

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------|
| CONCESSIONE GORGOGNONE – PROGETTO TEMPA ROSSA – AREA POZZO GORGOGNONE 1 – COMUNE DI CORLETO PERTICARA (PZ) | | | Document number IT-TPR-1D-ARCA-000001 | |
| ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE SITO-SPECIFICA | | | Revision: 00 | Status: IFC |
| Document Type: ANL | System / Subsystem: 00 | Discipline: ENV | Date: 16/02/2024 | |
| CONTRACTOR document number: 189703 | | | Page 21 of 53 | |

6. MODELLO CONCETTUALE DEL SITO

Il modello concettuale ha lo scopo di schematizzare la situazione del sito e di individuare tutte le vie di esposizione potenzialmente attive che potrebbero pertanto comportare un rischio ambientale alla salute pubblica.

La via di esposizione è composta essenzialmente da tre elementi fondamentali:



La sorgente è la fonte di contaminazione, dove sono presenti le sostanze inquinanti. Essa può costituire una continua fonte di alimentazione per il successivo percorso di esposizione. Si distingue la sorgente primaria (p.e. un serbatoio perdente) e la sorgente secondaria (la matrice ambientale direttamente impattata dalla sorgente primaria). La procedura adottata di seguito parte dalle sorgenti secondarie distinguendo tre tipi diversi:

- terreno superficiale;
- terreno profondo;
- falda acquifera.

Il tragitto è definito dal percorso che le sostanze inquinanti seguono per arrivare al bersaglio. I veicoli di diffusione sono costituiti da componenti ambientali attraverso le quali avviene la migrazione della contaminazione.

In generale i **bersagli** della contaminazione possono essere recettori ambientali e recettori umani. La normativa vigente prende in esame entrambi. I recettori umani, in base alla loro posizione rispetto alla sorgente di contaminazione, vengono distinti in recettore on-site (in corrispondenza della sorgente) e recettore off-site (a distanza dalla sorgente). Una ulteriore suddivisione è legata al tipo di destinazione d'uso del sito che può essere Commerciale/Industriale e in cui si considerano solo adulti o Residenziale/Ricreativo in cui i recettori possono essere adulti e bambini.

In base al D.Lgs. 04/08, l'acqua di falda è considerata come recettore ambientale ed occorre verificare il rispetto delle CSC al punto di conformità, posto non oltre i confini del sito d'interesse e a valle idrogeologica rispetto alla sorgente di contaminazione.

Nel momento in cui esiste un collegamento tra i tre elementi la via di esposizione è attiva e pertanto esiste un potenziale rischio per la salute pubblica.

Nel seguente diagramma di flusso sono sintetizzati in modo generale gli elementi del modello concettuale considerati nella procedura di analisi di rischio adottata.

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------|
| CONCESSIONE GORGOGNONE – PROGETTO TEMPA ROSSA – AREA POZZO GORGOGNONE 1 – COMUNE DI CORLETO PERTICARA (PZ) | | | Document number IT-TPR-1D-ARCA-000001 | |
| ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE SITO-SPECIFICA | | | Revision: 00 | Status: IFC |
| Document Type: ANL | System / Subsystem: 00 | Discipline: ENV | Date: 16/02/2024 | |
| CONTRACTOR document number: 189703 | | | Page 22 of 53 | |

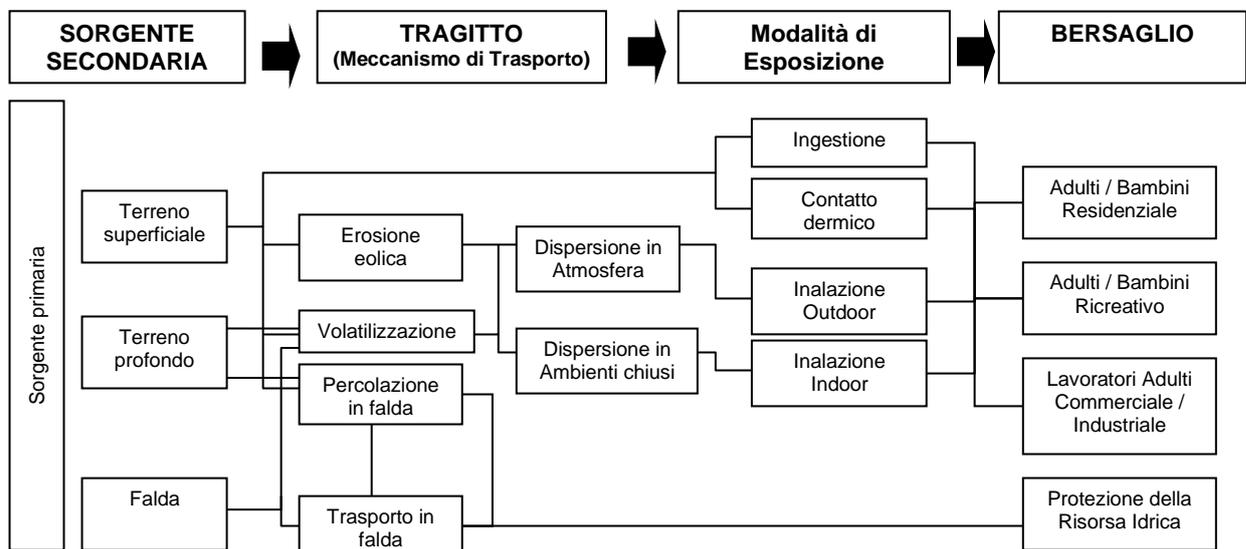


Figura 1: *Diagramma di flusso utilizzato per definire il modello concettuale*

Il modello concettuale dell'area, di seguito descritto, considera la condizione di utilizzo attuale e futura del sito. Il modello concettuale dell'area è stato realizzato sulla base delle informazioni attualmente disponibili e ha lo scopo di:

- schematizzare la situazione del sito descrivendone le caratteristiche specifiche riguardo le potenziali fonti di contaminazione, estensione, caratteristiche legate alle attività pregresse svolte in sito;
- individuare i potenziali percorsi di migrazione dalle sorgenti e vie di esposizione che potrebbero comportare un rischio per i bersagli sia ambientali che sanitari (salute pubblica).

6.1 Potenziali sorgenti di contaminazione

L'area in oggetto rientra nell'area di Concessione mineraria denominata "Gorgoglione" rilasciata alla società AGIP S.p.A., poi incorporata da ENI S.p.A., in data 19.11.1999 dal Ministero dell'Industria. Sull'area è stato realizzato una perforazione (intervento denominato GORGOGNONE 001) finalizzata alla ricerca di idrocarburi spinta fino a 5365 m.

Pertanto, come specificato nel Piano della Caratterizzazione, le verifiche effettuate hanno indicato come le sorgenti di contaminazione possano essere associate ad eventuali perdite accidentali di prodotti, di entità limitate, avvenute durante la fase di perforazione del pozzo.

Come già accennato nel paragrafo precedente, la procedura di analisi di rischio prende in considerazione le sorgenti secondarie e ne distingue tre tipi:

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------|
| CONCESSIONE GORGOGNONE – PROGETTO TEMPA ROSSA – AREA POZZO GORGOGNONE 1 – COMUNE DI CORLETO PERTICARA (PZ) | | | Document number IT-TPR-1D-ARCA-000001 | |
| ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE SITO-SPECIFICA | | | Revision: 00 | Status: IFC |
| Document Type: ANL | System / Subsystem: 00 | Discipline: ENV | Date: 16/02/2024 | |
| CONTRACTOR document number: 189703 | | | Page 23 of 53 | |

- terreno superficiale (compreso tra 0 e 1 m da p.c.);
- terreno profondo (a profondità maggiori di 1 m da p.c.);
- falda acquifera.

Per quanto riguarda il terreno, le indagini di caratterizzazione del sito avevano mostrato superamenti delle CSC di riferimento per i parametri Idrocarburi leggeri C<12 e pesanti C>12 a profondità comprese tra 0,70 e 1,80 m da p.c. in corrispondenza di due vasche interrato utilizzate in passato per la gestione dei fanghi di perforazione.

Le aree individuate sono state oggetto di intervento di MISE con scavo e smaltimento del terreno non conforme posto in corrispondenza dei sondaggi SI13 e SI14. Tale intervento ha portato alla completa rimozione delle contaminazioni a carico della matrice suolo insaturo, pertanto, non sussistono potenziali sorgenti in corrispondenza della matrice suolo insaturo (superficiale e profondo).

Per quanto riguarda le acque sotterranee, come già descritto in precedenza, nel sito non vi è una vera e propria falda, ma livelli localmente saturi alimentati da acque meteoriche. In ogni caso, in maniera conservativa, tali acque sotterranee sono state considerate nel presente lavoro quali potenziali sorgenti secondarie di contaminazione.

Il monitoraggio di queste acque sotterranee, effettuato in sede di caratterizzazione, ha evidenziato un superamento dei limiti CSC per i parametri Benzene, Idrocarburi totali come n-esano e Manganese. La contaminazione relativa ai composti idrocarburi, interessante il solo piezometro superficiale SI14 (realizzato in corrispondenza di una delle vasche di stoccaggio fanghi di perforazione), è stata risolta in fase di MISE dei terreni con l'asportazione dei terreni saturati dagli accumuli meteorici e lo smaltimento delle acque di aggotamento degli scavi. Nel corso di tale attività è stato rimosso anche il piezometro SI14.

A seguito della realizzazione delle attività di ristrutturazione del piazzale il piezometro Sp5 è stato rimosso e sostituito da una rete piezometrica composta di 6 piezometri di monitoraggio posta lungo il confine nord e ovest del sito. Le analisi condotte sui campioni di acque sotterranee estratti hanno evidenziato superamento dei parametri Ferro, Manganese nei piezometri Spm-1, Spm-2, Spm-3, Spm-4, SI-A e SI-B e Solfati nei piezometri Spm-4 e SI-A.

Nel mese di aprile 2017 i piezometri Spm-1, Spm-2, Spm-3 e SI-B interferenti con i lavori civili di adeguamento dell'area pozzo sono stati distrutti. Spm-2 e Spm-3 sono stati sostituiti con i piezometri Spm-2bis e Spm-3bis ubicati in prossimità della posizione originaria, SI-B è stato ripristinato successivamente con le medesime caratteristiche originarie (ora denominato SI-Bbis) e Spm-1 è stato sostituito da Spm-1bis, ubicato nelle vicinanze di SI-Bbis.

I campionamenti effettuati nel corso del periodo di riferimento (febbraio 2021 ÷ dicembre 2023) hanno evidenziato eccedenze dei limiti CSC per i parametri Ferro, Manganese, Nichel e Triclorometano (Cloroformio).

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------|
| CONCESSIONE GORGOGNONE – PROGETTO TEMPA ROSSA – AREA POZZO GORGOGNONE 1 – COMUNE DI CORLETO PERTICARA (PZ) | | | Document number IT-TPR-1D-ARCA-000001 | |
| ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE SITO-SPECIFICA | | | Revision: 00 | Status: IFC |
| Document Type: ANL | System / Subsystem: 00 | Discipline: ENV | Date: 16/02/2024 | |
| CONTRACTOR document number: 189703 | | | Page 24 of 53 | |

Alla luce di quanto sopra a titolo massimamente cautelativo, si considera che il comparto ambientale che costituisce la potenziale sorgente di contaminazione del sito sia rappresentato dalle **acque sotterranee**.

6.1.1. Meccanismi di contaminazione

Il meccanismo di contaminazione dell'area è riconducibile a perdite accidentali di prodotti, di entità limitate, avvenute durante una prima la fase di perforazione del pozzo Gorgoglione 1, antecedente alla gestione Total. Tali fenomeni possono aver indotto un ambiente anossico riducendo nei terreni saturati dalle acque meteoriche del sito con conseguente solubilizzazione di Ferro e Manganese.

Le eventuali sorgenti primarie (vasca interrata di ricircolo dei fanghi) e le sorgenti secondarie nel suolo insaturo sono state rimosse e smaltite nel corso dei lavori MISE del terreno. Non esiste pertanto una fonte di ricarica di contaminanti.

6.1.2. Descrizione delle potenziali sorgenti

All'interno della matrice **acque sotterranee**, i composti di interesse, rilevati nel corso delle differenti campagne di monitoraggio con concentrazioni superiori alle CSC, sono rappresentati da Ferro, Manganese, Nichel e Triclorometano (Clorofornio).

L'estensione areale della sorgente è stata determinata considerando i risultati delle analisi condotti negli ultimi tre anni di monitoraggio, ossia da febbraio 2021 sino a dicembre 2023.

Ferro, Manganese e Nichel, riscontrati in concentrazioni eccedenti le CSC, sono immobili alla volatilizzazione per le loro intrinseche proprietà chimico-fisiche, come riportato all'interno della banca dati "ISS-INAIL aggiornata al marzo 2018" e come espressamente indicato all'interno dell'Appendice S, paragrafo S.4, del Manuale ISPRA. Pertanto, il rischio sanitario associato a tali parametri è nullo in relazione ai percorsi espositivi sanitari tipici del modello concettuale definito per il sito in esame (volatilizzazione outdoor e indoor). Per tali contaminanti, è valutato quindi unicamente e cautelativamente il rispetto dei limiti di qualità per la risorsa idrica sotterranea indicati dal D.Lgs.4/2008 (CSC al Punto di conformità - PoC).

In considerazione del fatto che il sito non presente una vera e propria falda quanto, piuttosto, livelli saturi ricaricati dall'infiltrazione delle acque meteoriche, non è possibile definire una direzione di flusso specifica delle acque sotterranee e quindi l'identificazione di una zona di valle idrogeologica. Per tale ragione, inoltre, la profondità di falda mostra una grande variabilità; i rilievi piezometrici effettuati in sito dal 2019 al 2023 mostrano valori che vanno da un minimo di 0,1 m nel piezometro SI-A ad un massimo di 11,71 m nel piezometro Spm3-Bis (**Allegato 5**).

La sorgente individuata occupa la porzione occidentale e meridionale del sito e ne raggiunge i confini in direzione O e S (**Tavola 4**).

Le caratteristiche geometriche della sorgente individuata nelle acque sotterranee sono le seguenti:

| | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------|
| CONCESSIONE GORGOGGLIONE – PROGETTO TEMPA ROSSA – AREA POZZO GORGOGGLIONE 1 – COMUNE DI CORLETO PERTICARA (PZ) | | | Document number IT-TPR-1D-ARCA-000001 | |
| ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE SITO-SPECIFICA | | | Revision: 00 | Status: IFC |
| Document Type: ANL | System / Subsystem: 00 | Discipline: ENV | Date: 16/02/2024 | |
| CONTRACTOR document number: 189703 | | | Page 25 of 53 | |

Area Sorgente GW

| | |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| lunghezza dell'area lungo la direzione prevalente del vento | 181,0 m (direzione del vento da Nord) |
| soggiacenza: | 0,10 m (minima rilevata nel piezometro SI-A) |

Come descritto nei paragrafi successivi, tuttavia, nella presente elaborazione dell'Analisi di Rischio, il valore di soggiacenza falda da p.c. è stato posto pari al valore di spessore della frangia capillare (hcap) per il terreno considerato (0,188 m per terreno Loamy sand), essendo esso il minimo implementabile dal software. Tale valore è considerato comunque cautelativo, in considerazione della grande varietà di soggiacenze misurate in sito.

Nei paragrafi seguenti sono riassunte le caratteristiche salienti del sito, utilizzate nella simulazione, per la valutazione del rischio sanitario associato alla volatilizzazione indoor e outdoor dei contaminanti.

6.1.3. Caratterizzazione del suolo

L'analisi granulometrica effettuata nell'ambito della caratterizzazione del sito del 2013 sui campioni n. 10 campioni appositamente prelevati dal sito ed il successivo confronto con la tabella di classificazione dei terreni sviluppata da *U.S. Department of Agriculture* e riportata nel Manuale ISPRA, ha consentito di ricondurre i campioni alle seguenti tessiture:

| Campione | Tessitura da classificazione USDA |
|-----------------|------------------------------------------|
| SI10 (0-1 m) | LOAM |
| SI7 (0-1 m) | LOAM |
| Sp2 (0-1 m) | LOAM |
| SI12 (0-1 m) | SANDY LOAM |
| SI 5 (0-1 m) | SANDY LOAM |
| SI10 (6-7 m) | LOAM |
| SI7 (6-7 m) | SILT LOAM |
| SI12 (6-7 m) | LOAM |
| SI5 (6-7 m) | LOAMY SAND |
| Sp2 (19-20 m) | SILT LOAM |

Tabella 9: Classificazione granulometrica USDA – indagini di caratterizzazione del 2013

Come già riportato nel precedente documento di Analisi di Rischio di maggio 2020, come tessitura del terreno insaturo è stata considerata la tipologia **Loamy Sand**, la più cautelativa in relazione al percorso considerato, effettuando appositi tentativi in modalità diretta all'interno del software.

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------|
| CONCESSIONE GORGOLIONE – PROGETTO TEMPA ROSSA – AREA POZZO GORGOLIONE 1 – COMUNE DI CORLETO PERTICARA (PZ) | | | Document number IT-TPR-1D-ARCA-000001 | |
| ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE SITO-SPECIFICA | | | Revision: 00 | Status: IFC |
| Document Type: ANL | System / Subsystem: 00 | Discipline: ENV | Date: 16/02/2024 | |
| CONTRACTOR document number: 189703 | | | Page 26 of 53 | |

Pertanto, partendo dalla classificazione dei terreni, come parametri di input utilizzati nell'elaborazione, sono stati selezionati i valori indicati dalle Linee Guida ISPRA e riportati di seguito:

| | | |
|------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| porosità efficace: | 0,353 | (manuale ISPRA Tab. 3.2-7); |
| contenuto volumetrico di acqua in zona vadosa: | 0,103 | (manuale ISPRA Tab. 3.2-6); |
| contenuto volumetrico di aria in zona vadosa: | 0,25 | (manuale ISPRA Tab. 3.2-6); |
| contenuto volumetrico di acqua in frangia capillare: | 0,318 | (manuale ISPRA Tab. 3.2-7); |
| contenuto volumetrico di aria in frangia capillare: | 0,035 | (manuale ISPRA Tab. 3.2-7); |
| spessore della frangia capillare: | 0,188 m | (manuale ISPRA Tab. 3.1-2); |
| permeabilità ai vapori: | 1,00E-6 cm ² | (manuale ISPRA). |

Come riportato al paragrafo precedente, il valore di spessore della frangia capillare per terreno Loamy sand (0,188 m) è stato utilizzato quale valore di soggiacenza minima della falda.

Nel rispetto di quanto indicato nel Manuale ISPRA, il valore di **densità** è pari al valore massimo ricavato dalle indagini di caratterizzazione, pari a **2.11 g/cm³** (cfr. report IT-TPR-WS-TRS-000028) ed è stato assunto cautelativamente come rappresentativo sia del suolo superficiale, sia del suolo profondo.

Nella seguente tabella sono riportati i valori dei parametri sito specifici (frazione di carbonio organico – foc - e pH) rilevati nel corso della caratterizzazione del sito eseguita nell'ottobre 2013.

| Campione | pH (-) | foc (-) |
|---------------|--------|---------|
| SI10 (0-1 m) | 7.9 | 0.0006 |
| SI7 (0-1 m) | 7.9 | 0.0015 |
| Sp2 (0-1 m) | 8.3 | 0.002 |
| SI12 (0-1 m) | 9.7 | 0.0011 |
| SI 5 (0-1 m) | 8.8 | 0.0008 |
| SI10 (6-7 m) | 8.2 | 0.0034 |
| SI7 (6-7 m) | 8.6 | 0.0044 |
| SI12 (6-7 m) | 8.7 | 0.0012 |
| SI5 (6-7 m) | 8.5 | 0.0015 |
| Sp2 (19-20 m) | 9.9 | 0.0007 |

Tabella 10: Analisi pH e foc

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------|
| CONCESSIONE GORGOGNONE – PROGETTO TEMPA ROSSA – AREA POZZO GORGOGNONE 1 – COMUNE DI CORLETO PERTICARA (PZ) | | | Document number IT-TPR-1D-ARCA-000001 | |
| ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE SITO-SPECIFICA | | | Revision: 00 | Status: IFC |
| Document Type: ANL | System / Subsystem: 00 | Discipline: ENV | Date: 16/02/2024 | |
| CONTRACTOR document number: 189703 | | | Page 27 of 53 | |

Nel presente lavoro sono stati considerati i seguenti valori di foc e pH:

| | | |
|----------------------------------------------|--------|------------------------|
| frazione di carbonio organico - sorgente GW: | 0,0006 | (campione SI10 0-1 m) |
| pH - sorgente GW: | 9,9 | (campione Sp2 19-20 m) |

Nel rispetto del principio di massima cautela e di quanto indicato nel Manuale ISPRA, i valori di foc e pH sono stati posti pari rispettivamente al valore minimo e al valore massimo, vista la presenza di contaminanti organici volatili (i metalli risultano immobili alla volatilizzazione).

In ogni caso, il software Risk-net ammette l'inserimento di valori di pH compresi tra 4,9 e 8; poiché i valori riscontrati in sito sono risultati tutti più elevati del limite superiore, è stato cautelativamente considerato un pH pari al massimo implementabile nel software (pH=8).

6.1.4. Selezione degli inquinanti indicatori

In generale, gli inquinanti indicatori sono le sostanze che, tra tutti gli inquinanti che nella sorgente superano le concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) definiti nell'Allegato 5 alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 s.m.i, presentano il rischio maggiore per l'uomo e alle quali vengono pertanto applicate le procedure di analisi di rischio (in caso di elevato numero di sostanze che superano le CSC non è infatti necessario applicare l'analisi di rischio a tutte le sostanze eccedenti). L'identificazione degli inquinanti indicatori viene effettuata con la procedura descritta nel manuale ISPRA, raggruppando le specie chimiche in classi e sottoclassi.

Nella tabella seguente sono elencati tutti i composti che superano le CSC di riferimento e che sono di interesse nel presente studio. L'elenco, la numerazione dei parametri e il loro raggruppamento in classi corrispondono a quelli utilizzati nell'Allegato 5 alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/06.

Si noti che, nel caso in esame, dato il numero limitato di analiti, gli inquinanti indicatori sono esattamente quei parametri che hanno mostrato superamenti delle CSC di riferimento.

| COMPOSTI INORGANICI | | | |
|---------------------------------|----------------|-----------------|-----------|
| Cancerogeni | | Non Cancerogeni | |
| | | 10 | Ferro |
| | | 16 | Manganese |
| | | 12 | Nichel |
| ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI | | | |
| Cancerogeni | | Non Cancerogeni | |
| 40 | Triclorometano | | |

Tabella 11: Raggruppamento delle sostanze di interesse nelle acque in classi e sottoclassi

Come caratteristiche chimico-fisiche-tossicologiche di tali composti sono stati utilizzati i valori indicati nel database ISS-INAIL aggiornato al marzo 2018.

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------|
| CONCESSIONE GORGOGNONE – PROGETTO TEMPA ROSSA – AREA POZZO GORGOGNONE 1 – COMUNE DI CORLETO PERTICARA (PZ) | | | Document number IT-TPR-1D-ARCA-000001 | |
| ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE SITO-SPECIFICA | | | Revision: 00 | Status: IFC |
| Document Type: ANL | System / Subsystem: 00 | Discipline: ENV | Date: 16/02/2024 | |
| CONTRACTOR document number: 189703 | | | Page 28 of 53 | |

6.1.5. Concentrazioni rappresentative

Nel presente elaborato, le concentrazioni rappresentative della sorgente sono state assunte cautelativamente pari alle massime concentrazioni rilevate in sito.

Nella tabella seguente sono riportate le concentrazioni rappresentative per la sorgente nelle acque sotterranee GW.

| Acque sotterranee GW | CSC (µg/l) | Concentrazione rappresentativa (µg/l) | Campione |
|------------------------------|------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Ferro | 200 | 930 | Spm-2bis (21/02/2022) |
| Manganese | 50 | 360,00 | Spm-2bis (21/02/2022) |
| Nichel | 20 | 22,60 | Spm-2bis (21/08/2023) |
| Triclorometano (Cloroformio) | 0,15 | 0,18 | SI-Bbis (08/08/2022) |

Tabella 12: Concentrazioni rappresentative sorgente GW adottate nell'elaborazione dell'analisi di rischio

Come già anticipato, Ferro, Manganese e Nichel rilevati nelle acque sotterranee non sono volatili pertanto non sono state implementate nei percorsi di inalazione vapori (il rischio sanitario legato a volatilizzazione per tali sostanze è nullo). Per esse è stato esclusivamente valutato, in modo cautelativo, il rispetto degli obiettivi di qualità delle acque sotterranee al confine del sito.

6.2 Tragitti di migrazione degli inquinanti

Per un'attendibile stima delle concentrazioni degli inquinanti nel punto di esposizione, partendo dalle concentrazioni nella sorgente, è necessario ricostruire tutti i possibili tragitti di migrazione degli inquinanti. A tale scopo vanno caratterizzati i comparti ambientali interessati dai tragitti e stimati i fattori di trasporto che influenzano la migrazione degli inquinanti.

Poiché il comparto ambientale potenzialmente contaminato è costituito dalle acque sotterranee, i tragitti di migrazione potenzialmente attivi, allo stato attuale, risultano:

- volatilizzazione di vapori in ambiente aperto (volatilizzazione outdoor) da acque sotterranee GW;
- volatilizzazione di vapori in ambiente confinato (volatilizzazione indoor) da acque sotterranee GW.

Presso il sito è presente un edificio indoor (sottostazione elettrica), sebbene con il piano terra (unico da considerare secondo i modelli e le equazioni numeriche contenute nell'Appendice F dei Criteri ISPRA) totalmente aperto in cui sono presenti sporadicamente alcuni tecnici per effettuare verifiche e controlli dei sistemi presenti ed attività di manutenzione. Pertanto, in maniera del tutto cautelativa ed informativa, è stato considerato attivo il percorso di volatilizzazione in ambiente indoor.

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------|
| CONCESSIONE GORGOGNONE – PROGETTO TEMPA ROSSA – AREA POZZO GORGOGNONE 1 – COMUNE DI CORLETO PERTICARA (PZ) | | | Document number IT-TPR-1D-ARCA-000001 | |
| ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE SITO-SPECIFICA | | | Revision: 00 | Status: IFC |
| Document Type: ANL | System / Subsystem: 00 | Discipline: ENV | Date: 16/02/2024 | |
| CONTRACTOR document number: 189703 | | | Page 29 of 53 | |

In un raggio di 30 m di distanza (valore di riferimento per i contaminanti inorganici volatili) dalla potenziale sorgente considerata, non sono presenti ulteriori edifici, né ad uso commerciale né ad uso residenziale.

Inoltre, la peculiarità del sito è che esso non è caratterizzato da una vera e propria falda, ma da livelli saturi ricaricati dall'infiltrazione delle acque meteoriche. Ciò non permette di definire un gradiente idraulico, una direzione di flusso specifica delle acque sotterranee e quindi non permette l'identificazione di una zona di valle idrogeologica in cui verificare il rispetto delle CSC per le acque sotterranee ai sensi del D.Lgs.152/06 s.m.i. e del D.Lgs. 04/08 s.m.i.

Il PoC per le acque sotterranee, secondo quanto stabilito dal D.Lgs. 04/08, rappresenta il punto presso il quale deve essere garantito ogni uso potenziale della risorsa idrica, da ubicare di norma non oltre i confini del sito in attuazione del principio di precauzione.

In via del tutto cautelativa il PoC per il sito in esame coincide con i piezometri di monitoraggio delle acque sotterranee Spm-1bis, Spm-2bis, Spm-3bis e Spm-4 e SI-Bbis, in modo da consentire il confronto diretto della qualità delle acque sotterranee con le CSC indicate nell'Allegato 5 alla Parte Quarta Titolo V del D.Lgs. 152/06.

Come riportato in premessa, ARPAB aveva prescritto, con nota 20053/2020 di considerare come punti di conformità i piezometri Spm-1, Spm-2, Spm-2bis, Spm-3bis, Spm-4 SI-Bbis e SPE1. A tale nota, TEEPIT ha risposto con nota 1107/2021 (nella quale si riporta anche di aver commissionato la realizzazione di un P&S) di considerare quali POC i piezometri Spm-2bis, Spm-3bis, Spm-4 (come già proposto) ed in aggiunta il solo piezometro SI-Bbis, in quanto i piezometri Spm-1 e Spm-2 sono stati distrutti e il piezometro SPE1 risulta essere un piezometro esterno.

In considerazione dell'installazione del piezometro Spm-1bis nell'aprile del 2021, si propone di considerare anche tale piezometro quale PoC.

Relativamente al piezometro SPE1, si precisa, inoltre, che come anche riportato nei paragrafi precedenti, nel periodo di osservazione 2021 – 2023, tale piezometro non ha mostrato superamenti delle CSC di riferimento, se non un unico superamento di Manganese nell'agosto 2023, che non è stato confermato dalle successive campagne di monitoraggio.

Il piezometro SiA non è stato considerato quale PoC in quanto risulta essere a monte del gradiente idrico; come visibile dai rilievi freaticometrici riportati in **Allegato 5**, infatti, la soggiacenza misurata in corrispondenza di tale piezometro risulta essere prossima al piano campagna in quasi tutte le campagne di monitoraggio.

Di seguito sono analizzati con più dettaglio i tragitti di migrazione potenzialmente attivi sul sito.

6.2.1. Volatilizzazione di vapori da acque sotterranee

La frazione volatile degli inquinanti presente nelle acque sotterranee può diffondersi nell'aria interstiziale fino a raggiungere la superficie e diffondersi in atmosfera (diffusione outdoor); inoltre, può venire a contatto con edifici e diffondersi attraverso fessure negli ambienti confinati (diffusione indoor). In base alle condizioni del sito, **risultano potenzialmente attivi sia il percorso outdoor sia il percorso indoor.**

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------|
| CONCESSIONE GORGOLIONE – PROGETTO TEMPA ROSSA – AREA POZZO GORGOLIONE 1 – COMUNE DI CORLETO PERTICARA (PZ) | | | Document number IT-TPR-1D-ARCA-000001 | |
| ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE SITO-SPECIFICA | | | Revision: 00 | Status: IFC |
| Document Type: ANL | System / Subsystem: 00 | Discipline: ENV | Date: 16/02/2024 | |
| CONTRACTOR document number: 189703 | | | Page 30 of 53 | |

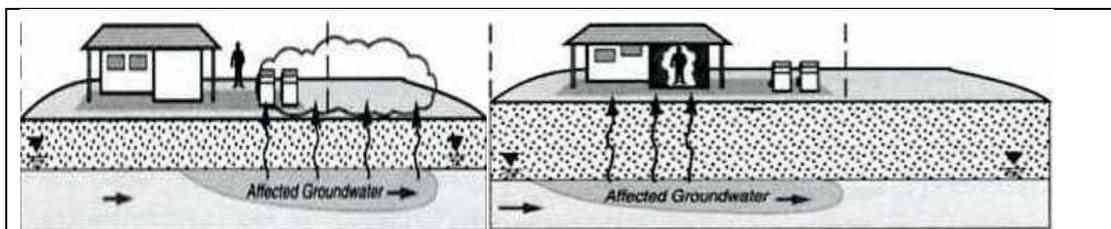


Figura 2: Volatilizzazione vapori dalle acque sotterranee in ambiente outdoor ed indoor

Volatilizzazione Outdoor

Per il percorso inalazione outdoor i parametri utilizzati all'interno delle simulazioni sono i seguenti:

altezza della zona di miscelazione: 2 m
velocità del vento 3,13 m/s

In merito si precisa che "l'altezza della zona di miscelazione" si riferisce ad un dato indicato dalle Linee Guida ISPRA, mentre il dato di velocità del vento è stato ottenuto dai rilievi effettuati nella stazione meteorologica di Corleto Perticara, così come già indicato al paragrafo 4.4 e all'interno dell'**Allegato 2**.

In particolare, si è ricavata una velocità minima, tra le medie mensili, pari a 3,98 m/s.

Il valore di velocità di 3,98 m/s, considerato ai fini della presente Analisi di Rischio, corrisponde alla misura effettuata alla quota di 10 m dal suolo. In accordo con le Linee Guida ISPRA, al fine di riportare la velocità media del vento dalla quota di 10 m a quella di 2 m sopra p.c., è stata applicata la seguente formula:

$$\frac{u(z_1)}{u(z_2)} = \left(\frac{z_1}{z_2} \right)^p$$

dove $u(z)$ rappresenta la velocità del vento alla quota z .

Il coefficiente p è stato posto pari a 0,15 (suolo rurale, classe di stabilità atmosferica D) e si ottiene pertanto un valore di velocità media del vento alla quota di 2 m pari a 3,13 m/s.

Il fattore di volatilizzazione in ambiente outdoor da terreno profondo viene determinato combinando il modello di volatilizzazione da suolo superficiale con il modello Johnson-Ettinger.

Infine, la schematizzazione adottata parte dal presupposto che il coefficiente di diffusione dei vapori attraverso la zona vadosa (D_s), adottata dal modello di Johnson-Ettinger, sia eguale per una direzione di diffusione verticale ed orizzontale:

$$D_{s\text{-vert}} = D_{s\text{-oriz}}$$

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------|
| CONCESSIONE GORGOGNONE – PROGETTO TEMPA ROSSA – AREA POZZO GORGOGNONE 1 – COMUNE DI CORLETO PERTICARA (PZ) | | | Document number IT-TPR-1D-ARCA-000001 | |
| ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE SITO-SPECIFICA | | | Revision: 00 | Status: IFC |
| Document Type: ANL | System / Subsystem: 00 | Discipline: ENV | Date: 16/02/2024 | |
| CONTRACTOR document number: 189703 | | | Page 31 of 53 | |

Volatilizzazione Indoor

Sul sito è presente un solo edificio adibito a sottostazione elettrica, ubicata all'ingresso del sito, sul lato Sud, fuori terra, con il piano terra di calpestio (unico da considerare secondo i modelli e le equazioni numeriche contenute nell'Appendice F dei Criteri ISPRA) sopraelevato rispetto al piano campagna (a una quota di 3,3 m da p.c).

Nonostante il piano terra non sia assimilabile ad un edificio chiuso visto che risulta totalmente aperto lateralmente, nel rispetto del principio del caso peggiore e in maniera informativa, è stato tuttavia considerato nei calcoli effettuati per la sorgente GW un edificio standard commerciale così come previsto dalle Linee Guida ISPRA.

Il parametro geometrico relativo ai locali chiusi presente nelle equazioni di calcolo attinenti alla volatilizzazione in ambiente indoor è il fattore L_b che risulta uguale al rapporto tra il volume del locale coinvolto dall'infiltrazione (V), assunto pari al prodotto tra l'area di base e l'altezza del locale (h), e la superficie totale di infiltrazione A_b . Tale parametro nel caso di edifici fuori terra coincide con l'altezza dell'edificio stesso.

$$V = A_{base} * h \quad , \quad L_b = \frac{V}{A_b}$$

Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche dell'edificio considerato nel presente lavoro:

| | |
|-----------------------|----------------------------------------------------|
| superficie di base | 200 m ² |
| perimetro di base | 60 m |
| altezza dell'edificio | 3 m (valore di default derivante da Manuale ISPRA) |

Per gli altri parametri relativi alla diffusione di vapori indoor, sono stati utilizzati i valori di default di un'analisi di livello 1 che derivano in gran parte da esperimenti condotti sulla diffusione di Radon negli ambienti chiusi:

| | |
|-----------------------------------------|------------------------------------|
| Spessore delle fondazioni: | 15 cm |
| Frazione areale delle fratture: | 0,001 |
| Contenuto vol. di acqua delle fratture: | 0,12 |
| Contenuto vol. di aria delle fratture: | 0,26 |
| Tasso ricambio d'aria (commerciale): | 2,3E ⁻⁴ s ⁻¹ |
| Differenza Pressione indoor / outdoor: | 0 g/(cm s ²) |

In merito alla frazione areale di fratture, si evidenzia che all'interno del Manuale ISPRA viene riportato che *“Il valore tipico di tale parametro deriva da esperimenti condotti sul Radon e può variare in un range compreso tra 0 (superficie priva di fratture) e 1 (superficie priva di*

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------|
| CONCESSIONE GORGOLIONE – PROGETTO TEMPÀ ROSSA – AREA POZZO GORGOLIONE 1 – COMUNE DI CORLETO PERTICARA (PZ) | | | Document number IT-TPR-1D-ARCA-000001 | |
| ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE SITO-SPECIFICA | | | Revision: 00 | Status: IFC |
| Document Type: ANL | System / Subsystem: 00 | Discipline: ENV | Date: 16/02/2024 | |
| CONTRACTOR document number: 189703 | | | Page 32 of 53 | |

pavimentazione). [...] Si osserva che, qualora l'Ente di Controllo preposto alla valutazione dell'analisi di rischio ritenga opportuno, tale valore, nell'applicazione di un Livello 2 di analisi, potrebbe essere modificato sulla base delle risultanze di indagini specifiche condotte sul sito oggetto di analisi e/o di stime indirette effettuate su un numero significativo di punti secondo quanto indicato nel documento EPA "User's Guide for Evaluating Subsurface Intrusion into Buildings" (EPA, 2003)".

Il valore utilizzato all'interno delle modellazioni numeriche (0,001) risulta il più cautelativo tra quelli riportati nella guida EPA su richiamata.

Si evidenzia che da studi internazionali (Nazaroff (1992), Revzan et al. (1991), e Nazaroff et al. (1985)), i valori calcolati (a ritroso) di fratture nella soletta o in muri perimetrali, a partire dalla velocità dei flussi di soil gas in entrata, variano da circa 0,0001 a 0,001.

Figley e Snodgrass (1992) hanno presentato i risultati raccolti in 10 edifici dove sono state effettuate misure dirette di fessurazioni sulle pareti perimetrali. Negli 8 edifici in cui sono state rilevate fratture la loro larghezza variava dallo spessore di un capello fino a 5 mm, mentre la lunghezza complessiva di tutte le fratture osservate in ciascun edificio variava da 2,5 m a 17,3 m. La maggior parte delle fratture presentava larghezze inferiori a 1 mm. Assumendo per i calcoli un edificio di 20 m x 20 m si ottiene un valore di frazione areale di fratture pari a 0,000043, ovvero 230 volte inferiore a quello fissato da ASTM.

I valori suggeriti nel modello VOLASOIL (sviluppato dal Ministero del l'Ambiente Olandese) variano da 0.0001 a 0.000001. Lo stesso modello VOLASOIL riferisce tali valori rispettivamente ad una "soletta scadente" e ad una "soletta in buono stato".

Infine, si fa presente che considerare un valore di tale parametro pari a 0,01, quale valore riportato all'interno del manuale ISPRA come dato di default, significa assumere che la soletta degli edifici indoor considerati (edifici realizzati in calcestruzzo armato) abbia fratturazioni larghe 1 cm e lunghe 1 m per ogni metro quadrato di superficie, assunzione che pregiudicherebbe di fatto l'utilizzo dell'edificio per motivi strutturali e non ambientali.

Per quanto suddetto, si ritiene cautelativamente rappresentativo l'utilizzo di un valore di frazione areale di fratture pari a 0,001, considerando peraltro che gli edifici in futuro presenti in sito saranno strutture di nuova costruzione, realizzate in zona sismica e seguendo le NTC2008.

Il fattore di volatilizzazione in ambiente indoor da suolo profondo viene determinato mediante il modello Johnson-Ettinger.

Tutela della risorsa idrica sotterranea

Il PoC per le acque sotterranee, secondo quanto stabilito dal D.Lgs. 04/08, rappresenta il punto presso il quale deve essere garantito ogni uso potenziale della risorsa idrica, da ubicare di norma non oltre i confini del sito in attuazione del principio di precauzione.

Il sito in esame, come specificato in precedenza, è caratterizzato dall'assenza di una vera e propria falda acquifera; tuttavia, ai sensi del D.Lgs.04/2008 (ovvero il rispetto delle CSC indicate nell'Allegato 5 alla Parte Quarta Titolo V del D.Lgs. 152/06), in via del tutto cautelativa ed in

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------|
| CONCESSIONE GORGOGNONE – PROGETTO TEMPA ROSSA – AREA POZZO GORGOGNONE 1 – COMUNE DI CORLETO PERTICARA (PZ) | | | Document number IT-TPR-1D-ARCA-000001 | |
| ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE SITO-SPECIFICA | | | Revision: 00 | Status: IFC |
| Document Type: ANL | System / Subsystem: 00 | Discipline: ENV | Date: 16/02/2024 | |
| CONTRACTOR document number: 189703 | | | Page 33 of 53 | |

recepimento delle richieste fatte dalle PP.AA. in casi analoghi, per il sito in esame è stato identificato quale PoC i piezometri di monitoraggio delle acque sotterranee Spm-1bis, Spm-2bis, Spm-3bis e Spm-4 (che sono ubicati lungo il confine ovest del sito e presentano la massima soggiacenza della falda) ed a seguito della richiesta degli Enti e replica da parte di TEPIT, anche il piezometro SI-Bbis, in modo da consentire il confronto diretto della qualità delle acque sotterranee con le CSC indicate nell'Allegato 5 alla Parte Quarta Titolo V del D.Lgs. 152/06.

6.3 Potenziali bersagli della contaminazione e parametri di esposizione

Come già evidenziato nei capitoli precedenti, l'Analisi di Rischio, per quanto riguarda gli aspetti sanitari, considera potenziali recettori umani, riguardo quelli ambientali, la tutela della risorsa idrica sotterranea.

I potenziali recettori umani sono rappresentati dai lavoratori che si recano sul sito per attività di manutenzione, monitoraggio, ecc. e sono esposti all'inalazione di vapori on-site (punto di esposizione POE1 e POE2). In via cautelativa, inoltre, è stato considerato un recettore residenziale off site, ubicato cautelativamente ad una distanza nulla dalla sorgente (POE3).

In base allo scenario attuale del sito e alla destinazione del sito, le tipologie di bersagli individuate sono elencate di seguito.

Inalazione outdoor

- bersaglio commerciale, adulto, presente in sito (POE1);
- bersaglio residenziale, adulto+bambino "adjusted", secondo le indicazioni del Manuale ISPRA, ubicato cautelativamente al confine del sito ad una distanza ipotizzata nulla dalla sorgente (POE3).

Inalazione indoor

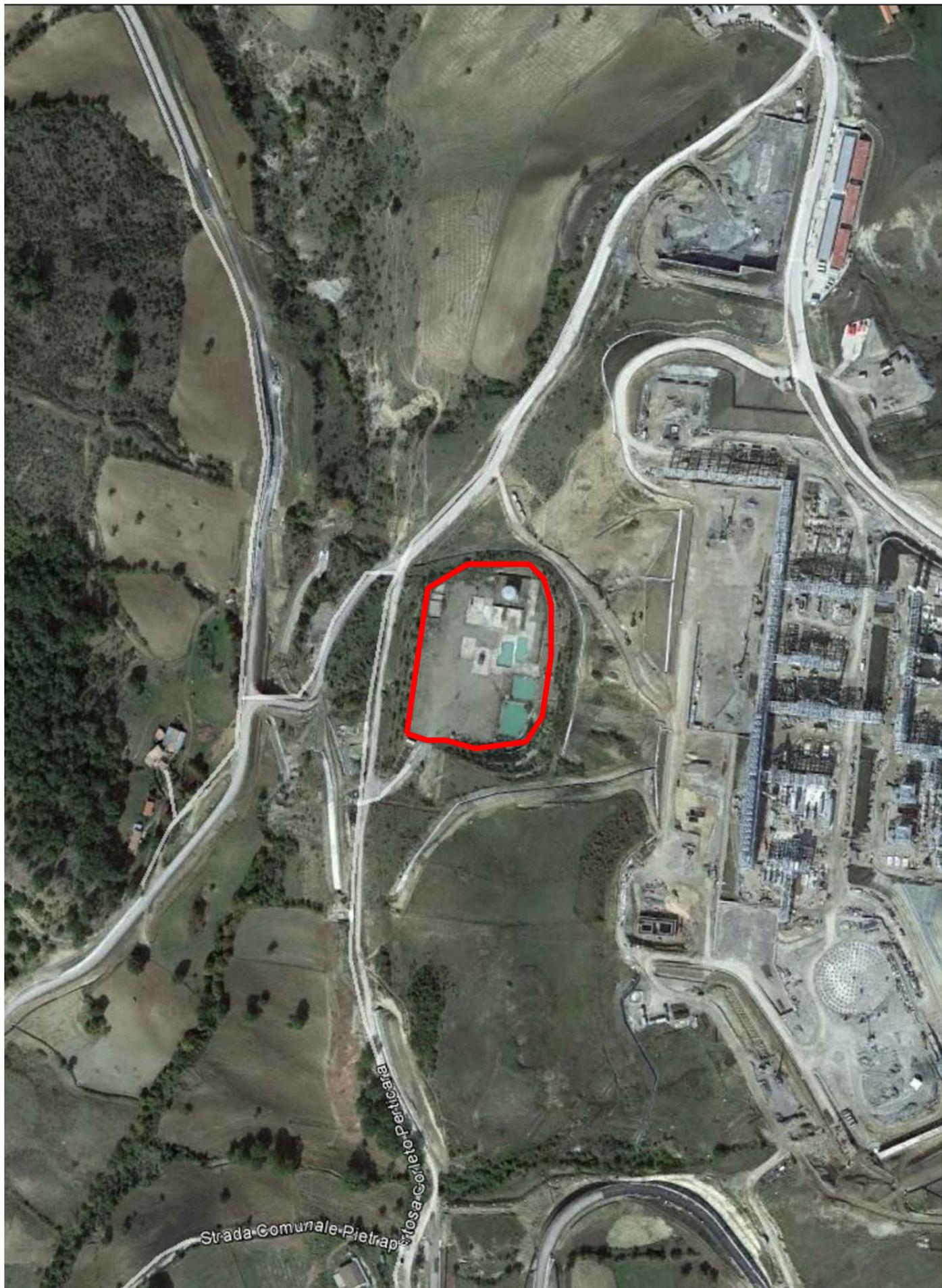
- bersaglio commerciale, adulto, presente in sito (POE2) – considerato in via cautelativa vista l'assenza di un edificio chiuso al piano terra.

Tutela della risorsa idrica sotterranea

- per il rispetto della risorsa idrica sotterranea, saranno considerate le concentrazioni misurate nei piezometri Spm-1bis, Spm-2bis, Spm-3bis, Spm-4 e SI-Bbis (PoC) secondo il piano di monitoraggio già in essere.

I parametri di esposizione dei bersagli considerati fanno riferimento a quanto indicato all'interno del Manuale ISPRA. Cautelativamente è stata considerata una **frequenza giornaliera di 12 ore/giorno** benché le attività condotte in sito generalmente siano ridotte e tale turnazione sia sporadica.

Come meglio dettagliato nel seguito i parametri di esposizione "tasso di inalazione" e "peso corporeo" non sono stati implementati come input delle elaborazioni in accordo con l'approccio della Banca Dati ISS-INAIL aggiornata al marzo 2018. Secondo tale approccio le equazioni per



| 00 | 08/02/2024 | IFC | First issue | MST | IPO | FIO |
|----------|------------|--------|---------------|-----------|------------|-------------|
| Revision | Date | Status | Revision memo | Issued by | Checked by | Approved by |



TOTAL Exploration Production

TEMPA ROSSA PROJECT

Arcadis Italia S.r.l.
Via Monte Rosa, 93 | 20149 | Milano (MI)
T. +39 02 72 73 001 | F. +39 02 80 42 13
info@arcadis.it | www.arcadis.com



This document is the property of TOTAL and shall not be disclosed to third parties or reproduced without permission of the owner

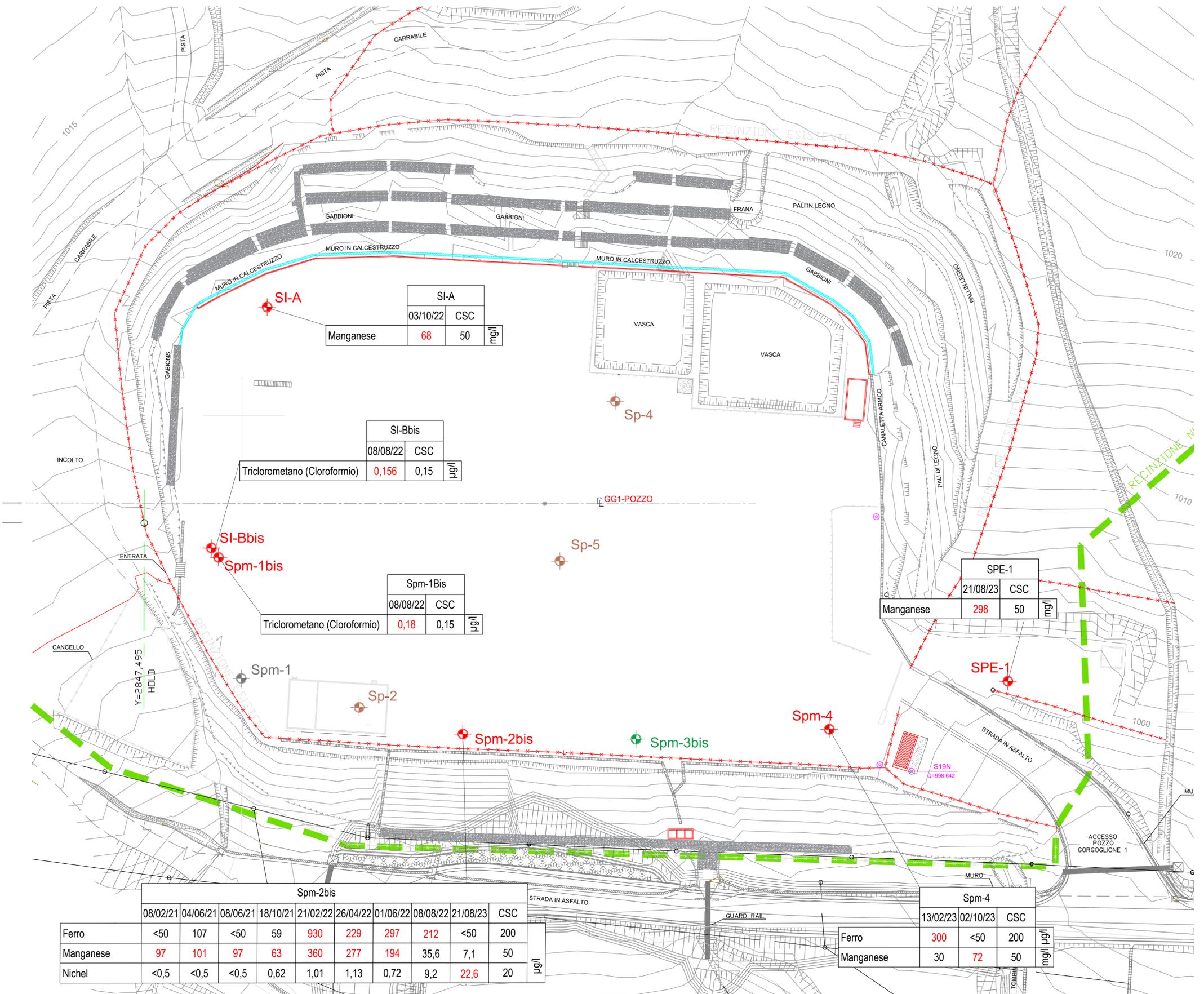
This document has been generated by an Electronic Document Management System. When printed it is considered as a for information only copy. The controlled copy is the screen version and it is the holder's responsibility that he/she holds the latest valid version.

Inquadramento geografico del sito

| | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|------------------|-----------|-------------|------------|---------------------|----------------|
| Doc. Type: | DRW | Syst. / S-Syst.: | NA | Discipline: | ENV | Electronic Filename | Tav.01_inq.dwg |
| COMPANY Document N. | IT-TPR-WS-ARI-189703 | | Rev. | 00 | Scale | 1/4000 | |
| Contractor Document N. | 189703 | | Format | A3 | Folio | 1 of 4 | |



- Legenda:
- Piezometri non oggetto di monitoraggio
 - Piezometro distrutto nel 2017
 - Piezometro oggetto di monitoraggio senza eccedenze delle CSC
 - Piezometro oggetto di monitoraggio con eccedenze delle CSC



| SI-A | | | |
|-----------|----------|-----|------|
| | 03/10/22 | CSC | |
| Manganese | 68 | 50 | mg/l |

| SI-Bbis | | | |
|------------------------------|----------|------|------|
| | 08/08/22 | CSC | |
| Triclorometano (Cloroformio) | 0,156 | 0,15 | µg/l |

| Spm-1bis | | | |
|------------------------------|----------|------|------|
| | 08/08/22 | CSC | |
| Triclorometano (Cloroformio) | 0,18 | 0,15 | µg/l |

| SPE-1 | | | |
|-----------|----------|-----|------|
| | 21/08/23 | CSC | |
| Manganese | 298 | 50 | mg/l |

| | Spm-2bis | | | | | | | | | | µg/l |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----|------|
| | 08/02/21 | 04/06/21 | 08/06/21 | 18/10/21 | 21/02/22 | 26/04/22 | 01/06/22 | 08/08/22 | 21/08/23 | CSC | |
| Ferro | <50 | 107 | <50 | 59 | 930 | 229 | 297 | 212 | <50 | 200 | |
| Manganese | 97 | 101 | 97 | 63 | 360 | 277 | 194 | 35,6 | 7,1 | 50 | |
| Nichel | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,62 | 1,01 | 1,13 | 0,72 | 9,2 | 22,6 | 20 | |

| | Spm-4 | | | µg/l |
|-----------|----------|----------|-----|------|
| | 13/02/23 | 02/10/23 | CSC | |
| Ferro | 300 | <50 | 200 | |
| Manganese | 30 | 72 | 50 | |

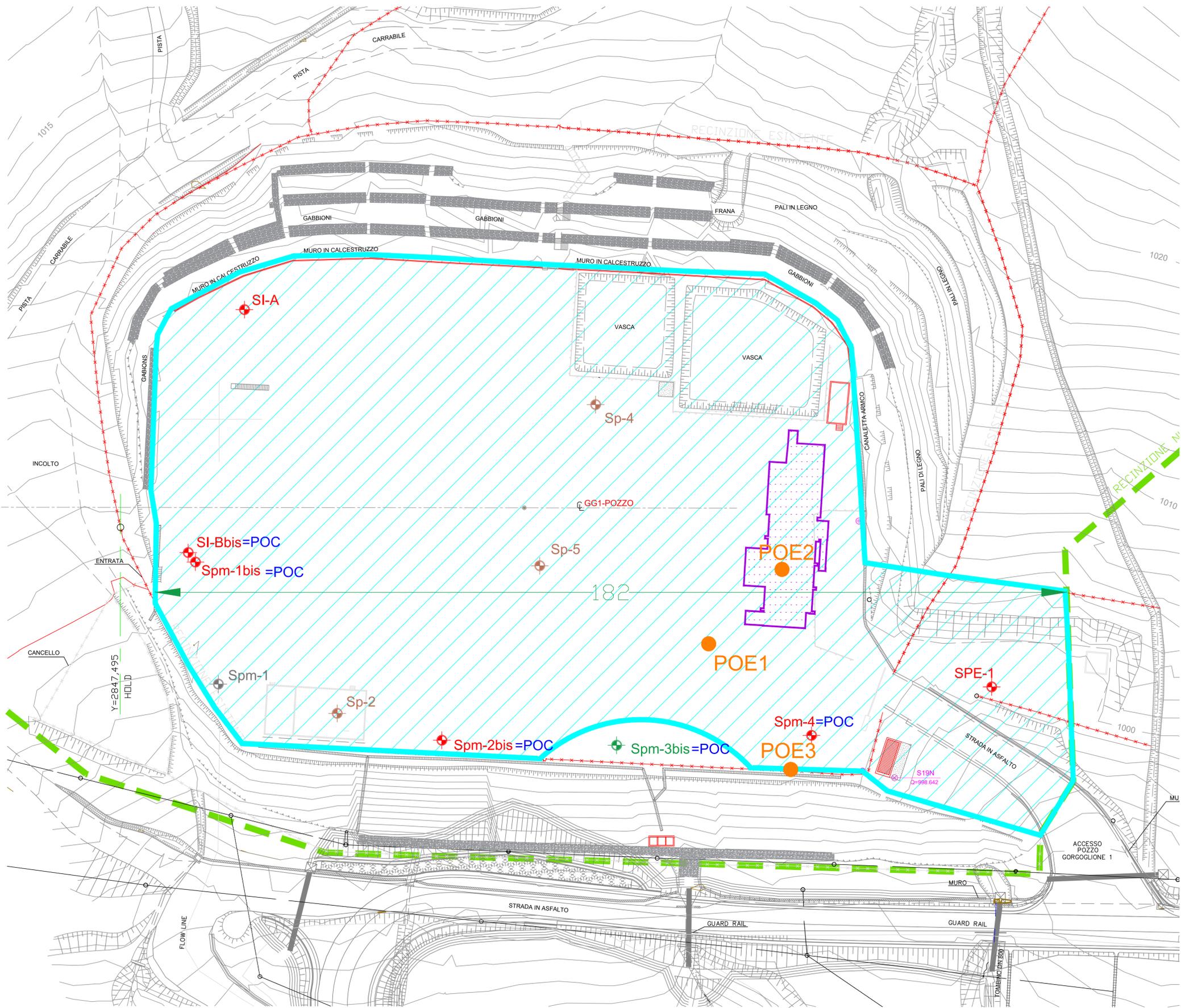
| Revision | Date | Status | Revision memo | Issued by | Checked by | Approved by |
|----------|------------|--------|---------------|-----------|------------|-------------|
| 00 | 08/02/2024 | IFC | First issue | MST | IPO | FIO |

TEMPA ROSSA PROJECT

Arcadis Italia S.r.l.
 Via Marco Polo, 53 | 20146 | Milano (MI)
 T. +39 02 72 73 001 | F. +39 02 80 42 13
 info@arcadis.it | www.arcadis.com

Planimetria del sito con ubicazione dei punti di indagine e superamenti delle CSC per le acque sotterranee

| | | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|------------------|----|-------------|-------|----------------------|--------------------|
| Doc. Type: | DRW | Syst. / S-Syst.: | NA | Discipline: | ENV | Electronic Filename: | Tav.03.Sup_CSC.dwg |
| COMPANY Document N.: | IT-TPR-WS-ARI-189703 | | | Rev. 01 | Scale | 1/500 | |
| Contractor Document N.: | 189703 | | | Format A1 | Folio | 3 of 4 | |



- Legenda:
- Piazzometri non oggetto di monitoraggio
 - Piazzometro distrutto nel 2017
 - Piazzometro oggetto di monitoraggio senza eccedenze delle CSC
 - Piazzometro oggetto di monitoraggio con eccedenze delle CSC
 - Sorgente di contaminazione nelle acque
 - Locali indoor
 - POE Punto di esposizione
 - POC Punto di conformità
 - Dimensione massima della potenziale contaminazione in relazione alla direzione principale del vento
 - Direzione di provenienza del vento (N)

| | | | | | | |
|----------|------------|--------|---------------|-----------|------------|-------------|
| 00 | 08/02/2024 | IFC | First issue | MST | IPO | FIO |
| Revision | Date | Status | Revision memo | Issued by | Checked by | Approved by |

TOTAL Exploration Production

TEMPA ROSSA PROJECT

ARCADIS Italia S.r.l.
Via Milano-Roma, 53 | 20146 | Milano (MI)
T. +39 02 72 73 00 | F. +39 02 80 42 13
info@arcadis.it | www.arcadis.com

This document is the property of TOTAL and shall not be disclosed to third parties or reproduced without permission of the owner.
This document has been generated by an Electronic Document Management System. When printed it is considered as a for information only copy. The controlled copy is the screen version and it is the holder's responsibility that he/she holds the latest valid version.

Planimetria: indicazione della sorgente di potenziale contaminazione

| | | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|------------------|----|-------------|-------|---------------------|---------------------|
| Doc. Type: | DRW | Syst. / S-Syst.: | NA | Discipline: | ENV | Electronic Filename | Tav.04.Sorgenti.dwg |
| COMPANY Document N.: | IT-TPR-WS-ARI-189703 | | | Rev. 01 | Scale | 1/500 | |
| Contractor Document N.: | 189703 | | | Format A1 | Folio | 4 of 4 | |