

COMUNE DI SASSARI

PROVINCIA DI SASSARI



**Discarica rifiuti speciali non pericolosi
Loc. Scala Erre - Comune di Sassari
Realizzazione Lotto 3 di ampliamento**

AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

5D PIANO DI INTERVENTO

Data: 04/2023

Rev. 1

Il Progettista:

Domuss S.r.l.



Il Committente:

S.I.Ge.D s.r.l.
Sassari

S.I.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod :	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 0 / 21	Rev. 00

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	PIANO DI GESTIONE OPERATIVA PER LA DISCARICA DI RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI S.I.GE.D. S.R.L.....	3
3	PIANO DI INTERVENTO PER LA DISCARICA DI RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI S.I.GE.D. S.R.L.	4
4	COMPITI DEL GESTORE E ORGANIGRAMMA PER L'ATTUAZIONE DEL PIANO DI INTERVENTO	4
5	CENNI SUL SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO AMBIENTALE	5
5.1	METODICHE DI RILEVAMENTO ED ANALISI DEI DATI	5
5.2	MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE	5
5.3	MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA.....	6
5.4	MONITORAGGIO DELLA MORFOLOGIA DELLA DISCARICA.....	9
5.5	REALIZZAZIONE DEL SISTEMA DI IMPERMEABILIZZAZIONE DI FONDO E CONTROLLO DELLE POSSIBILI DIFFUSIONI DAL CORPO DELLA DISCARICA.....	10
5.6	REALIZZAZIONE DEL SISTEMA DI CONTROLLO DELLE ACQUE SUPERFICIALI	11
5.7	REALIZZAZIONE DEL SISTEMA ANTINCENDIO	11
5.8	REALIZZAZIONE DEL SISTEMA DI IMPERMEABILIZZAZIONE PER LA COPERTURA FINALE	12
6	DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI GUARDIA.....	12
7	IL PIANO DI INTERVENTO – INDICAZIONI PER LA GESTIONE DELLE SITUAZIONI ANOMALE E ATTIVAZIONE DELLE AZIONI DI EMERGENZA.....	14
7.1	ACQUE SOTTERRANEE - SUPERAMENTO DEI VALORI DI SOGLIA	14
7.2	ACQUE SOTTERRANEE - PIANO D'AZIONE.....	14
7.2.1	<i>Piano d'azione nel caso di raggiungimento del livello di controllo e di guardia</i>	<i>15</i>
7.2.2	<i>Piano d'azione nel caso di superamento del livello di controllo e di guardia</i>	<i>16</i>
7.3	ACQUE DI RUSCELLAMENTO - SUPERAMENTO DEI VALORI DI SOGLIA	17
7.4	ACQUE DI RUSCELLAMENTO – PIANO D'AZIONE.....	17
7.5	PERCOLATO - SUPERAMENTO DEI VALORI DI SOGLIA	18
7.6	PERCOLATO – PIANO D'AZIONE	18
7.7	EMISSIONI IN ATMOSFERA - SUPERAMENTO DEI VALORI DI SOGLIA.....	18

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 1 / 21	Rev. 00

7.8 MORFOLOGIA DELLA DISCARICA – PIANO D’AZIONE 19

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Ciente Ref:	Pag. 2 / 21	Rev. 00

1 PREMESSA

Il Decreto Legislativo 121/2020 ha aggiornato il precedente D. Lgs. 13 gennaio 2003, n. 36 *“Attuazione della direttiva 1999/31/CE”*; quest’ultimo, all’art.8 comma 1 lettera g, prevede a corredo della domanda di autorizzazione la redazione del *«piano di gestione operativa (PGO) della discarica, redatto secondo i criteri stabiliti dall'allegato 2, nel quale devono essere individuati i criteri e le misure tecniche adottate per la gestione della discarica e le modalità di chiusura della stessa»*.

Il Piano di Intervento, come riportato nell’Allegato 2 all’articolo 2 punto 2.1, costituisce elemento del PGO per condizioni straordinarie quali:

- allagamenti;
- incendi;
- esplosioni;
- raggiungimento dei livelli di guardia di indicatori di contaminazione;
- dispersione accidentale di rifiuti nell'ambiente;

Il Piano pertanto descrive ed analizza le azioni da porre in essere al verificarsi di situazioni di emergenza che dovessero presentarsi durante la fase di esercizio e post-esercizio della discarica, con particolare riferimento alle precauzioni adottate a tutela delle acque dall'inquinamento provocato da infiltrazioni di percolato nel terreno e, alle misure adottate al fine di evitare le emissioni fuggitive e diffuse in atmosfera e alle altre misure di prevenzione e protezione contro qualsiasi danno all'ambiente.

Con riferimento al mutevole quadro normativo vigente e in ragione della costante evoluzione tecnica dei processi ambientali e di sicurezza, S.I.Ge.D. ha adottato un Sistema di Gestione Integrato (qualità, ambiente, sicurezza e responsabilità sociale) con l'intento di rendere minimo il rischio di impatti negativi sull'ambiente; il sito di discarica è incluso nel Sistema di Gestione di S.I.Ge.D. S.r.l., certificato secondo gli standard ISO 14001.

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 3 / 21	Rev. 00

2 PIANO DI GESTIONE OPERATIVA PER LA DISCARICA DI RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI S.I.GE.D. S.R.L.

L'obiettivo del Piano di Gestione Operativa è quello di individuare e illustrare le modalità e le procedure necessarie a garantire che le attività operative della discarica siano condotte in conformità con i principi, le modalità e le prescrizioni del presente decreto e dell'autorizzazione.

Il PGO allegato al progetto, redatto con riferimento all'Allegato 2 del D. Lgs. 36/2003, cui il presente Piano di Intervento costituisce integrazione, riporta la descrizione di:

- modalità di conferimento dei rifiuti all'impianto, della tipologia degli automezzi impiegati, dei sistemi utilizzati per assicurare il contenimento delle emissioni originate dalla dispersione eolica e delle perdite di percolato nel corso del conferimento;
- procedure di accettazione dei rifiuti conferiti (controllo del formulario di identificazione, ispezione visiva dei rifiuti, eventuali prelievi di campioni e relative modalità di campionamento e analisi);
- modalità e criteri di deposito in singole celle;
- criteri di riempimento e chiusura delle celle con l'indicazione delle misure da adottare per la riduzione della produzione di percolato;
- procedura di chiusura;
- piano di intervento per condizioni straordinarie

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 4 / 21	Rev. 00

3 PIANO DI INTERVENTO PER LA DISCARICA DI RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI S.I.GE.D. S.R.L.

Il presente Piano di Intervento, di cui all'Allegato 2 del D. Lgs. 36/2003, è il documento nel quale sono indicate tutte le misure necessarie per prevenire i rischi di incidenti, per limitare le conseguenze ambientali delle attività ivi svolte, con particolare attenzione ad individuare tutte le idonee precauzioni e le misure di protezione e prevenzione a tutela dell'ambiente.

Tale documento è parte integrante del Piano di Gestione Operativa di cui all'articolo 8 comma 1 lettera g del D.Lgs. n.152/06 e ss.mm.ii. per la discarica di rifiuti speciali non pericolosi S.I.Ge.D. S.r.l. in località "Scala Erre" nel comune di Sassari; il piano è stato redatto dalla Domus S.r.l. tenendo conto delle indicazioni contenute nella vigente normativa di riferimento, dei sopravvenuti pareri degli enti di controllo, nonché dell'esperienza risultante dagli anni di gestione operativa dell'impianto in oggetto, relativamente ai due precedenti lotti autorizzati.

Il Piano di intervento è attivo dalla fase di realizzazione della discarica e sarà applicato nelle fasi operative e gestionali, nonché nella fase di chiusura e post-chiusura. Il Piano descritto in questo documento potrà subire modifiche, in accordo con gli Enti competenti (Provincia, ARPA) in relazione a esigenze impreviste che potranno emergere nelle diverse fasi della vita della discarica.

Il presente Piano riporta le metodiche e i programmi di intervento da adottare in presenza di situazione di emergenza, che potrebbero avere ricadute ambientali derivanti dall'impianto della discarica, ed è integrato con le prescrizioni impartite dagli Enti relative alla realizzazione del III Lotto della discarica.

I punti di monitoraggio e controllo ambientale sono riferiti a quelli già descritti nel piano di Monitoraggio e Controllo.

In caso di modifiche o integrazioni relative all'ubicazione dei punti di monitoraggio, che si dovessero rendere necessarie, è previsto l'immediato aggiornamento e restituzione della suddetta planimetria agli Enti di verifica.

4 COMPITI DEL GESTORE E ORGANIGRAMMA PER L'ATTUAZIONE DEL PIANO DI INTERVENTO

S.I.Ge.D. S.r.l., in qualità di Gestore IPPC, ha predisposto tutte le procedure di autocontrollo per le verifiche di conformità per quanto riguarda la gestione dei rifiuti, la documentazione annessa nonché l'espletamento delle attività previste dal Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC) e del presente Piano di Intervento.

Il programma delle attività di controllo è attuato attraverso sopralluoghi di tecnici qualificati, interni ed esterni, incaricati per lo svolgimento delle attività previste e per la raccolta dei dati.

Il personale Tecnico impiegato, sia interno che esterno, è esperto in problematiche ambientali, è adeguatamente formato in materia di salute e sicurezza sul lavoro ed è dotato di tutte le apparecchiature ed attrezzature necessarie al corretto svolgimento delle attività previste. I tecnici responsabili per la conduzione del Piano di intervento si relazioneranno costantemente con

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 5 / 21	Rev. 00

S.I.Ge.D. e con gli Enti preposti al controllo per tutte le esigenze di sviluppo delle attività previste, comprese quelle informative e con particolare riguardo alla restituzione dei dati su supporto informatico.

Il personale incaricato vigilerà costantemente affinché non siano ammesse in discarica persone estranee e/o animali e affinché siano fornite tutte le informazioni in materia di salute e sicurezza e tutela ambientale sia ai dipendenti delle ditte esterne che a eventuali visitatori.

5 CENNI SUL SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO AMBIENTALE

Di seguito si sintetizzano le principali informazioni relative al sistema di controllo e monitoraggio ambientale dettagliatamente descritto negli elaborati specialistici al fine di descrivere sinteticamente i presidi ambientali predisposti per l'impianto della discarica S.I.Ge.D. di Scala Erre a cui fare riferimento per le verifiche periodiche che determineranno l'eventuale attivazione del Piano di intervento in caso di raggiungimento o superamento dei limiti di guardia..

5.1 Metodiche di rilevamento ed analisi dei dati

Con riferimento alle metodiche di rilevamento e analisi da adottare per le azioni di intervento previste dal presente Piano di Intervento si procederà in analogia e nel rispetto di quanto già riportato nel piano di Monitoraggio e Controllo vigente utilizzato per i campionamenti e le analisi riportate nella Relazione di Controllo annualmente consegnata agli Enti.

5.2 Monitoraggio delle acque sotterranee

Sulla base della ricostruzione del modello idrogeologico dell'area, ricavato dall'analisi delle relazioni specialistiche (geologica ed idrogeologica) si è proceduto alla realizzazione di una rete piezometrica al fine di verificare lo stato dei luoghi *ante operam*, prima dell'insediamento della discarica, e per monitorare le eventuali variazioni quantitative (variazione della soggiacenza della falda) e qualitative (stato fisico-chimico delle acque di falda campionate).

La rete piezometrica è costituita da una serie di piezometri di "monte" e di "valle" idrologica, come rappresentato nella cartografia allegata. I piezometri di valle idrologica saranno i primi che consentiranno di focalizzare un eventuale impatto derivante dall'impianto della discarica.

Le attività di monitoraggio previste nel PMC consentono di verificare eventuali variazioni, che nel caso di inquinamento delle acque sotterranee, sicuramente riconducibili alla discarica, determinano l'immediata attivazione delle procedure previste nel presente Piano di intervento (PSC), al fine di adottare le necessarie misure correttive.

Il piano di monitoraggio e controllo comprende la verifica periodica, almeno una volta l'anno, dei parametri fondamentali, contrassegnati con l'asterisco, riportati nella tabella 1 dell'Allegato 2 del D. Lgs. 36/2003.

Si procederà a immediata segnalazione ogni qual volta si dovessero registrare valori anomali superiori ai livelli di guardia precedentemente definiti per i vari inquinanti da sottoporre ad analisi e

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 6 / 21	Rev. 00

alla ripetizione della verifica (campionamento e analisi) per confermare la persistenza e la validità dei valori anomali rilevati.

5.3 Monitoraggio delle emissioni in atmosfera

Come prescritto dagli Enti competenti e riportato nelle autorizzazioni ottenute per i precedenti lotti della discarica, considerato che presso la discarica possono essere smaltiti anche rifiuti biodegradabili e rifiuti di amianto o contenenti amianto, si provvederà al monitoraggio della qualità dell'aria nei pressi della discarica.

Per il monitoraggio dei livelli di concentrazione dei contaminanti atmosferici, si utilizzeranno i punti di campionamento già individuati, nel piano di monitoraggio e controllo della discarica di rifiuti speciali non pericolosi della S.I.Ge.D. di Scala Erre, come sede dei principali recettori sensibili nell'intorno della discarica.

Per ciò che concerne il monitoraggio per l'amianto i risultati dovranno essere riferiti ai criteri cautelativi indicati nel decreto del Ministro della Sanità in data 6 settembre 1994, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 288 del 1994. Per questo tipo di monitoraggio si adotteranno tecniche analitiche di MOCF.

Le attività di monitoraggio, di seguito sintetizzate, si riferiscono alle fasi di realizzazione, operativa e post-operativa dell'impianto.

In considerazioni delle emissioni in atmosfera attese in fase operativa e post operativa, in quanto naturalmente correlate con la presenza dell'impianto di una discarica, nella fase di costruzione del III Lotto della discarica S.I.Ge.D. di Scala Erre le verifiche previste sono riconducibili, prevalentemente, all'emissione di polveri a causa del passaggio dei mezzi di cantiere, per il controllo di tali emissioni si è proceduto alla predisposizione di un piano di campionamento degli elementi PM10 e PM2.5, non necessitando di particolari caratterizzazioni per il rilievo di amianto o metalli in genere in tale fase; tale campionamento dovrebbe essere protratto nel tempo e caratterizzare lo spettro granulometrico del particolato. In questo caso è consigliabile l'uso di strumentazione laser scattering che ha le seguenti caratteristiche:

- Portabilità e leggerezza – tale caratteristica permette un agevole spostamento nei punti più rappresentativi dell'area di cantiere
- Economicità - tale caratteristica permette di prolungare nel tempo i rilievi senza un aumento fortemente penalizzante dei costi, come invece avviene per le altre tipologie di strumentazione
- Misura in continuo con acquisizione al minuto in contemporanea di PM1, PM2.5 e PM10, caratterizzando altre cinque classi granulometriche di particolato.

Sarebbe sufficiente la programmazione di una campagna di monitoraggio della durata di 15 giorni ogni 2 mesi di attività di cantiere, a meno che al termine della prima campagna di misura non si registrino valori che consiglierebbero la continuità del monitoraggio per l'intera fase di cantiere fino a termine lavori.

Alla fase di funzionamento dell'impianto sono associati fenomeni di sollevamento di polveri che potrebbero contenere frazioni di metalli o di amianto.

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Ciente Ref:	Pag. 7 / 21	Rev. 00

Le azioni di monitoraggio in questo caso hanno caratteristiche simili a quelle relative alla fase di cantiere con analisi però delle caratteristiche dello stesso particolato; ovvero sarebbe opportuno accompagnare ai suddetti laser scattering, strumentazione idonea al campionamento di filtri per la stima di metalli ed amianto. Per l'esecuzione di tali monitoraggi si ricorrerà alla seguente attrezzatura:

- Impiego di laser scattering per la misura in contemporanea di PM10, PM2.5 e PM1 – campagne di 15 giorni per ogni stagione, ovvero 4 volte l'anno
- Impiego di strumentazione per la misura del particolato con campionamento filtri per la caratterizzazione di metalli per 15 giorni da ripetersi nell'anno, ovvero 2 campionamenti all'anno
- Analisi di metalli nel suolo 2 volte l'anno.

Il piano di monitoraggio e controllo riporta le seguenti indicazioni relative la descrizione delle attività di monitoraggio per le emissioni in atmosfera e alle modalità e alle frequenze di controllo.

Impianto	Impianto di discarica Moduli in progetto
Descrizione	Biogas da discarica
Origine	Frazione organica dei rifiuti (<16% sul totale)
Modalità di prevenzione	Trattamento dei rifiuti prima dell'ingresso Trattamento effettuato dal produttore in modo da ridurre sensibilmente l'attività biologica
Modalità di controllo	Per i parametri Metano (misurato come Iel), Anidride Carbonica, Monossido di Carbonio, Ossigeno, Idrogeno Solforato, Idrogeno e Ammoniaca si effettueranno le determinazioni dell'aria tramite analizzatori IR e celle elettrochimiche. Per i mercaptani si utilizzeranno fiale colorimetriche, mentre per i COV verranno utilizzate fiale in carbone attivo. L'idrogeno verrà monitorato tramite un analizzatore monogas, mentre tutti gli altri parametri tramite l'analizzatore Multigas ABE_1500. La terna di misure eccezionali potrà essere condotta singolarmente preferibilmente in condizioni climatiche differenti tra loro. Nel programma degli accertamenti di monitoraggio. Si potrà prevedere l'individuazione di punti interni ed esterni al corpo della discarica: tali punti di campionamento verranno concordati una tantum o qualora necessario periodicamente con gli Enti
Frequenza di controllo	Semestrale - Nel caso si venissero a realizzare condizioni di intensità e continuità odorigene percepite e perduranti per alcuni giorni verrà effettuata nell'intercalare delle misure semestrali un'ulteriore terna di misura di controllo distribuite omogeneamente nel periodo rimanente a completamento del periodo semestrale residuo
Modalità di registrazione e trasmissione	Annotazione sul diario giornaliero di controllo. I dati raccolti verranno elaborati nella Relazione annuale. Verranno inoltre trasmessi agli Enti i risultati delle misure con cadenza inferiore a quella semestrale

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Ciente Ref:	Pag. 8 / 21	Rev. 00

Impianto	Impianto di discarica Moduli in progetto
Descrizione	Polveri
Origine	Movimentazione degli automezzi impiegati in discarica e dei veicoli in ingresso atti al conferimento dei rifiuti.
Modalità di prevenzione	Bitumatura della viabilità interna all'impianto maggiormente interessata dal traffico dei veicoli. Si programmano operazioni di umidificazione e pulizia dei piazzali e l'adozione di metodi di scarico lento e controllato.
Modalità di controllo	Controllo analitico delle polveri diffuse: in n.2 punti di prelievo lungo la direttrice principale del vento (di cui uno a monte e uno a valle del settore in coltivazione).
Frequenza di controllo	Semestrale - Nel caso si venissero a realizzare condizioni di intensità e continuità odorigene percepite e perduranti per alcuni giorni verrà effettuata nell'intercalare delle misure semestrali un'ulteriore terna di misura di controllo distribuite omogeneamente nel periodo rimanente a completamento del periodo semestrale residuo
Modalità di registrazione e trasmissione	Annotazione sul diario giornaliero di controllo. I dati raccolti verranno elaborati nella Relazione annuale

Impianto	Impianto di discarica
Descrizione	Composizione
Origine	Conferimento e movimentazione dei rifiuti
Modalità di prevenzione	La coltivazione procede in modo da tenere coperta la maggior percentuale possibile del settore in esercizio e mantenere scoperta solo l'area strettamente necessaria al conferimento giornaliero dei rifiuti. Inoltre, per evitare il diffondersi di eventuali odori durante la fase di coltivazione, si provvede ad effettuare una ricopertura giornaliera dei rifiuti con materiali di scavo rinvenuti nell'area della discarica e Sono previste celle di scarico dei rifiuti di estensione limitata tali da minimizzare la superficie di rifiuto non protetta esposta all'azione del vento. In prossimità dell'area di scarico sono posizionati pannelli con reti di altezza idonea a catturare eventuali rifiuti leggeri.
Modalità di controllo	Controllo della qualità dell'aria all'interno del sito (all'interno e all'esterno del settore in coltivazione) attraverso la predisposizione di n.2 punti di prelievo lungo la direttrice principale del vento (di cui uno a monte e uno a valle del settore). Verranno analizzati seguenti parametri: <ul style="list-style-type: none"> • CH4 • CO2 • CO • H2S • NH3 • O2 • H2 • mercaptani

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 9 / 21	Rev. 00

- composti volatili.

Il livello di guardia per i vari parametri sottoposti ad analisi viene determinato in relazione alla qualità dell'aria a monte della discarica ("bianco" di riferimento).

In caso di superamento del livello di guardia è necessario ripetere al più presto il campionamento per verificare la significatività dei dati e, conseguentemente, nel caso vengano confermati valori anomali, adottare opportune misure correttive

Frequenza di controllo Mensile

Modalità di reg. e trasm. --

Impianto	Impianto di discarica
Descrizione	Dispersione eolica
Origine	Scarico rifiuti
Modalità di prevenzione	Sono previste celle di scarico dei rifiuti di estensione limitata tali da minimizzare la superficie di rifiuto non protetta esposta all'azione del vento. In prossimità dell'area di scarico sono posizionati pannelli con reti di altezza idonea a catturare eventuali rifiuti leggeri
Modalità di controllo	Ispezione visiva e pulizia sistematica dell'area
Frequenza di controllo	Giornaliera
Modalità di reg. e trasm.	--

5.4 Monitoraggio della Morfologia della discarica

Con riferimento al monitoraggio della morfologia della discarica si riporta la tabella riassuntiva del programma delle attività previste dal piano di monitoraggio e controllo.

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 10 / 21	Rev. 00

Tipo di intervento	Frequenza	Azioni correttive	Modalità di registrazione e trasmissione
Esecuzione di rilievi topografici de cumulo georeferenziati e creazione di un modello di evoluzione del cumulo in formato GIS per una valutazione degli assestamenti a cui è soggetto nel tempo l'ammasso di rifiuti nei settori esauriti.	Semestrale	L'andamento degli assestamenti locali fornisce utili indicazioni circa la possibilità di effettuare di volta in volta la copertura temporanea, provvisoria o definitiva sui settori esauriti della discarica. In caso di valori anomali di assestamento non conformi a quelli previsti in progetto il responsabile tecnico dell'impianto valuta il tipo di intervento da effettuare.	Annotazione dei rilievi su apposito registro da parte del responsabile tecnico dell'impianto. Informazioni ed elaborazioni nella Relazione annuale. Informazioni all'Osservatorio regionale dei rifiuti.
Rilievo complessivo dell'area per valutare le volumetrie rese disponibili a causa degli assestamenti	Annuale	L'andamento degli assestamenti globali fornisce utili indicazioni circa la possibilità di effettuare di volta in volta la copertura temporanea, provvisoria o definitiva sui settori esauriti della discarica.	Annotazione dei rilievi su apposito registro da parte del responsabile tecnico dell'impianto. Informazioni ed elaborazioni nella Relazione annuale. Informazioni all'Osservatorio regionale dei rifiuti.

5.5 Realizzazione del sistema di impermeabilizzazione di fondo e controllo delle possibili diffusioni dal corpo della discarica

Come previsto dalla normativa vigente e dall'autorizzazione AIA, per i precedenti lotti della discarica, anche per il III Lotto è prevista la realizzazione di una barriera geologica atta a contenere i percolati prodotti dall'attività di conferimento dei rifiuti.

Sono stati previsti tutti i presidi necessari a rispettare le indicazioni costruttive e di controllo previste dalla norma (barriera geologica, rete geoelettrica, etc.) al fine di poter avere, nell'immediato, contezza dell'insorgere di possibili problematiche di sversamenti e fuoriuscite dei percolati dal fondo e dalle pareti della discarica.

Si precisa che la verifica diretta delle eventuali perdite di percolato presso la discarica è demandata al monitoraggio nel pozzetto di raccolta delle acque infratelo, effettuato attraverso l'utilizzo di una pompa sommersa nel pozzetto dedicato. Il controllo sottotelo viene effettuato dalla Ditta settimanalmente

Chiaramente, un ulteriore sistema di controllo è individuabile nella rete piezometrica realizzata; questa, attraverso il prelievo programmato dei campioni d'acqua, consente di vigilare sulla qualità e quantità delle acque presenti nel sottosuolo e di intervenire nel medio periodo, per le ulteriori

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 11 / 21	Rev. 00

verifiche di controllo dei dati anomali eventualmente rilevati.

5.6 Realizzazione del sistema di controllo delle acque superficiali

Per il controllo delle acque superficiali la discarica è stata dotata di un sistema composto sinteticamente da due elementi principali:

- un canale di gronda perimetrale, posizionato sul lato ovest realizzato al fine di intercettare il deflusso idrico proveniente dalle zone morfologicamente più elevate circostanti la discarica;
- un sistema di canalizzazioni secondarie che consentono di convogliare le acque raccolte dal canale di gronda al punto di destinazione individuato nella “Laguna Ippastha”, presente nel vicino settore nord.

5.7 Realizzazione del sistema antincendio

Quantunque non si ritenga probabile che nella discarica possa verificarsi un incendio, sia per la natura dei rifiuti che si prevede di depositarvi, sia per le misure di protezione dell'area di pertinenza contemplate in progetto, che prevedono, tra l'altro, la recinzione di tutta l'area di pertinenza, l'installazione, in corrispondenza dell'ingresso, di un robusto cancello in acciaio e l'accurato controllo dei mezzi in entrata, sottoposti al controllo degli addetti anche attraverso la pesatura, si è ritenuto opportuno, in considerazione del rischio ambientale rappresentato da un eventuale incendio, realizzare un idoneo impianto antincendio.

L'impianto nel suo complesso sarà costituito da:

- uno o più serbatoi d'accumulo d'acqua della capacità complessiva non inferiore a 50 mc;
- un impianto di pressurizzazione comprendente due elettropompe della potenza non inferiore a 10 HP cadauna, dimensionate per esprimere prevalenze tali da assicurare una pressione di 4 atmosfere sulla manichetta più lontana e l'alimentazione contemporanea di almeno il 50% degli idranti, che potranno funzionare alternativamente o, in caso di necessità, anche contemporaneamente, alimentate dal quadro elettrico generale ubicato nel fabbricato uffici per mezzo di un sottoquadro di servizio. Ad integrazione delle suddette elettropompe, si è previsto di installarne una terza di mantenimento, predisposta, cioè, per tenere in pressione la condotta ed assicurare il funzionamento dell'impianto in caso di effettiva necessità. Detta pompa di mantenimento sarà governata da un pressostato tarato ad un valore superiore a quello massimo di lavoro delle elettropompe principali. Tale sistema sarà integrato da un temporizzatore settimanale a quadrante, predisposto per disattivare elettricamente la pompa di mantenimento per un periodo di circa 6 ore, possibilmente una volta la settimana, in modo che la caduta di pressione determini l'attivazione delle pompe principali, che saranno dotate di pressostati con taratura in sequenza;
- l'anello di distribuzione sarà realizzato con tubazioni in polietilene ad alta densità del diametro di 20 cm. Lungo la condotta, poi, saranno disposti, ad intervalli regolari di 80 m circa, gli idranti.

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 12 / 21	Rev. 00

5.8 Realizzazione del sistema di impermeabilizzazione per la copertura finale

Il sistema di impermeabilizzazione sommitale della discarica è il presidio ambientale di riferimento nella fase di chiusura della discarica e nella post-gestione.

A seguito della realizzazione del pacchetto di copertura previsto dal D. Lgs. 121/2020, si procederà all'inerbimento del primo strato di terreno vegetale, in maniera da favorire l'evapotraspirazione, consolidare ed imbrigliare il terreno, diminuirne la permeabilità ed il grado di assorbimento, ad evitare le erosioni dovute alle azioni di ruscellamento delle acque meteoriche.

6 DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI GUARDIA

Variazioni significative della qualità della falda riscontrate dagli esiti delle attività previste dal Piano di Monitoraggio e Controllo in essere per le acque sotterranee nella discarica, eseguito ai sensi della Direttiva 1999/31/CE, recepita dal D.Lgs. n° 36/03, costituiranno oggetto di azioni volte al controllo di eventuali inquinamenti provenienti dalla discarica.

In caso di eventuali superamenti dei livelli di guardia evidenziati nel corso delle attività di monitoraggio si procederà immediatamente alla verifica della natura di tali superamenti al fine di poter predisporre nell'immediato tutti gli interventi necessari per predisporre eventuali azioni di mitigazione per minimizzarne gli impatti.

In accordo con la metodologia riportata dalle Linee guida RECONnet¹ per la procedura di valutazione per la gestione dei dati di monitoraggio delle acque sotterranee si è proceduto tramite l'individuazione di markers sito-specifici, la definizione di soglie di guardia e di matrici di procedure d'intervento. La metodologia applicata è ampiamente e dettagliatamente illustrata nella apposita relazione predisposta dallo Studio Bossich Geoengineering, redattrice del progetto del "III lotto di ampliamento della discarica S.I.Ge.D. S.r.l."

La metodologia RECONnet è specifica per la valutazione di perdite di percolato dall'invaso di discarica: nel caso di eventuali contaminazioni delle acque di falda connesse a sorgenti diverse presenti nel sito di discarica (come ad esempio: aree deposito percolato, trattamento rifiuti, deposito materie prime e rifiuti prodotti, piazzola di lavaggio e manutenzione mezzi), si ritiene maggiormente appropriato procedere mediante gli approcci tradizionali.

Infine, si ricorda che la presente metodologia è da considerarsi integrativa e di supporto, e non sostitutiva, al "piano di monitoraggio e controllo" e alle relative modalità di campionamento (set analitico e tempistiche minime) obbligatori previsti dal D. Lgs. n. 36/2003, sia in fase operativa che post operativa.

¹ DETERMINAZIONE E GESTIONE DEI LIVELLI DI GUARDIA PER IL MONITORAGGIO DELLE DISCARICHE - RELAZIONI CON I SITI CONTAMINATI – Anno 2016 - RECONnet, Rete Nazionale sulla gestione e la Bonifica dei Siti Contaminati Viale del Politecnico, 1 - 00133 Roma www.reconnet.net

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 13 / 21	Rev. 00

Per la determinazione delle concentrazioni di fondo ovvero dei livelli di guardia specifici per il sito della discarica, si utilizzano i dati acquisiti nel corso delle attività di monitoraggio svolte nel corso degli anni di esercizio dell'impianto tenendo conto delle eventuali prescrizioni ed indicazioni impartite dagli Enti di controllo.

La valutazione del livello di guardia è riportata nell'elaborato specifico Livelli di Guardia III lotto Allegato 1 redatto dalla *Bossich Geoengineering* e allegato in calce alla presente

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Ciente Ref:	Pag. 14 / 21	Rev. 00

7 IL PIANO DI INTERVENTO – INDICAZIONI PER LA GESTIONE DELLE SITUAZIONI ANOMALE E ATTIVAZIONE DELLE AZIONI DI EMERGENZA

Il presente paragrafo riporta, per ciascuna delle componenti ambientali di riferimento, oggetto delle attività di monitoraggio previste nel PMC. Per ciascuna di tali componenti si riporta l'analisi delle criticità che possono determinare il superamento dei valori dei limiti di guardia precedentemente definiti e il conseguente piano delle azioni da intraprendere oggetto del presente Piano di intervento.

7.1 Acque sotterranee - Superamento dei valori di soglia

L'impatto potenziale diretto di un impianto di discarica a carico della matrice "acque sotterranee" è individuabile nella fuoriuscita di percolato.

Quest'ultima, quindi, costituisce una sorgente primaria attiva su cui non è possibile agire dall'esterno e, pertanto, è possibile solo una messa in sicurezza permanente dell'impianto per impedire la diffusione della contaminazione all'esterno del sito.

La valutazione del livello di guardia è riportata nell'elaborato specifico Livelli di Guardia III lotto Allegato 1 redatto dalla *Bossich Geoengineeringdi* e allegato in calce alla presente, di cui si riporta una sintetica riassuntiva di seguito:

- Solfati (311,75 mg/l su ≤ 200 mg/l);
- Manganese (79,29 $\mu\text{g/l}$ su ≤ 50 $\mu\text{g/l}$);
- Cloroformio (0,17 $\mu\text{g/l}$ su ≤ 15 $\mu\text{g/l}$).

7.2 Acque sotterranee - Piano d'azione

Nel caso in cui i controlli trimestrali delle acque sotterranee evidenziassero il superamento del livello di guardia così come sopra definito, si dovrà procedere ad eseguire le seguenti azioni:

- Comunicazione al Responsabile tecnico e al Responsabile della Gestione Operativa, nonché agli Enti competenti (ARPA, PROVINCIA e Comune di Sassari);
- Ripetizione del controllo analitico, sui piezometri interessati, di tutti i parametri ricompresi nella Tabella 2 e in almeno uno dei piezometri a monte, in modo da verificare un inquinamento eventualmente già presente al di fuori del sito;
- Nel caso di rientro dei valori anomali, darne comunicazione agli Enti; in tale caso si può considerare chiusa l'anomalia.

Nel caso di persistenza di valori anomali:

- Confronto con i dati di concentrazione rilevati nel percolato della discarica, al fine di individuare eventuali correlazioni;
- Monitoraggio della qualità delle acque con frequenza maggiore nei piezometri interessati

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 15 / 21	Rev. 00

dal superamento dei livelli di guardia e in quelli posizionati a valle idrogeologico dello stesso se significativi in funzione dell'andamento piezometrico;

- eventuale realizzazione di nuovi piezometri a valle dell'invaso al fine di seguire l'evolvere della contaminazione ed una eventuale migrazione all'esterno del sito stesso;
- incremento del pompaggio di estrazione del percolato dal corpo della discarica.

Nel caso in cui si confermi un inquinamento legato a perdite di percolato:

- progettazione e realizzazione della messa in sicurezza permanente (sistema di contenimento);
- definizione di un piano di bonifica, attivato secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/06 e smi.

Di seguito si riportano due differenti procedure da porre in essere al raggiungimento o al superamento dei livelli di guardia definiti per l'impianto.

7.2.1 Piano d'azione nel caso di raggiungimento del livello di controllo e di guardia

In caso di raggiungimento del livello di controllo e di guardia per le acque sotterranee, anche per un singolo parametro, il Gestore eseguirà la procedura prevista dalle Linee Guida RECONnet di riferimento (§2.4.1 – Esempio n.1).

La procedura dovrà consentire di escludere che quanto rilevato sia imputabile all'esercizio della discarica ed è così sintetizzabile:

1. Al superamento dei livelli di guardia, anche per un solo parametro e in almeno uno dei piezometri di monitoraggio, il gestore dovrà svolgere una nuova analisi su tutti i piezometri, per i soli parametri che hanno superato i livelli di guardia (oltre a pH, temperatura)
2. Nel caso in cui i risultati delle nuove analisi di cui al precedente punto 1 NON CONFERMINO il superamento dei livelli di guardia, il Gestore dovrà inviare all'Autorità Competente, Provincia, Comune, ARPA e AUSL, una comunicazione, con allegate le copie di tali referti analitici;
3. Nel caso in cui, invece, i risultati delle nuove analisi di cui al precedente punto 1 confermino il superamento dei livelli di guardia, anche per un solo parametro, il Gestore dovrà rifare una nuova analisi.
4. Nel caso in cui si registrino, per lo stesso parametro e nello stesso piezometro, 3 valori consecutivi superiori al livello di guardia, il Gestore dovrà inviare all'Autorità Competente, Provincia, Comune, ARPA e AUSL, un **piano di indagini tecniche** (p.e. indagini geoprobe) atte ad approfondire il quadro della situazione ambientale nell'intorno dei piezometri in cui è avvenuto il succitato trend di superamento dei livelli di guardia. Il suddetto piano, comprensivo di cronoprogramma dei lavori, dovrà essere approvato dalla Autorità Competente AIA, con eventuali prescrizioni.
5. I risultati derivanti dall'attuazione del piano di indagini, opportunamente validati dall'Autorità AIA, dovranno tenere in considerazione anche i seguenti elementi:

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 16 / 21	Rev. 00

- concentrazione del parametro nell'eventuale fonte, ovvero nel percolato;
 - concentrazione dei parametri in corrispondenza dei piezometri di monte "bianchi";
 - pH, temperatura e conducibilità elettrica dell'acqua di falda;
 - livello di falda, gradiente e direzione della falda;
 - dovranno essere inviati alle Autorità Competenti per le opportune valutazioni, e approvazione da parte della A.C. AIA,
6. Nel caso in cui i risultati delle indagini tecniche indichino una correlazione tra i valori degli inquinanti e l'attività di gestione della discarica, il gestore dovrà:
- attivare immediatamente la procedura di bonifica per l'area esterna al corpo della discarica, ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.
7. Al superamento dei livelli di controllo, in 4 analisi trimestrali successive, anche per un solo parametro e in almeno uno dei piezometri di monitoraggio, si procederà come se vi sia stato il superamento dei livelli di guardia, di cui ai precedenti punti 2- 6.

7.2.2 Piano d'azione nel caso di superamento del livello di controllo e di guardia

Nel caso i controlli analitici periodici sulla falda rilevassero, su uno o più parametri guida, valori di inquinanti superiori ai livelli di guardia indicati nella medesima tabella, il Gestore eseguirà la procedura prevista dalle Linee Guida RECONnet di riferimento (§2.4.2 – Esempio n.2). Il personale addetto alla gestione della discarica provvederà ad eseguire le seguenti operazioni:

1. avvisare immediatamente il Responsabile Tecnico dell'impianto;
2. espurgo del piezometro/piezometri che hanno evidenziato l'anomalia;
3. ripetere immediatamente il controllo analitico sui piezometri interessati estendendo le analisi a tutti i parametri della Tabella sopracitata;
4. analizzare la qualità dell'acqua di falda a monte, per la verifica di un eventuale inquinamento già presente a monte del sito;
5. ripetizione delle analisi entro una settimana, atte a confermare il trend del valore alterato;
6. nel caso di rientro del valore anomalo, l'anomalia sarà considerata chiusa;
7. nel caso dovesse confermarsi il valore anomalo dovrà essere valutata, mediante la rete di controllo esistente e nuove campagne di analisi, l'effettivo apporto inquinante originato dal corpo discarica in modo da escludere altre cause scatenanti il dato anomalo;
8. qualora si evidenziasse come causa dell'inquinamento in atto la discarica, verranno coinvolte le autorità competenti;
9. intervento di risanamento dell'area:
 - a) *Inquinamento puntuale (rilevabile in un solo piezometro):*
 - eventuale intensificazione della frequenza di emungimento del percolato dal sottobacino nel quale si è verificata la perdita;
 - spurgo in continuo del piezometro contaminato e stoccaggio dell'acqua contaminata in

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Ciente Ref:	Pag. 17 / 21	Rev. 00

vasche (ad esempio quelle per l'accumulo del percolato), poi smaltita come rifiuto;

- monitoraggio chimico settimanale dei piezometri a valle mediante l'utilizzo di 2/3 parametri-spia, da determinarsi in funzione della tipologia di inquinamento.

b) Inquinamento diffuso (in 2 o più piezometri):

- eventuale intensificazione della frequenza di emungimento del percolato dal sottobacino nel quale si è verificata la perdita;
- studio idrogeologico e di modellazione della diffusione del contaminante al fine di valutare la necessità o meno di scavare nuovi pozzi a valle per creare una barriera idraulica;
- nel caso di portate significative di acqua contaminata prelevata, installazione di un impianto di depurazione in sito che tratti tali acque prima del loro scarico entro i limiti di legge nei fossi circostanti nel caso in cui la zona non sia servita da pubblica fognatura;
- monitoraggio chimico settimanale dei piezometri a valle mediante l'utilizzo di 2/3 parametri-spia, da determinarsi in funzione della tipologia di inquinamento.

7.3 Acque di ruscellamento - Superamento dei valori di soglia

Con riferimento alle acque di ruscellamento si evidenzia che in ragione della morfologia dei luoghi e della conformazione della discarica non si attendono variazioni rispetto a quanto verificato in sede *ante operam* per la progettazione dei presidi di raccolta e convogliamento delle acque di ruscellamento (canale di gronda perimetrale realizzato nel settore ovest dell'area di discarica).

L'area non presenta elementi di vulnerabilità ambientale riconosciuti o potenziali che possano determinare l'insorgere di problematiche emergenziali.

7.4 Acque di ruscellamento – Piano d'Azione

Eventuali variazioni nello stato qualitativo delle acque, raccolte e convogliate verso la Laguna Ippastha, che dovessero emergere a seguito delle verifiche analitiche periodiche previste nel piano di monitoraggio e controllo (PMC) determineranno l'attivazione della seguente procedura:

- tempestiva segnalazione dell'anomalia rilevata agli Enti competenti;
- ripetizione nel periodo immediatamente successivo al rilievo dell'anomalia, entro una settimana, delle analisi per l'eventuale conferma del dato anomalo rilevato in precedenza;
- in caso di assenza di ripetizione dell'anomalia si interromperà la procedura di emergenza riprendendo le analisi con la cadenza prevista dal PMC;
- in caso di conferma del dato anomalo si procederà alla verifica della tenuta idrica del canale di gronda e all'esame di eventuali presenze e dispersioni di elementi e sostanze al suo interno a cui poter ricondurre l'anomalia rilevata.

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Ciente Ref:	Pag. 18 / 21	Rev. 00

7.5 Percolato - Superamento dei valori di soglia

In presenza di percolato, i campioni devono essere prelevati in punti rappresentativi. Il campionamento e la misurazione (volume e composizione) del percolato devono essere eseguiti separatamente in ciascun punto in cui il percolato fuoriesce dall'area.

Deve essere misurata la quantità di percolato prodotto e smaltito, da correlare con i parametri meteorologici per eseguire un bilancio idrico del percolato.

I parametri da misurare e le sostanze da analizzare variano a seconda della composizione dei rifiuti depositati in discarica; vanno indicati nel provvedimento di autorizzazione di cui all'articolo 10 del presente decreto, e devono tenere conto dei criteri di ammissibilità di cui al decreto previsto dall'articolo 7, comma 5.

7.6 Percolato – Piano d'azione

Le procedure di intervento da attivare relativamente ai percolati sono così sintetizzabili:

- Comunicazione al Responsabile tecnico e al Responsabile della Gestione Operativa, nonché agli Enti competenti;
- Ripetizione del controllo analitico;
- Nel caso di rientro dei valori anomali, darne comunicazione agli Enti; in tale caso si può considerare chiusa l'anomalia.
- Nel caso di persistenza dei valori anomali, procedere ad ulteriori verifiche analitiche e darne comunicazione agli Enti.

Nel caso in cui durante le operazioni di verifica dei livelli di battente del percolato al di sopra del fondo discarica si registrino innalzamenti anomali del livello di percolato si dovrà procedere alla immediata verifica del corretto funzionamento del sistema di pompaggio, convogliamento e recapito del percolato ai serbatoi al fine di escludere qualsiasi anomalia meccanica e idraulica del sistema.

7.7 Emissioni in atmosfera - Superamento dei valori di soglia

In ragione della tipologia di rifiuti conferiti, nella discarica S.I.Ge.D., non si attendono emissioni di biogas.

In caso di persistenza di emissioni odorose provenienti dall'area della discarica si dovranno effettuare le opportune verifiche sulla efficacia della copertura giornaliera dei rifiuti conferiti, in fase di esercizio della discarica, o sulla tenuta della copertura finale in fase post esercizio.

Sulla base di quanto riportato nel PMC, la valutazione per le emissioni in atmosfera può essere di tipo puntuale o diffuso.

Relativamente alle emissioni puntuali per le attività di monitoraggio non si riporta alcuna indicazione nella tabella C5 del PMC, in quanto si specifica che sono inesistenti.

Relativamente alle emissioni diffuse il punto 5.4 dell'allegato 2 al D.Lgs. n. 36/2003, indica

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 19 / 21	Rev. 00

parametri di monitoraggio sul gas di discarica devono comprendere almeno CH₄, CO₂, O₂, con regolarità mensile, altri parametri quali H₂, H₂S, polveri totali, NH₃, mercaptani e composti volatili in relazione alla composizione dei rifiuti. Si deve provvedere, inoltre, a caratterizzare quantitativamente il gas di discarica.

Salvo una diversa prescrizione dell'Autorità di controllo, la qualità dell'aria ("immissioni gassose e pressione atmosferica"), con riferimento ai parametri sopra indicati, e la composizione del gas di discarica devono essere monitorate con frequenza mensile in gestione operativa e semestrale in fase post-operativa.

La valutazione dell'impatto provocato dalle emissioni diffuse della discarica è effettuato secondo quanto definito in sede di autorizzazione AIA e successivamente riportato nel PMC a tal scopo predisposto (di cui si riporta a seguire la tabella C6).

7.8 Morfologia della discarica – Piano d'Azione

Relativamente agli interventi riguardanti la morfologia della discarica, laddove i rilievi topografici dovessero evidenziare variazioni di rilievo delle quote rilevate si dovrà verificare nell'immediato l'insorgere di eventuali problemi di stabilità delle scarpate o di cedimenti anomali del top della discarica che determineranno l'attivazione immediata di interventi di stabilizzazione.

7.9 Incendi-Piano d'Azione

In caso di presenza di incendi è prevista l'attivazione della procedura antincendio mediante la localizzazione della sorgente dell'incendio e l'intervento degli operatori qualificati.

A tal scopo è presente un idoneo sistema antincendio lungo il perimetro della discarica.

Il funzionamento del sistema antincendio sarà garantito oltre che dalla rete di alimentazione elettrica dall'utilizzo di gruppo elettrogeno di emergenza.

7.10 Allagamenti – Piano d'Azione

La conformazione morfologica del sito nel quale è inserita la discarica ed i presidi idraulici costituiti da canali per la captazione ed allontanamento delle acque meteoriche decadenti dai terreni vicinali, nonché le stesse modalità costruttive della discarica e di abbancamento dei materiali, riducono notevolmente la possibilità di allagamenti o creazioni di stagnazioni consistenti all'interno della discarica e nell'immediato intorno.

Il sistema di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche predisposto, assicurerà adeguatamente la regimazione delle acque di ruscellamento ricadenti sulla superficie della discarica e, ugualmente, quelle di ruscellamento superficiale provenienti dall'esterno.

SI.GE.D	5D PIANO DI INTERVENTO		Cod : 21.SIA.01	
	PROGETTO: Discarica rifiuti speciali non pericolosi, III Lotto di ampliamento	Cliente Ref:	Pag. 20 / 21	Rev. 00

In caso di eventuali allagamenti saranno adottate le misure idonee all'eliminazione o alla riduzione dell'entità dell'evento, possibilmente con l'immediato allontanamento delle acque stagnanti dal sito di discarica, tramite l'attivazione immediata di idonei sistemi di deflusso delle acque anche tramite utilizzo di pompe di drenaggio di adeguata potenza, aventi facilità di trasporto e di facile impiego ovunque si renda necessaria la movimentazione dei liquidi.

7.11 Esplosioni – Piano d'Azione

Come nel caso precedentemente descritto, la possibilità del verificarsi di esplosioni, e quindi conseguentemente di incendi, deve essere assolutamente prevenuta evitando che, nell'area interessata dai lavori, si utilizzino sostanze detonanti e infiammabili.

Il metodico e scrupoloso controllo dei rifiuti in entrata esclude tal possibilità.

Le modalità di intervento in caso di esplosioni, per gli effetti che generalmente derivano (incendi, crolli, distruzione temporalmente non prevedibile e repentina), possono essere individuate, in linea di massima, in quelle adottate nel caso di incendi.

S.I.Ge.D. S.r.l.

Discarica per rifiuti speciali non pericolosi

LOCALITA' SCALA ERRE (SS)

■

**Procedimento per il rilascio del provvedimento unico regionale in materia ambientale (P.A.U.R.), relativo al progetto "Discarica rifiuti speciali non pericolosi Loc. Scala Erre – comune di Sassari – Realizzazione Lotto 3 di ampliamento" –
Proponente: S.I.Ge.D. S.r.l. N. Reg. PAUR 4/22"**

LIVELLI DI GUARDIA III LOTTO

ALLEGATO 1_Rev1

Comm. 1389 / IC 106 / 22 all.1_Rev1

Milano, Marzo 2023

A cura di: Dr Geol. F. Bossich
Dr Geol. G. Danelli

BOSSICH GEOENGINEERING S.r.l.

Società di Geoingegneria

L'AMMINISTRATORE

Dr. Geol. F. Bossich

INDICE

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	2
PREMESSA.....	2
NUOVI ELEMENTI SCIENTIFICI PER LA DETERMINAZIONE DEI VALORI DI FONDO PRESSO SCALA ERRE.	7
DETERMINAZIONE DEI LIVELLI DI FONDO NELLE ACQUE SOTTERRANEE DA OGGIANO 2019	12
SINTESI DEI SUPERAMENTI DELLE CSC PRESSO LA DISCARICA SIGED DI SCALA ERRE DAL 2017 2022.....	16
DETERMINAZIONE DEI LIVELLI DI GUARDIA	16
CALCOLO DEI LIVELLI DI GUARDIA DI TIPO 1	17
PARAMETRI CONSIDERATI PER IL CALCOLO DEL LIVELLO DI GUARDIA E RISULTATI 17	
CONCUSIONI.....	19

FIGURE

Fig. 1 Estratto della tavola 11 S “Rete di monitoraggio acque sotterranee (2019)” – Studio di Impatto Ambientale - Redatto dalla Bossich GeoEngineering S.r.l.

Fig. 2 (Fg 1 originale) — Estratto della Fig.01 “Relazione di Gestione Annuale della discarica per rifiuti speciali non pericolosi di Scala Erre - (2021)” – Redatto da Bossich GeoEngineering S.r.l.

ALLEGATI

1) VERIFICA OUTLIERS

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- Determinazione e gestione dei livelli di guardia per il monitoraggio delle discariche relazioni con i siti contaminati RECONnet (rete nazionale sulla gestione e la bonifica dei siti contaminati) revisione Lucina Luchetti - 2016
- Linea guida per la determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee delibera del consiglio SNPA. seduta del 14.11.2017. doc. n. 20/17 linee guida SNPA - 08/2018
- Prof. Giacomo Oggiano e la Dott.ssa Paola Mameli CONVENZIONE TRA IL COMUNE DI SASSARI E IL DCF (GIA' D IPNET) PER LO SVOLGIMENTO DI UNO STUDIO PER INDAGINI GEOCHIMICHE E IDROGEOCHIMICHE NELLA DISCARICA DI SCALA ERRE, SASSARI. PROT. N° 78024 REP N°53/AMB/16 RELAZIONE FINALE Sassari 03.06.2019

PREMESSA

Relativamente alla prima riunione del 31.01.2023 con oggetto il Procedimento per il rilascio del Provvedimento unico regionale in materia ambientale (P.A.U.R.), di cui alla L.R. n. 2/2021 e alla Delib.G.R. n. 11/75 del 2021, relativo alla "DISCARICA RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI Loc. Scala Erre - Comune di Sassari – Realizzazione Lotto 3 di ampliamento". Proponente: S.I.G.E.D. S.r.l. 1., il "Verbale seduta conferenza decisoria" conteneva richieste da parte dell'Amministrazione Provinciale di SS.

La Provincia di Sassari Settore 5 Programmazione, Ambiente E Agricoltura Nord Ovest, Servizi Tecnologici Servizio VI - A.I.A. nell'ambito della Procedura per il rilascio del Provvedimento Unico Regionale (P.A.U.R.), ai sensi della L.R.n. 2/2021 e della Delib. G.R. n. 11/75 del 2021 relativa al progetto "DISCARICA RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI Scala Erre – Comune di Sassari – Realizzazione Lotto 3 di ampliamento" - Proponente: S.I.G.E.D. srl. – N. Reg. PAUR 4/22. Contributo istruttorio richiedeva al punto 6 del verbale che *"il Proponente dovrà chiarire l'origine dei dati utilizzati per la definizione dei livelli di guardia, riportati nella tabella dell'Allegato I al documento allegato 5d, fornendo in formato tabellare editabile i dati stessi. In ogni caso sarebbe opportuno fare riferimento a dati relativi ai monitoraggi almeno degli ultimi cinque anni di esercizio della discarica già autorizzata, che, per entrambi i lotti esistenti, è ancora in fase di gestione operativa"*

Per quanto riguarda i valori dei *Livelli di guardia* si richiede pertanto di indicare la provenienza dei dati riportati nella Tabella finale dei livelli di guardia (Paragrafo "PARAMETRI CONSIDERATI PER IL CALCOLO DEL LIVELLO DI GUARDIA E RISULTATI") rimodulando i calcoli per la determinazione della media e della Deviazione Standard sui valori degli ultimi 5 anni. Si richiede inoltre verifica dei valori di concentrazione superiore alle CSC, giustificandoli nel caso venissero confermati.

La presente relazione rivede la precedente comm 1389/IC106/22 ALL.1 integrandola con i punti richiesti

La precedente relazione era stata redatta in quanto la redazione del Piano di intervento richiede inoltre come input la valutazione dei Livelli di Guardia.

Il presente elaborato è dunque redatto per dimostrare che il superamento di determinati valori soglia determinati dal D.Lgs. 152/06, parte IV, All.5, Tab. 2 possono essere estesi per il sito in esame sulla base dei valori qualitativi ivi riscontrati su scale temporali affidabili per tale stima.

Come evidenziato nello stralcio cartografico allegato di seguito (tavola 11 S– Rete monitoraggio acque sotterranee – redatto dalla Bossich Geoengineering S.r.l. – 2019) per il monitoraggio delle acque sotterranee si è fatto riferimento alla rete di piezometri così composta:

CODICE PIEZOMETRI	TIPO FALDA
PZM 2 / PZM 3 New / PZM 9 /	SUPERFICIALE
PZM1/ PZM 5 / PZM 6 bis / PZM 4	PROFONDA

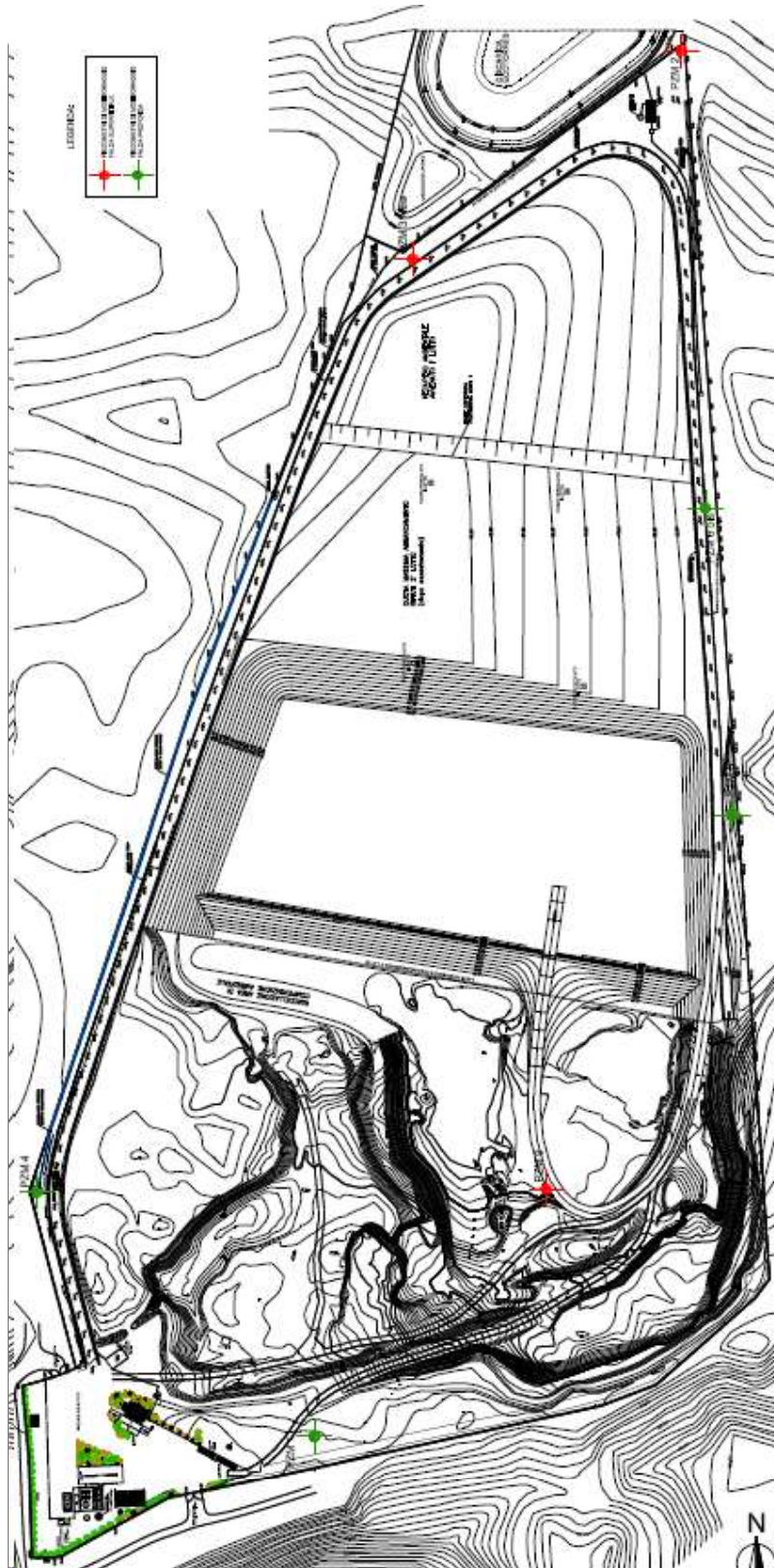


Figura 1— Estratto della tavola 11 S “Rete di monitoraggio acque sotterranee (2019)” – Studio di Impatto Ambientale - Redatto dalla Bossich GeoEngineering S.r.l.

Si riporta nella figura seguente (fig.2) la rete delle isopiezometriche determinata con i valori di freaticmetria misurati nel corso dell'anno idrogeologico 2021 e mediati.

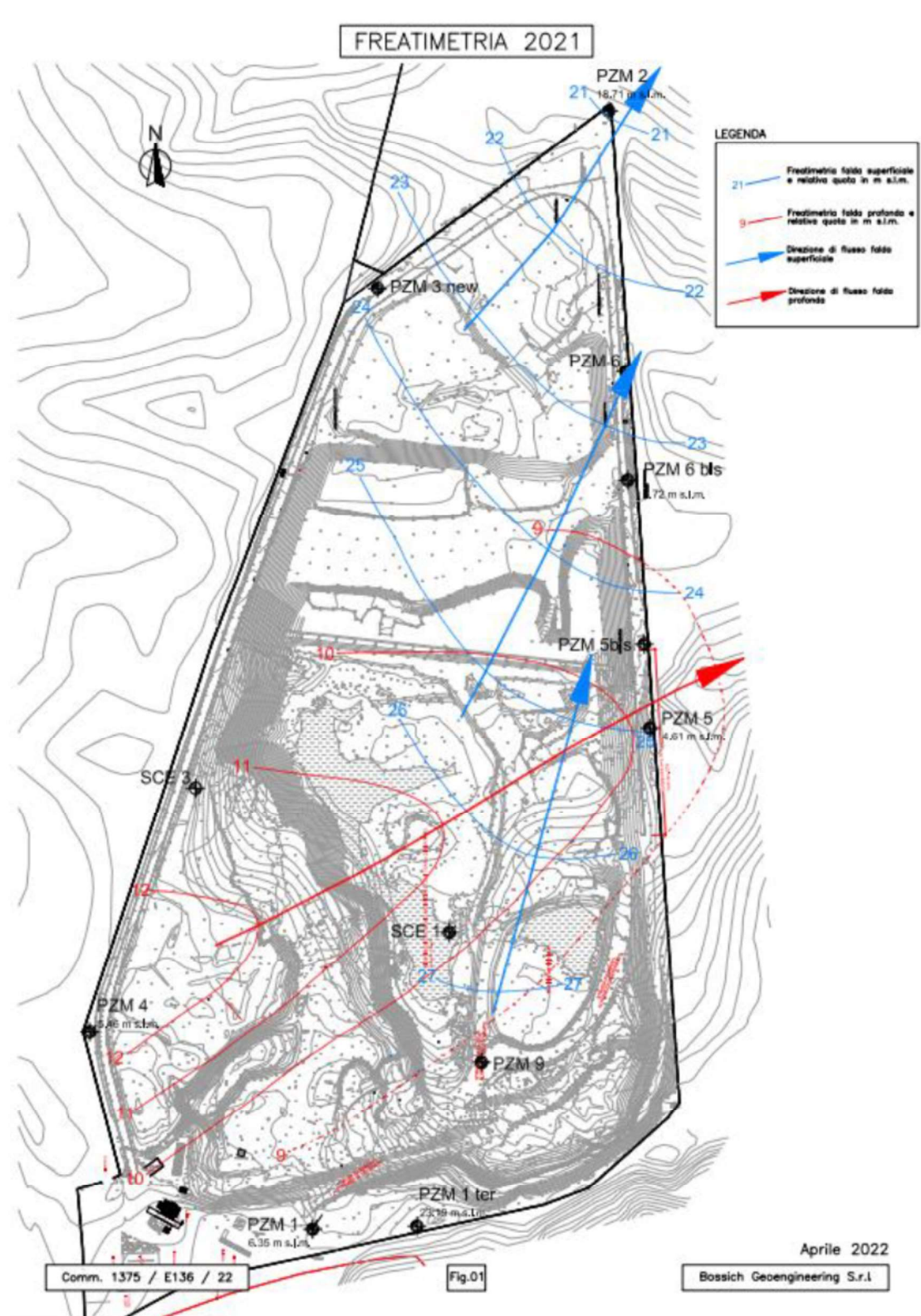


Figura 2 (Fg 1 originale) — Estratto della Fig.01 “Relazione di Gestione Annuale della discarica per rifiuti speciali non pericolosi di Scala Erre - (2021)” – Redatto da Bossich GeoEngineering S.r.l.

Il monitoraggio comprende misure dei livelli piezometrici con freatimetro, nonché campionamenti e analisi chimiche dell'acqua in laboratori specializzati e certificati (Con Certificazione ISO 90001), ed infine controlli sulla presenza di liquidi infratelo. La frequenza delle misure del livello di falda, come indicato nella tabella 2 dell'Allegato 2 al D.Lgs. 36/03, in fase di gestione operativa e post-operativa, è riportata nel seguente riquadro:

TARGET	Parametro	Frequenza Misure Gestione Post- Operativa
Acque sotterranee	Livello di falda	Semestrale
	Composizione	Semestrale

Il monitoraggio significativo comprende almeno i parametri fondamentali, contrassegnati con l'asterisco nell'originale della tabella 1 dell'Allegato 2 al D. Lgs. 36/2003, da effettuarsi almeno una volta l'anno.

Il controllo delle acque di falda viene effettuato tramite l'utilizzo dei piezometri presenti all'interno del sito. I pozzi di controllo nell'area occupata dalla discarica, utilizzati attualmente per il monitoraggio delle acque di falda sono 7: dei quali 3 a monte e 4 a valle della discarica, intercettanti falde differenti (una superficiale e una profonda).

La suddivisione è indicata nella tabella seguente:

FALDA	MONTE IDROGEOLOGICA	VALLE IDROGEOLOGICA
PRIMA FALDA	PZM9	PZM2, PZM3new
SECONDA FALDA	PZM1, PZM4	PZM5, PZM6bis

Dalla documentazione progettuale ed autorizzativa non è contemplato il monitoraggio dei terreni in quanto, se non per accidentali sversamenti sul suolo non protetto, non è possibile la contaminazione del suolo nell'impianto.

NUOVI ELEMENTI SCIENTIFICI PER LA DETERMINAZIONE DEI VALORI DI FONDO PRESSO SCALA ERRE.

Premessa

Il comune di Sassari nel 2019 incaricò il prof. Giacomo Oggiano e la dott.ssa Paola Mameli nell'ambito della convenzione tra il Comune di Sassari e Dcf (Gia' D Ipnet) per lo svolgimento di uno studio per indagini geochimiche e idrogeochimiche nella discarica di Scala Erre, Sassari. prot. n° 78024 rep n°53/amb/16.

Nelle prime pagine dello studio scientifico si ribadisce un capisaldo concettuale dello stato dell'Ambiente e cioè che "Un valore assoluto di concentrazione di un elemento in una matrice, per quanto elevato, non può essere utilizzato come indicatore di inquinamento se non si conoscono gli equilibri geochimici in atto e se non si conoscono i dati geochimici di background che sono quasi sempre connessi alle formazioni rocciose o ai giacimenti minerari presenti in una regione."

L'accumulo anomalo di elementi chimici di provenienza geogenica in una matrice ambientale solida (suolo), definisce un'anomalia geochimica positiva rispetto ad un dato medio delle formazioni locali o rispetto a rocce rappresentative di tutta la crosta terrestre (la GLOSS ovvero GLObal Subduction Sediments; Plank e Langmuir 1998)

In definitiva, aree in cui alcuni elementi chimici si concentrano in tenori superiori ai limiti di sicurezza stabiliti dalle autorità sanitarie non devono ritenersi necessariamente inquinate. Infatti, molto spesso, elevati tenori di elementi chimici rappresentano anomalie locali o regionali di natura geogenica

La relazione di Oggiano_Mameli focalizza nel territorio esaminato sia le formazioni geologiche che possono rilasciare metalli pesanti, o altri elementi indesiderati nell'ambiente, sia le condizioni ambientali presenti nelle varie matrici superficiali, responsabili di concentrazioni in fase acquosa di cationi metallici e/o anioni non compatibili con la qualità delle acque ammesse dalle normative vigenti.

In particolare tra i metalli, oltre il ferro, lo studio approfondisce gli effetti della presenza di manganese, le sue possibili sorgenti geogeniche e il suo comportamento nel ciclo esogeno. Infatti questo metallo presenta concentrazioni in acque circolanti variabili nel tempo a seconda delle condizioni ambientali; inoltre le sue fasi minerali di neoformazione in condizioni supergeniche sono in grado di catturare altri metalli come bario, nichel, cadmio, zinco ed altri elementi nocivi e pertanto tali elementi possono venir rilasciati nelle acque circolanti quando si verifichino condizioni favorevoli alla solubilizzazione delle fasi manganesifere.

Geodisponibilità e mobilità di un elemento chimico

La geodisponibilità è la frazione del contenuto totale di un elemento o di un composto in un materiale geologico che può essere liberata nell'ambiente superficiale o prossimo alla superficie (biosfera inclusa) da processi meccanici, chimici o biologici. Il grado di geodisponibilità di un

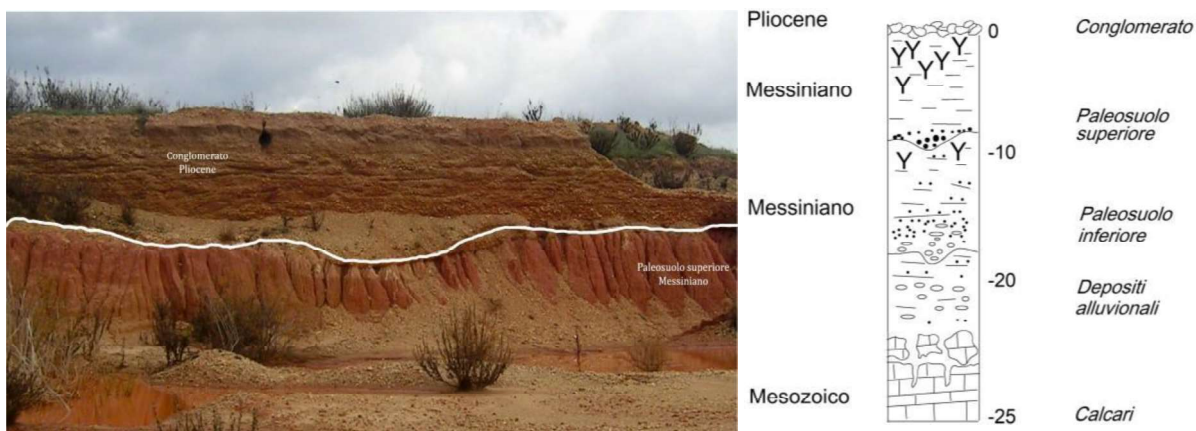
elemento in una roccia dipende dalla sua affinità per la fase acquosa e dalla suscettibilità all'alterazione del minerale che lo contiene.

I fattori che condizionano la geodisponibilità sono quindi molteplici: non è sufficiente avere concentrazioni anomale di minerali che contengono uno o più elementi, ma occorrono condizioni a contorno, sia climatiche (quantità di acque meteoriche e temperatura) sia chimico-fisiche (essenzialmente condizioni redox e pH) in grado di favorire il trasferimento di un elemento da una fase minerale ad una matrice ambientale.

Inquadramento geologico dei siti: Le argille

Il complesso geolitologico di Scala Erre (complesso denominato di Fiume Santo) è costituito da argille e conglomerati fangosostenuti ricchi di concrezioni manganesifere e rizoliti.

Le concentrazioni di metalli legate alla precipitazione di ossidi di manganese sono molto importanti proprio perché associate alle alluvioni ed alle argille in esse contenute. Infatti, anche se in concentrazioni decisamente inferiori, gli orizzonti pedogenizzati delle alluvioni, che poi sono quelli costituiti essenzialmente da argille che venivano utilizzate come materia prima per i laterizi, e in cui insistono le discariche del Comune di Sassari e SIGED, dovrebbero essere in grado di accumulare, come tutte le rocce residuali, elementi chimici ad elevata forza di campo come ad esempio Al, Ti, Cr e terre rare (REEs).



Argille di Scala Erre con sovrastanti conglomerati, spesso a cemento manganesifero.

Le argille campionate a Scala Erre hanno rivelato una composizione mineralogica ricca di caolinite con presenza di gibbsite, che denota condizioni di alterazione sufficientemente spinte, probabilmente relative ad un periodo di clima tropicale con alternanze di stagioni secche e relativamente umide. In queste condizioni, prossime a quelle delle lateriti, si è riscontrato, un arricchimento in elementi ad elevata forza di campo come alluminio, titanio, ferro (Fe_2O_3) e terre rare (REEs). La buona capacità di scambio anionico della frazione illitica, come in molte argille, può determinare concentrazioni anomale di alcuni cationi come cloro e fluoro, che possono essere rilasciati nelle acque a contatto (peraltro già arricchite in SO_4^{2-} e Cl^- dalle interazioni con evaporiti triassiche).

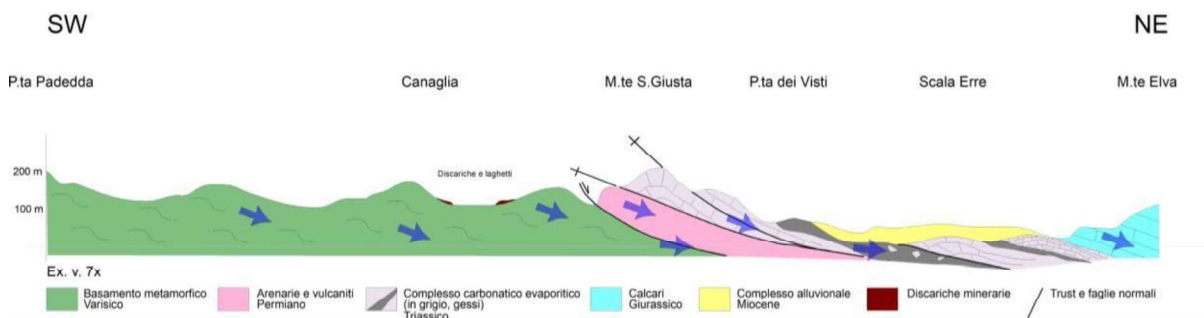
Inquadramento geologico dei siti: le rocce delle successioni triassiche

La circolazione delle acque sotterranee nella zona di Scala Erre avviene a contatto con le evaporiti triassiche, come confermato dalla composizione isotopica del solfato in pozzi a monte della discarica. Le evaporiti sono costituite essenzialmente da gessi di varia natura e aspetto, a seconda della deformazione subita e del contenuto in argilla.

Le analisi chimiche effettuate evidenziano un leggero arricchimento in litio sia nei gessi che nelle intercalazioni argillose del Keuper ma, soprattutto, nelle marne. Le formazioni triassiche con contenuti argillosi (marne in facies Keuper e altre rocce carbonatiche) sono state anch'esse analizzate per valutarne il contenuto in metalli che, come previsto non presentano concentrazioni significative

Le Acque

Il modello schematico di circolazione delle acque meteoriche infiltrate è sintetizzato nella sezione geologica successiva.



Da Oggiano 2019, Fig. 32 – Sezione geologica con schema della circolazione sotterranea nella zona di Scala Erre.

In sostanza questo schema conferma, in un'area ristretta, ciò che è stato previsto, a scala più vasta, nel lavoro sull'idrogeologia della Nurra di Ghiglieri et al. (2009).

L'acquifero del Trias è parzialmente indipendente da quello dei calcari giurassici, da cui è separato tramite un livello impermeabile costituito da marne e argille in facies Buntsandstein, e riceve una modesta alimentazione laterale dalle acque infiltrate nel basamento con cui viene a contatto lungo faglie listriche normali. In questo modo l'acquifero del Trias può essere influenzato da eventuali dispersioni anomale che si possono generare nel basamento sia in maniera naturale che per azione antropica (discariche minerarie).

In dettaglio il modello idrogeologico dell'area di Scala Erre prevede Secondo Oggiano e parzialmente condiviso dallo scrivente (Convenzione Comune di Sassari-Università degli Studi di Sassari, 2009) una circolazione in pressione nelle formazioni più o meno brecciate

nell'acquifero del Trias, al di sotto delle alluvioni messiniane che lo confinano verso l'alto tramite la loro parte basale che agisce da acquitard.

L'aquitard a sua volta è permeato molto lentamente dall'acqua in pressione in risalita dall'acquifero triassico

Tale risalita viene definitivamente bloccata dalle argille del paleosuolo più superficiale che rappresentano un acquicludo. Un'alimentazione laterale delle alluvioni è da escludere perché queste occupano quote più elevate rispetto alle formazioni circostanti: allo stesso modo si può escludere un'alimentazione zenitale delle stesse, dati i bassissimi valori di permeabilità delle argille.

CONCLUSIONI ALLO STUDIO OGGIANO 2019

Il lavoro svolto nell'ambito della convenzione, che focalizza le sorgenti naturali di metalli pesanti nell'area della discarica comunale di Sassari, ha evidenziato come, nel basamento metamorfico contiguo a Scala Erre, non esistano mineralizzazioni particolarmente ricche di metalli (fatta eccezione per il ferro), anche se alcune formazioni come le filladi grafitose, derivate da argilliti euxiniche, e le metabasiti presentano arricchimenti in alcuni metalli rispetto alla GLOSS.

I risultati mettono in evidenza come le evaporiti gessose influenzino il contenuto anionico delle acque dell'acquifero del Trias,

Le analisi del ferro oolitico hanno messo in evidenza che - a parte il ferro, che può raggiungere il 70% del tout venant minerario ad esso non si associano concentrazioni significative di metalli pesanti. Modeste anomalie positive rispetto alla media crostale si riscontrano per il vanadio. Queste deboli anomalie positive si accompagnano ad una discreta presenza di fosforo che può raggiungere il 2%.

Anche le filladi grafitose di ambiente euxinico non sono particolarmente arricchite in metalli, tuttavia esse possono costituire una sorgente secondaria per alcuni di essi quando vengono rimaneggiate ed esposte agli agenti atmosferici nelle discariche di sterili. Infatti, la pirite, in esse contenuta, a contatto con l'aria si ossida. Lo zolfo in forma ossidata, a sua volta, a contatto con l'acqua meteorica, forma soluzioni acide in grado di lisciviare ioni altrimenti insolubili e nei bacini idrici residuali delle lavorazioni dei giacimenti di Canaglia si rilevano pH 4,3 e contenuti di Ni, Co, Al, Mn, che superano da 1 a 3 ordini di grandezza le CSC ammesse, per questi elementi, nelle acque sotterranee.

Le metabasiti non costituendo rocce incassanti della mineralizzazione non sono presenti nelle discariche di smarino se non in quantità trascurabili. I loro diffusi affioramenti presentano una zona interessata da alterazione superficiale arricchita in ossidi ferrosi che può dar luogo a rilascio di elementi (e.g. Cr in forma ossidata).

In definitiva secondo Oggiano 2019 si può affermare che le acque sotterranee che circolano nella zona di Scala Erre sono ricche di ioni SO₄²⁻ e Cl⁻ come contributo delle evaporiti triassiche e con eventuali minori contributi dai bacini idrici e pozze che ricevono gli eluati dei depositi di smarino delle ex miniere di Canaglia. Per ciò che concerne i metalli, il basamento metamorfico

ha sicuramente formazioni che ne concentrano maggiori quantità rispetto alle rocce carbonatiche della Nurra mesozoica (dolomie e calcari), anche se non esistono anomalie tali da generare aureole di dispersione importanti. Lo stesso ferro oolitico non dovrebbe costituire una sorgente significativa di altri metalli, inclusi i pesanti, viste le concentrazioni di questi in linea con la media crostale ad eccezione di V, Pb e, ovviamente, Fe.

Decisamente più rilevante è la concentrazione a Scala Erre di metalli riscontrata nei depositi manganesiferi associati alle alluvioni messiniane. Le patine di manganese nei ciottoli dei conglomerati, il cemento degli stessi e i piccoli noduli metallici riscontrati nelle argille dell'acquitard contengono concentrazioni notevoli di manganese e, soprattutto, di metalli pesanti e terre rare catturati dalle fasi manganesifere a causa della loro struttura a tunnel e a strati.

Comunque, queste alte concentrazioni di per sé non costituiscono un pericolo se non si creano condizioni a contorno – in termini di Eh e pH – in grado di favorire la dissoluzione delle fasi manganesifere che contengono questi metalli.

Pozze di questo tipo, quindi, possono agire come sorgenti secondarie di metalli per le falde sotterranee

In definitiva, i tenori anomali di metalli che talvolta, con concentrazioni variabili, possono comparire nei punti di campionamento di acque di falda devono essere sempre correlati alle condizioni locali di pH e di Eh, che si verificano in acque superficiali o negli stessi acquiferi. La presenza di giacimenti minerari o di rocce con contenuti fortemente anomali, di per sé non è sufficiente a generare importanti inquinamenti di natura geogenica mentre in condizioni opportune di Eh e pH, anche sorgenti primarie con deboli anomalie rilasciano metalli che possono accumularsi in acque superficiali o profonde. Tali condizioni si verificano spesso in matrici (e.g. suolo, acque superficiali stagnanti o corrive) soggette a contaminazione geogenica diretta, che a loro volta -agendo come sorgente secondaria di contaminazione- possono trasferire composti o singoli elementi in altre matrici target (falde idriche, vegetazione, ecc.).

L'ossidazione di pirite nelle filladi grafitose di ambiente euxinico e l'azione di batteri chemiosintetici, ad esempio manganobatteri (Tebo 2005) in grado di stabilizzare il manganese anche in condizioni debolmente riducenti, sono fattori che sicuramente agiscono in maniera discontinua dovuta a condizioni contingenti sia naturali che antropiche. Tra queste il rilascio di componenti organiche nel suolo (fertilizzanti, diserbanti ecc.) con proprietà elettrofile possono cambiarne notevolmente le condizioni chimico-fisiche favorendo, a seconda dei casi, il rilascio in soluzione o la precipitazione di molti tra i metalli pesanti.

Le pozze d'acqua prospicienti le discariche di sterili dei giacimenti di ferro oolitico rappresentano un evidente caso di accumulo di metalli in soluzione che, in mancanza di fattori che ne aumentino la diluizione, può agire come sorgente secondaria di contaminazione geogenica. Stesso ruolo può essere giocato da suoli in cui si verificano condizioni riducenti e pH acidi e in cui vengano rimaneggiati, a causa di arature o altre attività antropiche, i ciottoli con rivestimenti manganesiferi provenienti dai conglomerati che poggiano sulle argille messiniane.

Le due campionature, rispettivamente in stagioni di magra e di piena, in EF2 e EF3 hanno evidenziato come le condizioni favorevoli alla sottosaturazione delle fasi di manganese possano variare nel tempo e nello spazio, anche a piccola scala, alternando il rilascio o il sequestro di questo metallo e del corteo di elementi ad esse associato.

DETERMINAZIONE DEI LIVELLI DI FONDO NELLE ACQUE SOTTERRANEE DA OGGIANO 2019

Dallo studio scientifico di Oggiano 2019 si evince che per Scala Erre si sono evidenziati dei superamenti delle CSC addebitabili a valori di fondo naturale per Alluminio, Solfati, Manganese, Ferro, Zinco, Nichel.

E nel dettaglio vengono espressi i massimi valori rilevati

Alluminio	µg/L	573,0
Solfati	mg/L	1020,0
Manganese	µg/L	437,8
Ferro	µg/L	235,3
Zinco	µg/L	3586,0
Nichel	µg/L	26,5

Per quanto riguarda i valori di Cloroformio si allega tavola relativa ad uno studio specifico relativo al campionamento di acque sotterranee redatto dalla ns società per SIGED nel 2017, in cui si evince una distribuzione random di anomalie sia a monte idrogeologica sia lateralmente alle discariche in questione e quindi non imputabili alla presenza dei giacimenti controllati.

Si allega altresì la visualizzazione di un rapporto che potrebbe essere significativo per risalire alla genesi naturale del Cloroformio (peraltro assente nel quadro idrochimico del percolato SIGED)

Per lo stesso arco di tempo 2018 – 2022 si sono poi correlati i valori di superamento del Cloroformio con le concentrazioni dei Cloruri, ciò allo scopo di andar a valutare se effettivamente in acqua alti tenori di cloro liberi possono essere correlabili con l'aumento del tenore di cloroformio, come ipotizzato nello studio del Prof. Oggiano. Dal loro rapporto (Cl(g/l)/Cloroformio(µg/l)) ne risulta che laddove è stato segnalato un superamento in cloroformio si ottiene un coeff mediamante di circa 0,148 dove non è stato segnalato alcun superamento (anno 2018) si ottiene un coeff più elevato pari a 0,385

	2022						
	FALDA PROFONDA						
	GIUGNO		SETTEMBRE			DICEMBRE	
	PZM4	PZM6BIS	PZM4	PZM5	PZM6BIS	PZM4	PZM5
RAPPORTO Cl(g/l)/Cloroformio(µg/l)	3,19	2,71	2,63	3,85	2,39	3,36	3,94

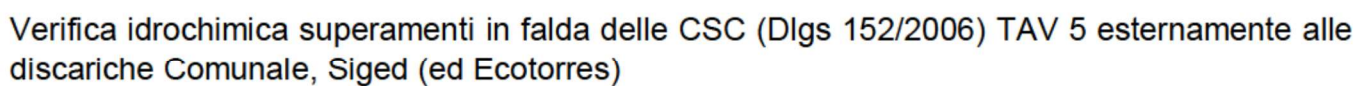
	2021	
	FALDA PROFONDA	
	MARZO	
	PZM5	
RAPPORTO Cl(g/l)/Cloroformio(µg/l)	0,51	

	2020					
	FALDA SUPERFICIALE		FALDA PROFONDA			
	GIUGNO		GIUGNO			DICEMBRE
	PZM9	PZM3NEW	PZM1	PZM4	PZM5	PZM4
RAPPORTO Cl(g/l)/Cloroformio(µg/l)	2,30	2,77	3,43	3,47	3,16	3,21

	2019			
	FALDA PROFONDA			
	SETTEMBRE			DICEMBRE
	PZM4	PZM5	PZM6BIS	PZM4
RAPPORTO Cl(g/l)/Cloroformio(µg/l)	2,85	4,06	2,68	3,20

				2018								
				FALDA SUP.	FALDA PROFONDA				FALDA SUP.	FALDA PROFONDA		
				MARZO				GIUGNO				
				PZM3NEW	PZM4	PZM5	PZM6BIS	PZM3NEW	PZM4	PZM5	PZM6BIS	
RAPPPORTO Cl(g/l)/Cloroformio(µg/l)				40,50	78,30	83,70	42,50	44,90	74,70	18,00	41,90	
FALDA SUP.		FALDA PROFONDA		FALDA SUP.	FALDA PROFONDA							
SETTEMBRE				DICEMBRE								
PZM3NEW	PZM4	PZM5	PZM6BIS	PZM3NEW	PZM4	PZM5	PZM6BIS					
44,90	73,90	80,80	41,80	44,00	71,10	63,70	40,20					

	2017							
	FALDA PROFONDA							
	MARZO		GIUGNO		SETTEMBRE	DICEMBRE		
	PZM4	PZM6BIS	PZM4	PZM5	PZM5	PZM1	PZM4	PZM5
RAPPORTO Cl(g/l)/Cloroformio(µg/l)	2,91	3,08	2,57	3,10	3,38	2,58	2,35	3,80



SINTESI DEI SUPERAMENTI DELLE CSC PRESSO LA DISCARICA SIGED DI SCALA ERRE DAL 2017 2022

Dai campionamenti effettuati con cadenza trimestrale (marzo, giugno, settembre, dicembre) delle acque di falda captate dai piezometri di monitoraggio presenti in sito: PZM1, PZM2, PZM3NEW, PZM4, PZM5, PZM6BIS, PZM7, PZM8, valutati per maggior rappresentatività su un arco temporale di 6 anni (dal 2017 al 2022), sono emersi locali superamenti delle CSC. In riferimento all'anno 2019, si precisa che per i primi mesi di monitoraggio sono stati utilizzati come punti di controllo anche i piezometri PZM7 e PZM8, ma si è reso necessario la loro chiusura a causa dell'interramento dei tubi che influenzava il corretto campionamento analitico ed in quanto il PZM8 contiguo al PZM7 risultò interessare una falda mista (superficiale-profonda). Di conseguenza, in seguito è stato allestito un nuovo piezometro per la captazione della falda superficiale denominato PZM9, verso la fine dell'anno 2019 (Novembre).

Osservando la Tab. si rilevano superamenti nelle concentrazioni di Manganese in due dei piezometri della rete di monitoraggio della prima falda (PZM9 e PZM3NEW) e di Cloroformio unicamente all'interno dei piezometri riguardanti la falda profonda PZM1, PZM4, PZM6BIS, PZM7, PZM8 tranne che per l'anno 2020 in quanto ne sono interessati anche il PZM9 e PZM3NEW. Si riscontra, inoltre, un unico superamento nella concentrazione di Ferro nel PZM7 nell'anno 2019 e nessun fuori CSC durante l'anno 2018.

SINTESI ECCEDENZE CSC DALLE ANALISI CHIMICHE DEI PIEZOMETRI													
ANNO	MESE	Parametro	Unità di Misura	*Val. Limite	FALDA SUPERFICIALE				FALDA PROFONDA				
					PZM2	PZM9	PZM7	PZM3NEW	PZM1	PZM4	PZM5	PZM6BIS	PZM8
2022	GIUGNO	Cloroformio	µg/l	≤ 0,15	0,044	0,109		0,071	0,037	0,237	0,122	0,159	
	SETTEMBRE	Mn	µg/l	≤ 50				111		5,3			
		Cloroformio	µg/l	≤ 0,15	0,053	0,130		0,080	0,027	0,272	0,213	0,184	
	DICEMBRE	Mn	µg/l	≤ 50	8,6	69,3		34,9		5,9		6,9	
		Cloroformio	µg/l	≤ 0,15	0,044	0,131		0,119	0,030	0,236	0,196	0,123	
2021	MARZO	Cloroformio	µg/l	≤ 0,15				0,062		0,069	0,201		
2020	MARZO	Mn	µg/l	≤ 50	28,90	19,40		64,00		5,20	12,70		
	GIUGNO	Cloroformio	µg/l	≤ 0,15	0,062	0,157		0,183	0,280	0,222	0,275	0,089	
	DICEMBRE	Cloroformio	µg/l	≤ 0,15	0,076	0,120		0,062	0,017	0,228	0,126	0,047	
2019	MARZO	Mn	µg/l	≤ 50	5,30		1190		13,40		6,20		
	GIUGNO	Mn	µg/l	≤ 50	5,80		185	18,20	6,50	10,10			
	SETTEMBRE	Fe	µg/l	≤ 200			364			45,30	31,00		33,40
		Mn	µg/l	≤ 50			218						709,00
		Cloroformio	µg/l	≤ 0,15	0,053		0,017	0,130	0,140	0,267	0,203	0,152	0,084
	DICEMBRE	Cloroformio	µg/l	≤ 0,15				0,023		0,220	0,089	0,110	
2018	NESSUN SUPERAMENTO NEI MESI MARZO/GIUGNO/SETTEMBRE/DICEMBRE												
2017	MARZO	Mn	µg/l	≤ 50	3,00			257			1,40	3,70	
		Cloroformio	µg/l	≤ 0,15	0,10			0,091		0,247	0,264	0,149	
	GIUGNO	Cloroformio	µg/l	≤ 0,15	0,084			0,076	0,060	0,294	0,257	0,123	
	SETTEMBRE	Cloroformio	µg/l	≤ 0,15	0,115			0,072	0,123	0,118	0,240	0,148	
	DICEMBRE	Cloroformio	µg/l	≤ 0,15	0,028				0,359	0,318	0,211	0,108	
FUORI C.S.C.:													
*Valore limite per la norma: D.Lgs 152/06 Parte IV, All. 5, Tab. 2													

DETERMINAZIONE DEI LIVELLI DI GUARDIA

Annualmente la S.I.Ge.D. S.r.l. deve raccogliere i risultati analitici di tutti i monitoraggi delle acque sotterranee condotti nell'anno: si prevede di calcolare i livelli di guardia, definiti sulla base

di un'elaborazione statistica dei dati provenienti dal monitoraggio in continuo e discontinuo, per ciascun piezometro (Livelli di guardia di tipo 1) in riferimento agli analiti con valori di fondo rilevati da Oggiano superiori alle CSC.

L'analisi si è svolta su 5 anni di osservazioni dal 2018 al 2022

CALCOLO DEI LIVELLI DI GUARDIA DI TIPO 1

Il livello di guardia del tipo 1, per ogni parametro geochimico acquisito dal monitoraggio, è definito dalla seguente relazione:

C = media + 4,5 x deviazione standard

Si precisa che il calcolo della deviazione standard (σ_x) deve essere effettuato utilizzando la seguente formula:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}}$$

Dove la x rappresenta la singola concentrazione del parametro considerato, N il numero totale dei valori di concentrazione disponibili per il parametro considerato e la \bar{x} la media aritmetica degli stessi. Il calcolo della deviazione standard è effettuato sulla base dell'intera popolazione di dati disponibile e non solo di un campione della stessa. Per il calcolo del livello di guardia di tipo statistico (**n°1**), nel caso in cui un composto sia espresso come inferiore al limite di rilevabilità ($< l.r.$), **il suo valore va posto sempre pari al valore del limite di rilevabilità stesso (= l.r.)**.

PARAMETRI CONSIDERATI PER IL CALCOLO DEL LIVELLO DI GUARDIA E RISULTATI

I livelli di guardia sono determinati a partire dai risultati delle analisi qualitative della matrice acque sotterranee nei piezometri oggetto del PMC; queste, sono state monitorate su base trimestrale in fase di operatività dei lotti (2000-2014) e successivamente su base semestrale in fase di post gestione (2014 – in corso).

Di tutti i parametri analizzati in ogni punto di prelievo (parametro alla tabella 1, dell'allegato n. 2 al D.Lgs. n. 36/03), quelli che sono stati considerati per il calcolo dei livelli di guardia sono quelli che, sulla base

del D.Lgs 152/06, possiedono una Concentrazione Soglia di Contaminazione (C.S.C., tabella 2 dell'allegato 5 alla parte IV del D.Lgs 152/06).

DEFINIZIONE LIVELLI DI GUARDIA PER FALDA SUPERFICIALE							ANNI: 2022-2021-2020-2019-2018				
SUDDIVISIONE PER PIEZOMETRI							DEFINIZIONE LIVELLO GUARDIA ELEMENTO				
ELEMENTO	MEDIA CONCENTRAZIONE			DEVIAZIONE STANDARD			MEDIA	DEV ST	COEFF. VR	LG	LIMITE NORMATIVO
	PZ2	PZ9	PZ3 NEW	PZ2	PZ9	PZ3 NEW					
											D.Lgs 152/06 Parte IV
											All.5 Tab 2
Solfati [mg/l]	155,067	170,333	123,155	14,007	25,299	28,784	149,52	31,259	0,209	290,184	≤ 250
F [µg/l]	222,570	253,500	215,600	243,327	50,234	66,433	230,56	158,943	0,689	945,801	≤ 1500
Al [µg/l]	38,181	39,425	28,625	35,121	20,767	12,218	35,41	25,714	0,726	151,122	≤200
As [µg/l]	4,511	2,823	4,917	4,075	3,387	5,015	4,08	4,407	1,079	23,917	≤10
Cd [µg/l]	16,273	0,688	7,517	43,243	0,564	20,237	8,16	30,305	3,714	144,530	<5
Cr [µg/l]	4,166	4,960	4,374	1,188	0,042	1,188	4,50	1,071	0,238	9,317	≤50
Cr VI [µg/l]	1,787	2,028	2,327	2,586	3,561	3,120	2,05	3,047	1,488	15,758	≤5
Fe [µg/l]	12,633	19,028	11,271	19,512	13,721	10,608	14,31	15,557	1,087	84,319	≤200
Mn [µg/l]	8,493	19,423	18,438	7,633	20,744	25,620	15,45	19,936	1,290	105,165	≤50
Hg [µg/l]	0,639	0,447	0,671	0,380	0,289	0,380	0,59	0,373	0,638	2,266	≤1
Ni [µg/l]	6,294	5,534	11,274	8,117	5,568	14,289	7,70	10,829	1,406	56,432	≤20
Pb [µg/l]	2,373	1,657	2,808	2,089	1,491	2,304	2,28	2,104	0,923	11,747	≤10
Cu [µg/l]	7,440	9,990	8,013	3,357	0,000	3,608	8,48	3,181	0,375	22,793	≤1000
Zn [µg/l]	12,872	25,918	15,231	8,708	35,251	16,119	18,01	20,978	1,165	112,410	≤3000
Cianuri [µg/l]	3,309	2,460	3,725	2,077	2,150	2,503	3,16	2,319	0,733	13,601	≤50
Ammoniaca [mg/l]	0,056	0,095	0,058	0,060	0,132	0,067	0,07	0,086	1,239	0,457	
Nitriti [µg/l]	79,519	79,160	67,995	78,611	111,299	56,596	75,56	80,720	1,068	438,797	≤500
Coliformi totali [UFC/100ml]	867,952	1507,250	2391,300	1730,769	2058,958	8643,897	1588,83	5593,981		26761,747	
Coliformi fecali [UFC/100ml]	75,571	77,500	23,400	326,130	232,172	89,115	58,82	239,008		1134,361	
Benzene [µg/l]	0,018	0,023	0,030	0,015	0,032	0,049	0,02	0,036	1,514	0,184	≤1
Etilbenzene [µg/l]	0,063	0,069	0,098	0,065	0,072	0,186	0,08	0,128	1,673	0,651	≤50
Stirene[µg/l]	0,009	0,008	0,014	0,005	0,005	0,013	0,01	0,010	0,944	0,053	≤25
Toluene [µg/l]	0,152	0,156	0,270	0,197	0,249	0,516	0,19	0,367	1,907	1,845	≤15
BENZO (a) ANTRACENE [µg/l]	0,006	0,006	0,006	0,004	0,004	0,004	0,005956	0,004	0,751	0,026	≤0,1
BENZO (a) PIRENE [µg/l]	0,002	0,001	0,003	0,004	0,000	0,004	0,001938	0,003	1,731	0,017	≤0,01
BENZO (b) FLUORANTENE [µg/l]	0,004	0,003	0,004	0,003	0,002	0,003	0,003724	0,003	0,877	0,018	≤0,1
BENZO (k) FLUORANTENE [µg/l]	0,004	0,003	0,004	0,003	0,002	0,003	0,003724	0,003	0,877	0,018	≤0,05
BENZO (G H I) PERILENE [µg/l]	0,002	0,001	0,003	0,004	0,000	0,004	0,001938	0,003	1,731	0,017	≤0,01
CRISENE [µg/l]	0,165	0,284	0,173	0,345	0,409	0,345	0,207175	0,364	1,758	1,846	≤5
DIBENZO (a,h) ANTRACENE [µg/l]	0,002	0,001	0,003	0,004	0,000	0,004	0,001938	0,003	1,731	0,017	≤0,01
INDENO (1 2 3-cd) PIRENE [µg/l]	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002552	0,002	0,810	0,012	≤0,1
PIRENE [µg/l]	0,165	0,284	0,173	0,345	0,409	0,345	0,207175	0,364	1,758	1,846	≤50
IPA TOTALI [µg/l]	0,007	0,007	0,007	0,004	0,004	0,004	0,006856	0,004	0,551	0,024	≤0,1
Clorometano [µg/l]	0,029	0,084	0,038	0,039	0,170	0,048	0,050106	0,093	1,851	0,467	≤1,5
Cloroformio [µg/l]	0,032	0,092	0,060	0,031	0,041	0,046	0,061379	0,045	0,740	0,266	≤0,15
Cloruro di vinile [µg/l]	0,038	0,025	0,042	0,040	0,035	0,046	0,035168	0,042	1,192	0,224	≤0,5
1-2 Dicloroetano [µg/l]	0,034	0,013	0,060	0,047	0,013	0,087	0,035867	0,064	1,787	0,324	≤3
1,1-Dicloroetilene [µg/l]	0,025	0,006	0,025	0,037	0,005	0,038	0,018379	0,034	1,852	0,172	≤0,05
Tricloroetilene [µg/l]	0,055	0,011	0,029	0,039	0,002	0,036	0,031688	0,037	1,180	0,200	≤1,5
Tetracloroetilene [µg/l]	0,093	0,042	0,068	0,048	0,044	0,080	0,067469	0,066	0,972	0,363	≤1,1
Esaclorobutadiene [µg/l]	0,009	0,008	0,009	0,006	0,006	0,005	0,008515	0,005	0,620	0,032	≤0,15
Sommatoria organoalogenati [µg/l]	0,212	0,202	0,219	0,198	0,119	0,174	0,210944	0,173	0,822	0,991	≤10
1 1-Dicloroetano [µg/l]	0,025	0,007	0,008	0,047	0,004	0,004	0,013421	0,031	2,282	0,151	≤810
1 2-Dicloropropano [µg/l]	0,029	0,011	0,009	0,026	0,003	0,005	0,016587	0,019	1,162	0,103	≤0,15
1,2,3-Tricloropropano [µg/l]	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000969	0,000	0,128	0,0015	≤0,001
1 1 2 2-Tetracloroetano [µg/l]	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,004	0,004025	0,004	0,884	0,020	≤0,05
Bromoformio	0,007	0,011	0,008	0,006	0,017	0,009	0,008695	0,011	1,221	0,056	≤0,3
1 2-Dibromoetano [µg/l]	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,128	0,0015	≤0,001
Dibromoclorometano [µg/l]	0,007	0,008	0,009	0,005	0,005	0,014	0,007909	0,010	1,202	0,051	≤0,13
Bromodichlorometano [µg/l]	0,007	0,008	0,008	0,005	0,006	0,007	0,0078	0,006	0,799	0,036	≤0,17

Procedendo con l'analisi dei valori fuori CSC, considerando sempre un arco temporale quinquennale (dal 2018 al 2022), sono stati discriminati gli outliers, ovvero non considerati rappresentativi come dai test statistici secondo la procedura elettronica richiamata dalle Linee Guida SNPA 2018, All B. allegata a fine relazione

DEFINIZIONE LIVELLI DI GUARDIA PER FALDA SUPERFICIALE										ANNI: 2022-2021-2020-2019-2018				
SUDDIVISIONE PER PIEZOMETRI										DEFINIZIONE LIVELLO GUARDIA ELEMENTO				
	MEDIA CONCENTRAZIONE				DEVIAZIONE STANDARD				MEDIA	DEV ST	COEFF. VR	LG	LIMITE NORMATIVO	
ELEMENTO	PZ2	PZ9	PZ3 NEW		PZ2	PZ9	PZ3 NEW						D. Lgs 152/06 Parte IV	
													All.5 Tab 2	
Solfati [mg/l]	155,07	170,33	118,48		14,01	25,30	20,85		147,96	30,29	0,20	284,28	≤ 250	
Al [µg/l]	34,99	34,83	29,77		32,96	14,72	11,43		33,20	23,03	0,69	136,85	≤200	
Mn [µg/l]	6,26	20,32	12,06		2,02	14,07	8,60		12,88	9,88	0,77	57,32	≤50	
Fe [µg/l]	9,80	15,67	12,14		1,05	8,36	3,52		12,54	5,47	0,44	37,16	≤200	
Ni [µg/l]	4,82	4,23	11,27		4,71	3,65	14,29		6,77	10,16	1,50	52,51	≤20	
Zn [µg/l]	12,87	15,64	11,98		8,71	9,35	7,88		13,50	8,66	0,64	52,48	≤3000	

CONCLUSIONI

Sulla base dei dati sin qui esposti per il sito S.I.Ge.D. di Scala Erre (SS), considerando:

- I certificati analitici dei campionamenti previsti dal PMC vigente per l'impianto per gli anni dal 2018 al 2022;

e delle relative metodologie impiegate per la risoluzione degli stessi, ovvero:

- Linee Guida RECONnet - Determinazione livelli di guardia di tipo 1;
- Linea guida per la determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee delibera del consiglio SNPA. seduta del 14.11.2017. doc. n. 20/17 linee guida SNPA - 08/2018

E' stata riscontrata l'applicabilità dei livelli soglia di guardia per i seguenti elementi e composti:

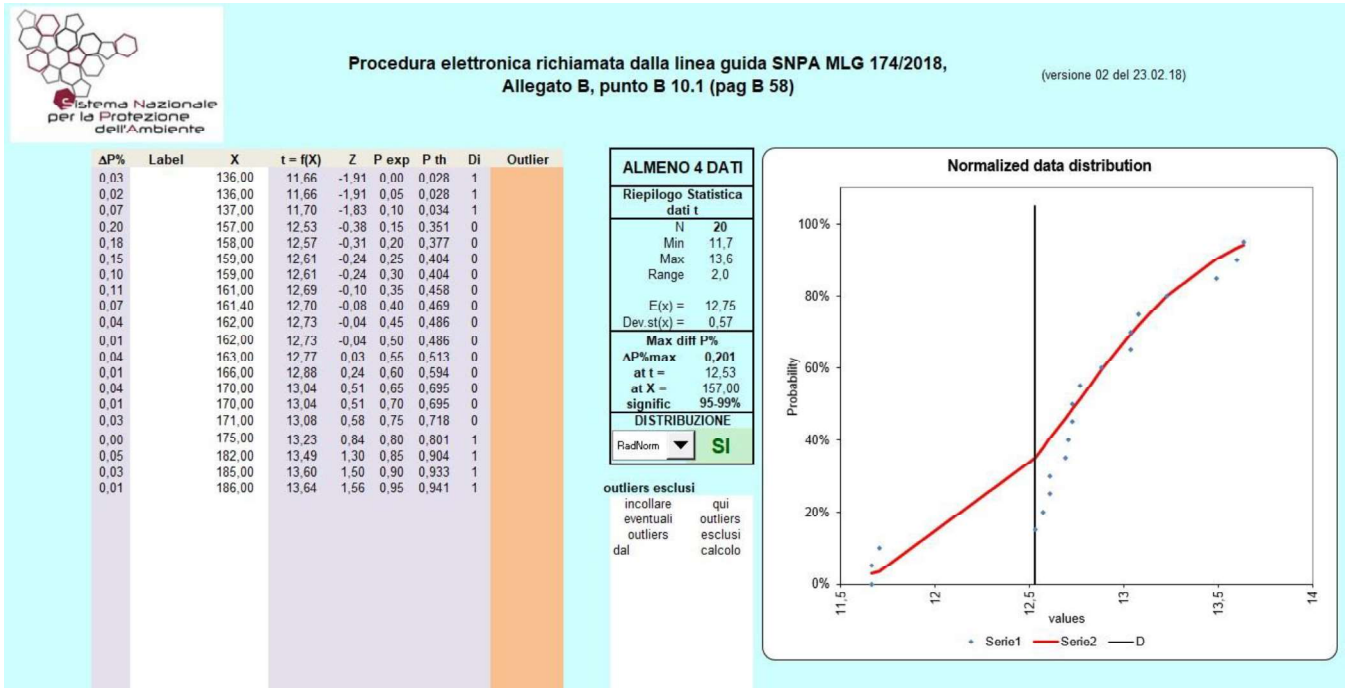
- Solfati (284,28 mg/l su ≤ 250 mg/l);
- Alluminio (136,85 µg/l su ≤ 200 µg/l)
- Manganese (57,32 µg/l su ≤ 50 µg/l);
- Ferro (37,16 µg/l su ≤ 200 µg/l);
- Nichel (52,51 µg/l su ≤ 20 µg/l)
- Zinco (52,48 µg/l su ≤ 3000 µg/l)



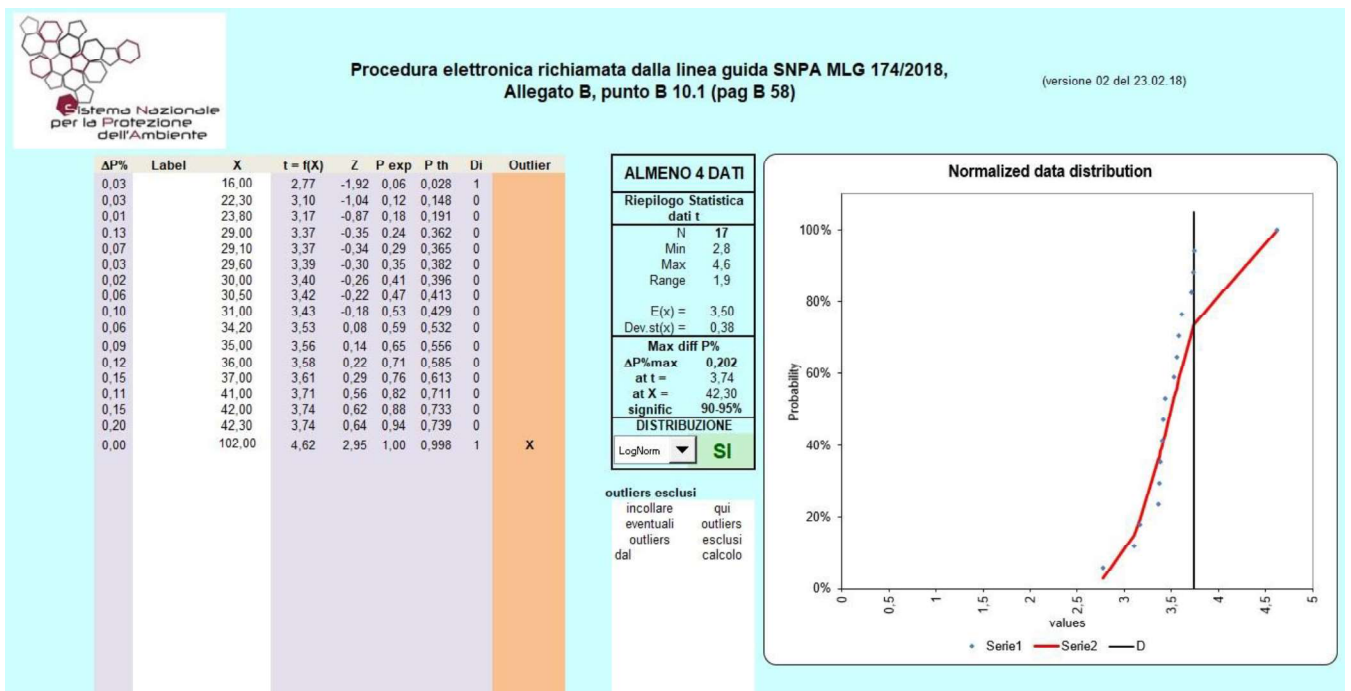
VERIFICA OUTLIERS

PIEZOMETRO DI MONITORAGGIO PZM2

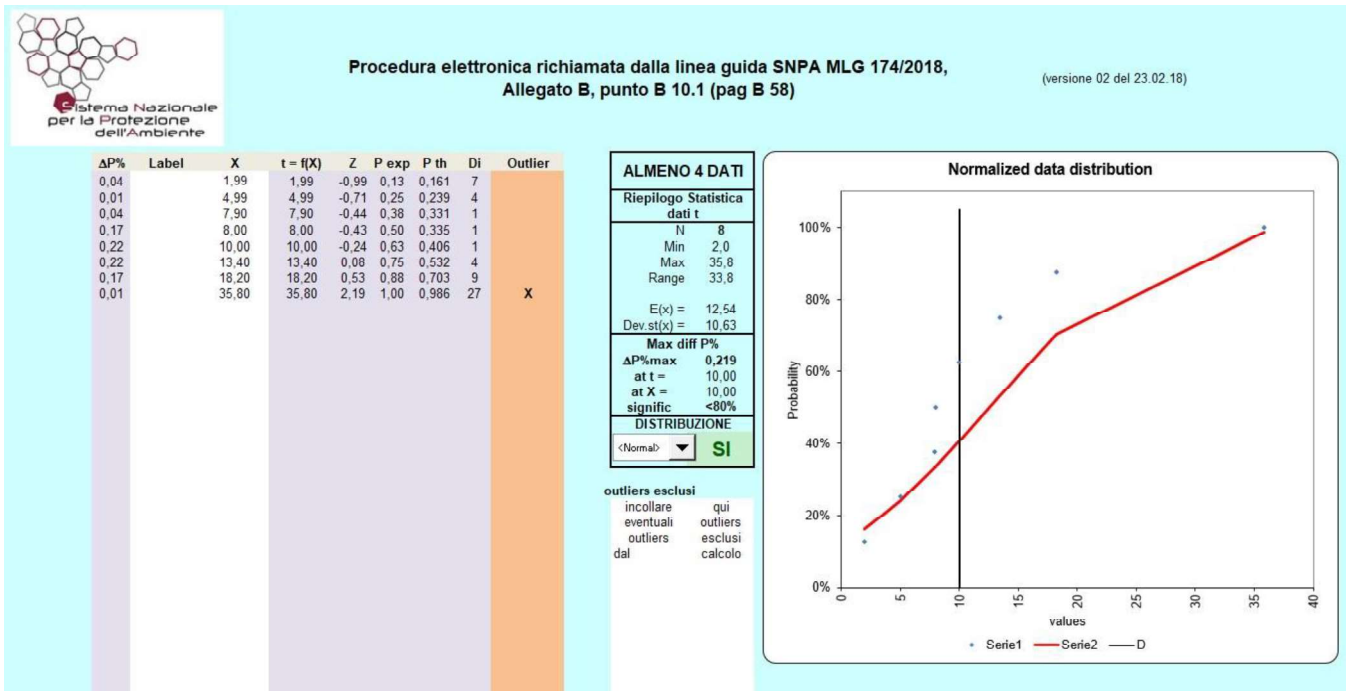
SO₂



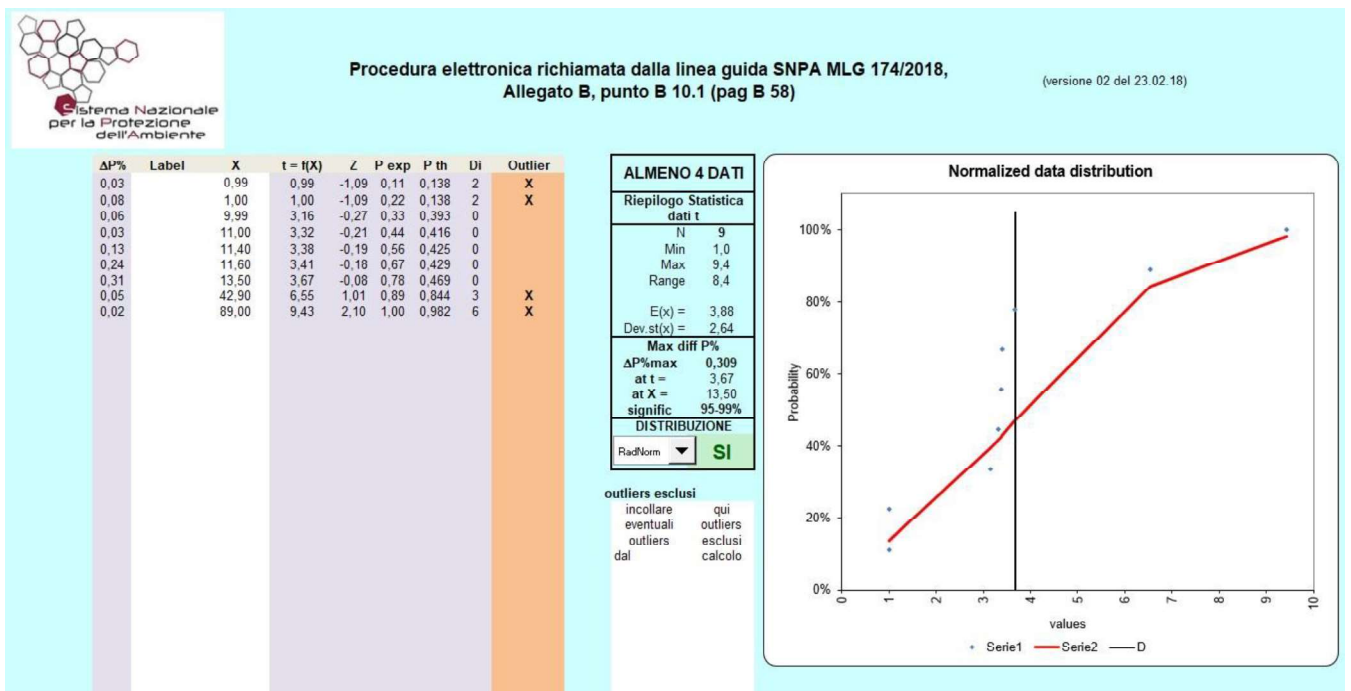
AI



Mn



Ni



Zn



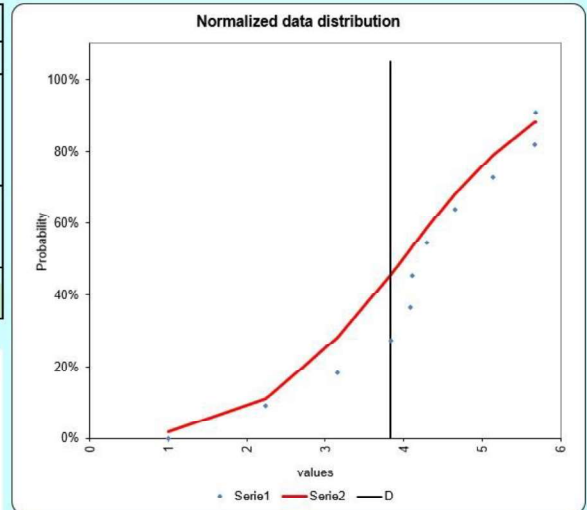
Procedura elettronica richiamata dalla linea guida SNPA MLG 174/2018,
Allegato B, punto B 10.1 (pag B 58)

(versione 02 del 23.02.18)

ΔP%	Label	X	t = f(X)	Z	P exp	P th	Di	Outlier
0.02		0.99	0.99	-2.10	0.00	0.018	3	
0.02		4.99	2.23	-1.23	0.09	0.109	2	
0.10		9.99	3.16	-0.58	0.18	0.281	1	
0.18		14.70	3.83	-0.11	0.27	0.457	0	
0.16		16.70	4.09	0.07	0.36	0.527	0	
0.08		16.90	4.11	0.09	0.45	0.534	0	
0.04		18.50	4.30	0.22	0.55	0.587	0	
0.04		21.70	4.66	0.47	0.64	0.681	1	
0.06		26.40	5.14	0.81	0.73	0.790	1	
0.06		32.20	5.67	1.18	0.82	0.881	2	
0.03		32.30	5.68	1.19	0.91	0.883	2	

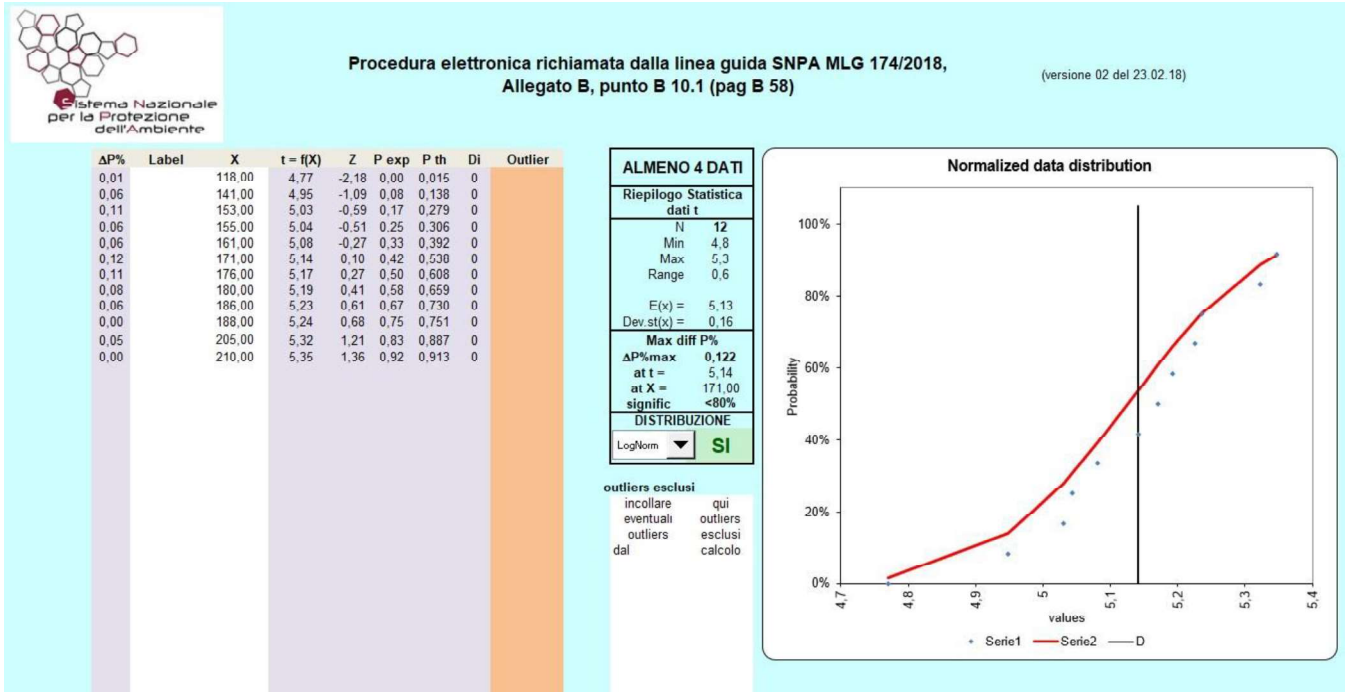
ALMENO 4 DATI	
Riepilogo Statistica dati t	
N	11
Min	1,0
Max	5,7
Range	4,7
F(x) =	3,99
Dev.st(x) =	1,43
Max diff P%	
ΔP%max	0,184
at t =	3,83
at X =	14,70
signific	<80%
DISTRIBUZIONE	
RadNorm	<input type="checkbox"/> SI

outliers esclusi
incollare qui
eventuali outliers
outliers esclusi
dal calcolo

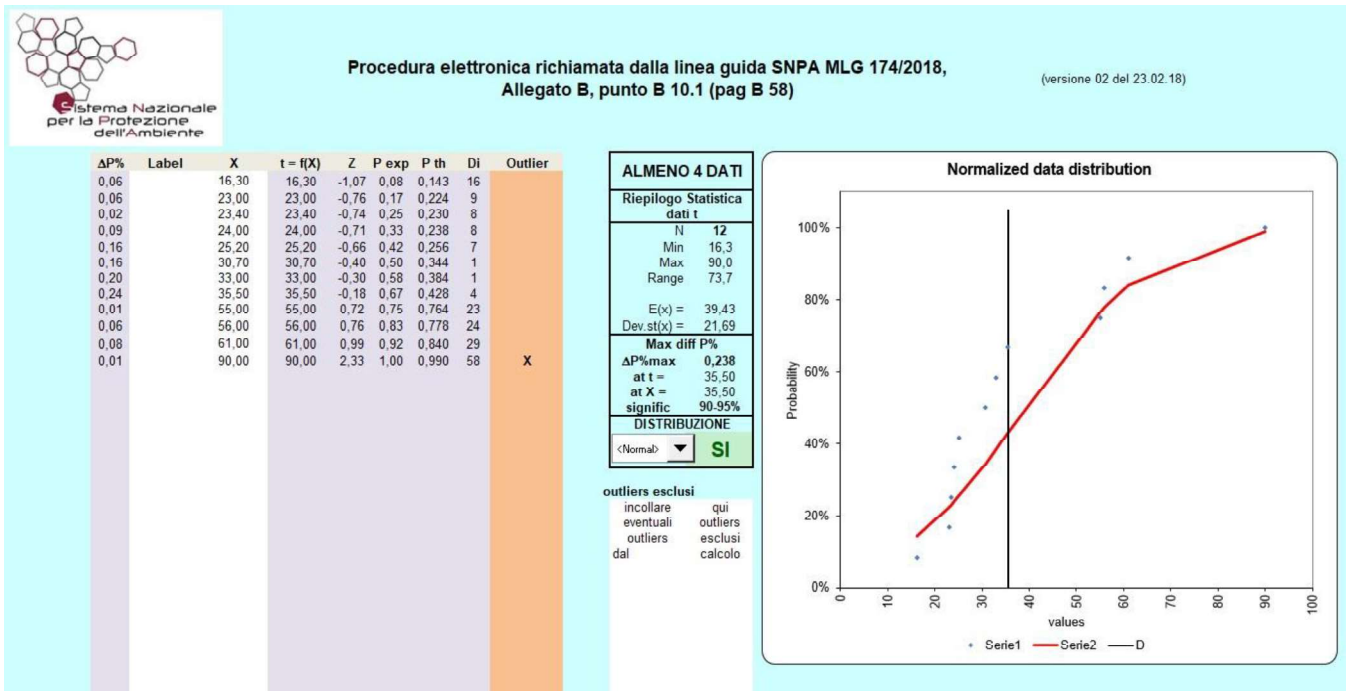


PIEZOMETRO DI MONITORAGGIO PZM9

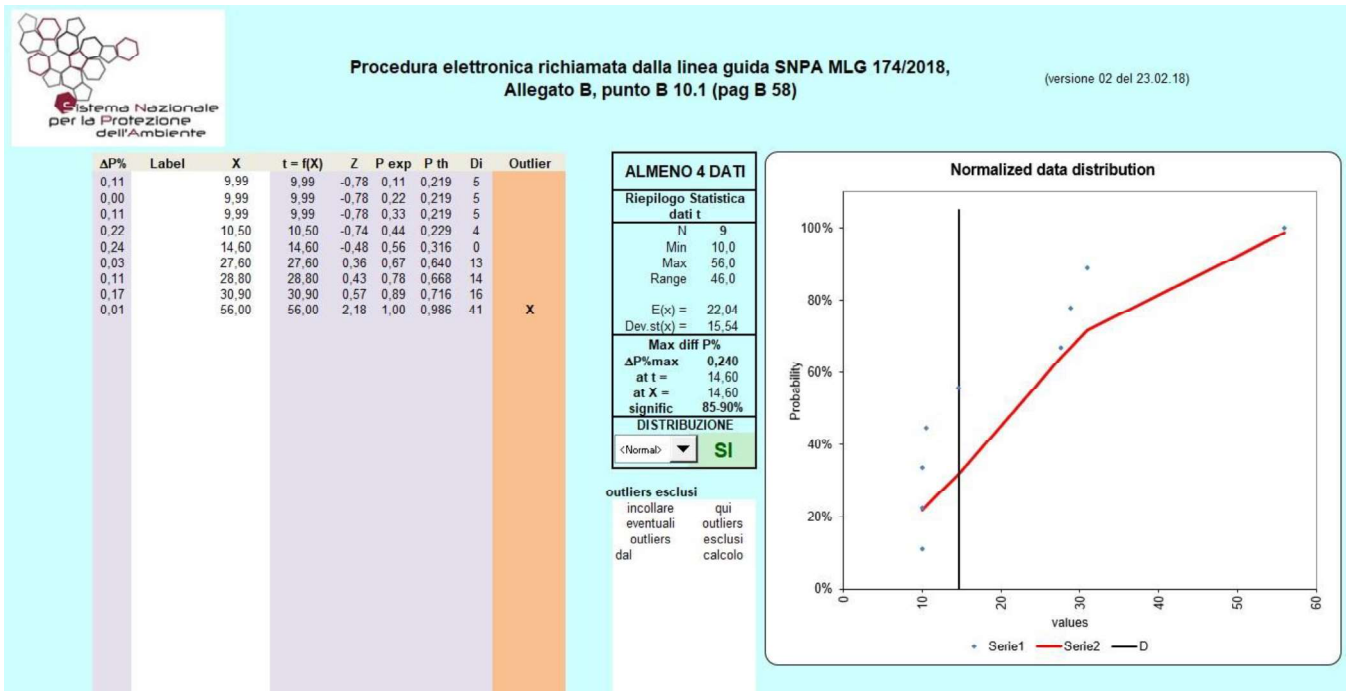
SO₂



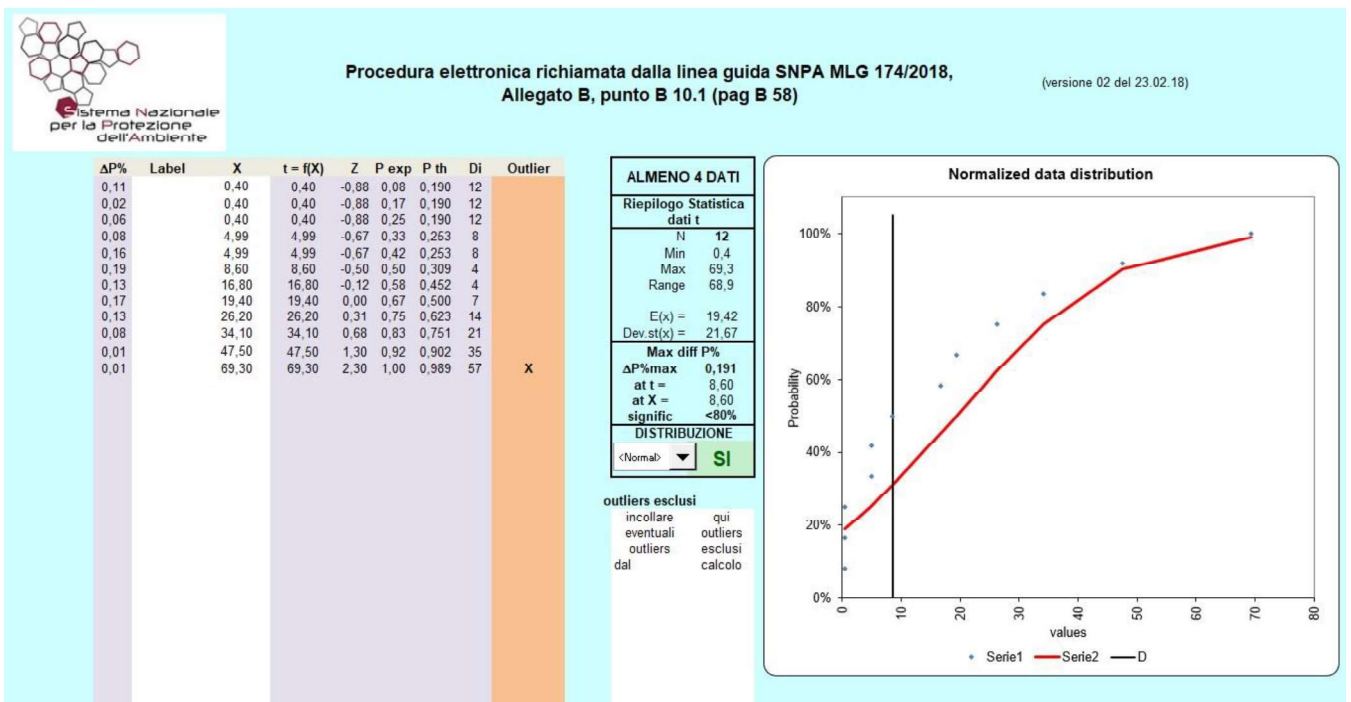
AI



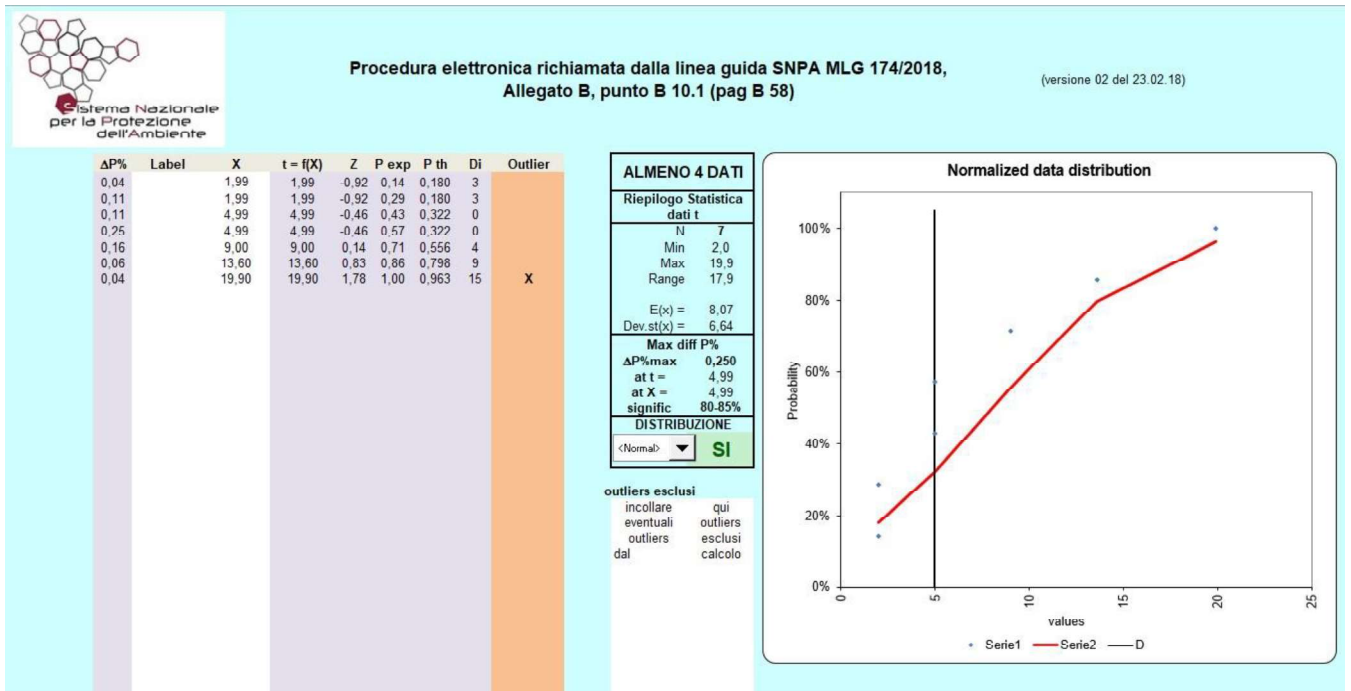
Fe



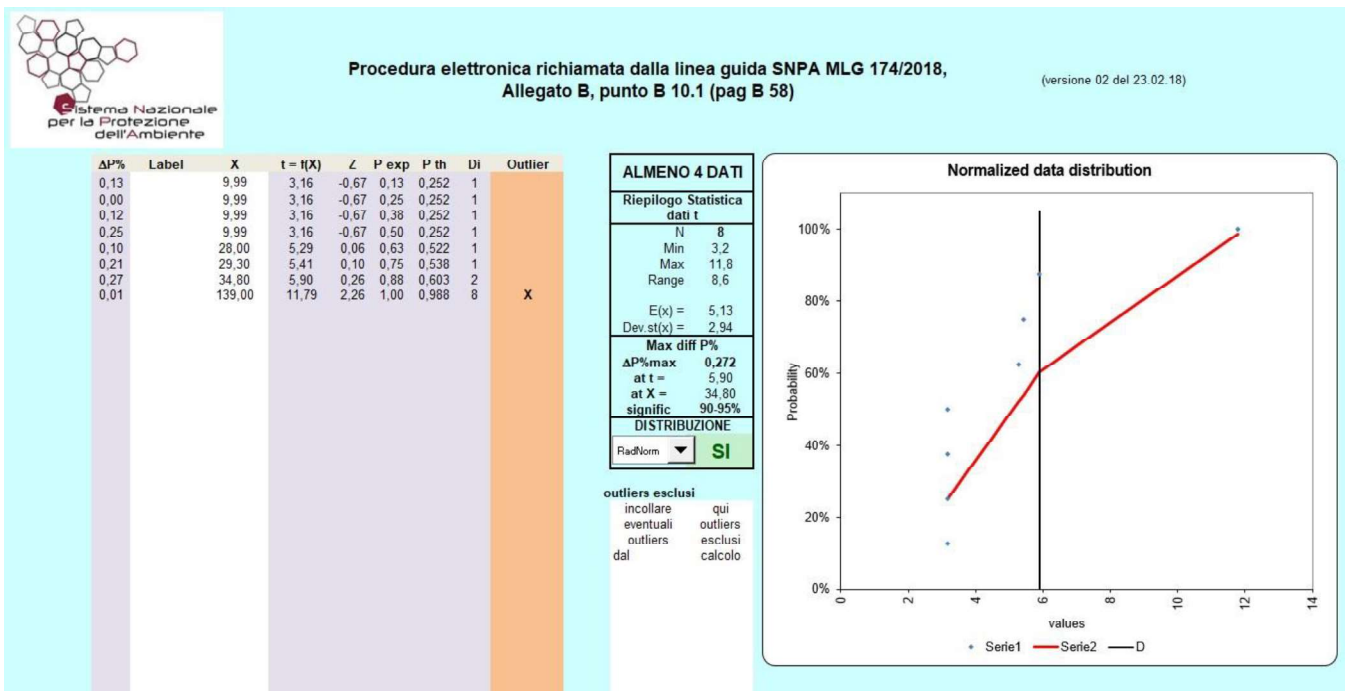
Mn



Ni

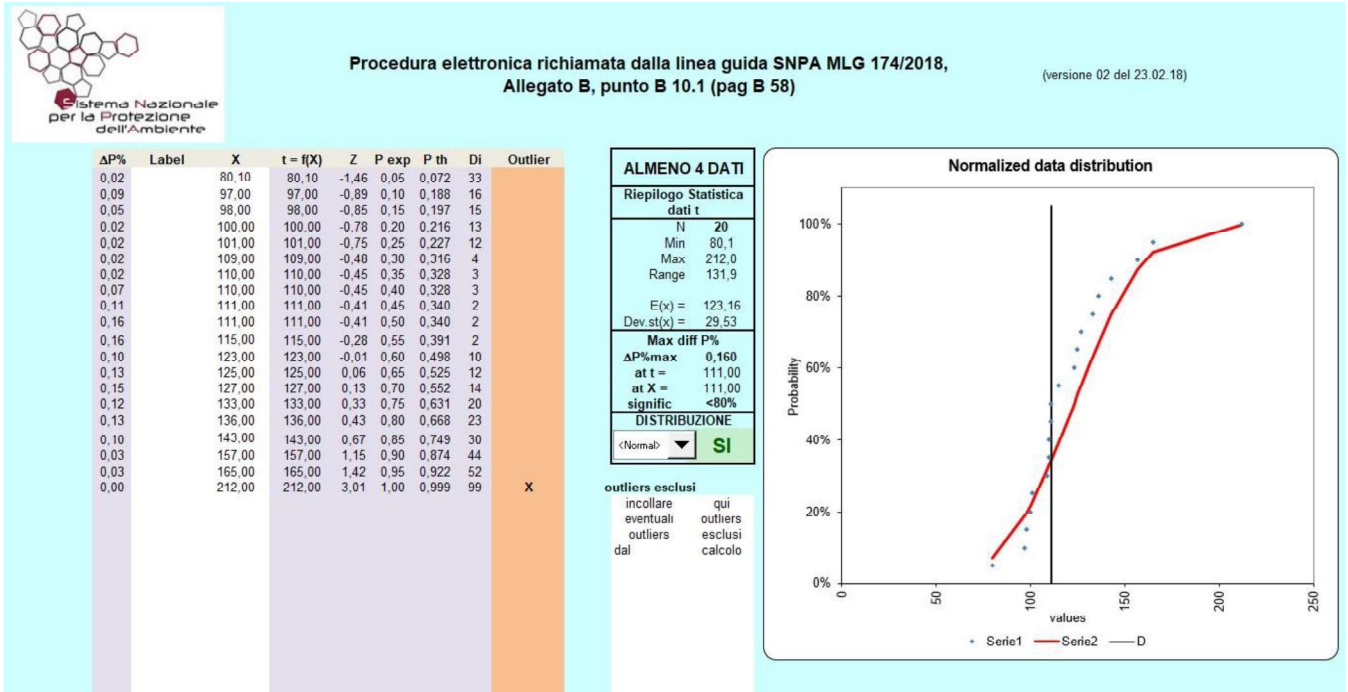


Zn

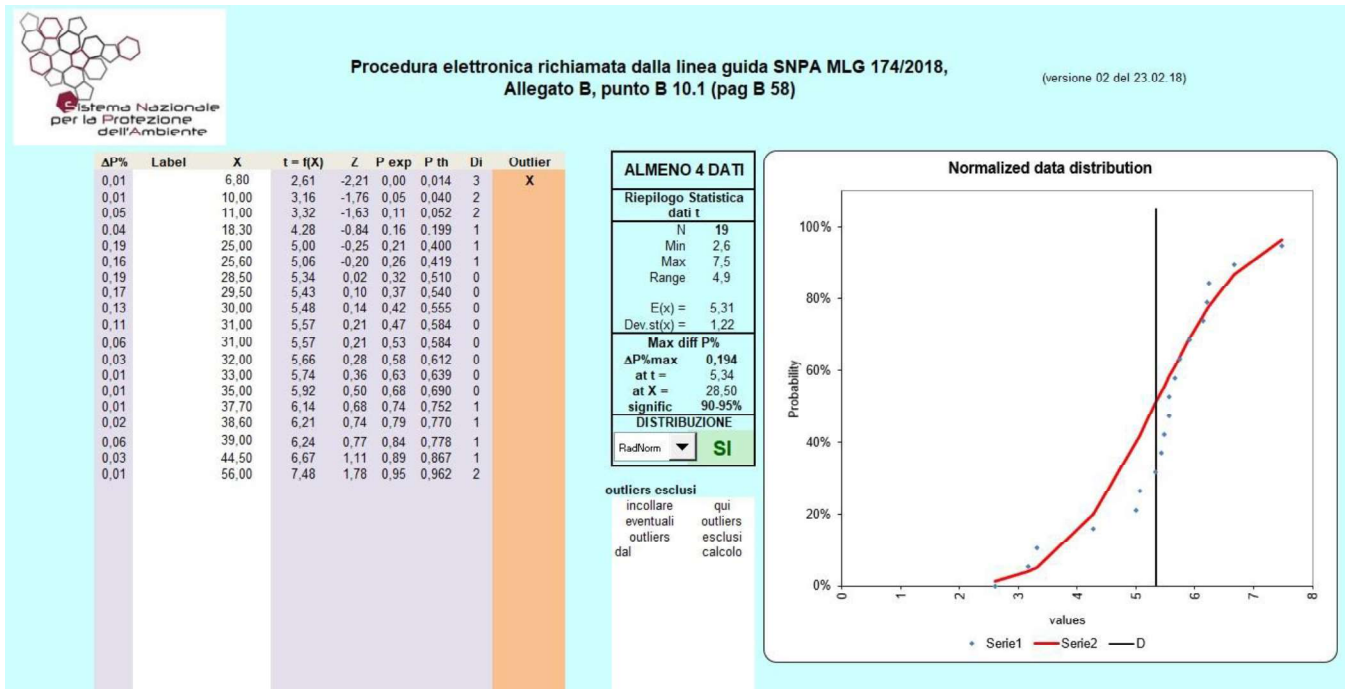


PIEZOMETRO DI MONITORAGGIO PZM3 NEW

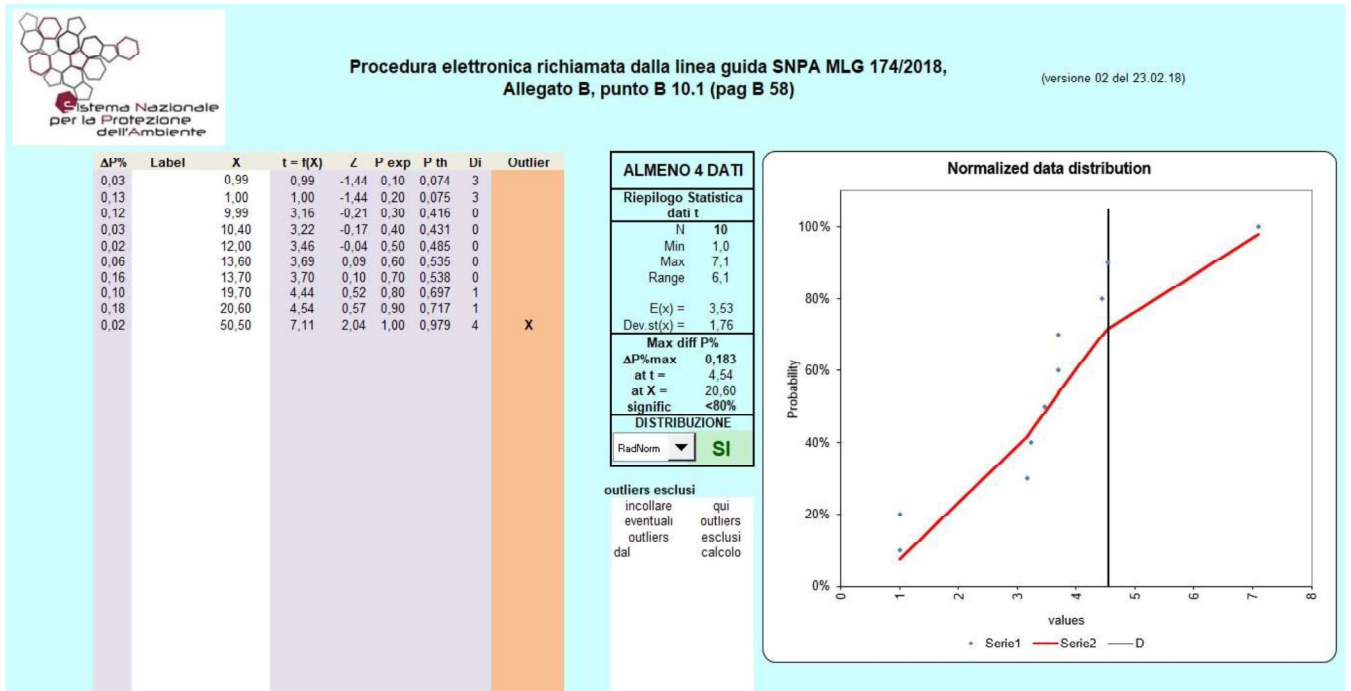
SO₂



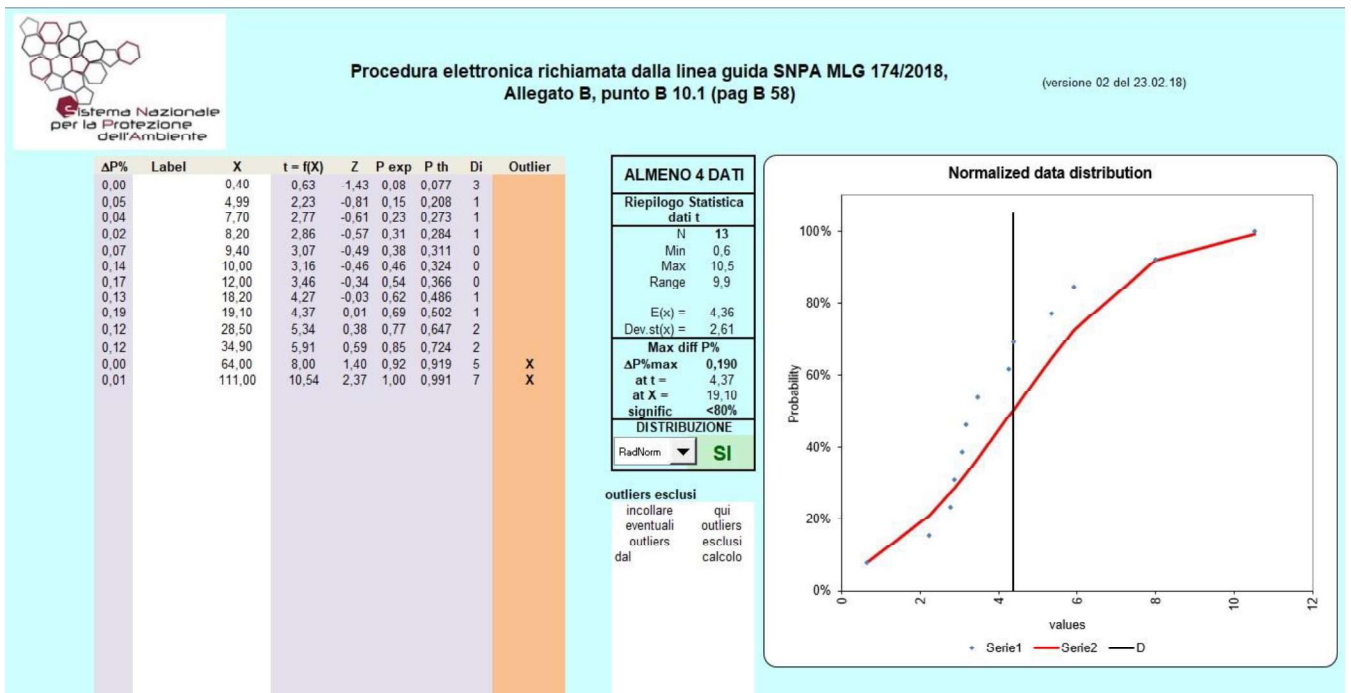
AI



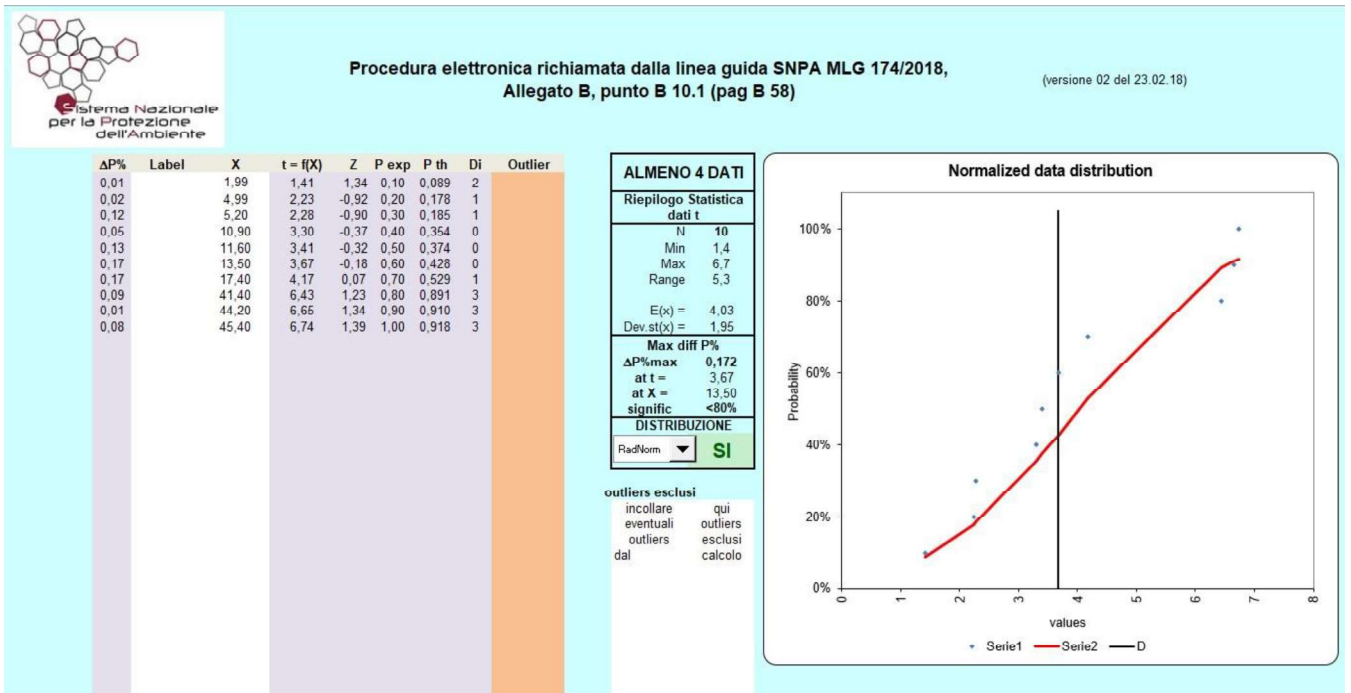
Fe



Mn



Ni



Zn

