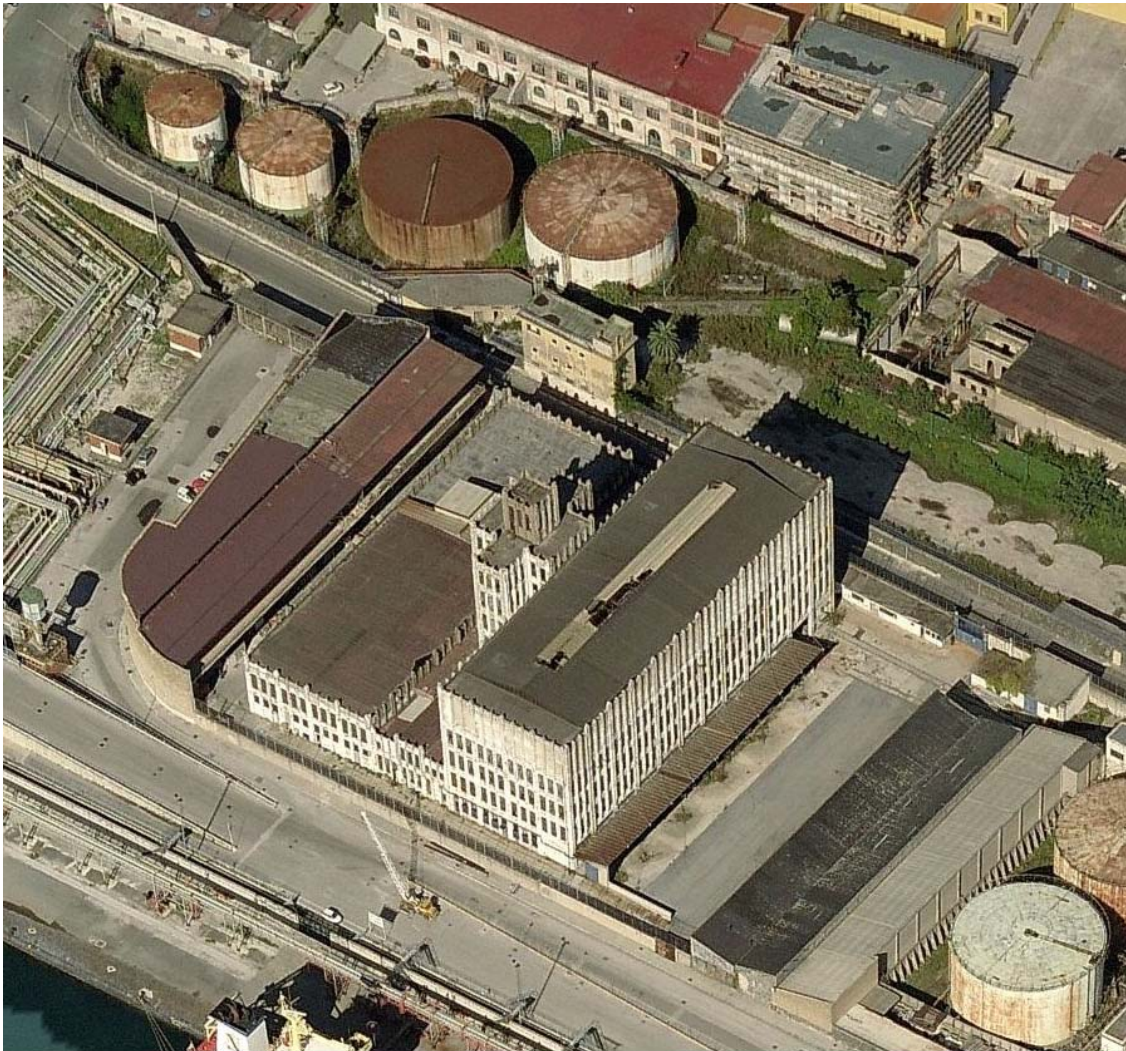




Agenzia Regionale Protezione Ambientale Campania



**Analisi di Rischio sito specifica ai sensi del D.Lgs. 152/06 del sito
Ex Area Industriale Cirio Eurolat in Via Vigliena
Comune di Napoli (NA)
SIN "Napoli Orientale"**

Dicembre 2017

rev 1

INDICE

PREMESSA	4
1. RACCOLTA DATI ESISTENTI	5
1.1 DESCRIZIONE SITO	5
1.2 RISULTATI DELLE INDAGINI AMBIENTALI.....	7
1.2.1 Indagini indirette.....	7
1.2.2 Indagini dirette.....	7
1.2.3 Risultati analisi chimiche.....	9
2. METODOLOGIA DELL’ANALISI DI RISCHIO SANITARIO-AMBIENTALE	16
2.1 RISCHIO: DEFINIZIONE E ACCETTABILITÀ	17
3. ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA	19
3.1 MODELLO CONCETTUALE SITO SPECIFICO	19
3.2 PARAMETRI SITO-SPECIFICI.....	20
3.2.1 Parametri meteo climatici	20
3.2.2 Parametri di idrogeologia locale.....	23
3.2.3 Granulometria/tessitura del suolo	24
3.2.4 Parametri degli edifici	24
3.2.5 Tabella parametri sito specifici.....	25
3.2.6 Parametri di default	29
4. RISULTATI	30
5. CONCLUSIONI	33
6. BIBLIOGRAFIA	35

ALLEGATI

- Allegato 1 – Convenzione;
- Allegato 2 - Inquadramento territoriale;
- Allegato 3 - Perimetrazione del sito;
- Allegato 4 - Stralci Varianti al P.R.G. del comune di Napoli - P.R. Porto di Napoli;
- Allegato 5 - Georadar;
- Allegato 6 - Bonifica Ordigni Bellici;
- Allegato 7 - Piano Indagine;
- Allegato 8 - Risultati analisi chimiche;
- Allegato 9 - Validazioni e rapporti di prova ARPAC;
- Allegato 10 - Risultati analisi chimiche validati da ARPAC;
- Allegato 11 - Dati meteo climatici;
- Allegato 12 - Slug test;
- Allegato 13 - Stratigrafie;
- Allegato 14 - Isofreatiche;
- Allegato 15 - Analisi granulometriche;
- Allegato 16 – Elaborati architettonici edifici.

FIGURE

- Fig. n. 1 - Perimetro del sito e Piano d'Indagine;
Fig. n. 2 – Risultati Suoli insaturi e saturi;
Fig. n. 3 – Risultati Acque;
Fig. n. 4 - Valori velocità medie annue del vento – Periodo 1968/1998;
Fig. n. 5 - Diagramma della frequenza del vento annuale per intensità e direzione di provenienza, espresso in %;
Fig. n. 6 - Valori precipitazioni cumulate annue – Periodo 1958/2012;
Fig. n. 7 - Dimensioni delle sorgenti nel suolo superficiale e profondo rispetto alla direzione del flusso di falda e del vento;
Fig. n. 8 – Distanza delle sorgenti nel suolo superficiale dal punto di conformità, rispetto alla direzione del flusso di falda e del vento;
Fig. n. 9 - Dimensioni della sorgente in falda rispetto alla direzione del flusso di falda e del vento;
Fig. n. 10 - Valori del Rischio suolo superficiale (sorgente A1);
Fig. n. 11 - Valori del Rischio suolo profondo (sorgente A1);
Fig. n. 12 - Concentrazioni Soglia di Rischio suolo superficiale (CSR – sorgente A1);
Fig. n. 13 - Concentrazioni Soglia di Rischio suolo profondo (CSR – sorgente A1);
Fig. n. 14 – Valori del Rischio suolo superficiale (sorgente A2);
Fig. n. 15 – Valori del Rischio suolo profondo (sorgente A2);
Fig. n. 16 – Concentrazioni Soglia di Rischio suolo superficiale (CSR – sorgente A2);
Fig. n. 17 – Concentrazioni Soglia di Rischio suolo profondo (CSR – sorgente A2);
Fig. n. 18 – Valori del Rischio e dell'Indice di Pericolo (sorgente falda);
Fig. n. 19 – Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR – sorgente falda).

TABELLE

- Tab. n. 1 – Risultati Suoli insaturi e saturi;
Tab. n. 2 – Risultati Acque;
Tab. n. 3 – Concentrazioni rappresentative delle sorgenti suolo superficiale e profondo;
Tab. n. 4 – Concentrazioni rappresentative della sorgente acque sotterranee;
Tab. n. 5 - Percentuali delle frequenze dell'intensità del vento, per l'elaborazione diagramma anemometrico;
Tab. n. 6 - Valori di conducibilità idraulica;
Tab. n. 7 - Valori di soggiacenza falda;
Tab. n. 8 - Valori di densità del suolo;
Tab. n. 9 - Parametri sito specifici, “sorgente A1”;
Tab. n. 10 - Parametri sito specifici, “sorgente A2”;
Tab. n. 11 - Parametri sito specifici, “sorgente falda”.

Gruppo di lavoro

Ing. Raimondo Romano
Dott. Geol. Luigi Montanino
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

PREMESSA

Il presente elaborato di Analisi di Rischio Sito Specifica è relativo al sito “ Ex Area industriale Cirio Eurolat”, ubicato in via Vigliena del comune di Napoli.

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 “Ex Area industriale Cirio Eurolat” con codice 3049N290, è ubicato nell'ambito delle Darsene Orientali del Porto di Napoli 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 (Allegato 2).

Trattasi di un'area trapezoidale, delimitata a Nord da via Nuova Marina dei Gigli e via Vigliena, ad Est dalla Centrale di Vigliena, a Sud ed Ovest dalla Nuova Darsena Petroli.

L'area di proprietà dell'Autorità Portuale, è stata parzialmente colmata e rettificata a partire dai primi anni del '900, consentendo l'insediamento della Centrale termo-elettrica Maurizio Capuano di proprietà dell'ENEL (Ex SME – Società Meridionale Elettrica) e dell'ex stabilimento Cirio Eurolat.

Il sito è stato dato in concessione dall'Autorità Portuale alla Cirio Società Generale, per la lavorazione di conserve alimentari sin dal 1928. L'approvvigionamento delle materie prime per l'industria avveniva sia via terra, sia via mare. All'interno del sito era previsto lo stoccaggio e il deposito delle materie prime necessarie per le lavorazioni dei prodotti finiti, fino al loro utilizzo.

Lo stabilimento ricopre una superficie di circa 16.200 mq., di cui 11.000 mq. costituiscono un'area coperta occupata da edifici, mentre la restante parte è costituita da aree scoperte pavimentate.

La parte di superficie coperta è occupata da 5 edifici/capannoni, riportati nell'allegato 3:

- edificio n. 1: utilizzato in passato per la produzione delle scatole di latta, in seguito convertito completamente a deposito merci. Esso occupa una superficie di circa 6.300 mq, con una struttura in cemento armato in sufficiente stato di conservazione ed un'altezza massima di 30 m, avente cinque e sette livelli. Allo stato attuale esso risulta dismesso per due terzi, mentre solo un'ala del complesso, costituita da due piani, è stata ristrutturata ed occupata da attività produttive. Il piano terra, per metà della superficie è occupato dal 2006 dalla CAMAGA Srl, azienda che opera nel settore meccanico, mentre l'altra metà del piano terra e il primo piano sono occupati dal Teatro San Carlo;
- edificio n. 2: adibito in passato principalmente a deposito, in minima parte anche ad officina di riparazione macchine e pesa bilico. E' costituito da un'imponente pensilina in cemento armato e da una copertura in acciaio e pannelli di eternit. Copre una superficie complessiva di circa 2.350 mq., con

un'altezza di 8 m. ed avente un unico livello. Successivamente la struttura è stata tompagnata, trasformandola in deposito chiuso. Allo stato attuale esso risulta dismesso;

- edificio n. 3: adibito in passato a mensa e a spogliatoio al secondo livello e probabilmente a locale deposito ed officina al primo livello. Copre una superficie complessiva di circa 2.100 mq., ed ha un'altezza di 11.60 m. Esso è caratterizzato da un muro che chiude i tre lati di confine e da una balconata protetta da una pensilina sul fronte interno al sito. Allo stato attuale l'immobile risulta ristrutturato ed è occupato per metà dalla CAMAGA Srl (piano terra lavorazione, primo piano uffici) e per l'altra metà dal Teatro San Carlo, dove al piano terra è presente una falegnameria che opera per conto del Teatro, mentre al primo piano ci sono gli uffici;
- edificio n. 4: adibito in passato probabilmente ad alloggio del custode, occupa una superficie di circa 150 mq., con una copertura inclinata costituita da pannelli in Eternit. Allo stato attuale esso risulta dismesso;
- edificio n. 5: adibito negli ultimi anni all'alloggiamento dei trasformatori, dei gruppi elettrogeni, al punto di consegna ENEL ed a servizi vari. Occupa una superficie di circa 150 mq. e risulta attualmente dismesso ed in pessimo stato di conservazione.

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 e dalla Variante al P.R.G. del comune di Napoli, approvata con Decreto del Presidente della Giunta Regione Campania n. 323 del 11 giugno 2004.

In relazione alle Varianti al P.R.G., la destinazione urbanistica del sito “Ex Area industriale Cirio Eurolat” è identificata come sottozona “Ac” (Porto Storico, che identifica il territorio portuale formato in epoca storica), mentre in relazione al Piano regolatore del porto di Napoli, adottato dall'Autorità Portuale con delibera n. 77 del 19/12/2000, è prevista una destinazione urbanistica di tipo “E – Il Nuovo Terminal Containers”, così come indicato nell'allegato 4.

In tale zona saranno allocate strutture di servizio al terminal containers e verrà realizzata parte dei collegamenti stradali e ferroviari a servizio della nuova Darsena.

In particolare per l'ex area industriale Cirio Eurolat, sarà prevista la costruzione di un “distripark” cioè una piattaforma logistica avanzata, collocata a monte dei terminal portuali. Per gli edifici ubicati nel sito saranno definiti interventi mirati alla loro conservazione nel rispetto delle caratteristiche tipologiche e costruttive, adattandoli alla nuova destinazione d'uso.

Attualmente il sito risulta in parte dismesso ed in parte interessato da attività produttive, ma è prevista la realizzazione di attività logistiche e commerciali nell'ambito della riqualificazione dell'area portuale.

1.2 *Risultati delle Indagini ambientali*

Il Piano della caratterizzazione del sito, redatto da ARPAC nell’ottobre 2003 ed approvato dal MATTM in sede di Conferenza dei Servizi decisoria del 01 ottobre 2004, ha 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 alle attività di perforazione finalizzate alla verifica nel suolo e sottosuolo di ordigni bellici;
- Indagini di tipo diretto.

1.2.1 *Indagini indirette*

Al fine di una corretta ubicazione dei punti di sondaggio ambientale, 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, riportati nell’allegato 5, è avvenuta mediante il trascinarsi di un’antenna georadar in n. 14 aree afferenti al sito.

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, per confermare definitivamente l’assenza di interferenze con i sottoservizi.

I risultati della campagna di ricerca e la relativa documentazione sono stati riportati nell’allegato 6.

1.2.2 *Indagini dirette*

Nell’ambito dell’area in esame le attività hanno riguardato la realizzazione di n. 14 sondaggi geognostici con tecnica a carotaggio continuo (S1, S2, S3P, S4P, S5, S6, S7P, S8P, S9, S10bis, S11P, S12, S13P, S14), di cui n. 6 completati a pozzi di monitoraggio della falda (Allegato 7).

I sondaggi non attrezzati a piezometro sono stati spinti fino ad profondità di 3 m dal p.c.; i piezometri sono stati spinti fino ad una profondità di 10 m. dal p.c., ad eccezione del piezometro S4P che ha raggiunto una profondità di 70 m. dal p.c.

Nella scelta dell’ubicazione dei sondaggi si è tenuto conto dei punti a maggiore criticità secondo un sistema ragionato di campionamento e dei risultati delle indagini indirette.

Nel corso dell’indagine ambientale è stato effettuato, il prelievo di campioni di terreno e di acque sotterranee, secondo quanto previsto dall’ex D.M. 471/99, 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 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.

Dai sondaggi sono stati prelevati n. 39 campioni di terreno e n. 13 campioni di top soil, destinati ad analisi di laboratorio per verificare lo stato qualitativo dei terreni dell'area in oggetto.

Da ciascuno dei sondaggi non attrezzati a piezometro, i campioni sono stati prelevati alle seguenti profondità:

- 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 (1,0 – 2,0 m. di profondità da p.c.);
- un campione rappresentativo del fondo foro (2,0 – 3,0 m. di profondità da p.c.).
- un campione di top-soil (0,0 - 0,10 m. di profondità da p.c.).

Da ciascuno dei sondaggi attrezzati a piezometro, i campioni sono stati prelevati alle seguenti profondità:

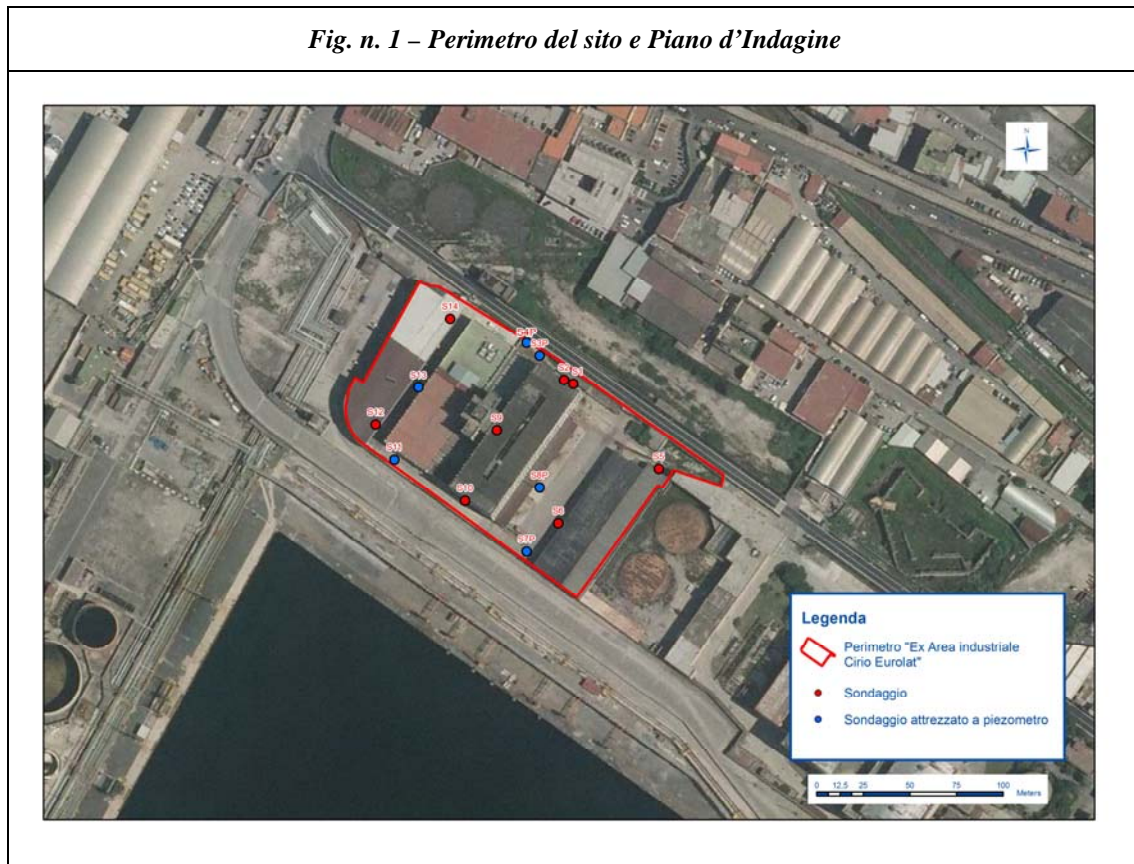
- un campione rappresentativo dei terreni superficiali (0,0 – 1,0 m. di profondità da p.c.);
- un campione rappresentativo dell'interfaccia tra terreni insaturi e terreni saturi (4,0 – 5,0 m. di profondità da p.c.);
- un campione rappresentativo del fondo foro (9,0 – 10,0 m. di profondità da p.c.).
-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

Per il sondaggio attrezzato a piezometro S4P (profondità 70 m.), è stato prelevato solo un campione di acqua di falda.

Per l'investigazione delle acque sotterranee, sono stati prelevati n. 6 campioni d'acqua di falda, uno per ogni sondaggio attrezzato a piezometro.

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

Fig. n. 1 – Perimetro del sito e Piano d’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 insaturo e di sottosuolo saturo 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 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 8 vengono riportati i rapporti di prova delle analisi effettuate dalla ditta esecutrice della caratterizzazione; in allegato 9 viene riportato il documento di validazione da parte di ARPAC ed i rapporti di prova delle analisi eseguite; in allegato 10, infine, vengono riportate le tabelle riassuntive con tutti i risultati validati.

Dall’elaborazione dei dati contenuti nell’allegato 10, sono stati estrapolati i valori per gli analiti dove si è riscontrato il superamento dei limiti di riferimento. Le relative concentrazioni sono state inserite nelle tabelle n. 1 e n. 2, 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:

Tab. n. 1 – Risultati Suoli insaturi e saturi

Dlgs 152/06, Parte IV, titolo V, All. 5, tab.1, Col. B (mg/kg)						1500	350	600	750	10	50	100
Sondaggio	Coord_X	Coord_Y	Soggiacenza falda dal p.c./ Sondaggio (m)	Profondità (m)	Data prelievo	Zinco	Stagno	Rame	Idrocarburi C>12	Benzo(a) antracene	Pirene	Sommatoria policiclici aromatici
S13P-C1	440412	4521061	2,50	0,00 – 1,00	13/07/2007	4718,64	374,24	68,4	89	0,55	0,19	3,25
S5-C1	440541	4521017	1,50	0,00 – 1,00	13/07/2007	148	9,1	606,73	5	0,94	1,54	10,4
S7P-C2	440470	4520973	1,70	4,00 – 5,00	13/07/2007	52,9	5,2	30,5	2946,93	0,69	0,95	3,77
S3P-C2	440477	4521078	1,50	4,00 – 5,00	16/07/2007	39,5	1,6	31,5	180	27,61	65,70	132,22

Tab. n. 2 – Risultati Acque

Sond.		S3P	S4P	S7P
Dlgs 152/06, Parte IV, titolo V, All. 5, tab.2 - (µg/l)				
Dlgs 30/09 - Attuazione della direttiva 2006/118/CE, protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento (mg/l)				
Coord_X	Coord_Y			
Profondità (m)				
Soggiacenza falda dal p.c./ Sondaggio (m)				
Data prelievo				
Idrocarburi totali come n-esano				
1,2-dicloropropano				
Cloruro di vinile				
1,1-dicloroetilene				
Tricloroetilene				
Tribromometano				
Arsenico				
Berillio				
Ferro				
Manganese				
Piombo				
Fluoruri				
Solfati				
Nitriti				
Cloruri				
Ammoniacca (ione ammonio)				
Benzo(a)antracene				
Benzo(a)pirene				
Benzo(b)fluorantene				
Benzo(k)fluorantene				
Benzo(ghi)perilene				
Dibenzo(a,h)antracene				
Indeno[1,2,3-cd]pirene				
Somma IPA specifici (+)				
Esaclorobenzene				
PCB				
440470	440469	440477	440469	440470
4520973	4521084	4521078	4521084	4520973
10	70	10	70	10
1,70	3,25	1,50	3,25	1,70
20/07/07	23/07/07	23/07/07	23/07/07	20/07/07
500*	< 5	450*	< 5	500*
0,18	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,18
2,178*	< 0,05	5,217*	< 0,05	2,178*
0,08*	< 0,005	0,005	< 0,005	0,08*
2,122*	< 0,1	0,005	< 0,1	2,122*
< 0,02	< 0,02	1,17	< 0,02	< 0,02
3	3	3,7	3	3
< 0,5	< 0,5	112,2	< 0,5	< 0,5
< 20	1400	28,5	1400	< 20
1550	680	168	680	1550
< 1	1	19,7	1	< 1
2250	572	828	572	2250
32,3*	65,5	52,8*	65,5	32,3*
< 13	< 13	540	< 13	< 13
157	1018	125	1018	157
420	< 50	300	< 50	420
0,67	< 0,005	0,65	< 0,005	0,67
0,07	< 0,002	0,08	< 0,002	0,07
0,23	< 0,005	0,16	< 0,005	0,23
< 0,005	< 0,005	0,11	< 0,005	< 0,005
0,12	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,12
0,03	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,03
< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
0,39	< 0,01	0,3**	< 0,01	0,39
< 0,001	< 0,001	0,06	< 0,001	< 0,001
< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002

Tab. n. 2 – Risultati Acque

Dlgs 152/06, Parte IV, titolo V, All. 5, tab.2 - (µg/l)		350	0,15	0,5	0,05	1,5	0,3	10	4	200	50	10	1500	250 mgSO4/l	500 µgNO2/l		0,1	0,01	0,1	0,05	0,01	0,01	0,1	0,1	0,01	0,01														
Dlgs 30/09 - Attuazione della direttiva 2006/118/CE, protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento (mg/l)																250 mgCl- /l																								
S13P	S11P	S8P	Sond.	Coord_X	Coord_Y	Profondità (m)	Soggiacenza falda dal p.c./ Sondaggio (m)	Data prelievo	Idrocarburi totali come n-esano	1,2-dicloropropano	Cloruro di vinile	1,1-dicloroetilene	Tricloroetilene	Tribromometano	Arsenico	Berillio	Ferro	Manganese	Piombo	Fluoruri	Solfati	Nitriti	Cloruri	Ammoniaca (ione ammonio)	Benzo(a)antracene	Benzo(a)pirene	Benzo(b)fluorantene	Benzo(k)fluorantene	Benzo(ghi)perilene	Dibenzo(a,h)antracene	Indeno[1,2,3-cd]pirene	Somma IPA specifici (+)	Esaclorobenzene	PCB						
440412	440399	440477																																						
4521061	4521022	4521007																																						
10	10	10																																						
2,50	2,60	1,50																																						
23/07/07	23/07/07	20/07/07																																						
< 5	260	196																																						
< 0,02	< 0,02	< 0,02																																						
< 0,05	< 0,05	< 0,05																																						
< 0,005	< 0,005	< 0,005																																						
< 0,1	< 0,1	< 0,1																																						
< 0,02	< 0,02	< 0,02																																						
2,3	3,8	10,1																																						
< 0,5	< 0,5	< 0,5																																						
70	21	1040																																						
272	260	407																																						
< 1	< 1	4,3																																						
1481	1153	1223																																						
15,1	26,8	42,6																																						
< 13	41	< 13																																						
156	162	66,2																																						
7700	900	110																																						
0,014	0,027	1,46																																						
0,016	0,018	0,45																																						
0,022	0,023	0,71																																						
0,016	0,015	0,19																																						
< 0,002	< 0,002	0,26																																						
< 0,002	< 0,002	0,07																																						
< 0,005	< 0,005	0,28																																						
0,04	0,04	1,44																																						
< 0,001	< 0,001	< 0,001																																						
< 0,002	0,028	0,029																																						

* valore concentrazioni rilevate da ARPA sul contro campione del 23/07/08;

**valore concentrazioni rilevate da ARPA sul campione del 05/06/08

Sulla base dei dati indicati nelle tabelle sopra riportate, si può osservare quanto segue:

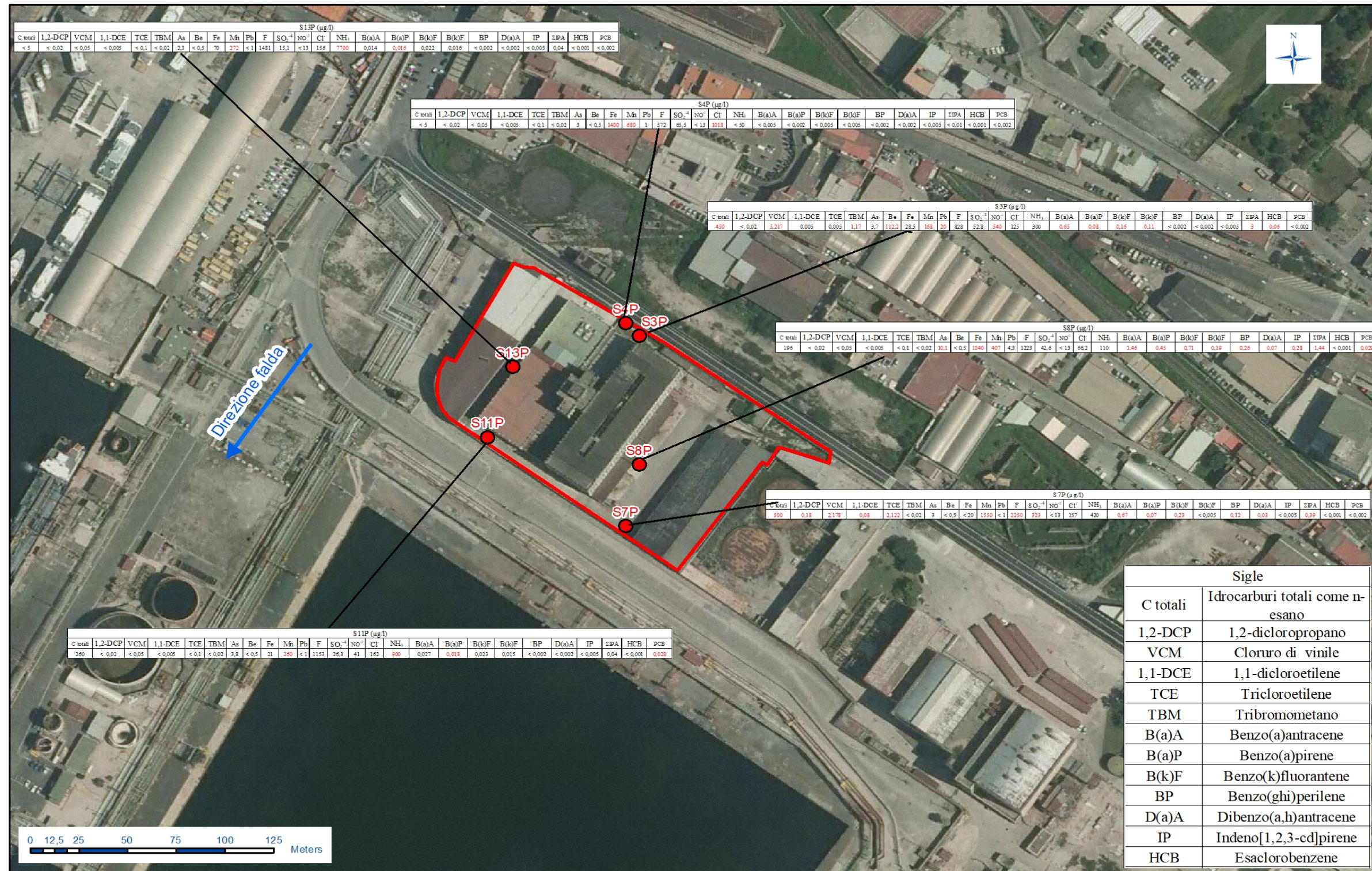
- *Suoli superficiali insaturi*: si evidenziano 2 hot spot per metalli: S13P (zinco e stagno) e S5 (rame), in cui solo per lo zinco si rilevano superamenti significativi;
- *Suoli saturi*: si evidenziano 2 hot spot: S7P per idrocarburi C>12 e S3P per benzo(a)antracene, pirene. L'unico superamento rinvenuto per gli idrocarburi è nel suolo saturo ed esclusivamente nel campione S7P tra 4 e 5 metri dal p.c., con un valore di un ordine di grandezza superiore al limite di riferimento;
- *Acque sotterranee*: si rinvencono superamenti di modesta entità per gli idrocarburi in S3P ed in S7P, la contaminazione è crescente da monte (S3P) a valle idrogeologico (S7P), in corrispondenza del quale si riscontra un superamento anche nel suolo saturo. Per 1,2-dicloropropano, 1,1-dicloroetilene, tricloroetilene, fluoruri e solfati c'è una contaminazione a valle idrogeologico in S7P. Per il cloruro di vinile si riscontrano superamenti in S3P ed in S7P, la contaminazione è decrescente da monte in S3P a valle idrogeologico in S7P. Per il tribromometano, berillio, piombo, nitriti ed esaclorobenzene c'è una contaminazione a monte idrogeologico in S3P. Per l'arsenico e l'indeno(1,2,3-cd)pirene si riscontrano superamenti in S8P ubicato in posizione intermedia tra il monte e valle idrogeologico del sito. Per il benzo(a)antracene si riscontrano superamenti in S3P, S7P e S8P, tra il monte (S3P) ed il valle idrogeologico (S7P) i superamenti sono quasi uguali, mentre il superamento massimo si registra in posizione intermedia del sito (S8P). In corrispondenza del sondaggio S3P si riscontra un superamento per tale analita anche nel suolo saturo ad una profondità compresa tra 4,00 e 5,00 m. Per il benzo(a)pirene si riscontrano superamenti in tutti i piezometri tranne in S4P, la contaminazione tende a decrescere tra il monte (S3P) e il valle idrogeologico (S7P e S11P), il superamento massimo è stato riscontrato in S8P (posizione intermedia tra il monte e valle idrogeologico del sito). Per il benzo(b)fluorantene la contaminazione è crescente da monte in S3P a valle idrogeologico in S7P, però il superamento più alto si rileva in corrispondenza del piezometro S8P (posizione intermedia tra il monte ed il valle idrogeologico del sito). Per il benzo(k)fluorantene si riscontrano superamenti in S3P e in S8P, la contaminazione è crescente da monte idrogeologico in S3P alla posizione intermedia del sito in S8P, mentre a valle idrogeologico non si evidenziano superamenti. Per il benzo(g,h,i)perilene e dibenzo(a,h)antracene si riscontrano superamenti in S7P e in S8P, la contaminazione è decrescente dalla posizione intermedia del sito in S8P a valle idrogeologico in S7P, non si evidenziano superamenti a monte idrogeologico. Per i PCB si riscontrano superamenti in S8P e in S11P, la contaminazione è decrescente dalla posizione intermedia del sito in S8P a valle idrogeologico in S11P, non si evidenziano superamenti a monte idrogeologico.

I risultati delle tabelle n.1 e n. 2 sono stati rappresentati nelle figure n. 2 e n. 3, dove per la figura n. 3 è anche evidenziata la direzione del flusso di falda.

Fig. n. 2 – Risultati Suoli insaturi e saturi



Fig. n. 3 – Risultati 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 x 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 e delle Concentrazioni Soglia di Rischio.

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***

Le matrici ambientali considerate quali sorgenti secondarie di contaminazione sono il suolo superficiale, il suolo profondo e la falda. Nei suoli sono state individuate, attraverso la ricostruzione dei poligoni di Thiessen, n. 2 distinte sorgenti (A1, A2), mentre alla sorgente in falda è stata associata l'intera superficie del sito in quanto sono stati rilevati superamenti delle CSC in tutti i piezometri. I superamenti rilevati nel suolo profondo si riferiscono a terreno saturo e pertanto non sono stati considerati.

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

Le vie di trasporto attivate sono la lisciviazione dal suolo superficiale e profondo verso la falda e la volatilizzazione da falda mentre i percorsi di esposizione possibili sono l'inalazione di vapori outdoor ed indoor on site. Non sono presenti percorsi diretti in quanto l'area è completamente pavimentata.

- ***Bersagli***

In base alla destinazione urbanistica e all'utilizzo dell'area, i bersagli on site sono adulti lavoratori. Non sono stati considerati bersagli off site in quanto, nelle vicinanze del sito, nel raggio di 30 m, non si rinvennero fabbricati adibiti ad uso residenziale, né aree ricreative.

I contaminanti selezionati sono tutti quelli presenti nel suolo superficiale ed i composti volatili e semivolatili rinvenuti in falda. Il suolo profondo insaturo non è stato investigato, tuttavia, in via cautelativa, allo stesso è stata associata la contaminazione rilevata nel suolo superficiale. Le concentrazioni rappresentative delle sorgenti sono indicate nelle tabelle n. 3 e n. 4 e corrispondono alle concentrazioni massime rilevate, 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

Tab. n. 3 – Concentrazioni rappresentative delle sorgenti suolo superficiale e profondo

Contaminante	CRS (mg/kg)
Zinco (sorgente A2)	4718,64
Rame (sorgente A1)	606,73

Tab. n. 4 – Concentrazioni rappresentative della sorgente acque sotterranee

Contaminante	CRS (µg/l)
1,1 - Dicloroetilene	0,08
Cloruro di vinile	5,22
Tricloroetilene	2,12
Tribromometano	1,17
1,2 - Dicloropropano	0,18
Idrocarburi totali	500
PCB	0,029

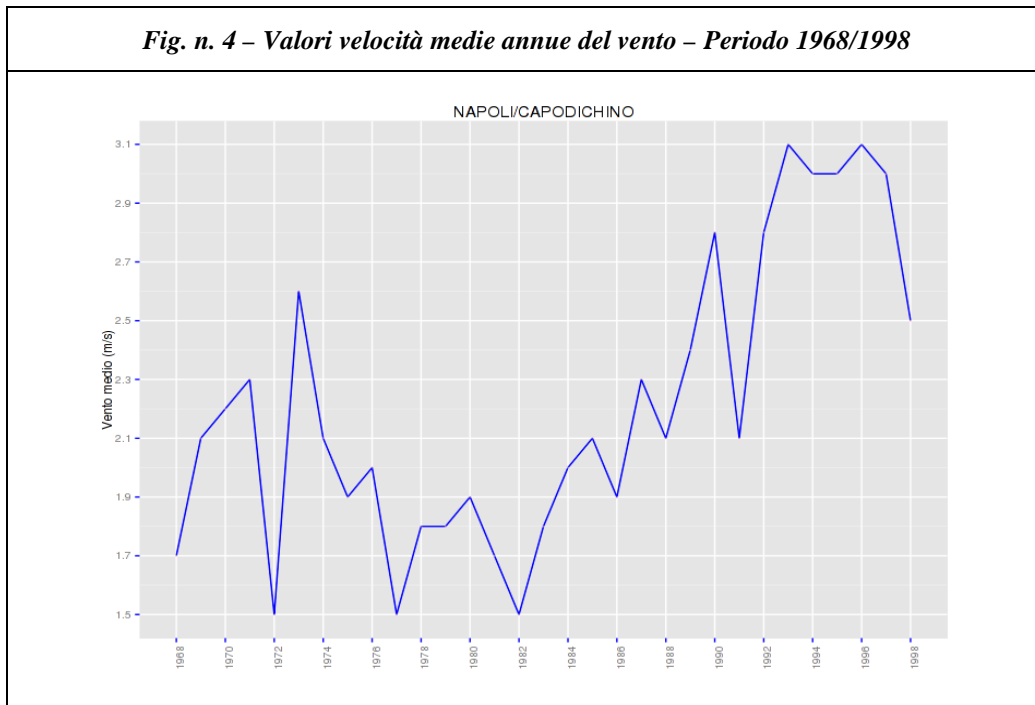
3.2 Parametri sito-specifici

3.2.1 Parametri meteo climatici

Per quel che concerne la velocità del vento e la piovosità, 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 n. 4 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.

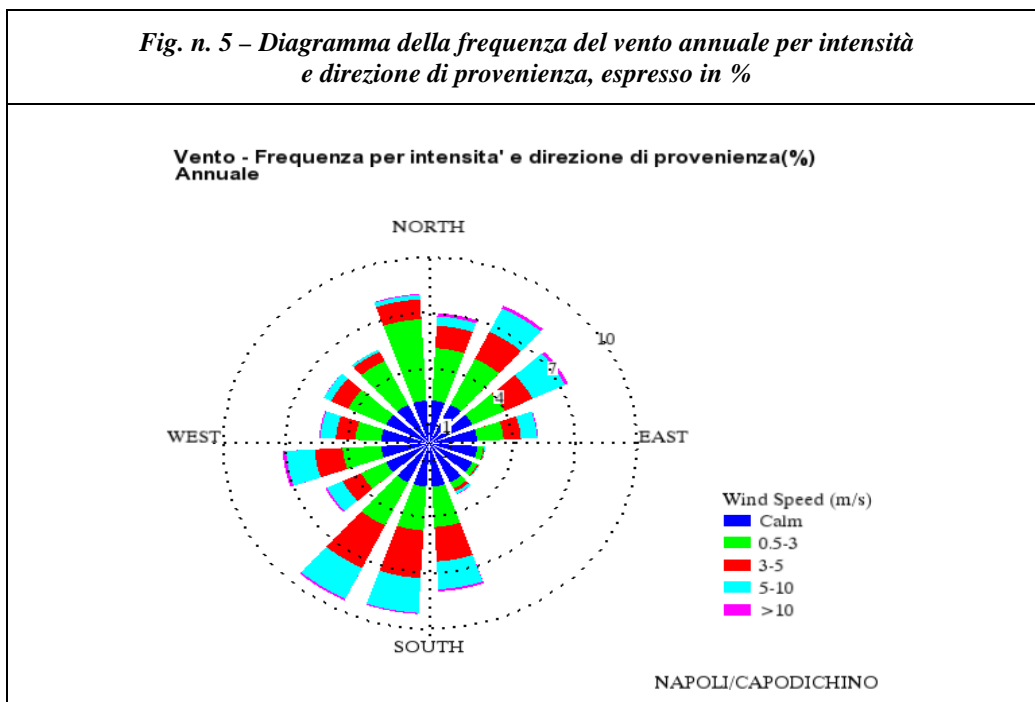
Fig. n. 4 – Valori velocità medie annue del vento – Periodo 1968/1998



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 n. 5 viene riportato il diagramma della frequenza del vento in relazione all'intensità ed alla direzione di provenienza.

Fig. n. 5 – Diagramma della frequenza del vento annuale per intensità e direzione di provenienza, espresso in %

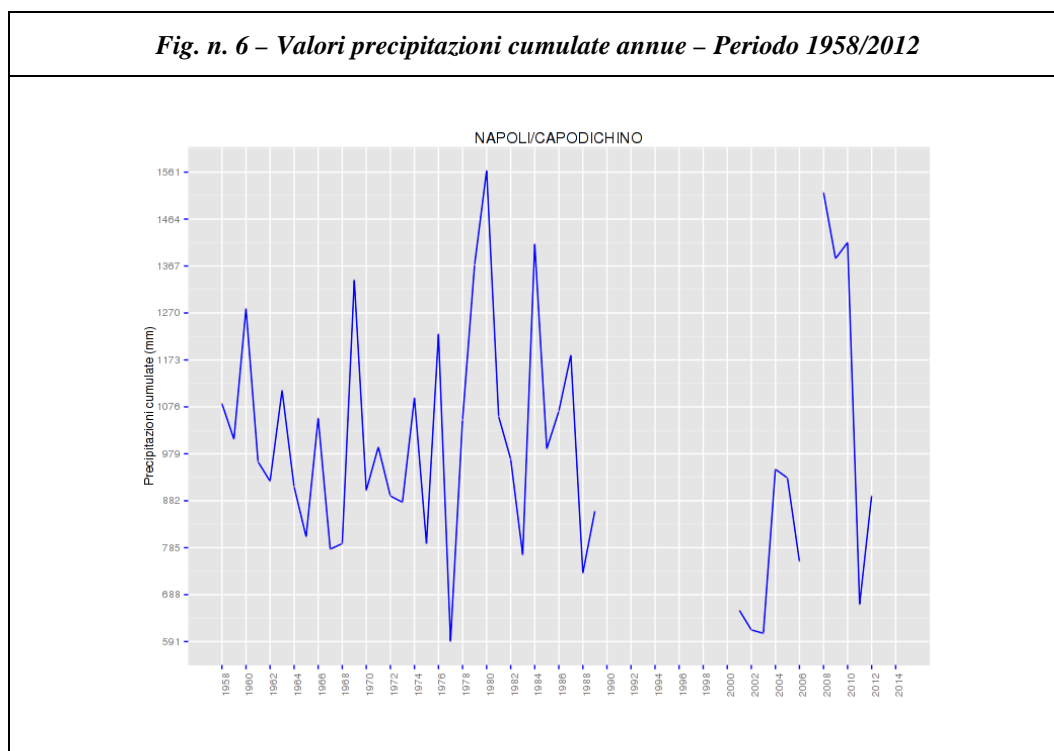


Nella tabella n. 5 vengono riportati i valori utilizzati per l’elaborazione dello stesso. La direzione principale di provenienza del vento è S-SW.

Tab. n. 5 – 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

Nella figura n. 6 viene rappresentato l’andamento delle precipitazioni cumulate annue nel periodo 1958-2012, mentre in allegato 11 si riportano i corrispondenti valori annuali. Il valore utilizzato ai fini dell’implementazione dell’analisi di rischio è **1.561 mm/anno**, corrispondente al massimo rilevato.



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 0,3%.

L’acquifero intercettato è posto ad una profondità media di 2-2.50 m dal piano del piazzale.

In base alle prove di Slug test, contenute nell’allegato 12, è stata stimata una conducibilità idraulica compresa tra 5.10E-05 m/s. e 6.84E-04 m/s.

Nella tabella n. 6 sono riportati i valori della conducibilità idraulica misurati in corrispondenza dei piezometri.

Tab. n. 6 – Valori di conducibilità idraulica		
Piezometro	Kr (m/s)	Kr (m/giorno)
S3P	6.45E-04	55.7
S4P	5.10E-05	4.41
S7P	6.78E-04	58.6
S8P	6.84E-04	59.1
S11P	6.53E-04	56.4
S13P	4.88E-04	42.2

Per la definizione dei valori della soggiacenza della falda rispetto al p.c., sono stati elaborati i dati contenuti nelle stratigrafie dei piezometri, di cui all’allegato 13 e quelli contenuti nell’allegato 14 in relazione alle quote delle isofreatiche rispetto al livello del mare. Tali dati sono riportati nella tabella n. 7.

Tab. n. 7 – Valori di soggiacenza falda		
Piezometro	Spessore della falda (cm)	Soggiacenza da p.c. (m)
S3P	3500	1.50
S4P	3500	3.25
S7P	3500	1.70
S8P	3500	1.50
S11P	3500	2.60
S13P	3500	2.50

3.2.3 Granulometria/tessitura del suolo

Dall'esame delle stratigrafie, riportate nell'allegato 13, è possibile sintetizzare la seguente successione litologica:

- da 0,00 a 0,20 m. da p.c.: pavimentazione in cemento e calcestruzzo;
- da 0,20 a 2,50 - 5,50 m. da p.c.: terreno di riporto costituito da clasti di varia natura e dimensioni immersi in matrice sabbiosa;
- da 2,50 a 10,00 m. da p.c.: sabbie prevalentemente medio grossolane, di colore grigio scuro con talora presenza di rari ciottoli levigati. Nella parte alta si rinvengono clasti appartenenti al riporto sovrastante; il materiale estratto incoerente, presenta percentuali di limo piuttosto irrilevanti.

L'analisi granulometrica, di cui all'allegato 15, è stata eseguita per i campioni S4Cr1, S4Cr2, S4Cr3, S4Cr4, S4Cr5, S4Cr6, S4Cr7, S11PCr1 e S11PCr2, ed ha evidenziato che i terreni saturi campionati appaiono classificabili come sabbia ghiaiosa debolmente limosa o sabbia medio grossolana.

Dall'analisi dei dati contenuti nell'allegato 15, sono stati definiti i valori di densità del suolo correlati alle profondità per i campioni S4Cr1, S4Cr2, S4Cr3, S4Cr4, S4Cr6, S4Cr7, S11PCr1 e S11PCr2 e riportati nella tabella 8:

Tab. n. 8 – Valori di densità del suolo		
Campione	Profondità (m)	Densità (g/cm ³)
S4Cr1	12.00	2.68
S4Cr2	16.50	2.65
S4Cr3	22.50	2.61
S4Cr4	31.50	2.58
S4Cr6	47.80	2.48
S4Cr7	48.30	2.47
S11PCr1	2.00	2.65
S11PCr2	5.00	2.69

3.2.4 Parametri degli edifici

L'area si presenta, per la parte dismessa, asfaltata esternamente agli edifici/capannoni, con presenza in alcuni punti di fessurazioni, mentre per la parte del sito interessata dalle attività produttive, esternamente ai fabbricati è presente una pavimentazione di tipo industriale. La stessa caratterizza l'interno degli immobili.

Riguardo agli immobili ubicati nel sito si riportano i seguenti parametri dimensionali:

- edificio n. 1: è costituito da tre comparti con cinque, sette e due piani. Allo stato attuale i primi due comparti sono dismessi, mentre solo un'ala del complesso, costituita da due piani, è stata ristrutturata ed occupata da attività produttive. Il piano terra ed il primo piano di tale ala, utilizzati per le

lavorazioni, hanno ciascuno un'altezza di 4,50 m, inoltre le pareti laterali hanno uno spessore di 50 cm.;

- edificio n. 2: risulta dismesso ed è costituito da un unico livello con un'altezza di 8 m., inoltre le pareti laterali hanno uno spessore di 50 cm.;
- edificio n. 3: è caratterizzato da un piano terra utilizzato per le lavorazioni, con altezza di 6,30 m., e da un primo piano adibito ad uffici, con altezza variabile da 3,10 m. a 4,00 m. Le pareti laterali dell'edificio hanno uno spessore di 30 cm.;
- edificio n. 4: è dismesso ed è costituito da un unico livello, con altezza di 3,00 m. e con pareti laterali aventi uno spessore di 30 cm.;
- edificio n. 5: è dismesso ed è costituito da un unico livello, con altezza di 3,00 m. e con pareti laterali aventi uno spessore di 30 cm.

Nell'ambito di tutti i singoli manufatti edilizi non ci sono locali interrati, così come si evince dagli elaborati architettonici degli edifici interessati dalle attività produttive, contenuti nell'allegato 16.

3.2.5 Tabella parametri sito specifici

In base al modello concettuale attivato, nelle tabelle n. 9, n. 10 e n. 11, 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.

Tab. n. 9 – Parametri sito specifici “sorgente A1”				
Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore di default doc. APAT	Valore utilizzato
L_{GW}	Profondità del piano di falda	cm	300	150
L_s (SS)	Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	cm	0	0
L_s (SP)	Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	cm	100	100
d	Spessore della sorgente nel suolo superficiale (insaturo)	cm	100	100
d_s	Spessore della sorgente nel suolo profondo (insaturo)	cm	200	0,50
d_n	Spessore della falda	cm	-----	3500
W	Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	cm	4500	5400

S_w	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del flusso di falda	cm	4500	6400
ρ_s	Densità del suolo	g/cm ³	1.7	2,69
I_{ef}	Infiltrazione efficace	cm/anno	30	4,38
pH	pH del suolo	adim.	6.8	6.8
foc	Frazione di carbonio organico	g-C/g-suolo	0.001	0.001
K_{sat}	Conducibilità idraulica del terreno saturo	m/s	-----	5.10E-05
i	Gradiente idraulico	adim.	-----	0.003

Tab. n. 10 – Parametri sito specifici “sorgente A2”

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore di default doc. APAT	Valore utilizzato
L_{GW}	Profondità del piano di falda	cm	300	250
d_a	Spessore della falda	cm	-----	3500
W	Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	cm	4500	4000
S_w	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del flusso di falda	cm	4500	5100
ρ_s	Densità del suolo	g/cm ³	1.7	2,69
I_{ef}	Infiltrazione efficace	cm/anno	30	4,38
pH	pH del suolo	adim.	6.8	6.8
foc	Frazione di carbonio organico	g-C/g-suolo	0.001	0.001
K_{sat}	Conducibilità idraulica del terreno saturo	m/s	-----	4.88E-04
i	Gradiente idraulico	adim.	-----	0.003

Tab. n. 11 – Parametri sito specifici “sorgente falda”

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore di default doc. APAT (tab. 5.2)	Valore utilizzato
L_{GW}	Profondità del piano di falda	cm	300	150
W'	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione principale del vento	cm	4500	9800

ρ_s	Densità del suolo	g/cm ³	1.7	2.69
pH	pH del suolo	adim.	6.8	6.8
foc	Frazione di carbonio organico	g-C/g-suolo	0.001	0.001
K_{sat}	Conducibilità idraulica del terreno saturo	m/s	-----	4.88E-04
i	Gradiente idraulico	adim.	-----	0.003
U_{air}	Velocità del vento	cm/s	225	100
L_{crack}	Spessore delle fondazioni (muri)	cm	15	15
L_b	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione (IND.)	cm	300	300
Z_{crack}	Profondità delle fondazioni	cm	15	15

Le considerazioni effettuate ai fini della scelta dei valori dei parametri indicati nelle tabelle n. 9, n. 10 e n. 11 sono:

- le dimensioni delle sorgenti rispetto alla direzione della falda e del vento sono le massime così come evidenziato nelle figure n. 7 e n. 9;
- la dimensione della sorgente in falda rispetto alla direzione del vento è la massima;
- per la soggiacenza della falda è stato selezionato il valore corrispondente al poligono di interesse o il 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;
- l'infiltrazione efficace è stata calcolata a partire dal massimo dei valori di piovosità media annua indicati nell'allegato 11;
- la tessitura del suolo è stata assimilata ad una sabbia;
- le aree scoperte sono state considerate pavimentate;
- le distanze delle sorgenti dal punto di conformità, indicate in figura 8, sono le minime.

Relativamente alla scelta dei contaminanti:

- lo Stagno non è stato considerato nell'elaborazione dell'analisi di rischio in quanto non risulta più normato a seguito dell'emanazione della Legge 11 agosto 2014, n. 116;
- la frazione MADEP selezionata per gli idrocarburi totali presenti in falda è quella a cui è associato un rischio maggiore: Alifatici C5-C8;
- relativamente all'analita PCB, si è fatto riferimento ai PCB tot, in quanto i PCB dl sono considerati non volatili nella banca dati ISS - INAIL Marzo 2015 .

Fig. n. 7 – Dimensioni delle sorgenti nel suolo superficiale e profondo rispetto alla direzione del flusso di falda e del vento



Fig. n. 8 – Distanza delle sorgenti nel suolo superficiale dal punto di conformità

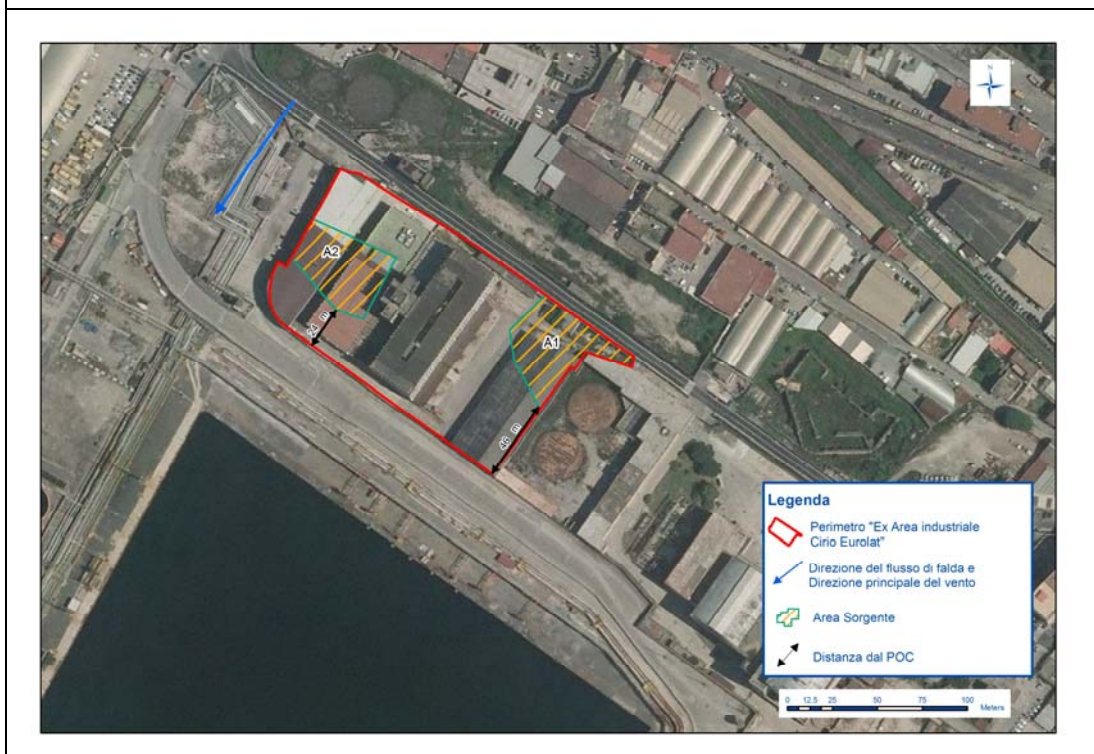


Fig. n. 9 – Dimensioni della sorgente in falda rispetto alla direzione principale del vento



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 per la valutazione del rischio da lisciviazione dal suolo superficiale e dal suolo profondo ha indicato:

a) Sorgente A1: Rischio accettabile per la risorsa idrica

Nelle figure n. 10 e 11 si riporta parte della schermata del software risk-net relativa al calcolo del rischio.

Fig. n. 10 – Valori del Rischio suolo superficiale (sorgente A1)

Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m ³]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CRS ridotta suolo [mg/kg s.s.]	CRS ridotta soil-gas [mg/m ³]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)
Rame	6,07E+02	---		6,07E+02	---	---	---	7,98E-02

Fig. n. 11 – Valori del Rischio suolo profondo (sorgente A1)

Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m ³]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CRS ridotta suolo [mg/kg s.s.]	CRS ridotta soil-gas [mg/m ³]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)
Rame	6,07E+02	---		6,07E+02	---	---	---	1,20E-01

L’elaborazione dell’analisi di rischio in modalità inversa ha portato all’individuazione della CSR indicate nelle figure n. 12 e 13

Fig. n. 12 – Concentrazioni Soglia di Rischio suolo superficiale (CSR – sorgente A1)

Contaminanti	CSR individuale [mg/kg s.s.]	CSR suolo superficiale [mg/kg s.s.]	CSR suolo superficiale [mg/kg T.Q.]	Rischio Risorsa Idrica (RGW)	CSC Residenziali [mg/kg s.s.]	CSC Industriali [mg/kg s.s.]	CRS in sorgente [mg/kg s.s.]
Rame	7,60E+03	7,60E+03	7,41E+03	1,00E+00	1,20E+02	6,00E+02	6,07E+02

Fig. n. 13 – Concentrazioni Soglia di Rischio suolo profondo (CSR – sorgente A1)

Contaminanti	CSR individuale [mg/kg s.s.]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CSR suolo profondo [mg/kg s.s.]	CSR suolo profondo [mg/kg T.Q.]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)	CSC Residenziale [mg/kg s.s.]	CSC Industriale [mg/kg s.s.]
Rame	5,07E+03		5,07E+03	4,94E+03	---	---	1,00E+00	1,20E+02	6,00E+02

b) Sorgente A2: Rischio accettabile per la risorsa idrica

Nelle figure n. 14 e 15 si riporta parte della schermata del software risk-net relativa al calcolo del rischio.

Fig. n. 14 – Valori del Rischio suolo superficiale (sorgente A2)

Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m ³]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CRS ridotta suolo [mg/kg s.s.]	CRS ridotta soil-gas [mg/m ³]	Rischio risorsa idrica (RGW)	CSC Residenziale [mg/kg s.s.]	CSC Industriale [mg/kg s.s.]
Zinco	4,72E+03	---		4,72E+03	---	7,86E-02	1,50E+02	1,50E+03

Fig. n. 15 – Valori del Rischio suolo profondo (sorgente A2)

Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m ³]	Fatt. di Correzione e (f) [adim]	CRS ridotta suolo [mg/kg s.s.]	CRS ridotta soil-gas [mg/m ³]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)
Zinco	4,72E+03	---		4,72E+03	---	---	---	2,23E-01

L’elaborazione dell’analisi di rischio in modalità inversa ha portato all’individuazione della CSR indicata nelle figure n. 16 e 17.

Fig. n. 16 – Concentrazioni Soglia di Rischio suolo superficiale (CSR – sorgente A2)

Contaminanti	CSR individuale [mg/kg s.s.]	CSR suolo superficiale [mg/kg s.s.]	CSR suolo superficiale [mg/kg T.Q.]	Rischio Risorsa Idrica (RGW)	CSC Residenziali [mg/kg s.s.]	CSC Industriali [mg/kg s.s.]	Csat [mg/kg s.s.]	CRS in sorgente [mg/kg s.s.]
Zinco	6,01E+04	6,01E+04	5,85E+04	1,00E+00	1,50E+02	1,50E+03	---	4,72E+03

Fig. n. 17 – Concentrazioni Soglia di Rischio suolo profondo (CSR – sorgente A2)

Contaminanti	CSR individuale [mg/kg s.s.]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CSR suolo profondo [mg/kg s.s.]	CSR suolo profondo [mg/kg T.Q.]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)
Zinco	2,11E+04		2,11E+04	2,06E+04	---	---	1,00E+00

c) Sorgente Falda: Rischio accettabile dalla falda per il bersaglio lavoratore per tutti i contaminanti.

Nella figura n. 18 si riporta parte della schermata del software risk-net relativa al calcolo del rischio.

Fig. n. 18 – Valori del Rischio e dell’Indice di Pericolo (sorgente falda)

Contaminanti	CRS [mg/L]	CRS soil-gas [mg/m ³]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CRS ridotta falda [mg/L]	CRS ridotta soil-gas [mg/m ³]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)
1,1-Dicloroetilene	8,00E-05	---		8,00E-05	---	---	3,30E-06
Cloruro di vinile	5,22E-03	---		5,22E-03	---	8,89E-08	5,65E-04
Tricloroetilene	2,12E-03	---		2,12E-03	---	8,05E-09	2,74E-03
Tribromometano (Bromoformio)	1,17E-03	---		1,17E-03	---	---	1,99E-06
1,2-Dicloropropano	1,80E-04	---		1,80E-04	---	5,62E-10	3,94E-05
Alifatici C5-C8	5,00E-01	---		5,00E-01	---	---	9,45E-01
Aromatici C9-C10	5,00E-01	---		5,00E-01	---	---	2,17E-02
PCB Tot.	2,90E-05	---		2,90E-05	---	3,07E-10	---

On-site	R tot	HI tot
Outdoor	1,60E-08	1,54E-01
Indoor	9,78E-08	9,70E-01

L’elaborazione dell’analisi di rischio in modalità inversa ha portato all’individuazione delle CSR a cui corrisponde un rischio sanitario accettabile. Nel calcolo delle CSR la frazione idrocarburica Aromatici C9 – C10 è stata eliminata in quanto presenta un indice di pericolo minore rispetto agli alifatici C5-C8. Ai fini del rispetto del rischio cumulato, sono stati applicati opportuni fattori di correzione alle CSR calcolate. Nella figura n. 19 si riportano i risultati ottenuti.

Fig. n. 19 – Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR – sorgente falda)

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]
1,1-Dicloroetilene	2,42E+01	1,00E+03	2,42E-02	---	1,00E-03	NA	5,00E-05
Cloruro di vinile	5,87E-02		5,87E-02	1,00E-06	6,36E-03	NA	5,00E-04
Tricloroetilene	2,64E-01	1,00E+02	2,64E-03	1,00E-08	3,41E-03	NA	1,50E-03
Tribromometano (Bromoformio)	5,87E+02	1,00E+03	5,87E-01	---	1,00E-03	NA	3,00E-04
1,2-Dicloropropano	3,20E-01	1,00E+01	3,20E-02	1,00E-07	7,02E-03	NA	1,50E-04
Alifatici C5-C8	5,29E-01	1,05E+00	5,04E-01	---	9,52E-01	NA	3,50E-01
PCB Tot.	9,45E-02		9,45E-02	1,00E-06	---	NA	1,00E-05

On-site	R tot	HI tot
Outdoor	6,82E-07	1,55E-01
Indoor	2,11E-06	9,71E-01

5. CONCLUSIONI

L'applicazione dell'analisi di rischio in modalità diretta alle matrici ambientali suolo e acque sotterranee ha indicato un rischio accettabile per i fruitori del sito.

Al punto di conformità non risultano rispettate le concentrazioni soglia di contaminazione nelle acque sotterranee per tutte le sostanze di cui alla tabella n. 2. Le acque sotterranee, pertanto, devono ritenersi contaminate e si rende necessario, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i, attuare idonei interventi di bonifica ai fini del raggiungimento delle CSC per tutti gli analiti per cui sono risultati superamenti e la cui presenza non sia riconducibile alle caratteristiche geochimiche dell'area e/o valori di fondo accertati dall'Autorità Competente.

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);
- la falda del SIN di Napoli Orientale risulta notevolmente compromessa per contaminazione da idrocarburi ed organici clorurati;
- la presenza di alcune sostanze, quali Ferro, Manganese, Fluoruri, Cloruri, potrebbe essere legate 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 si ritiene che debbano essere intraprese le seguenti azioni:

- verifica dell'attuale stato di contaminazione ed individuazione di eventuali valori di fondo attraverso l'avvio di un'attività di monitoraggio delle acque sotterranee 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. Le analisi dovranno contemplare la speciazione degli idrocarburi al fine di stabilire le classi effettivamente presenti;
- sulla base dei risultati della campagna di monitoraggio, dovranno essere individuate le effettive sorgenti primarie della contaminazione, qualora ancora presenti, sia nell'area interna al sito “Ex Cirio - Eurolat” che nel perimetro del SIN;

- intervento di bonifica relativamente alla contaminazione rilevata nel suolo saturo in corrispondenza del sondaggio S7P, dato l’elevato valore di concentrazione di idrocarburi pesanti rinvenuti ed il corrispondente superamento in falda per idrocarburi totali. La campagna di monitoraggio della falda potrà fornire ulteriori indicazioni in merito alla possibilità che il suolo saturo costituisca una fonte primaria di contaminazione per la 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 "Ex Area industriale Cirio Eurolat", ottobre 2003, redatto da ARPAC ed approvato in sede di Conferenza dei Servizi decisoria del 01 Ottobre 2004;
- Integrazioni al Piano della Caratterizzazione ai sensi del D.M. 471/99, redatte da ARPAC in aprile 2005;
- Rapporto Tecnico Conclusivo delle Indagini di Caratterizzazione Ambientale ai sensi dell'ex D.M. 471/99 del sito "Ex Area industriale Cirio Eurolat", Settembre 2008, redatto dall'A.T.I. costituita da ENSR Italia Srl, TECNO-IN e LAB ANALYSIS ed approvato dal MATTM in sede di Conferenza di Servizi decisoria del 26/02/09.