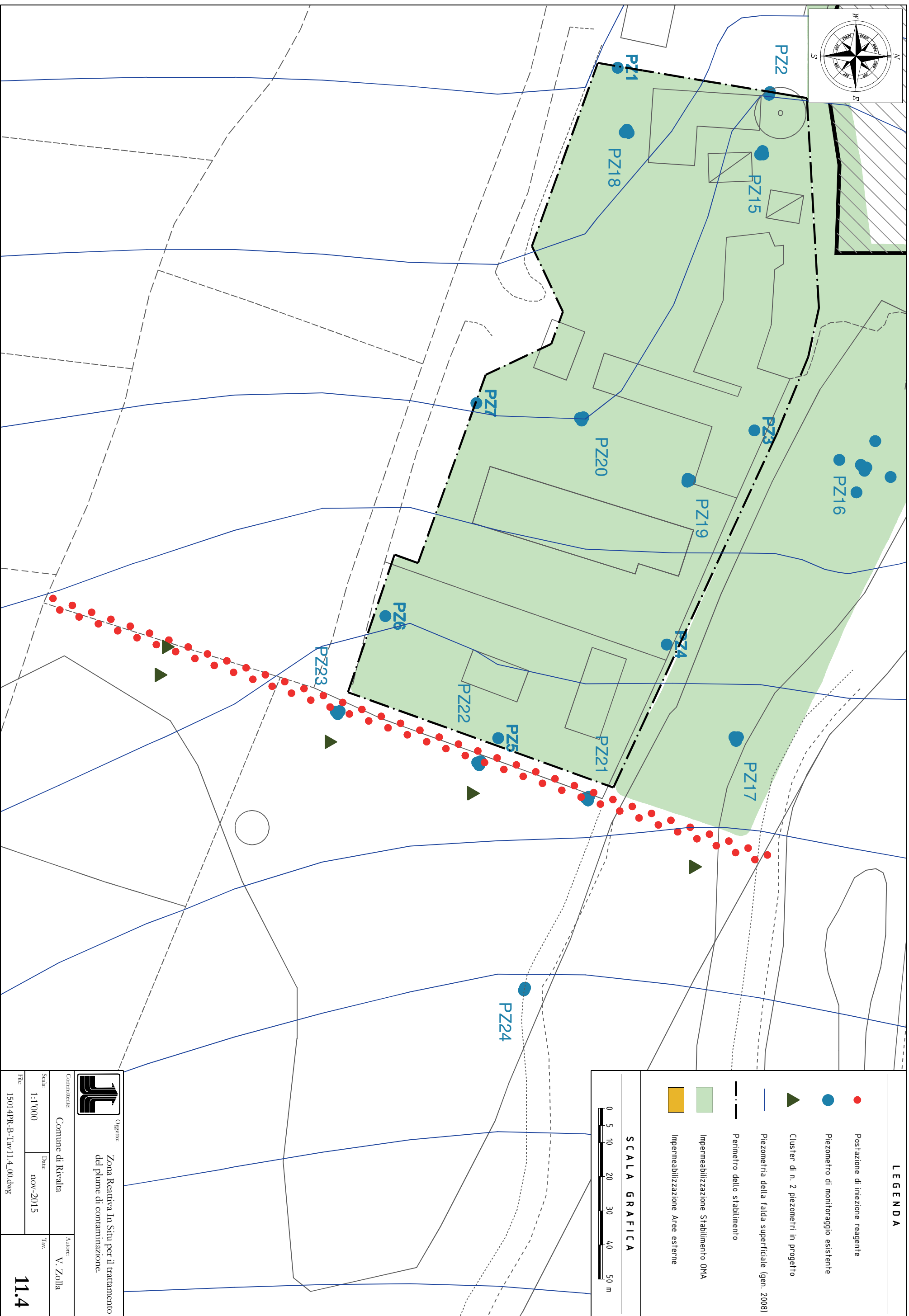
Autore: V. Zolla

Scala: 1:1'250

Data: NOV-2015

Tav.

File: 15014PR-B-Tav11.1-11.3_00.dwg



ALLEGATO 2

Allegato fotografico – edifici e strutture da demolire nello stabilimento OMA.

Edificio 1 – tettoia a due falde con onduline in fibrocemento



Edificio 4 – tetto a botte con onduline in fibrocemento



Edificio 4 – superfici vetrate con mastice



Edificio 5 – tettoia a singola falda con onduline in fibrocemento



Edificio 6 – basso fabbricato con guaina bituminosa su copertura



Edificio 7 – edificio custode



Edificio 8 – reparto filtrazione. archi portanti con isolante a spruzzo



Edificio 8 – reparto filtrazione. Mastici su vetrate



Edificio 8 – tetto a botte con oduline in fibrocemento



Edificio 10 – basso fabbricato con guaina bituminosa su copertura



Edificio 11 – tettoia in onduline di fibrocemento con lastre stoccate al di sotto



Area 12 – serbatoi con materiali isolanti contenenti amianto



Edificio 14 – basso fabbricato con guaina bituminosa su copertura



Edificio 15 – basso fabbricato con guaina bituminosa su copertura



Edificio 16 – tettoia in onduline di fibrocemento



Area *d* – vasca coperta da copertura in PVC



Edificio *f* – basso fabbricato



Area *i* – inceneritore

