



COMUNE DI VICENZA

DIPARTIMENTO TUTELA E GESTIONE DEL TERRITORIO

Settore Ambiente Energia e Tutela del Territorio



*Programma straordinario di intervento per la
riqualificazione urbana e la sicurezza delle periferie
DPCM 06.12.2016*

INTERVENTO N. 16/A

BONIFICA AMBIENTALE E MESSA IN SICUREZZA MEDIANTE REALIZZAZIONE DI UN PARCHEGGIO NELL'AREA DENOMINATA PUA N.6 "EX ACCIAIERIE VALBRUNA" IN COMUNE DI VICENZA

[CIG: 69339826F5]

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

Elaborato N. 2.1	RELAZIONE GEOLOGICA E DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE
Scala -	
Codice 006P.PE.0201	
Rev. Data 0 22.08.2017	

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

DIRETTORE SETTORE AMBIENTE Dott. Danilo Guarti	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Dott. Roberto Scalco	
 T.E.S.I. Engineering S.r.l. Via Cornoleda n. 2 - 35030 Cinto Euganeo (PD) tecnico@tesieng.net - www.tesiengineering.it	RESPONSABILE DEL PROGETTO Dott. Geol. Paolo Rocca 	PROGETTISTA Ing. Alberto Boccato 

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	5
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	7
3.1	Aspetti geologici	7
3.2	Aspetti idrogeologici	7
4	ANALISI AMBIENTALE	9
4.1	Storia del sito	9
4.2	Indagini conoscitive ubicazione	10
4.3	Campionamenti e analisi di laboratorio	11
4.3.1	Campionamento del terreno	11
4.3.2	Campionamento delle acque	12
4.4	Caratterizzazione e potenziale contaminazione del sito	12
4.4.1	Contaminazione suolo superficiale	12
4.4.2	Contaminazione suolo profondo	13
4.4.3	Terreno naturale	13
4.4.4	Contaminazione acque sotterranee	14
5	ANALISI DEL RISCHIO	17
6	INTERVENTI DI BONIFICA DEL SITO	19
6.1	Attività già realizzate	19
6.2	Indicazioni utili per il completamento della bonifica	19
6.3	Calcolo dei volumi	20
7	CONCLUSIONI	21
8	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	23

1 PREMESSA

Il Progetto *Liberare energie urbane*, sviluppato all'interno del più ampio sistema di vuoti urbani, punta alla rigenerazione di quei luoghi riconosciuti marginali, lavorando sulla resilienza e sulla capacità dei luoghi di adattarsi ai cambiamenti, attraverso un insieme di interventi di riqualificazione, potenziamento delle reti della mobilità sostenibile e risanamento dei luoghi, così da ritrovare un equilibrio tra le parti e diventare essi stessi nuovamente centrali.

I diciotto interventi, quindi, non slegati tra loro ma necessari a dare un senso all'insieme, si connotano per sviluppare uno dei tre sistemi che compongono il Progetto:

- *energie verdi* : rappresentate dal sistema dei parchi urbani, sia nuovi che esistenti da riqualificare;
- *energie grigie*: rappresentate dai comparti dismessi delle attività produttive, da strutture pubbliche di quartiere in disuso o realtà puntuali da riqualificare;
- *reti*: rappresentate dagli itinerari ciclabili e dal sistema bike-sharing, dal trasporto pubblico locale, oltre che dai progetti sociali e dalla sistemazione idraulica di un settore di città.

L'intervento di Bonifica e riqualificazione ex PP6, identificato al numero 16/A, fa parte del sistema *energie grigie* il cui obiettivo primario sotteso dal Progetto è quello di dotare una parte di città di servizi o attrezzature importanti per la collettività.

Nello specifico, l'intervento si propone di attuare:

- una bonifica ambientale del sito, ai sensi del D.Lgs 152/2006;
- la realizzazione di un'area a parcheggio a servizio del quartiere;
- la sistemazione di un'area a verde in adiacenza al futuro parcheggio;
- la realizzazione del collegamento ciclo-pedonale della cd "spina ovest" per la connessione nord-sud del sistema dei percorsi ciclabili.

A tal fine, il "Comune di Vicenza – Dipartimento Tutela e Gestione del Territorio - Settore Ambiente Energia e Tutela del Territorio", ha redatto il Progetto di Fattibilità tecnica ed economica (PF), in conformità al D.Lgs 18 aprile 2016 n. 50 (art.23), finalizzato a realizzare interventi di carattere ambientale nell'area del PP6 denominata "Ex Acciaierie Valbruna". Il PF è stato approvato con deliberazione della Giunta Comunale n. 155 del 25/08/2016.

Sulla base di tali risultati, la stessa Amministrazione ha incaricato T.E.S.I. Engineering S.r.l. di redigere il Progetto Esecutivo (PE) dell'intervento, con incluso il Piano di Sicurezza e di Coordinamento (PSC).

Il presente documento costituisce la relazione geologica ed ambientale del Progetto Esecutivo e si pone l'obiettivo di inquadrare il sito di intervento nel contesto geologico e idrogeologico, di descrivere lo stato ambientale dei suoli e delle acque sotterranee attraverso l'analisi delle indagini geognostiche e ambientali fino al momento condotte e di riassumere le attuali condizioni di rischio da contaminazione per la salute umana.

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

L'attuale normativa di riferimento per la caratterizzazione ambientale di un sito è il Decreto Legislativo n°152 del 3 aprile 2006 e s.m.i. *"Norme in materia ambientale"*, in vigore dal 29 aprile 2006. Nel caso specifico, gli aspetti più significativi vengono trattati nella Parte IV dedicata alle *"Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati"*.

Sono inclusi alcuni allegati mirati a specificare modalità e criteri per la caratterizzazione ambientale nonché a fornire i parametri per la definizione degli obiettivi degli interventi di bonifica. Sono trattati in modo particolareggiato dei *"Criteri generali per l'analisi di rischio ambientale sito-specifica"* (Allegato 1), *"Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati"* (Allegato 2) e *"Concentrazioni Soglia di Contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti"* (Allegato 5).

Costituiscono importanti riferimenti normativi anche i seguenti atti:

- Decreto Ministeriale del 13 settembre 1999 "Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi del suolo";
- Decreto Giunta Regionale Veneta n. 2922 del 3 ottobre 2003. "Definizione delle linee guida per il campionamento e l'analisi dei campioni dei siti inquinati. Protocollo operativo";
- Decreto Legislativo n. 04 del 16 gennaio 2008 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs 03 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale", pubblicato nel Supplemento Ordinario n. 24 del gennaio 2008 alla Gazzetta Ufficiale Italiana – serie generale;
- Decreto Legislativo 4/2008 "Disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs 152/2006, recante norme in materia ambientale";
- Decreto Ministeriale del 5 febbraio 1998 "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero";
- Legge Regionale n. 3 del 21 gennaio 2000 "Nuove norme in materia di gestione dei rifiuti";
- Legge Regionale n. 20 del 16 agosto 2007 "Disposizione di riordino e semplificazione normativa collegato alla legge finanziaria 2006 in materia di difesa del suolo, lavori pubblici e ambiente";
- Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 - Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CEI;
- Decreto Ministeriale 10 agosto 2012, n. 161 – "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo";
- Decreto Giunta Regionale Veneta 11 febbraio 2013, n°179 – "Procedure operative per la gestione delle terre e rocce da scavo per i quantitativi indicati all'articolo 266, comma 7, del D.Lgs 152/2006 e s.m.i."

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

3.1 ASPETTI GEOLOGICI

Il territorio comunale vicentino sorge poco a valle del limite inferiore della fascia delle risorgive, nella zona di transizione tra le unità deposizionali della media e della bassa pianura alluvionale veneta.

L'area oggetto di intervento si colloca nell'immediata periferia Nord-Ovest del centro cittadino e giace ad una quota di circa 35 m s.m.m. poco superiore alla quota delle acque che scorrono nel fiume Bacchiglione.

Il sottosuolo è costituito da formazioni sedimentarie quaternarie, fini e molto fini, fino alla profondità di 31-32 m dal p.c. con intercalati livelli poco potenti di sabbie più o meno limose. Le sezioni stratigrafiche hanno evidenziato la presenza di uno strato limoso-sabbioso tra i 4÷5 m. Anche tra i 14÷15 metri di profondità è presente una lente con le medesime caratteristiche che si riduce di spessore spostandosi verso SO.

Una ricostruzione stratigrafica di dettaglio, eseguita prima dalla ditta ENVIRAM (2001) e successivamente dalla ditta SINERGEO (2012), ha permesso di determinare che il sottosuolo del sito è formato da un primo livello di materiali di riporto di varia natura, principalmente costituito da sabbia e ghiaia con inerti da demolizione e scorie di fonderia seguito da una successione di terreni prevalentemente argillosi-limosi con locali intercalazioni di sottili livelli sabbioso-limosi. Il materiale di riporto ricopre uniformemente tutta l'area indagata per uno spessore mediamente non superiore ai 1.7 m circa.

Dal punto di vista pedologico i suoli appartengono all'area deposizionale del Brenta. Più precisamente, l'area è costituita da suoli della pianura alluvionale indifferenziata di origine fluvio-glaciale appartenenti alla pianura modale del Brenta.

3.2 ASPETTI IDROGEOLOGICI

Come già ricordato, l'area di indagini si trova collocata poco a valle della fascia delle risorgive, in una zona di transizione tra la media e la bassa pianura veneta. In queste situazioni le acque che si infiltrano da monte vanno a formare il tipico complesso idrogeologico multifalde ad acquiferi sovrapposti.

Le indagini geognostiche, eseguite in epoche differenti, hanno consentito di rilevare la presenza di questo sistema di falde sovrapposte e di fornire alcune indicazioni su quelle che sono le normali escursioni della linea piezometrica con l'andamento delle stagioni.

La falda più profonda è stata rilevata alla profondità di 32.5 m in uno strato di materiale ghiaioso.

Un secondo strato permeabile intermedio, di spessore di 4.0 m e di matrice limoso sabbiosa, si colloca tra le profondità di 14 e i 18 metri. Per questo strato è stata misurata una permeabilità di 8.3×10^{-7} m/s.

Fin dalle indagini condotte nel 2001 veniva evidenziata la presenza di una falda libera superficiale che occupa lo spazio dei terreni di riporto. La falda è di origine meteorica. Nel corso delle successive indagini svolte dalla ditta SINERGEO nel 2011, mediante l'escavazione di trincee esplorative, è stata evidenziata una circolazione idrica a carattere subsuperficiale alla quale è stato possibile assegnare una profondità media di 2.5÷2.8 m.

Le indagini di dettaglio condotte nel sito confermano la struttura litostratigrafica tipica del dominio

territoriale in cui è inserito il sito. La differenziazione degli acquiferi principali, del tipo artesiano risalenti in s.s. (falde in pressione) è ben delineata e la loro protezione qualitativa è di norma garantita da un ingente spessore di materiali fini a permeabilità molto bassa.

Per quanto riguarda la falda in pressione, la sua prima rilevazione risale alle indagini condotte da ENVIRAM (2001) che attraverso misurazioni presso 5 piezometri collocati ai confini e al centro del sito, rilevava un livello piezometrico di risalita variabile tra i 2.4 e 2.9 m dal p.c. L'elaborazione dei dati consentiva inoltre la ricostruzione della mappa della "Direzione di flusso" (Figura 3.1) dalla quale si evidenziava come il movimento dell'acque di falda tendeva a seguire la direzione di deflusso dell'area di pianura, orientandosi quindi nella direttrice NO-SE.

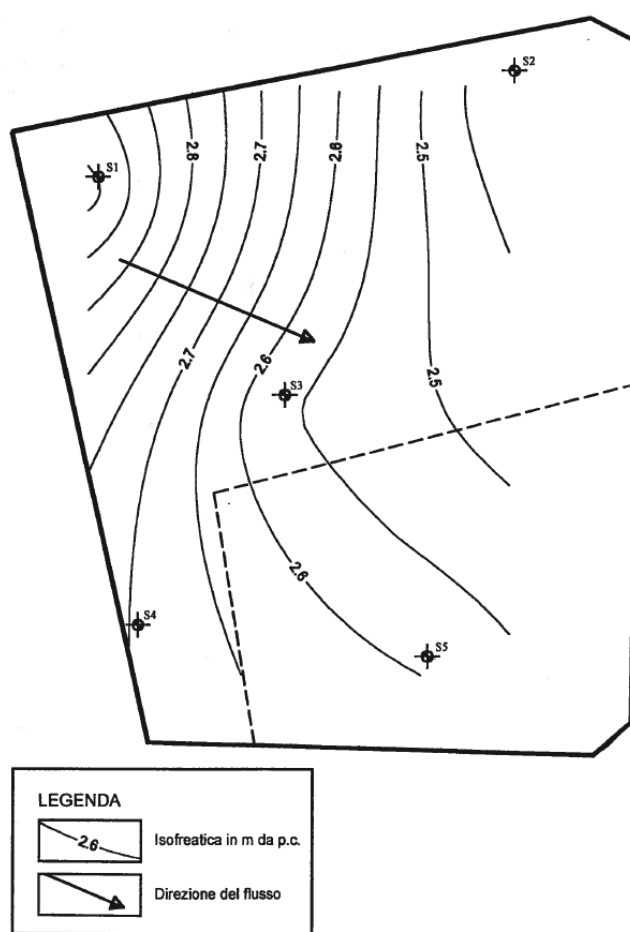


Figura 3.1 - Direzione di flusso della falda in pressione (ENVIRAM, 2001)

Il livello di risalita è stato misurato negli anni nel corso di più campagne di misura. Nella campagna di prelievi del 2007 la falda è stata misurata ad una profondità di 2.7 m circa dalla bocca pozzo con una profondità di prelievo di 10 m b.p. Nel corso della prima campagna di prelievi del 2008 il livello piezometrico è stato misurato a circa 2.6 m b.p. con una profondità media di prelievo di 9 m b.p. Nel corso della seconda campagna di prelievi del 2008 il livello della falda è stato misurato a circa 2.6 m.

4 ANALISI AMBIENTALE

4.1 STORIA DEL SITO

Fin dal 1925, nell'area era insediata la società AVEG SPA (Acciaierie Valbruna Ernesto Gresele) specializzata in fucinati agricoli. Vi si svolgevano lavorazioni mirati alla produzione di acciai speciali. Nel corso degli anni '70 l'azienda veniva trasferita in altra sede e il sito dismesso.

Nell'anno 2000 l'Amministrazione Comunale di Vicenza approvava il Piano Particolareggiato n.6 "Ex Acciaierie Valbruna" che prevedeva la costruzione del Nuovo Teatro Comunale e di un centro direzionale che avrebbe dovuto ospitare gli uffici della stessa Amministrazione.

Nel corso dello stesso anno veniva avviato un *primo piano di indagine conoscitivo* di carattere geognostico e geotecnico nei mappali 1443, 1445 e 1446 del foglio catastale 46.

L'anno seguente veniva approvato un *secondo piano di indagine*, questa volta di carattere ambientale, che estendeva l'area indagata anche alla particella 1444, e un *progetto preliminare* di bonifica e messa in sicurezza permanente dell'area PP6 (bonifica del mappale 1443 e MISP dei mappali 1445 e 1446). Il progetto di MISP prevedeva la realizzazione di un diaframma di contenimento lungo il perimetro dell'area. L'incarico veniva affidato alla ditta ENVIRAM g.e.i.e.

Nel frattempo, nel luglio 2002, veniva approvato il progetto esecutivo del Nuovo Teatro di Vicenza, effettivamente realizzato.

I lavori di bonifica dell'area PP6 venivano affidati alla ditta CO.GI Costruzioni Industriali S.p.a. che li realizzò dopo aver apportato alcune varianti in concerto con l'Amministrazione. Ultimati i Lavori, nel 2003 la ditta Ecoveneta S.p.a. eseguiva i campionamenti di fondo e le prove di laboratorio verificando che le concentrazioni dei contaminanti rientravano entro i limiti congruenti per un uso industriale dell'area.

La Provincia comunicava che il certificato di bonifica dell'area sarebbe stato emesso dopo 5 anni di verifica della tenuta del diaframma di contenimento.

Nel 2005, dopo il fallimento della ditta CO.GI, a causa di un cumulo di rifiuti residuo rimasto nell'area, la ditta Ecoveneta S.p.a. presentava il piano di smaltimento nell'area del Teatro Nuovo di Vicenza.

Dopo aver eseguito i lavori sul primo lotto denominato Lotto Est, ed eseguito tutti i campionamenti di verifica previsti sulle acque e sui terreni, una Conferenza di Servizi svoltasi nel 2007 ribadiva che il progetto, essendo elaborato in base ad una Analisi di Rischio condotta sull'intera area, non poteva essere approvato in parte ovvero a seguito dei lavori condotti solo su un primo lotto, e invitata ad eseguire i lavori per la completa messa in sicurezza del sito.

Nel 2007, a seguito dell'approvazione del D. Lgs. 152/2006, il piano di bonifica doveva essere rimodulato, in quanto l'intero procedimento era stato avviato secondo l'allora vigente normativa in tema di siti contaminati ovvero il DM 471/99. Sono state così condotte nuove indagini facendo riferimento ai limiti della tabella 1, colonna B, dell'allegato 5 alla parte IV del titolo V del D.lgs. 152/2006 facendo riferimento ad una destinazione d'uso di tipo commerciale – industriale. Veniva così convocata una Conferenza di Servizi per la presa d'atto del completamento e collaudo delle opere di messa in sicurezza approvate.

Per quanto riguarda il completamento del progetto di bonifica di tutta l'area bisogna attendere il 2012 quando il Comune di Vicenza affidava al Dipartimento ARPAV di Vicenza l'incarico per la realizzazione del

piano di caratterizzazione e dell'analisi di rischio nell'area del Piano Particolareggiato n.6. Nello stesso anno veniva convocata una nuova Conferenza di Servizi che approvava il piano.

Sulla base delle indagini condotte è stata redatta l'Analisi di Rischio che ha considerato anche i risultati delle precedenti indagini eseguite sul sito. L'analisi di rischio è stata condotta con l'ipotesi di un cambiamento dell'attuale destinazione d'uso da commerciale/industriale a verde pubblico, privato e residenziale, nel frattempo era stata richiesta dal Comune.

4.2 INDAGINI CONOSCITIVE UBICAZIONE

Le indagini sono state condotte in diverse campagne conoscitive, realizzate dal 2001 fino al 2012, che avevano a oggetto porzioni del sito. Per una comprensione dell'ubicazione delle indagini si fa riferimento alla suddivisione delle aree presentata in Figura 4.1.

Complessivamente le indagini conoscitive hanno portato alla realizzazione di 11 sondaggi spinti da 10 a 20 metri di profondità. Sei di questi sondaggi sono stati attrezzati con piezometro avendo un tratto fessurato a profondità variabile tra i 7 e i 20 metri.

Sono state inoltre realizzate 24 trincee spinte fino a circa 3.50 metri di profondità dal piano campagna; nel corso delle indagini eseguite nel 2011 le trincee sono state scavate con una lunghezza variabile tra i 50 e i 6 metri circa. Ai fini della raccolta dei campioni le trincee più lunghe sono state suddivise in più parti.

Si riporta, in Figura 4.1, uno stralcio planimetrico tratto dall'ADR condotto da ARPAV, dalla quale si rileva la posizione dei sondaggi realizzati e dei piezometri installati. In rosso sono stati indicati i sondaggi e le trincee, in verde i piezometri interni all'area di indagine e in blu i piezometri esterni all'area.

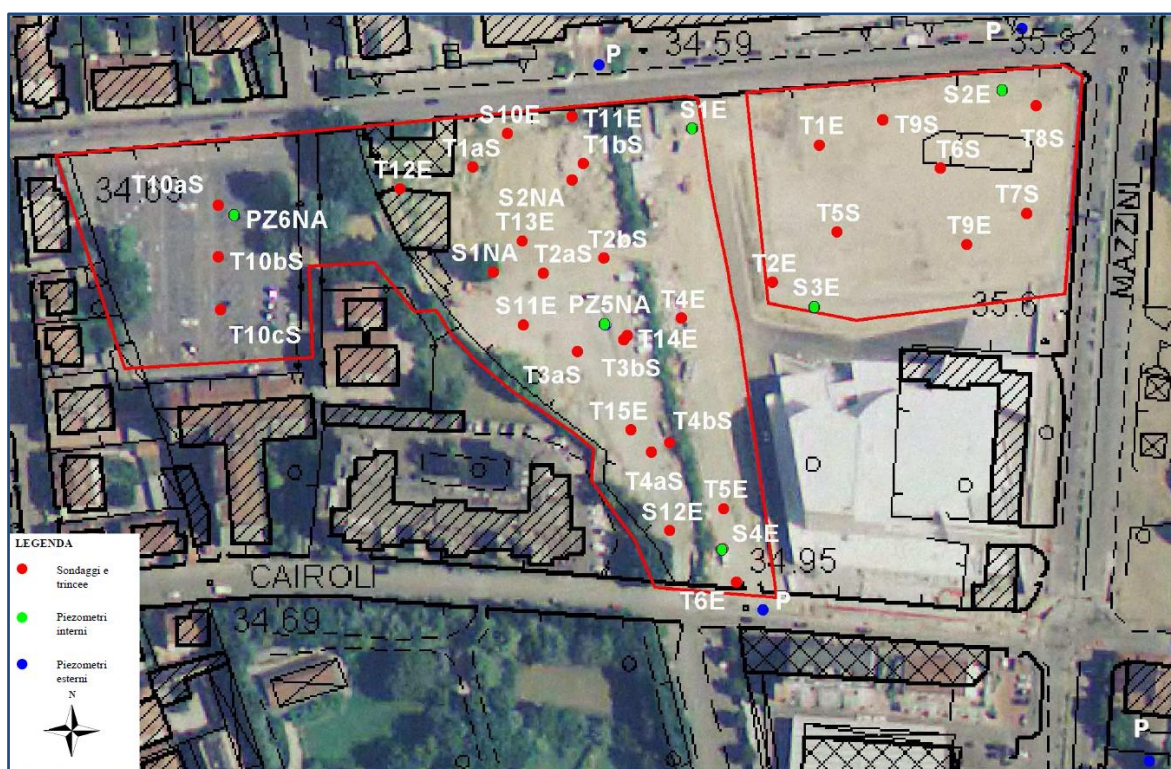


Figura 4.1 - Ubicazione dei punti di indagine (ARPAV, 2012)

Tutti i punti sono stati codificati. I sondaggi e le trincee sono stati indicati con una lettera iniziale che identifica se trattasi di sondaggio (P) o trincea (T), un numero e una lettera finale. La lettera finale identifica la società che ha realizzato l'indagine cioè rispettivamente "E" per la ditta ENVIRAM che ha eseguito i campionamenti negli anni 2001-2002, "A" per l'ARPAV che ha eseguito sondaggi e piezometri nel 2007- 2008, "S" per la ditta SINERGEO che ha eseguito i rilievi nel 2011.

Per quanto riguarda le trincee, la loro ubicazione viene riportata in Figura 4.2, tratta dalla "Relazione di sintesi sugli esiti delle caratterizzazioni ambientali" redatta da INGEO SINTESI srl (2012) su incarico del Comune di Vicenza.



Figura 4.2 - Ubicazione delle trincee esplorative (INGEO SINTESI srl, 2012)

4.3 CAMPIONAMENTI E ANALISI DI LABORATORIO

4.3.1 Campionamento del terreno

Modalità e parametri di campionamento non sono stati stabiliti in modo omogeneo durante le diverse campagne di indagine. Questa a causa del periodo lungo nel quale le indagini sono state realizzate (dal 2002 al 2012) e delle modifiche alla normativa di riferimento. Durante la prima campagna sono stati raccolti campioni medi e campioni puntuali a diverse profondità con un intervallo di campionamento

variabile da 1 a 2 metri circa. Nelle indagini successive sono stati raccolti campioni nel primo metro di suolo (campioni superficiali), campioni del secondo metro e campioni di terreno naturale presente al di sotto del materiale di riporto.

In totale sono stati raccolti 109 campioni di terreno di cui 91 analizzati comprendendo sia il materiale di riporto che il terreno naturale. A volte sono stati analizzati campioni puntuali che presentavano evidenti tracce di contaminazione.

Nei campioni raccolti nei terreni sono stati determinati i seguenti parametri:

- metalli
- policlorobifenili
- idrocarburi C>12
- idrocarburi policiclici aromatici

anche se non per tutti i campioni sono state eseguite tutte le determinazioni.

4.3.2 Campionamento delle acque

Durante la campagna di indagine condotta nel 2007 sono stati realizzati 4 piezometri esterni al perimetro dell'area (indicati nella precedente figura con la lettera P senza numero) spinti fino a 15 metri di profondità che si sono aggiunti ai piezometri interni. Mediante questi piezometri sono stati raccolti 25 campioni delle acque di falda tutti analizzati.

Nelle acque sono stati determinati, nel complesso dei monitoraggi eseguiti:

- pH
- conducibilità
- arsenico, cadmio, nichel, rame, zinco, piombo
- cromo, cromo totale e cromo esavalente
- cloruri, fluoruri, solfati
- nitrati, ortofosfati
- cianuri
- idrocarburi, PCB e IPA

4.4 CARATTERIZZAZIONE E POTENZIALE CONTAMINAZIONE DEL SITO

4.4.1 Contaminazione suolo superficiale

Un inquadramento della composizione del materiale che costituisce lo strato più superficiale del suolo viene fornito dai sondaggi e trincee eseguite che hanno consentito la presa visione diretta del terreno. Le indagini hanno rilevato la presenza di uno strato di terreno a prevalente granulometria limoso sabbiosa, frammisto a materiale di riporto. Il materiale di riporto è costituito dai resti delle lavorazioni praticate nell'area e contiene resti di laterizi, fondazioni, scorie di fonderia e altri materiali derivanti da precedenti lavorazioni. Lo spessore di tale materiale misto è risultato variabile tra 0.9 metri e 4.5 m, in una zona del parcheggio del teatro comunale, con un valore medio che si attesta intorno ai 1.7 metri circa. Lo strato di materiale di riporto poggia su un livello naturale argilloso limoso.

Sui 91 campioni totali di suoli analizzati, per una totalità di 38 punti di campionamento, sono stati rilevati

57 superamenti nel materiale di riporto. Nello strato superficiale di 1.7 m di spessore, la presenza di metalli pesanti è stata rilevata in modo continuo su tutta la superficie (superamento di almeno 1 metallo tra quelli ricercati). I metalli più presenti sono piombo, rame e zinco, rame, cromo totale e arsenico.

Secondo uno studio condotto dalla stessa ARPAV ("Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto", 2011), i superamenti della colonna A rientrano all'interno delle concentrazioni di fondo dei suoli. Va tuttavia anche precisato che nella parte centrale del mappale 1444 sono stati rilevati anche diffusi superamenti delle CSC della colonna B.

Diffusamente distribuiti, ma in modo discontinuo, sono gli idrocarburi policiclici aromatici e dei policlorobifenili mentre gli idrocarburi pesanti sono stati rilevati solo in alcuni punti. Nella particella n.1444, sede del parcheggio in progetto, gli idrocarburi pesanti sono stati rilevati solo in due aree localizzate. Se ne conclude che lo strato superficiale dell'area rappresenta una fonte di potenziale contaminazione (con riferimento alle CSC della colonna A) da metalli per il 100% della sua estensione, da idrocarburi policiclici aromatici per il 50%, e da policlorobifenili e idrocarburi pesanti per il 20%.

4.4.2 Contaminazione suolo profondo

Nello strato a profondità maggiore di 1.70 m, sono stati analizzati 20 campioni di terreno rilevando 9 superamenti delle CSC per metalli (arsenico e zinco), policlorobifenili e idrocarburi pesanti C>12.

L'estensione delle aree dove sono stati rilevati i superamenti delle CSC si riducono a circa la metà rispetto allo strato superficiale.

La presenza dei metalli pesanti resta distribuita su circa il 50% dell'area e i superamenti riguardano solo la colonna A, all'interno dei valori di contaminazione di fondo.

Non è mai stata rilevata la presenza di idrocarburi policiclici aromatici. Tuttavia è stato rilevato il superamento del parametro benzo(e)pirene, non normato dal D.lgs 152/06, ma considerato lo stesso nell'ADR.

La contaminazione da idrocarburi pesanti si estende su circa il 15% (3 sondaggi) dell'area nella zona individuata come lotto ovest con superamenti del limite di colonna A.

I superamenti da policlorobifenili sono molto limitati e peraltro ottenuti da campioni prelevati in terreni saturi (sotto falda) quindi da non considerare come terreni potenzialmente contaminati.

4.4.3 Terreno naturale

Per quanto riguarda la matrice terreno al di sotto dello strato di riporto, nel 2012 sono stati inviati al laboratorio Ecochem di Vicenza n.6 campioni di terreno naturale prelevati nel corso delle indagini realizzate nel 2011 dalla ditta Sinergeo. I risultati, riportati in forma analitica in Tabella 4.I, evidenziano come la concentrazione di idrocarburi pesanti e dei BTEX è sempre risultata inferiore alla CSC indicate nella colonna A dell'allegato 5 alla parte IV del titolo V del D.lgs. 152/2006. In considerazione dei bassi valori misurati non è stato possibile eseguire la speciazione MADEP.

Tabella 4.I - Risultati delle analisi condotte dal laboratorio Ecochem su n.6 campioni di terreno naturale (ARPAV, 2012)

Parametro	Limiti col. A	T1/A/nat	T2/B/nat	T3/A/nat	T7/nat	T9/nat	T10/B/nat
Profondità (m)		1.1-2.0	1.5-2.0	1.5-2.0	0.9-2.0	1.3-2.0	1.5-2.0
Idrocarburi C>12 (mg/kg)	50	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzene (mg/kg)	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Etilbenzene (mg/kg)	0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Toluene (mg/kg)	0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Xileni (mg/kg)	0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

4.4.4 Contaminazione acque sotterranee

Per quanto riguarda la matrice acque sotterranee occorre precisare i campioni sono stati prelevati dai numerosi piezometri installati nel corso degli anni, sia all'interno che all'esterno dell'area e a differenti profondità.

Di questi piezometri attualmente ne restano presenti 2 all'interno e 4 all'esterni dell'area, più ulteriori 8 piezometri disposti a coppie nell'area intorno al teatro (quindi esternamente al perimetro del sito, ma confinanti con lo stesso) a monitoraggio delle attività di messa in sicurezza realizzate nel sito confinante.

Dai campionamenti eseguiti a partire dal 2001 emerge il quadro di potenziale contaminazione del sito riportato in Tabella 4.II. Sono inoltre stati rilevati dei superamenti per i parametri arsenico, ferro e manganese sia nel 2008 che nel 2012 nel piezometro di monte denominato PZ1.

Tabella 4.II - Superamenti dei limiti di tabella 2 per le acque sotterranee.

Piezometro	Data prelievo	Limiti tabella 2 (D.lgs 152/06)	Parametro
S2	2001	0.01 µg/l	PCB 0.09 µg/l
S10	2001	10 µg/l	Arsenico 44 µg/l
S11	2001	1500 µg/l	Fluoruri 1700 µg/l
PZ5N	2008	50 µg/l	Manganese 132 µg/l
PZ6N	2008	200 µg/l	Ferro 280 µg/l
PZ6N	2008	50 µg/l	Manganese 61 µg/l
PZ5N	2012	10 µg/l	Arsenico 13 µg/l
PZ5N	2012	50 µg/l	Manganese 58 µg/l
PZ6N	2012	50 µg/l	Manganese 160 µg/l

Sulla base dei risultati il sito risulterebbe potenzialmente contaminato da PCB, fluoruri, arsenico, ferro e manganese.

Tuttavia i primi due parametri sono stati rilevati solo nel corso del campionamento realizzato nel 2001 (nella campagna del 2007-2008 e in quella dell'agosto 2008 non sono più stati rilevati) mentre gli ultimi tre parametri sono stati rilevati anche nei piezometri di monte.

Nel 2012 sono stati prelevati e inviati laboratorio ECOCHEM ulteriori tre campioni. Le modalità di

campionamento sono avvenute in modo omogeneo nel rispetto delle indicazioni fornite dalla DGRV 2922/03. In Tabella 4.III sono elencati tutti parametri analizzati e i risultati ottenuti in termini di concentrazione.

Tabella 4.III - Risultati delle analisi condotte dal laboratorio Ecochem sui campioni di acque sotterranee (ARPAV, 2012)

Parametro	Limiti tabella 2 (D.lgs 152/06)	PZ1	PZ5N	PZ6N
Idrocarburi totali (µg/l)	350	176	<30	<30
Arsenico (µg/l)	10	84	13	5
Cadmio (µg/l)	5	<0.5	<0.5	<0.5
Cromo (µg/l)	50	<1	<1	<1
Nichel (µg/l)	20	14	2	2
Piombo (µg/l)	10	<1	<1	<1
Rame (µg/l)	1000	2	<1	<1
Zinco (µg/l)	3000	<10	<10	<10
Alluminio (µg/l)	200	<10	<10	<10
Antimonio (µg/l)	5	<0.5	<0.5	<0.5
Argento (µg/l)	10	<1	<1	<1
Berillio (µg/l)	4	<1	<1	<1
Boro (µg/l)	1000	160	65	54
Cobalto (µg/l)	50	<1	<1	<1
Ferro (µg/l)	200	26	10	<10
Manganese (µg/l)	50	23	58	160
Mercurio (µg/l)	1	<0.1	<0.1	<0.1
Selenio (µg/l)	10	<1	<1	<1
Tallio (µg/l)	2	<0.1	<0.1	<0.1

Si evidenziano 2 superamenti per quanto riguarda l'arsenico e 2 superamenti per quanto riguarda manganese. Nel primo caso tuttavia la concentrazione più elevata è stata rilevata nel piezometro di monte mentre negli altri due piezometri la concentrazione è in diminuzione. Per quanto riguarda il manganese la concentrazione è invece inferiore alla CSC nel piezometro di monte per poi andare aumentando all'interno del sito. La presenza di manganese era già stata rilevata nel corso dei monitoraggio avvenuti nel 2008.

5 ANALISI DEL RISCHIO

Nel 2012 ARPAV ha realizzato l'analisi del rischio del sito mediante la metodologia RBCA (Risk-Based Corrective Action) pubblicata nel 1995 per guidare gli interventi di risanamento sui siti contaminati da idrocarburi. La procedura RBCA prevede che l'analisi possa essere eseguita con livello di dettaglio da 1 a 3. Il primo livello corrisponde allo screening della situazione mentre i livelli 2 e 3 fanno riferimento a condizioni sito-specifiche note con dettaglio crescente. L'ADR condotta da ARPAV ha fatto riferimento ad un livello 2.

La procedura di ADR prevede la descrizione del modello concettuale del sito mediante il quale, con opportune elaborazioni analitiche, è possibile determinare il rischio associato ad una determinata concentrazione per una specifica esposizione. Utilizzando la procedura in modalità inversa è anche possibile determinare la Concentrazione Soglia Residua (CSR) ammissibile nel sito per ogni parametro contaminante.

Le elaborazioni sono state condotte, per la matrice terreno, con il software RISK-NET sviluppato nell'ambito della rete RECONnet (Rete Nazionale sulla gestione e la Bonifica dei siti contaminati) dal dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Roma Tor Vergata, e per la matrice acque sotterranee, il software RISK versione 4.05 prodotto dalla BP Oil e distribuito da Groundwatersoftware.

La procedura è stata utilizzata in modalità inversa al fine di determinare le CSR ovvero le concentrazioni accettabili che possono essere lasciate nel sito senza creare problemi ambientali. A tale fine, come limite di accettabilità del rischio, è stato utilizzato il valore di 10^{-6} per le sostanze cancerogene e di 10^{-5} come rischio cumulativo. L'indice di pericolo è stato considerato pari a 1, sia come singola sostanza che come rischio cumulativo per sostanze non cancerogene.

Sono state eseguite le seguenti simulazioni:

- una relativa al suolo superficiale;
- quattro relative al suolo profondo considerando le differenti sorgenti di contaminazione prima indicate;
- una per le acque sotterranee.

Al termine delle analisi di rischio per i bersagli umani, è emerso il seguente quadro:

- il rischio prevalente è quello per il contatto dermico e l'ingestione di suolo superficiale per i seguenti metalli: arsenico, nichel, piombo e rame, per gli IPA e i PCB;
- esiste il rischio di inalazione, outdoor ed indoor on site, solo i policlorobifenili;
- non esistono rischi per le vie di esposizione considerate per i recettori off-site;
- per il suolo profondo non esiste né rischio cancerogeno, né pericolo per le sorgenti di contaminazione individuate nel suolo profondo;
- per la falda esiste un rischio di lisciviazione per i metalli (ad eccezione del cromo totale) per il benzo(a)pirene, benzo(e)pirene, Benzo(g,h,i)perilene, Dibenzo(a,h)pirene e per la frazione di idrocarburi aromatici c11-c22;
- per la falda non esistono né rischi di inalazione vapori indoor né outdoor per residenti.

In sintesi i rischi per l'uomo sono quelli legati al contatto dermico e all'ingestione superficiale e per i PCB

anche all'inalazione di vapori outdoor e indoor on site e per la falda per la lisciviazione.

Come soluzione di bonifica la relazione suggeriva, in alternativa, un intervento di asportazione totale del materiale di riporto con verifica di fondo scavo (eventualmente preceduta da vagliatura) o la realizzazione di una copertura del sito tramite capping che impedisca il contatto con il materiale contaminato e l'infiltrazione delle acque.

6 INTERVENTI DI BONIFICA DEL SITO

6.1 ATTIVITÀ GIÀ REALIZZATE

Un primo intervento di messa in sicurezza permanente è stato realizzato nel 2007 nell'area del parcheggio del Teatro (Area 3). L'intervento ha previsto la realizzazione di una diaframmatura perimetrale dell'intera area che viene attualmente monitorata da piezometri disposti a coppie interno/esterno.

Recentemente sono stati eseguiti lavori di bonifica dell'area sterrata (Area 2) limitandoli alla porzione Nord del mappale 1444.

Per le altre zone del sito non sono state altre azioni di bonifica o di messa in sicurezza limitandosi all'interdizione all'accesso.

Va anche segnalato che il parcheggio Framarin (Area 1) è completamente asfaltato e anche nella restante porzione dell'area sterrata (Area 2), non bonificata, è presente una pavimentazione che impedisce l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo. Queste barriere impermeabili sono state ritenute sufficienti ad impedire il contatto diretto con il terreno contaminato e, almeno per l'area parcheggio Framarin, a limitare un'eventuale lisciviazione dei contaminanti.

Possibili interventi di regimazione delle acque sono stati ritenuti non necessari in quanto le analisi condotte sui campioni delle acque sotterranee prelevate dai piezometri presenti nel 2007 e 2008 hanno evidenziato l'assenza di criticità legate alla presenza del materiale contaminato.

6.2 INDICAZIONI UTILI PER IL COMPLETAMENTO DELLA BONIFICA

La ditta ENVIRAM (2002) ha anche redatto il progetto definitivo dell'intervento di Bonifica e messa in sicurezza del sito. A tal fine sono da ricordare alcune interessanti prove condotte in merito alla possibilità di realizzare l'asportazione del materiale di rifiuto previa selezione meccanica del terreno al fine di ricollocare in loco la frazione grossolana (sopravaglio) non contaminata.

A tal fine la ditta eseguiva test di vagliatura al fine di determinare la dimensione della maglia ottimale tale da ridurre il volume del materiale di rifiuto da inviare a discarica e in grado di selezionare un materiale di sopravaglio di caratteristiche idonee al riutilizzo in loco.

I risultati di test di vagliatura hanno portato alle seguenti conclusioni che si riportano integralmente.

In base ai test condotti, si può concludere che per il raggiungimento degli obiettivi della bonifica, quindi per ottenere una efficace selezione del terreno con le attrezzature impiegabili in cantiere, risulta ottimale l'utilizzo di vagli del diametro di 12mm.

La vagliatura in laboratorio, eseguita utilizzando un vaglio a maglia quadrata di maglia 12mm, ha prodotto la separazione delle fasi PASSANTE e TRATTENUTO, su ciascuna delle quali sono state condotte rispettivamente:

- prova di cessione in acido acetico 0.5M per metalli pesanti;*
- prova di cessione secondo All.to 3 D.M. 5-2-98 per anioni e metalli pesanti.*

I risultati (...omissis...) hanno evidenziato che il trattenuto, o sopravaglio, rispetta i limiti di cessione

condotto secondo il D.M. 5-2-98 (All.to 3), mentre il passante, o sottovaglio, risulta contaminato da metalli pesanti e supera, nel test di cessione condotto secondo IRSA Q64 appendice 2, i limiti di tabella 3 della L.152/99 pur rimanendo inferiore a 10 volte gli stessi. In base a quanto sopra esposto il materiale risultante quale "trattenuto" alla vagliatura può essere ricollocato in sito, mentre il materiale risultante quale "passante" dovrà essere smaltito in discarica di categoria II tipo B.

Le discariche di categoria II tipo B sono le attuali discariche per **rifiuti speciali non pericolosi** secondo il D.lgs 36/2003.

6.3 CALCOLO DEI VOLUMI

Nella valutazione delle volumetrie di terreno e materiale di rifiuto si è fatto riferimento alla suddivisione delle due aree (lotto A e lotto B) indicata negli elaborati grafici e alla diversa natura del terreno incontrato alle varie profondità ed alle profondità di scavo dipendenti dagli obiettivi del progetto. Gli interventi del lotto A riguardano la messa in sicurezza permanente della particella catastale n.1444 e la sistemazione dell'area verde pubblico che occupa una parte della particella catastale n.10, mentre gli interventi del lotto B prevedono la bonifica ambientale della particella catastale n.1445.

In particolare si è fatto riferimento alle seguenti frazioni di natura differente.

- materiale proveniente dalla scarifica di pavimentazioni (asfalto o calcestruzzo) da inviare a discarica (15÷20 cm)
- stabilizzato presente al di sotto delle pavimentazioni (15÷35 cm)
- **passante** derivante dalle operazioni di vagliatura, da conferire in discarica per rifiuti speciali non pericolosi (50%)
- **trattenuto** derivante dalle operazioni di vagliatura, da riutilizzare in cantiere (50%).

Per una valutazione dettagliata dei volumi di scavo si rimanda all'apposito elaborato "Relazione sulla gestione delle materie" allegato al progetto esecutivo.

7 CONCLUSIONI

L'area denominata "Ex Acciaierie Valbruna" è stata caratterizzata dal punto di vista mediante le numerose campagne di indagine realizzate nel corso degli anni, a partire fin dal 2001. Le conclusioni sullo stato di contaminazione del terreno e della falda nonché del rischio associato per la salute umana è stato valutato con apposita Analisi del Rischio dal Dipartimento Provinciale ARPAV di Vicenza nel 2012, prendendo come riferimento le aree identificate al Catasto Pubblico al foglio 46 nn. 10, 1444, 1445 e 1446.

I risultati dell'ADR indicavano l'esistenza di rischio ambientale nel caso di utilizzo di tipo residenziale verde pubblico dell'area. Le soluzioni di bonifica proposte in sede di Analisi di Rischio prevedevano anche l'ipotesi di "asportazione totale del materiale di riporto con verifica di fondo scavo". La stessa analisi indicava tuttavia l'assenza di rischi nella condizione che fosse realizzata un'adeguata pavimentazione.

Con determina PGN 59411 del 7 agosto 2013 veniva approvato il "Progetto di Bonifica della porzione del Piano Particolareggiato n. 6" il quale, per ridurre le volumetrie da inviare a discarica e i relativi costi dell'operazione, e in considerazione che la frazione contaminata riguardava le particelle più sottili e non quelle grossolane, supposizione accertata con specifiche analisi in laboratorio, prevedeva che *"l'asportazione potrà essere eventualmente preceduta da una fase di vagliatura con valutazione delle caratteristiche ambientali delle frazioni ricavate dalla vagliatura ed un eventuale utilizzo in sito"*.

Il presente progetto prevede quindi un intervento differenziato tra i due lotti.

Per il lotto A, coincidente con il mappale n. 1444 (oltre ad una porzione del mappale n. 10 che tuttavia non presenta problematiche ambientali) si prevede un intervento di messa in sicurezza permanente mediante la realizzazione di una pavimentazione impermeabile costituita da adeguato pacchetto stradale e manto d'usura in asfalto.

Per il lotto B, coincidente con il mappale n.1445, si prevede un intervento di bonifica con asportazione del materiale di risulta previa vagliatura dello stesso al fine di recuperare la frazione più grossolana (sopravaglio) per poterla riutilizzare in loco. Il materiale di riporto ed il terreno contaminato allontanati come rifiuto dovranno essere destinati ad impianti autorizzati al fine di un loro recupero/smaltimento in funzione delle caratteristiche dello stesso.

8 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ENVIRAM g.e.i.e.(2001). *Indagine di dettaglio per la bonifica dell'area PP6 ex-acciaierie Valbruna.*

ENVIRAM g.e.i.e. (2002). *Bonifica e messa in sicurezza dell'area PP6 – ex acciaierie Valbruna – PROGETTO DEFINITIVO.* Febbraio 2002.

APAT (2008). *Manuale APAT: Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati.* Revisione di Marzo 2008.

ARPAV (2008). *Area industriale dismessa delle Acciaierie Valbruna S.p.A. "PP6" Lotto Nord-Ovest – Relazione attività di indagine integrativa ed elaborazione analisi di rischio ai sensi del titolo V del Decreto Legislativo n. 152/06.* ARPAV – Dipartimento Provinciale di Vicenza – Servizio Industrie Chimico Conciarie e Olfattometria. Dicembre 2008.

SINERGEO (2012). *Indagini ambientali integrative presso l'area del piano particolareggiato n. 6 nel comune di Vicenza – Relazione geologico ambientale.* Febbraio 2012.

ARPAV (2012). *Risultati delle indagini ambientali e piano della caratterizzazione dell'area del piano particolareggiato n. 6 nel Comune di Vicenza.* Maggio 2012. Dipartimento Provinciale ARPAV di Vicenza.

ARPAV (2012). *Analisi del Rischio relativa al sito PP6.* Comune di Vicenza. Dipartimento Provinciale ARPAV di Vicenza.

INGEO SINTESI srl (2012). *Progetto di bonifica dell'area PP6: Relazione di sintesi sugli esiti delle caratterizzazioni ambientali.*