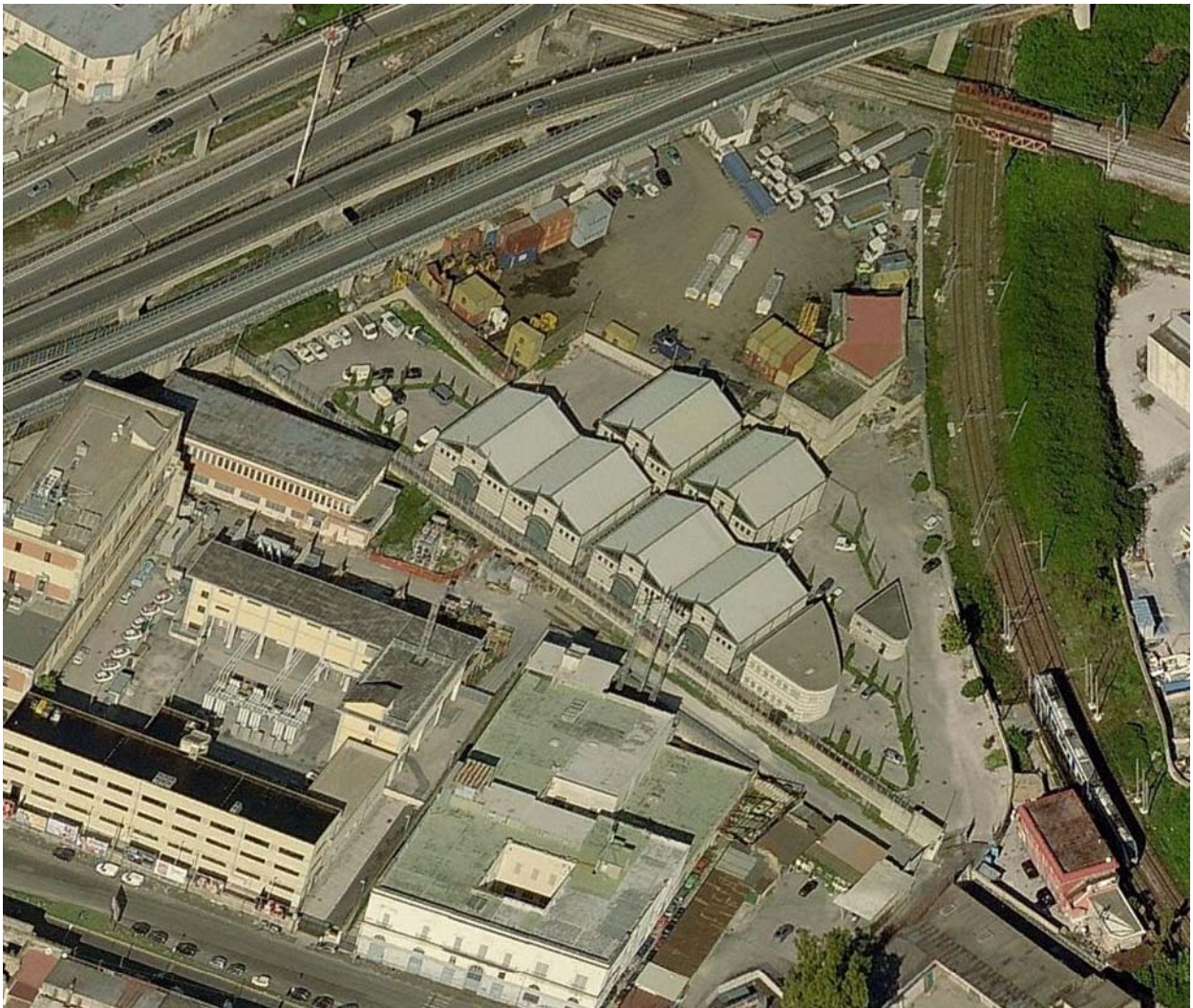




Agenzia Regionale Protezione Ambientale Campania



Analisi di Rischio sito specifica ai sensi del D.Lgs. 152/06 del sito Officine e Depositi di Via Pazzigno/Ponte dei Francesi Comune di Napoli (NA) SIN "Napoli Orientale"

Dicembre 2017

rev 1

INDICE

PREMESSA	3
1. RACCOLTA DATI ESISTENTI	4
1.1 DESCRIZIONE SITO	4
1.2 RISULTATI DELLE INDAGINI AMBIENTALI	4
1.2.1 Indagini indirette.....	5
1.2.2 Indagini dirette.....	5
1.2.3 Risultati analisi chimiche.....	6
2. METODOLOGIA DELL’ANALISI DI RISCHIO SANITARIO-AMBIENTALE... 10	
2.1 RISCHIO: DEFINIZIONE E ACCETTABILITÀ.....	11
3. ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA..... 13	
3.1 MODELLO CONCETTUALE SITO SPECIFICO	13
3.2 PARAMETRI SITO-SPECIFICI.....	14
3.2.1 Parametri meteo climatici	14
3.2.2 Parametri di idrogeologia locale.....	16
3.2.3 Granulometria/tessitura del suolo	16
3.2.4 Parametri degli edifici	17
3.2.5 Tabella parametri sito specifici.....	17
3.2.6 Parametri di default	19
4. RISULTATI..... 20	
5. CONCLUSIONI..... 22	
6. BIBLIOGRAFIA	24

ALLEGATI

Allegato 1	Convenzione
Allegato 2	Inquadramento territoriale
Allegato 3	Perimetrazione del sito
Allegato 4	Stralcio della Variante al P.R.G. del comune di Napoli - Certificazione di destinazione d’uso immobili comunali
Allegato 5	Relazione Indagini Preliminari - Georadar
Allegato 6	Relazione Indagini Preliminari - Bonifica da Ordigni Bellici
Allegato 7	Certificati analitici di laboratorio
Allegato 8	Validazioni e rapporti di prova ARPAC
Allegato 9	Tablelle riassuntive analisi chimiche
Allegato 10	Slug test
Allegato 11	Sezione litostratigrafica
Allegato 12	Superficie piezometrica
Allegato 13	Log stratigrafici e analisi granulometriche



Direzione Tecnica

Analisi di Rischio Sito Specifica
“Via Pazzigno/Ponte dei Francesi”
(Officine e Depositi)- rev.1
codice 3049N262

Pagina 2 di 24

Gruppo di lavoro

Ing. Annalisa Giordano

Arch. Maria Daro

Ing. Valentina Sammartino Calabrese

Dott. Geol. Gianluca Ragone

Il Dirigente U.O. CAAR

Referente gruppo di lavoro

Ing. Rita Iorio

Il Dirigente U.O.C. S.I.C.B.

Dott. Salvatore Di Rosa



ARPAC – Agenzia Regionale Protezione Ambientale Campania – Ente di Diritto Pubblico istituito con L.R. 10/98

Sede Legale: via Vicinale S. Maria del Pianto – Centro Polifunzionale, Torre 1 – 80143 Napoli

tel. 0812326111 – fax 0812326225 – direzionegenerale.arpac@pec.arpacampania.it – www.arpacampania.it – P.I. 07407530638

PREMESSA

Il presente elaborato di Analisi di Rischio Sito Specifica è relativo al sito “Via Pazzigno/Ponte dei Francesi (Officine e Depositi)”, ubicato nella zona orientale di Napoli con accesso da via Nuova Pazzigno e confinante a Nord con un’area adibita a deposito di container, a est con la linea delle Ferrovie dello Stato e, infine, a sud-ovest con l’edificio dell’Enel.

Esso è stato redatto da ARPAC in relazione alla convenzione di servizi stipulata con la Regione Campania, prot. 2015. 0765794 del 10/11/2015 (Allegato 1), per l'esecuzione del progetto di servizi *"Elaborazione Analisi di Rischio sito-specifica" di cui all'art. 242 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., per i siti individuati dalle delibere di Giunta Regionale della Campania n. 57/2015 e n. 197/2015"*.

Tale documento è stato revisionato alla luce delle considerazioni emerse in sede di riunione tecnica con ISPRA e il MATTM il giorno 15/02/2017 avente oggetto: *"Analisi di Rischio sito specifica di cui all'art. 242 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., per i siti individuati dalle delibere di Giunta Regionale della Campania n. 57/2015 e n. 197/2015"*.

La presente analisi di rischio è stata condotta secondo quanto previsto dall’Allegato 1, Titolo V, Parte IV del D.lgs. 152/06 e s.m.i., contenente i *"Criteri generali per l’analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifica"*.

Il Titolo V del sopracitato Decreto disciplina gli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti contaminati e stabilisce le procedure, i criteri e le modalità per lo svolgimento delle operazioni necessarie per l’eliminazione delle sorgenti dell’inquinamento e comunque per la riduzione delle concentrazioni di sostanze inquinanti.

1. RACCOLTA DATI ESISTENTI

1.1 Descrizione sito

L'area oggetto di studio ricade nell'ambito del Sito di Interesse Nazionale “Napoli Orientale”, come indicato dalle Legge 426/98, perimetrato provvisoriamente, con Ordinanza Commissariale del 29 dicembre 1999 emanata dal Sindaco di Napoli quale Commissario delegato.

Il sito, denominato “Via Pazzigno/Ponte dei Francesi (Officine e Depositi)” con codice 3049N262, è localizzato nell'area orientale di Napoli (Allegato 2) ed è inserito nel Piano Regionale di Bonifica, adottato con delibera di Giunta Regionale n.129 del 27/05/2013, pubblicato sul BURC n.30 del 5/06/2013 e, successivamente, approvato dal Consiglio Regionale della Campania con delibera amministrativa n.777 del 25 ottobre 2013.

Esso è di proprietà del Comune di Napoli ed occupa un'area di forma irregolare, confinante a nord con un'area adibita a deposito di container, ad est con la linea delle Ferrovie dello Stato e, infine, a sud-ovest con l'edificio dell'ENEL.

Catastalmente il sito è identificato al foglio 165, da particelle n. 1 a n.36 e particella n. 258 del Nuovo Catasto Terreni.

Non si hanno notizie documentate circa le attività pregresse che si sono succedute sul sito in esame; l'unica certezza è che il sito, presente sul territorio da circa 25 anni, ricade in una zona un tempo occupata da serre. L'area, di circa 10.000 mq e recintata da un muro alto di circa 2 m, risulta interamente pavimentata ed è occupata da officine e depositi del Comune stesso. Sull'area insistono due capannoni adibiti ad attività produttive quali falegnameria, elettricista, fonici, asphaltisti, fabbro, uffici e da un ulteriore edificio ove si rinvengono cabine elettriche a MT e deposito del materiale del Comune di Napoli.

Il territorio dell'area orientale di Napoli è disciplinato dal P.R.G. approvato con D.M. n. 1829 del 31.03.1972, modificato dalla Variante di Salvaguardia al P.R.G., approvata con decreto del Presidente della Giunta Regionale della Campania n. 9297/1998.

La destinazione urbanistica del sito “Via Pazzigno/Ponte dei Francesi (Officine e Depositi)” è identificata come zona “D” (Insediamenti per la produzione di beni e servizi) - sottozona “Db” (Nuovi insediamenti per la produzione di beni e servizi), così come indicato nell'Allegato 4 - Stralcio della Variante al P.R.G. del comune di Napoli - Certificazione di destinazione d'uso immobili comunali.

1.2 Risultati delle Indagini ambientali

Il Piano della caratterizzazione del sito e le successive integrazioni, redatti da ARPAC rispettivamente nel giugno e nell' Ottobre 2005 ed approvati dal MATTM in sede di Conferenza dei Servizi decisoria del 11 ottobre 2005, hanno comportato l'esecuzione di:

- Indagini di tipo indiretto, ossia non invasive dei terreni indagati (indagini geofisiche) finalizzate alla verifica di eventuali sottoservizi presenti nell’area in esame;
- Bonifica da ordigni bellici: attività propedeutiche a quelle di perforazione finalizzate alla verifica nel suolo e sottosuolo di ordigni bellici;
- Indagini di tipo diretto, ossia indagini che prevedono un intervento di carattere meccanico sulla matrice ambientale da investigare (terreni/acque, mediante escavazione, carotaggio, prelievo di campioni, ecc.).

1.2.1 Indagini indirette

Al fine di una corretta ubicazione dei sondaggi ambientali, di individuare la possibile presenza di sottoservizi interrati in corrispondenza dei punti di indagine, è stato eseguito un rilievo geofisico su tutta l’area oggetto di intervento. L’acquisizione dei dati di campo è avvenuta mediante il trascinarsi di un’antenna georadar in n. 6 aree afferenti al sito (Allegato 5).

Prima di realizzare la caratterizzazione, l’area in esame è stata oggetto di una campagna di ricerca di ordigni bellici residuati, effettuata in corrispondenza dei punti di indagine; in particolare è stata rilevata l’eventuale presenza di elementi metallici con apparecchiature cercametalli Ferex.

I risultati della campagna di ricerca e la relativa documentazione sono stati riportati in Allegato 6.

1.2.2 Indagini dirette

Nell’ambito dell’area in esame le attività hanno riguardato la realizzazione di n. 6 sondaggi geognostici con tecnica a carotaggio continuo (S1P, S2P, S3P, S4P, S5, S6P) spinti fino alla profondità di 10 m da p.c., di cui n. 4 completati a pozzi di monitoraggio della falda.

Nel corso dell’indagine ambientale è stato effettuato il prelievo di campioni di terreno ed di acque sotterranee, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/06, successivamente sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio per la ricerca degli analiti elencati nella “short list integrata” del relativo Piano della Caratterizzazione.

La short list integrata di Napoli Orientale per i suoli ricomprende le seguenti famiglie di analiti:

Composti Inorganici, Composti Organici Aromatici, Aromatici Policiclici, Alifatici Clorurati Cancerogeni, Alifatici Clorurati non Cancerogeni, Clorobenzeni, Fenoli Clorurati e Non, PCB, Idrocarburi Leggeri e Pesanti, Piombo Tetraetile, MTBE, Amianto, Diossine e Furani.

Per le acque, invece, ricomprende:

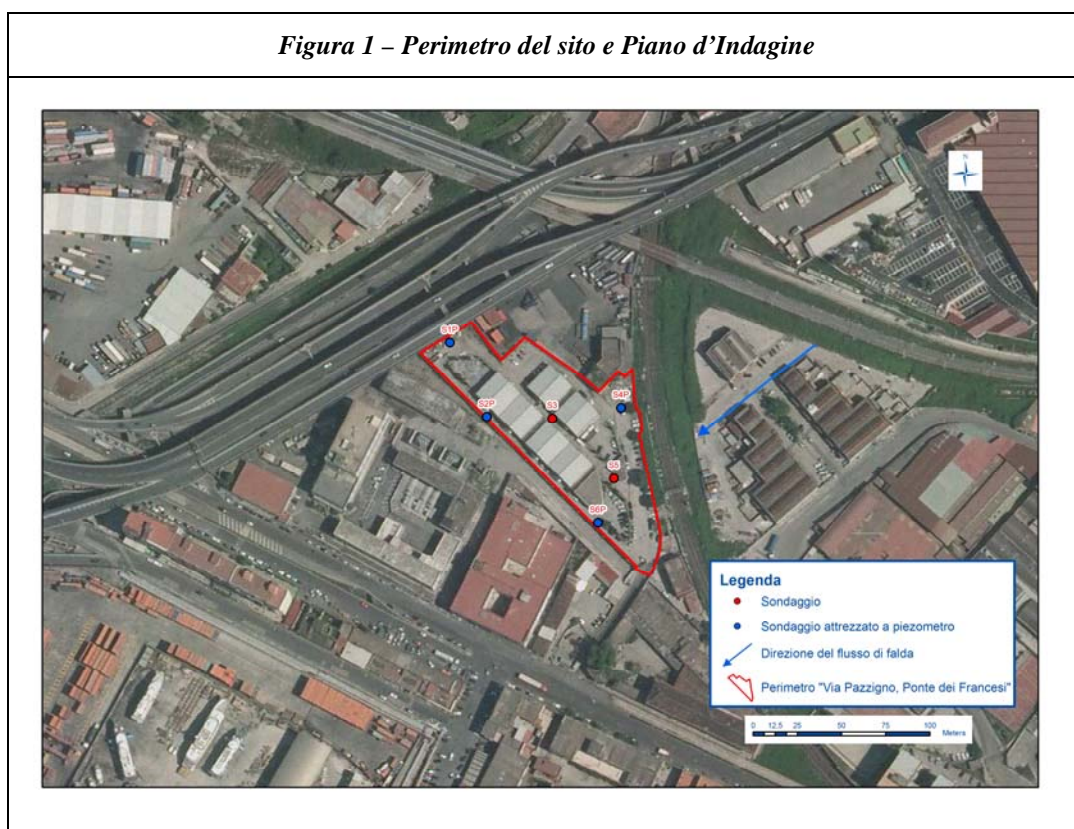
Composti Inorganici, Piombo Tetraetile, Composti Organici Aromatici, Aromatici Policiclici, Alifatici Clorurati Cancerogeni, Alifatici Clorurati non Cancerogeni, Clorobenzeni, Fenoli e Clorofenoli, Pentaclorofenoli, PCB, Idrocarburi espressi come n-esano, MTBE, CVM (Cloruro Vinile Monomero).

Dai sondaggi sono stati prelevati n. 18 campioni di terreno di cui:

- un campione rappresentativo dei terreni superficiali (0,0 – 1,0 m. di profondità da p.c.);
- un campione rappresentativo dell’interfaccia tra terreni insaturi e terreni saturi (4,0 – 5,0 m. di profondità da p.c.);
- un campione rappresentativo del fondo foro (9,0 – 10,0 m. di profondità da p.c.).
- un campione di top-soil (0,0 - 0,10 m. di profondità da p.c.).

Per l’investigazione delle acque sotterranee, sono stati prelevati n. 4 campioni d’acqua di falda, uno per ogni sondaggio attrezzato a piezometro.

Nella Figura 1 sono rappresentati su ortofoto il sito ed i sondaggi eseguiti in base al Piano di Indagine.



1.2.3 Risultati analisi chimiche

Il Rapporto Tecnico Conclusivo delle Indagini di Caratterizzazione Ambientale, redatto dall’A.T.I. costituita da ENSR Italia Srl, TECNO-IN e LAB ANALYSIS, è stato approvato in sede di Conferenza di Servizi decisoria del 26/02/09.

I risultati delle analisi chimiche eseguite sui campioni di suolo e di sottosuolo, sia saturo che insaturo, non hanno evidenziato la presenza di valori di concentrazione superiori rispetto ai limiti ammissibili della Tabella 1, colonna B (Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D. Lgs.152/06) per una destinazione d’uso commerciale ed industriale del sito.

I risultati delle analisi chimiche eseguite sui campioni di acque di falda, hanno invece evidenziato la presenza di valori di concentrazione superiori rispetto ai limiti ammissibili riportati in Tabella 2 (Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D. Lgs.152/06).

In Allegato 7 vengono riportati i certificati analitici di laboratorio effettuati, dalla ditta esecutrice della caratterizzazione, sui terreni e sulle acque di falda; in Allegato 8 viene riportato il documento di validazione da parte di ARPAC ed i rapporti di prova delle analisi eseguite; in allegato 9, infine, vengono riportate le tabelle riassuntive con tutti i risultati validati.

Dall’elaborazione dei dati sono stati estrapolati i valori dove si è riscontrato il superamento dei limiti di riferimento. Le relative concentrazioni sono state inserite nella Tabella 1, dove si riportano gli analiti, il carotaggio/piezometro di riferimento, le coordinate geografiche, la profondità del campione, i limiti di riferimento e la data di esecuzione:

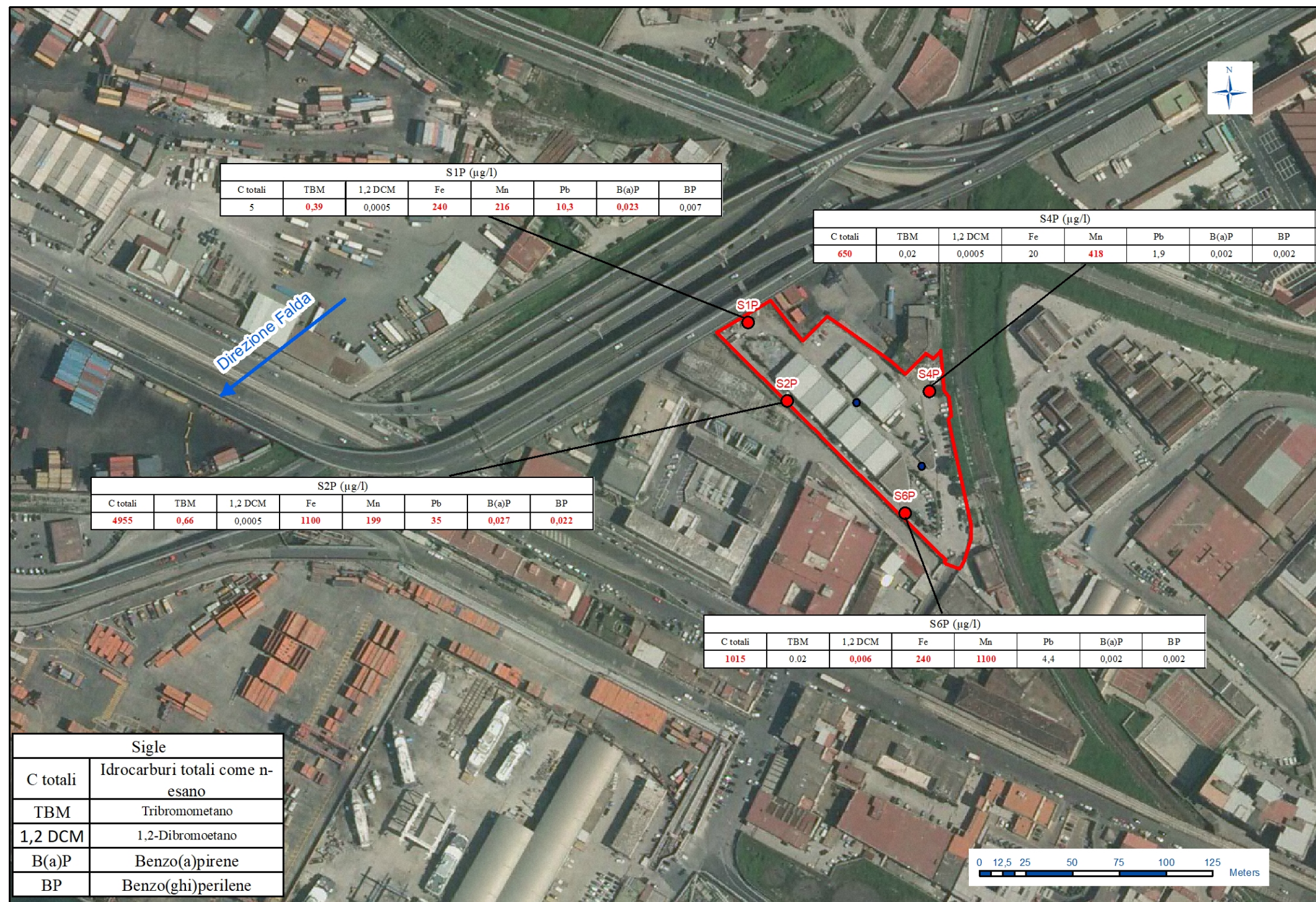
Tabella 1 – Superamenti Acque sotterranee													
D.lgs 152/06, Parte IV, titolo V, All. 5, tab.2 - (µg/l)						350	0,3	0,001	200	50	10	0,01	0,01
Sond.	Coord X	Coord Y	Profondità (m)	Soggiacenza falda dal p.c. (m)	Data prelievo	Idrocarburi totali	Tribromometano	1,2-Dibromoetano	Ferro	Manganese	Piombo	Benzo(a)pirene	Benzo(g,h,i)perilene
S1P	440371	4521470	10	3.50	24/07/07	5	0,39	0,0005	240	216	10,3	0,023	0,007
S2P	440392	4521428	10	2.50	24/07/07	4955	0,66	0,0005	1100	199	35	0,027	0,022
S4P	440429	4521427	10	2.60	24/07/07	650	0,02	0,0005	20	418	1,9	0,002	0,002
S6P	440468	4521433	10	2.80	24/07/07	1015	0.02	0,006	240	1100	4,4	0,002	0,002

Dalle concentrazioni rilevate nel sito, di cui alla tabella 1, relativamente alle acque sotterranee si evince quanto di seguito riportato:

- gli Idrocarburi Totali presenti sia a monte che a valle idrogeologico, con un significativo incremento a valle idrogeologico;
- il Tribromometano presente solo a valle idrogeologico con una concentrazione max pari 0.66 µg/l;
- l’1,2 Dibromoetano presente in un solo punto a monte idrogeologico con una concentrazione pari a 0,006 µg/l;
- il Ferro presente sia a monte che a valle idrogeologico con un incremento a valle, in un unico piezometro;

- il Manganese presente sia a monte che a valle idrogeologico con un decremento verso il valle;
- Piombo, Benzo(a)pirene e Benzo(g,h,i)perilene presenti solo a valle idrogeologico.

Figura 2 – Superamenti Acque



2. METODOLOGIA DELL'ANALISI DI RISCHIO SANITARIO-AMBIENTALE

L'analisi di rischio rappresenta una procedura avanzata per valutare il grado di contaminazione di un sito e dei rischi per la salute umana e per l'ambiente circostante connessi con l'inquinamento rilevato. Essa costituisce lo strumento più indicato per supportare le strategie di gestione della contaminazione e per quantificare i pericoli legati alla presenza di sostanze presenti in concentrazioni superiori a quelle previste dalla normativa vigente.

La procedura di analisi di rischio codificata dall'ASTM e ripresa dal D.lgs. 152/06 - Parte IV – Titolo V e s.m.i., prevede un approccio graduale di approfondimento, denominato Risk Based Corrective Action (RBCA). Tale approccio è articolato in tre differenti livelli di approfondimento, che si differenziano fondamentalmente per conservatività, difficoltà di applicazione e rappresentatività sito specifica.

Il livello di dettaglio dell'analisi di rischio è legato allo scopo che ci si prefigge e alla complessità e criticità del sito:

- Risk Screening (livello 1)
- Procedura sito specifica (livello 2)
- Procedura approfondita (livello3)

I tre livelli possono così essere definiti:

- **primo livello (Tier 1)** corrisponde ad una valutazione di screening, in cui vengono determinati, sulla base di scenari, modelli ed assunzioni conservative generiche, i *Risk Based Screening Levels* (RBSL). I valori RBSL sono valori di concentrazione per le diverse matrici ambientali che hanno valore generico e non sito specifico. Se le concentrazioni rappresentative della contaminazione nel sito superano i suddetti valori, i RBSL possono essere un riferimento per gli obiettivi di bonifica, oppure si può passare al livello 2 di analisi che prevede la caratterizzazione specifica del sito;
- **secondo livello (Tier 2)** consiste in una valutazione sito specifica in cui vengono calcolati i *Site Specific Target Level* (SSTL), che corrispondono ai valori di concentrazione che possono costituire gli obiettivi di bonifica per le matrici contaminate. Nel livello 2 sono utilizzati modelli di trasporto analitici, in cui i dati d'ingresso sono ricavati da indagini ambientali condotte in sito. Qualora alcuni dati di input non siano disponibili, si ricorre a valori riportati in letteratura o a dati validati da studi condotti in contesti ambientali analoghi. Se le concentrazioni rappresentative della contaminazione nel sito superano i SSTL, questi ultimi possono essere presi come riferimento nell'individuazione degli obiettivi di bonifica, oppure si può passare al livello 3 di analisi che prevede l'uso di modelli di simulazione complessi e un maggior numero di dati;
- **terzo livello (Tier 3)** rappresenta lo stadio più approfondito di analisi di rischio. Il terzo livello prevede l'uso di strumenti di calcolo più complessi, costituiti da modelli numerici e stocastici per la

simulazione dei fenomeni di trasporto dei contaminanti. L'applicazione dell'analisi di rischio di terzo livello è possibile nel caso in cui si disponga di dati chimici, biologici e fisici specifici del sito, necessari alla completa determinazione dei fenomeni di riduzione del carico di contaminante in atto nel sottosuolo. Nella procedura di analisi di rischio sanitario (AdR), connessa alla contaminazione di un sito, è importante determinare il 'Modello Concettuale del Sito' (MCS). Tale modello è il frutto di indagini ed analisi di caratterizzazione del sito e la sua definizione comprende essenzialmente la ricostruzione dei caratteri delle tre componenti principali che costituiscono l'AdR:

Sorgente \Rightarrow Trasporto \Rightarrow Bersaglio

pertanto devono essere definiti:

- **Le sorgenti di contaminazione:** queste si differenziano in sorgenti primarie, rappresentate dall'elemento che è causa di inquinamento, e sorgenti secondarie identificate invece con il comparto ambientale contaminato (suolo, acqua, aria). Le sorgenti secondarie possono suddividersi in:
 - zona insatura, a sua volta distinta in suolo superficiale (profondità fino a 1 m) e suolo profondo (profondità superiori a 1 m);
 - zona satura o acqua sotterranea.

In accordo agli standard di riferimento la procedura di analisi di rischio viene applicata esclusivamente alle sorgenti secondarie di contaminazione.

- **Le vie di migrazione/percorsi di esposizione:** vengono distinte in base alla sorgente di contaminazione. Per il suolo superficiale si considerano l'ingestione di suolo, il contatto dermico, l'inalazione di vapori e polveri e la lisciviazione verso la risorsa idrica sotterranea; nel caso di un suolo profondo vengono attivati i percorsi di volatilizzazione e di lisciviazione in falda; per la zona satura infine la volatilizzazione e la migrazione verso il punto di conformità, cioè il punto “teorico” o “reale” di valle idrogeologico, in corrispondenza del quale devono essere rispettati gli obiettivi di qualità delle acque sotterranee.
- **I bersagli della contaminazione:** vengono presi in considerazione solo recettori umani, distinti in base alla destinazione d'uso del suolo contaminato, ovvero per aree residenziali/verde pubblico i bersagli sono adulti e bambini mentre per aree industriali/commerciali sono solo adulti (lavoratori).

2.1 **Rischio: definizione e accettabilità**

Il rischio (R) derivante da un sito contaminato è dato dalla seguente espressione:

$R = E \times T$ dove:

E = esposizione, definisce la condizione in cui un composto chimico viene a contatto con il recettore ed è il termine che quantifica la probabilità di contatto degli inquinanti con i bersagli.

L'esposizione è pari al prodotto tra la concentrazione del contaminante al punto di esposizione e i fattori di esposizione (tasso di contatto, durata e frequenza di esposizione, peso corporeo, durata della vita etc.).

T = tossicità di un composto chimico, stimato mediante studi scientifici condotti da organismi internazionali, fornito sotto forma di valori di potenziali cancerogeni o delle dosi massime assimilabili, a seconda che si tratti di una sostanza cancerogena o non cancerogena.

Il rischio **R** viene confrontato con i criteri di accettabilità individuali e cumulativi del rischio sanitario, per decidere se esistono o meno condizioni in grado di causare effetti sanitari nocivi. Il calcolo del rischio si differenzia a seconda che l'inquinante sia cancerogeno oppure non cancerogeno.

Per quantificare il rischio per la salute umana dovuto all'esposizione alla contaminazione, e valutarne l'accettabilità o la non accettabilità, si devono calcolare i quozienti di pericolo HI (*Hazard Index*) per le sostanze non cancerogene e i valori di rischio incrementale R per le sostanze cancerogene:

$$HI = Dose\ Assunta / Reference\ Dose\ (RfD)$$

$$R = Dose\ Assunta \times Slope\ Factor\ (SF),$$

in cui la **dose assunta**, ovvero la dose media giornaliera assunta, viene espressa come mg/kg giorno; **la dose di riferimento (RfD)** è espressa in mg/kg giorno e rappresenta la dose massima ammissibile, cioè la dose o concentrazione di sostanza tossica per la quale, in letteratura, non vengono riportati effetti avversi per l'uomo esposto alla sostanza stessa; **lo Slope Factor (SF)** è espresso in (mg/kg giorno)⁻¹, esso rappresenta il potenziale cancerogeno e stima la probabilità incrementale di ammalarsi di cancro nel corso della vita, associata all'assunzione di una dose unitaria di una certa sostanza cancerogena per unità di peso corporeo. Per le sostanze cancerogene, a differenza di quelle semplicemente tossiche, si ritiene che non esista un valore di soglia al di sotto della quale non vi siano effetti. Ciò a significare che non esiste un livello di esposizione alla sostanza che non ponga una probabilità anche se minima di generare una risposta cancerogena, in pratica non esiste una dose senza rischi.

A livello nazionale, secondo quanto previsto nel Testo Unico in campo Ambientale (D.Lgs. 152/06 e s.m.i.), il rischio per la salute umana è accettabile se sussistono le seguenti condizioni:

- R per singola sostanza $\leq 10^{-6}$;
- R cumulato $\leq 10^{-5}$;
- HI per singola sostanza ≤ 1 (non c'è rischio, in caso contrario si possono avere effetti non cancerogeni ma patologici sulla popolazione più sensibile);
- HI cumulato ≤ 1 (non c'è rischio, in caso contrario si possono avere effetti non cancerogeni ma patologici sulla popolazione più sensibile).

3. ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA

L’analisi di rischio applicata nel presente studio è di secondo livello (*Tier 2*), pertanto è stata effettuata una valutazione sito specifica in cui i dati d’ingresso sono stati ricavati da indagini ambientali condotte in sito e, in assenza di queste, da valori riportati in letteratura o da dati validati da studi condotti in contesti ambientali analoghi.

3.1 *Modello concettuale sito specifico*

L’analisi di rischio è stata svolta in modalità sia diretta che inversa ai fini del calcolo del rischio per inalazione proveniente dalla sorgente falda e delle Concentrazioni Soglia di Rischio per il rispetto del rischio sanitario.

Il software utilizzato è Risk-net 2.0 sviluppato nell’ambito della rete RECONnet (Rete Nazionale sulla gestione e la Bonifica dei Siti Contaminati) su iniziativa del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ingegneria Informatica dell’ Università di Roma “Tor Vergata”. Il software permette di calcolare il rischio (e le CSR) legato alla presenza di contaminanti all’interno di un sito, applicando la procedura APAT-ISPRA di analisi di rischio sanitaria ("Criteri metodologici l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati"; APAT-ISPRA 2008) in accordo con quanto previsto dalla normativa italiana (D.Lgs. 152/06 e D.Lgs. 04/08).

- ***Sorgenti***

La matrice ambientale considerata quale sorgente secondaria di contaminazione è la falda, la cui estensione coincide con l’intera superficie del sito in quanto in tutti i piezometri realizzati sono stati rilevati superamenti delle CSC.

- ***Vie di trasporto e percorsi di esposizione***

La via di trasporto attivata è la volatilizzazione da falda ed i percorsi di esposizione sono l’inalazione outdoor ed indoor on site. Non è stato attivato il percorso di trasporto in falda in quanto la sorgente di contaminazione in falda coincide con l’intera superficie del sito.

- ***Bersagli***

In base alla destinazione urbanistica dell’area, i potenziali bersagli on site sono lavoratori. Nel raggio di 30 m dal confine del sito, non sono presenti aree residenziali e ricreative, pertanto non sono stati considerati bersagli off site.

I contaminanti per i quali è stato valutato il rischio da inalazione vapori e le relative concentrazioni rappresentative della sorgente sono indicati nella Tabella 2. Le concentrazioni rappresentative della sorgente corrispondono alle concentrazioni massime rilevate in tutti i piezometri, comprese le analisi eseguite dall’Ente di Controllo.

I parametri chimico fisici e tossicologici utilizzati sono quelli riportati nella banca dati ISS-ISPEL, aggiornata a Marzo 2015.

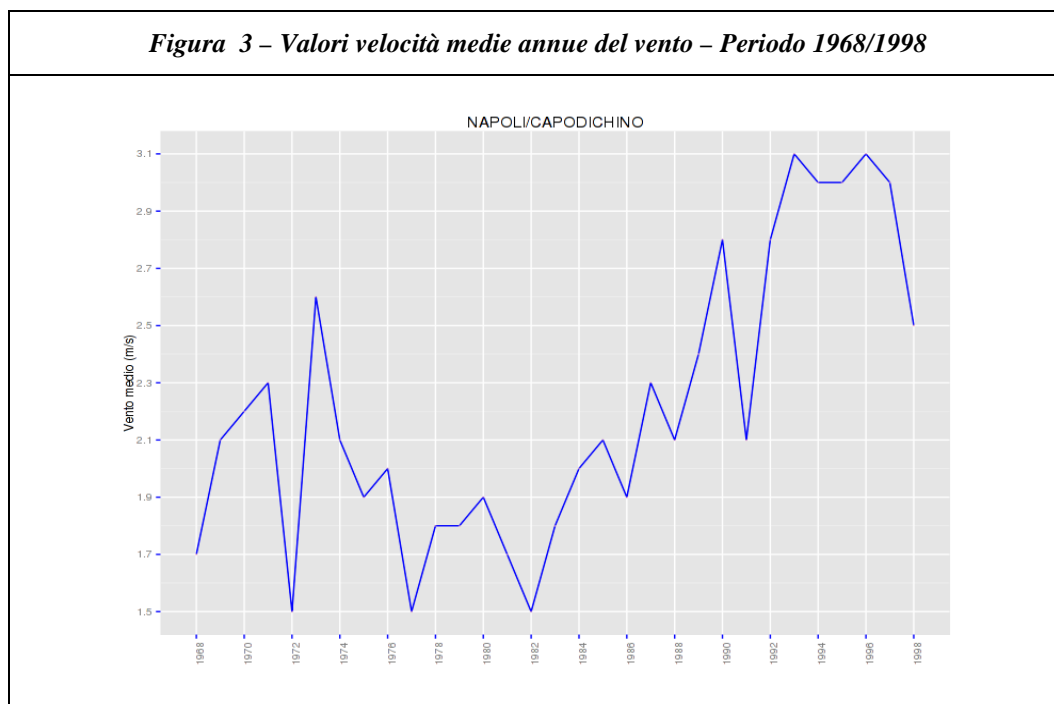
<i>Tabella 2 – Concentrazioni rappresentative della sorgente</i>	
Contaminante	CRS (µg/l)
Idrocarburi totali come n-esano	4955
Tribromometano	0,66
1,2-Dibromoetano	0,006

3.2 Parametri sito-specifici

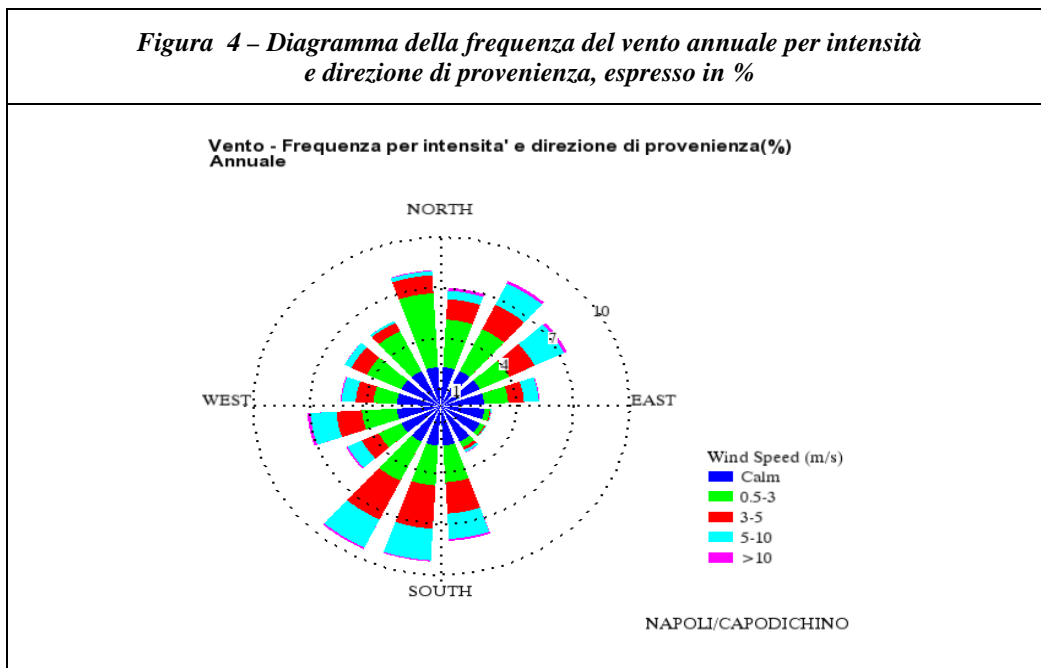
3.2.1 Parametri meteo climatici

Per quel che concerne i parametri meteo climatici, sono stati utilizzati i dati meteorologici ricavati dall’archivio SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l’elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale) al link <http://www.scia.isprambiente.it> e fanno riferimento alla stazione meteo di Napoli Capodichino.

Nella Figura 3 vengono rappresentate le velocità medie annuali del vento relativamente alla serie storica 1968 -1998, mentre nell’Allegato 11 si riportano i valori della velocità media del vento per ogni anno. Il valore utilizzato ai fini dell’implementazione dell’analisi di rischio è **1,5 m/s** corrispondente al minimo rilevato.



Ai fini della stima del valore di velocità media del vento alla quota di 2 m, all'interno del software sono state impostate una quota di 10 m della centralina meteo di riferimento, una classe di stabilità atmosferica D ed una tipologia di suolo “urbano”. Nella Figura 4 viene riportato il diagramma della frequenza del vento in relazione all'intensità ed alla direzione di provenienza.



Nella Tabella 3 vengono riportati i valori utilizzati per l'elaborazione dello stesso. La direzione principale di provenienza del vento è S-SW.

Tabella 3 – Percentuali delle frequenze dell'intensità del vento, per l'elaborazione diagramma anemometrico

Intensità (m/s)		CALM	0.5 – 3.0	3.0 – 5.0	5.0 – 10.0	> 10.0
Frequenze espresse in %	Settore 1	2.31	2.82	1.21	0.50	0.18
	Settore 2	2.31	2.74	1.60	1.40	0.17
	Settore 3	2.31	1.72	1.49	1.73	0.17
	Settore 4	2.31	1.28	0.83	0.79	0.04
	Settore 5	2.31	0.30	0.05	0.03	0.01
	Settore 6	2.31	0.26	0.06	0.04	0.00
	Settore 7	2.31	0.37	0.18	0.14	0.03
	Settore 8	2.31	2.18	1.85	1.50	0.12
	Settore 9	2.31	2.36	2.56	1.87	0.07
	Settore 10	2.31	2.57	2.54	1.83	0.10
	Settore 11	2.31	1.32	0.98	0.83	0.09
	Settore 12	2.31	1.85	1.35	1.38	0.16
	Settore 13	2.31	1.24	0.94	0.74	0.06
	Settore 14	2.31	2.02	0.91	0.39	0.01
	Settore 15	2.31	2.60	0.56	0.13	0.01
	Settore 16	2.31	4.38	1.07	0.24	0.05

3.2.2 Parametri di idrogeologia locale

Il flusso idrico sotterraneo è caratterizzato dalla presenza di fitte intercalazioni tra sedimenti alluvionali e materiali tuffitici e lavici, che costituiscono l’acquifero multistrato. La serie risulta così costituita da una alternanza di orizzonti permeabili ed impermeabili, all’interno della quale si susseguono livelli acquiferi aventi comportamenti idrodinamici con artesianesimo crescente con la profondità.

La direzione di flusso preferenziale della falda è da Nord Est – Sud Ovest con un gradiente medio dell’ordine dello 0,45%.

L’acquifero intercettato è posto ad una profondità media di circa 2,80-3,00 m dal piano campagna.

In base alle prove di Slug test, contenute nell’Allegato 12, è stata stimata una conducibilità idraulica compresa tra $1,04 \cdot 10^{-3}$ m/s e $8,98 \cdot 10^{-4}$ m/s ed una media di $10 \cdot 10^{-4}$ m/s.

In Tabella 4 sono riportati i valori della conducibilità idraulica misurati in corrispondenza dei piezometri.

Piezometro	m/s
S1P	$1,04 \cdot 10^{-3}$
S2P	$8,98 \cdot 10^{-4}$
S4P	$7,39 \cdot 10^{-4}$
S6P	$1,25 \cdot 10^{-3}$

Per la definizione dei valori della soggiacenza della falda rispetto al p.c., sono stati elaborati i dati contenuti nella sezione litostratigrafica, di cui all’Allegato 13 e quelli contenuti nell’Allegato 14 in relazione alle quote della superficie piezometrica rispetto al livello del mare. Tali dati sono riportati in Tabella 5.

Piezometro	Spessore della falda (cm)	Soggiacenza da p.c. (m)
S1P	3500	3.50
S2P	3500	2.50
S4P	3500	2.60
S6P	3500	2.80

3.2.3 Granulometria/tessitura del suolo

L’attività di monitoraggio ambientale del sottosuolo ha permesso di ricostruire l’assetto litostratigrafico locale che viene così schematizzato:

- da 0,00 a 0,2 m da p.c.: asfalto;
- da 0,20 a 1,70 m da p.c.: Riporto: massetto in calcestruzzo e tufo frammisto a poca matrice terrosa marrone;
- da 1,70 a 4,00 m da p.c.: paleo suolo costituito da cenere di colore bruno, debolmente unificata, poco addensata, con inclusi pomici e litici in quantità crescenti verso il basso;
- da 4,00 a 10,00 m dal p.c.: sabbia fine limosa, di colore grigio giallastro con inclusi sporadici litici lavici sub-centimetrici. Procedendo verso il basso aumenta la percentuale di limo e diminuisce il contenuto in litici. L'orizzonte è addensato.

L'analisi granulometrica, di cui all'allegato 13, eseguita per il solo campione S4PCr1, ha evidenziato che il terreno saturo, campionato alla profondità di 4.00 metri, è classificabile come sabbia fine debolmente limosa con peso specifico medio pari a 2,53.

Dall'esame delle stratigrafie, riportate nell'Allegato 13, emerge che per i suoli insaturi gli stessi sono classificabili come terreno di riporto che è assimilabile a sabbia.

3.2.4 Parametri degli edifici

Tutta l'area si presenta asfaltata esternamente ai capannoni, con presenza in diversi punti di fessurazioni, mentre all'interno dei capannoni è presente una pavimentazione di tipo industriale e/o con piastrelle posta su un massetto a livello del p.c..

I capannoni sono realizzati in c.a. con altezza di circa 9.00 m fuori terra; non ci sono locali interrati.

3.2.5 Tabella parametri sito specifici

In base al modello concettuale attivato, nella Tabella 6 vengono riportati i parametri richiesti dal software Risk-net ed i relativi valori implementati, selezionati in base a quanto previsto dai “Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati” e dal “Documento di riferimento per la determinazione e la validazione dei parametri sito-specifici utilizzati nell'applicazione dell'analisi di rischio ai sensi del DLgs 152/06” elaborati da APAT-ARPA-ISS-ISPEL.

Tabella 6 – Parametri sito specifici

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore di default doc. APAT	Valore utilizzato
L_{GW}	Profondità del piano di falda	cm	300	250
W'	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione principale del vento	cm	4500	8000
ρ_s	Densità del suolo	g/cm ³	1.7	2,53
pH	pH del suolo	adim.	6.8	6.8
foc	Frazione di carbonio organico	g-C/g-suolo	0.001	0.001
U_{air}	Velocità del vento	cm/s	225	100 - Elaborazione dati storici della stazione meteo più vicina
L_{crack}	Spessore delle fondazioni (muri)	cm	15	15
L_b	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione (IND.)	cm	300	900
Z_{crack}	Profondità delle fondazioni	cm	15	15

Le considerazioni effettuate ai fini della scelta dei valori dei parametri indicati nella Tabella sono:

- la dimensione della sorgente rispetto alle direzione del vento è la massima così come evidenziato nella Figura 5.
- per la soggiacenza delle falda è stato selezionato il valore minimo;
- come densità del suolo è stato inserito il valore maggiore;
- la velocità del vento è stata selezionata considerando il valore minore tra quelli riportati nell'allegato 11, un suolo “urbano” ed una classe di stabilità D;
- la tessitura del suolo è stata assimilata ad una sabbia;

Relativamente alla scelta dei contaminanti:

- Ferro, Manganese, Piombo, Benzo(a)pirene e Benzo(g,h,i)perilene non sono stati inseriti in quanto non volatili, così come indicato nel documento di supporto alla Banca Dati elaborata da ISS ed aggiornata a Marzo 2015.
- per gli idrocarburi totali (n-esano), non essendo stata effettuata una speciazione, è stata selezionata la frazione MADEP che è risultata in questo caso maggiormente cautelativa cioè gli alifatici C5-C8.

Figura 5 – Dimensioni della sorgente rispetto alla direzione principale del vento



3.2.6 Parametri di default

In fase di caratterizzazione ambientale non sono stati determinati il pH ed il foc del suolo, pertanto i valori inseriti corrispondono a quelli di default ISPRA.

I parametri degli edifici per cui non è stato possibile stabilire un dato sito specifico fanno riferimento ai valori di default ISPRA.

4. RISULTATI

L’elaborazione dell’analisi di rischio in modalità diretta per la valutazione dell’esposizione a sostanze volatili presenti nella matrice acque sotterranee ha evidenziato:

- Indice di pericolo non accettabile per inalazione indoor e outdoor per Alifatici C5-C8

Nella Figura 6 si riporta parte della schermata del software risk-net relativa al calcolo del rischio. I risultati evidenziati indicano un valore non accettabile dell’indice di pericolo sia per singola sostanza che cumulato.

Figura 6 – Valori del Rischio e dell’Indice di Pericolo

Contaminanti	CRS [mg/L]	CRS soil-gas [mg/m³]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CRS ridotta falda [mg/L]	CRS ridotta soil-gas [mg/m³]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)
Alifatici C5-C8	4,96E+00	---		4,96E+00	---	---	3,00E+00
Tribromometano (Bromoformio)	6,60E-04	---		6,60E-04	---	---	3,74E-07
1,2-Dibromoetano	6,00E-06	---		6,00E-06	---	6,86E-11	3,56E-08

On-site	R tot	HI tot
Outdoor	5,97E-11	1,18E+00
Indoor	6,86E-11	3,00E+00
Off-site	R tot	HI tot
Outdoor	---	---
Indoor	---	---

L’elaborazione dell’analisi di rischio in modalità inversa ha portato all’individuazione delle CSR per cui non si rileva rischio sanitario. Attraverso i fattori di correzione sono state calcolate le CSR per tutti i contaminanti ai fini del rispetto dell’Indice di Pericolo cumulato.

Figura 7 – Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR)

Contaminanti	CSR individuale [mg/L]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CSR falda [mg/L]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)	CSC D.Lgs 152/06 [mg/L]	CRS in sorgente [mg/L]
Alifatici C5-C8	1,65E+00		1,65E+00	---	1,00E+00	NA	3,50E-01	4,96E+00
Tribromometano (Bromoformio)	1,76E+03	1,00E+03	1,76E+00	---	1,00E-03	NA	3,00E-04	6,60E-04
1,2-Dibromoetano	8,75E-02		8,75E-02	1,00E-06	5,19E-04	NA	1,00E-06	6,00E-06

On-site	R tot	HI tot
Outdoor	8,70E-07	3,95E-01
Indoor	1,00E-06	1,00E+00
Off-site	R tot	HI tot
Outdoor	---	---
Indoor	---	---

Figura 8 – Quadro riepilogativo degli obiettivi di bonifica per la falda

Contaminanti	Obiettivi di bonifica [mg/l]
Idrocarburi totali	1,65E+00
Tribromometano (Bromoformio)	1,76E+00
1,2-Dibromoetano	8,75E-02

5. CONCLUSIONI

L'elaborazione dell'analisi di rischio in modalità diretta per la valutazione dell'esposizione a sostanze volatili presenti nella matrice acque sotterranee ha evidenziato un Indice di pericolo non accettabile per inalazione indoor e outdoor di idrocarburi Alifatici C5-C8.

Visti il rischio sanitario non accettabile associato all'inalazione di idrocarburi dalla falda ed il non rispetto delle CSC al punto di conformità per Idrocarburi totali, Tribromometano, 1,2-Dibromoetano, Benzo(a)pirene, Benzo(g,h,i)perilene, Ferro, Manganese e Piombo, le acque sotterranee devono ritenersi contaminate. Si rende necessario, pertanto, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., attuare idonei interventi di bonifica ai fini del raggiungimento delle CSC e/o dei valori di fondo per tutti gli analiti per cui sono risultati superamenti e la cui presenza non sia riconducibile alle caratteristiche geochimiche dell'area.

Tuttavia è necessario effettuare alcune considerazioni in merito ai risultati ottenuti ai fini della scelta delle soluzioni più efficaci per gli interventi da attuare:

- dalla fase di caratterizzazione ambientale del sito è intercorso un considerevole lasso di tempo (circa 9 anni);
- mancano analisi di speciazione degli idrocarburi e pertanto tutta la contaminazione è stata associata alla frazione più critica dal punto di vista della presenza di rischio sanitario con conseguente sovrastima dello stesso;
- le equazioni utilizzate nell'applicazione dell'analisi di rischio di Livello 2 portano spesso ad una sovrastima del rischio e a una sottostima delle CSR associate al percorso di volatilizzazione;
- la falda del SIN di Napoli Orientale risulta notevolmente compromessa per contaminazione da idrocarburi ed organici clorurati;
- la presenza di Ferro e Manganese nelle acque sotterranee può essere riconducibile alle caratteristiche geochimiche dell'area;
- nella Conferenza di Servizi decisoria del 31/05/2016 è stata approvata la prima fase attuativa del Progetto Definitivo di Bonifica della Falda del SIN di Napoli Orientale.

Un intervento di bonifica limitato all'area in esame potrebbe, pertanto, non essere risolutivo rispetto all'effettiva rimozione della contaminazione rilevata.

In ogni caso, ai fini della tutela della salute umana, si ritiene che debbano essere intraprese almeno le seguenti azioni da attuare nel seguente ordine di priorità:

1. esecuzione di una campagna di monitoraggio delle acque sotterranee al fine di verificarne l'attuale stato di contaminazione ed ai fini della verifica dei valori di fondo e della valutazione della distribuzione spazio-temporale della contaminazione. Tale campagna

Direzione Tecnica

dovrà essere eseguita secondo il “Protocollo Operativo per la Campagna Coordinata del Monitoraggio delle acque di falda per il Sito di Interesse Nazionale (SIN) “Napoli Orientale” approvato in Conferenza di Servizi decisoria del 16/12/2014. Tali analisi dovranno prevedere la speciazione degli idrocarburi al fine di rilevare le reali frazioni presenti;

2. nel caso in cui i risultati del primo campionamento della campagna di monitoraggio dovessero confermare il superamento delle CSR calcolate, dovranno essere condotte, contemporaneamente al monitoraggio della falda, misure dirette dei vapori provenienti dalla falda per la verifica del rischio di inalazione e per la valutazione dell’efficacia – efficienza delle eventuali misure di prevenzione e degli eventuali interventi di bonifica da attuare.

Nel caso in cui le suddette campagne di monitoraggio e di indagine confermino lo stato di contaminazione del sito:

- dovranno essere individuate le effettive sorgenti primarie della contaminazione, qualora ancora presenti, sia nell’area interna al sito “Capannoni industriali in via Pazzigno” che nel perimetro del SIN;
- sarà necessario attuare idonee misure di mitigazione del rischio e di messa in sicurezza e bonifica della falda.

Si evidenzia inoltre che le condizioni relative al modello concettuale dovranno essere trascritte all’interno del certificato di destinazione urbanistica, in quanto in caso di modifiche allo scenario attuale sarà necessario implementare una nuova analisi di rischio.

6. BIBLIOGRAFIA

- "Criteri metodologici l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati"; APAT ISPRA 2008;
- Documento di riferimento per la determinazione e la validazione dei parametri sito-specifici utilizzati nell'applicazione dell'analisi di rischio ai sensi del D.lgs. 152/06 elaborati da APAT-ARPA-ISS-ISPES;
- Documento di supporto alla Banca dati ISS-INAIL (Marzo 2015);
- Linee guida sull'analisi di Rischio ai sensi del D.lgs. 152/2006 (Novembre 2014);
- Piano della Caratterizzazione Rev. 1 ai sensi del D.M. 471/99 del sito “Via Pazzigno/Ponte dei Francesi (Officine e Depositi)”, Giugno 2005, redatto da ARPAC;
- Integrazioni al Piano della Caratterizzazione ai sensi del D.M. 471/99, redatte da ARPAC in ottobre 2005;
- Rapporto Tecnico Conclusivo delle Indagini di Caratterizzazione Ambientale ai sensi dell'ex D.M. 471/99 del sito “Via Pazzigno/Ponte dei Francesi (Officine e Depositi)”, redatto dall'A.T.I. costituita da ENSR Italia Srl, TECNO-IN e LAB ANALYSIS.