

# ANALISI DI RISCHIO SANITARIO – AMBIENTALE

SITO “AFI S.N.C.”

VIA PENNE 10 CHIETI SCALO

*Località sito di studio:* Chieti Scalo alla via Penne n. 10  
*Data:* luglio 2021  
*Committente:* Società AFI snc di Fernando Di Donato & C.  
con sede in Chieti Scalo alla via Penne n.10

I tecnici

Dott. Geol. Alfredo Del Grosso

Dott. Geol. Fabio Ferri

INDICE:

PREMESSA	pag. 3
1 UBICAZIONE DEL SITO	pag. 4
2 CONTESTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	pag. 5
3 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA ED IDRAULICA	pag. 8
4 ASPETTI VINCOLISTICI ED URBANISTICI DEL SITO IN ESAME	pag. 9
5 RICOSTRUZIONE STORICA DELLE ATTIVITÀ SVOLTE NEL SITO	pag. 10
6 INDICAZIONE DELLE MATERIE PRIME UTILIZZATE NEL CICLO PRODUTTIVO E INDICAZIONE DEI RIFIUTI PRODOTTI	pag. 13
7 INDICAZIONI CIRCA LA PRESENZA DI SERBATOI INTERRATI O AEREI CONTENENTI SOSTANZE POTENZIALMENTE INQUINANTI	pag. 13
8 INDAGINI ESEGUITE NEL SITO	pag. 14
9 RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI INDAGINE	pag. 20
10 SORGENTI DI CONTAMINAZIONE INDIVIDUATE	pag. 27
11 MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO	pag. 29
12 ANALISI DI RISCHIO E DATI SITO SPECIFICI	pag. 30
13 ASSUNZIONE PER L'ELABORAZIONE DELL'ANALISI DI RISCHIO E DATI DI INPUT	pag. 31
14 RISULTATI ANALISI DI RISCHIO	pag. 33
15 PROPOSTA DI PIANO DI MONITORAGGIO	pag. 34

ALLEGATI:

RISULTATI ANALISI DI RISCHIO – rapporto tecnico

## PREMESSA

Il presente elaborato raccoglie e sintetizza i risultati della analisi di rischio eseguite nel sito della Ditta AFI Snc ubicato in Via Penne, 10 in Chieti Scalo a seguito della verifica del superamento delle CSC per alcuni inquinanti rilevati nel corso delle indagini.

Lo studio, inoltre, raccoglie e sintetizza le attività già eseguite nel sito in esame.

Per caratterizzazione dei siti contaminati si intende l'intero processo costituito dalle seguenti fasi:

- 1) ricostruzione storica delle attività svolte sul sito;
- 2) elaborazione del modello concettuale preliminare del sito e predisposizione di un piano d'indagine ambientale finalizzato alla definizione della qualità del suolo, sottosuolo e qualità delle acque sotterranee;
- 3) esecuzione del piano di indagine e delle eventuali indagini integrative;
- 4) elaborazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti e rappresentazione dello stato di contaminazione del suolo, sottosuolo e qualità delle acque sotterranee;
- 5) elaborazione del modello concettuale definitivo;
- 6) identificazione dei livelli di concentrazione residua accettabile, sui quali impostare gli eventuali interventi di messa in sicurezza e di bonifica che si rendessero necessari a seguito dell'analisi di rischio eseguiti secondo i criteri di cui in All. 1 del D.Lgs. n.152.

Si riportano di seguito, sia le caratteristiche del sito, sia la descrizione della metodologia e dei risultati di indagine.

## 1 UBICAZIONE DEL SITO

L'area oggetto di studio è ubicata in Via Penne n. 10 di Chieti Scalo, in un contesto territoriale principalmente dedicato ad attività industriali, artigianali e commerciali.

Il sito (la cui estensione è di circa 2915 m<sup>2</sup>), raggiungibile percorrendo da Via Piaggio, Via Penne o Via Calvi, è identificato nel foglio n. 28 particella n. 671 (terreno) e particella n. 120 (fabbricato); le coordinate del sito sono le seguenti:

*Latitudine: 42.359956° Longitudine 14.138526°*

La cartografia topografica di riferimento è rappresentata dal Foglio n. 3610 (edizione ED50) della Carta Topografica D'Italia in scala 1 : 25.000 e dall'elemento n. 361022 della Carta Tecnica della Regione Abruzzo in scala 1 : 5.000 di cui si riportano di seguito gli stralci in allegato.

## 2 CONTESTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'area è ubicata nella piana alluvionale del Fiume Pescara ed è caratterizzata da depositi continentali di granulometria variabile (da argille e torbe fino a ghiaia grossolana) in cui non di rado si rilevano discontinuità laterali principalmente legate a processi di dinamica fluviale e conseguenti azioni di erosione, trasporto e sedimentazione (riferimento geologico: formazione AVM4b del Foglio n. 351 della Carta Geologica D'Italia in scala 1 : 50.000).



### SINTEMA DI VALLE MAJELAMA

Questo sintema è costituito prevalentemente da depositi alluvionali, terrazzati e disposti in diversi ordini ad altezze variabili sul fondovalle ed è stato suddiviso in 4 subsintemi. Il limite inferiore dei depositi è sempre costituito da una superficie erosiva a contatto con i depositi della successione marina o con i depositi più antichi della successione continentale. Il limite superiore è costituito dalla superficie deposizionale alla sommità del deposito, più o meno rimodellata ed erosa, o dal contatto erosivo con i depositi continentali più recenti.

#### PLEISTOCENE SUPERIORE

##### subsintema di Chieti Scalo (AVM<sub>4</sub>)

E' costituito da depositi alluvionali e da depositi e gneiss mista. Depositi alluvionali - Sabbie, limi e ghiaie, con stratificazione incrociata a basso angolo o pianoparallela, localmente massive, con lenti di argille e torbide; le ghiaie, prevalenti nella parte bassa del deposito, sono ben arrotondate, a clasti poligenici (*arenacei, calcarei e selciferi*), di dimensioni da centimetriche a decimetriche, immerse in una abbondante matrice sabbioso-limosa; sono riferibili ad ambiente fluviale. Le sabbie prevalgono nella parte alta dei depositi e spesso sono in contatto netto con le sottostanti ghiaie. Lo spessore affiorante dei depositi è di 5-15 m. I depositi sono terrazzati a quote comprese tra i 5 e 15 m sul fondovalle attuale (AVM<sub>4b</sub>). Deposito di origine mista - Ghiaie eterometriche e conglomerati debolmente cementati, con matrice sabbioso limosa da assente ad abbondante, in assetto caotico o con stratificazioni poco evidenti, di origine mista sia di natura alluvionale che legata all'azione della gravità. Affiorano lungo i versanti di fossi minori nell'area di Silvi (AVM<sub>4</sub>).

#### PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

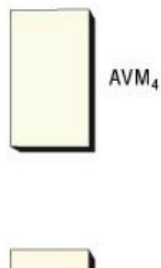


Figura 1 - Ubicazione sito di intervento sulla Carta Geologica D'Italia

(scala originale 1: 50.000)

Le indagini eseguite hanno permesso di verificare che le litologie costituenti il substrato sono principalmente depositi di origine alluvionale prevalentemente limosi e sabbiosi depositati dal Fiume Pescara e risalenti al Pleistocene che raggiungono anche i m 50,0 di spessore; la natura dei depositi legati alle dinamiche fluviali, ne determina spesso condizioni di discontinuità laterali e presenza di corpi lenticolari di geometria variabile che rende difficoltosa una correlazione stratigrafica accurata. Nelle sezioni interpretative in allegato si è proceduto a fornire una illustrazione dei modelli stratigrafici ottenuti a seguito della interpretazione delle stratigrafie puntuali dei sondaggi eseguiti nel sito di intervento.

Nella tabella seguente si riassumono le stratigrafie sintetiche elaborate a seguito dell'esame delle stratigrafie puntuali dei n. 6 sondaggi eseguiti:

SONDAGGIO SP1		SONDAGGIO SP2		SONDAGGIO SP3		SONDAGGIO SP4		SONDAGGIO SP5		SONDAGGIO SP6	
Sigla litologia - Profondità base strato (m)		Sigla litologia - Profondità base strato (m)		Sigla litologia - Profondità base strato (m)		Sigla litologia - Profondità base strato (m)		Sigla litologia - Profondità base strato (m)		Sigla litologia - Profondità base strato (m)	
M	0,5	M	1,2	M	1,0	M	2,3	M	2,4	M	0,4
LSC	3,7	LSC	3,0	SG	2,0	S	4,6	LSC	3,0	LSC	2,0
SL	10,5	SLT	6,5	SL	7,6	SL	11,8	SL	9,0	SL	4,0
L	12,0	L	12,0	S	11,8	L	12,0	L	12,0	S	6,0
-	-	-	-	L	12,0	-	-	-	-	SLT	12,0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LEGENDA:											
Sigla litologia	Descrizione litologica										
M	Massicciata (materiale eterogeneo)										
LSC	Limi, sabbie, e rari ciottoli carbonatici										
SL	Sabbie limose e limi sabbiosi										
L	Limi con livelli sabbiosi										
S	Sabbie con livelli limosi										
SLT	Sabbie e limi torbosi con rari ciottoli carbonatici										
SG	Sabbie e ghiaie in matrice limosa										

Tabella 1 – Stratigrafie sintetiche dei sondaggi eseguiti

Il substrato geologico dell'area è rappresentato da formazioni litologiche di origine marina (prevalenti argille e limi argillosi) risalenti all'intervallo temporale Pliocene superiore-Pleistocene inferiore.

Dal punto di vista morfologico, l'area di studio è collocata in un contesto sub pianeggiante la cui quota è compresa tra m 45 e 48 slm. Il principale elemento modellante è rappresentato dalle acque di deflusso superficiale, in particolar modo si individuano quattro ordini di terrazzamenti dei depositi (determinati dall'alternarsi di eventi glaciali ed eventi cataglaciali) delimitati da *scarpate di erosione fluviale* che ben testimoniano la azione erosiva esercitata dai corsi d'acqua, sono presenti principalmente sia in forma inattiva (in quanto hanno portato a termine la loro evoluzione, dato che non possono essere più raggiunte dall'azione erosiva delle acque fluviali). Presso il ciglio delle scarpate, è possibile il verificarsi di fenomeni di crollo di materiale che si accumula al piede delle scarpate stesse.

Localmente i terrazzi risultano elisi ad opera della azione erosiva dei corsi d'acqua.

Dal punto di vista idrogeologico, la modellazione puntuale dell'area è difficoltosa a causa della granulometria non omogenea dei depositi alluvionali. Le pianure alluvionali, dal punto di vista litologico, sono costituite da depositi alluvionali terrazzati, costituiti in genere corpi lenticolari di sabbie e limi e (terrazzi più alti) da ghiaie e conglomerati in matrice limosa e sabbiosa con clasti centimetrici. I depositi alluvionali, presentano spessori variabili, da m 12 – 16 presso Manoppello Scalo, a m 20 – 30 nell'area di Chieti Scalo a m 35 – 40 presso località Sambuceto (San Giovanni Teatino) fino a raggiungere i m 50 a Pescara. Essi rappresentano il vero e proprio acquifero; i terrazzi, generalmente ospitano falde isolate di modesta entità. Gli alvei fluviali, localmente incidono il substrato, ma generalmente sono ubicati in corrispondenza dei depositi alluvionali. L'andamento dei corsi d'acqua presenta una orientazione circa SO – NE, nella parte bassa si presentano anastomizzati e meandriformi, in special modo il fiume Pescara il cui tracciato è fortemente influenzato dalle opere antropiche (sbarramenti ed invasi artificiali, porto canale in corrispondenza della foce). Per quanto riguarda il rapporto falda – corso d'acqua, nel caso del fiume Pescara, si evidenzia che presso la confluenza Lavino – Pescara (Scafa) fino a Brecciarola (Chieti), il drenaggio preferenziale è ubicato a destra dell'asta fluviale. Tra Brecciarola e Chieti Scalo, si evidenziano tratti in cui la falda alimenta il fiume:

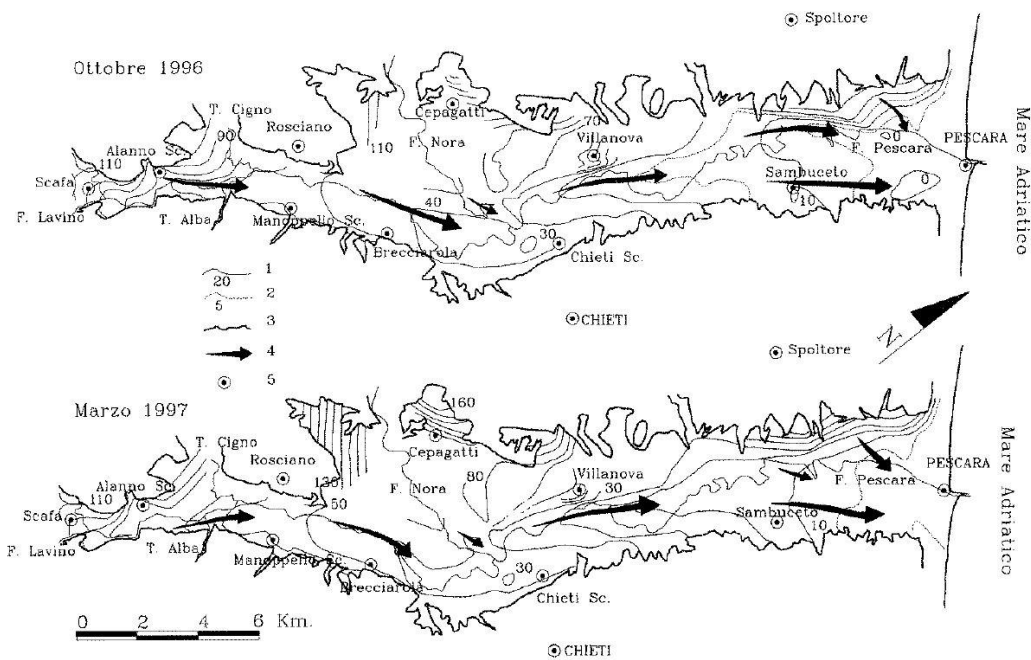


Fig. 6 - Carte piezometriche relative ai periodi ottobre 1996 e marzo 1997. 1) Isopiezometriche in m. s.l.m. (equidistanze 10 m); 2) Isopiezometriche in m. s.l.m. (equidistanze 5 m); 3) Limite area alluvionale; 4) asse di drenaggio preferenziale; 5) Centri urbani.

Figura 2 - Carte piezometriche fiume Pescara (da Desiderio G., Nanni T., Rusi S., 2001)

Nel sito in esame, prossimo al corso del Fiume Pescara (situato a circa m 1300 ad ovest) la falda si intercetta a profondità comprese tra m 1,4 e 4,3 di profondità (letture freatiche di marzo 2021), a quote comprese tra m 43 e m 44 slm (di seguito si illustreranno in dettaglio i risultati delle campagne di monitoraggio della falda); il deflusso idrico sotterraneo appare orientato verso N e verso O orientato verso O e NO.

### 3 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA ED IDRAULICA

Sono state consultate le cartografie (carte della pericolosità) del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (P.S.D.A.) al fine di verificare la sussistenza di vincoli di pericolosità per frana e per alluvioni nel sito studiato.

Dalla analisi delle carte tematiche visionate, si desume che nel sito analizzato non sussistono vincoli di pericolosità (si rimanda alle cartografie allegare per approfondimenti).



#### 4 ASPETTI VINCOLISTICI ED URBANISTICI DEL SITO IN ESAME

Si ritiene necessario procedere alla corretta definizione degli aspetti vincolistici ed urbanistici che investono il sito oggetto di studio come di seguito sintetizzato:

*Localizzazione sito su mappa catastale:*

Foglio n. 28 – particella n.671 (terreno) e particella n. 120 (fabbricato)

*Vincolo idrogeologico (RD 30 23):*

non presente

*Vincoli pericolosità PAI:*

non presenti

*Vincoli pericolosità PSDA:*

non presenti

*Uso del Suolo (2013):*

insediamento industriale e commerciale

*Piano Regolatore Territoriale (Consorzio per lo sviluppo industriale dell'area Chieti-Pescara):*

aree per attività produttive

*S.I.R. "Chieti Scalo" Quadro conoscitivo 2009, Tavola 1:*

"Area di influenza presunta della contaminazione CAP"

*S.I.R. "Chieti Scalo" Perimetrazione S.I.R., Tavola 2:*

l'area di studio è ESTERNA AL PERIMETRO SIR

Nelle tavole allegate alla presente sono riportate le cartografie tematiche consultate.

## 5 RICOSTRUZIONE STORICA DELLE ATTIVITÀ SVOLTE NEL SITO

Dalla documentazione reperita, si evince che l'area di intervento (rettangolo in giallo) fino originariamente era interessata da pratiche agricole come riportato anche dalla foto IGM del 1954:

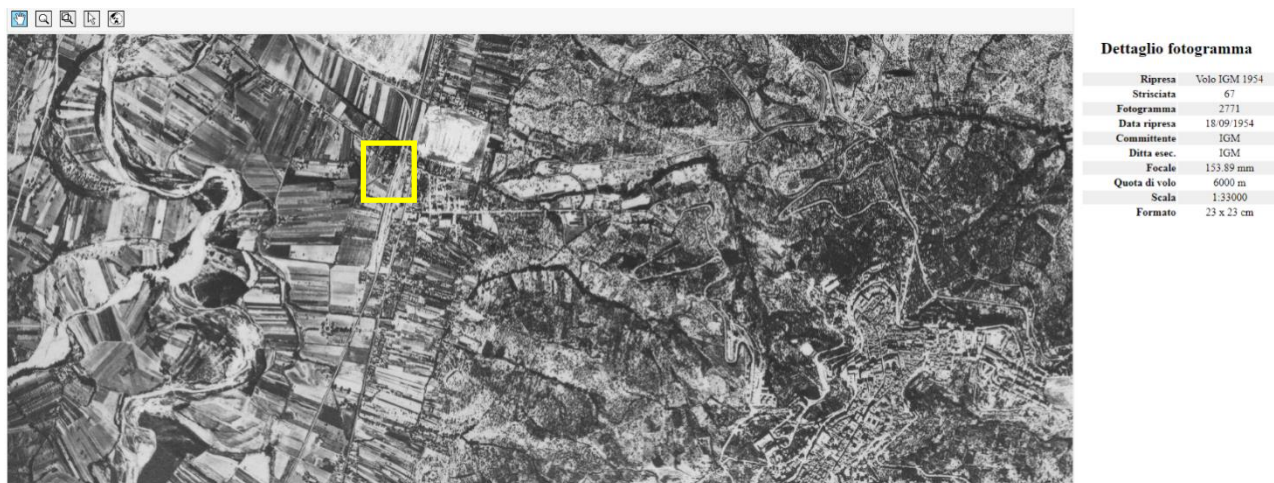


Figura 3 – Foto aerea IGM 1954

Dal 1976, nel sito si rileva la presenza di edificio destinato a laboratorio artigianale (la cui, da testimonianza della Committenza, era adibita a falegnameria artigianale) ubicato presso Via Penne:

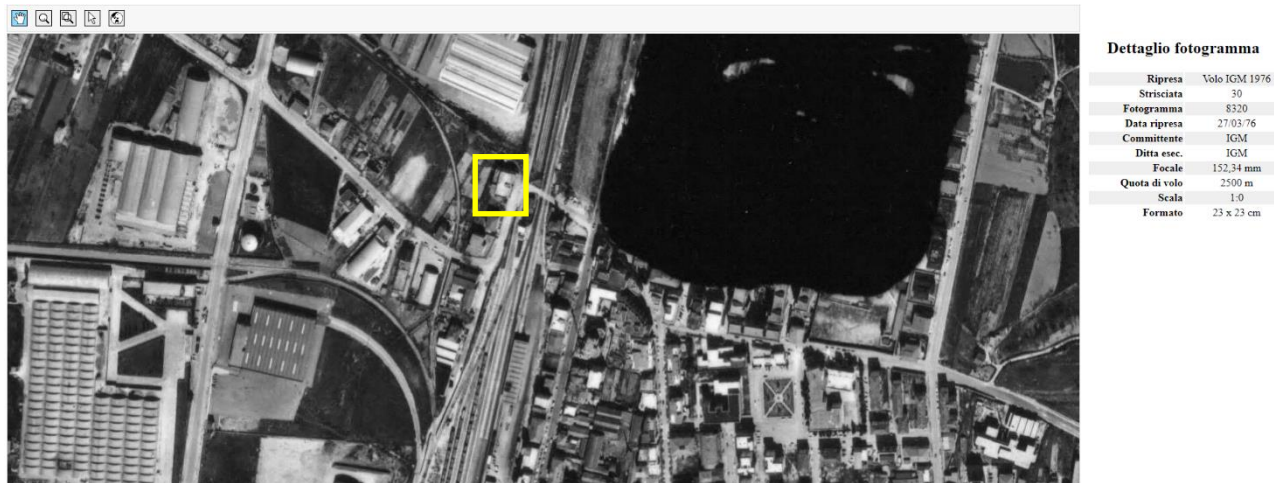


Figura 4 – Foto aerea IGM 1976

L'area esaminata, nel corso degli anni è stata interessata dalla realizzazione di edifici a destinazione industriale, commerciale, artigianale, l'edificio in esame fino al 2002 non ha subito variazioni geometriche:



**Dettaglio fotogramma**

Ripresa	VIGM85
Strisciata	120
Fotogramma	2666
Data ripresa	26/06/85
Committente	IGM
Ditta esec.	IGM
Focale	152,34 mm
Quota di volo	5070 m
Scala	1:33000
Formato	23 x 23 cm

*Figura 5 – Foto aerea IGM 1986*



**Dettaglio fotogramma**

Ripresa	VIGM91
Strisciata	33
Fotogramma	148
Data ripresa	13/06/91
Committente	IGM
Ditta esec.	IGM
Focale	153,22 mm
Quota di volo	6070 m
Scala	1:33000
Formato	23 x 23 cm

*Figura 6 – Foto aerea IGM 1991*



**Dettaglio fotogramma**

Ripresa	Volo Regione Abruzzo 2001-2002
Strisciata	154
Fotogramma	441
Data ripresa	15/05/2002
Committente	Regione Abruzzo
Ditta esec.	Rossi S.r.l.
Focale	153,57 mm
Quota di volo	2000 m
Scala	1:13000
Formato	23 x 23 cm

*Figura 7 – Foto aerea Volo Regione Abruzzo 2001-2002*

Dal confronto delle foto del 2002 e del 2003 si evince che l'edificio esaminato è stato oggetto di ampliamento (settore orientale) il cui utilizzo resta comunque a servizio delle attività preesistenti:

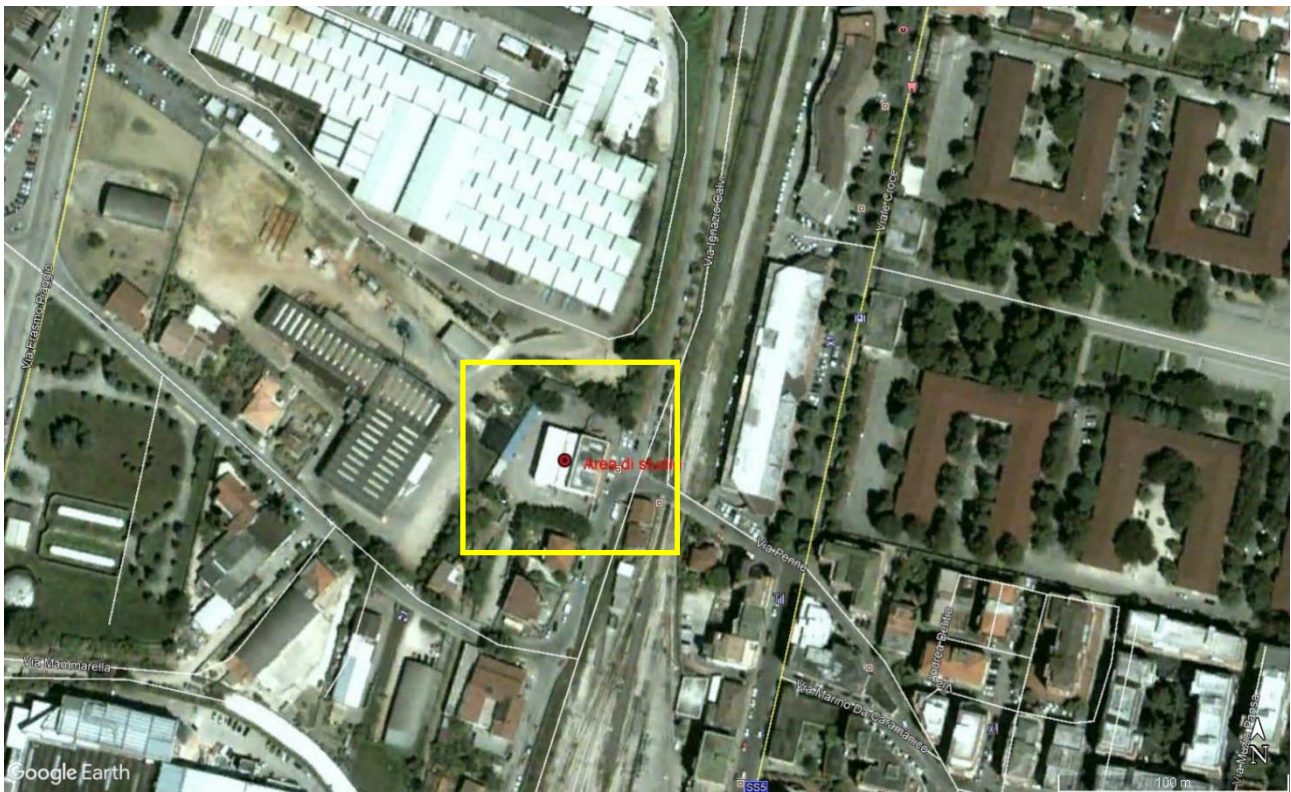


Figura 8 – Foto aerea Google Earth 2003



Figura 9 – Foto aerea Google Earth 2017

Dal 2002 ad oggi non sono evidenti modifiche di sagoma del fabbricato in esame.

Dal punto di vista delle attività svolte nel sito di studio, in base alle testimonianze fornite dalla Committenza e alla documentazione reperita si evince quanto segue:

<i>Periodo di riferimento</i>	<i>Attività rilevate</i>
<i>Fino alla fine degli anni '60</i>	il terreno del sito in esame era utilizzato per fini agricoli
<i>Nella prima metà degli anni '70</i>	viene realizzato nei lotti in esame il fabbricato destinato ad attività di falegnameria artigianale fino a metà degli anni '70 (fabbricato esistente già nella foto aerea del 1976, precedentemente riportata)
<i>18-01-1990</i>	l'attuale Committente (AFI) acquista il lotto e l'edificio in cui si esercitava l'attività di Ferramenta (Ditta Ferramenta Color Market)
<i>2002-2003</i>	Viene realizzato un ampliamento dell'edificio a servizio delle attività preesistenti
<i>2019</i>	Dal 1990 ad oggi la Ditta AFI esercita attività di fornitura e vendita di materiale

*Tabella 2 – Sintesi delle attività svolte nel sito di studio*

## 6 INDICAZIONE DELLE MATERIE PRIME UTILIZZATE NEL CICLO PRODUTTIVO E INDICAZIONE DEI RIFIUTI PRODOTTI

L'attività commerciale storicamente svolta nel sito non prevedeva, né prevede cicli produttivi e/o trasformazione e di conseguenza l'impiego di materie prime e relativa produzione di rifiuti. I materiali di rifiuto sono legati alla presenza di personale (impiegati e clienti) e del tutto assimilabili a rifiuti "domestici" per cui sono previste le condizioni di conferimento vigenti nel comune di Chieti (come da dichiarazioni allegata firmate dalla proprietà non sono prodotti né smaltiti rifiuti speciali).

## 7 INDICAZIONI CIRCA LA PRESENZA DI SERBATOI INTERRATI O AEREI CONTENENTI SOSTANZE POTENZIALMENTE INQUINANTI

Nel sito in esame non sono presenti serbatoi interrati, confermato dai sopralluoghi eseguiti e dalle dichiarazioni della Ditta Committente in allegato.

## 8 INDAGINI ESEGUITE NEL SITO

Sono state condotte indagini ambientali al fine di permettere la ricostruzione del "Modello Concettuale del Sito" (MCS), inteso come strumento tecnico che consente di ricostruire sia le attività svolte nel sito, sia i caratteri delle tre componenti principali che costituiscono la eventuale successiva analisi di rischio sanitario:

**Sorgente di contaminazione ⇒ Trasporto (vie di migrazione) ⇒ Bersaglio della contaminazione**

In primo luogo vengono identificate le sorgenti di contaminazione distinte in:

- *sorgente primaria* - rappresenta la causa di inquinamento (ad esempio accumulo di rifiuti);
- *sorgente secondaria* - è relativa alla matrice ambientale oggetto di contaminazione (suolo, acqua, atmosfera).

Essendo non presenti nel sito sorgenti primarie, saranno valutate le sorgenti secondarie.

Verranno valutati i possibili percorsi di migrazione degli inquinanti e le vie di esposizione.

Si considereranno ricettori umani identificati in funzione della destinazione d'uso del suolo, compreso nell'area logica di influenza del sito potenzialmente contaminato.

La tipologia di uso del suolo pertinente all'area di studio è "*Industriale/Commerciale*" (bersagli: adulti).

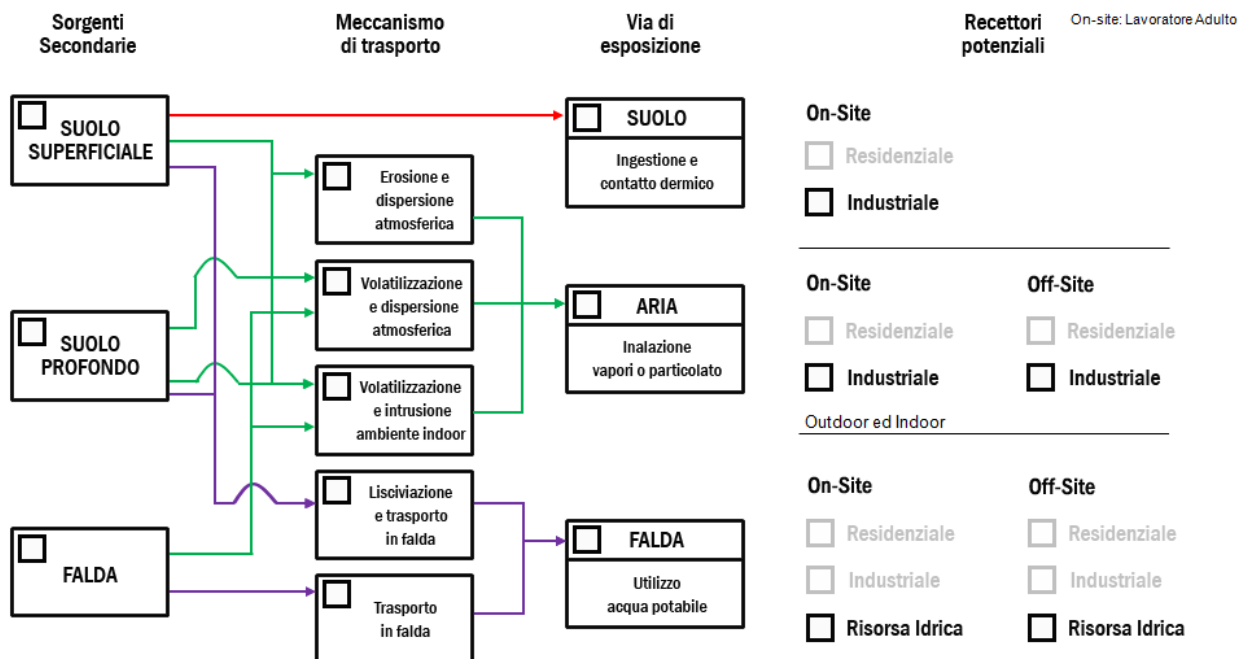


Figura 10 – Esempio di modello concettuale per sito ad uso industriale

Il piano di investigazione intrapreso ha previsto delle attività che svolte in campo e in laboratorio con le indicazioni di tutte le specifiche tecniche per la verifica delle diverse matrici ambientali, in conformità alle indicazioni del punto "Piano di indagini ambientali" dell'Allegato 2 "Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati" del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

Nel sito sono state eseguite n. 2 campagne di indagine così articolate:

FEBBRAIO – MARZO 2020

**- esecuzione di rilievo topografico di dettaglio**

allo scopo di definire con accuratezza il piano altimetrico del sito, le coordinate dei punti di indagine e la quota della falda

**- esecuzione di n. 3 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo**

Sono stati eseguiti n. 3 sondaggi geognostici di cui si riassume la profondità raggiunta:

- sondaggio SP1 – profondità m 12,0 da piano campagna;
- sondaggio SP2 – profondità m 12,0 da piano campagna;
- sondaggio SP3 – profondità m 12,0 da piano campagna.

Si è provveduto alla descrizione stratigrafica dei termini rinvenuti (caratteristiche stratigrafiche e litologiche dei terreni attraversati, osservazioni di tipo organolettico (se rilevate), numero, sigla e profondità dei campioni prelevati); le carote sono state collocate in apposite cassette catalogatrici e fotografate; è stata utilizzata una perforatrice idraulica cingolata prestando particolare attenzione alla pulizia degli utensili di perforazione.

**- installazione di n. 3 piezometri**

Nei sondaggi eseguiti sono stati installati piezometri in PVC atossico, dotati di fondello cieco impermeabile, al fine di verificare la presenza di falda idrica, monitorarne l'escursione e consentire il prelievo di campioni di acqua sotterranea.

Tra il piezometro e le pareti del foro di sondaggio, è presente un filtro drenante in ghiaietto calibrato.

Il tratto finale del piezometro, è stato cementato e dotato di chiusino di protezione.

**- installazione di n. 3 sonde soilgas in adiacenza ai piezometri**

Per consentire le misurazioni di soil gas sono state installate n. 3 sonde tramite perforatrice idraulica senza l'ausilio di fluidi di circolazione ponendo accortezza a non contaminare i punti di rilievo. Le sonde di lunghezza di m 1,5.

Nel rapporto di indagini ambientali allegato sono riportate le specifiche tecniche delle strumentazioni e la descrizione delle lavorazioni eseguite.

#### **- prelievo ed analisi chimica di n. 3 campioni di suolo superficiale e di n. 6 di suolo profondo**

Il prelievo di campioni è stato eseguito da personale del laboratorio Ecoservizi 2; il prelievo di campioni dalle carote estratte, è avvenuto tramite utensili metallici non cromati; i campioni, introdotti in recipienti di vetro puliti dotati di chiusura ermetica, sono stati identificati tramite etichetta su cui sono riportati: identificazione del sito e del punto di indagine, nome progetto, profondità campione, data del prelievo, responsabile del campionamento, eventuali annotazioni. I campioni di terreno prelevati, sono stati riposti in un contenitore termico rigido al fine di preservarli da possibili urti e/o sbalzi di temperatura (la temperatura sarà mantenuta nell'intervallo:  $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

Le analisi chimiche saranno focalizzate alla ricerca dei principali contaminanti legati alle attività specifiche del sito anche quelli rilevati nell'intorno del sito (dati SIN, SIR, .. etc.).

#### **- prelievo ed analisi chimica di n. 3 campioni di acqua sotterranea**

In seguito ad operazioni di spurgo dei piezometri presenti nel sito di intervento, sono stati prelevati campioni di acqua sotterranea tramite campionamento dinamico (utilizzando pompe). Per il campionamento sono state utilizzate opportune bottiglie in vetro scuro sterili e vials, chiusi ermeticamente e conservati a basse temperature ( $4^{\circ}\text{C}$ ) fino alla consegna al laboratorio di analisi chimiche. Prima di essere riempiti, i recipienti sono stati "avvinati", ossia sciacquati con l'acqua proveniente dal piezometro.

I recipienti, dotati di chiusura ermetica, sono stati identificati tramite etichetta su cui sono riportati i seguenti dati: identificazione del sito e del punto di indagine, nome progetto, data del prelievo, responsabile del campionamento, eventuali annotazioni.

#### **- analisi chimica di n. 3 campioni di soilgas**

Si è proceduto alla analisi di soilgas eseguite dopo giorni dalla realizzazione delle sonde per soilgas, a seguito di giornate in cui non sono state rilevate precipitazioni meteoriche, avendo accortezza di verificare preliminarmente eventuali livelli idrici entro la profondità di m 1,5, pari alla lunghezza delle sonde per soilgas installate al fine di evitare la inefficacia delle sonde a causa della presenza di acqua.

Si sintetizza la campagna di indagine ambientale eseguita:



<i>Descrizione</i>	<i>Quantità (n)</i>
Rilievo topografico di dettaglio	1
Sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo	3
Installazione piezometri	3
Installazione sonda soilgas	3
Prelievo ed analisi chimica terreno	9
Prelievo ed analisi chimica acqua sotterranea	3
Prelievo ed analisi chimica soilgas	3

*Tabella 3 – Sintesi della campagna di indagine condotta nel periodo febbraio – marzo 2020*

La campagna di indagini descritta è stata poi integrata (in accordo con quanto espresso dagli Enti coinvolti nell'ambito dello studio in esame) con ulteriori indagini eseguite nel marzo 2021 anche alla presenza di Personale ARTA così di seguito sintetizzate:

**- esecuzione di un nuovo rilievo topografico di dettaglio**

allo scopo di definire con accuratezza il piano altimetrico del sito, le coordinate dei punti di indagine e la quota della falda

**- esecuzione di n. 3 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo**

Sono stati eseguiti n. 3 sondaggi geognostici di cui si riassume la profondità raggiunta:

- sondaggio SP4 – profondità m 12,0 da piano campagna;
- sondaggio SP5 – profondità m 12,0 da piano campagna;
- sondaggio SP6 – profondità m 12,0 da piano campagna.

Le procedure di esecuzione sono le medesime di quelle descritte in precedenza per la campagna di indagine del 2020

**- installazione di n. 3 piezometri**

Nei sondaggi di nuova realizzazione sono stati installati piezometri in PVC atossico, dotati di fondello cieco impermeabile, per verificare la presenza di falda idrica, monitorarne l'escursione e consentire il prelievo di campioni di acqua sotterranea.

Le caratteristiche realizzative dei piezometri sono le stesse della campagna di indagine precedente.

#### **- installazione di n. 1 sonde soilgas in adiacenza al piezometro SP4**

Per consentire la misurazione di soil gas è stata installata una sonda di lunghezza di m 1,5 tramite perforatrice idraulica senza l'ausilio di fluidi di circolazione ponendo accortezza a non contaminare i punti di rilievo.

Nel rapporto di indagini ambientali allegato sono riportate le specifiche tecniche delle strumentazioni e la descrizione delle lavorazioni eseguite.

#### **- prelievo ed analisi chimica di n. 3 campioni di suolo superficiale e di n. 6 di suolo profondo**

Il prelievo di campioni è stato eseguito da personale del laboratorio Ecoservizi 2 con le modalità già descritte per la campagna di indagine precedente.

#### **- prelievo ed analisi chimica di n. 6 campioni di acqua sotterranea**

In seguito ad operazioni di spurgo dei piezometri presenti nel sito di intervento, sono stati prelevati campioni di acqua sotterranea tramite campionamento dinamico (utilizzando pompe) in tutti i piezometri presenti nel sito, sia quelli realizzati in precedenza (SP1, SP2, SP3) sia in quelli di nuova installazione (SP4, SP5, SP6). Le procedure di campionamento sono le medesime di quelle descritte per la campagna 2020.

#### **- analisi chimica di n. 4 campioni di soilgas**

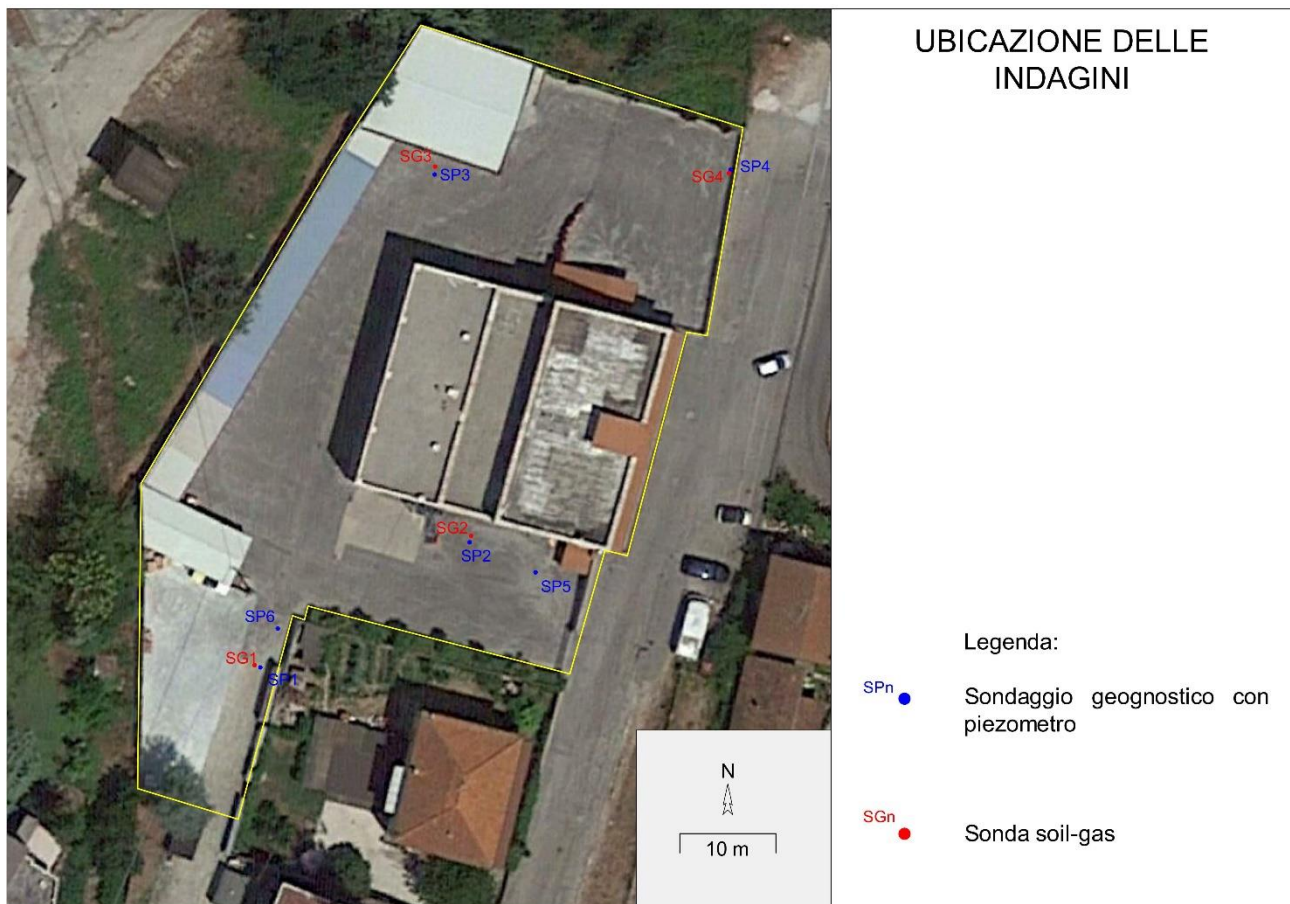
Si è proceduto alla analisi di soilgas nelle 4 sonde installate SG1, SG2, SG3 (realizzate nel 2020) e in SG4 (installata nel 2021); le analisi sono state eseguite dopo giorni dalla realizzazione della sonda SG4, a seguito di giornate in cui non sono state rilevate precipitazioni meteoriche, avendo accortezza di verificare preliminarmente eventuali livelli idrici entro la profondità di m 1,5, pari alla lunghezza delle sonde per soilgas installate al fine di evitare la inefficacia delle sonde a causa della presenza di acqua.

La campagna di indagine condotta nel 2021 ha, pertanto, contemplato quanto di seguito sintetizzato:

<i>Descrizione</i>	<i>Quantità (n)</i>
Rilievo topografico di dettaglio	1
Sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo	3
Installazione piezometri	3
Installazione sonda soilgas	1
Prelievo ed analisi chimica terreno	9
Prelievo ed analisi chimica acqua sotterranea	6
Prelievo ed analisi chimica soilgas	4

*Tabella 4 – Sintesi della campagna di indagine condotta nel marzo 2021*

La figura seguente mostra l'ubicazione delle indagini:



*Figura 11 – Ubicazione indagini eseguite*

I punti di indagine sono individuabili alle coordinate riportate nella tabella seguente:

<i>Punto di indagine</i>	<i>Tipologia di indagine</i>	<i>Longitudine (° WGS84)</i>	<i>Latitudine (° WGS84)</i>	<i>Quota (m s.l.m.)</i>
SP1	Sondaggio con piezometro	14,1382066	42,3596734	45,09
SP2	Sondaggio con piezometro	14,1384684	42,3597935	45,27
SP3	Sondaggio con piezometro	14,1384137	42,3601460	45,24
SP4	Sondaggio con piezometro	14,1387877	42,3601502	47,38
SP5	Sondaggio con piezometro	14,1385488	42,3597645	46,04
SP6	Sondaggio con piezometro	14,1382318	42,3597116	45,04
SG1	Sonda soil-gas	14,1381996	42,3596746	45,09
SG2	Sonda soil-gas	14,1384702	42,3597985	45,25
SG3	Sonda soil-gas	14,1384146	42,3601526	45,26
SG4	Sonda soil-gas	14,1387842	42,3601474	47,7

*Tabella 5 – Localizzazione dei punti di indagine*

## 9 RISULTATI CAMPAGNA DI INDAGINE

### DEFLUSSO IDRICO SOTTERRANEO

Il rilievo topografico di dettaglio eseguito nel sito di studio ha permesso di determinare l'ubicazione e la quota dei punti di indagine (esistenti e di nuova realizzazione). A seguito di rilievi freaticometrici si è proceduto alla determinazione del livello idrico all'interno dei piezometri; le letture, i cui risultati sono di seguito riportati, sono state eseguite nel febbraio 2020 e nel marzo 2021:

<i>ID piezometro</i>	<i>Quota b.p. (m s.l.m.)</i>	<i>Data lettura freaticometrica</i>	<i>Soggiacenza falda in pozzo da b.p. (m)</i>	<i>Quota falda (m s.l.m.)</i>	<i>Data lettura freaticometrica</i>	<i>Soggiacenza falda in pozzo da b.p. (m)</i>	<i>Quota falda (m s.l.m.)</i>
SP1	45,09	19/02/2020	3,4	41,69	11/03/2021	1,45	43,64
SP2	45,27	19/02/2020	3,0	42,27	11/03/2021	1,45	43,82
SP3	45,24	19/02/2020	3,0	42,24	11/03/2021	2,00	43,24
SP4	47,38	-	-	-	11/03/2021	4,30	43,08
SP5	46,04	-	-	-	11/03/2021	2,10	43,94
SP6	45,04	-	-	-	11/03/2021	1,40	43,64

*Tabella 6 – Risultati del monitoraggio livelli acque sotterranee nei piezometri installati*

Dalle misure di febbraio 2020 è risultato che il livello idrico è stato individuato a profondità comprese tra m 3,0 e m 3,4 dal piano campagna e l'interpolazione dei valori rilevati delle quote di falda ha consentito la elaborazione la carta delle isofreatiche e, di conseguenza, la ricostruzione della geometria della falda e la individuazione delle direzioni di deflusso idrico sotterraneo:

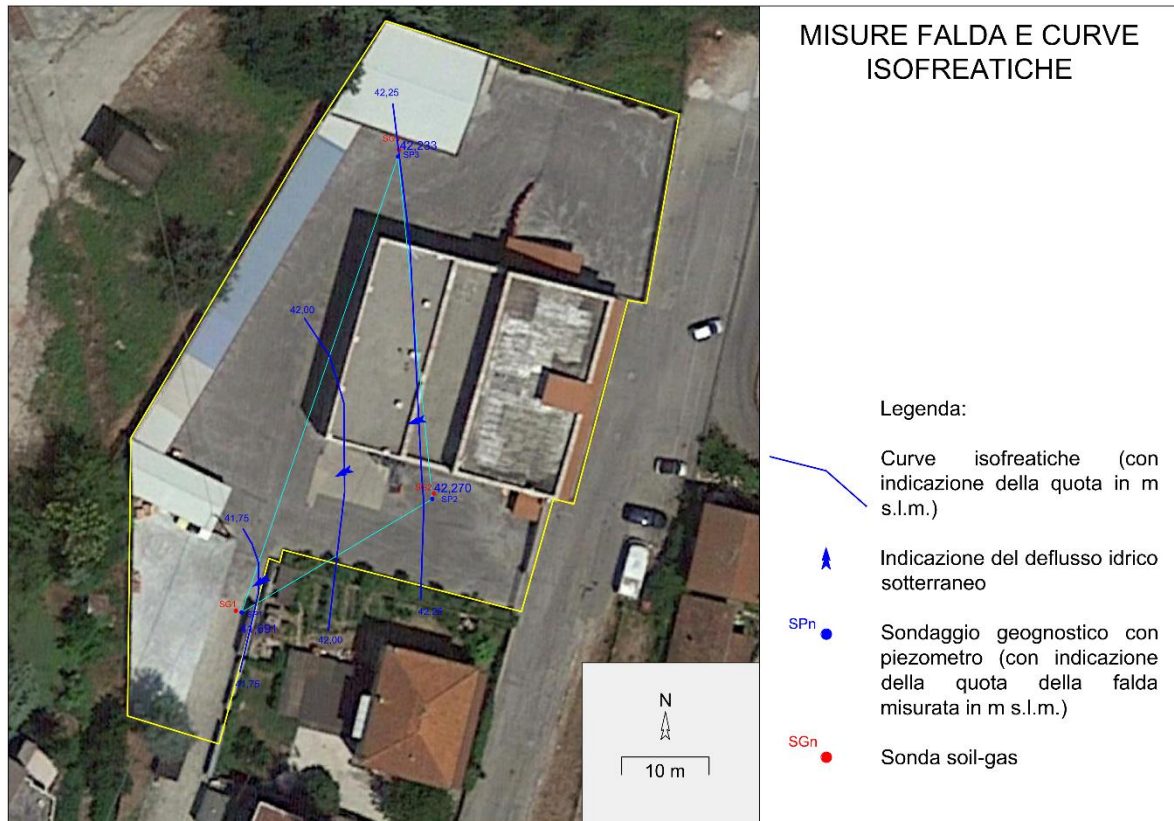


Figura 12 – Carta delle misure di falda e delle isofreatiche elaborata sulla base delle letture di febbraio 2020

Il deflusso idrico sotterraneo avviene prevalentemente verso ovest (in corrispondenza del piezometro SP1 si rileva la quota di falda più bassa).

Le letture eseguite nel marzo 2021 sia nei 3 piezometri esistenti, sia nei 3 piezometri di nuova realizzazione, hanno permesso di individuare il livello idrico a profondità comprese tra m 1,45 e m 4,3 dal piano campagna, tra le quote di m 43,08 e m 43,94 slm. Attraverso i valori delle letture eseguite sono state elaborate le linee isofreatiche e ricostruito il deflusso idrico sotterraneo: è emerso che il piezometro SP5 rappresenta “l’alto” idrologico, cioè il punto in cui il livello della falda idrica si trova alla quota più elevata; il piezometro SP4 costituisce il punto di “valle” idrologico (livello idrico a quota minore):

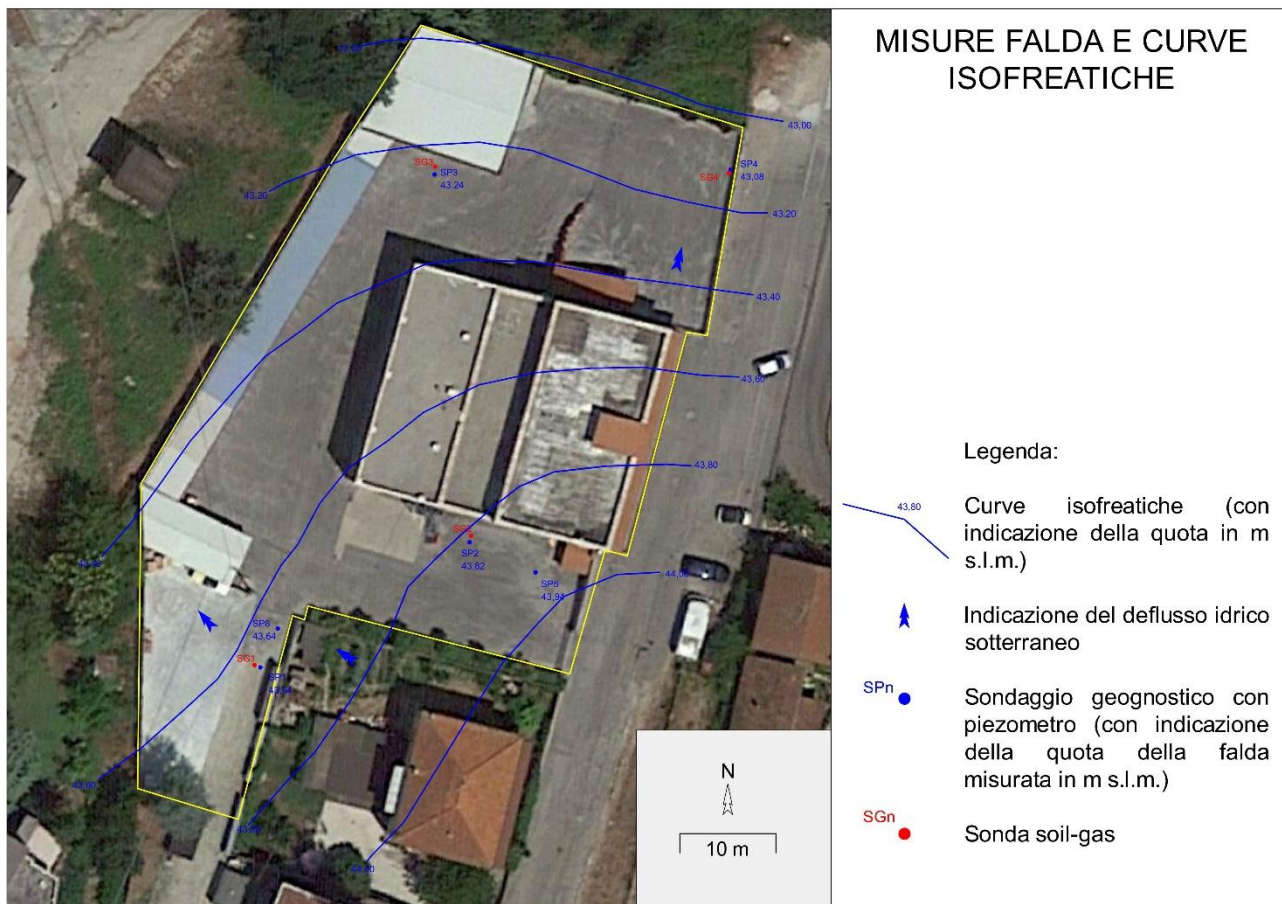


Figura 13 – Carta delle misure di falda e delle isofreatiche elaborata sulla base delle letture di marzo 2021

Dalla lettura della carta delle isofreatiche ricostruite sulla base delle letture del marzo 2021 si evince che è possibile individuare un deflusso idrico sotterraneo orientato principalmente verso N e verso O (si individua uno “spartiacque” lungo la direttrice che unisce i piezometri SP5 e SP3); i gradienti idraulici risultano di modesta entità.

#### QUALITÀ DELLE MATRICI AMBIENTALI

Di seguito si riassume lo stato della qualità delle matrici ambientali rilevato sia in occasione delle indagini del 2020, sia a seguito dell’ultima campagna investigativa.

#### RISULTATI INDAGINI 2020

##### Suolo

##### Suolo superficiale (da m 0,0 a m 1,0)

Dalle analisi condotte sui campioni di suolo superficiale e profondo prelevati, è emerso che si riscontrano esuberi nei confronti della Tabella 1B della Parte Quarta – Titolo V, Allegato 5 del D.Lgs. 152/06 **solo nel campione prelevato nel sondaggio SP3 da m 0.5 a m 1.0: qui sono state rilevate concentrazioni di**

**idrocarburi pesanti (C>12) pari a 106 mg/kg, è da specificare che tale valore rientra nei limiti di legge previsti per “siti ad uso commerciale ed industriale” (< 750 mg/kg) categoria in cui rientra il sito in esame pertanto non costituisce superamento** (nell’elaborato precedentemente trasmesso tale valore è stato erroneamente confrontato con i valori di concentrazioni per siti ad uso residenziale).

Gli altri campioni di suolo superficiale analizzati non mostrano valori di concentrazione superiori ai limiti di riferimento.

#### Suolo profondo (oltre m 1,0)

Dalle analisi condotte sui campioni di suolo superficiale e profondo prelevati, è emerso che non si riscontrano esuberi nei confronti della Tabella 1B della Parte Quarta – Titolo V, Allegato 5 del D.Lgs. 152/06.

#### Acque sotterranee

Le analisi condotte sui tre campioni prelevati nei piezometri hanno permesso di rilevare i seguenti superamenti di CSC nei valori della concentrazione rispetto a quanto previsto nella Tabella 2 della Parte Quarta – Titolo V, Allegato 5 del D.Lgs. 152/06 di:

##### **piezometro SP1**

- **manganese** (valore rilevato 138,5 µg/l contro il valore di riferimento massimo di 50 µg/l);

##### **piezometro SP3** sono stati rilevati superamenti

- **manganese** (valore rilevato 71,5 µg/l contro il valore di riferimento massimo di 50 µg/l);
- **1,2 dicloropropano** (valore rilevato 20,0 µg/l contro il valore di riferimento massimo di 15 µg/l).

I valori delle concentrazioni di manganese, sono risultati inferiori al valore di fondo individuato per l’acquifero di fondovalle alluvionale del fiume Pescara con DGR 225 del 12/04/16 (stabilito pari a 154 µg/l come da tabella 1).

#### Soilgas

Le analisi condotte sui campioni analizzati non hanno evidenziato anomalie.

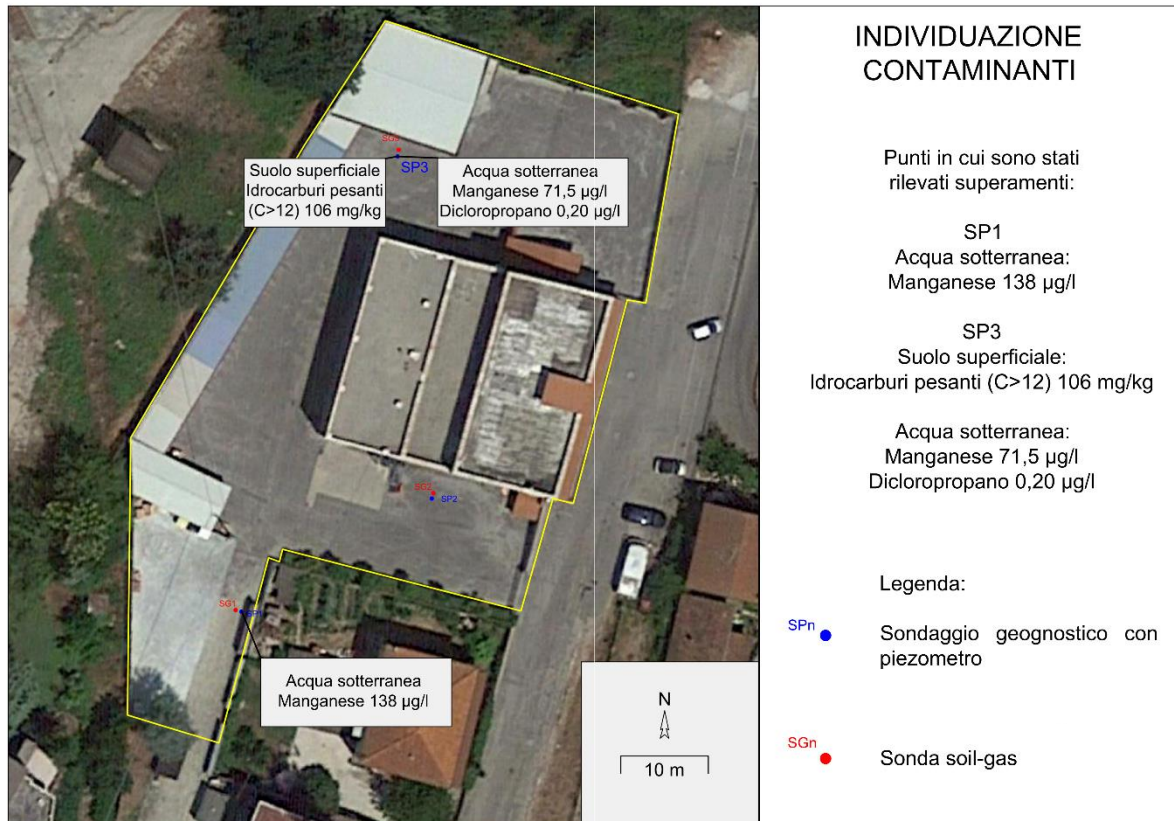


Figura 14 – Superamenti CSC febbraio – marzo 2020

## RISULTATI INDAGINI 2021

### Suolo

#### Suolo superficiale (da m 0,0 a m 1,0)

Dalle analisi condotte sui campioni di suolo superficiale e profondo prelevati, è emerso che non si riscontrano esuberanti nei confronti della Tabella 1B della Parte Quarta – Titolo V, Allegato 5 del D.Lgs. 152/06.

#### Suolo profondo (oltre m 1,0)

Dalle analisi condotte sui campioni di suolo superficiale e profondo prelevati, è emerso che non si riscontrano esuberanti nei confronti della Tabella 1B della Parte Quarta – Titolo V, Allegato 5 del D.Lgs. 152/06.

### Acque sotterranee

Le analisi condotte sui sei campioni prelevati nei piezometri installati hanno permesso di rilevare i seguenti superamenti di CSC nei valori della concentrazione rispetto a quanto previsto nella Tabella 2 della Parte Quarta – Titolo V, Allegato 5 del D.Lgs. 152/06 di:



#### piezometro SP4

- **nitriti** (valore rilevato 1.600 ug/l contro il valore di riferimento massimo di 500 ug/l);

#### piezometro SP5

- **nitriti** (valore rilevato 2.000 ug/l contro il valore di riferimento massimo di 500 ug/l);

#### piezometro SP6

- **nitriti** (valore rilevato 970 ug/l contro il valore di riferimento massimo di 500 ug/l);

#### Soilgas

Le analisi condotte sui campioni analizzati non hanno evidenziato anomalie.



Figura 15 – Carta delle linee di isoconcentrazione “nitriti”

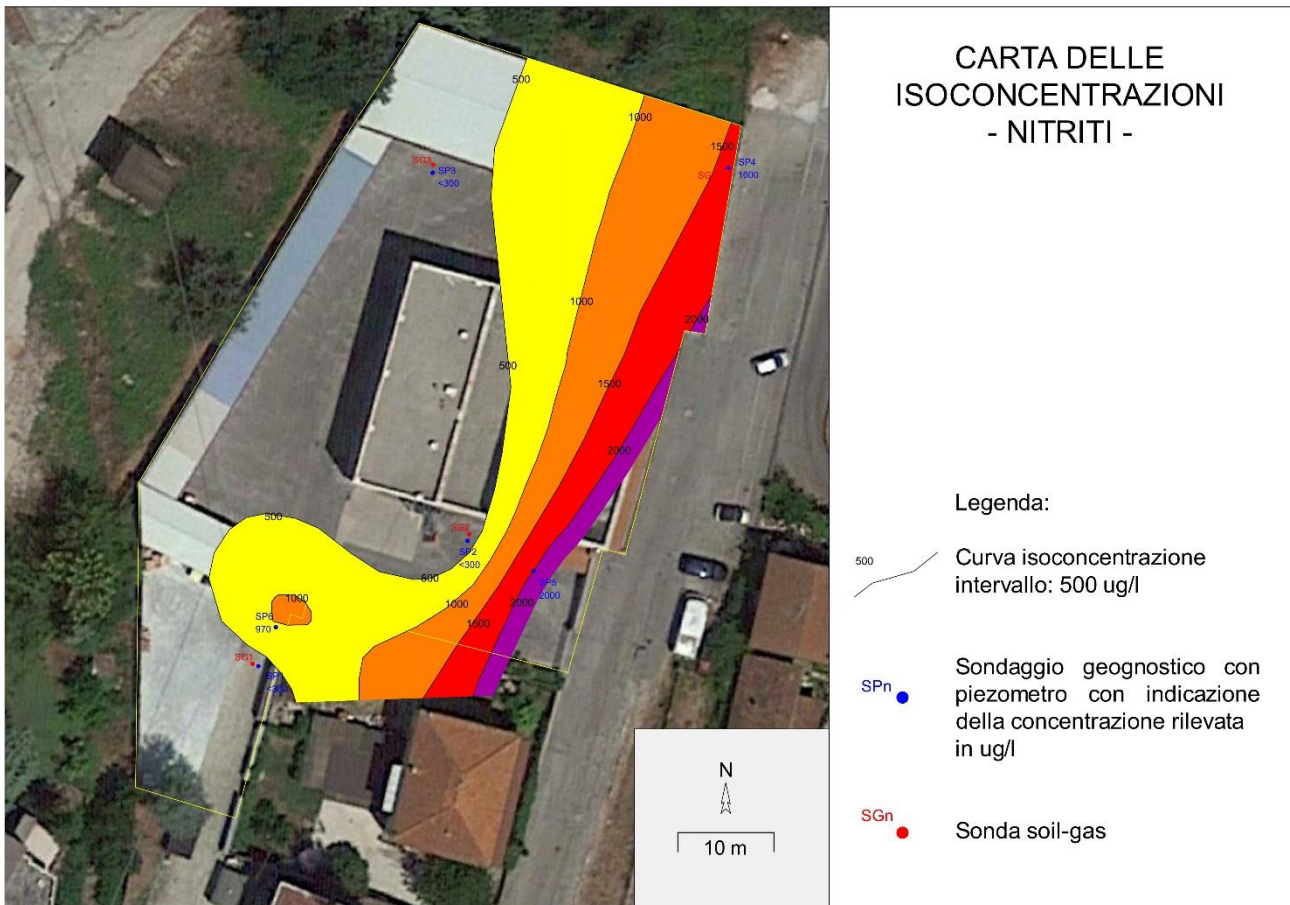


Figura 16 – Carta delle linee di isoconcentrazione “nitriti”

## 10 SORGENTI DI CONTAMINAZIONE INDIVIDUATE

Le analisi condotte hanno permesso di constatare lo stato qualitativo delle matrici ambientali identificando punti in cui sono stati rilevati superamenti dei valori di CSC esclusivamente per la matrice acqua sotterranea:

<i>Matrice esaminata</i>	<i>Punto di indagine in cui sono stati rilevati superamenti di CSC</i>	<i>Contaminanti la cui concentrazione è maggiore alla CSC</i>
Acque sotterranee	SP4	Nitriti
	SP5	Nitriti
	SP6	Nitriti

*Tabella 7 – Superamenti di CSC nel corso del periodo analizzato (febbraio – marzo 2020)*

Nella tabella precedente non sono stati riportati i contaminanti rilevati nel corso della campagna di indagine del 2020 in quanto il manganese è risultato inferiore al valore di fondo determinato per il Fiume Pescara e per il dicloropropano (rilevato nel piezometro SP3) non è stato rilevato il superamento delle CSC.

**Le analisi chimiche eseguite da ARTA sui campioni di terreno e di acque sotterranee prelevati nel corso della campagna di indagine NON hanno evidenziato superamento di CSC.**

A seguito dei superamenti riscontrati (nitriti in acque sotterranee) si è provveduto a definire le aree “sorgenti secondarie” attraverso la delimitazione di settori poligonali (metodo di Thiessen) di cui, nelle figure successive si riportano ubicazione e caratteristiche geometriche:

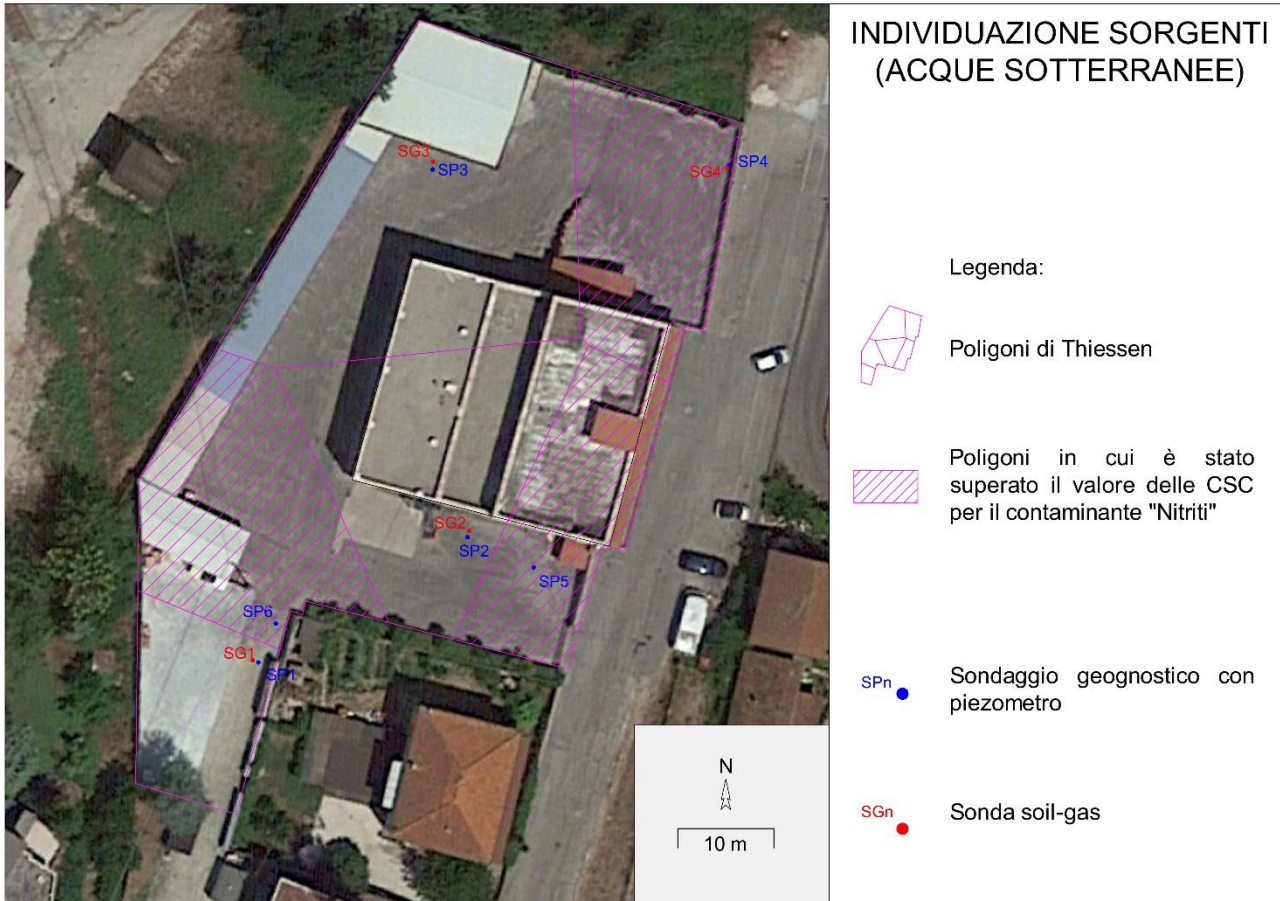


Figura 17 – Individuazione sorgenti secondarie

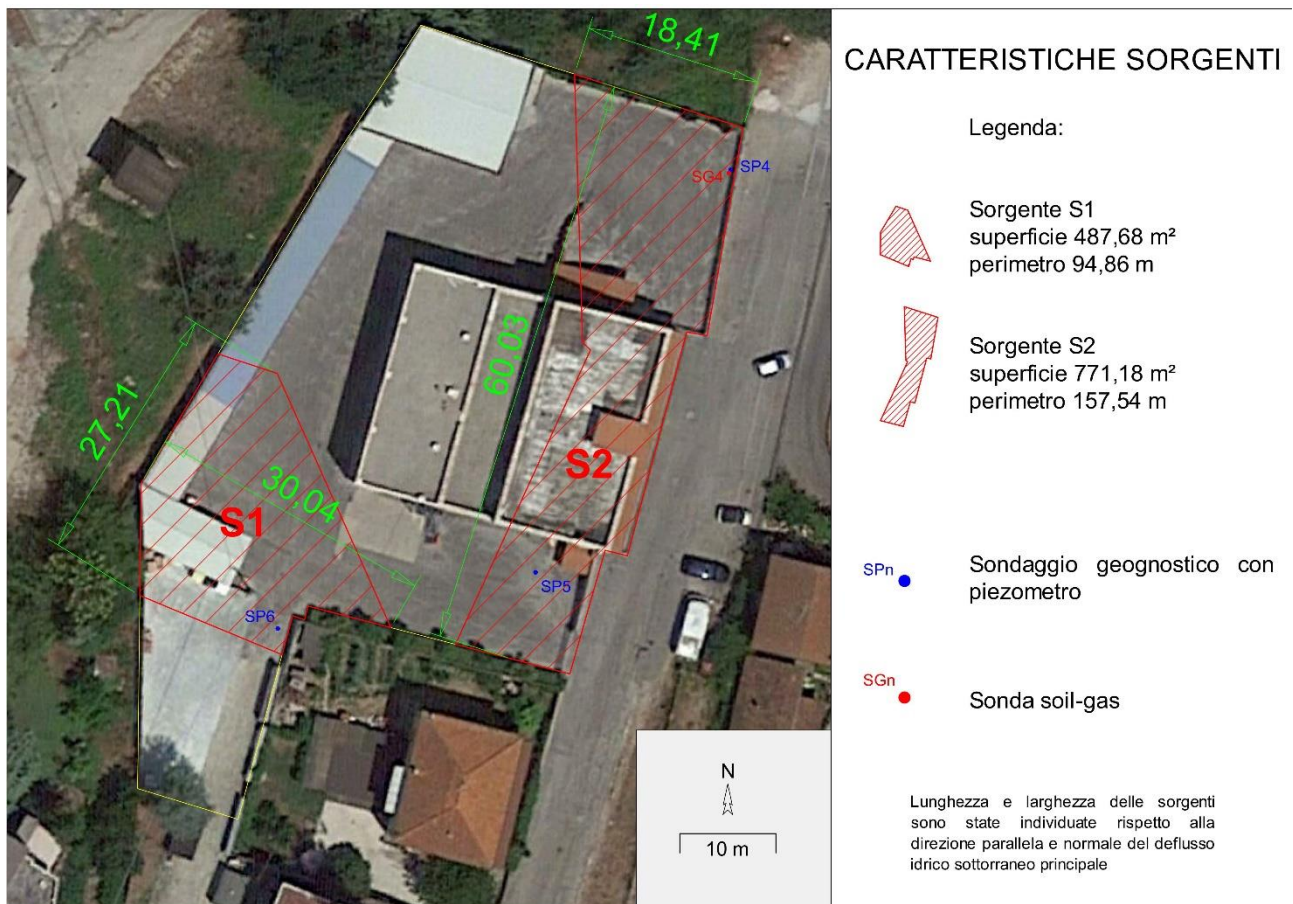


Figura 18 – Caratteristiche geometriche delle sorgenti secondarie individuate

## 11 MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO

I dati derivanti dalle indagini eseguite sono utilizzati per la ricostruzione del "Modello Concettuale del Sito" (MCS), inteso come strumento tecnico che consente di ricostruire sia le attività svolte nel sito, sia i caratteri delle tre componenti principali che costituiscono la successiva analisi di rischio sanitario:

**Sorgente di contaminazione ⇒ Trasporto (vie di migrazione) ⇒ Bersaglio della contaminazione**

In primo luogo verranno identificate le sorgenti di contaminazione distinte in:

- *sorgente primaria* - rappresenta la causa di inquinamento (ad esempio accumulo di rifiuti);
- *sorgente secondaria* - è relativa alla matrice ambientale oggetto di contaminazione (suolo, acqua, atmosfera).

Verranno valutati i possibili percorsi di migrazione degli inquinanti e le vie di esposizione.

Si considereranno ricettori umani identificati in funzione della destinazione d'uso del suolo, compreso nell'area di influenza del sito potenzialmente contaminato.

La tipologia di uso del suolo pertinente all'area di studio è "Industriale/Commerciale" ed i recettori saranno "lavoratori adulti"; la presenza di fabbricati all'interno del perimetro delle sorgenti secondarie comporta la necessità di procedere alle verifiche sia "off-site", sia "on-site".

Vista la assenza di superamenti di CSC nel suolo superficiale e nel suolo profondo, il modello concettuale sarà riferito solamente alla matrice “falda”:

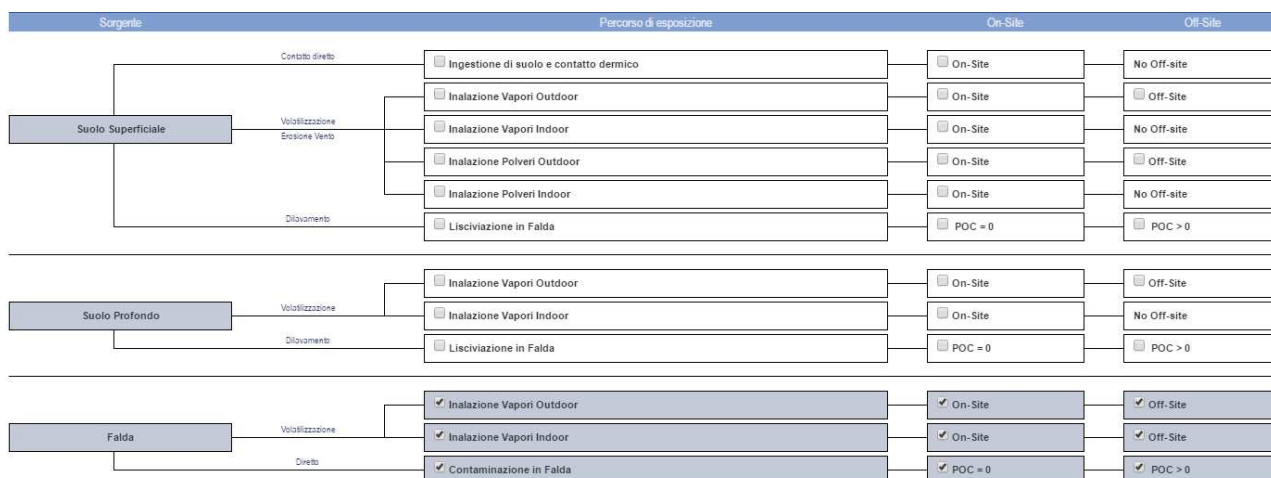


Figura 19 – Modello concettuale del sito

**Anche se le acque sotterranee non sono utilizzate né per uso potabile, né in processi produttivi, a scopo cautelativo si considera anche il rischio ingestione acqua.**

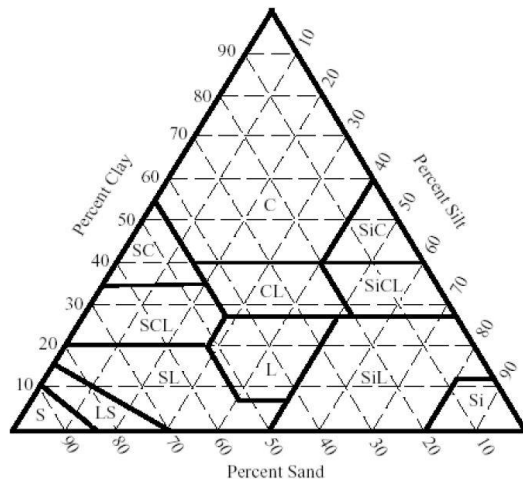
## 12 ANALISI DI RISCHIO E DATI SITO SPECIFICI

Per la procedura di analisi è stato utilizzato software dedicato quale *RISK-NET 3.1.1 Pro* (settembre 2019), che permette di calcolare il rischio e gli obiettivi di bonifica legato alla presenza di contaminanti all'interno di un sito potenzialmente contaminato, applicando la procedura ISPRA di analisi di rischio sanitaria (“Criteri metodologici l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati”; ISPRA 2008) in accordo con quanto previsto dalla normativa italiana (D.Lgs. 152/06 e D.Lgs. 04/08).

Per avere una rappresentazione quanto più possibile reale nella costruzione del modello geologico ambientale per l'analisi di rischio, le indagini di caratterizzazione sono state integrate con:

- analisi granulometriche sui campioni di terreno prelevati;
- analisi dei dati meteorologici.

Le analisi granulometriche condotte sui campioni prelevati e la stratigrafia dei sondaggi eseguiti in sito consentono di verificare la eterometria dei depositi alluvionali che costituiscono sia la porzione di sottosuolo “insatura” sia la porzione “satura”, pertanto in accordo al diagramma triangolare seguente (da Figura 3.9 dei “Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati” – APAT): si fa riferimento ad un terreno di tessitura “SiCL” sia per la “zona insatura”, sia per la “zona satura”:



Tessitura del suolo	
Simbolo	nome
S	Sand
LS	Loamy Sand
SL	Sandy Loam
SCL	Sandy Clay Loam
L	Loam
SiL	Silt Loam
CL	Clay Loam
SiCL	Silty Clay Loam
SIC	Silty Clay
Si	Silt
SC	Sandy Clay
C	Clay

Figura 3.9: Diagramma Triangolare

Figura 20 - Definizione della tessitura dei campioni di terreno

### 13 ASSUNZIONI PER L'ELABORAZIONE DELL'ANALISI DI RISCHIO E DATI DI INPUT

Si provvede a formulare l'Analisi di Rischio in condizioni cautelative considerando le seguenti assunzioni:

- vengono considerato un terreno uniforme di tessitura SiCL;
- in mancanza di misure in loco, viene considerata come velocità del vento di riferimento il valore di 4 m/s misurata a 25 m di altezza dal suolo come riportato nell'Atlante Eolico D'Italia e si considera la classe di stabilità C; per la determinazione della direzione del vento predominante è stata utilizzata la banca dati di windfinder.com relativa alla stazione "Aeroporto di Pescara" da cui si evince che i venti, nel corso dell'anno, mediamente soffiano da NE verso SO;

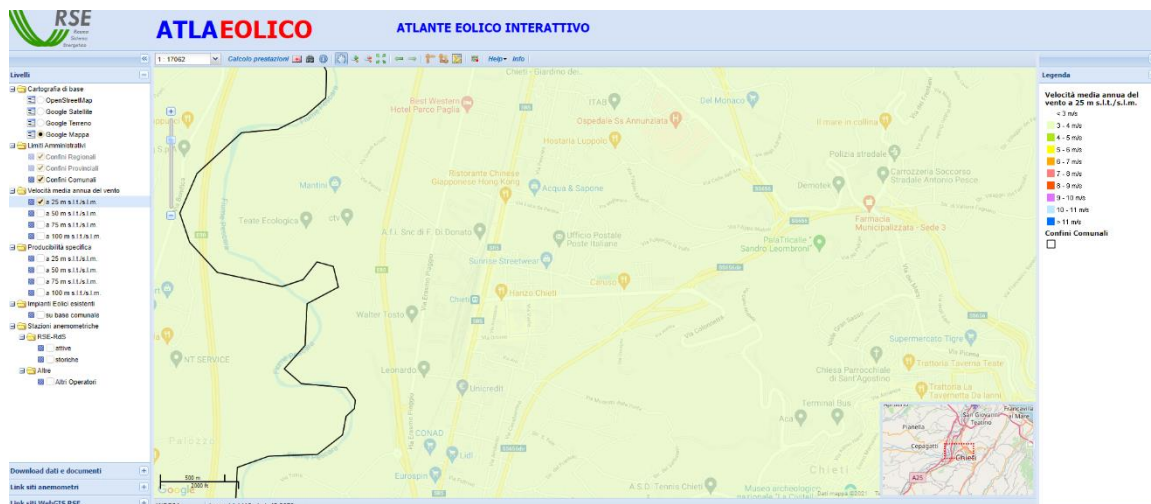


Figura 21 – Velocità del vento a m 25 dal suolo

### Distribuzione mensile della direzione e della forza del vento

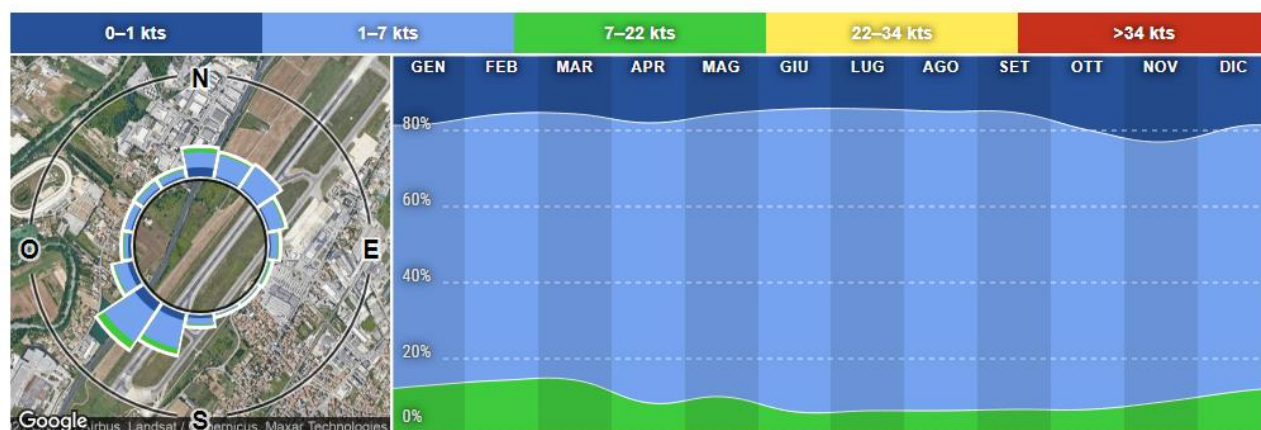


Figura 22 – Dati anemometrici stazione “Aeroporto di Pescara”

- non avendo a disposizione misure in loco, i dati pluviometrici di riferimento utilizzati per le analisi, sono stati reperiti da ISTAT (Dati meteo Capoluoghi di Provincia – 2007-2016) relativi alla stazione “Chieti” da cui si ricava che la precipitazione media annua è pari a  $P = 77,34$  cm/anno;
- a scopo cautelativo si considera una unica sorgente secondaria di lunghezza pari a 60 metri e larghezza di 30 metri, pertanto con una superficie maggiore delle sorgenti riportate in figura 18;
- si considera il livello freatico posto a m 1,4 dal piano campagna;
- si considera un gradiente idraulico pari a 0,019 (in funzione della variazione del livello della falda e della distanza lungo la direttrice dei sondaggi SP5 e SP4);
- si considera il POC (limite proprietà, valle idrologico) a distanza di m 5,0 (in riferimento al sondaggio SP4).



## 14 RISULTATI ANALISI DI RISCHIO

L'elaborazione dell'AdR ha consentito di rilevare quanto segue:

### Matrice Falda

Rischio

Falda

Rischio dalla Falda							
Contaminante	CRS	f	CRS/f	Sol	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/L		mg/L	mg/L	-	-	-
Nitriti	2.00e+0		2.00e+0	-	-	-	4.00e+0
Cumulato Outdoor (On-site)					-	-	
Cumulato Indoor (On-site)					-	-	
Cumulato Outdoor (Off-site)					-	-	
Cumulato Indoor (Off-site)					-	-	

Legenda

CRS = Concentrazione rappresentativa in sorgente, f = fattore di riduzione della CRS, Csat = Concentrazione di saturazione, Sol = Solubilità, Cres = Concentrazione residua, R (HH) = Rischio cancerogeno, HI (HH) = Indice di pericolo, Rgw (GW) = Rischio per la risorsa idrica.

Istruzioni

In questa schermata vengono mostrati i rischi per la salute umana (R e HI) individuali (per il singolo contaminante) e cumulati (totali, calcolati come sommatoria dei rischi di ogni contaminante inserito) e i rischi per la risorsa idrica (Rgw) calcolati per ciascuna sorgente selezionata nel modello concettuale. In rosso vengono evidenziati i rischi superiori ai limiti accettabili. In viola sono evidenziate le concentrazioni superiori alla concentrazione di saturazione (o alla solubilità per la contaminazione in falda). In questa schermata è possibile calcolare iterativamente la concentrazione in sorgente che restituisce rischi individuali e cumulati accettabili inserendo dei fattori di correzione nella colonna "f". I contaminanti per i quali sono state modificate le proprietà chimico-fisiche e/o tossicologiche, sono sottolineati e in corsivo.

Figura 23 – Sintesi risultati analisi di rischio

**Dalle verifiche eseguite emerge che sussiste rischio per la risorsa idrica Rgw(GW).**

**Le verifiche cautelative condotte in caso di ingestione di acqua, hanno permesso di constatare che il valore dell'indice di pericolosità HI risulta accettabile:**

Rischio

Falda

Rischio dalla Falda							
Contaminante	CRS	f	CRS/f	Sol	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/L		mg/L	mg/L	-	-	-
Nitriti	2.00e+0		2.00e+0	-	-	1.96e-1	-
Cumulato Outdoor (On-site)					-	-	
Cumulato Indoor (On-site)					-	-	
Cumulato ingestione di acqua (On-site)					-	1.96e-1	
Cumulato Outdoor (Off-site)					-	-	
Cumulato Indoor (Off-site)					-	-	
Cumulato ingestione di acqua (Off-site)					-	-	

Legenda

CRS = Concentrazione rappresentativa in sorgente, f = fattore di riduzione della CRS, Csat = Concentrazione di saturazione, Sol = Solubilità, Cres = Concentrazione residua, R (HH) = Rischio cancerogeno, HI (HH) = Indice di pericolo, Rgw (GW) = Rischio per la risorsa idrica.

Istruzioni

In questa schermata vengono mostrati i rischi per la salute umana (R e HI) individuali (per il singolo contaminante) e cumulati (totali, calcolati come sommatoria dei rischi di ogni contaminante inserito) e i rischi per la risorsa idrica (Rgw) calcolati per ciascuna sorgente selezionata nel modello concettuale. In rosso vengono evidenziati i rischi superiori ai limiti accettabili. In viola sono evidenziate le concentrazioni superiori alla concentrazione di saturazione (o alla solubilità per la contaminazione in falda). In questa schermata è possibile calcolare iterativamente la concentrazione in sorgente che restituisce rischi individuali e cumulati accettabili inserendo dei fattori di correzione nella colonna "f". I contaminanti per i quali sono state modificate le proprietà chimico-fisiche e/o tossicologiche, sono sottolineati e in corsivo.

Figura 24 – Sintesi risultati analisi di rischio (ingestione acque sotterranee)

**Alla luce dei risultati ottenuti dalle analisi condotte si evince che non sussistono rischi per la salute umana.**

15 PROPOSTA DI PIANO DI MONITORAGGIO

ACQUE SOTTERRANEE

Al fine di rilevare la quota dei livelli idrici delle acque sotterranee e determinarne lo stato della qualità, si procederà alla misurazione dei livelli di falda freatica nei piezometri installati nel sito di intervento e al successivo prelievo di campioni di acqua sotterranea che saranno poi sottoposti ad analisi chimiche. Le campagne di rilievo dei livelli e di monitoraggio della qualità ambientale avranno cadenza quadrimestrale (ogni 4 mesi) per la durata presunta di un anno.

Si provvederà a comunicare agli Enti ogni attività attinente al monitoraggio con un anticipo di almeno 15 giorni.

SOILGAS

La proposta di monitoraggio include anche l'analisi di soilgas nelle sonde installate nel sito in esame contestualmente alle attività di monitoraggio delle acque sotterranee.

In sintesi la proposta prevede:

<i>Matrice ambientale</i>	<i>Attività</i>	<i>Frequenza (mesi)</i>	<i>Periodo monitoraggio (anni)</i>	<i>Totale (n)</i>
Acqua sotterranea	Spurgo di n. 6 piezometri installati	4	1	18
	Misurazione dei livelli idrici nei 6 piezometri	4	1	18
	Prelievo di campioni di n. 6 campioni	4	1	18
	Analisi chimiche di laboratorio su n. 6 campioni	4	1	18
Atmosfera	Valutazione dello stato della qualità di soilgas in n. 4 sonde installate	4	1	12
-	Redazione di elaborato di sintesi in cui vengono raccolti e commentati i risultati del monitoraggio	4	1	4

*Tabella 8 – Sintesi delle attività di monitoraggio proposte*

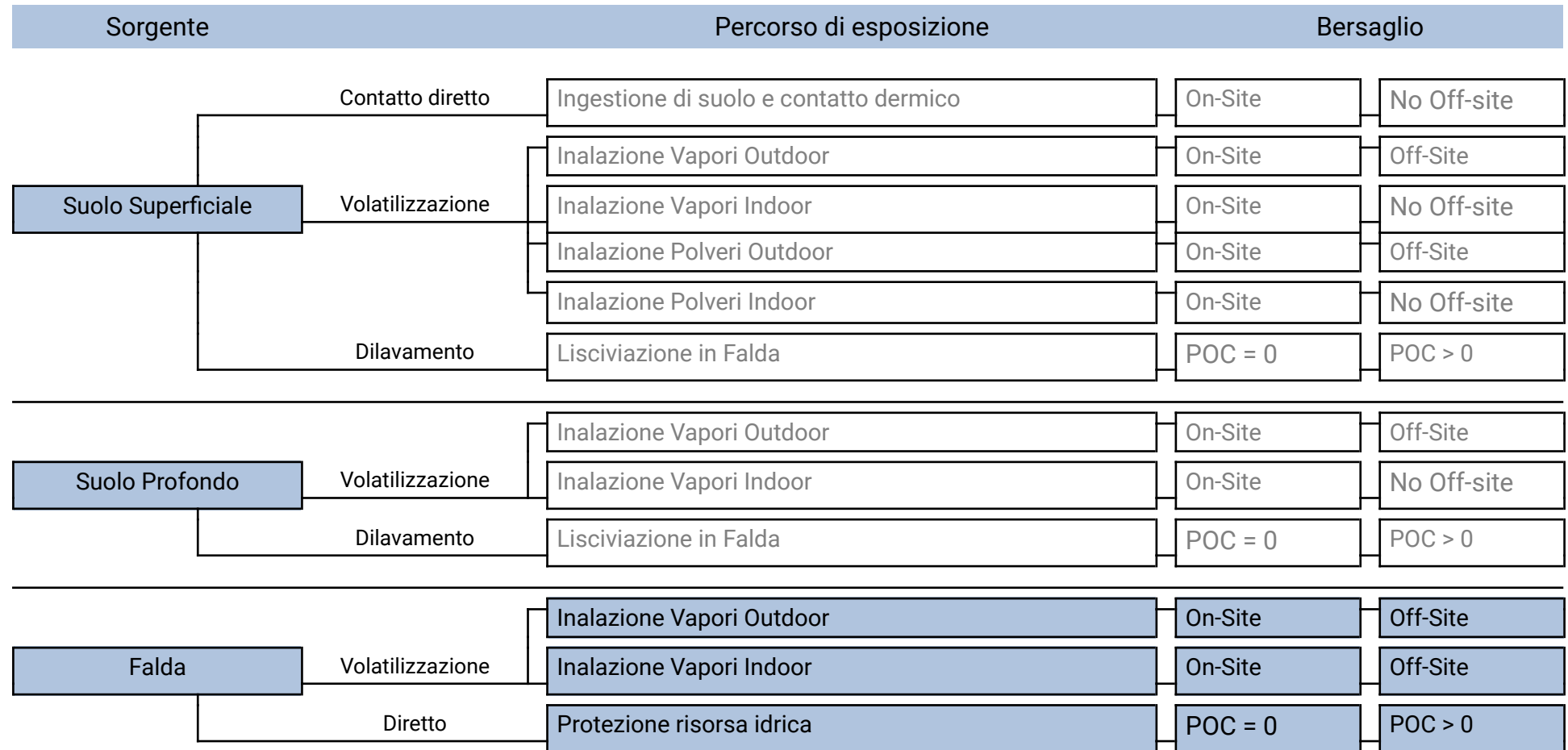
ALLEGATI:

RISULTATI ANALISI DI RISCHIO – rapporto tecnico



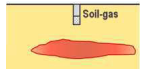

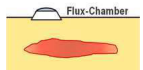
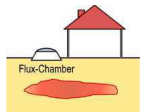
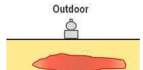
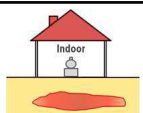
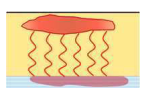
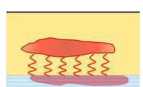
<b>Nome del sito:</b>	AFI S.N.C.
<b>Nome sub-area:</b>	Via Penne, 10 - Chieti Scalo
<b>Data:</b>	01/07/2021
<b>Tipo di analisi:</b>	Calcolo Rischi (Modalità Diretta)
<b>Tipo di analisi:</b>	Calcolo Obiettivi di Bonifica (Modalità Inversa)
<b>Note:</b>	-

**Modello Concettuale del Sito**



Recettori on-site: Lavoratori  
 Recettori off-site: Lavoratori

**Caratterizzazione integrativa**

Tipo di misura		Tipo di recettore
Misure soil-gas outdoor		Recettori on-site Recettori off-site
Misure soil-gas indoor		Recettori on-site No Off-Site
Misure con camere di flusso (Outdoor)		Recettori on-site Recettori off-site
Misure con camere di flusso (per Indoor)		Recettori on-site No Off-Site
Misure in Aria Outdoor		Recettori on-site Recettori off-site
Misure in Aria Indoor		Recettori on-site No Off-Site
Test di cessione (Suolo Superficiale)		POC = 0 m POC > 0 m
Test di cessione (Suolo Profondo)		POC = 0 m POC > 0 m

### Opzioni di Calcolo

Descrizione	Valore
Considera esaurimento sorgente nel suolo superficiale per volatilizzazione	✓
Considera esaurimento sorgente nel suolo profondo per volatilizzazione	✓
Considera attenuazione vapori quando sorgente nel suolo al di sotto del p.c.	✗
Utilizza il minore tra il fattore di volatilizzazione da suolo profondo e suolo superficiale	✓
Volatilizzazione Outdoor off-site da falda	Trasporto in atmosfera (ADF)
Considera la biodegradazione durante il percorso di volatilizzazione	✓
Considera esaurimento sorgente nel suolo superficiale per lisciviazione in falda	✗
Considera esaurimento sorgente nel suolo profondo per lisciviazione in falda	✗
Considera attenuazione durante lisciviazione da suolo superficiale (SAM)	✓
Considera attenuazione durante lisciviazione da suolo profondo (SAM)	✓
Considera la biodegradazione durante il percorso di lisciviazione in falda	✓
Dispersione in falda	Dispersione in tutte le direzioni ma verticale verso il basso (DAF2)
Verifiche sullo spessore di miscelazione in falda	✓
Considera biodegradazione durante trasporto in falda	✓
Considera Csat per calcolo del Rischio e delle CSR	✓
Considera Csat solo per il calcolo delle CSR	✗
Considera l'eventuale presenza di fase separata nell'esaurimento della sorgente	✗
Considera ADAF	✓
RfD vs RfC	RfC
Considera la frazione bioaccessibile per il percorso di ingestione di suolo	✗
<b>Rischio Accettabile</b>	
Individuale	0.000001
Cumulato	0.00001
<b>Indice di Pericolo Accettabile</b>	
Individuale	1
Cumulato	1

CRS

Contaminante	Suolo Superficiale	Suolo Profondo	Falda	Eluato da suolo superficiale	Eluato da suolo profondo	Soil-gas Outdoor	Soil-gas Indoor	Flux Chamber (outdoor)	Flux Chamber (indoor)	Aria Outdoor	Aria Indoor
-	mg/kg	mg/kg	mg/L	mg/L	mg/L	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
Nitriti	-	-	2.00e+0	-	-	-	-	-	-	-	-



## Fattori di esposizione - On Site

Esposizione			On Site				
Ambito			Residenziale				Industriale
Parametri di esposizione	Simbolo	UM	Bambini	Adolescenti	Adulti	Anziani	Lavoratore
Fattori Comuni							
Peso Corporeo	BW	kg	15	15	70	70	70
Tempo di mediazione cancerogeni	AT	y	70				
Durata di esposizione	ED	y	6	10	24	5	25
Frequenza di esposizione	EF	d/y	350	350	350	350	250
Ingestione di suolo							
Frazione di suolo ingerita	FI	-	1	1	1	1	1
Tasso di ingestione suolo	IR	mg/d	200	200	100	100	50
Contatto Dermico							
Superficie di pelle esposta	SA	cm <sup>2</sup>	2800	2800	5700	5700	3300
Fattore di aderenza dermica	AF	mg/cm <sup>2</sup> /d	0.2	0.2	0.07	0.07	0.2
Inalazione di vapori e polveri outdoor							
Frequenza giornaliera outdoor (c)	EFgo	h/d	24	0.5	24	1.9	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri outdoor (a);(b)	Bo	m <sup>3</sup> /h	0.7	0.7	0.9	0.9	2.5
Frazione di suolo nella polvere outdoor	Fsd	-	1	1	1	1	1
Inalazione di vapori e polveri indoor							
Frequenza Giornaliera Indoor	EFgi	h/d	24	19.6	24	22.4	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri indoor (b)	Bi	m <sup>3</sup> /h	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9
Frazione di suolo nella polvere indoor	Fi	-	1	1	1	1	1
Ingestione di acqua							
Tasso di Ingestione di acqua	IRw	L/d	1	1	2	2	1

**Fattori di esposizione - Off Site**

Esposizione			Off Site				
Ambito			Residenziale				Industriale
Parametri di esposizione	Simbolo	UM	Bambini	Adolescenti	Adulti	Anziani	Lavoratore
<b>Fattori Comuni</b>							
Peso Corporeo	BW	kg	15	15	70	70	70
Tempo di mediazione cancerogeni	AT	y	70				
Durata di esposizione	ED	y	6	10	24	5	25
Frequenza di esposizione	EF	d/y	350	350	350	350	250
<b>Inalazione di vapori e polveri outdoor</b>							
Frequenza giornaliera outdoor (c)	EFgo	h/d	24	0.5	24	1.9	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri outdoor (a);(b)	Bo	m <sup>3</sup> /h	0.7	0.7	0.9	0.9	2.5
Frazione di suolo nella polvere outdoor	Fsd	-	1	1	1	1	1
<b>Inalazione di vapori indoor</b>							
Frequenza Giornaliera Indoor	EFgi	h/d	24	19.6	24	22.4	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri indoor (b)	Bi	m <sup>3</sup> /h	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9
<b>Ingestione di acqua</b>							
Tasso di Ingestione di acqua	IRw	L/d	1	1	2	2	1

**Parametri del sito - Geometria Sorgenti**

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Geometria Sorgenti					
Stessa dimensione per tutte le sorgenti					
Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	W	45	60	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	Sw	45	30	m	✓
Altezza della zona di miscelazione in aria	∂air	2	2	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	W'	45	60	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del vento	Sw'	45	30	m	✓
Suolo Superficiale					
Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	Ls,SS	0	0	m	✓
Spessore della sorgente nel suolo superficiale insaturo	d	1	1	m	✓
Suolo Profondo					
Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	Ls,SP	1	1	m	✓
Spessore della sorgente nel suolo profondo insaturo	ds	2	2	m	✓
Soggiacenza della falda da p.c.	Lgw	3	1.4	m	✓

**Parametri del sito - Zona Insatura**

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Zona Insatura					
Tessitura rappresentativa del suolo insaturo			Sandy Clay Loam		
Porosità efficace del terreno in zona insatura	$\theta_e$	Letteratura	0.29	-	✓
Contenuto volumetrico di acqua nel suolo	$\theta_w$	Letteratura	0.178	-	✓
Contenuto volumetrico di aria nel suolo	$\theta_a$	Letteratura	0.112	-	✓
Contenuto volumetrico di acqua nella frangia capillare	$\theta_{w,cap}$	Letteratura	0.248	-	✓
Contenuto volumetrico di aria nella frangia capillare	$\theta_{a,cap}$	Letteratura	0.042	-	✓
Spessore della frangia capillare	h <sub>cap</sub>	Letteratura	0.259	m	✓
Carico idraulico critico (potenziale di matrice)	h <sub>cr</sub>	Letteratura	-0.1195	m	✓
Conducibilità idraulica del terreno nella zona insatura	K <sub>sat</sub>	Letteratura	3.64e-6	m	✓
Battente idrico in superficie	H <sub>w</sub>	0.25	0.25	m	✓
Densità del suolo	$\rho_s$	1.7	1.7	g/cm <sup>3</sup>	✓
pH del suolo	pH	6.8	7.9	-	✓
Frazione di carbonio organico - suolo superficiale	foc,SS	0.01	0.01	g/g	✓
Frazione di carbonio organico - suolo profondo	foc,SP	0.01	0.01	g/g	✓
Frazione residua dei pori nel suolo (per calcolo Cres)	S <sub>r</sub>	0.04	0.04	m	✓
Spessore della zona insatura	h <sub>v</sub>	Calcolato	1.141	m	✓
Infiltrazione efficace calcolata					
Piovosità media annua	P	129	77.34	cm/y	✓
Frazione areale di fratture outdoor	$\eta_{out}$	1	1	cm/y	✓
Infiltrazione efficace nel suolo	l <sub>ef</sub>	Calcolato	5.38	cm/y	✓
Spessore della zona di miscelazione in falda	$\delta_{gw}$	Calcolato	7.76	m	no check
Fattore di diluizione in falda	LDF	Calcolato	6.38	-	no check

**Parametri del sito - Zona Saturata**

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Zona Saturata					
Tessitura rappresentativa del suolo saturo			Sandy Clay Loam		
Conducibilità idraulica del terreno saturo	Ksat	Letteratura	3.64e-6	m/s	✓
Porosità efficace del terreno in zona saturo	θe,sat	Letteratura	0.29	-	✓
Spessore acquifero	da	2	30	m	✓
Gradiente idraulico	i	0.01	0.0195	m/m	✓
Velocità di Darcy	vgw	Calcolato	7.10e-8	m/s	✓
Velocità media effettiva nella falda	ve	Calcolato	2.45e-7	-	✓
Frazione di carbonio organico - suolo saturo	foc,sat	0.001	0.001	g/g	✓
Frazione residua dei pori nel suolo saturo (per calcolo Cres)	Sr	0.04	0.04	g/g	✓
Distanza punto di conformità in falda	POC	100	5	m	✓
Dispersione longitudinale in falda	ax	Calcolato	0.50	m	✓
Dispersione trasversale in falda	ay	Calcolato	0.17	m	✓
Dispersione verticale in falda	az	Calcolato	0.03	m	✓

**Parametri del sito - Outdoor**

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Outdoor					
Velocità del vento	Uair	2.25	2.41	m/s	✓
Velocità del vento ad altezza suolo calcolata					
Dati stazione di misura vento					
Velocità del vento misurata nella centralina meteo	Uair,sm	2.25	4	m/s	✓
Altezza della centralina meteo	Hsm	10	25	m	✓
Caratteristiche Sito					
Classe di stabilità atmosferica			Classe C		
Tipologia di area			Suolo Urbano		
Altezza di riferimento per stima velocità del vento	BM	2	2	m	✓
Dati Calcolati					
Coefficiente P	p	-	0.2	-	✓
Portata di particolato per unità di superficie	Pe	6.9e-14	6.9e-14	g/cm/s <sup>2</sup>	✓
Distanza recettore off site - ADF	POC ADF	100	5	m	✓
Classe di Stabilità Atmosferica			Urbano - Classe C		
Coefficiente di dispersione trasversale	σy	Calcolato	1.1	m	✓
Coefficiente di dispersione verticale	σz	Calcolato	1	m	✓
Profondità della zona aerobica da p.c.	La Outdoor	1	1	m	✓

**Parametri del sito - Indoor**

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Indoor					
Profondità delle fondazioni da p.c.	Z crack	0.15	0.15	m	✓
Spessore delle fondazioni	L crack	0.15	0.15	m	✓
Frazione areale di fratture indoor	$\eta$	0.01	0.01	m	✓
Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione	Lb	3	3	m	✓
Contenuto volumetrico di acqua nelle fondazioni	$\theta_{w,crack}$	0.12	0.12	-	✓
Contenuto volumetrico di aria nelle fondazioni	$\theta_{a,crack}$	0.26	0.26	-	✓
Tasso di ricambio di aria indoor	ER	0.00023	0.00023	1/s	✓
Differenza di pressione tra outdoor e indoor	$\Delta p$	0	0	g/cm/s <sup>2</sup>	no check
Superficie totale coinvolta nell'infiltrazione	Ab	70	70	m <sup>2</sup>	✓
Permeabilità del suolo al flusso di vapore*	Kv	1e-12	1e-12	m <sup>2</sup>	✓
Perimetro delle fondazioni/muri	x crack	34	34	m	✓
Viscosità del vapore	$\mu_{air}$	0.000181	0.000181	g/cm/s	✓
Flusso convettivo entrante nell'edificio	Qs	Calcolato	0.00e+0	L/min	✓
Profondità della zona aerobica dalle fondazioni	La Indoor	1	1	m	✓

**Parametri del sito - Indoor (off-site)**

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Indoor (off-site)					
Profondità delle fondazioni da p.c.	Z crack	0.15	0.15	m	✓
Spessore delle fondazioni	L crack	0.15	0.15	m	✓
Frazione areale di fratture indoor	$\eta$	0.01	0.01	m	✓
Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione	Lb	3	3	m	✓
Contenuto volumetrico di acqua nelle fondazioni	$\theta_{w,crack}$	0.12	0.12	-	✓
Contenuto volumetrico di aria nelle fondazioni	$\theta_{a,crack}$	0.26	0.26	-	✓
Tasso di ricambio di aria indoor	ER	0.00023	0.00023	1/s	✓
Differenza di pressione tra outdoor e indoor	$\Delta p$	0	0	g/cm/s <sup>2</sup>	no check
Permeabilità del suolo al flusso di vapore*	Kv	1e-12	1e-12	m <sup>2</sup>	✓
Perimetro delle fondazioni/muri	x crack	34	34	m	✓
Flusso convettivo entrante nell'edificio	Qs	Calcolato	0.00e+0	L/min	✓
Viscosità del vapore	$\mu_{air}$	0.000181	0.000181	g/cm/s	✓



**Contaminanti selezionati - Parametri chimico-fisici (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))**

Contaminante	Vol	Sol	H	Kd	Kd(pH)	Koc	Koc(pH)	Dair	Dw	$\rho$
-	-	mg/L	-	L/kg	L/kg	L/kg	L/kg	cm <sup>2</sup> /s	cm <sup>2</sup> /s	kg/L
Nitriti	PM									

**Contaminanti selezionati - Parametri tossicologici (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))**

Contaminante	ADAFc	ADAFa	SFing	SFinal	IUR	RfDing	RfDinal	RfC	ABS
	-	-	(mg/kg/d)-1	(mg/kg/d)-1	(µg/m³)-1	(mg/kg/d)	(mg/kg/d)	(mg/m³)	-
Nitriti						0.1			0.01

**Contaminanti selezionati - CSC (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))**

Contaminante	CSC Suoli Residenziali	CSC Suoli Industriali	CSC Falda
	mg/kg	mg/kg	mg/L
Nitriti			0.5

**Contaminanti selezionati - Costanti di biodegradazione (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))**

Contaminante	Costante di biodegradazione I ordine (falda)	Costante di biodegradazione I ordine (lisciviazione)	Costante di biodegradazione I ordine (vapori)
	1/d	1/d	1/d
Nitriti			

**Rischio dalla Falda**

Contaminante	CRS	f	CRS/f	Sol	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
-	mg/L	-	mg/L	mg/L	-	-	-
Nitriti	2.00e+0		2.00e+0	-	-	-	4.00e+0
Cumulato Outdoor (On-site)					-	-	
Cumulato Indoor (On-site)					-	-	
Cumulato ingestione di acqua (On-site)					-	-	
Cumulato Outdoor (Off-site)					-	-	
Cumulato Indoor (Off-site)					-	-	
Cumulato ingestione di acqua (Off-site)					-	-	

**CSR per la Falda**

Contaminante	CRS	Sol	CSC	CSR (HH)	CSR (GW)	CSR
-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Nitriti	2.00e+0	-	5.00e-1	-	5.00e-1	5.00e-1

**CSR cumulative per la Falda**

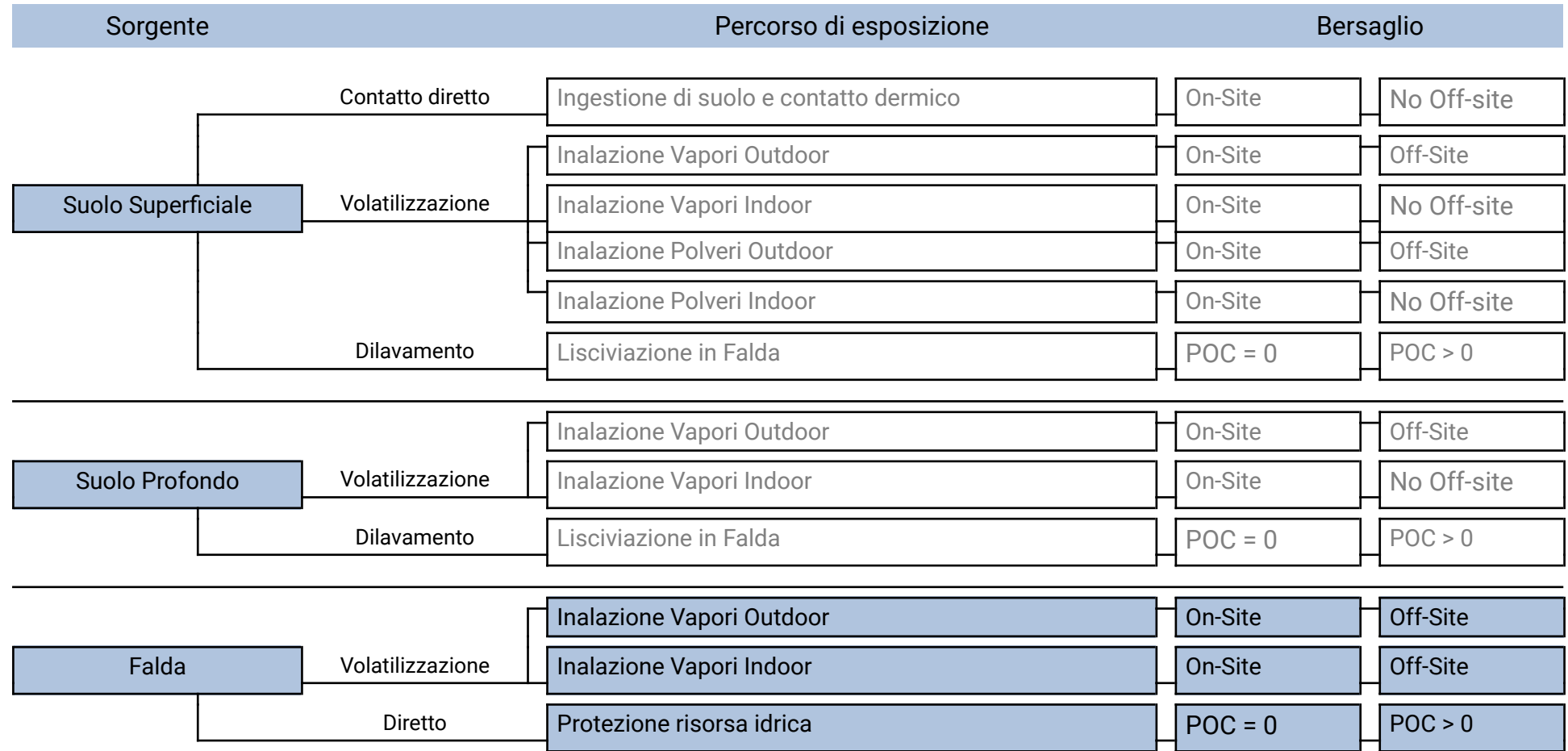
Contaminante	CRS	CSRind	f	CSRcum	Sol	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
-	mg/L	mg/L	-	mg/L	mg/L	-	-	-
Nitriti	2.00e+0	5.00e-1	1	5.00e-1	-	-	-	1.00e+0
Cumulato Outdoor (On-site)						-	-	
Cumulato Indoor (On-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (On-site)						-	-	
Cumulato Outdoor (Off-site)						-	-	
Cumulato Indoor (Off-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (Off-site)						-	-	



<b>Nome del sito:</b>	AFI S.N.C.
<b>Nome sub-area:</b>	Via Penne, 10 - Chieti Scalo
<b>Data:</b>	01/07/2021
<b>Tipo di analisi:</b>	Calcolo Rischi (Modalità Diretta)
<b>Tipo di analisi:</b>	Calcolo Obiettivi di Bonifica (Modalità Inversa)
<b>Note:</b>	-

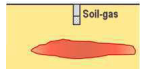

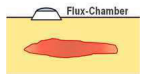
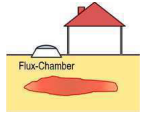
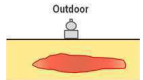

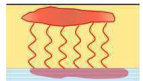
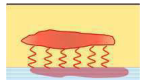


**Modello Concettuale del Sito**



Recettori on-site: Lavoratori  
 Recettori off-site: Lavoratori

**Caratterizzazione integrativa**

Tipo di misura		Tipo di recettore
Misure soil-gas outdoor		Recettori on-site
		Recettori off-site
Misure soil-gas indoor		Recettori on-site
		No Off-Site
Misure con camere di flusso (Outdoor)		Recettori on-site
		Recettori off-site
Misure con camere di flusso (per Indoor)		Recettori on-site
		No Off-Site
Misure in Aria Outdoor		Recettori on-site
		Recettori off-site
Misure in Aria Indoor		Recettori on-site
		No Off-Site
Test di cessione (Suolo Superficiale)		POC = 0 m
		POC > 0 m
Test di cessione (Suolo Profondo)		POC = 0 m
		POC > 0 m

### Opzioni di Calcolo

Descrizione	Valore
Considera esaurimento sorgente nel suolo superficiale per volatilizzazione	✓
Considera esaurimento sorgente nel suolo profondo per volatilizzazione	✓
Considera attenuazione vapori quando sorgente nel suolo al di sotto del p.c.	✗
Utilizza il minore tra il fattore di volatilizzazione da suolo profondo e suolo superficiale	✓
Volatilizzazione Outdoor off-site da falda	Trasporto in atmosfera (ADF)
Considera la biodegradazione durante il percorso di volatilizzazione	✓
Considera esaurimento sorgente nel suolo superficiale per lisciviazione in falda	✗
Considera esaurimento sorgente nel suolo profondo per lisciviazione in falda	✗
Considera attenuazione durante lisciviazione da suolo superficiale (SAM)	✓
Considera attenuazione durante lisciviazione da suolo profondo (SAM)	✓
Considera la biodegradazione durante il percorso di lisciviazione in falda	✓
Dispersione in falda	Dispersione in tutte le direzioni ma verticale verso il basso (DAF2)
Verifiche sullo spessore di miscelazione in falda	✓
Considera biodegradazione durante trasporto in falda	✓
Considera Csat per calcolo del Rischio e delle CSR	✓
Considera Csat solo per il calcolo delle CSR	✗
Considera l'eventuale presenza di fase separata nell'esaurimento della sorgente	✗
Considera ADAF	✓
RfD vs RfC	RfC
Considera la frazione bioaccessibile per il percorso di ingestione di suolo	✗
<b>Rischio Accettabile</b>	
Individuale	0.000001
Cumulato	0.00001
<b>Indice di Pericolo Accettabile</b>	
Individuale	1
Cumulato	1

CRS

Contaminante	Suolo Superficiale	Suolo Profondo	Falda	Eluato da suolo superficiale	Eluato da suolo profondo	Soil-gas Outdoor	Soil-gas Indoor	Flux Chamber (outdoor)	Flux Chamber (indoor)	Aria Outdoor	Aria Indoor
-	mg/kg	mg/kg	mg/L	mg/L	mg/L	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
Nitriti	-	-	2.00e+0	-	-	-	-	-	-	-	-

**Fattori di esposizione - On Site**

Esposizione			On Site				
Ambito			Residenziale				Industriale
Parametri di esposizione	Simbolo	UM	Bambini	Adolescenti	Adulti	Anziani	Lavoratore
<b>Fattori Comuni</b>							
Peso Corporeo	BW	kg	15	15	70	70	70
Tempo di mediazione cancerogeni	AT	y	70				
Durata di esposizione	ED	y	6	10	24	5	25
Frequenza di esposizione	EF	d/y	350	350	350	350	250
<b>Ingestione di suolo</b>							
Frazione di suolo ingerita	FI	-	1	1	1	1	1
Tasso di ingestione suolo	IR	mg/d	200	200	100	100	50
<b>Contatto Dermico</b>							
Superficie di pelle esposta	SA	cm <sup>2</sup>	2800	2800	5700	5700	3300
Fattore di aderenza dermica	AF	mg/cm <sup>2</sup> /d	0.2	0.2	0.07	0.07	0.2
<b>Inalazione di vapori e polveri outdoor</b>							
Frequenza giornaliera outdoor (c)	EFgo	h/d	24	0.5	24	1.9	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri outdoor (a);(b)	Bo	m <sup>3</sup> /h	0.7	0.7	0.9	0.9	2.5
Frazione di suolo nella polvere outdoor	Fsd	-	1	1	1	1	1
<b>Inalazione di vapori e polveri indoor</b>							
Frequenza Giornaliera Indoor	EFgi	h/d	24	19.6	24	22.4	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri indoor (b)	Bi	m <sup>3</sup> /h	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9
Frazione di suolo nella polvere indoor	Fi	-	1	1	1	1	1
<b>Ingestione di acqua</b>							
Tasso di Ingestione di acqua	IRw	L/d	1	1	2	2	1

**Fattori di esposizione - Off Site**

Esposizione			Off Site				
Ambito			Residenziale				Industriale
Parametri di esposizione	Simbolo	UM	Bambini	Adolescenti	Adulti	Anziani	Lavoratore
<b>Fattori Comuni</b>							
Peso Corporeo	BW	kg	15	15	70	70	70
Tempo di mediazione cancerogeni	AT	y	70				
Durata di esposizione	ED	y	6	10	24	5	25
Frequenza di esposizione	EF	d/y	350	350	350	350	250
<b>Inalazione di vapori e polveri outdoor</b>							
Frequenza giornaliera outdoor (c)	EFgo	h/d	24	0.5	24	1.9	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri outdoor (a);(b)	Bo	m <sup>3</sup> /h	0.7	0.7	0.9	0.9	2.5
Frazione di suolo nella polvere outdoor	Fsd	-	1	1	1	1	1
<b>Inalazione di vapori indoor</b>							
Frequenza Giornaliera Indoor	EFgi	h/d	24	19.6	24	22.4	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri indoor (b)	Bi	m <sup>3</sup> /h	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9
<b>Ingestione di acqua</b>							
Tasso di Ingestione di acqua	IRw	L/d	1	1	2	2	1

### Parametri del sito - Geometria Sorgenti

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Geometria Sorgenti					
Stessa dimensione per tutte le sorgenti					
Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	W	45	60	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	Sw	45	30	m	✓
Altezza della zona di miscelazione in aria	∂air	2	2	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	W'	45	60	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del vento	Sw'	45	30	m	✓
Suolo Superficiale					
Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	Ls,SS	0	0	m	✓
Spessore della sorgente nel suolo superficiale insaturo	d	1	1	m	✓
Suolo Profondo					
Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	Ls,SP	1	1	m	✓
Spessore della sorgente nel suolo profondo insaturo	ds	2	2	m	✓
Soggiacenza della falda da p.c.	Lgw	3	1.4	m	✓

## Parametri del sito - Zona Insatura

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Zona Insatura					
Tessitura rappresentativa del suolo insaturo			Sandy Clay Loam		
Porosità efficace del terreno in zona insatura	$\theta_e$	Letteratura	0.29	-	✓
Contenuto volumetrico di acqua nel suolo	$\theta_w$	Letteratura	0.178	-	✓
Contenuto volumetrico di aria nel suolo	$\theta_a$	Letteratura	0.112	-	✓
Contenuto volumetrico di acqua nella frangia capillare	$\theta_{w,cap}$	Letteratura	0.248	-	✓
Contenuto volumetrico di aria nella frangia capillare	$\theta_{a,cap}$	Letteratura	0.042	-	✓
Spessore della frangia capillare	h <sub>cap</sub>	Letteratura	0.259	m	✓
Carico idraulico critico (potenziale di matrice)	h <sub>cr</sub>	Letteratura	-0.1195	m	✓
Conducibilità idraulica del terreno nella zona insatura	K <sub>sat</sub>	Letteratura	3.64e-6	m	✓
Battente idrico in superficie	H <sub>w</sub>	0.25	0.25	m	✓
Densità del suolo	$\rho_s$	1.7	1.7	g/cm <sup>3</sup>	✓
pH del suolo	pH	6.8	7.9	-	✓
Frazione di carbonio organico - suolo superficiale	foc,SS	0.01	0.01	g/g	✓
Frazione di carbonio organico - suolo profondo	foc,SP	0.01	0.01	g/g	✓
Frazione residua dei pori nel suolo (per calcolo Cres)	S <sub>r</sub>	0.04	0.04	m	✓
Spessore della zona insatura	h <sub>v</sub>	Calcolato	1.141	m	✓
Infiltrazione efficace calcolata					
Piovosità media annua	P	129	77.34	cm/y	✓
Frazione areale di fratture outdoor	$\eta_{out}$	1	1	cm/y	✓
Infiltrazione efficace nel suolo	l <sub>ef</sub>	Calcolato	5.38	cm/y	✓
Spessore della zona di miscelazione in falda	$\delta_{gw}$	Calcolato	7.76	m	no check
Fattore di diluizione in falda	LDF	Calcolato	6.38	-	no check



**Parametri del sito - Zona Saturata**

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Zona Saturata					
Tessitura rappresentativa del suolo saturo			Sandy Clay Loam		
Conducibilità idraulica del terreno saturo	Ksat	Letteratura	3.64e-6	m/s	✓
Porosità efficace del terreno in zona saturo	θe,sat	Letteratura	0.29	-	✓
Spessore acquifero	da	2	30	m	✓
Gradiente idraulico	i	0.01	0.0195	m/m	✓
Velocità di Darcy	vgw	Calcolato	7.10e-8	m/s	✓
Velocità media effettiva nella falda	ve	Calcolato	2.45e-7	-	✓
Frazione di carbonio organico - suolo saturo	foc,sat	0.001	0.001	g/g	✓
Frazione residua dei pori nel suolo saturo (per calcolo Cres)	Sr	0.04	0.04	g/g	✓
Distanza punto di conformità in falda	POC	100	5	m	✓
Dispersione longitudinale in falda	ax	Calcolato	0.50	m	✓
Dispersione trasversale in falda	ay	Calcolato	0.17	m	✓
Dispersione verticale in falda	az	Calcolato	0.03	m	✓

**Parametri del sito - Outdoor**

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Outdoor					
Velocità del vento	Uair	2.25	2.41	m/s	✓
Velocità del vento ad altezza suolo calcolata					
Dati stazione di misura vento					
Velocità del vento misurata nella centralina meteo	Uair,sm	2.25	4	m/s	✓
Altezza della centralina meteo	Hsm	10	25	m	✓
Caratteristiche Sito					
Classe di stabilità atmosferica			Classe C		
Tipologia di area			Suolo Urbano		
Altezza di riferimento per stima velocità del vento	BM	2	2	m	✓
Dati Calcolati					
Coefficiente P	p	-	0.2	-	✓
Portata di particolato per unità di superficie	Pe	6.9e-14	6.9e-14	g/cm/s <sup>2</sup>	✓
Distanza recettore off site - ADF	POC ADF	100	5	m	✓
Classe di Stabilità Atmosferica			Urbano - Classe C		
Coefficiente di dispersione trasversale	σy	Calcolato	1.1	m	✓
Coefficiente di dispersione verticale	σz	Calcolato	1	m	✓
Profondità della zona aerobica da p.c.	La Outdoor	1	1	m	✓

**Parametri del sito - Indoor**

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Indoor					
Profondità delle fondazioni da p.c.	Z crack	0.15	0.15	m	✓
Spessore delle fondazioni	L crack	0.15	0.15	m	✓
Frazione areale di fratture indoor	$\eta$	0.01	0.01	m	✓
Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione	Lb	3	3	m	✓
Contenuto volumetrico di acqua nelle fondazioni	$\theta_{w,crack}$	0.12	0.12	-	✓
Contenuto volumetrico di aria nelle fondazioni	$\theta_{a,crack}$	0.26	0.26	-	✓
Tasso di ricambio di aria indoor	ER	0.00023	0.00023	1/s	✓
Differenza di pressione tra outdoor e indoor	$\Delta p$	0	0	g/cm/s <sup>2</sup>	no check
Superficie totale coinvolta nell'infiltrazione	Ab	70	70	m <sup>2</sup>	✓
Permeabilità del suolo al flusso di vapore*	Kv	1e-12	1e-12	m <sup>2</sup>	✓
Perimetro delle fondazioni/muri	x crack	34	34	m	✓
Viscosità del vapore	$\mu_{air}$	0.000181	0.000181	g/cm/s	✓
Flusso convettivo entrante nell'edificio	Qs	Calcolato	0.00e+0	L/min	✓
Profondità della zona aerobica dalle fondazioni	La Indoor	1	1	m	✓

**Parametri del sito - Indoor (off-site)**

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Indoor (off-site)					
Profondità delle fondazioni da p.c.	Z crack	0.15	0.15	m	✓
Spessore delle fondazioni	L crack	0.15	0.15	m	✓
Frazione areale di fratture indoor	$\eta$	0.01	0.01	m	✓
Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione	Lb	3	3	m	✓
Contenuto volumetrico di acqua nelle fondazioni	$\theta_{w,crack}$	0.12	0.12	-	✓
Contenuto volumetrico di aria nelle fondazioni	$\theta_{a,crack}$	0.26	0.26	-	✓
Tasso di ricambio di aria indoor	ER	0.00023	0.00023	1/s	✓
Differenza di pressione tra outdoor e indoor	$\Delta p$	0	0	g/cm/s <sup>2</sup>	no check
Permeabilità del suolo al flusso di vapore*	Kv	1e-12	1e-12	m <sup>2</sup>	✓
Perimetro delle fondazioni/muri	x crack	34	34	m	✓
Flusso convettivo entrante nell'edificio	Qs	Calcolato	0.00e+0	L/min	✓
Viscosità del vapore	$\mu_{air}$	0.000181	0.000181	g/cm/s	✓

**Contaminanti selezionati - Parametri chimico-fisici (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))**

Contaminante	Vol	Sol	H	Kd	Kd(pH)	Koc	Koc(pH)	Dair	Dw	$\rho$
-	-	mg/L	-	L/kg	L/kg	L/kg	L/kg	cm <sup>2</sup> /s	cm <sup>2</sup> /s	kg/L
Nitriti	PM									

**Contaminanti selezionati - Parametri tossicologici (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))**

Contaminante	ADAFc	ADAFa	SFing	SFinal	IUR	RfDing	RfDinal	RfC	ABS
	-	-	(mg/kg/d)-1	(mg/kg/d)-1	(µg/m³)-1	(mg/kg/d)	(mg/kg/d)	(mg/m³)	-
Nitriti						0.1			0.01

**Contaminanti selezionati - CSC (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))**

Contaminante	CSC Suoli Residenziali	CSC Suoli Industriali	CSC Falda
	mg/kg	mg/kg	mg/L
Nitriti			0.5