

Discarica di Casa Rota (AR)

Relazione annuale 2020 ai sensi del D.Lgs. 36/03 e smi

Presentato a:

CSAI SpA

Inviato da:

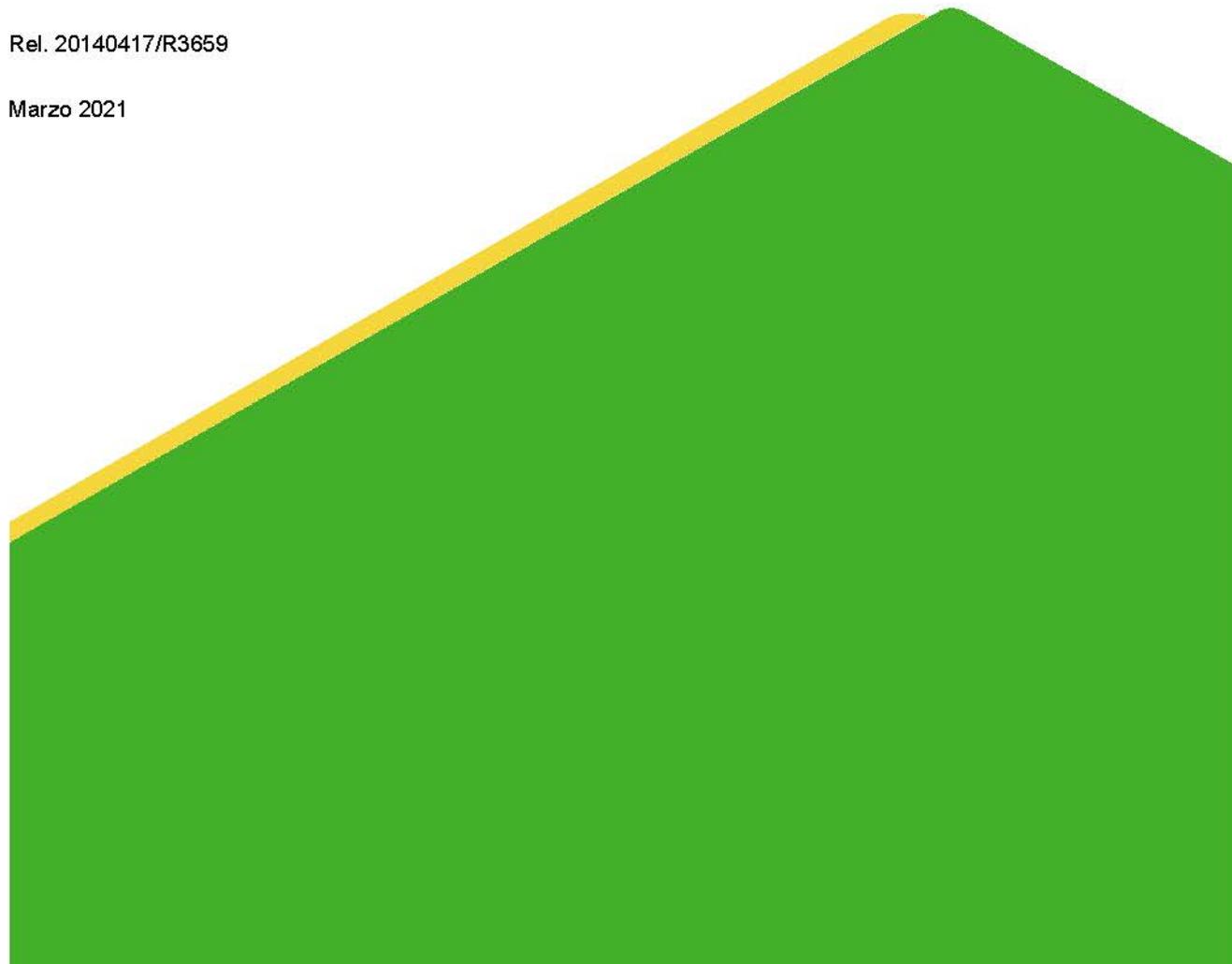
Golder Associates S.r.l.

Via Sante Bargellini 4, 00157 Roma, Italia

+39 06 45 22 3111

Rel. 20140417/R3659

Marzo 2021



Lista di distribuzione

CSAI SpA: 1 copia

Golder Associates Srl: 1 copia

Indice

PARTE I - INTRODUZIONE.....	1
1.0 PREMESSA	1
2.0 GENERALITÀ	2
2.1 Impianto.....	2
PARTE II – DESCRIZIONE DELLA DISCARICA.....	3
3.0 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3.1 Inserimento territoriale	3
3.2 Storia del sito.....	3
3.3 Descrizione impianto.....	5
3.4 Geologia e idrogeologia	6
3.4.1 Premessa	6
3.4.2 Inquadramento geologico generale	8
3.4.3 Lineamenti geologici di comparto	9
3.4.4 Studi di approfondimento della caratterizzazione geologica ed idrogeologica	11
3.4.5 Aggiornamento del quadro idrogeologico locale.....	12
3.4.6 Sintesi dei risultati	13
4.0 SITUAZIONE AMMINISTRATIVA	14
4.1 Proprietà area.....	14
4.2 Iter autorizzativo.....	14
4.3 Stato attuale	18
5.0 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	19
5.1 Premessa	19
5.2 Sistema di impermeabilizzazione di fondo e laterale.....	19
5.3 Argine di contenimento di fondo.....	19
5.4 Sistema di gestione del percolato	20
5.5 Sistema di gestione del biogas	21
5.6 Sistema di recupero energetico	23
5.6.1 Composizione impianto.....	23

5.6.2	Interventi impiantistici realizzati per il trattamento del biogas inviato al recupero energetico.....	23
5.7	Sistema di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche	24
5.8	Sistema di monitoraggio ambientale.....	24
5.8.1	Configurazione attuale (2020).....	24
5.9	Copertura finale.....	30
5.10	Copertura giornaliera	32
PARTE III – CONTENUTI DELLA RELAZIONE ANNUALE.....		33
6.0	PREMESSA	33
7.0	ORGANIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI.....	34
8.0	GESTIONE DELL’IMPIANTO.....	35
8.1	Premessa	35
8.2	Quantità e tipologia dei rifiuti smaltiti e loro andamento stagionale.....	35
8.2.1	Analisi dei dati	35
8.2.2	Sintesi	38
8.3	Controlli effettuati sui rifiuti conferiti	42
8.3.1	Analisi dei dati	42
8.3.2	Sintesi	47
8.4	Andamento dei flussi e del volume di percolato e relative procedure di smaltimento	47
8.4.1	Analisi dei dati	47
8.4.2	Sintesi	49
8.5	Sistemi e modalità di gestione del percolato.....	53
8.5.1	Premessa	53
8.5.2	Descrizione generale del sistema di gestione del percolato e modalità operative di gestione ...	53
8.5.3	Caratteristiche e operatività del sistema di monitoraggio dei livelli di percolato	55
8.5.4	Dati acquisiti dal sistema di gestione del percolato	56
8.5.5	Sintesi	68
8.6	Quantità di biogas prodotto ed estratto e relative procedure di trattamento e smaltimento	71
8.6.1	Analisi dei dati	71
8.6.2	Sintesi	74
8.7	Energia prodotta dall’impianto di recupero energetico.....	78
8.7.1	Analisi dei dati	78

8.7.2	Sintesi	79
8.8	Volume occupato e capacità residua nominale della discarica.....	81
8.8.1	Analisi dei dati	81
8.8.2	Sintesi	84
8.9	Trattamento scarichi civili.....	85
9.0	COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO	87
9.1	Premessa	87
9.2	Rilievi topografici.....	87
9.2.1	Analisi dei dati	87
9.2.2	Sintesi	87
9.3	Impianto elettrico.....	87
10.0	MONITORAGGIO.....	88
10.1	Premessa	88
10.2	Monitoraggio delle acque sotterranee.....	88
10.2.1	Attività di monitoraggio eseguite	88
10.2.2	Modalità di prelievo dei campioni.....	91
10.2.3	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite	92
10.2.4	Valutazioni.....	105
10.2.5	Ulteriori valutazioni derivanti da analisi isotopiche sulle acque sotterranee e sul percolato svolte nel periodo 2018-2019	120
10.2.6	Quadro di sintesi	128
10.3	Monitoraggio delle acque meteoriche	131
10.3.1	Attività di monitoraggio eseguite	131
10.3.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite	131
10.3.3	Quadro di Sintesi.....	132
10.4	Monitoraggio delle acque meteoriche dilavanti	133
10.5	Monitoraggio delle acque superficiali del Torrente Riofi.....	134
10.5.1	Attività di monitoraggio eseguite	134
10.5.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite	134
10.5.3	Quadro di sintesi	137
10.6	Monitoraggio dei sedimenti di fondo del Torrente Riofi.....	137
10.6.1	Attività di monitoraggio eseguite	137

10.6.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite	137
10.6.3	Quadro di sintesi	140
10.7	Monitoraggio dello stato di qualità delle acque del Torrente Riofi	141
10.7.1	Attività di monitoraggio eseguite	141
10.7.2	Tecniche di campionamento	141
10.7.3	Risultati – campagna di febbraio 2020.....	144
10.7.4	Risultati – campagna di giugno 2020.....	147
10.7.5	Quadro di sintesi	151
10.8	Monitoraggio del percolato.....	151
10.8.1	Attività di monitoraggio eseguite.....	151
10.8.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite.....	152
10.8.3	Quadro di sintesi	153
10.9	Monitoraggio del biogas.....	154
10.9.1	Attività di monitoraggio eseguite.....	154
10.9.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite.....	155
10.9.3	Valutazioni.....	158
10.9.4	Quadro di sintesi	159
10.10	Monitoraggio delle emissioni superficiali di biogas.....	160
10.11	Monitoraggio della qualità dell'aria.....	160
10.11.1	Attività di monitoraggio eseguite.....	160
10.11.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite.....	162
10.11.3	Valutazioni.....	163
10.11.4	Quadro di sintesi	164
10.12	Monitoraggio delle fibre di amianto.....	164
10.12.1	Attività di monitoraggio eseguite e risultati analitici	164
10.12.2	Quadro di sintesi	165
10.13	Monitoraggio delle emissioni in atmosfera dai motori di recupero energetico.....	165
10.13.1	Attività di monitoraggio eseguite.....	165
10.13.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite.....	166
10.13.3	Sistema di Monitoraggio in Continuo delle Emissioni (SMCE)	168
10.14	Monitoraggio degli inclinometri.....	171

10.14.1	Attività di monitoraggio eseguite	171
10.14.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite	175
10.14.3	Quadro di sintesi	177
10.15	Assestamenti del corpo discarica.....	178
10.15.1	Risultati	178
10.15.2	Sintesi	179
10.16	Dati meteoroclimatici.....	179
11.0	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	180

APPENDICE 1 - TAVOLE

- Tavola 1. Planimetria del sistema di monitoraggio
- Tavola 2. Rilievo topografico (dicembre 2020)
- Tavola 3. Monitoraggio assestamenti

APPENDICE 2 – TABELLE

- Tabella 1. Analisi chimiche acque sotterranee – piezometri di fondovalle (marzo 2020)
- Tabella 2. Analisi chimiche acque sotterranee - piezometri di fondovalle (giugno 2020)
- Tabella 3. Analisi chimiche acque sotterranee - piezometri di fondovalle (settembre 2020)
- Tabella 4. Analisi chimiche acque sotterranee - piezometri di fondovalle (ottobre 2020)
- Tabella 5. Analisi chimiche acque sotterranee - piezometri di fondovalle (novembre 2020)
- Tabella 6. Analisi chimiche acque sotterranee - piezometri di fondovalle (dicembre 2020)
- Tabella 7. Analisi chimiche acque sub-superficiali di infiltrazione – area collinare (marzo 2020)
- Tabella 8. Analisi chimiche acque sub-superficiali di infiltrazione – area collinare (giugno 2020)
- Tabella 9. Analisi chimiche acque sub-superficiali di infiltrazione – area collinare – piezometri TPZA1 e TPZA2 (giugno 2020)
- Tabella 10. Analisi chimiche acque sub-superficiali di infiltrazione – area collinare (settembre 2020)
- Tabella 11. Analisi chimiche acque sub-superficiali di infiltrazione – area collinare – piezometri TPZA1 e TPZA2 (settembre 2020)
- Tabella 12. Analisi chimiche acque sub-superficiali di infiltrazione – area collinare – piezometro TPZ3 (novembre 2020)
- Tabella 13. Analisi chimiche acque sub-superficiali di infiltrazione – area collinare (dicembre 2020)
- Tabella 14. Analisi chimiche acque sub-superficiali di infiltrazione – area collinare – piezometri TPZA1 e TPZA2 (dicembre 2020)

APPENDICE 3 – FIGURE

Grafici acque sotterranee – circolazioni di fondovalle

- Figura 1. Serie storica della conducibilità (circolazioni di fondovalle)
- Figura 2. Serie storica del pH (circolazioni di fondovalle)
- Figura 3. Serie storica dell'ammoniaca (circolazioni di fondovalle)
- Figura 4. Serie storica dei nitrati (circolazioni di fondovalle)
- Figura 5. Serie storica dei cloruri (circolazioni di fondovalle)
- Figura 6. Serie storica dei nitriti (circolazioni di fondovalle)
- Figura 7. Serie storica del manganese (circolazioni profonde di fondovalle)
- Figura 8. Serie storica del manganese (acquifero superficiale di fondovalle)
- Figura 9. Serie storica del ferro (circolazioni profonde di fondovalle)
- Figura 10. Serie storica del ferro (acquifero superficiale di fondovalle)
- Figura 11. Serie storica dell'arsenico (circolazioni di fondovalle)
- Figura 12. Serie storica del TOC (circolazioni di fondovalle)
- Figura 13. Serie storica del nichel (circolazioni di fondovalle)
- Figura 14. Serie storica dei solfati (circolazioni di fondovalle)
- Figura 15. Serie storica del piombo (circolazioni di fondovalle)

Grafici acque sub-superficiali di infiltrazione - area collinare

Figura 16. Serie storica della conducibilità e del pH

Figura 17. Serie storica dell'ammoniaca e dei cloruri

Figura 18. Serie storica del piombo e dell'arsenico

Figura 19. Serie storica del nichel e dei solfati

Grafici percolato

Figura 20. Serie storica della conducibilità e del pH

Figura 21. Serie storica del COD e del rapporto BOD5/COD

Figura 22. Serie storica dell'ammoniaca e del ferro

Figura 23. Serie storica del rame e del nichel

Figura 24. Serie storica del piombo e dello zinco

Figura 25. Serie storica del manganese e del cromo

Figura 26. Serie storica dell'arsenico e dei cloruri

Grafici biogas

Figura 27. Serie storica della concentrazione di metano nelle linee di trasporto

Figura 28. Serie storica della concentrazione di anidride carbonica nelle linee di trasporto

Figura 29. Serie storica della concentrazione di ossigeno nelle linee di trasporto

Figura 30. Serie storica della concentrazione dei parametri chimici nel biogas

Figura 31. Serie storica della concentrazione dei parametri chimici (idrogeno) nel biogas

Grafici qualità dell'aria

Figura 32. Serie storica del PM10 e dell'acido solfidrico

Figura 33. Serie storica di benzene, toluene e xileni

Figura 34. Serie storica delle sostanze odorigene

Figura 35. Serie storica del CVM e delle fibre di amianto

Grafici inclinometri

Figura 36. Inclinometro TIN6D – Deviazione asse, componente est

Figura 37. Inclinometro TIN6D – Deviazione asse, componente nord

Figura 38. Inclinometro TIN6D – Deviazione risultante

Figura 39. Inclinometro TIN6D – Diagramma polare

Figura 40. Inclinometro TIN7A – Deviazione asse, componente est

Figura 41. Inclinometro TIN7A – Deviazione asse, componente nord

Figura 42. Inclinometro TIN7A – Deviazione risultante

Figura 43. Inclinometro TIN7A – Diagramma polare

Figura 44. Inclinometro TIN8C – Deviazione asse, componente est

Figura 45. Inclinometro TIN8C – Deviazione asse, componente nord

Figura 46. Inclinometro TIN8C – Deviazione risultante

Figura 47. Inclinometro TIN8C – Diagramma polare

Figura 48. Inclinometro TIN9A – Deviazione asse, componente est

Figura 49. Inclinometro TIN9A – Deviazione asse, componente nord

Figura 50. Inclinometro TIN9A – Deviazione risultante

Figura 51. Inclinometro TIN9A – Diagramma polare

Figura 52. Inclinometro TIN10 – Deviazione asse, componente est

Figura 53. Inclinometro TIN10 – Deviazione asse, componente nord

Figura 54. Inclinometro TIN10 – Deviazione risultante

Figura 55. Inclinometro TIN10 – Diagramma polare

APPENDICE 4 – CERTIFICATI DELLE ANALISI CHIMICHE (SU SUPPORTO INFORMATICO)

APPENDICE 5 – DATI INERENTI AI BATTENTI DI PERCOLATO NEI POZZI

APPENDICE 6 – SCHEDE SMCE

APPENDICE 7 – SCHEDE IMPIANTO TRATTAMENTO REFLUI CIVILI

APPENDICE 8 - “RETE DI MONITORAGGIO DELL’ARGINE DI VALLE - REPORT INTEGRATO DELLE CAMPAGNE DI MISURA – Aggiornamento Dicembre 2020”

APPENDICE 9 – “Valutazione e aggiornamento dello stato idrogeochimico dell'area ad integrazione dei rilievi contenuti nella RIA 2018/2019”

PARTE I - INTRODUZIONE

1.0 PREMESSA

Nell'ambito dell'incarico di esecuzione del Piano di Sorveglianza e Controllo ("PSC") della discarica per rifiuti non pericolosi in località Casa Rota (nel seguito "discarica" o "impianto"), nel Comune di Terranuova Bracciolini (AR), Strada Provinciale 7 di Piantravigne, la Golder Associates Srl ("Golder") ha redatto la presente **Relazione Annuale** ai sensi del D.Lgs. 36/03 e s.m.i.

Il presente documento fa riferimento al periodo **gennaio – dicembre 2020**.

L'autorizzazione vigente per l'esercizio della discarica di Casa Rota è il **Provvedimento Dirigenziale n. 48/EC del 14/03/11** e successive integrazioni e modificazioni, il quale costituisce Autorizzazione Integrata Ambientale ("AIA") ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..

La discarica è gestita dalla CSAI con sede in Terranuova Bracciolini (AR), S.P. 7 di Piantravigne.

Oltre ad alcune prescrizioni specifiche, l'autorizzazione prevede anche la presentazione della presente relazione entro il **31 marzo di ogni anno**.

Nella presente relazione sono riportate le generalità dell'impianto di smaltimento, i dati di carattere gestionale, le attività svolte dalla Golder e dagli altri consulenti della CSAI nell'ambito del PSC, la cui attivazione operativa è avvenuta a dicembre 2003, i risultati di tali attività e le relative valutazioni.

In particolare, le attività di controllo riguardano verifiche gestionali dell'impianto, verifiche della fase di costruzione della discarica e controlli ambientali.

Nella prima parte della presente relazione sono descritte le generalità dell'impianto di smaltimento in oggetto.

Nella seconda parte viene fornita una descrizione riguardante l'inquadramento territoriale della discarica, la sua situazione amministrativa e le principali caratteristiche costruttive.

Nella terza parte del presente rapporto sono descritte le attività di controllo svolte presso l'impianto e sono riportati i principali dati gestionali.

I dati acquisiti nel corso dei sopralluoghi effettuati o forniti dal gestore, sono organizzati in forma di tabelle e grafici.

In riferimento alla struttura della presente relazione, si precisa che la stessa, per ogni sezione (costruzione, gestione e ambiente), riporta l'analisi dei **risultati** ottenuti dalle attività svolte e le relative **valutazioni**.

La Golder, che ha redatto la presente relazione, ha raccolto e consolidato in essa sia i dati raccolti nell'ambito delle proprie attività sia le informazioni fornite dal gestore e dai vari consulenti, organizzandoli per i comparti suddetti.

2.0 GENERALITÀ

2.1 Impianto

L'impianto di Casa Rota, prima dell'emanazione del D.Lgs. 36/03 era una discarica di I cat. e di II cat. tipo B; dopo l'emanazione del citato decreto ed in seguito all'approvazione del progetto di ampliamento e del PdA della discarica avvenuta il 04.08.03, l'impianto è stato autorizzato quale discarica controllata per lo smaltimento di **rifiuti non pericolosi**.

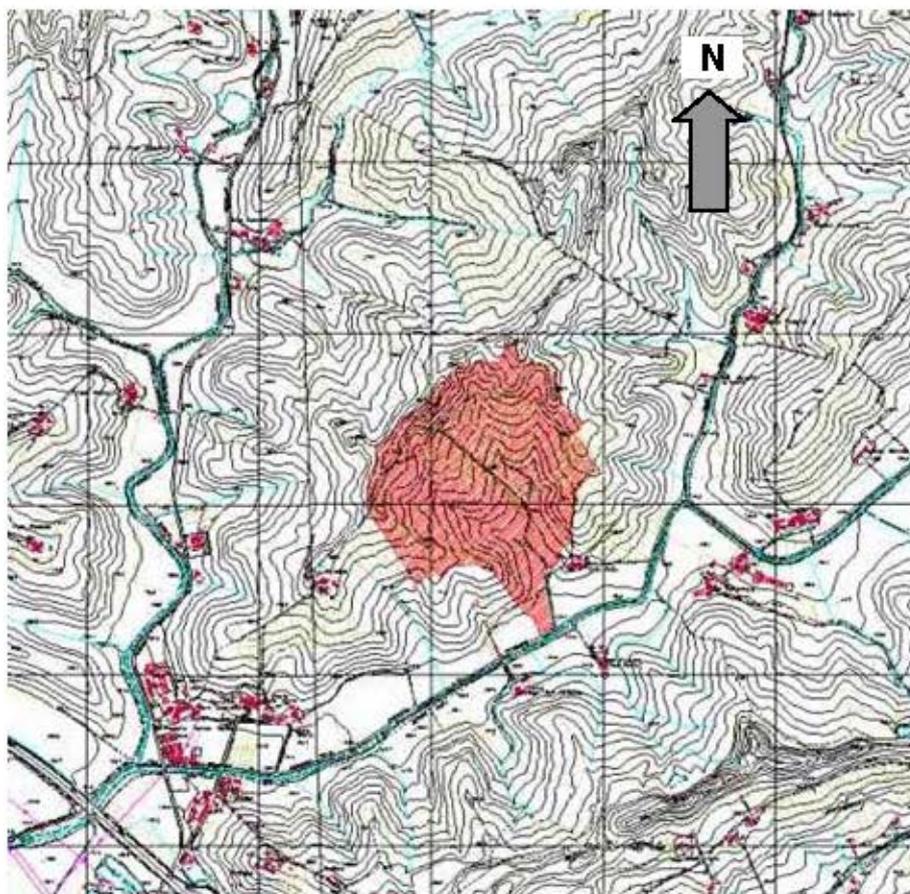
Inoltre, l'impianto è stato classificato nella sottocategoria di discarica per rifiuti non pericolosi quale discarica di cui alla lettera c), comma 1, dell'art. 7 del DM 27 settembre 2010: "*discariche per rifiuti misti non pericolosi con elevato contenuto sia di rifiuti organici o biodegradabili che di rifiuti inorganici, con recupero di biogas*".

L'ingresso del sito si trova a Sud Est rispetto all'impianto, sulla SP 7 di Piantravigne, dove è ubicata anche la pesa. Gli uffici sono localizzati nella zona Sud dell'area in corrispondenza del vecchio ingresso.

L'area della discarica è delimitata nel suo intorno da terreni agricoli, mentre a Sud il limite è definito dalla stessa SP 7.

Dal punto di vista idrografico, l'asta principale è costituita dal Torrente Riofi, che scorre parallelamente alla strada provinciale di Piantravigne dal lato opposto rispetto alla discarica (Tav. 1).

Schema planimetrico di riferimento (in rosso la zona occupata dal sito)



PARTE II – DESCRIZIONE DELLA DISCARICA

3.0 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

3.1 Inserimento territoriale

L'impianto è localizzato in Provincia di Arezzo, nel Comune di Terranuova Bracciolini. In particolare, il sito si trova a circa 4 km a NO dal centro abitato di Terranuova Bracciolini.

Le principali vie di comunicazione circostanti la discarica sono:

- la SC di Piantravigne che si sviluppa a Est dell'impianto prendendo origine dalla SP 7
- la SP 7 di Persignano a Sud della discarica
- la SP del Botriolo che si sviluppa in direzione Nord/Sud a circa 750 m a Ovest della discarica
- l'A1, Autostrada del Sole, a circa 1200 m a Sud/Ovest del sito.

3.2 Storia del sito

Il progetto iniziale della discarica Casa Rota quale impianto di I cat. e II cat. Tipo B, è stato approvato in data 28/07/88 dalla Provincia di Arezzo (Deliberazione C.P. di Arezzo n. 340 del 28/07/88), e prevedeva un volume netto di abbancamento di **1.526.000 m³** (per volume netto si intende il volume occupato dai rifiuti più il volume della copertura giornaliera degli stessi) per un totale di 7 moduli di coltivazione (nel seguito si farà riferimento a tale zona come "*modulo storico*"). La coltivazione della discarica è iniziata nel 1989.

In data 16/04/02 la Centro Servizi Ambiente Spa ("CSA") ha presentato il progetto di ampliamento della discarica, approvato in data 04/08/03 con Delibera GP n. 589.

Gli interventi di ampliamento si inquadrano nella pianificazione proposta dalla Provincia di Arezzo, con l'adozione del "Piano di Gestione dei Rifiuti - 1° stralcio Rifiuti urbani ed assimilabili"

L'ampliamento prevedeva la realizzazione di 4 moduli, da coltivare in 6 fasi successive, per una volumetria netta totale (oltre a quella realizzata con il progetto iniziale) di **2.174.000 m³**.

A giugno 2002 a fronte di una situazione di emergenza relativa alla gestione rifiuti, dovuta ad una scarsa volumetria residua di 130.000 m³, al fine di consentire il pieno sviluppo delle previsioni del Piano di Gestione dei Rifiuti, è stato predisposto un progetto stralcio per consentire il proseguimento dello smaltimento fino alla realizzazione ed autorizzazione dei nuovi moduli in ampliamento.

Tale progetto, approvato con Delibera G.P. n. 394 del 17/06/02, prevedeva l'utilizzo di 327.500 m³ della volumetria prevista dal progetto di ampliamento (2.174.000 m³). Questa capacità è stata reperita a monte della zona Ovest della discarica ed è stata principalmente ottenuta in parziale sormonto dei rifiuti abbancati ("*modulo stralcio*" della precedente tabella).

A novembre 2005 CSAI ha presentato il "*Progetto definitivo di riassetto morfologico ed ottimizzazione gestionale dell'impianto di Casa Rota*" approvato contestualmente al rilascio dell'AIA, il quale prevede una nuova

ripartizione dei volumi di abbancamento, per la stessa volumetria sopra citata, al fine di ottimizzare la gestione complessiva dell'impianto.

Dal progetto iniziale e dall'ampliamento della discarica consegue una volumetria netta attuale complessiva dell'impianto pari a **3.700.000 m³**.

In data 16/07/07 CSAI ha inoltrato alla Provincia di Arezzo la richiesta di autorizzazione alla realizzazione e gestione del progetto definitivo di ampliamento della discarica di Casa Rota ai sensi dell'art. 10 del D.Lgs. 59/05 e dell'art. 210 del D.Lgs. 152/06 (Rif. prot. 610/07). In particolare, è stata richiesta anche l'approvazione della VIA e della variante urbanistica derivante dal progetto presentato. La VIA è stata valutata dalle Autorità con parere favorevole in sede di Conferenza dei Servizi tenutasi il 30/12/10.

In data 14/03/2011 è stato approvato il progetto del 2007 con il rilascio del Provvedimento Dirigenziale n. 48/EC del 14/03/2011) il quale costituisce, come detto, Autorizzazione Integrata Ambientale ("AIA").

La volumetria utile per i conferimenti, relativa alla capacità complessiva dell'impianto, risulta pari **5.287.768,50 m³**.

Nel corso del 2014, dando seguito ad un iter procedurale dettato dalle prescrizioni contenute nel P.D. 48/EC, veniva autorizzato con Delibera della Giunta Provinciale n. 421 del 10/10/2014 il progetto presentato dalla CSAI di *"interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" attraverso una cassa di espansione sul Borro Riofi o delle Cave, e delle relative opere connesse e funzionali, nel Comune di Terranuova Bracciolini"*.

I lavori sono stati consegnati in data 01/08/2016 e sono stati conclusi il 24/07/2019.

L'intervento ha comportato la rimodulazione di tutta la rete infrastrutturale presente sul fondovalle, ivi compresi l'accesso alla discarica ed all'adiacente impianto di trattamento meccanico e biostabilizzazione dei rifiuti, e quota parte dei presidi di monitoraggio ambientale riferiti alle acque sotterranee.

Nel corso del 2018 i conferimenti sono proseguiti nel modulo I di terza fase, autorizzato alla gestione dalla Regione Toscana ad inizio 2018 (rif. prot. CSAI 1519 del 23/04/2018).

Nel corso del 2019 e 2020 i conferimenti sono proseguiti nei moduli I e II di terza fase, i quali, come suddetto, sono stati autorizzati alla gestione dalla Regione Toscana ad inizio 2018 (rif. prot. CSAI 1519 del 23/04/2018).

Si evidenzia inoltre che la Società ha un Sistema di Gestione Integrato per la Qualità, l'Ambiente, la Salute e Sicurezza nei luoghi di lavoro e l'Energia certificato:

- dal 2007, conforme alla norma UNI EN ISO 14001:2015 per l'ambiente, nel 2020 hanno avuto regolare svolgimento le attività di mantenimento del certificato (Certificato n° IT07/0609 valido fino al 12/04/2022).

- dal 2008 conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2015 per la qualità, nel 2020 è avvenuto il rinnovo della certificazione (Certificato n° IT08/1072 valido fino al 09/12/2022);

- dal 2014 sino al 2020 conforme alla OHSAS 18001 per gli aspetti di sicurezza e salute sul lavoro. Nel 2020 è avvenuto il rinnovo della certificazione con migrazione allo schema ISO 45001:2018 (Certificato n° IT14/0800 valido fino al 7/09/2023);

- dal 2017 conforme alla UNI CEI EN ISO 50001 per gli aspetti energetici del sito Casa Rota nel 2020 è avvenuto il rinnovo della certificazione con transizione alla edizione 2018 della norma (Certificato n° IT17/1075 valido fino al 22/12/2023);

Per i siti operativi Casa Rota in Terranuova Bracciolini e Il Pero in Castiglion Fibocchi, dal 2008 CSAI è altresì inserita nell'elenco delle organizzazioni registrate EMAS ai sensi del Regolamento n. 1221/09, nel 2020 hanno avuto regolare svolgimento le attività di mantenimento della registrazione (registrazione n. IT-000812, con certificato di registrazione valido fino al 16 maggio 2022).

3.3 Descrizione impianto

Il sito è ubicato in una zona precedentemente agricola. L'area nella quale sorge la discarica ha caratteristiche prettamente collinari con pendenze naturali non molto accentuate, tipiche della campagna toscana. Nella zona circostante l'impianto vi sono terreni di natura agricola con case rurali.

La vegetazione nel circondario è prevalentemente occupata da vigneti ed altre colture agricole stagionali e localmente boscosa a macchie.

L'accesso al sito, che storicamente era collocato nella zona Sud della discarica, è stato spostato ad inizio 2019 a Sud Est del polo impiantistico raggiungibile dalla Strada Provinciale 7 per mezzo di un raccordo stradale dedicato che confluisce alla rotatoria realizzata lungo la stessa S.P. 7.

Gli uffici del personale di gestione sono rimasti ubicati nell'area Sud mentre la stazione di pesatura e controllo degli accessi è stata collocata in prossimità del nuovo accesso. La discarica si raggiunge transitando di fronte all'impianto di selezione e compostaggio (gestito dalla TB Spa) e poi dirigendosi verso nord fino ad incrociare la viabilità interna della discarica.

In corrispondenza dell'incrocio si trova un piazzale dove sono ubicati la centrale di estrazione del biogas, le torce, i motori di recupero energetico, 16 cisterne di raccolta del percolato da 20 m³ ciascuna (suddivise in 4 gruppi, ognuno dei quali è composto da quattro cisterne alloggiare vasche di contenimento in calcestruzzo armato) e la zona di lavaggio ruote.

Subito a monte di questo piazzale inizia la zona di abbancamento dei rifiuti; il *modulo storico* occupa la parte Ovest del Sito, mentre sul lato Est si trova il nuovo bacino oggetto dell'ampliamento della discarica in parte in fase di costruzione, ed in parte in fase di coltivazione.

La zona di coltivazione dei rifiuti si estende fino al confine Nord dell'impianto.

Continuando verso Nord, lungo il confine Ovest del modulo coltivato, sono posizionate altre cinque cisterne di raccolta del percolato da 20 m³ ciascuna e, a Nord a circa 280 m da queste ultime cisterne, la nuova centralina

meteo climatica. Sempre lungo il confine ovest si trova anche l'impianto di combustione del biogas dedicato al gas a basso potere calorifico.

Sul corpo dei rifiuti in prossimità del punto di scarico è ubicata una torcia mobile per la combustione del gas generato dalle aree in conferimento attivo tramite dreni sub – orizzontali e n. 3 ulteriori serbatoi flessibili per il contenimento del percolato da 120 m³/cad.

L'area interessata dall'impianto è recintata.

In posizione adiacente agli uffici si trova un capannone adibito a magazzino di servizio.

3.4 Geologia e idrogeologia

3.4.1 Premessa

Il quadro di riferimento relativo agli aspetti geologici e idrogeologici riportate nel presente capitolo sono il risultato di quasi vent'anni di indagini e ricerche condotte per definire, soprattutto da un punto di vista idrogeologico, rapporti e relazioni tra il sedime di insediamento della discarica controllata comprensoriale di Casa Rota e le risorse ambientali esistenti. Com'è noto l'ingente mole di dati acquisita ha consentito di definire un modello idrogeologico del sottosuolo, in un ambito assai più esteso che il ristretto sedime di discarica, ma, considerata la complessità e le peculiarità del contesto territoriale di riferimento, vi sono ancora oggi alcuni aspetti che richiedono ulteriori affinamenti per poter effettivamente formulare, in via definitiva, l'assetto idrogeologico dell'areale.

A titolo puramente esemplificativo e non esaustivo, è utile passare in rassegna i principali lavori che hanno consentito di giungere al quadro di riferimento ambientale, successivamente rappresentato:

RASSEGNA DOCUMENTALE INDAGINI SVOLTE NELL'AREALE DAL 1988 AL 2016

- **Anno 1988**, Geotecnica Palazzi, Realizzazione di n. 9 sondaggi a carotaggio continuo di profondità tra 21 ÷ 30 m
- **Anno 1997**, Ing. Pizzolon, Relazione geotecnica con verifica della stabilità dei fronti di scavo
- **Anno 1997**, società Tecna, Esecuzione prove penetrometriche statiche di tipo CPT per la parametrizzazione dei depositi del settore SE dell'impianto
- **Anno 1997** - Proff. Pranzini e Focardi (Università di Firenze), Relazione geologica con verifica della stabilità dei versanti. (Agosto 1997)
- **Anno 2002** Dott. G. Francini, Relazione geologico tecnica ed indagine geognostica sull'area del previsto ampliamento della discarica controllata comprensoriale di Casa Rota – Comune di Terranuova Bracciolini". Realizzazione di n. 4 sondaggi a carotaggio continuo, in parte attrezzati ad inclinometri, prove di permeabilità tipo Lefranc, prove penetrometriche statiche ed analisi di laboratorio. (Marzo 2002)
- **Anno 2004**, Dott. G. Francini, Completamento della rete di monitoraggio piezometrico ed inclinometrico nella discarica comprensoriale di Podere Rota. (Novembre 2004)

- **Anno 2005**, Dott. G. Francini, rilievi piezometrici nella zona di fondovalle, ricostruzione delle isopieze e definizione della direzione del flusso idrico dell'acquifero presente nelle alluvioni del B. Riofi ed esecuzione di 2 profili di sismica a rifrazione. (Maggio 2005)
- **Anno 2005**, Golder **Associates**, Studio idrogeologico dell'area della discarica di Casa Rota. (Novembre 2005)
- **Anno 2006**, **Golder Associates**, Realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo sul fondovalle, attrezzati a piezometro di monitoraggio delle acque sotterranee e pozzi di approvvigionamento idrico
- **Anno 2006**, Realizzazione di prove penetrometriche statiche CPT ai fini dell'ampliamento della discarica;
- **Anno 2007**, **Dott. G. Francini e Dott. Censini – Indagini** sismiche con esecuzione di n. 12 profili di sismica a rifrazione per lo studio degli interventi di ampliamento discarica Podere Rota. (Marzo 2007)
- **Anno 2007** **Golder Associates**, Sviluppo Operativo dello Studio Idrogeologico dell'area della discarica di Casa Rota. (Maggio 2007)
- **Anno 2008**, **Golder Associates**, esecuzione di un piezometro e prove di pompaggio sul fondovalle
- **Anno 2010** Prof. **G.P. Beretta**, Caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area circostante la discarica di Casa Rota. (Dicembre 2010)
- **Anno 2010**, **Golder Associates**, Esecuzione di sondaggi in zona collinare e in posizione intermedia tra fondovalle e area collinare, successivamente attrezzati a piezometri. Esecuzione di prove lefranc e di portata sul fondovalle. Esecuzione di indagine geoelettrica lungo 3 sezioni, delle quali due sul versante della discarica ed uno lungo il fondovalle;
- **Anno 2011**, **Golder Associates**, Esecuzione di sondaggi sul fondovalle finalizzati a realizzazione di piezometri e barriera idraulica. Esecuzione di prove di portata sul fondovalle.
- **Anno 2012**, **Golder Associates**, relazione delle indagini ambientali finalizzate alla realizzazione di una barriera idraulica (Maggio 2012)
- **Anno 2014**, **Gardone Associati Consulenze**, Relazione geologica e geotecnica sulle indagini – Interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto e delle relative opere connesse e funzionali. (Aprile 2014)
- **Anno 2015**, **Gardone Associati Consulenze**, Piano per il superamento delle interferenze, con perforazione dei piezometri sostitutivi, test di emungimento e monitoraggi piezometrici. - Interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto e delle relative opere connesse e funzionali. (Aprile-Settembre 2015)
- **Anno 2016**, **Gardone Associati Consulenze**, Piano per il superamento delle interferenze, con perforazione dei piezometri sostitutivi, elaborazione test di emungimento e monitoraggi piezometrici. -

Interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto e delle relative opere connesse e funzionali. (Settembre 2016-attuale).

- **Anno 2020, GOLDER-SINERGIA srls** Discarica per rifiuti non pericolosi di "Casa Rota" Comune di Terranuova Bracciolini (AR): Valutazione e aggiornamento dello stato idrogeochimico dell'area ad integrazione dei rilievi contenuti nella RIA 2018/2019.

3.4.2 Inquadramento geologico generale

Nella zona oggetto di studio sono ben rappresentati i sedimenti appartenenti alla seconda e terza fase deposizionale coincidenti rispettivamente con il Sintema di Montevarchi e di Monticello-Ciuffenna.

Appartenenti al primo gruppo (Sintema di Montevarchi) ed estesamente affioranti in zona, si riconoscono, i Limi e Sabbie del Torrente Oreno (LSO), le Argille del Torrente Ascione (ASC) e i Limi di Terranuova (TER). I primi sono costituiti da limi grigi e grigi-azzurri, talora argillosi o sabbiosi, spesso intensamente bioturbati, con intercalazioni di sabbie e sabbie limose grigie o giallastre, talora arrossate; frequenti le intercalazioni di banchi di argille grigio – azzurre e locali lenti di ciottolami ad elementi arenacei, paleosuoli e concrezioni calcaree. L'età è Pliocene superiore – Pleistocene inferiore. Le Argille del Torrente Ascione sono rappresentate da argille, argille limose e sabbie argillose di colore grigio contenenti abbondanti frammenti vegetali, argille torbose e nerastre e livelli di lignite; frequenti le intercalazioni di banchi di sabbie e sabbie ciottolose giallastre, talora arrossate. L'età è Pliocene superiore. I Limi di Terranuova sono costituiti da limi argillosi – sabbiosi grigi e argille talora sabbiose grigio – azzurrognole; frequenti intercalazioni di banchi di lenti e sabbie giallastre talora arrossate; locale presenza di paleosuoli. L'età è Pliocene superiore. Al Sintema di Monticello-Ciuffenna appartengono invece i Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) e le Sabbie del Tasso (STA). I primi sono costituiti da limi sabbiosi o sabbioso argillosi, bruno giallastri e rossastri, talora pedogenizzati, con intercalazioni di sabbie e sabbie limose e di ciottolami ad elementi arenacei; presenti livelli di limi argillosi e argille torbose. L'età è Pleistocene medio. Le Sabbie del Tasso sono rappresentate da sabbie quarzoso – feldspatiche mal classate e di colore da bruno-giallastro a grigio-giallastro, talvolta ocracee per alterazione. Locali intercalazioni lentiformi di ciottolami minuti ad elementi arenacei e di limi e argille talora torbose. L'età è Pleistocene medio. In corrispondenza dei corsi d'acqua, quali Borro Persignano e Borro Renacciola, sono presenti depositi alluvionali in evoluzione costituiti da sabbie, limi e ghiaie di età olocenica.

Il modello litostratigrafico è stato desunto sulla base di quanto riportato nella Carta Geologica della Regione, opportunamente validato da rilievi diretti in campo e da un notevole numero di prospezioni geognostiche, dirette ed indirette, eseguite a partire dal 1988. L'areale, sia esso riferito al comparto collinare che di fondovalle, risulta caratterizzato, in affioramento, da una sequenza regolare di orizzonti a giacitura suborizzontale dei depositi plio-quadernari del bacino del Valdarno, con contatti stratigrafici paralleli alle curve di livello.

In particolare, l'**areale collinare** vede l'affioramento di due formazioni: i Limi e le Sabbie del Torrente Oreno, appartenenti al Sintema di Montevarchi, ubicate nella porzione più a valle, poste a quote comprese tra i 180 e 200 m s.l.m., sovrastati in successione stratigrafica, da residui lembi di Sabbie del Tasso, appartenenti al Sintema di Monticello – Ciuffenna, tra i 200 ed i 215 m s.l.m.

Litologicamente le due formazioni sono caratterizzate da un'alternanza di livelli e lenti a diversa granulometria e tessitura, con estensione variabile. Più in particolare:

- le **Sabbie del Tasso** (Pleistocene medio) presentano uno spessore massimo di circa 20 m suddivisi in vari livelli, rappresentati da una prevalenza di sabbie all'interno delle quali si trovano intercalate lenti e livelli minori di materiale più grossolano
- i **Limi e le Sabbie del Torrente Oreno** (Pliocene superiore-Pleistocene inferiore) presentano uno spessore medio di circa 30 m. La granulometria di tali depositi è prevalentemente medio - fine. All'interno del deposito principale, rappresentato verosimilmente da limi e argille, si riscontra la presenza di lenti di notevoli dimensioni costituite da materiale più grossolano rappresentato, per una buona percentuale da sabbie.

Al di sotto dei Limi e Sabbie del Torrente Oreno giacciono in successione stratigrafica e con giacitura suborizzontale le **Argille del Torrente Ascione** (Pliocene superiore), che affiorano estesamente poco più a sud in un'area che costituisce attualmente una parte del sedime della discarica esistente.

Seguono in successione stratigrafica i **Limi di Terranuova** (Pliocene superiore): limi argilloso-sabbiosi grigi prevalenti, con subordinate argille e argille sabbiose grigio azzurrognole, intercalazioni di banchi e lenti di sabbie giallastre talora rossastre e lenti di torba.

Nell'**areale di fondovalle**, di pertinenza evolutiva del Borro Riofi, si riconoscono in successione stratigrafica dai più antichi ai più recenti:

- **Limi di Terranuova (Pliocene superiore):** limi argilloso-sabbiosi grigi prevalenti, con subordinate argille e argille sabbiose grigio azzurrognole, intercalazioni di banchi e lenti di sabbie giallastre talora rossastre e lenti di torba. Lo spessore massimo affiorante è di 25-30 metri. Tale formazione affiora nella parte inferiore dei versanti in prossimità della pianura alluvionale.
- **Alluvioni recenti (Olocene):** si ritrovano nel letto dei corsi d'acqua e nelle aree esondabili contigue. Sono caratterizzate da sabbie medio fini e limi sabbiosi, con rara presenza di ciottolini e ghiaie di natura arenacea e calcarea. Lo spessore varia da pochi decimetri nei borri secondari, a qualche metro in quelli principali. Localmente questi terreni possono presentarsi poco addensati.

3.4.3 Lineamenti geologici di comparto

Per quanto riguarda l'assetto stratigrafico dei due domini, collinare e di fondovalle, i sondaggi realizzati hanno evidenziato la presenza estesa e profonda di litologie poco permeabili. Sono presenti sporadici ed isolati livelli sabbioso-limosi che, tuttavia, non hanno una significativa permeabilità. È stata pertanto confermata nel sottosuolo dell'area della discarica la presenza di litotipi a bassa permeabilità, appartenenti alle Argille del Torrente Ascione ed ai Limi di Terranuova. La conducibilità idraulica dei livelli meno permeabili è intorno a $10^{-8} \div 10^{-9}$ m/s, mentre quella degli orizzonti relativamente più permeabili è intorno a $10^{-6} \div 10^{-7}$ m/s.

I sondaggi ubicati nel **settore di fondovalle**, che si sviluppano approssimativamente lungo il corso del Borro Riofi ed in sequenza da NE verso SW, al disotto di una debole copertura di terreno vegetale di spessore circa

1,0 metro, rivelano la presenza di depositi a granulometria prevalentemente limo sabbiosa, a luoghi con tessitura prevalente sabbiosa e ciottolini ben evoluti interclusi, talora intervallati da orizzonti di argille limose.

I litotipi descritti, riferibili sia alle alluvioni recenti del Borro Riofi che, in misura variabile, al rimaneggiamento dei depositi di versante, presentano uno spessore compreso tra circa i 10,0 m e i 15,0 m. Le alluvioni poggiano su un substrato, Limi di Terranuova, costituito da argille limose – limi argillosi di colore dal grigio al grigio azzurro, con tracce o piccoli banchi di torba e livelli o lenti intercalari di sabbie fini limose omocrone il cui spessore, ove presenti, può variare tra 2,0 e 8,0 m. Orizzonti e lenti di sabbie fini e medio fini limose, talora con sparso minuto ghiaietto appaiono decisamente in subordine e con spessori sempre limitati. La formazione costituita da argille limose – limi argillosi si estende fino alle massime profondità investigate con i sondaggi ed ha consistenza che da media tende gradualmente ad aumentare con la profondità ed una plasticità che varia in funzione della frazione sabbioso-siltosa.

Il contesto idrogeologico dell'area di fondovalle è caratterizzato dalla presenza della coltre alluvionale che colma la paleoincisione del Borro Riofi, la quale è rappresentata da una granulometria prevalentemente sabbiosa e sabbioso-limosa, a luoghi con ciottolini ben evoluti interclusi o veri e propri livelletti di ghiaia in matrice sabbiosa, in alcuni casi intervallati da orizzonti di argille limose. Tali depositi, caratterizzati da una permeabilità da media a medio bassa, sono risultati sede di una ridotta circolazione sub superficiale ed ipodermica, in particolar modo in corrispondenza dei termini sabbioso-limosi talora sabbioso-ghiaiosi nocciola-ocraceo, in condizioni freatiche. E' presente, quasi sempre nettamente separato dal sovrastante livello richiamato in precedenza, da un orizzonte metrico a tessitura francamente limo argillosa, un livello di sabbie fini limose talora con interclusi ghiaiosi, nocciola con fiammature grigiastre, anch'esso sede di circolazione idrica in condizioni semiconfinate. Le condizioni di alimentazione di tale livello, soprattutto in corrispondenza dell'ingresso al polo tecnologico di Podere Rota, risultano assai più significative di tutti i livelli più permeabili sinora trattati ed esaminati. Nei sottostanti limi di Terranuova, sono presenti, lenti intercluse di sabbie fini limose, sature, che manifestano deboli potenzialità idriche in condizioni confinate.

Nel **comparto collinare** i dati forniti dai sondaggi mostrano la presenza al di sotto di una copertura estesa di detriti di versante costituita da limi debolmente sabbiosi e sabbie limose di colore marrone, di limi argillosi grigio-azzurri che costituiscono il substrato di tutta l'area appartenenti prevalentemente ai Limi di Terranuova ed in subordine, alle Argille del Torrente Ascione. All'interno di tali orizzonti tuttavia sono presenti lenti intercluse di limi sabbiosi e sabbie limose la cui continuità areale, risulta talvolta di dubbia interpretazione e di non facile localizzazione. Spesso infatti l'estensione e la significatività risulta assai limitata esaurendosi nello spazio di qualche decina di metri. Tali orizzonti, in giacitura sub orizzontale, pur manifestando connotati idrogeologici differenti dai limi argillosi entro cui vengono ritrovati, assumono valori di permeabilità comunque bassa.

All'interno dei due orizzonti individuati sono state rinvenute fenomeni di saturazione . Le frequenti eteropie laterali tra livelli e lenti di sabbia di debole spessore e le potenti bancate di argilla, limitano infatti la continuità idraulica tra gli orizzonti più permeabili saturi e favoriscono in presenza di deboli gradienti, di un deflusso idrico fortemente condizionati da direttrici preferenziali di migrazione controllate da locali variazioni tessiturali e/o

granulometriche. I livelli di torba e lignite, inoltre, essendo caratterizzati da una permeabilità nulla o quasi, rappresentano delle barriere all'infiltrazione in profondità.

Pertanto i livelletti di limi sabbiosi o sabbie limose, relativamente più permeabili, se in condizioni di saturazione, si comportano come piccoli serbatoi, spesso di limitate capacità, i quali, laddove disposti in prossimità del piano campagna, trovano alimentazione direttamente dalle acque meteoriche o da quelle di scorrimento superficiale; al contrario quando intercluse nei banchi argillo-limosi, drenano lentamente l'acqua di imbibizione di questi ultimi.

3.4.4 Studi di approfondimento della caratterizzazione geologica ed idrogeologica

I principali assunti riguardanti il modello preso a riferimento relativo alla circolazione idrica nel sottosuolo, prima delle più recenti campagne di indagine geognostica ed idrogeologica (2018-2020) sono sintetizzabili nei seguenti punti:

1. nell'insieme le indagini hanno accertato che l'assetto stratigrafico dell'area risulta complesso e di come la presenza di livelli a maggior conducibilità idraulica **si estendano tubularmente**, ponendo in connessione idraulica settori fra loro distanti.
2. le prove di pompaggio eseguite che hanno confermato l'esistenza di una connessione idraulica fra piezometri appartenenti ad uno stesso livello acquifero, evidenziata dall'osservazione di abbassamenti dei livelli idrici in piezometri posti anche a notevole distanza (300 metri) dal piezometro in emungimento.
3. i quantitativi massimi complessivamente emungibili nell'area risultano pari ai circa 500 mc/giorno, valore superiore di 50 volte al quantitativo minimo previsto dal D.Lgs 30/2009 per la definizione di sistema acquifero.
4. i due intercalari sabbiosi (sede delle circolazioni semiconfinata e confinata) vista la continuità osservata lungo la direttrice del Riofi è ipotizzabile che possano estendersi anche al di sotto del corpo di discarica (condizione non indagabile). Il primo di essi localizzandosi fra quote 132-127 se estrapolato orizzontalmente, si localizzerebbe a circa 11 metri dal fondo vasca della discarica (quota fondo vasca 143 m s.l.m.).

In riferimento ai punti poc'anzi elencati, sulla scorta degli aggiornamenti intervenuti e di una oggettiva rilettura critica, si rileva quanto segue:

- 1) La ricostruzione scientifica sull'evoluzione sedimentologica e paleogeografica dell'areale, supporta la tesi che forma e geometria degli orizzonti a maggiore permeabilità, corrispondenti agli episodi sedimentari a maggiore energia, sia assimilabile a paleocanali e/o conoidi di forma lenticolare intercluse e/o interdigitate entro i sedimenti fini a tessitura limo argillosa (siano essi Argille del Torrente Ascione che Limi di Terranuova). Tale modello appare più coerente rispetto alla tesi 2011 che, semplificando, riconduceva gli intercalari limo sabbiosi a maggiore permeabilità, a corpi sedimentari a giacitura suborizzontale e di forma tabulare, pervasivamente distribuiti in ambiti anche molti estesi.
- 2) I test eseguiti si sono rivelati sovente prove di svuotamento con tutti i limiti probanti di simili accertamenti, soprattutto per definire parametri idrodinamici ed ambiti di interferenza. Peraltro la maggior parte di tali prove sono risultate pesantemente condizionate da disturbi esterni che ne hanno alterato i risultati e mascherato l'effettiva significatività.

- 3) Il concetto va riferito ai corpi idrici sotterranei con produttività maggiore di 7 l/min in regime di equilibrio idrogeologico e non esteso genericamente a tutto ciò che intercetta indistintamente acqua nel sottosuolo di altra origine. Da qui la necessità di riferirsi a codifiche coerenti, attribuendo, dove ne ricorrano i presupposti, a definizione appropriate differenziando ciò che può oggettivamente essere qualificato come corpo idrico sotterraneo e/o orizzonte acquifero, rispetto a ciò che oggettivamente può e deve essere riconosciuto come acquicludo o acquitardo, diffidando da interpretazioni semplificative.
- 4) A seguito delle ulteriori campagne di indagine susseguitesesi dal 2013 in poi, si è consolidata l'ipotesi che, delineando un assetto idrogeologico più coerente, individua due corpi idrici sotterranei, semiconfinato e confinato, geometricamente confinati entro il fondovalle del Riofi le cui propaggini distali, lungo i fianchi dei paleocanali o delle paleo conoidi, si estendono decametricamente entro il dominio collinare, sfumando tuttavia nei termini argilloso limosi. A giudizio degli scriventi perde pertanto sostanza la tesi sulla connessione idraulica tra la zona di imposta della discarica ed il fondovalle mediante intercalari limo sabbiosi, a giacitura suborizzontale e di forma tabulare, pervasivamente distribuiti in ambiti anche molti estesi.

3.4.5 Aggiornamento del quadro idrogeologico locale

Nel comparto del fondovalle, si consolida un modello idrogeologico aggiornato, suffragato non solo da dati quantitativi ma anche dai riscontri geochimici, che delinea un assetto più coerente, individuando due corpi idrici sotterranei, semiconfinato e confinato, geometricamente compresi entro il materasso alluvionale del Borro Riofi, le cui propaggini distali, lungo i fianchi dei paleocanali o delle paleo conoidi, si estendono decametricamente entro il dominio collinare, sfumando tuttavia nei termini argilloso limosi. Il dominio collinare viene pertanto connotato da una estesa presenza di orizzonti a tessitura limo argillosa franca, classificabili idrogeologicamente come acquitardi, al cui interno trovano riscontro, lenti di estensione variabile ma di spessori esigui, a tessitura limo sabbiosa, classificabili come acquicludi. Le frequenti eteropie laterali tra livelli e lenti di limi sabbiosi di debole spessore e le potenti bancate di argilla, limitano infatti la continuità idraulica tra gli orizzonti, relativamente più permeabili, favorendo l'instaurarsi di sistemi di circolazione idrica spesso fortemente condizionati da direttrici preferenziali di migrazione controllate da locali variazioni tessiturali e/o granulometriche. I livelli di torba e lignite, oltre a condizionare fortemente il chimismo delle acque di saturazione presenti, essendo caratterizzati da una permeabilità nulla o quasi, rappresentano ulteriori ostacoli alla migrazione delle acque nel sottosuolo. Migrazione che, come più volte accennato, nell'ambito del dominio collinare, avviene nell'ambito di un sistema eterogeneo e fortemente anisotropo dove pertanto la circolazione dell'acqua risulta fortemente condizionata dalla variazione, in senso orizzontale e verticale, della conducibilità idraulica; ciò può determinare, ad esempio, il passaggio da una migrazione per gravità ad una diffusione per capillarità dell'acqua nel sottosuolo. Conducibilità idraulica che, trattandosi di acquicludi ed acquitardi, risulta sempre inferiore 10⁻⁵ m/sec e pertanto con una capacità di trasporto commisurata a velocità di migrazione comprese, come ordine di grandezza tra le decine e le centinaia di anni.

3.4.6 Sintesi dei risultati

- L'invaso della discarica di Casa Rota è impostato all'interno di litologie poco permeabili costituiti da limi e argille; compaiono ridotti ed isolati livelli limo-sabbiosi talora in condizioni di saturazione, che sono da classificarsi come acquicludi ricompresi entro terreni limo argillosi definibili come acquitardi;
- dal complesso dei dati disponibili non emerge alcun collegamento tra gli intercalari limo-sabbiosi, lenticolari, nei Limi di Terranuova posti nel dominio collinare e quelli maggiormente permeabili, residenti nei depositi alluvionali posti sul fondovalle del Borro Riofi. Ciò è stato confermato dall'analisi dei logs stratigrafici e dalle correlazioni elaborate, tra le numerosissime verticali di prospezione, sia nell'ambito collinare che di fondovalle.;
- in queste circostanze è possibile constatare che l'impianto, a seguito della generale bassa permeabilità dei litotipi di fondo, sia dotato di un buon confinamento che garantisce il rispetto degli obiettivi prestazionali soprattutto della barriera geologica naturale;
- Nel comparto del fondovalle, si consolida un modello idrogeologico aggiornato, suffragato non solo da dati quantitativi ma anche dai riscontri geochimici, che delinea un assetto più coerente, individuando due corpi idrici sotterranei, semiconfinato e confinato, geometricamente compresi entro il materasso alluvionale del Borro Riofi, le cui propaggini distali, lungo i fianchi dei paleocanali o delle paleo conoidi, si estendono decametricamente entro il dominio collinare, sfumando tuttavia nei termini argilloso limosi. In tali contesti, a differenza del dominio collinare, è confermata la presenza di circolazione idrica con gradienti apprezzabili e produttività modeste ma idrogeologicamente riconducibili ad acquiferi seppur di limitata estensione.

4.0 SITUAZIONE AMMINISTRATIVA

4.1 Proprietà area

L'area su cui sorge l'impianto di smaltimento in esame, come evidenziato nell'attuale autorizzazione, risulta di proprietà della CSAI.

4.2 Iter autorizzativo

La CSAI è l'attuale titolare dell'autorizzazione per l'esercizio della discarica di Casa Rota rilasciata dalla Provincia di Arezzo.

Il progetto iniziale della discarica Casa Rota, quale impianto di I cat. e II cat. tipo B, è stato approvato con Deliberazione C.P. di Arezzo n. 340 del 28 luglio 1988; tale progetto prevedeva una capacità globale di 1.526.000 m³.

I principali atti riguardanti la realizzazione e l'esercizio della discarica sono i seguenti:

1. Deliberazione C.P. di Arezzo n. 340 del 28/07/88 di approvazione del progetto dell'impianto di Casa Rota quale discarica di I cat. e II. cat. tipo B;
2. Deliberazione G.P. di Arezzo n. 1570 del 29/05/90 di attivazione all'esercizio della sezione di I cat. della discarica in esecuzione all'Ordinanza P.G.R.T. n. 11 del 18/04/90;
3. Deliberazione G.P. di Arezzo n. 2959 del 25/10/90 di sospensione dell'esercizio dell'impianto come discarica di II cat. tipo B;
4. Deliberazione G.P. di Arezzo n. 184 del 30/01/92 di autorizzazione alla gestione dell'impianto di I cat. fino al 31/12/92;
5. Deliberazione G.P. di Arezzo n. 2883 del 29/10/92 con cui è stato dato corso al piano pluriennale di coltivazione dell'impianto di I cat. approvato dal Comune concedente con atto G.C. di Terranuova Bracciolini n. 390 del 14/05/92;
6. Deliberazione G.P. n. 149 del 28/01/93 di proroga alla gestione dell'impianto di I cat. fino al 31/12/93;
7. Provvedimento dirigenziale n. 119 del 24/12/93 rilasciato alla società Ecosistema S.r.l. di autorizzazione alla gestione dell'impianto di I cat. fino al 31/12/95;
8. Provvedimento dirigenziale n. 23 del 28/02/96 di autorizzazione all'esercizio della discarica di I cat. di Casa Rota fino al 31/12/97;
9. Deliberazione G.P. n. 876 del 17/04/97 di riapprovazione del modulo II cat. tipo B (300.000 m³);
10. Determinazione dirigenziale n. 102/EC del 30/12/97 con cui è stato prorogato l'esercizio dell'impianto di I cat. fino al 31/01/98;
11. Determinazione dirigenziale n. 9/EC del 02/02/98 con cui è stato prorogato l'esercizio dell'impianto di I cat. fino al 31/12/99;

12. Determinazione dirigenziale n. 23/EC del 27/02/98 con cui sono state assunte ulteriori prescrizioni per l'esercizio dell'impianto di I cat.;
13. Deliberazione G.P. n. 239 del 17/03/98 di approvazione variante al progetto ed autorizzazione all'esercizio della discarica di II cat. tipo B fino al 31/12/98, per una volumetria pari a 100.000 m³;
14. Determinazione dirigenziale n. 112/EC del 30/12/98 di presa d'atto che la gestione dell'impianto è svolta dalla società Centro Servizi Ambiente S.p.a.;
15. Determinazione dirigenziale n. 52/EC del 23/03/99 di proroga dell'esercizio del 1° Stralcio della discarica II cat. tipo B fino al 18/09/99;
16. Determinazione dirigenziale n. 206/EC del 20/09/99 (integrato con provvedimento dirigenziale in data 18/10/01 n. 181/EC e con deliberazione G.P. n. 394 del 17/06/02) con cui è stato prorogato l'esercizio dell'impianto fino al 20/09/04;
17. Deliberazione G.P. n. 431 del 09/06/03 con cui è stato approvato, con prescrizioni relative a integrazioni progettuali, il progetto di ampliamento della discarica di Casa Rota;
18. Deliberazione G.P. n. 589 del 04/08/03 di approvazione:
 - del progetto di realizzazione dell'ampliamento della discarica Casa Rota;
 - del Piano di Adeguamento e dei relativi piani allegati (piano di ripristino ambientale, piano di gestione operativa e post-operativa, piano di sorveglianza e controllo e piano finanziario) e autorizzazione all'esercizio della discarica fino al 04/08/08, nonché autorizzazione integrata ambientale ai sensi del D.Lgs. 372/99;
19. Autorizzazione n. 57/2003, prot. n. 26702 del 16/12/03 all'installazione ed esercizio dell'impianto di produzione di energia elettrica, nonché all'esercizio dell'attività di emissioni in atmosfera derivanti da tale impianto;
20. Deliberazione G.P. n. 828 del 29/12/2005 con cui, a far data dal 02/01/2006, e comunque a far data dall'iscrizione al Registro delle Imprese presso la C.C.I.A.A., è stata volturata a favore della società CSAI l'autorizzazione all'esercizio della discarica per rifiuti non pericolosi, di cui alla Deliberazione della G.P. n. 589 del 04/08/2003;
21. Provvedimento Dirigenziale n. 88/EC del 30/06/06 che costituisce Autorizzazione Integrata Ambientale dell'impianto ai sensi del D.Lgs 59/2005 e della LRT 61/2003 e che *"sostituisce ad ogni effetto ogni altra autorizzazione, visto, nulla osta o parere in materia ambientale previsti dalle disposizioni di legge e dalle relative norme di attuazione..."*;
22. Provvedimento Dirigenziale n. 38/EC del 02/04/07 con cui è stato aggiornato il Provvedimento n. 88/EC del 30/06/06 con l'autorizzazione alla realizzazione gestione di un secondo impianto per l'aspirazione del biogas per la produzione di energia elettrica di potenzialità 1800 kW;

23. Provvedimento Dirigenziale n. 223/EC del 31/12/08 con cui è stato aggiornato il Provvedimento n. 88/EC del 30/06/06 con l'aggiornamento delle quantità di CER 190503 destinate al recupero;
24. Provvedimento Dirigenziale n. 91/EC del 10/06/09 con cui è stato aggiornato il Provvedimento n. 38/EC del 30/06/06 autorizzando il riutilizzo presso la discarica de "il Pero" di terra proveniente dagli scavi relativi all'ampliamento;
25. Provvedimento Dirigenziale n. 128/EC del 22/07/10 con cui è stato sostituito il Provvedimento n. 38/EC del 30/06/06 e che costituisce Autorizzazione Integrata Ambientale dell'impianto ai sensi del D.Lgs 152/2006;
26. Provvedimento Dirigenziale n. 48/EC del 14/03/11 con cui è stato aggiornato il precedente atto autorizzativo (P.D. n. 128/EC del 22/07/2010) e che costituisce l'attuale Autorizzazione Integrata Ambientale vigente dell'impianto ai sensi del D.Lgs 152/2006;
27. Provvedimento Dirigenziale n. 86/EC del 23/05/12 con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 con misure volte alla riduzione dell'impatto odorigeno con particolare riferimento alle limitazioni sui conferimenti di taluni rifiuti ed alla copertura giornaliera;
28. Provvedimento Dirigenziale n. 185/EC del 19/12/12 con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 con la conferma delle misure già definite in seno al P.D. 85/EC e l'autorizzazione all'esercizio di una torcia mobile per la combustione dei gas provenienti dalle aree di discarica in coltivazione;
29. Provvedimento Dirigenziale n. 105/EC del 01/07/13 con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 con la conferma delle misure già definite in seno al P.D. 85/EC e 185/EC;
30. Provvedimento Dirigenziale n. 111/EC del 11/07/13 con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11, in riferimento alle modalità di riutilizzo del rifiuto come materiale tecnico per le coperture giornaliere, alla composizione della copertura definitiva ed alle modifiche al Sistema di Monitoraggio in Continuo delle emissioni in atmosfera provenienti dai camini dell'impianto di produzione di e.e.;
31. Provvedimento Dirigenziale n. 207/EC del 31/12/13, con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 con la conferma delle misure già definite in seno al P.D. 85/EC, 185/EC e 105/EC;
32. Provvedimento Dirigenziale n. 04/EC2 del 08/07/2014, con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 con la conferma delle misure già definite in seno al P.D. 85/EC, 185/EC, 105/EC e 207/EC;
33. Provvedimento Dirigenziale n. 28/EC2 del 21/08/2014, con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 in riferimento alla ulteriore modifica del pacchetto di copertura definitiva della discarica rispetto a quanto già disposto con P.D. 11/EC;
34. Provvedimento Dirigenziale n. 121/EC2 del 19/12/2014, con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 relativamente all'approvazione del Piano Finanziario in ottemperanza a quanto stabilito dalla DGRT 743/2012;

35. Provvedimento Dirigenziale n. 157/EC del 23/06/2015, con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 in riferimento alla modifica dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica;
36. Comunicazione della Regione Toscana sulla archiviazione del procedimento di rinnovo di AIA senza modifiche rilasciata con P.D. n. 48/EC del 14/03/2011, a seguito di quanto introdotto dal D.Lgs. n. 46 del 04/03/2014, e proroga della scadenza dell'AIA dell'impianto al 14/03/2023 (prot. CSAI n. 1985 del 27/05/2016);
37. Autorizzazione della Regione Toscana (prot. RT n. AOOGR_0142857_2017_03_16 del 16/03/2017) alle modifiche non sostanziali relative alla realizzazione di una vasca di sedimentazione delle acque meteoriche, al riposizionamento dei punti di campionamento e controllo ed all'installazione di un sistema di depurazione delle acque reflue domestiche provenienti dai servizi igienici degli uffici;
38. Autorizzazione della Regione Toscana (prot. RT n. AOOGR_035244_2017_07_13 del 13/07/2017) alla modifica non sostanziale proposta riguardo le procedure di pre-accettazione dei rifiuti in conferimento;
- 39.
40. Decreto n. 3698 del 19/03/2018 della Regione Toscana con cui è stata rinnovata la concessione di derivazione d'acqua sotterranea da tre pozzi esistenti per una durata di 15 anni (scadenza al 05/11/2033).

Si segnala, l'emissione, nel corso del 2018 di n. 2 Ordinanze del Presidente della Giunta Regionale Toscana nei confronti di n. 4 discariche, tra cui Casa Rota, per fronteggiare l'emergenza dovuta allo smaltimento dei fanghi provenienti dagli impianti di depurazione civili:

- Ordinanza del Presidente della Giunta Regionale Toscana n. 2/2018 del 03/08/2018 "Fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane – Ordinanza contingibile e urgente ai sensi dell'art. 191 del DLgs 152/2006", con cui viene disposto il conferimento presso la discarica di Casa Rota di 7.200 t di fanghi di depurazione per un periodo massimo di 4 mesi.
- Ordinanza del Presidente della Giunta Regionale Toscana n. 3/2018 del 18/10/2018 "Reiterazione dell'Ordinanza contingibile e urgente n.2/2018 emanata ai sensi dell'art. 191 del DLgs 152/2006", con cui viene disposto il conferimento presso la discarica di Casa Rota fino a 13.200 t di fanghi di depurazione per un periodo massimo di 6 mesi a partire dalla data dell'ordinanza in parola.

Nel corso del 2019 il Presidente della Giunta Regionale Toscana ha emesso la seconda reiterazione dell'ordinanza nei confronti di n. 4 discariche, tra cui Casa Rota, per fronteggiare l'emergenza dovuta allo smaltimento dei fanghi provenienti dagli impianti di depurazione civili:

- Ordinanza del Presidente della Giunta Regionale Toscana n. 1/2019 del 18/04/2019 "Seconda reiterazione dell'Ordinanza contingibile e urgente del Presidente della Giunta Regionale n. 2/2018 emanata ai sensi dell'art. 191 del D.Lgs. 152/2006", con cui viene disposto il conferimento presso la discarica di Casa Rota di fanghi di depurazione per un periodo massimo di 6 mesi a partire dalla data dell'ordinanza in parola (termine di validità ordinanza 18/10/2019).

41. Richiesta di modifica ed integrazione delle aree in pericolosità PAI dell'area ubicata in località podere Rota nel Comune di Terranuova Bracciolini ai sensi dell'art. 32 NTA PAI del Bacino Arno (prot. n. 677/2019);
42. Trasmissione alla Prefettura di Arezzo, in forza dell'art. 26 bis della del Decreto Legge 4 ottobre 2018, n.113 (impianti di stoccaggio e di lavorazione dei rifiuti esistenti o di nuova costruzione), della documentazione e delle informazioni richieste dalla Circolare del MATTM n. 2730 del 13/02/2019;
43. Decreto n. 1985 del 14/02/2020 della Regione Toscana con cui è stata rilasciata la concessione di volturare il TPO1 a favore di TB Spa. (Prot. n. 1011);

Si evidenzia che nel Rapporto AIA 2018/2019 di ARPAT trasmesso in data 24/09/2020, in considerazione dei superamenti di alcune CSC delle acque sotterranee, l'Ente di Controllo ha ritenuto necessario *"che CSAI proceda ai sensi dell'art.242 del Dlgs 152/06 alla notifica di potenziale contaminazione"*

CSAI, prendendo atto di quanto segnalato da ARPAT in relazione alla notifica di potenziale contaminazione, con nota prot. 2433/2020 ha trasmesso la notifica ai sensi dell' art. 245 comma 2 del D.Lgs. 152/06.

Successivamente CSAI, in data 21/12/20 con prot 3177/20 ad integrazione del prot 2433/20, ha trasmesso il documento di approfondimento *"Discarica "Casa Rota" Comune di Terranuova Bracciolini (AR) – Valutazione e aggiornamento dello stato idrogeochimico dell'area ad integrazione dei rilievi contenuti nella RIA 2018/2019"* al fine di chiarire gli aspetti connessi al superamento delle CSC e promuovere l'elaborazione e la definizione dei valori di fondo di cui all'art 240 comma 1 lettera b) del D.Lgs. 152/06

Si segnala infine che CSAI in data 19/10/2020 ha presentato istanza per il rilascio del Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale ai sensi dell'art 27-bis del D.Lgs 152/06 e dell'art 73 della LR 10/2010 relativamente al progetto di adeguamento volumetrico della discarica per rifiuti non pericolosi di Casa Rota

4.3 Stato attuale

L'autorizzazione vigente all'esercizio della discarica e degli impianti di pertinenza è stata rilasciata dalla Provincia di Arezzo con Provvedimento Dirigenziale n. 48/EC del 14/03/11 (AIA) e s.m.i.

La scadenza dell'AIA è fissata al 14/03/2023 ed il rinnovo dovrà essere richiesto dal Gestore almeno 1 anno prima della scadenza.

Con l'approvazione da parte dell'Autorità del progetto di ampliamento presentato a luglio 2007, che prevedeva una volumetria aggiuntiva di circa 1.500.000 m³, la capacità totale attuale della discarica è di 5.287.768,50 m³.

I codici CER per cui la discarica di Casa Rota è autorizzata sono quelli riportati nell'AIA.

Nel corso del 2020 i conferimenti sono proseguiti nei moduli di I e II di terza fase sopra citati.

5.0 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

5.1 Premessa

In questo capitolo sono descritte le caratteristiche costruttive della discarica relativamente ai vari elementi funzionali che la compongono:

- sistema di impermeabilizzazione
- argine di contenimento di fondo
- sistema di gestione del percolato
- sistema di gestione del biogas
- sistema di drenaggio e raccolta delle acque meteoriche
- sistema di monitoraggio ambientale e copertura finale.

Per le parti già costruite o coltivate si fa riferimento al progetto iniziale mentre per i nuovi moduli si fa riferimento al progetto di ampliamento della discarica.

5.2 Sistema di impermeabilizzazione di fondo e laterale

Il sistema di impermeabilizzazione dell'ampliamento della discarica Casa Rota può essere distinto in sistema di fondo e laterale.

Il sistema di fondo dei nuovi moduli è costituito (dal basso verso l'alto) dalla stratigrafia seguente:

- argilla compattata ($k < 10^{-9}$ m/s): 100 cm
- geomembrana HDPE: 2,5 mm
- tessuto non tessuto in polipropilene (1.200 g/m²).

La stratigrafia del rivestimento laterale dei nuovi moduli, dal basso verso l'alto, è la seguente:

- tessuto non tessuto in polipropilene (700 g/m²).
- geomembrana HDPE: 2,5 mm
- materassino bentonitico ($k < 5 \cdot 10^{-11}$ m/s): 6 mm.

5.3 Argine di contenimento di fondo

A valle del primo modulo di ampliamento è stato realizzato un argine di contenimento di fondo che riveste la duplice funzionalità di contenimento statico delle nuove strutture da realizzare, quindi dei rifiuti che verranno abbancati, e di contenimento idraulico del percolato.

L'argine ha una sezione trapezoidale, con la base maggiore pari a 33 m; per la costruzione sono stati usati idonei materiali derivanti dalle operazioni di scavo, rinforzati con una serie di strati di geogriglie in polipropilene per conferire alla struttura maggiore omogeneità e resistenza.

La sponda verso monte dell'argine è rivestita dal basso verso l'alto con:

- strato di argilla compattata di spessore minimo pari a 1 m
- geocomposito bentonitico (6 mm)
- geomembrana in HDPE (2,5 mm).

5.4 Sistema di gestione del percolato

Il sistema di gestione percolato, relativamente ai nuovi moduli, è composto da una serie di pozzi e pompe per l'allontanamento del percolato dal fondo vasca.

Il letto drenante di fondo è costituito (dal basso verso l'alto) da:

- uno strato di tessuto non tessuto posato sopra la geomembrana
- uno strato drenante di 50 cm di materiale inerte
- tubazioni fessurate principali in HDPE da 200 mm di diametro e classe di spessore PN10, posate all'interno del dreno, che convogliano il percolato ai pozzi di raccolta e pompaggio
- tubazioni fessurate secondarie in HDPE da 150 mm di diametro e classe di spessore PN10, posate all'interno del dreno, che convogliano il percolato ai pozzi di raccolta e pompaggio.

Il sistema di raccolta del percolato è composto dai seguenti elementi:

- 59 pozzi di raccolta del percolato (di cui 4 trivellati in opera nel corso del 2015, uno realizzato nel 2016 all'interno del secondo modulo della seconda fase aggiuntivo rispetto al progetto, ed uno realizzato nel 2020 nel secondo modulo della terza fase aggiuntivo rispetto al progetto), realizzati in elementi circolari in c.a. fessurato di 1 m di diametro con incastro a bicchiere, annegati in un corpo di materiale drenante e poggiati su apposita struttura di sostegno in c.a., di cui attivi per l'emungimento sono 53.
- rete di adduzione e collettamento del percolato
- drenaggi di strato, realizzati a raggiera rispetto al pozzo ogni 7-8 m di rifiuti e riempiti di idoneo materiale drenante
- drenaggi laterali orizzontali di convogliamento del percolato, realizzati in corrispondenza delle arginature laterali di contenimento dei rifiuti
- drenaggi laterali verticali di convogliamento del percolato, realizzati in corrispondenza delle arginature laterali di contenimento dei rifiuti con interasse di circa 15 m.

I pozzi del percolato sono dotati di pompe sommergibili e dotate di sensori di livello che disattivano il funzionamento della pompa in caso di scarso battente di liquido all'interno del pozzo stesso.

Il Gestore, nel corso del 2019, ha ultimato il programma di installazione delle sonde di rilevamento livello, così come previsto dal "protocollo di gestione del sistema di estrazione del percolato", trasmesso con prot. 3862 del

24/09/2015, avente ad oggetto un percorso di installazione di ulteriori sonde all'interno dei pozzi di raccolta del percolato.

Al 31/12/2020 tutti i pozzi di emungimento del percolato, sono stati dotati di sonda di misura. Si precisa che nel corso del mese di giugno il pozzo 57 è stato scollegato per completare i conferimenti nell'area e ad agosto 2020 si è proceduto a scollegare il pozzo 41 che nei mesi successivi è stato interessato dalle attività di conferimento dei rifiuti.

Il pozzo 57 al termine dei conferimenti nell'area di competenza è stato riattivato alimentandolo con gruppo elettrogeno e tubazioni in superficie approntate eccezionalmente, ma senza sonda di misura dei livelli e senza collegamento all'impianto elettrico, al fine di mantenere un'area dedicata disponibile ai conferimenti in condizioni emergenziali dei rifiuti COVID-19 secondo le indicazioni dell'Ordinanza del Presidente della Giunta Regionale n. 110 del 14/11/20 e delle raccomandazioni dell'ISS contenute nel rapporto n. 3/2020 versione del 31/05/2020.

Le condotte in uscita dai singoli pozzi di estrazione vengono via via collegate alle tubazioni principali di maggiore diametro direttamente collegate alle cisterne di stoccaggio.

Attualmente i volumi di stoccaggio percolato ammontano a 420 mc così suddivisi:

- Cisterne A volumetria complessiva: 100 m³
- Cisterne B volumetria complessiva: 80 m³
- Cisterne C volumetria complessiva: 80 m³
- Cisterne D volumetria complessiva: 80 m³
- Cisterne E volumetria complessiva: 80 m³

Ad essi si vanno ad aggiungere circa 362 mc costituiti dai sistemi recentemente installati:

- N. 2 Sistemi serbatoio flessibile + cisterna metallica: 114 m³/cad; posti sul gradone a quota +197 m su una superficie della discarica coperta in modo provvisorio. Nel corso del 2019 è stato spostato un serbatoio flessibile dedicato alla raccolta del percolato prodotto dai pozzi che si trovano sul lato nord-est ubicandolo sulle coperture provvisorie poste a quota +205 m.
- Sistema serbatoio flessibile + cisterna metallica: 134 m³; posto sul gradone a quota +210 m su una superficie della discarica coperta in modo definitivo.

Il percolato viene quindi inviato ad impianti di trattamento esterni mediante trasferimento in autobotti.

5.5 Sistema di gestione del biogas

L'impianto di captazione del biogas dalla discarica esistente, in fase di completamento, prevede:

- 142 pozzi di estrazione verticali, 58 dreni sub orizzontali e 59 pozzi del percolato mantenuti in aspirazione;
- sistemi di captazione orizzontale nei rifiuti e sistemi perimetrali;

- linee secondarie di raccordo dei pozzi di captazione;
- 23 stazioni locali di raccordo tra collettori principali e secondari;
- 5 collettori principali;
- scaricatori di condensa posizionati sulle linee di trasporto;
- 2 centrali di estrazione e controllo dalle quali il biogas è inviato al recupero energetico o alle torce;
- 1 centrale di aspirazione per la combustione in torcia del gas a basso potere calorifico;
- 1 centrale mobile di aspirazione del biogas per combustione in torcia dedicata al gas proveniente dalle superfici operative.

Ciascun pozzo esistente è realizzato, come previsto anche per quelli non ancora costruiti, con un diametro di perforazione di 600 mm; i tubi sono in HDPE microfessurato (DN 160) annegati in un corpo di materiale drenante. I pozzi sono dotati di una testa di captazione con valvola di chiusura, raccordata al collettore di aspirazione e dotati di scaricatore di condensa.

Per ogni pozzo è stato stimato un raggio di influenza di circa 20 m. Si prevede di realizzare i pozzi per fasi successive al momento del raggiungimento della quota finale di coltivazione dei vari moduli.

Una rete di captazione orizzontale, realizzata con tubazioni fessurate in PE con drenaggi in gomme macinate e materiali inerti, si estende in tutto il corpo discarica ed è posta in opera progressivamente con l'abbancamento dei rifiuti. Inizialmente i dreni realizzati sono messi in aspirazione ed il gas bruciato nell'apposita torcia mobile, al raggiungimento di idonee concentrazioni di CH₄ e O₂, il gas vien avviato all'impianto di produzione di recupero energetico fino al termine del funzionamento dei dreni stessi.

I pozzi di raccolta del percolato sono dotati di un coperchio di chiusura a tenuta che consente di porre il pozzo stesso in depressione e di collegarlo quindi alla rete di captazione del biogas. Nel corso della gestione sono stati collegati alla rete di captazione del biogas diversi pozzi di raccolta del percolato.

Il biogas è convogliato per aspirazione alle centrali di estrazione.

Il biogas captato dai sistemi sopra descritti viene inviato, previo trattamento, ai motori di recupero energetico. In caso di necessità, l'eccedenza di portata di biogas in arrivo alla centrale di estrazione viene trattato nei sistemi di combustione in torcia.

Nel corso del 2007 è stata anche installata una ulteriore nuova torcia per la combustione del biogas con caratteristiche non idonee al recupero energetico, ubicata nelle vicinanze delle vecchie cisterne di accumulo del percolato.

Nel corso del 2012 è stata installata una nuova ed ulteriore torcia mobile per la combustione del biogas captato dalle aree in conferimento attivo.

Nel corso del 2020 sono stati realizzati 12 nuovi pozzi di estrazione del biogas e n. 6 drenaggi sub orizzontali di circa 70-80 m ciascuno collegati inizialmente alla torcia di combustione mobile dedicata all'area di conferimento attivo e successivamente alla rete di produzione di adduzione all'impianto di produzione di energia elettrica.

5.6 Sistema di recupero energetico

5.6.1 Composizione impianto

Presso la discarica di Casa Rota sono attualmente presenti 5 motori di recupero energetico per la produzione di energia elettrica, di cui 3 (P1, P3, P4 – ricodificati nel PSC rispettivamente TMP1, TMP3, TMP4) installati a fine 2003, mentre altri due (TMP5 e TMP6), installati nel secondo semestre del 2007 ed avviati nel 2010.

La CSAI è stata autorizzata per l'installazione e l'esercizio di 4 motori (P1-P4) con Provvedimento dirigenziale n. 223/EC del 05/12/03 e successivamente con Provvedimento Dirigenziale n. 38/EC del 02/04/07 è stato autorizzato la realizzazione e l'esercizio di un secondo impianto con n. 2 motori a combustione interna (P5, P6). A seguito della riduzione della produzione di biogas dalle aree di discarica più vecchie il motore P2 (TMP2) è stato dismesso nel 2013.

I motori sono del tipo a combustione interna ed hanno le seguenti potenze elettriche:

- TMP1 e TMP3: 625 kWe;
- TMP4 e TMP6: 836 kWe;
- TMP5: 1.064 kWe.

per una potenza totale installata di circa 3.986 kWe.

Per la manutenzione e supervisione alla gestione dei motori di recupero energetico CSAI ha incaricato una società esterna.

5.6.2 Interventi impiantistici realizzati per il trattamento del biogas inviato al recupero energetico

In seguito all'attivazione del sistema di recupero energetico, CSAI ha riscontrato una serie di problematiche operative legate alla eccessiva presenza di alcuni composti indesiderati all'interno del biogas, che, da un lato causano un'eccessiva ed accelerata usura dei motori (silossani, cloro, fluoro, zolfo) e, dall'altro, l'emissione in atmosfera di alcune sostanze (acidi del cloro e del fluoro) in concentrazione, anche se di poco, superiori ai limiti previsti per l'impianto.

In relazione a tale situazione, il gestore si è immediatamente attivato su vari fronti per individuare le possibili cause della presenza di composti del cloro, del fluoro e di silossani all'interno del biogas e, conseguentemente, per attuare le necessarie misure correttive.

Al fine di ridurre in maniera significativa la presenza di inquinanti nel biogas, i due impianti di recupero energetico sono stati ambedue dotati di un sistema di lavaggio ad umido: l'impianto costituito dai motori TMP1÷TMP4 fin

dal 2006 presenta a valle degli aspiratori un sistema *jet scrubber* con circolazione di acqua raffreddata mentre l'impianto costituito dai motori TMP5-TMP6 da dicembre 2011 presenta un sistema più complesso costituito da:

- una torre di lavaggio con additivazione di idrossido di sodio (NaOH) e ipoclorito di sodio (NaClO) per l'abbattimento del cloro, fluoro e zolfo;
- uno scambiatore di calore a fascio tubiero seguito da uno scaricatore di condensa ed un filtro del tipo Knock Out Drums per la condensazione dell'acqua contenuta nel biogas e la sua rimozione;
- una batteria di due elementi filtranti a carboni attivi per la rifinitura del trattamento di rimozione del biogas.

Nel corso dei mesi di agosto 2019 e dicembre 2019 si è provveduto alla sostituzione dei blocchi motori degli impianti di produzione di energia elettrica indicati rispettivamente come P5 e P1. Nel mese di gennaio 2020 è stato sostituito il blocco motore del P4 ed è stata programmata la sostituzione del blocco P3 nel mese di marzo 2021. Preme specificare che tale attività non ha previsto nessuna variazione rispetto alla potenza nominale installata.

5.7 Sistema di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche

Per l'allontanamento e il drenaggio delle acque meteoriche sono previste una serie di canalizzazioni ed in particolare:

- canali a sezione trapezia (60 x 30 x 40 cm) realizzati sulla superficie dei moduli dopo la copertura finale;
- canalette a tegola prefabbricate in cls lungo le scarpate con massima pendenza;
- pozzetti di confluenza dei canali a sezione trapezia e delle canalette a tegola;
- tubazioni autoportanti in calcestruzzo per il sottopasso della viabilità interna ed esterna;
- canalizzazioni esterne all'area interessata all'abbancamento dei rifiuti a sezione trapezia (125 x 50 x 40 cm);
- tubazioni in PVC microfessurato con diametro di 80 mm per il drenaggio delle acque che si infiltrano attraverso le opere di copertura finale.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche convoglia le stesse nel Torrente Riofi a valle dell'impianto.

Attualmente le acque di ruscellamento che non entrano in contatto con i rifiuti vengono allontanate dall'impianto attraverso cinque canali principali che scaricano, come detto, nel Torrente Riofi in diversi punti lungo l'asse di quest'ultimo. In tali canalette di raccolta confluiscono anche gran parte delle piogge che cadono sui terreni circostanti la discarica e l'area di proprietà di CSAI.

5.8 Sistema di monitoraggio ambientale

5.8.1 Configurazione attuale (2020)

In data 11/02/09 è stato approvato dalla Provincia di Arezzo il piano di monitoraggio per le acque sotterranee così come proposto dal gestore ad ottobre 2008 a seguito delle indagini di approfondimento svolte nell'area

circostante la discarica (Rel. Golder 08508390211/R655 par. 10.2.7, Ottobre 2008) ed integrato con una serie di prescrizioni emesse dalle Autorità (Rif. Verbale CdS Protocollo n° 31746 dell'11/02/09).

Tale impostazione è stata recepita all'interno dell'AIA rilasciata dalla Provincia Arezzo il 14/03/11 (rif. Prot. n. 48/EC), ed in particolare nell'allegato 1 dell'AIA "Piano di Controllo".

Inoltre, l'AIA ha prescritto la realizzazione di 4 piezometri a monte idraulico della discarica, ubicati ad almeno 200 m dalla confluenza del Borro Riofi con il Borro delle Cave. Tali piezometri, che in fase esecutiva sono diventati 5, sono stati realizzati nel secondo semestre 2011 nell'ambito delle indagini prescritte dall'attuale AIA. A seguito di tali indagini è stato approfondito l'assetto del sistema di monitoraggio delle acque sotterranee.

Per il monitoraggio delle **acque sotterranee** il PSC incluso nella documentazione di AIA (rif. Prot. n. 48/EC), prevedeva inizialmente:

- 4 piezometri (TPZ15, TPZ17, TPZ20bis, TPZ21bis) e 3 pozzi di approvvigionamento (TPO1, TPO2, TPO3) ubicati sul fondovalle per il monitoraggio dell'acquifero superficiale ("piezometri superficiali");
- 8 piezometri (TPZ8, TPZ11, TPZ12, TPZ18, TPZ19, TPZ19bis, TPZ20, TPZ21) ubicati sul fondovalle ed in area intermedia tra fondovalle e area collinare per il monitoraggio della circolazione confinata profonda ("piezometri profondi");
- 3 piezometri (TPZ10, TPZ18bis, TPZ20ter) ubicati sul fondovalle ed in area intermedia tra fondovalle e area collinare per il monitoraggio della circolazione semiconfinata ("piezometri intermedi");
- 4 piezometri (TPZ3, TPZ5, TPZ7, TPZ13) ubicati nell'area collinare per il monitoraggio delle acque sub-superficiali di infiltrazione.

Con l'approvazione in data 10/10/2014 della Deliberazione della Giunta Provinciale n.421 relativa al progetto definitivo degli *"interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di Casa Rota attraverso una cassa di espansione sul Borro Riofi..."* è stato necessario rivisitare, a causa delle interferenze con il progetto, concordemente con ARPAT, l'intero piano di monitoraggio delle acque sotterranee di fondo valle, prevedendo la cementazione e la riperforazione di alcuni piezometri.

Nell'ambito della messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di Casa Rota, infatti, nel corso del 2015 sono stati realizzati 10 nuovi piezometri ubicati sul fondovalle, di cui 6 relativi alla falda superficiale (N1 (s), N2 (s), N3 (s), N4 (s), N5 (s), N7 (s)) e 4 relativi alla falda semi confinata (N2 (i), N4 (i), N5 (i), N7 (i)).

Nel 2016 è stato completato il sistema di monitoraggio delle acque sotterranee con la perforazione di ulteriori due pozzi aggiuntivi ((N1(i) e N6(s)).

Tali piezometri sono stati realizzati in quanto è risultato necessario dismettere n. 9 piezometri esistenti incompatibili con la realizzazione della cassa di espansione lungo il torrente Riofi, sigillati nel corso del 2016 durante i lavori inerenti la messa in sicurezza idraulica. In particolare, a partire dal mese di settembre 2016 sono stati esclusi dai punti di monitoraggio delle acque sotterranee i piezometri TPZ8, TPZ10, TPZ11, TPZ15, TPZ17, TPZ21bis, TPZ23, TPZ30, TPZ31 e, dal mese di dicembre 2016, anche il TPZ19 non viene campionato.

I nuovi piezometri hanno pertanto sostituito i punti di monitoraggio non più attivi.

Si evidenzia inoltre come, a seguito della richiesta di ARPAT di includere nelle campagne di monitoraggio delle acque sotterranee i piezometri TPZ28, TPZ24 e TPZ24bis (cfr. nota ARPAT con Prot. AR.01.11.40/1.110 del 16/06/2016), i suddetti pozzi sono stati inclusi nel periodico monitoraggio trimestrale a partire dal mese di settembre 2016.

Nel mese di settembre 2019 sono stati realizzati, secondo le richieste di ARPAT, due piezometri denominati TPZA1 e TPZA2, posti al piede dell'argine di valle con finestrate confrontabili con i livelletti limo-sabbiosi intercettati in TPZ18 e TPZ18-bis alle quote di (111,6/108,6) metri s.l.m. e (123,6/121,3) metri s.l.m.



Ubicazione TPZA1 e TPZA2.

È già stata prevista nel 2021 la perforazione di un ulteriore piezometro, in ottemperanza alle richieste di ARPAT, lungo la direttrice tra la discarica ed il TPZ20ter provvedendo ad intercettare e fenestrare i livelli permeabili compatibili con quelli del piezometro in parola.

Per il monitoraggio delle **acque meteoriche**, sono presenti 3 punti (pozzetti) di raccolta (TAM1, TAM2 e TAM3) da cui effettuare i campionamenti. Tali punti sono ubicati, uno lungo il confine Est (TAM3), uno alla base dell'argine di valle (TAM1) e l'altro sul confine Ovest (TAM2).

Il PSC allegato all'AIA ha introdotto un nuovo punto di controllo per le **acque meteoriche**, ed in particolare di quelle **dilavanti**, denominato TAM-DC, relativo all'uscita delle acque meteoriche dal sistema di trattamento in continuo ubicato nella piazzola dove è presente il lavaggio mezzi.

Il PSC prevede anche il monitoraggio delle **acque superficiali** e dei **sedimenti** del Torrente Riofi. I punti di controllo attuali sono codificati rispettivamente TAS1, TAS2 e TAS4 (acque), TAF1, TAF2, TAF4 (sedimenti).

È previsto anche il monitoraggio dello stato di qualità biologica delle acque del Borro Riofi, che a partire dal 2019, viene effettuato applicando il metodo di raccolta del multihabitat proporzionale con sistema MacrOper in linea con le richieste della Direttiva Quadro sulle acque (WFD 2000/60/CE, D.Lgs. 152/2006) in 4 stazioni di controllo (IBE1÷IBE4). Al fine di allineare i dati di qualità biologica del torrente effettuati fino al 2018 con il metodo IBE al nuovo metodo Multihabitat, per il primo anno le campagne sono state effettuate congiuntamente.

La qualità del **percolato** viene monitorata prelevando campioni dalla cisterna di raccolta del percolato derivante dai moduli di più recente coltivazione (TPV-nuovo), dai moduli di vecchia coltivazione (TPV-vecchio) e nelle cisterne codificate TPV1 in cui si raccoglie un campione di percolato medio di tutta la discarica.

Si segnala che a partire da dicembre 2012, in accordo con il Gestore, il campione di percolato TPV1 viene prelevato dalla nuova batteria composta di 4 serbatoi da 20 m³ cadauno realizzata nel corso del 2012 in sostituzione di una batteria precedentemente esistente.

Oltre al controllo delle acque e del percolato è previsto anche il monitoraggio dei **parametri meteorologici** (pressione, temperatura, umidità, direzione e velocità del vento, precipitazioni), effettuato mediante la registrazione di dati presso la nuova centralina meteorologica installata a settembre 2006 nella zona Nord-Ovest della discarica.

Per il monitoraggio della **qualità dell'aria** presso l'impianto sono previsti in tutto 5 punti di controllo (TQA1÷TQA5) distribuiti intorno al sito da monitorare mensilmente a rotazione, prevedendone in particolare tre ad ogni turno. In particolare, la TQA1 (stazione di "bianco") viene sempre monitorata, mentre a rotazione mensile vengono controllate le coppie TQA2/TQA4 e TQA3/TQA5. Presso gli stessi punti, il monitoraggio è finalizzato anche al controllo di eventuali fibre di amianto disperse in atmosfera. Come richiesto dagli Enti a partire dal monitoraggio del mese di dicembre 2020, si è proceduto ad utilizzare le stazioni di campionamento TQA4 e TQA5 in sostituzione delle stazioni TQA2 e TQA3 fino ad oggi utilizzate in quanto più rappresentative dello stato della qualità dell'aria essendo prospicienti alle aree attive di conferimento..

Il campionamento è di tipo attivo (per polveri fini e amianto) e di tipo passivo per sostanze organiche volatili e sostanze odorigene.

Il controllo del **biogas** viene svolto presso i sistemi di captazione e trattamento (TCE1 e TCE2) e le linee di aspirazione (TBL1÷TBL4 a servizio di TCE1 e TBL5÷TBL8 a servizio di TCE2), attraverso il monitoraggio in campo della qualità del gas e il prelievo di campioni per analisi di laboratorio.

Il monitoraggio del biogas comprende anche la misura delle eventuali emissioni superficiali in punti georeferenziati sulla superficie della discarica e in una fascia esterna lungo il perimetro dell'impianto definita secondo una maglia di ca. 50 m.

Il monitoraggio degli **assessamenti** viene condotto su una serie di direttrici di controllo tracciate sulle vasche di smaltimento.

Il controllo dei **volumi** occupati dai rifiuti conferiti e di quelli ancora disponibili, viene effettuato attraverso rilievi topografici utilizzando una rete di capisaldi GPS esterni all'area di stoccaggio dei rifiuti.

Per il controllo della **stabilità dei versanti** il PSC prevede l'utilizzo di tubazioni inclinometriche identificate come TIN6 e TIN7.

L'originale TIN6 è stato dismesso a partire da luglio 2009 a causa di un danneggiamento subito in testa a dicembre 2007 e che ne ha compromesso nel tempo la funzionalità. Quest'ultimo inclinometro è stato riperforato una prima volta ad ottobre 2010 (codificato TIN6c). Divenuto inagibile a marzo 2012 a causa di una deformazione localizzata a circa 13 metri di profondità che, di fatto, impediva l'inserimento della sonda di misura in condizioni di sicurezza, è stato riperforato nuovamente a giugno 2012 in prossimità del vecchio TIN6c. Attualmente è denominato TIN6d.

A ottobre 2014 è stato realizzato il TIN7a in sostituzione del vecchio TIN7 (dismesso).

I punti attualmente oggetto di monitoraggio sono quindi il TIN6d e TIN7a ed interessano entrambi l'argine al piede.

Precedentemente per il monitoraggio inclinometrico sono stati utilizzati anche gli inclinometri denominati TIN2, TIN3 e TIN8. Da giugno 2008 il TIN8 è stato dismesso a causa della perdita di funzionalità. Si ricorda inoltre che a partire dall'estate 2011 l'inclinometro TIN2 è stato dismesso a causa dei lavori di ampliamento della discarica che lo ha coinvolto.

Anche il TIN3 non è più utilizzato per il monitoraggio in quanto ubicato in aree su cui sono stati realizzati nuovi moduli di discarica.

Facendo seguito alle osservazioni dei dati provenienti dai monitoraggi degli inclinometri posti sull'argine di valle il Gestore, di propria iniziativa, ha previsto di intensificare il monitoraggio dei punti e successivamente, nel corso del 2015, di implementare la rete di monitoraggio con un sistema integrato rappresentato, oltre alla rete di presidi esistente ed operativa (composta da inclinometri e punti superficiali) da:

- 1) nuovi punti di osservazione inclinometrica, anche esterni e contermini all'area di imposta del rilevato arginale (per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo 10.14);
- 2) presidi di monitoraggio strutturale e topografico di precisione installati sia in testa all'argine che sui pilastri portanti del capannone TB posto a valle dell'argine stesso.

Il primo report relativo ai controlli del sistema integrato, su prescrizione della Conferenza dei Servizi del 28/07/2015, è stato inoltrato agli Enti interessati ed al Servizio Difesa del Suolo della Provincia di Arezzo con nota CSAI prot. 4517/15 del 30/10/2015. Un aggiornamento del quadro dei monitoraggi in parola è stato inoltrato agli Enti Competenti con prot. n. 1103/17 10/03/17, prot. n. 1333/18 del 09/04/18, prot. n. 922/19 del 04/03/2019 e prot 357/20 del 04/02/20

Per la codifica dei punti di monitoraggio descritti si fa riferimento alla Tavola 1 allegata alla presente relazione.

Nella seguente tabella sono riportate la codifica aggiornata assegnata ai punti di controllo, fatta eccezione per quelli della matrice acque sotterranee che saranno presenti più avanti. Sono riportati i codici dei punti di controllo previsti dal PSC e dall'AIA.

Codifica dei punti di monitoraggio previsti dal PSC iniziale approvato a febbraio 2009

Sistema di monitoraggio	Numero punti di controllo	Codifica del PSC
monitoraggio acque sotterranee (acquifero superficiale, circolazioni profonde)	15 piezometri + 3 pozzi	<ul style="list-style-type: none"> • TPZ15, TPZ17, TPZ20bis, TPZ21bis, TPO1, TPO2, TPO3 (superficiali) • TPZ10, TPZ18bis, TPZ20ter (intermedi) • TPZ8, TPZ11, TPZ12, TPZ18, TPZ19, TPZ19bis, TPZ20, TPZ21 (profondi)
monitoraggio delle acque sub-superficiali di infiltrazione nell'area collinare	4 pozzi	TPZ3, TPZ5, TPZ7, TPZ13
monitoraggio acque meteoriche	3 pozzetti di campionamento	TAM1+TAM3
monitoraggio acque meteoriche dilavanti	1 punto di campionamento ^(*)	TAM-DC
monitoraggio acque superficiali Torrente Riofi	3 punti di campionamento	TAS1, TAS2, TAS4
monitoraggio sedimenti Torrente Riofi	3 punti di campionamento	TAF1, TAF2, TAF4
monitoraggio ecosistema Torrente Riofi (MacrOper)	4 punti di campionamento	IBE1, IBE2, IBE3, IBE4
monitoraggio percolato	3 gruppi di cisterne	TPV1, TPV-nuovo, TPV-vecchio
monitoraggio qualità dell'aria	5 stazioni di controllo	TQA1+TQA5
monitoraggio biogas	2 punti di campionamento e analisi	TCE1 e TCE2
	8 punti di controllo qualità previsti dal PSC	TBL1+TBL4 e TBL5+TBL8
monitoraggio emissioni superficiali	Rete di punti di controllo georeferenziati	-
monitoraggio emissioni in atmosfera	5 camini di emissione	TMP1, TMP3+TMP6
monitoraggio stabilità argine	2 inclinometri	TIN6d, TIN7a
monitoraggio degli assestamenti e dei volumi della discarica	stazioni GPS e linee di sezione	-

(*): punto di campionamento installato a dicembre 2011

Con riferimento al solo sistema di controllo delle acque sotterranee, come già anticipato, a seguito dell'approvazione del progetto presentato dal Gestore secondo la prescrizione introdotta nel Provvedimento Dirigenziale 48/EC del 14/03/2011 "Interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a

valle dell'impianto di "Casa Rota" attraverso una cassa di espansione sul Borro Riofi o delle Cave, e delle relative opere connesse e funzionali, nel Comune di Terranuova Bracciolini" da parte della Giunta Provinciale con Delibera n.421 del 10/10/2014, è stato rimodulata la rete di monitoraggio delle acque sotterranee prevedendo la rip perforazione di n.12 piezometri a fronte della dismissione di n. 10 punti non più compatibili con le infrastrutture previste.

Pertanto, il nuovo sistema di monitoraggio riportato nel PSC, individuato per il comparto acque sotterranee e adottato a partire dal mese di dicembre 2016, è quello rappresentato nella Tabella seguente.

**Punti di monitoraggio acque sotterranee del nuovo sistema di monitoraggio
(PSC adottato da dicembre 2016)**

Sistema di monitoraggio	Numero punti di controllo	Codifica del PSC
monitoraggio acque sotterranee (acquifero superficiale, circolazioni profonde)	23 piezometri	N1(s), N2(s), N3(s), N4(s), N5(s), N6(s), N7(s), TPZ20bis (superficiali) N1(i), N2(i), N4(i), N5(i), N7(i), TPZ18bis, TPZ20ter, TPZ24bis (intermedi) TPZ12, TPZ18, TPZ19bis, TPZ20, TPZ21, TPZ24, TPZ28 (profondi)
monitoraggio delle acque sub-superficiali di infiltrazione nell'area collinare	3 pozzi	TPZ3, TPZ7, TPZ13

In riferimento al sistema di monitoraggio delle acque sub-superficiali si riferisce che, a seguito della realizzazione delle nuove vasche di ampliamento, sono stati chiusi i piezometri TPZ4 e TPZ5.

5.9 Copertura finale

In data 3/07/2013 il Gestore ha trasmesso il Progetto di modifica del pacchetto di copertura finale autorizzato per le aree non ancora coperte, proponendo le seguenti soluzioni alternative rispetto a quanto inizialmente approvato con P.D. 48/EC del 14/03/2011:

- strato superficiale realizzato con 60 cm di terreno di riporto e 40 cm di terreno vegetale;
- strato drenante realizzato con 50 cm di terreno integrato da un materassino drenante, formato da georete tridimensionale termoaccoppiata a doppio geotessile;
- strato impermeabilizzante costituito da uno strato di 50 cm di minerale compattato con $K \leq 10^{-8}$ m/s e da una geomembrana in polietilene in HDPE con spessore non inferiore a 1 mm;
- strato di drenaggio del gas di almeno 50 cm, realizzato con pneumatici/FOS/rifiuti inerti e geocomposito drenante, integrato da tubazioni fessurate per facilitare l'aspirazione del gas;

- strato di regolarizzazione con spessore variabile fra i 10 ed i 30 cm, da realizzare con FOS miscelata a terreno naturale o rifiuti inerti a recupero. L'AIA prevede inoltre che in sostituzione totale o parziale degli inerti e delle terre previste per la copertura possono essere usati i rifiuti ottenuti dalle operazioni di recupero da R11 per cui la discarica è autorizzata, creando uno spessore minimo di 15 cm.

Tali modifiche sono state approvate dalla Provincia di Arezzo con P.D. n. 111/EC del 11/07/2013.

A seguito delle richieste fatte al Gestore durante la conferenza dei servizi del 20/11/2013, si è proceduto all'aggiornamento del pacchetto di copertura definitiva approvato con P.D. n. 111/EC del 11/07/2013, replicando cautelativamente quanto previsto dal D.Lgs. 36/2003 per le discariche per rifiuti pericolosi. La modifica ha riguardato l'inserimento di una geomembrana impermeabile in HDPE da 1 mm posta sopra i 50 cm di terreno compattato (anziché sotto come indicato nelle versioni precedenti), in modo tale da isolare il pacchetto sottostante dall'umidità dell'ambiente esterno.

Nel corso del 2015, il Gestore ha provveduto a realizzare quota parte (ca. 25.000 mq) di copertura definitiva dell'area ovest della VI fase giunta a quota finale.

Nel 2017 è stata eseguita la copertura definitiva di ulteriori 25.000 mq circa. Con l'intervento effettuato nel 2017 le aree coperte definitivamente sono assommabili a ca. 126.000 mq comprensive delle superfici riferibili a volumetrie di discarica coltivate ante D.Lgs. 36/03.

Nel corso del 2019 è stata appontata la copertura definitiva di una superficie sommitale di ca. 12000 mq con termine a quelle già realizzate nel 2015 e 2017. Al 31/12/2019 risultava completata la posa in opera:

- dello strato di regolarizzazione;
- lo strato di drenaggio del gas;
- quota parte dello strato impermeabilizzante, con la posa in opera dello spessore di materiale minerale compattato.

A causa dello stato emergenziale legato alla situazione pandemica del 2020 non sono stati completati gli strati di copertura definitivi avviati nel 2019 né sono state approntate altre aree.

Si menziona anche che nel 2020 sono state effettuate le seguenti coperture:

- coperto una superficie di ca. 5000 mq di rifiuti in via provvisoria con ca. 0,5 m di terra (settembre);
- coperto una superficie di ca. 9000 mq di rifiuti in via provvisoria con ca. 0,5 m di terra (novembre);
- coperto una superficie di ca. 3000 mq con teli in Idpe (novembre).

Si comunica che l'area adibita allo stoccaggio dei rifiuti in attesa di campionamento è stata spostata in altra posizione, evidenziata nella tavola allegata, per consentire la progressiva posa in opera delle coperture definitive.

Lo stoccaggio è stato posizionato sul corpo discarica su un'area dotata di copertura provvisoria rispettando gli schemi e le prescrizioni dell'autorizzazione in parola.

Con l'occasione si è provveduto ad ampliare il piazzale di manovra e le dimensioni dell'area di stoccaggio al fine di consentire la verifica in loco contemporanea fino a n. 10 mezzi nel rispetto delle modalità gestionali autorizzate.

5.10 Copertura giornaliera

La copertura giornaliera dei rifiuti conferiti in discarica, in ossequio a quanto previsto dal P.D. 48/EC, veniva effettuata con FOS proveniente in egual misura dall'impianto di selezione e compostaggio TB S.p.A. e AISA S.p.A.

Successivamente con P.D. 86/EC del 23/05/2012 la Provincia di Arezzo disponeva che la copertura avvenisse unicamente con terra ed inerti.

In attuazione del provvedimento 86/EC del 23/05/12, le coperture giornaliere venivano realizzate, fino alla metà del 2013, con terre disponibili presso l'area di discarica selezionando il materiale inerte granulometricamente affine alla sabbia.

A seguito di quanto discusso e richiesto a CSAI nella seduta della Conferenza dei Servizi del 10/06/13, la Società ha presentato il documento "*Proposta tecnica di modifica delle modalità di copertura giornaliera della discarica di Casa Rota*" (Prot.N. 1084/2013), integrato dell'indicazione delle aree e quantitativi in stoccaggio di rifiuti utilizzabili in sostituzione di materiali inerti.

L'oggetto consiste nel realizzare le coperture giornaliere, a seconda delle condizioni operative e della disponibilità dei materiali, tramite l'impiego dei seguenti materiali alternativi tra loro:

- rifiuti inerti (CER consentiti dal DM 05/02/1998) o FOS;
- terre;
- teli geosintetici degradabili e non riutilizzabili.

La flessibilità nell'utilizzo dei tre sistemi di copertura consente al gestore di modulare flussi e risorse così da poter rispondere quanto prima ad eventuali condizioni di operatività straordinarie.

La proposta è stata autorizzata con Provvedimento Dirigenziale 111/EC del 11/07/2013.

Con Provvedimento Dirigenziale 04/EC2 del 8/7/2014 è stato reiterato al 31/12/2014 il divieto, già espresso nel P.D. 86/EC del 23/05/2012 e già prorogato dal 207/EC del 31/07/2013, di utilizzare FOS per la copertura giornaliera della superficie in coltivazione.

CSAI in virtù di quanto prescritto dai competenti uffici della Provincia, continua a non utilizzare FOS a recupero finalizzata alla copertura giornaliera.

PARTE III – CONTENUTI DELLA RELAZIONE ANNUALE

6.0 PREMESSA

L'art. 10 del D.Lgs. 36/03 stabilisce *“l’obbligo per il gestore di presentare, almeno una volta all’anno, alla Regione una relazione in merito ai tipi ed ai quantitativi di rifiuti smaltiti, ai risultati del programma di sorveglianza ed ai controlli effettuati relativi sia alla fase di gestione che alla fase di post-operativa”*.

Tale concetto è ripreso poi dall'art. 13, dove è specificato che *“Al fine di dimostrare la conformità della discarica alle condizioni dell’autorizzazione e di fornire tutte le conoscenze sul comportamento dei rifiuti nelle discariche, il gestore deve presentare all’Ente territoriale competente, secondo le modalità fissate dall’autorizzazione, la relazione di cui all’articolo 10, completa di tutte le informazioni sui risultati della gestione della discarica e dei programmi di controllo e sorveglianza, nonché dei dati e delle informazioni relativi ai controlli effettuati. In particolare, la relazione deve contenere almeno i seguenti elementi:*

- a) quantità e tipologia dei rifiuti smaltiti e loro andamento stagionale;*
- b) andamento dei flussi e del volume di percolato e le relative procedure di trattamento e smaltimento;*
- c) quantità di biogas prodotto ed estratto e relative procedure di trattamento e smaltimento;*
- d) volume occupato e capacità residua nominale della discarica;*
- e) i risultati dei controlli effettuati sui rifiuti conferiti ai fini della loro ammissibilità in discarica nonché sulle matrici ambientali...”*.

L'autorizzazione all'esercizio prescrive l'obbligo per il gestore di presentare la relazione annuale entro il 31 marzo di ogni anno.

Quindi la relazione annuale riveste un ruolo importante nella gestione di una discarica, non solo come obbligo per il gestore ma anche quale principale strumento di comunicazione con le Autorità di controllo.

Infatti, i dati essenziali relativi alla gestione operativa ed ai controlli ambientali sono consolidati in questo rapporto periodico per fornire una panoramica più ampia e completa sullo stato e le prestazioni dell'impianto e verificarne la corrispondenza con l'atto autorizzativo.

7.0 ORGANIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI

Il quadro generale delle informazioni che devono essere riportate nella Relazione Annuale è quello esposto nel capitolo precedente.

In particolare, la presente relazione contiene dati sulla **gestione** della discarica, sulla **costruzione** e sul **monitoraggio ambientale**.

Tali dati sono relativi al **2020** ed eventualmente completati con quelli relativi all'intero ciclo di vita della discarica, se disponibili, quando ciò contribuisca a fornire un quadro più ampio e completo. Ne consegue che parte delle attività e dei dati descritti nel seguito della relazione sono antecedenti alla redazione del PSC, nonché alla sua approvazione.

Nel caso della discarica Casa Rota, la gestione è svolta dalla CSAI che si avvale di società esterne per attività specifiche riguardanti essenzialmente il PSC ed altre attività di controllo.

In particolare, le fonti delle informazioni contenute nella presente relazione e le relative attività svolte fino ad ora sono le seguenti:

Consulenti della CSAI e attività svolte

Comparto	Attività svolta	Responsabilità
Gestione	Gestione operativa	CSAI
Costruzione	PSC - Controlli sulla costruzione	Direzione Lavori (DL)
Costruzione/ Gestione	PSC - Rilievi topografici	CSAI
Monitoraggio	PSC – Monitoraggio ambientale	Golder/CSAI
Monitoraggio	AIA - Monitoraggio emissioni dai motori di recupero energetico	
Monitoraggio	PSC – Monitoraggio inclinometri	
Gestione informazioni	AIA - Relazione Annuale	
Monitoraggio	PSC - Emissioni diffuse dalla superficie della discarica	West System

La Golder, che ha redatto la presente relazione, ha raccolto e consolidato in essa i dati e le informazioni forniti dal gestore e dai vari consulenti, organizzandoli per i comparti suddetti.

8.0 GESTIONE DELL'IMPIANTO

8.1 Premessa

I dati di carattere puramente gestionale sono stati forniti dalla CSAI che è responsabile, come detto, della gestione operativa del sito.

I dati forniti riguardano:

- quantità e tipologia dei rifiuti smaltiti e loro andamento stagionale;
- andamento dei flussi e del volume di percolato e relative procedure di trattamento e smaltimento;
- quantità di biogas prodotto ed estratto e relative procedure di trattamento e smaltimento;
- energia prodotta dall'impianto di recupero energetico;
- volume occupato e capacità residua nominale della discarica;
- dati relativi alla manutenzione degli impianti e delle attrezzature.

8.2 Quantità e tipologia dei rifiuti smaltiti e loro andamento stagionale

8.2.1 Analisi dei dati

I dati sui flussi di rifiuti sono relativi ai conferimenti annuali dal 1999 al 2020, riassunti nella seguente tabella (i dati fanno riferimento sia ai rifiuti smaltiti che ai rifiuti recuperati).

Conferimenti annuali

Anno	Quantità (t)
1999	171.929,00
2000	263.606,00
2001	260.453,00
2002	315.214,00
2003	246.159,00
2004	259.896,32
2005	278.634,00
2006	283.380,42
2007	273.226,63
2008	263.292,49
2009	265.190,01
2010	269.447,25
2011	186.367,92
2012	191.858,33

Anno	Quantità (t)
2013	161.046,48
2014	288.394,46
2015	325.175,99
2016	304.973,01
2017	286.898,53
2018	275.466,83
2019	314.502,68
2020	200.518,24
Totale	5.685.630,59

Le quantità di rifiuti conferiti mensilmente nel 2020 all'impianto di Casa Rota sono riassunte nella seguente tabella.

Conferimenti mensili 2020

Mese	t
Gennaio	14.784,39
Febbraio	14.245,87
Marzo	15.669,06
Aprile	11.724,90
Maggio	14.127,07
Giugno	18.624,34
Luglio	18.854,39
Agosto	14.557,92
Settembre	15.841,43
Ottobre	26.180,10
Novembre	18.909,70
Dicembre	16.999,07
Totale 2020	200.518,24

Il dettaglio mensile dei rifiuti smaltiti nel 2020, espressi in tonnellate, per tipologia di rifiuto è riportato nella seguente tabella.

Rifiuti smaltiti nel 2020 (t)

Mese	Totale rifiuti smaltiti
gennaio	14.784,39
febbraio	14.245,87
marzo	15.669,06
aprile	11.724,90
maggio	14.127,07
giugno	18.624,34
luglio	18.699,47
agosto	14.485,93
settembre	15.710,50
ottobre	19.568,06
novembre	18.909,70
dicembre	16.999,07
TOTALE	193.548,36

Nella tabella successiva è riportato invece il dettaglio mensile dei rifiuti recuperati presso l'impianto.

Rifiuti recuperati nel 2020 (t)

Mese	Terra e Rocce	Pneumatici	Totale rifiuti recuperati
gennaio	0,00	0,00	0,00
febbraio	0,00	0,00	0,00
marzo	0,00	0,00	0,00
aprile	0,00	0,00	0,00
maggio	0,00	0,00	0,00
giugno	0,00	0,00	0,00
luglio	0,00	154,92	154,92
agosto	0,00	71,99	71,99
settembre	130,93	0,00	130,93
ottobre	6.612,04	0,00	6.612,04
novembre	0,00	0,00	0,00
dicembre	0,00	0,00	0,00
TOTALE	6.742,97	226,91	6.969,88

Nella seguente tabella sono riportati i rifiuti totali per codice CER, espressi sia in tonnellate che come percentuale sul totale conferiti nel 2020.

Conferimenti 2020 per codice CER

CER	Quantità (t)	Percentuale sul totale 2020
CER 020104	28,44	0,014%
CER 030307	58,51	0,029%
CER 040222	133,63	0,067%
CER 150102	7,18	0,004%
CER 150106	59,48	0,030%
CER 160103 ⁽¹⁾	226,91	0,113%
CER 160122	9,73	0,005%
CER 170504 ⁽¹⁾	6.742,97	3,363%
CER 170604	121,60	0,061%
CER 170904	10,52	0,005%
CER 190203F	9.317,97	4,647%
CER 190501	1.791,83	0,894%
CER 190503	11.658,53	5,814%
CER 191004	2.593,29	1,293%
CER 191201	532,45	0,266%
CER 191204	67,28	0,034%
CER 191208	428,67	0,214%
CER 191210	549,82	0,274%
CER 191212	163.340,38	81,459%
CER 200303	2.815,73	1,404%
CER 200399	23,32	0,012%
TOTALE	200.518,24	100%

(1) rifiuti inviati a recupero

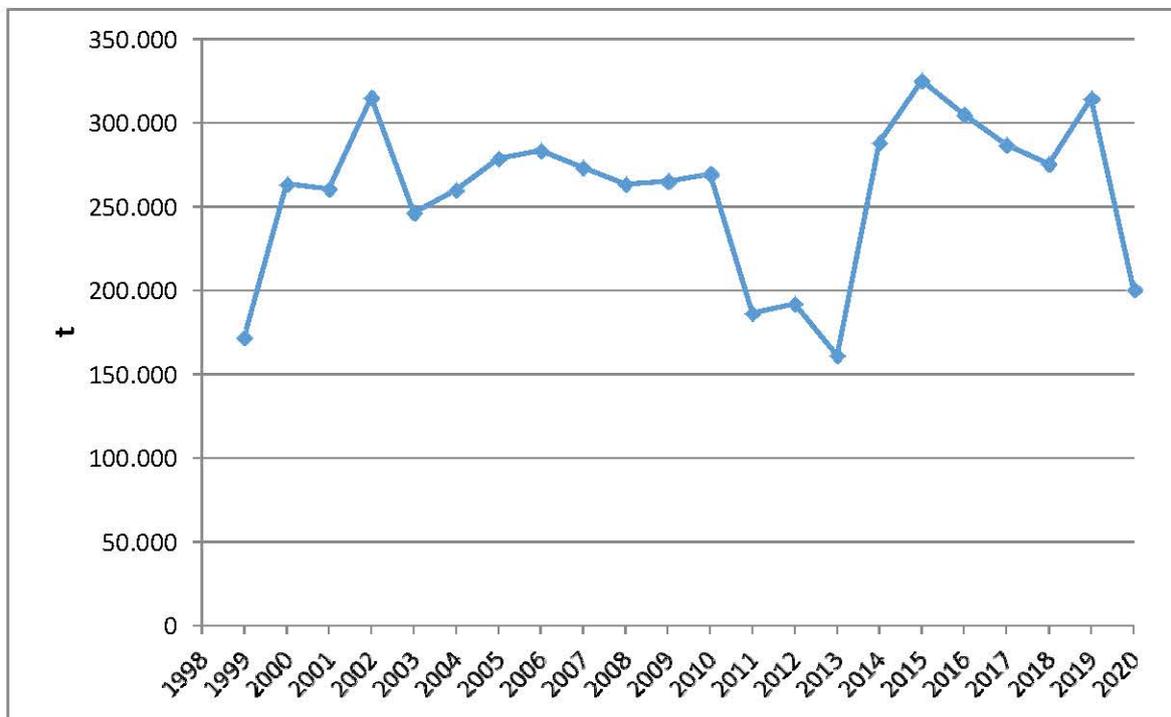
8.2.2 Sintesi

Dai dati disponibili si nota che, come riportato nel seguente grafico, i rifiuti conferiti a partire dal 1999 hanno assunto un trend crescente fino al 2002, una diminuzione nel 2003, per poi stabilizzarsi intorno alle 260.000-280.000 t/anno fino al 2010. Nel triennio 2011-2013 si è registrato invece un calo dei conferimenti in discarica che nel 2013 decrescono fino a circa 160.000 t/anno, anche per effetto della riapertura dei conferimenti presso la discarica del Pero ed il conseguente conferimento di parte dei flussi dei rifiuti su tale impianto.

Nel 2014 è stato registrato un aumento dei conferimenti rispetto al triennio precedente riportandosi su un valore vicino a quello della media storica. Nel 2015 la quantità di rifiuti conferiti è risultata essere leggermente superiore a quella registrata l'anno precedente, mentre nel periodo 2016 - 2018 si è registrato un trend costantemente decrescente, anche se con quantità sempre superiori alla media storica (circa 258.000 t).

Nel 2020 i conferimenti (circa 200.518 t) sono in diminuzione rispetto all'anno precedente (circa 314.503 t) attestandosi ad un valore confrontabile con quello registrato nel 2012.

Conferimenti annuali

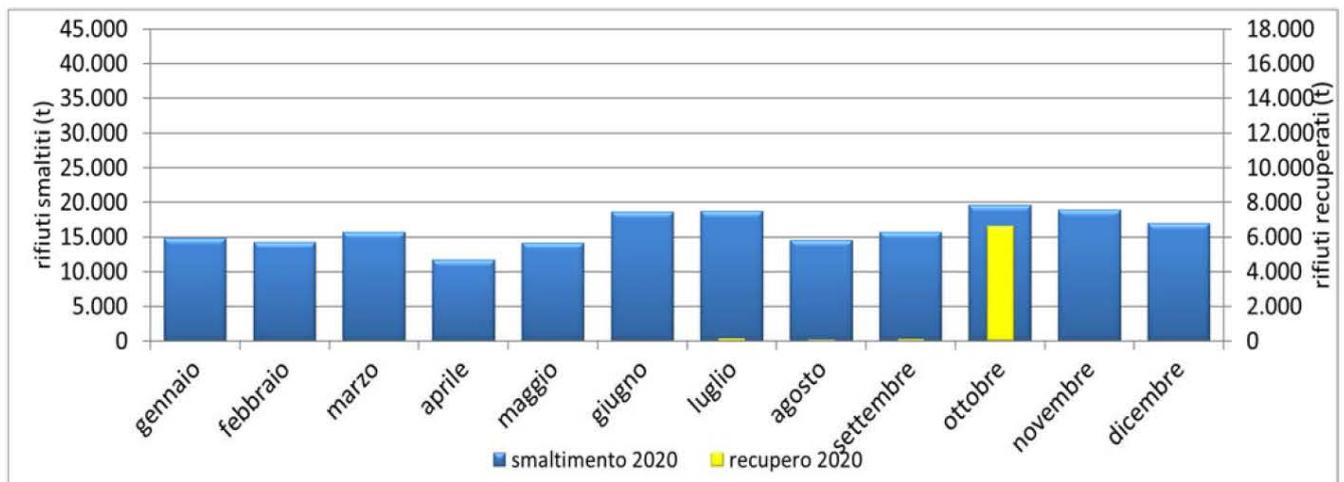


Il **conferimento medio nel periodo 1999–2020** è risultato essere pari a **258.438 t/a**, superiore al conferimento del 2020 (circa 200.518 t).

Nel grafico seguente è riportato l'andamento dei rifiuti conferiti con il dettaglio dell'aliquota destinata a smaltimento e quella avviata a recupero. Si nota che, nell'attuale periodo di riferimento, i flussi di rifiuti smaltiti mostrano un andamento abbastanza stabile nel corso dell'anno.

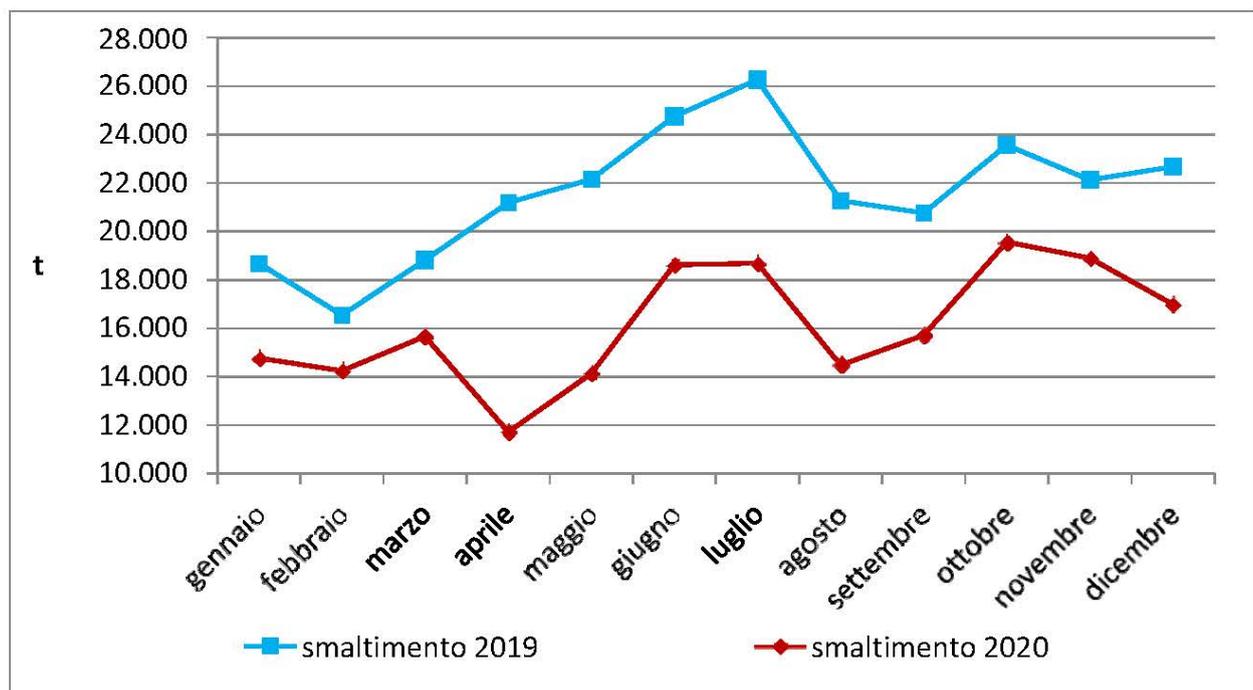
Per quanto riguarda i rifiuti avviati a recupero, nel corso del 2020 sono stati registrati conferimenti, seppur variabili, nei mesi di luglio, agosto, settembre ed ottobre. In particolare, il valore maggiore è stato registrato nel mese di novembre, dove si raggiunge un quantitativo massimo di 6.612 tonnellate. Tali quantitativi sono stati utilizzati per la realizzazione delle coperture giornaliere.

Rifiuti smaltiti e rifiuti recuperati nel 2020



Nei seguenti due grafici si riporta invece il confronto tra gli ultimi due anni (2019-2020) per quanto riguarda rifiuti smaltiti e recuperati.

Confronto dei rifiuti smaltiti mensilmente nel periodo 2019 – 2020

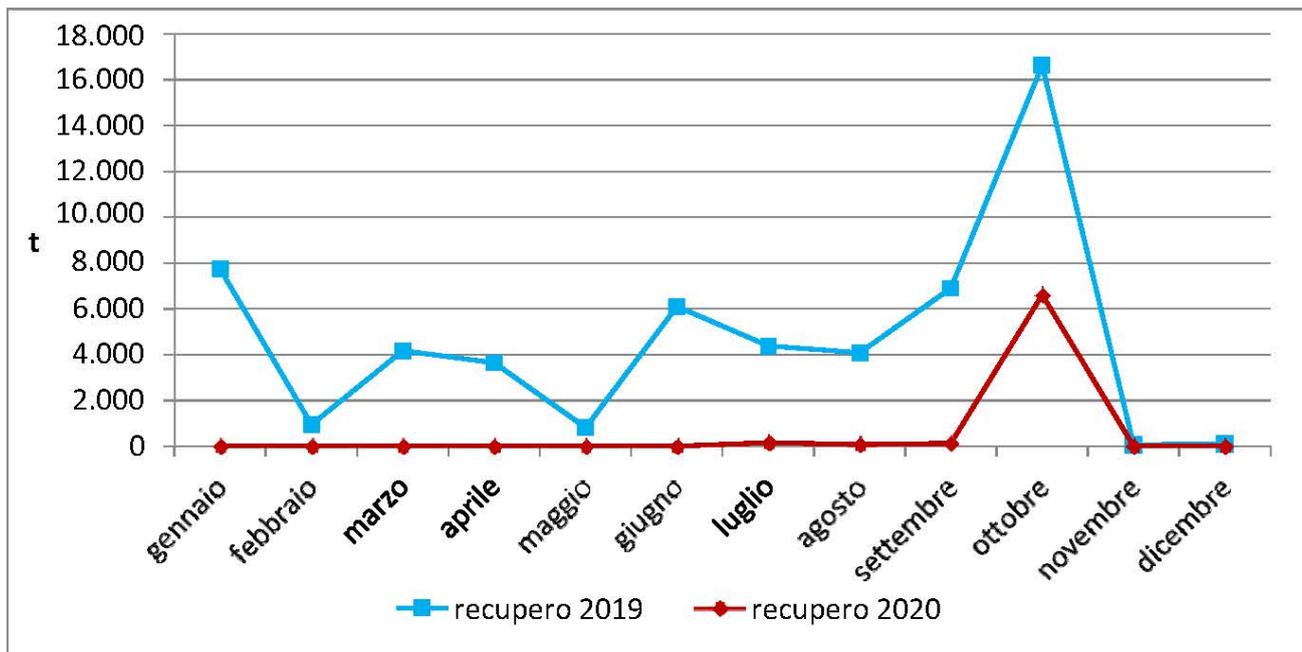


Si può notare come nel corso del 2020 si registra una fluttuazione del quantitativo dei rifiuti smaltiti, tra il minimo registrato a aprile (circa 11.725 t) ed il massimo registrato ad ottobre (circa 19.568 t).

I flussi di rifiuti conferiti nel 2020 hanno risentito dello stato emergenziale legato alla diffusione del COVID-19 e delle misure restrittive attuate nel corso dell'anno, in particolare con le chiusure che hanno interessato alcune categorie di attività produttive dei mesi di marzo e aprile.

Contribuisce alla riduzione dei conferimenti rispetto agli anni precedenti anche la mancata programmazione dei conferimenti direttamente in CSAI di flussi di rifiuti urbani trattati provenienti da ATO Toscana Centro.

Confronto dei rifiuti recuperati mensilmente nel periodo 2019 – 2020



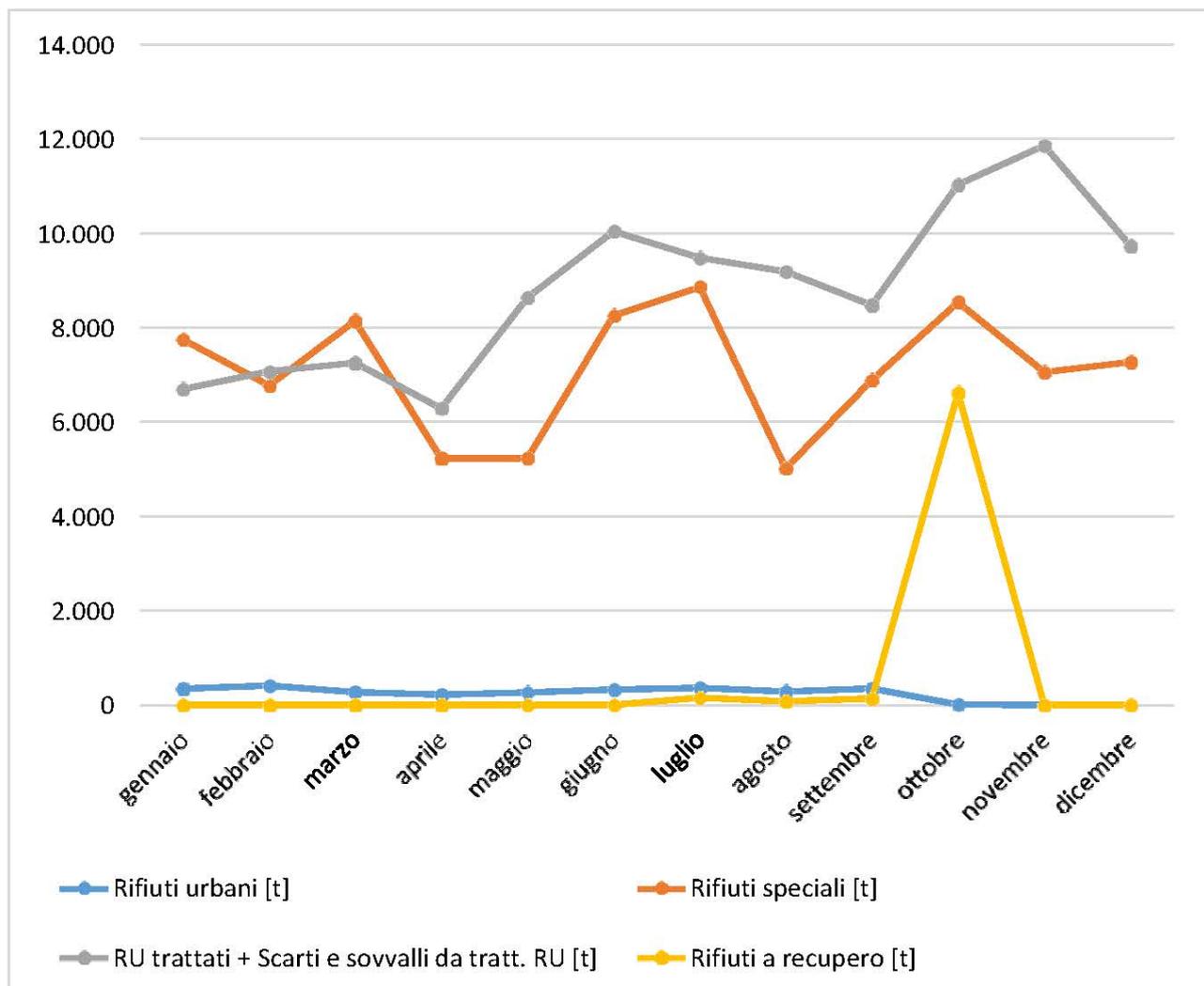
In questo caso si nota che la quantità di rifiuti recuperati nel 2020 risulta decisamente inferiore rispetto a quella del 2019, presentando valori nulli nella maggior parte dell'anno. Nel 2020 il valore massimo è stato registrato nel mese di ottobre pari a 6.612,04 t.

Il seguente grafico illustra la distribuzione dei rifiuti nell'anno per le macro categorie:

- rifiuti urbani
- rifiuti speciali
- rifiuti urbani trattati scarti e sovvalli
- rifiuti a recupero.

Come evidenziato dal grafico i rifiuti urbani, costituiti unicamente dal conferimento di CER 200399 (rifiuti cimiteriali) e CER 200303 (rifiuti della pulizia stradale), si attestano su basse quantità ed hanno un andamento costante nell'anno. I rifiuti trattati comprensivi degli scarti e sovvalli presentano delle fluttuazioni crescente durante l'anno con un massimo registrato nel mese di novembre (11.854 t), infine i rifiuti speciali evidenziano un andamento caratterizzato da locali oscillazioni con il valore massimo registrato a luglio (8.859 t).

Andamento dei flussi dei rifiuti per tipologia (2020, dati in t)



8.3 Controlli effettuati sui rifiuti conferiti

8.3.1 Analisi dei dati

Come riferito dal gestore, sui rifiuti conferiti presso l'impianto vengono regolarmente svolte le attività di controllo in accordo al Piano di Gestione Operativa approvato.

Tali controlli sono finalizzati ad una corretta gestione dello smaltimento dei rifiuti e a verificare la conformità dei rifiuti conferiti con quanto stabilito dall'autorizzazione, oltre che dalla normativa nazionale.

In particolare, i controlli prevedono:

- controllo della documentazione relativa ai rifiuti;
- verifica della conformità delle caratteristiche dei rifiuti indicate nel formulario di identificazione ai criteri di ammissibilità previsti dai sopraccitati decreti;

- ispezione visiva di ogni carico di rifiuti prima e dopo lo scarico, verificandone la conformità al formulario di identificazione;
- annotazione sul registro di carico e scarico di tutte le tipologie dei rifiuti e relativi quantitativi e caratteristiche, con l'indicazione dell'origine e della data di consegna da parte del detentore;
- sottoscrizione del formulario di identificazione dei rifiuti trasportati;
- verifiche analitiche a campione della conformità dei rifiuti conferiti (speciali non pericolosi e fanghi) ai criteri di ammissibilità elencati dalla normativa vigente.

Nell'ambito dei conferimenti del 2020, il gestore ha effettuato una serie di controlli su alcune tipologie di rifiuti conferiti in discarica.

Tali controlli sono stati effettuati a campione e alle date indicate nella seguente tabella (date di consegna del campione al laboratorio di analisi) al fine di caratterizzare il rifiuto stesso.

Elenco delle analisi effettuate sui rifiuti nel 2020

Codice CER	Data Prelievo Campione	N° Rapporto di Prova	Esito controllo ai fini dell'ammissibilità in discarica
19.12.12	29/01/2020	20.0194.004 del 14-02-2020	conforme
19.12.12	29/01/2020	20.0194.001 del 14-02-2020	conforme
19.12.12	29/01/2020	20.0194.003 del 14-02-2020	conforme
19.12.12	29/01/2020	20.0194.002 del 14-02-2020	conforme
19.12.12	29/01/2020	20.0194.005 del 14-02-2020	conforme
19.02.03	29/01/2020	20.0194.007 del 14-02-2020	conforme
19.12.12	29/01/2020	20.0194.006 del 14-02-2020	conforme
19.12.12	29/01/2020	20.0194.008 del 14-02-2020	conforme
19.12.12	27/02/2020	20.0352.001 del 16-03-2020	conforme
19.12.12	27/02/2020	20.0352.002 del 16-03-2020	conforme
19.12.12	27/02/2020	20.0352.003 del 16-03-2020	conforme
19.12.12	27/02/2020	20.0352.004 del 16-03-2020	conforme
19.12.12	27/02/2020	20.0352.005 del 16-03-2020	conforme
19.10.04	27/02/2020	20.0352.006 del 16-03-2020	conforme
19.12.12	05/03/2020	15.71_20 del 19-03-2020	conforme

Codice CER	Data Prelievo Campione	N° Rapporto di Prova	Esito controllo ai fini dell'ammissibilità in discarica
19.12.12	05/03/2020	18.71_20 del 19-03-2020	conforme
19.12.12	05/03/2020	17.71_20 del 19-03-2020	conforme
19.12.12	17/03/2020	20LA05135 del 27-03-2020	conforme
19.12.12.	17/03/2020	20LA05134 del 27-03-2020	conforme
19.12.12	17/03/2020	20LA05133 del 27-03-2020	conforme
19.12.12	17/03/2020	20LA05137 del 27-03-2020	conforme
19.12.12	17/03/2020	20LA05141 del 27-03-2020	conforme
19.10.04	17/03/2020	20LA05136 del 27-03-2020	conforme
19.12.12	17/03/2020	20LA05139 del 27-03-2020	conforme
19.12.12	17/03/2020	20LA05140 del 27-03-2020	conforme
19.12.12	17/03/2020	20LA05138 del 27-03-2020	conforme
19.12.12	17/03/2020	20LA05132 del 27-03-2020	conforme
19.05.03	06/04/2020	19.106_20 del 29-04-2020	Non conforme
19.05.03	07/04/2020	18.106_20 del 24-04-2020	conforme
19.12.12	09/04/2020	14.106_20 del 23-04-2020	conforme
19.12.12	09/04/2020	15.106_20 del 23-04-2020	conforme
19.12.12	10/04/2020	20.106_20 del 23-04-2020	conforme
19.12.12	10/04/2020	9.106_20 del 23-04-2020	conforme
19.12.12	14/04/2020	1.107_20 del 24-04-2020	conforme
19.12.12	05/05/2020	20.0663.001 del 26-05-2020	conforme
19.12.12	05/05/2020	20.0663.002 del 26-05-2020	conforme
19.12.12	05/05/2020	20.0663.003 del 26-05-2020	conforme
19.12.12	06/05/2020	20.0663.004 del 26-05-2020	conforme
19.12.12	07/05/2020	20.0663.007 del 26-05-2020	conforme
19.12.12	07/05/2020	20.0663.006 del 26-05-2020	conforme
19.12.12	07/05/2020	20.0663.005 del 26-05-2020	conforme

Codice CER	Data Prelievo Campione	N° Rapporto di Prova	Esito controllo ai fini dell'ammissibilità in discarica
19.12.12	26/05/2020	88.153_20 del 09-06-2020	conforme
19.12.12	26/05/2020	87.153_20 del 09-06-2020	conforme
19.02.03	26/05/2020	90.153_20 del 13-06-2020	conforme
19.12.12	26/05/2020	86.153_20 del 09-06-2020	conforme
19.12.12	28/05/2020	85.153_20 del 09-06-2020	conforme
19.05.03	29/05/2020	89.153_20 del 09-06-2020	conforme
19.12.12	15/06/2020	20.0836.001 del 07-07-2020	conforme
19.05.03	15/06/2020	20.0836.002 del 07-07-2020	conforme
19.12.12	17/06/2020	non analizzato	respinto
19.12.08	07/07/2020	20.0932.004 del 24-07-2020	conforme
19.12.12	07/07/2020	20.0932.003 del 24-07-2020	conforme
19.12.12	07/07/2020	20.0932.002 del 24-07-2020	conforme
19.12.12	07/07/2020	20.0932.001 del 24-07-2020	conforme
19.12.12	07/07/2020	20.0932.005 del 24-07-2020	conforme
19.12.12	10/09/2020	20.255_20 del 21-09-2020	conforme
19.12.12	10/09/2020	21.255_20 del 23-09-2020	conforme
19.12.12	10/09/2020	22.255_20 del 21-09-2020	conforme
19.12.12	10/09/2020	23.255_20 del 21-09-2020	conforme
19.12.12	10/09/2020	24.255_20 del 21-09-2020	conforme
19.12.12	10/09/2020	25.255_20 del 21-09-2020	conforme
19.12.12	15/09/2020	7.265_20 del 01-10-2020	conforme
19.12.12	16/09/2020	8.265_20 del 03-10-2020	conforme
19.10.04	05/10/2020	20.1366.001 del 27-10-2020	conforme
19.12.12	05/10/2020	20.1366.002 del 27-10-2020	conforme
19.12.12	05/10/2020	20.1366.003 del 27-10-2020	conforme
19.12.12	05/10/2020	20.1366.004 del 27-10-2020	conforme
19.12.12	05/10/2020	20.1366.005 del 27-10-2020	conforme

Codice CER	Data Prelievo Campione	N° Rapporto di Prova	Esito controllo ai fini dell'ammissibilità in discarica
19.05.03	05/10/2020	20.1366.006 del 27-10-2020	conforme
17.06.04	06/10/2020	20.1366.008 del 27-10-2020	conforme
19.12.12	06/10/2020	20.1366.009 del 27-10-2020	conforme
19.02.03	05/11/2020	20LA22760 del 19-11-2020	conforme
19.12.12	05/11/2020	20LA22762 del 19-11-2020	conforme
19.12.12	05/11/2020	20LA22763 del 19-11-2020	conforme
19.12.12	06/11/2020	20LA22764 del 24-11-2020	conforme
19.12.12	06/11/2020	20LA22766 del 19-11-2020	conforme
19.12.12	10/11/2020	20.1566.001 del 27-11-2020	conforme
19.12.12	11/11/2020	20.1566.003 del 27-11-2020	conforme
19.12.12	11/11/2020	20.1566.004 del 27-11-2020	conforme
19.12.12	14/12/2020	3.356_20 del 28-12-2020	conforme
19.12.12	14/12/2020	4.356_20 del 29-12-2020	conforme
19.12.12	14/12/2020	2.356_20 del 28-12-2020	conforme
19.05.01	14/12/2020	6.356_20 del 29-12-2020	conforme
19.12.12	14/12/2020	5.356_20 del 28-12-2020	conforme

Si dà atto che nel corso del 2020 sono stati respinti a seguito di verifiche visive per non conformità rispetto all'omologa i seguenti carichi.

TIPO RIFIUTO	DATA RESPINGIMENTO	COMUNICAZIONE
CER19.12.12	28/01/20	Prot. N. 312/20 del 29/01/20
CER19.12.12	17/06/20	Prot. N. 1848 del 26/06/20

Si evidenzia inoltre che in data 12/03/2020 si è sviluppato un incendio all'interno del sito di Casa Rota (comunicazione prot. 804 del 12/03/20, prot. N. 918 del 23/03/20, prot n. 1072 del 02/04/20, prot. N. 1125 del 07/04/20, prot 1269 del 28/04/20).

L'incendio ha coinvolto ed è rimasto limitato ai rifiuti presenti nell'area di preaccettazione, per una superficie di ca. 400 mq, dove vengono stoccati i rifiuti in attesa di verifica analitica in loco.

Al momento erano presenti n. 9 carichi di rifiuti in attesa di verifica ed n. 1 in fase di respingimento.

I carichi soggetti a verifica in loco sono risultati, prima dell'incendio, tutti smaltibili in discarica.

I carichi interessati dall'incendio sono stati nuovamente caratterizzati al fine di verificare se l'evento ne avesse alterato le caratteristiche chimiche in relazione al loro smaltimento.

Tutti i carichi hanno confermato la loro caratterizzazione analitica: quelli smaltibili in discarica sono stati smaltiti presso il sito di Casa Rota con produttore CSAI spa, mentre il carico in fase di respingimento, che già era risultato non ammissibile in discarica, è stato smaltito presso impianto terzo.

8.3.2 Sintesi

Dalle informazioni fornite dal gestore in merito ai controlli analitici effettuati a campione sui rifiuti conferiti è emersa la generale conformità degli stessi ai criteri di ammissibilità previsti dalla normativa vigente e dall'atto autorizzativo, sia per quanto riguarda il codice di classificazione che le prescrizioni vigenti al momento dell'analisi relative alla caratterizzazione chimica dei rifiuti, risultando pertanto smaltibili in discariche per rifiuti non pericolosi.

Solo in sporadici casi il gestore ha rilevato che le caratteristiche di alcuni carichi non risultavano conformi ai criteri di ammissibilità per la discarica in esame e quindi i carichi sono stati respinti.

8.4 Andamento dei flussi e del volume di percolato e relative procedure di smaltimento

8.4.1 Analisi dei dati

Il controllo delle caratteristiche quali-quantitative del percolato ha lo scopo di:

- caratterizzare qualitativamente il refluo (percolato) prodotto;
- fornire informazioni sullo stato di sviluppo e stabilizzazione dei fenomeni biochimici di degradazione della sostanza organica presente nei rifiuti.

I dati forniti dal gestore sulla quantità di percolato smaltito sono disponibili a partire dall'anno 2002 e sono riportati nella seguente tabella.

Produzione annuale di percolato

Anno	CER	Percolato smaltito (t)
2002		15.413
2003		16.383
2004	190703	18.732
2005		31.087
2006		32.043
2007		24.629

Anno	CER	Percolato smaltito (t)
2008		30.525
2009		27.400
2010		40.581
2011		29.206
2012		30.446
2013		39.908
2014		36.160
2015		37.529
2016		48.454
2017		30.656
2018		36.714
2019		41.064
2020		33.558
Totale		600.489

Nella seguente tabella sono riportati i dati mensili di percolato smaltito nel 2020.

Produzione mensile di percolato - 2020

Mese	Percolato smaltito (t)
Gennaio	5466,27
Febbraio	2439,21
Marzo	2861,97
Aprile	2306,51
Maggio	2298,67
Giugno	2095,4
Luglio	2057,73
Agosto	1596,92
Settembre	2334,26
Ottobre	3436,62
Novembre	2509,11
Dicembre	4155,26
Totale	33557,93

Il percolato viene raccolto dal fondo della discarica mediante una serie di pozzi muniti di pompe di emungimento, ed è inviato a 4 punti di raccolta dotati di vasca di contenimento e cisterne di accumulo per una capacità totale di 320 m³ che si trovano nell'area dell'impianto.

Ad essi si vanno ad aggiungere circa 362 m³ costituiti da 3 sistemi composti da serbatoio flessibile e cisterna metallica di recentemente installazione.

Contestualmente al conferimento ai punti di raccolta il percolato viene caricato su autobotte e conferito presso idonei impianti di smaltimento esterni.

Gli impianti presso cui viene conferito il percolato raccolto dalla discarica Casa Rota ed i relativi quantitativi sono riportati nella seguente tabella.

Impianti di smaltimento percolato

Impianto	Quantità conferita nel 2020 (t)
ACQUE INDUSTRIALI SRL (Empoli)	147,92
ACQUE INDUSTRIALI SRL (Pontedera)	298,00
G.I.D.A. SPAGESTIONE IMPIANTI DEPURAZIONE ACQUE	8.366,50
HERAMBIENTE SERVIZI INDUSTRIALI S.r.l.	11.383,54
NUOVE ACQUE SPA	13.239,11
UNIPROJECT SRL	122,86
TOTALE	33.557,93

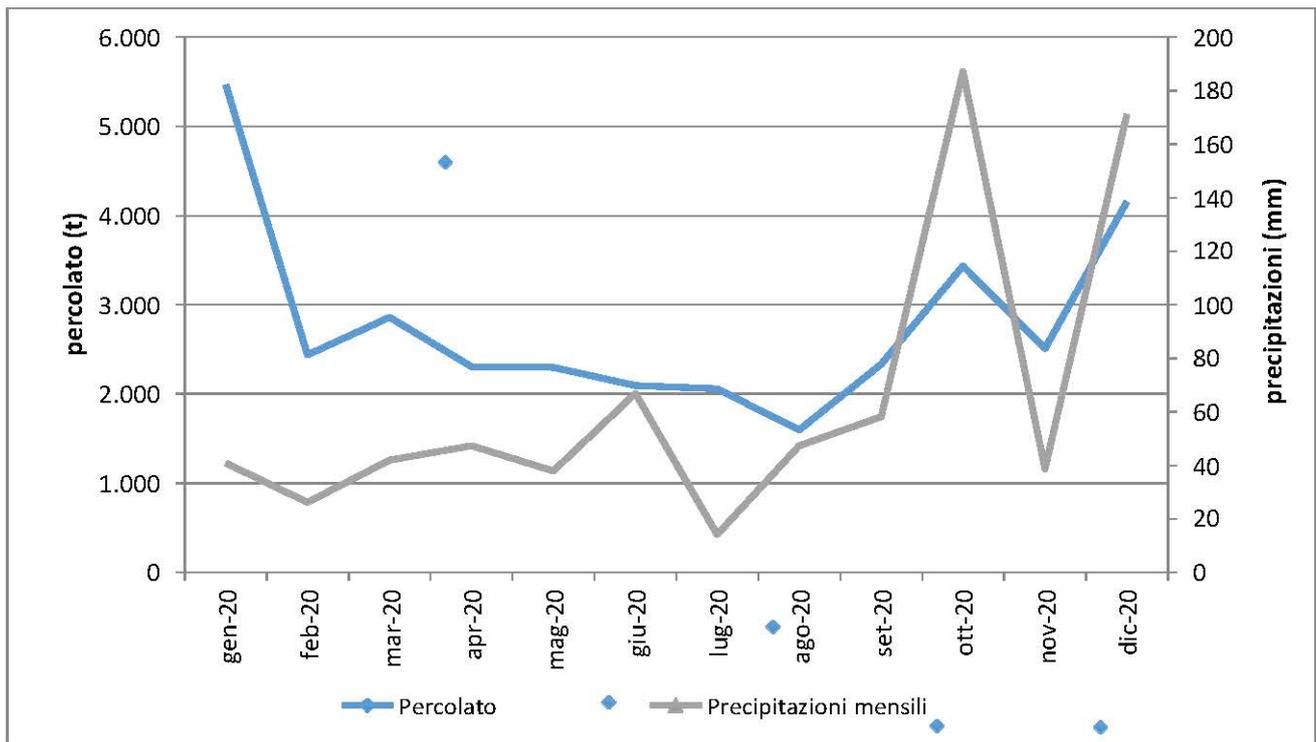
8.4.2 Sintesi

In base ai dati resi disponibili dalla CSAI relativi al 2020 si può osservare che la produzione media mensile di percolato risulta pari a 2.796 tonnellate, con un massimo di 5.466 t (gennaio) ed un minimo di 1.597 t (agosto).

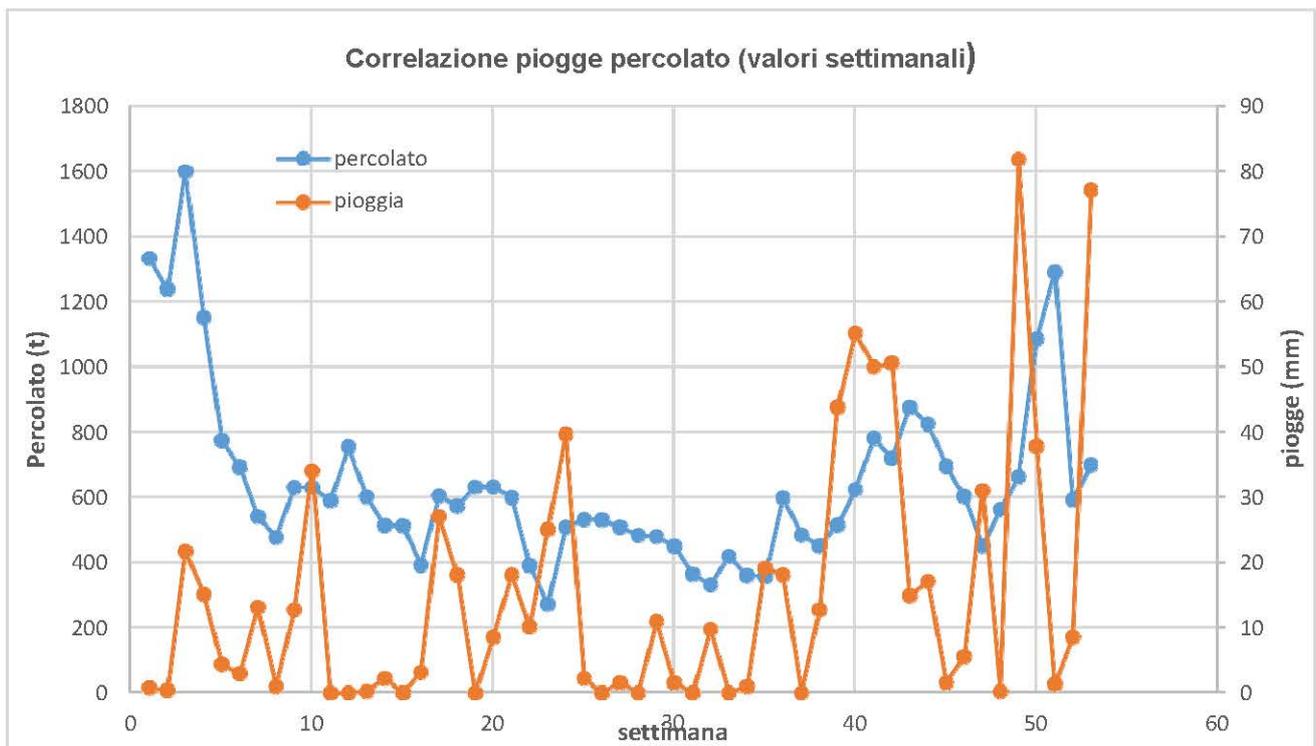
Al fine di valutare la correlazione tra la quantità di percolato captato e gli eventi meteorologici sono stati acquisiti i dati registrati dalla centralina meteorologica installata in discarica.

Nel seguente grafico è riportata la quantità di percolato captata in relazione alle precipitazioni mensili.

Percolato smaltito mensilmente e precipitazioni (2020)



Percolato smaltito settimanalmente e precipitazioni (2020)

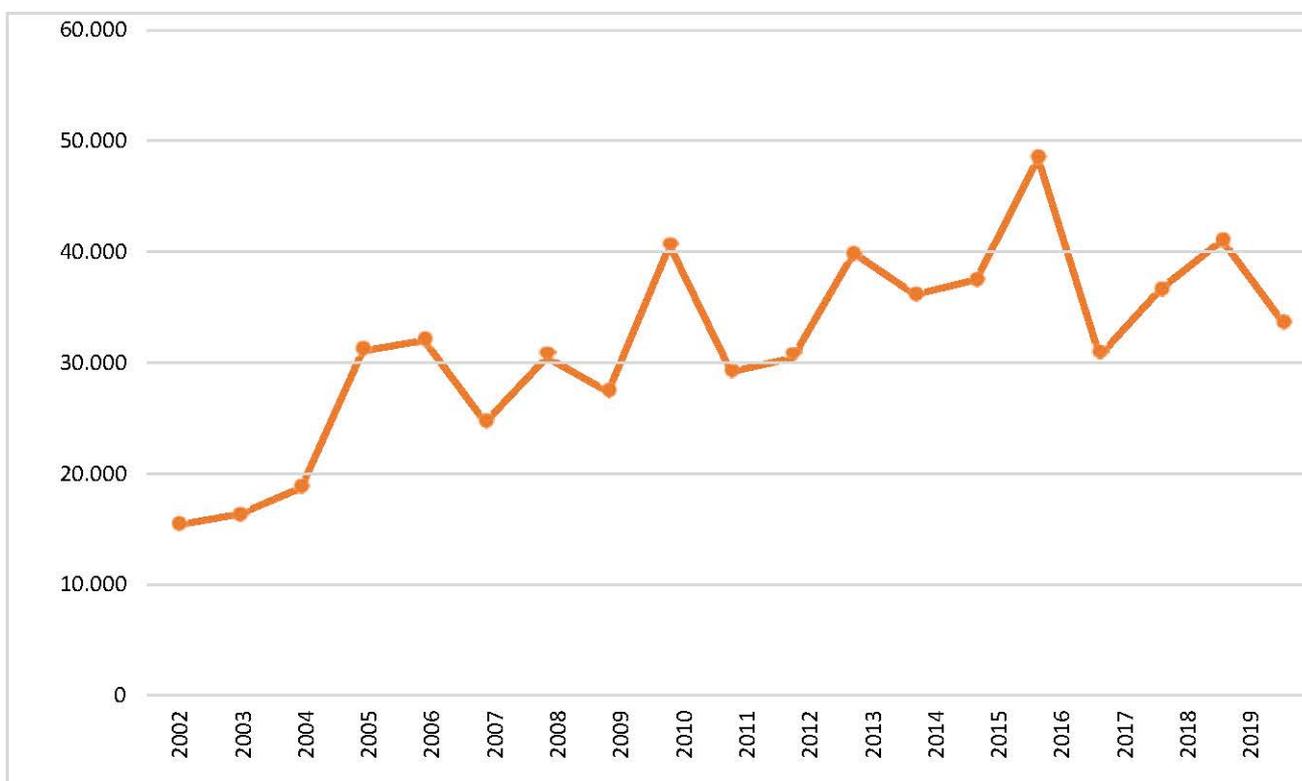


Per quanto riguarda la produzione annua di percolato, si osserva che il trend storico è globalmente crescente.

Il progressivo incremento delle superfici della discarica interessate al conferimento dei rifiuti comportata un incremento del rateo di crescita del percolato a parità di afflusso meteorico; le quantità di percolato prodotto e smaltito dipendono quindi non solo dalle precipitazioni e dai rifiuti conferiti ma anche dalle superfici occupate dai rifiuti e dalla tipologia di copertura.

In particolare, il picco massimo si rileva nel 2016, quando la produzione di percolato ha raggiunto le 48.454 t. Nel 2017, con la progressiva chiusura di superfici della discarica, la produzione è tornata ai livelli del 2012 con un decremento di circa il 37% rispetto all'anno precedente. Nel 2018 si registra un aumento della produzione di percolato di circa del 20% rispetto al 2017, dovuto presumibilmente alle maggiori precipitazioni registrate rispetto al 2017 (+57%). Nel 2019 si evidenzia un ulteriore incremento rispetto all'anno precedente di circa il 12% ricollegabile, analogamente a quanto visto per il 2018, all'incremento registrato per le piogge. Nel 2020 si registra invece una diminuzione della produzione del percolato pari a circa il 18% rispetto al 2019.

Produzione annua di percolato (t)



Le oscillazioni registrate a partire dal 2005 si ritengono ascrivibili:

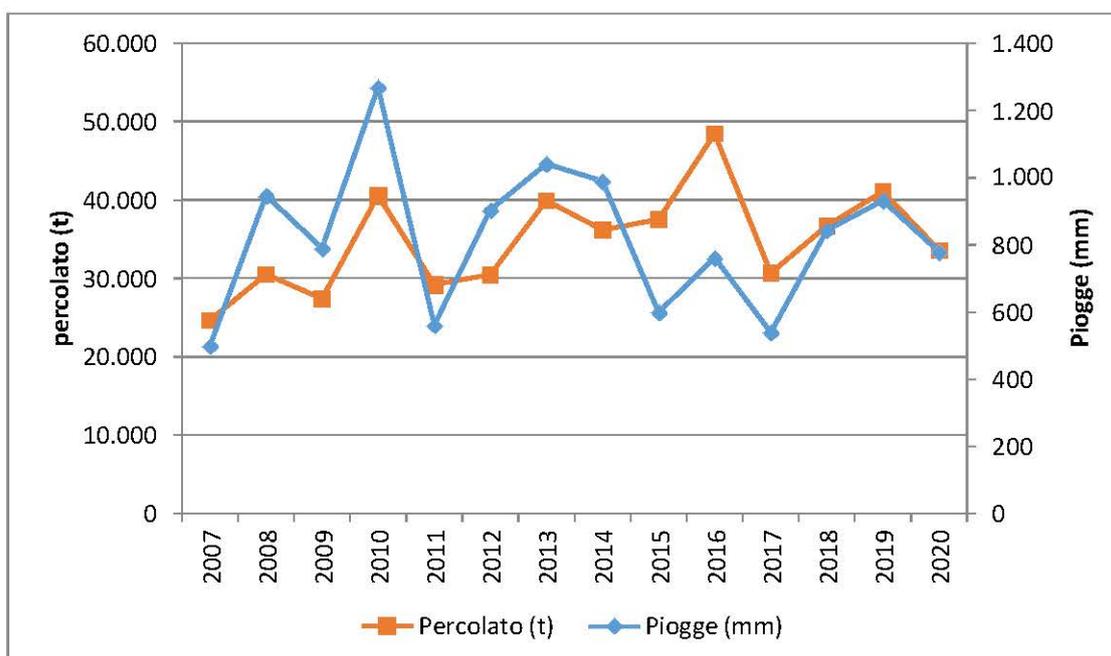
- all'attivazione dei nuovi moduli di ampliamento (produzione percolato in aumento) che hanno fornito via via un contributo alla produzione totale di percolato dell'intera discarica;
- alle attività di chiusura provvisoria/definitiva di moduli nel tempo (produzione percolato in diminuzione);
- alle variazioni da un anno all'altro delle precipitazioni atmosferiche annue.

Con particolare riferimento alle piogge, infatti, la produzione totale di percolato rispecchia, in linea di massima, l'andamento delle precipitazioni totali annue, come riportato nella seguente tabella e grafico (l'andamento può anche dipendere da altri fattori non considerati nella valutazione, quali le superfici esposte/chiuso).

Variazioni annue di piogge e percolato

Anno	Precipitazioni (mm)	Variazione (rispetto all'anno precedente)	Percolato prodotto (t)	Variazione (rispetto all'anno precedente)
2007	498,4	-	24.629	-
2008	946,4	+89,9%	30.525	+23,9%
2009	789,8	-16,5%	27.400	-10,2%
2010	1.268,8	+60,6%	40.580	+48,1%
2011	560,4	-55,8%	29.206	-28,0%
2012	903,6	+61,2%	30.446	+4,2%
2013	1.041,0	+15,2%	39.908	+31,1%
2014	989,8	-4,9%	36.160	-9,4%
2015	598,4	-39,5%	37.529	+3,8%
2016	761,6	+27,3	48.454	+29%
2017	538,8	-29,25%	30.656	-36,7%
2018	843,4	+57%	36.714	+20,0%
2019	931,2	+10,4%	41.065	+11,8%
2020	778,6	-16,4%	33.558	-18,3%

Correlazione piogge percolato (valori totali annui)



La situazione riscontrata evidenzia quindi nel complesso una adeguata applicazione delle procedure di gestione del percolato in relazione all'evoluzione della discarica nel corso degli anni.

8.5 Sistemi e modalità di gestione del percolato

8.5.1 Premessa

Il presente paragrafo è stato inserito nella Relazione Annuale in risposta alla richiesta di ARPAT (rif. prot. n. 2019/0008028 del 31/01/2019) avente ad oggetto *“Discarica di Casa Rota - richiesta di dati e relazione specifica inerente la gestione del percolato”*.

Nello specifico ARPAT chiede di integrare la Relazione Annuale con i seguenti dati e informazioni per quanto riguarda la gestione del percolato:

- *“l'andamento dei battenti in ciascun pozzo con indicazione dei livelli massimi raggiunti;*
- *le modalità di utilizzo dei dati di monitoraggio dei battenti, ai fini della pianificazione delle attività di estrazione e smaltimento del percolato;*
- *eventuali nuove istruzioni operative interne, relative alla gestione del percolato, emesse a seguito dell'attivazione del sistema di registrazione in continuo dei battenti;*
- *criticità eventualmente registrate nella gestione del battente nei periodi piovosi;*
- *i flussi su base settimanale dei conferimenti in esterno del percolato (tabella in formato elettronico);*
- *eventuali ulteriori elementi pertinenti le attività di gestione del percolato.*

Alla relazione richiesta dovranno essere allegate:

- *tavole planimetriche dell'area di discarica e delle relative vasche dei rifiuti rappresentate mediante curve di livello quotate e con riportata la posizione dei pozzi del percolato;*
- *tavola con rappresentazione mediante curve di livello quotate della attuale superficie topografica della discarica, dei pozzi di percolato, delle tipologie di coperture presenti nei vari settori e dei relativi periodi di realizzazione;*
- *tabella contenete per ciascun pozzo di percolato: coordinate GPS, profondità dal piano di campagna, quota del fondo pozzo, quota del fondo vasca nella verticale del pozzo, se trattasi di pozzo duale o no, stima della produttività e qualora disponibili gli effettivi volumi estratti nell'anno di riferimento.”*

Nei successivi paragrafi viene dato riscontro ai vari punti sopra indicati, compatibilmente con il sistema di gestione presente in sito e le relative procedure operative.

8.5.2 Descrizione generale del sistema di gestione del percolato e modalità operative di gestione

Nel presente paragrafo sono descritti il sistema di gestione del percolato, le procedure operative attuate dal gestore e lo stato attuale (dicembre 2020) di copertura della discarica.

In particolare, con riferimento alla nota ARPAT citata in premessa precedente, le informazioni contenute nel presente paragrafo intendono fornire riscontro in merito a:

- *le modalità di utilizzo dei dati di monitoraggio dei battenti, ai fini della pianificazione delle attività di estrazione e smaltimento del percolato;*
- *eventuali nuove istruzioni operative interne, relative alla gestione del percolato, emesse a seguito dell'attivazione del sistema di registrazione in continuo dei battenti.*

Inoltre, in allegato alla presente relazione (Appendice 5) sono riportati i seguenti elaborati grafici, come richiesto da ARPAT:

- *tavole planimetriche dell'area di discarica e delle relative vasche dei rifiuti rappresentate mediante curve di livello quotate e con riportata la posizione dei pozzi del percolato (Tavola "Planimetria dei pozzi di emungimento del percolato su fondi vasca aggiornata al 31/12/2020");*
- *tavola con rappresentazione mediante curve di livello quotate della attuale superficie topografica della discarica, dei pozzi di percolato, delle tipologie di coperture presenti nei vari settori e dei relativi periodi di realizzazione (Tavola "Planimetria dei pozzi di emungimento del percolato su rilievo aggiornata al 31/12/2020" e Tavola "Planimetria delle coperture" di gennaio 2021).*

Attualmente il sistema di gestione del percolato implementato da CSAI è composto da 59 pozzi del percolato. Di questi, 5 pozzi (n. 14, 18, 19, 22, 10) non sono più utilizzabili e sono stati affiancati da nuovi pozzi ritrивellati o ricostruiti in opera (dettaglio nelle tavole allegato in Appendice 5).

Nel corso del 2020 è stato realizzato un nuovo pozzo aggiuntivo per l'emungimento del percolato all'interno del 2 modulo della III fase.

Gestionalmente il liquido viene emunto dai pozzi presenti in discarica tramite pompe ad immersione collocate nei pozzi e inviato a più cisterne di stoccaggio dalle quali il percolato viene caricato su autocisterne per il trasporto verso impianti di smaltimento esterni.

Nei pozzi del percolato collocati in aree non direttamente interessate ad attività operative sono installate sonde automatiche di rilevamento del battente e pompe di emungimento.

Le sonde sono state installate su tutti i pozzi coinvolti nella gestione dei rifiuti fatta eccezione per pochi ed isolati casi.

In funzione del processo di coltivazione della discarica, si rileva che il posizionamento delle pompe di emungimento e sonde all'interno dei pozzi è un processo dinamico fatto di fasi di disinstallazione e successiva reinstallazione sui quei pozzi che verranno di volta in volta interessati dalle fasi di conferimento attivo essendo il processo di coltivazione gestito per strati sovrapposti.

Ne consegue che in corrispondenza delle aree di conferimento rifiuti non è possibile garantire alcun limite del livello del percolato nel pozzo né alcuna misura. CSAI si impegna al ripristino del livello entro i limiti massimi predetti entro 20 giorni dal termine dei conferimenti in detta area impiantistica.

Le attuali modalità operative prevedono l'estrazione del percolato dal corpo rifiuti secondo modalità miste:

- modalità **manuale**, con l'attivazione delle pompe di emungimento dei pozzi effettuata dall'operatore in campo ovvero attraverso il sistema di supervisione appositamente sviluppato;
- modalità **automatica**, sui pozzi identificati come più produttivi, al raggiungimento di un predefinito livello nel pozzo.

Attualmente solo i pozzi identificati con i n. 20, 23 e 55 sono stati dotati, anche di un sistema di emungimento automatico sotto inverter opportunamente settato. Il sistema installato entra in esercizio al raggiungimento di un livello posto in corrispondenza della pompa. Livellostatici posti all'interno della cisterna di raccolta a cui è collegato bloccano la pompa qualora il livello salisse oltre un determinato franco di sicurezza.

Tutti gli altri pozzi vengono attivati manualmente da parte del personale secondo lo schema logico sequenziale indicato nel "PROTOCOLLO DI GESTIONE DEL SISTEMA DI ESTRAZIONE DEL PERCOLATO" (documento allegato - Appendice 5).

Tale protocollo contiene anche una proposta operativa del gestore per la minimizzazione del battente del percolato in discarica, con l'obiettivo di raggiungere le previsioni del D.Lgs. 36/03. In particolare in tale PROTOCOLLO, CSAI propone i seguenti obiettivi:

- *mantenere* un livello di battente "obiettivo" di 1,5 m;
- *mantenere* un livello "massimo" del battente di 4,5 m;
- *tempi* massimi di permanenza dei battenti sopra il valore obiettivo di 72 h.

In presenza di condizioni eccezionali che impediscano o meno il rispetto di detti valori, il protocollo proposto da CSAI prevede l'invio di una specifica comunicazione ad ARPAT fornendo indicazioni circa le cause, le azioni intraprese per ripristinare il battente ed i tempi di rientro entro i livelli "obiettivo".

8.5.3 Caratteristiche e operatività del sistema di monitoraggio dei livelli di percolato

Le sonde installate nei pozzi del percolato forniscono, come dato finale, il battente presente in ciascun pozzo utilizzando sensori che misurano la contropressione determinata dalla colonna di liquido presente nel pozzo stesso. Il sistema di misura funziona con l'ausilio di una rete di aria compressa che raggiunge ciascuno dei pozzi attrezzati con sonda.

Si precisa che nel corso del mese di giugno il pozzo 57 è stato scollegato per completare i conferimenti nell'area e ad agosto 2020 si è proceduto a scollegare il pozzo 41 che nei mesi successivi è stato interessato dalle attività di conferimento dei rifiuti.

Il pozzo 57 al termine dei conferimenti nell'area di competenza è stato riattivato alimentandolo con gruppo elettrogeno e tubazioni in superficie approntate eccezionalmente, ma senza sonda di misura dei livelli e senza collegamento all'impianto elettrico, al fine di mantenere un'area dedicata disponibile ai conferimenti in condizioni emergenziali dei rifiuti COVID-19 secondo le indicazioni dell'Ordinanza del Presidente della Giunta Regionale n. 110 del 14/11/20 e delle raccomandazioni dell'ISS contenute nel rapporto n. 3/2020 versione del 31/05/2020.

L'effettiva disponibilità dei dati acquisiti dal sistema implementato è legata alla contemporanea presenza dei seguenti condizioni:

- alimentazione elettrica della sonda;
- presenza della rete wi-fi interna dedicata alle sonde;
- pressione sulla rete di aria compressa che raggiunge ogni singolo pozzo.

Come si può immaginare, essendo l'area di discarica vasta ed ancora in fase di gestione attiva in alcune sue aree, non sempre è possibile garantire la presenza contemporanea di tutti questi tre elementi e pertanto si possono verificare periodi più o meno prolungati con assenza di dati registrati su specifici pozzi. Inoltre, le stesse pompe di estrazione, immerse in un liquido aggressivo come il percolato, presentano spesso problemi di funzionamento tali da rendere necessaria la loro estrazione e sostituzione; tale operazione può richiedere anche molto tempo in funzione delle condizioni al contorno in cui occorre operare.

Inoltre, si possono verificare periodicamente improvvise fluttuazioni dei dati rilevati dalle sonde (come già successo). Ciò è imputabile al fatto che le sonde di misura risultano affette da alcune criticità legate al sistema stesso, generalmente indotte da aumenti di pressione sulla cella piezoelettrica della sonda, quali ad esempio piccole particelle di umidità contenuta nell'aria compressa oppure piccoli trafiletti di aria compressa dalla valvola di regolazione. In tali casi l'unica opzione possibile è la verifica manuale del livello e l'eventuale sostituzione della sonda, operazione comunque non di facile attuazione considerando le dimensioni della rete di misura, la dislocazione dei pozzi e l'imprevedibilità di tale potenziale evento.

Per tali motivi, benché il sistema di gestione descritto sia stato progressivamente ampliato e migliorato nella sua conformazione generale, consentendo di ottimizzare la gestione complessiva del percolato, il sistema in parola non potrà garantire una puntuale e costante affidabilità in termini di stabilità operativa. In ogni caso lo stesso è utilizzato dal Gestore per avere un rapido quadro della situazione volta ad una più proficua gestione del percolato, nell'ottica finale del rispetto delle previsioni del D.Lgs. 36/03 di minimizzazione del battente del percolato in discarica.

8.5.4 Dati acquisiti dal sistema di gestione del percolato

I dati acquisiti dal sistema di misura dei battenti sono riportati nei grafici allegati alla presente Relazione in Appendice 5.

Dai grafici allegati si può rilevare *"l'andamento dei battenti in ciascun pozzo con indicazione dei livelli massimi raggiunti"*.

A tale proposito preme sottolineare nuovamente quanto già detto al precedente paragrafo in merito alla possibilità che, per le caratteristiche del sistema e per le condizioni di operatività, si possano verificare fluttuazioni dei dati che potrebbero non essere rappresentative del reale battente nei pozzi.

Come richiesto da ARPAT (rif. prot. n. 2019/0008028 del 31/01/2019, avente ad oggetto "Discarica di Casa Rota - richiesta di dati e relazione specifica inerente la gestione del percolato") nella seguente tabella sono indicati per ciascun pozzo di percolato: coordinate GPS, quota del fondo pozzo, quota del fondo vasca nella verticale del pozzo, se trattasi di pozzo duale o no (non sono disponibili dati inerenti la stima della produttività né gli effettivi volumi estratti nell'anno di riferimento dal singolo pozzo). Per l'ubicazione dei pozzi si rimanda alle tavole allegate.

n° pozzo	Coordinate Gauss Boaga		realizzato successivamente alla coltivazione	quota fondo discarica (m slm)	quota fondo pozzo (m slm)	quota t.p. rilievo dic 2020 (m slm)	Estrazione biogas
3	1705761,15	4828906,51	NO	143,8	144,3	158	SI
4	1705716,32	4828845,35	NO	155	155,5	162,5	SI
5	1705740,92	4828891,22	SI	144	148	161	SI
6	1705744,30	4828941,73	SI	144,5	148,5	161,5	SI
7	1705753,42	4828981,84	NO	152	152	160	SI
8	1705756,27	4829004,69	NO	158,8	158,8	163	NO
9	1705835,59	4829039,75	SI	161	161	168	NO
10	1705808,20	4829045,69	NO	155	155	168,21	SI
11	1705815,05	4829048,82	SI	156	156	168,21	NO
12	1705734,02	4829020,78	SI	153	156	169	SI
13	1705703,50	4828935,04	SI	144,3	155	169	SI
14	1705707,05	4828942,58	NO	144,3	144,8	169	SI
15	1705633,19	4828906,33	NO	152	152,5	177	SI
16	1705586,32	4828880,25	NO	165,5	166	179,5	NO
17	1705546,97	4828903,07	NO	167,95	168,45	191	SI
18	1705584,14	4828902,63	SI	159	167,5	183,5	SI
19	1705587,99	4828909,58	NO	158	158,5	183,5	SI
20	1705595,64	4828907,03	SI	157,8	169,5	182,5	SI
21	1705645,84	4828986,01	NO	157,87	158,37	180	SI
22	1705695,11	4829033,18	NO	152,43	152,93	179	SI
23	1705709,52	4829036,51	NO	159,58	160,08	178	SI
24	1705778,57	4829071,17	NO	143,94	144,44	178	SI
25	1705830,70	4829100,49	NO	160,73	161,23	180,5	SI
26	1705843,20	4829154,32	NO	164,3	164,8	187	SI

n° pozzo	Coordinate Gauss Boaga		realizzato successivamente alla coltivazione	quota fondo discarica (m slm)	quota fondo pozzo (m slm)	quota t.p. rilievo dic 2020 (m slm)	Estrazione biogas
27	1705790,17	4829151,94	NO	155,17	155,67	193	SI
28	1705770,64	4829109,83	NO	142,73	143,23	188	SI
29	1705715,96	4829118,70	NO	156,42	156,92	196	SI
30	1705671,99	4829059,51	NO	158	158,5	190	SI
31	1705537,24	4828983,29	NO	163,2	163,7	201,5	SI
32	1705440,26	4828926,03	NO	184	184,5	195	SI
33	1705368,71	4828990,96	NO	196	196,5	205	SI
34	1705445,58	4829057,66	NO	181,1	181,6	212	SI
35	1705502,33	4829046,20	NO	170,64	171,14	209	SI
36	1705425,98	4829093,20	NO	189	189,5	213,5	SI
37	1705434,44	4829167,29	NO	196,4	196,9	215	SI
38	1705477,56	4829171,29	NO	185,68	186,18	212	SI
39	1705514,83	4829153,93	NO	180,1	180,6	211	SI
40	1705545,34	4829099,01	SI	170,75	176	208,5	SI
41	1705537,66	4829269,58	NO	189,5	190	215	SI
42	1705624,34	4829134,44	NO	169,36	169,86	201,5	SI
43	1705695,46	4829148,75	NO	159,92	160,42	197,5	SI
44	1705658,61	4829183,43	NO	167,8	168,3	205	SI
45	1705642,77	4829240,04	NO	171,1	171,6	206,5	SI
46	1705709,29	4829267,99	NO	169,2	169,7	208	SI
47	1705783,21	4829261,41	NO	167,96	168,46	207,5	SI
48	1705755,08	4829209,55	NO	163	163,5	202,5	SI
49	1705848,50	4829217,09	NO	170	170,5	196	SI
50	1705597,96	4829263,45	NO	177,4	177,9	207	SI
51	1705541,27	4829082,42	NO	170,2	170,7	207,8	SI
52	1705591,43	4829081,10	SI	157,9	158,4	201,5	SI
53	1705671,43	4829111,56	SI	167,5	171,5	197,5	SI
54	1705758,98	4829163,59	SI	163	169	198	SI
55	1705540,40	4829197,91	NO	187,27	187,77	214	SI

n° pozzo	Coordinate Gauss Boaga		realizzato successivamente alla coltivazione	quota fondo discarica (m slm)	quota fondo pozzo (m slm)	quota t.p. rilievo dic 2020 (m slm)	Estrazione biogas
56	1705655,50	4829330,49	NO	177,75	178,25	206,5	SI
57	1705795,71	4829341,03	NO	178	178,5	202	SI
58	1705877,93	4829210,76	NO	177,6	178,1	189,5	SI
59	1705591,34	4829368,37	NO	188	188,5	207,2	SI
60	1705700,66	4829391,68	NO	188	188,5	205,1	SI
61	1705822,80	4829399,89	NO	190	190,5	200	SI

Relativamente ai dati disponibili in merito ai battenti e all'andamento degli stessi nel tempo, nella seguente tabella sono esposte alcune considerazioni di sintesi per ciascun pozzo. Prima di illustrare le valutazioni si ricorda che il sistema implementato è strutturato per acquisire un numero significativo di dati. Più specificamente, in condizioni di corretto funzionamento del sistema (alimentazione elettrica della sonda, presenza della rete wi-fi e pressione sulla rete di aria compressa sul pozzo) viene acquisito un dato ogni 30 minuti circa. Ciò significa che per i vari pozzi i dati di un anno di misura possono essere di diverse decine di migliaia.

Ha senso quindi parlare di **battente medio giornaliero** dei pozzi, maggiormente rappresentativo rispetto al battente puntuale.

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
3	Si osservano picchi puntuali di battente fino a un massimo di circa 1,56 m mentre la media giornaliera dei battenti assume un valore massimo di 1,36 m. La media annua di tutte le misure è infatti 0,27 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Si ricorda che tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica della vecchia discarica e sul fondo invaso.
4	Tutte le misure del battente risultano inferiori ad 1 metro e il valore puntuale massimo registrato risulta pari a 0,58 m. La media giornaliera del battente è stata sempre inferiore a 0,5 m fino alla metà del mese di aprile e successivamente nulla. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica della vecchia discarica in zona spondale.
5	I picchi massimi di battente sono stati registrati rispettivamente il 07/01/2020 (2,43 m) e il 20/01/2020 (2,10 m). Le medie giornaliere risultano sempre al di sotto di un metro ad eccezione del valore registrato in una giornata durante il corso dell'anno (12 gennaio) pari a 1,26 m. La media annua è 0,39 m e la media giornaliera presenta un andamento pressoché stazionario. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e sul fondo invaso della vecchia discarica, limitrofo al pozzo 3.
6	I battenti puntuali sono sempre inferiori ai 1,0 m e la media giornaliera sempre inferiore ai 0,5 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva e a valle morfologica e sul fondo invaso della vecchia discarica, limitrofo ai pozzi 3 e 5 (stesso invaso).
7	I battenti si mantengono al di sotto di 1,0 m. La media giornaliera risulta nulla, così come il battente, fino al mese di giugno e successivamente assume valori inferiori a 1,0 m. La media annua è 0,10 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e sul fondo invaso della vecchia discarica (stesso invaso dei pozzi 3, 5, 6).
8	Tale pozzo ha valori sempre nulli in quanto è posto su un drenaggio perimetrale con scarico a gravità su un collettore di raccolta.
9	Il valore massimo, pari a 1,24 m, è stato registrato nel mese di gennaio 2020. Le medie giornaliere risultano sempre al di sotto di 0,5 m ad eccezione che per n. 7 giornate nel corso dell'anno (gennaio 2020). La media annua risulta pari a 0,04 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e in zona spondale della nuova discarica.
10	Pozzo non più funzionale all'emungimento, sostituito con altri pozzi trivellati o ricostruiti in opera
11	Ad eccezione dei valori nulli registrati il 30 e il 31 di dicembre il battente puntuale risulta variabile tra 0,08 m e 1,31 m. La media annua risulta pari a 0,43 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e in zona spondale della nuova discarica.

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
12	<p>Il battente puntuale supera il valore di 1,0 m in sole due occasioni facendo registrare valori pari a 1,39 m e 1,01 m. La media giornaliera risulta sempre al di sotto di 0,5 m ad eccezione che in una sola occasione in cui risulta pari a 0,74 m. La media annua è 0,10 m.</p> <p>Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e in zona spondale della vecchia discarica.</p>
13	<p>Si osservano picchi di battente fino a un massimo di circa 3,22 m. Tali picchi non sono rappresentativi dell'effettivo battente nel pozzo in quanto le medie giornaliere risultano sempre inferiori a 0,5 m. A conferma di quanto suddetto si sottolinea che in occasione del picco massimo di 3,22 m, la media giornaliera è stata di 0,28 m. La media annua è 0,18 m.</p> <p>Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e sul fondo invaso della vecchia discarica (stesso invaso pozzi 3, 5, 6).</p>
14	<p>Pozzo non più funzionale all'emungimento, sostituito con altri pozzi trivellati o ricostruiti in opera.</p>
15	<p>Si osserva un isolato picco di battente con un valore pari a 5,09 m (luglio 2020). Tale picco non risulta rappresentativo dell'effettivo battente in quanto le medie giornaliere risultano sempre al di sotto di 0,5 m ad eccezione del valore rilevato a dicembre, pari a 0,574 m. A conferma di quanto detto la media giornaliera registrata in corrispondenza del valore massimo risulta pari a 0,233 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e sul fondo invaso della vecchia discarica.</p>
16	<p>Si rileva un picco occasionale del battente di circa 6,56 m. Tale picco non risulta rappresentativo dell'effettivo battente in quanto le medie giornaliere sono sempre inferiori a 1 m. A sostegno di quanto sopra la media giornaliera registrata in corrispondenza del valore massimo risulta pari a 0,283 m. La media annua è 0,21 m.</p> <p>Non si osserva correlazione delle piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e in zona spondale della vecchia discarica.</p>
17	<p>Si rileva un picco occasionale del battente di circa 5,80 m. Tale picco non risulta rappresentativo dell'effettivo battente in quanto le medie giornaliere risultano sempre inferiori a 1,0 m. A sostegno di quanto sopra la media giornaliera registrata in corrispondenza del valore massimo risulta pari a 0,20 m. La media annua è pari a 0,16 m.</p> <p>Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, in zona intermedia tra monte e valle morfologico e sul fondo di un invaso della vecchia discarica.</p>
18	<p>Pozzo non più funzionale all'emungimento, sostituito con altri pozzi trivellati o ricostruiti in opera.</p>
19	<p>Pozzo non più funzionale all'emungimento, sostituito con altri pozzi trivellati o ricostruiti in opera.</p>
20	<p>Non si rilevano picchi. In particolare, fino al mese di aprile si osservano valori molto prossimi allo zero, successivamente si osservano valori mediamente superiori a 0,5 m e in alcuni casi superiori ad 1,0 m. Il valore massimo riscontrato risulta comunque poco al di sopra di 1,0 m ed in particolare pari a 1,39 m. La media giornaliera risulta sempre inferiore ad 1,0 m e ha un andamento stazionario. La media annua è pari a 0,21 m.</p> <p>Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, in zona intermedia tra monte e valle morfologico e sul fondo di un invaso della vecchia discarica. Si sottolinea infine che tale pozzo è ubicato a monte idraulico e a circa 30 m di distanza del pozzo 15, che presenta valori di battente intorno a 0,5 m. Non sembra quindi che i livelli medi misurati nel</p>

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
	pozzo 20 interferiscano con il pozzo 15. Ciò denota una buona efficacia di gestione e controllo del percolato nell'intorno del pozzo in esame.
21	Il valore massimo riscontrato per tale pozzo è pari a 1,54 m. La media giornaliera è risultata sempre al di sotto di 1,0 m ad eccezione che in n. 2 occasioni in cui sono stati registrati valori rispettivamente pari a 1,06 m e 1,10 m. La media annua è di 0,22 m. Si osserva una minima correlazione con le piogge solo nell'ultimo periodo dell'anno (dicembre 2020).
22	Pozzo non più funzionale all'emungimento, sostituito con altri pozzi trivellati o ricostruiti in opera.
23	Non si rilevano picchi e il battente massimo registrato risulta pari a 1,17 m. La media giornaliera risulta sempre inferiore ad 1,0 m ad eccezione che in un'unica giornata in cui risulta pari ad 1,0 m. La media annua è pari a 0,13 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in area con copertura definitiva, in zona intermedia tra monte e valle morfologico e in posizione spondale della vecchia discarica. Tale pozzo risulta molto produttivo probabilmente a causa della sua posizione che drena ed intercetta i percolati provenienti da tutte le aree a monte sia della vecchia discarica che dei moduli autorizzata nel 2003. In considerazione della sua produttività il pozzo è stato dotato di una pompa ad attivazione automatica e serbatoio di stoccaggio dedicato posto in prossimità.
24	Si rileva un picco isolato di battente pari a 3,42 m. Tale picco non risulta rappresentativo dell'effettivo battente in quanto la media giornaliera risulta sempre inferiore ad 1,0 m. A conferma di quanto sopra il valore della media giornaliera in corrispondenza del valore massimo riscontrato risulta pari a 0,08 m. La media annua risulta pari a 0,16 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, sul fondo invaso di un modulo di valle della discarica autorizzata nel 2003.
25	Si rileva un picco isolato del battente pari a 7,68 m. Tale picco non risulta rappresentativo dell'effettivo battente in quanto la media giornaliera risulta sempre inferiore ad 1,0 m. A conferma di quanto sopra il valore della media giornaliera in corrispondenza del valore massimo riscontrato risulta pari a 0,32 m. La media annuale è pari a 0,002 m. Non si osserva correlazione con le piogge.
26	Non si rilevano picchi, il battente puntuale si mantiene sempre al di sotto di 1,0 m ad eccezione di isolati casi (n. 3 giornate durante l'anno) in cui sono stati registrati valori di poco superiori al metro. La media giornaliera risulta sempre inferiore al metro. La media annua è pari a 0,18 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, sul fondo invaso di un modulo della discarica autorizzata nel 2003.
27	I valori puntuali di battente di tale pozzo si attestano al di sotto di 1,0 m. Le medie giornaliere del battente seguono l'andamento dei valori puntuali, e sono inferiori a 1 m. La media annua è 0,06 m. Non si osserva correlazione con le piogge.
28	Si osservano n. 2 picchi rispettivamente nei mesi di ottobre e novembre. I valori registrati per tali picchi sono pari a 7,71 m (ottobre) e 6,34 m (novembre). La media giornaliera segue l'andamento dei valori puntuali e risulta generalmente inferiore ad 1,5 m ad eccezione di una sola giornata in cui risulta pari a 1,57 m (gennaio 2020). In corrispondenza dei due picchi sopra citati la media giornaliera è stata rispettivamente pari a 0,74 m e 0,75 m.

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
	Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, sul fondo invaso di un modulo della discarica autorizzata nel 2003.
29	<p>Non si osservano picchi ma il battente risulta nullo tra la metà del mese di aprile e la metà del mese di agosto e successivamente tra ottobre e dicembre. Nei periodi in cui il battente risulta diverso da zero, i valori risultano mediamente pari a circa 0,5 m. In generale la media giornaliera è caratterizzata da valori al di sotto di 1 m, tranne in un'unica giornata nel corso dell'anno in cui si registra un valore pari a 1,02 m. La media annua è pari a 0,20 m.</p> <p>Non si osserva una particolare correlazione con le piogge, nonostante tale pozzo sia ubicato in zona con copertura temporanea. Presumibilmente ciò è dovuto al fatto che il pozzo è ubicato in zona spondale di uno dei moduli a valle della nuova discarica, oltre al fatto che la regolare e continua estrazione del percolato da parte del gestore impedisce, correttamente, la creazione di un battente tale da "seguire" nel tempo la variazione delle precipitazioni.</p>
30	<p>Non si rilevano picchi e il valore massimo raggiunto risulta pari a 1,49 m. La media giornaliera del battente si mantiene generalmente sotto al valore di 1,0 m, tranne in 2 giornate dell'anno in cui si registrano valori compresi pari a 1,19 m e 1,01 m. La media annua è 0,22 m.</p> <p>Non si osserva correlazione con le piogge ad eccezione che nel mese di dicembre. Tale pozzo è ubicato in area con copertura definitiva, in zona intermedia tra monte e valle morfologico e in posizione spondale della vecchia discarica.</p>
31	<p>Sono presenti n. 2 picchi di battente con valori rispettivamente pari a 5,03 m e 3,37 m (aprile 2020). La media giornaliera ha un andamento pressoché stazionario che segue l'andamento dei valori puntuali. La media annua è pari a 0,78 m.</p> <p>Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, sul fondo di un invaso in posizione intermedia tra monte e valle morfologico della vecchia discarica.</p>
32	Non si rilevano picchi e il valore massimo registrato risulta pari a 1,27 m. La media giornaliera presenta un andamento stazionario e i valori risultano sempre inferiori a 1,0 m. La media annua è 0,26 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, in posizione spondale in zona intermedia tra monte e valle morfologico della vecchia discarica.
33	I valori puntuali di battente di tale pozzo si attestano al di sotto di 1 m. Le medie giornaliere del battente seguono l'andamento dei valori puntuali, e sono generalmente inferiori a 0,5 m ad eccezione del 1, 2 e 3 gennaio in cui si riscontrano valori di 0,52 m, 0,51 m e 0,53 m. La media annua è 0,12 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, in posizione spondale a monte morfologico della vecchia discarica.
34	<p>Si rileva un picco di battente con un valore di 3,20 m il 28 luglio. Tale picco non è rappresentativo dell'effettivo battente nel pozzo in quanto la media giornaliera nella stessa data del picco è pari a 0,25 m. La media annua è 0,08 m.</p> <p>Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, su un fondo invaso a monte morfologico della vecchia discarica.</p>

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
35	Si registra un isolato picco di battente caratterizzato da un valore pari a 12,78. Tale picco non risulta rappresentativo del reale livello di battente in quanto la media giornaliera rilevata in corrispondenza di tale picco risulta pari a 0,44 m. La media annua è pari a 0,23 m, con andamento stazionario. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, su un fondo invaso a monte morfologico della vecchia discarica.
36	Non si osservano picchi e i valori di battente risultano sempre molto bassi e comunque inferiori 0,5 m. La media giornaliera segue l'andamento dei valori puntuali e risulta sempre inferiore a 0,5 m. La media annua è pari a 0,06 m. Il pozzo è ubicato sulla sponda nord del modulo di monte morfologico nella vecchia discarica, dotata di copertura definitiva, e quindi in una zona poco produttiva.
37	In tale pozzo i dati registrati durante il 2020 evidenziano un valore stazionario mediamente intorno a 0,1 m, il valore massimo registrato è stato pari a 0,20 m. La media giornaliera presenta valori al massimo pari a 0,10 m mentre la media annua è pari a 0,07 m. Il pozzo in questione è ubicato sulla sponda nord del modulo di monte morfologico nella vecchia discarica, dotata di copertura definitiva, e quindi in una zona poco produttiva.
38	Il valore massimo registrato in tale pozzo risulta pari a 1,48 m (10 gennaio). La media giornaliera ha un andamento che segue quello dei valori puntuali con livelli di battente sempre al di sotto di 1,0 m. La media annua è pari a 0,16 m. Non si osserva correlazione con le piogge, nonostante tale pozzo sia ubicato in zona con copertura temporanea al margine dell'area coperta in modo definitivo.
39	I valori puntuali di battente di tale pozzo si attestano generalmente al di sotto di 0,5 m ad eccezione che nel periodo compreso tra il 09 settembre e il 09 ottobre in cui si rilevano livelli di battente superiori a 0,5 m ma comunque inferiori a 1,0 m. Le medie giornaliere del battente seguono l'andamento dei valori puntuali, e sono inferiori a 0,5 m ad eccezione che in n. 2 giornate (25 settembre e 02 ottobre) in cui si rilevano valori rispettivamente pari a 0,58 m e 0,57 m. La media annua è 0,03 m. Non si osserva correlazione con le piogge, nonostante tale pozzo sia ubicato in zona con copertura temporanea al margine dell'area coperta in modo definitivo. C'è comunque da sottolineare che il pozzo 39 si trova a monte morfologico della vecchia discarica nei pressi dei pozzi 37 e 38.
40	Tale pozzo presenta valori di battente superiori ad 1,0 m e prossimi ai 2,0 m nella prima parte dell'anno (gennaio – maggio 2020) e successivamente valori inferiori e solo occasionalmente maggiori di 1,0 m. Le medie giornaliere seguono l'andamento dei valori puntuali e risultano generalmente al di sotto di 1,5 m ad eccezione che in n. 2 giornate (01 gennaio e 08 marzo) in cui sono stati rilevati livelli medi di battente rispettivamente pari a 1,60 m e 1,51 m. La media annua dei livelli è di 0,30 m. È un pozzo in corrispondenza del fondo invaso, ubicato nell'area di monte morfologico della vecchia discarica in una zona di passaggio tra area coperta in modo temporaneo e area con copertura definitiva. Sulla base dei dati di battente, tale pozzo sembrerebbe uno tra i più produttivi. Non si registra correlazione con le piogge.
41	I dati disponibili presentano valori puntuali generalmente inferiori a 1,0 m o di poco superiori. Anche la media giornaliera, che segue l'andamento dei valori puntuali, mostra livelli medi di battente sempre inferiori ad 1,0 m ad eccezione che in n. 2 giornate (01 gennaio e 06 gennaio) in cui si registrano valori rispettivamente pari a 1,06 m e 1,14 m.

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
	<p>La media annua dei battenti è 0,37 m. Non si osserva correlazione con le piogge, nonostante tale pozzo sia ubicato in zona con copertura temporanea. C'è comunque da sottolineare che il pozzo 41 si trova a monte morfologico della nuova discarica e che i dati risultano disponibili fino al mese di agosto in quanto successivamente il pozzo è stato interessato da conferimenti attivi.</p> <p>Il pozzo è stato ripristinato alla misura a marzo 2021</p>
42	<p>Si osserva un picco isolato (21 aprile) di 8,26 m. Tale picco non risulta rappresentativo del battente realmente presente nel pozzo in quanto la media giornaliera presenta valori generalmente inferiori a 1,0 m ad eccezione che in n. 3 giornate (01 gennaio, 03 maggio e 27 dicembre) in cui sono stati rilevati valori rispettivamente pari a 1,03 m, 1,09 m e 1,15 m. A conferma di quanto sopra il valore medio di battente registrato in corrispondenza del valore massimo risulta pari a 0,69 m. La media annua è infatti 0,45 m.</p> <p>Non si osserva correlazione con le piogge, nonostante tale pozzo sia ubicato in zona con copertura temporanea.</p>
43	<p>I valori puntuali di battente risultano sempre inferiori a 1,0 m ad eccezione che in n. 6 giornate nel corso dell'anno (2, 3, 4, 5 e 7 gennaio) in cui si registrano valori tra circa 1,02 m e 1,55 m. La media giornaliera. La media annua è pari a 0,31 m. Il pozzo 43 è ubicato sul fondo invaso in posizione pressoché intermedia tra monte e valle morfologico della discarica autorizzata nel 2003. Non si rileva correlazione con le piogge.</p>
44	<p>Si osservano livelli di battente pressoché stazionari, il valore massimo registrato risulta pari a 2,19 m (22 giugno). La media giornaliera risulta sempre inferiore a 1,5 m e presenta un andamento analogo a quello dei valori puntuali. La media annua è pari a 0,48 m. Il pozzo 44 è ubicato sul fondo invaso in posizione pressoché intermedia tra monte e valle morfologico della discarica autorizzata nel 2003, si trova in particolare nel modulo a monte rispetto al pozzo 43. Non si evidenzia correlazione con le piogge.</p>
45	<p>Non si osservano picchi di battente e i valori puntuali, ad eccezione che per un periodo compreso circa tra il 13 agosto e il 06 ottobre in cui i battenti hanno mostrato valori molto bassi e prossimi allo zero, sono risultati mediamente intorno a 1,0 m. La media giornaliera ha un andamento che segue quello dei valori puntuali con valori sempre al di sotto di 1,5 m ad eccezione che il 1° gennaio in cui si registra un battente medio di 1,58 m. La media annua è 0,57 m. Non si osserva correlazione con le piogge, nonostante tale pozzo sia ubicato in zona con copertura temporanea al margine dell'area coperta in modo definitivo. Il pozzo 45 è ubicato sul fondo invaso in posizione di monte morfologico della discarica autorizzata nel 2003, si trova in particolare nel modulo a monte rispetto al pozzo 44. Non è presente correlazione con le piogge.</p>
46	<p>La serie di dati mostra battenti puntuali e medie giornaliere caratterizzate da valori inferiori a 0,1 m. Non si evidenzia correlazione con le piogge. Il pozzo 46 è ubicato sul fondo invaso in posizione di monte morfologico della discarica autorizzata nel 2003, si trova in particolare nel modulo limitrofo rispetto al pozzo 45.</p>

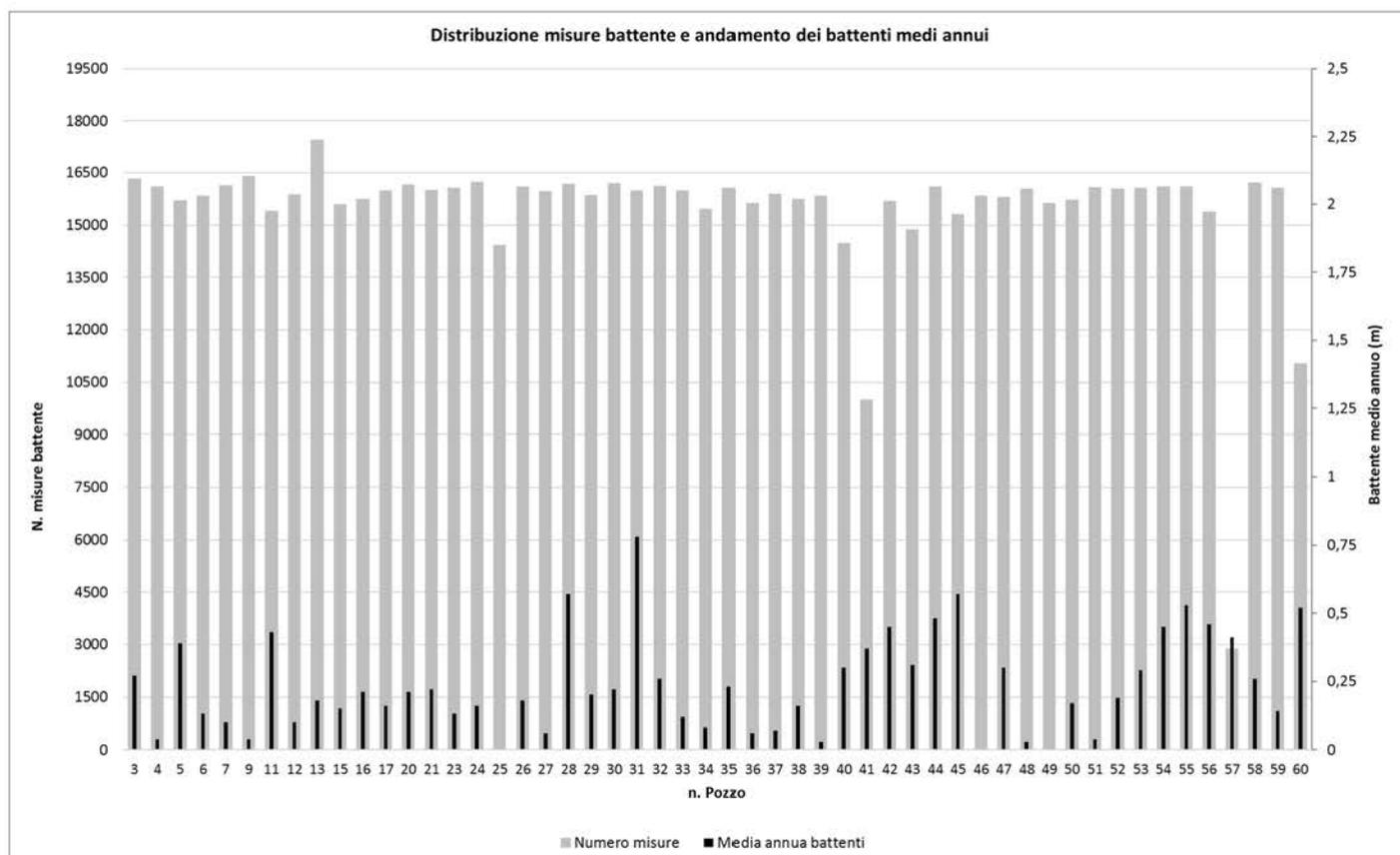
n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
47	Si osservano dati che oscillano generalmente tra valori inferiori a 0,5 m e i 1,60 m circa. Le medie giornaliere risultano sempre inferiori a 1,5 m e generalmente anche inferiori a 1,0 ad eccezione che in n. 3 giornate in cui si registrano rispettivamente valori di 1,05 m, 1,37 m e 1,28 m. La media annua è 0,30 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Il pozzo 47 è ubicato sul fondo invaso in posizione di monte morfologico della discarica autorizzata nel 2003, in area con copertura temporanea; si trova in particolare nel modulo limitrofo rispetto al pozzo 46, pressoché alla stessa quota.
48	In tale pozzo i dati registrati durante il 2020 evidenziano valori puntuali di battente al di sotto di 0,1 m ad eccezione del valore registrato il 12 febbraio pari a 0,34 m. I valori medi giornalieri seguono l'andamento di quelli puntuali e risultano inferiori a 0,1 m. La media annua è pari a 0,03 m. Non si evidenzia correlazione con le piogge.
49	In tale pozzo i dati registrati durante il 2020 risultano sempre nulli. Tale situazione potrebbe essere dovuta ad un problema di acquisizione dei dati o, verosimilmente, ad una scarsa produttività del pozzo.
50	Non si registrano picchi e i valori puntuali di battente si attestano sempre al di sotto di 1,0 m. La media giornaliera risulta sempre al di sotto di 0,5 m ad eccezione che in un'unica giornata (3 gennaio) in cui si registra un valore pari a 0,51 m. La media annua è pari a 0,17 m. Il pozzo 50 è ubicato sul fondo invaso in posizione morfologicamente intermedia della nuova discarica, si trova in particolare nel modulo a monte rispetto al pozzo 45 ed a valle del 41.
51	I livelli misurati variano tra valori di poco superiori ad 1,0 m (gennaio 2020) e valori molto bassi o nulli nel resto dell'anno. La media giornaliera del battente segue l'andamento dei dati puntuali e risulta generalmente inferiori a 0,5 m ad eccezione che nel periodo compreso tra il 1° e il 14 gennaio. Tali valori se pur maggiori di 0,5 si mantengono sempre al di sotto del metro. La media annua del battente è 0,04 m. Non si rileva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, su un fondo invaso a monte morfologico della vecchia discarica, nei pressi del pozzo 40.
52	Le misure disponibili del battente mostrano valori puntuali sempre inferiori a 1,0 m. La media giornaliera segue l'andamento dei valori puntuali e risulta sempre minore di 0,5 m. La media annua è pari a 0,19 m. il pozzo è ubicato in una zona con copertura definitiva della vecchia discarica.
53	Si osservano n. 2 picchi isolati (febbraio e giugno) con valori rispettivamente pari a 4,05 m e 6,65 m. Tali valori non risultano comunque rappresentativi del reale battente presente nel pozzo in quanto i valori medi giornalieri risultano sempre inferiori a 1,0 m. a sostegno di quanto sopra il valore medio registrato in corrispondenza dei n. 2 picchi sopra citati risulta rispettivamente pari a 0,20 m e 0,35 m. Non si osserva correlazione con le piogge. La media annua è 0,29 m. Il pozzo è ubicato in una zona con copertura temporanea.
54	Tale pozzo presenta picchi di livelli di battente con massimo registrato a ottobre con un valore di 2,95 m. La media giornaliera risulta generalmente inferiore a 1,5 m ad eccezione che in n. 1 giornata (6 gennaio) in cui si registra un valore circa pari a 1,70 m. La media annua è pari a 0,45 m. Non si osserva correlazione con le piogge.

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
55	Tale pozzo dispone di una serie di dati che mostrano picchi con valore massimo registrato a gennaio pari a 2,39 m. La media giornaliera segue in generale l'andamento dei valori puntuali con picco massimo pari a 1,53 m. La media annua è pari a 0,53 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Il pozzo 55 è ubicato in zona spondale in posizione di monte morfologico tra la vecchia e nuova discarica.
56	Tale pozzo presenta picchi di livelli di battente con valori che rimangono comunque al di sotto dei 2,0 m. La media giornaliera segue l'andamento dei livelli puntuali e si mantiene generalmente al di sotto di 1,5 m ad eccezione che in n. 10 giornate nel corso dell'anno. La media annua è pari a 0,46 m. Si evidenzia una certa correlazione con le piogge nel solo periodo settembre – dicembre 2020.
57	La serie storica per tale pozzo è disponibile fino a giugno 2020 in quanto interessato ai conferimenti fino al mese di settembre. Successivamente il pozzo è stato ripristinato all'emungimento con sistemi provvisori, ma senza la sonda di misura, così da garantire un'ulteriore area di conferimento, da dedicarsi eventualmente in condizioni emergenziali, ai rifiuti COVID-19 secondo le indicazioni Ordinanza della Regione Toscana n.110 del 14/11/20. I battenti puntuali mostrano un valore massimo pari a 2,11 m registrato ad aprile. La media giornaliera segue l'andamento dei valori puntuali e mostra un valore massimo, registrato in corrispondenza del valore puntuale sopra indicato, pari a 1,6 m. La media annua, relativamente al periodo disponibile, è pari a 0,41 m. Il pozzo è stato ripristinato alle ordinarie condizioni a febbraio 2021.
58	La serie storica mostra livelli puntuali di battente compresi tra valori nulli e 1,36 m. La media giornaliera segue l'andamento dei valori puntuali e risulta sempre inferiore a 0,5 m ad eccezione che in n. 1 giornata (31 dicembre) in cui si riscontra un valore pari a 0,55 m. La media annua è pari a 0,26 m. Non si evidenzia correlazione con le piogge.
59	I valori puntuali dei battenti mostrano livelli stabilmente inferiori a 1,0 m. La media giornaliera segue l'andamento dei valori puntuali con valore massimo pari a 0,2 m. La media annua è pari a 0,14 m. Si evidenzia una certa correlazione con la pioggia nel solo mese di dicembre.
60	La serie storica di tale pozzo è disponibile a partire da aprile 2020. I livelli puntuali mostrano forti oscillazioni con misure che variano tra valori nulli e il massimo (1,79 m) riscontrato al momento del posizionamento della sonda. La media giornaliera segue l'andamento dei valori puntuali e varia tra valori nulli e 1,72 m registrato in corrispondenza del valore massimo sopra citato. La media annua, per il periodo di misure disponibili, è pari a 0,52 m. Non si evidenzia correlazione con le piogge.
61	È un pozzo aggiuntivo rispetto al progetto, posizionato inclinato e adagiato lungo la sponda della terza fase che insiste nella stessa vasca del pozzo 60. Nasce come punto aggiuntivo di emungimento delle acque meteoriche fintanto che la vasca non è stata interessata dai rifiuti. È stato mantenuto anche nella fase di coltivazione per la captazione biogas ed eventualmente quale punto di emungimento percolato. Non è stato dotato di sonda di misura.

8.5.5 Sintesi

Nel presente paragrafo sono illustrate alcune valutazioni di sintesi sui dati disponibili per i vari pozzi.

Una valutazione può essere fatta basandosi sulla distribuzione dei battenti medi annui misurati in ciascun pozzo. Nella seguente tabella sono riportati, per ogni pozzo, il numero di misure di battente disponibili e la media annua dei battenti.



Si può osservare che tutti i pozzi per cui sono disponibili le misure evidenziano un battente annuo medio inferiore a 1 m, ed in particolare tutti i pozzi tranne cinque, evidenziano un battente medio inferiore a 0,50 m.

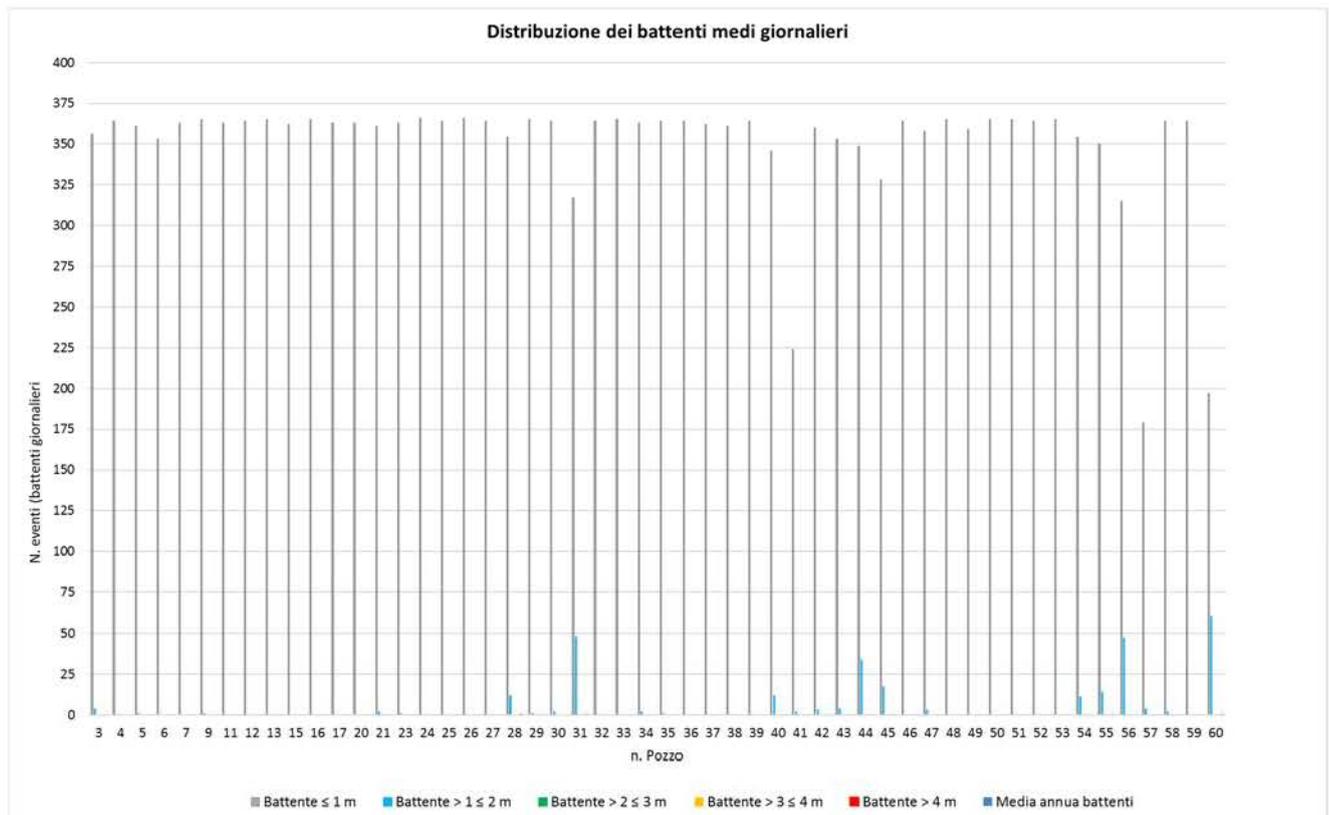
Nella seguente tabella invece sono riportati i valori complessivi di battente medio giornaliero disponibili per ciascun pozzo (n. totale dati), suddivisi per intervallo di battente ed in particolare: inferiori o uguali a 1 m, 2 m, 3 m, 4 m e superiori a 4 m.

n° pozzo	Media annua (m)	Totali misure (battente medio giornaliero)	Battenti medi giornalieri ≤ 1 m	Battenti medi giornalieri > 1 ≤ 2 m	Battenti medi giornalieri > 2 ≤ 3 m	Battenti medi giornalieri > 3 ≤ 4 m	Battenti medi giornalieri > 4 m
3	0,27	360	98,9%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%
4	0,04	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
5	0,39	362	99,7%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
6	0,13	353	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
7	0,1	363	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
9	0,04	366	99,7%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
11	0,43	363	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
12	0,1	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
13	0,18	365	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
15	0,15	362	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
16	0,21	365	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
17	0,16	363	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
20	0,21	363	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
21	0,22	363	99,4%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%
23	0,13	364	99,7%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
24	0,16	366	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
25	0,002	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
26	0,18	366	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
27	0,06	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
28	0,57	366	96,7%	3,3%	0,0%	0,0%	0,0%
29	0,2	366	99,7%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
30	0,22	366	99,5%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%
31	0,78	365	99,7%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
32	0,26	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
33	0,12	365	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
34	0,08	365	99,5%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%
35	0,23	365	99,7%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
36	0,06	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
37	0,07	362	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
38	0,16	361	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
39	0,03	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
40	0,3	358	96,6%	3,4%	0,0%	0,0%	0,0%
41	0,37	226	99,1%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%
42	0,45	363	99,2%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%
43	0,31	357	98,9%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%
44	0,48	732	95,4%	4,6%	0,0%	0,0%	0,0%
45	0,57	356	92,1%	7,9%	0,0%	0,0%	0,0%
46	0,0001	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
47	0,3	361	99,2%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%
48	0,03	365	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
49	0	359	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

n° pozzo	Media annua (m)	Totali misure (battente medio giornaliero)	Battenti medi giornalieri ≤ 1 m	Battenti medi giornalieri $> 1 \leq 2$ m	Battenti medi giornalieri $> 2 \leq 3$ m	Battenti medi giornalieri $> 3 \leq 4$ m	Battenti medi giornalieri > 4 m
50	0,17	365	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
51	0,04	365	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
52	0,19	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
53	0,29	365	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
54	0,45	365	97,0%	3,0%	0,0%	0,0%	0,0%
55	0,53	364	96,2%	3,8%	0,0%	0,0%	0,0%
56	0,46	362	87,0%	13,0%	0,0%	0,0%	0,0%
57	0,41	183	97,8%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%
58	0,26	366	99,5%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%
59	0,14	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
60	0,52	257	76,7%	23,3%	0,0%	0,0%	0,0%

Come si può osservare, dei 52 pozzi per cui si hanno informazioni sui battenti di percolato (escludendo i pozzi 8 e 49 che hanno sempre valori nulli), 48 hanno una percentuale di battenti medi giornalieri inferiore al metro con una incidenza che supera il 95% dei pozzi.

Il seguente grafico illustra la distribuzione dei battenti medi giornalieri per pozzo secondo la precedente classificazione.



Dal grafico precedente si può notare che tutti i battenti sono contenuti entro i 2 m.

In conclusione, dai dati acquisti emerge un quadro di insieme che evidenzia una efficace gestione e controllo del percolato.

Inoltre, si ritiene che il sistema di misura implementato ed il relativo protocollo gestionale, rappresentino un valido strumento di supporto alla gestione quotidiana del percolato da parte del personale CSAI.

8.6 Quantità di biogas prodotto ed estratto e relative procedure di trattamento e smaltimento

8.6.1 Analisi dei dati

I dati sul volume di biogas captato dalla discarica vengono letti sul display elettronico presso la centrale di estrazione durante i sopralluoghi mensili della Golder nell'ambito delle attività previste dal PSC.

Per organizzare i dati in modo più efficiente, i punti di controllo del volume di biogas estratti dalle due centrali di estrazione sono stati codificati TCE1 e TCE2.

I dati sulla quantità di biogas estratto dalla discarica sono stati registrati a partire dal mese di agosto 2003, mentre i dati sulla qualità sono stati registrati da gennaio 2004. I dati relativi al nuovo sistema di captazione (TCE2) sono invece disponibili a partire da gennaio 2011.

I valori rilevati nel corso del 2020 sono riportati nelle seguenti tabelle (per gli anni passati si rimanda alle precedenti relazioni annuali).

Dati sul biogas captato – Linea TCE1 (*)

Data	Volume biogas totale estratto (m ³)	Volume biogas estratto nel periodo (m ³)	portata media (m ³ /h)	Concentrazione media di metano (%)	portata media riferita al 50% di metano (m ³ /h)
30/01/2020	140.094.329	889.298	712,3	50,9	725,1
20/02/2020	140.526.850	432.521	859,6	51,6	887,1
26/03/2020	141.320.126	793.276	950,9	49,3	936,6
27/04/2020	142.014.370	694.244	903,0	47,1	849,7
27/05/2020	142.658.776	644.406	887,7	47,0	834,4
24/06/2020	143.211.073	552.297	824,4	48,8	803,8
23/07/2020	143.667.247	456.174	656,5	48,4	634,8
17/08/2020	143.969.663	302.416	501,9	46,6	467,3
22/09/2020	144.442.602	472.939	547,4	45,6	498,7
26/10/2020	144.819.199	376.597	461,8	47,7	440,6
23/11/2020	145.260.875	441.676	658,0	49,1	646,2
16/12/2020	145.777.277	516.402	932,1	50,0	932,1

(*) I dati si riferiscono solo al biogas estratto dalla CE e non comprendono i contributi del biogas a basso contenuto di metano e di quello combusto in torcia mobile

Dati sul biogas captato – Linea TCE2 (*)

Data	Volume biogas totale estratto (m ³)	Volume biogas estratto nel periodo (m ³)	Portata media (m ³ /h)	Concentrazione media di metano (%)	Portata media riferita al 50% di metano (m ³ /h)
30/01/2020	50.165.320	708.785	567,9	53,1	602,6
20/02/2020	50.457.512	292.192	579,8	54,9	636,6
26/03/2020	51.069.155	611.643	728,4	50,7	738,5
27/04/2020	51.657.052	587.897	765,4	45,1	690,4
27/05/2020	52.062.939	405.887	563,5	46,6	525,2
24/06/2020	52.400.214	337.275	502,0	50,8	510,0
23/07/2020	52.842.152	441.938	635,0	49,8	631,8
17/08/2020	53.254.871	412.719	687,7	48,5	666,4
22/09/2020	53.863.042	608.171	703,9	46,3	651,1
26/10/2020	54.388.680	525.638	644,2	47,5	612,0
23/11/2020	54.824.756	436.076	648,9	48,0	622,3
16/12/2020	55.110.748	285.992	518,0	48,4	500,9

(*) I dati si riferiscono solo al biogas estratto dalla CE e non comprendono i contributi del biogas a basso contenuto di metano e di quello combusto in torcia mobile

Il volume biogas complessivamente estratto dalla discarica fino a dicembre 2020 è circa 200.888.025 m³ (pari alla somma del dato presunto di volume totalizzato captato fino ad ottobre 2003, data in cui è stata sostituita la centrale di estrazione TCE1, del volume totalizzato dal medesimo impianto nel periodo gennaio 2004 - dicembre 2020 (pari complessivamente a 145.777.277 m³) e dei volumi di biogas estratti dalla nuova centrale TCE2 fino a dicembre 2020 (55.110.748 m³).

Nel periodo di riferimento (2020) sono stati estratti complessivamente circa 12.266.459 m³ di biogas, (esclusi i volumi di biogas povero e inviato in torcia mobile, pari a 1.039.495 m³). Il volume complessivo di biogas stimato per il 2020 è quindi di **13.266.171 m³**.

Durante i sopralluoghi effettuati dalla Golder sono stati rilevati i dati relativi alle ore di funzionamento dei tre aspiratori a servizio della centrale di estrazione TCE1 (il terzo attivato a novembre 2009) e dei due aspiratori a servizio della centrale di estrazione TCE2 (entrambi attivi da gennaio 2011) riportati nella seguente tabella. In base ai dati registrati è stata calcolata la continuità di funzionamento del sistema di aspirazione come rapporto tra le ore di funzionamento tra due rilievi consecutivi e le ore reali intercorse nello stesso periodo.

Ore e continuità di funzionamento aspiratori - TCE1

data	ore di funzionamento (h)			continuità aspiratori (%)		
	asp.1	asp.2	asp.3	asp.1	asp.2	asp.3
30/01/2020	27.225	51.890	9.992	28,3%	71,7%	0,0%
20/02/2020	27.225	52.389	9.992	0,0%	99,2%	0,0%
26/03/2020	27.225	53.224	9.992	0,0%	100,0%	0,0%
27/04/2020	27.225	53.991	9.992	0,0%	99,8%	0,0%
27/05/2020	27.225	54.714	9.992	0,0%	99,6%	0,0%
24/06/2020	27.225	55.383	9.992	0,0%	99,9%	0,0%
23/07/2020	27.613	55.688	9.992	55,8%	43,9%	0,0%
17/08/2020	27.802	55.689	10.405	31,4%	0,2%	68,5%
22/09/2020	27.802	55.689	11.269	0,0%	0,0%	100,0%
26/10/2020	27.802	55.689	12.085	0,0%	0,0%	100,0%
23/11/2020	27.802	55.689	12.757	0,0%	0,0%	100,0%
16/12/2020	27.802	55.718	13.280	0,0%	5,2%	94,4%

Ore e continuità di funzionamento aspiratori - TCE2

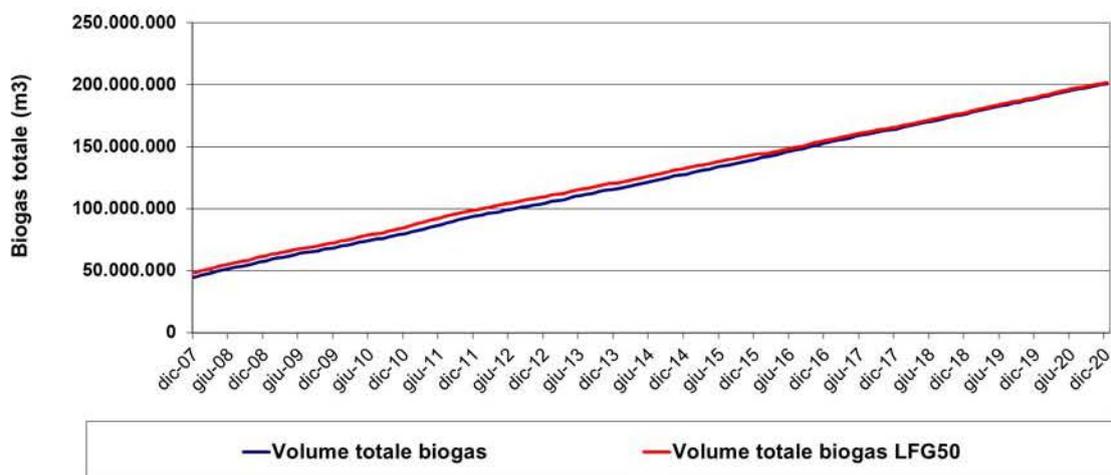
data	ore di funzionamento (h)		continuità aspiratori (%)	
	asp.4	asp.5	asp.4	asp.5
30/01/2020	56.163	27.719	28,2%	71,71%
20/02/2020	56.163	28.222	0,0%	99,81%
26/03/2020	56.643	28.575	57,2%	100,00%
27/04/2020	57.411	28.575	100,0%	0,00%
27/05/2020	58.132	28.575	100,0%	0,00%
24/06/2020	58.798	28.575	99,1%	0,00%
23/07/2020	59.492	28.575	99,7%	0,00%
17/08/2020	60.095	28.575	100,0%	0,00%
22/09/2020	60.959	28.575	100,0%	0,00%
26/10/2020	61.775	28.575	100,0%	0,00%
23/11/2020	62.447	28.575	100,0%	0,00%
16/12/2020	63.000	28.575	100,0%	0,00%

La continuità di funzionamento media del sistema di aspirazione TCE1 nel 2020 è variata tra il 99,18% ed il 100% con una media del 99,81%, mentre in TCE2 è variata tra il 99,1% ed il 100% con una media del 99,8%.

8.6.2 Sintesi

Il *volume totale* di biogas estratto a partire dal 2004 presenta un trend costantemente crescente, come riportato nel grafico seguente (in cui è riportato il dettaglio del periodo 2007 – 2020), in cui per poter operare un confronto diretto tra i dati rilevati in diversi periodi e da diverse strutture, il volume di biogas è riferito ad una concentrazione standard del 50% di metano nella miscela aspirata (“biogas_{LF650}”).

Volume totalizzato di biogas estratto

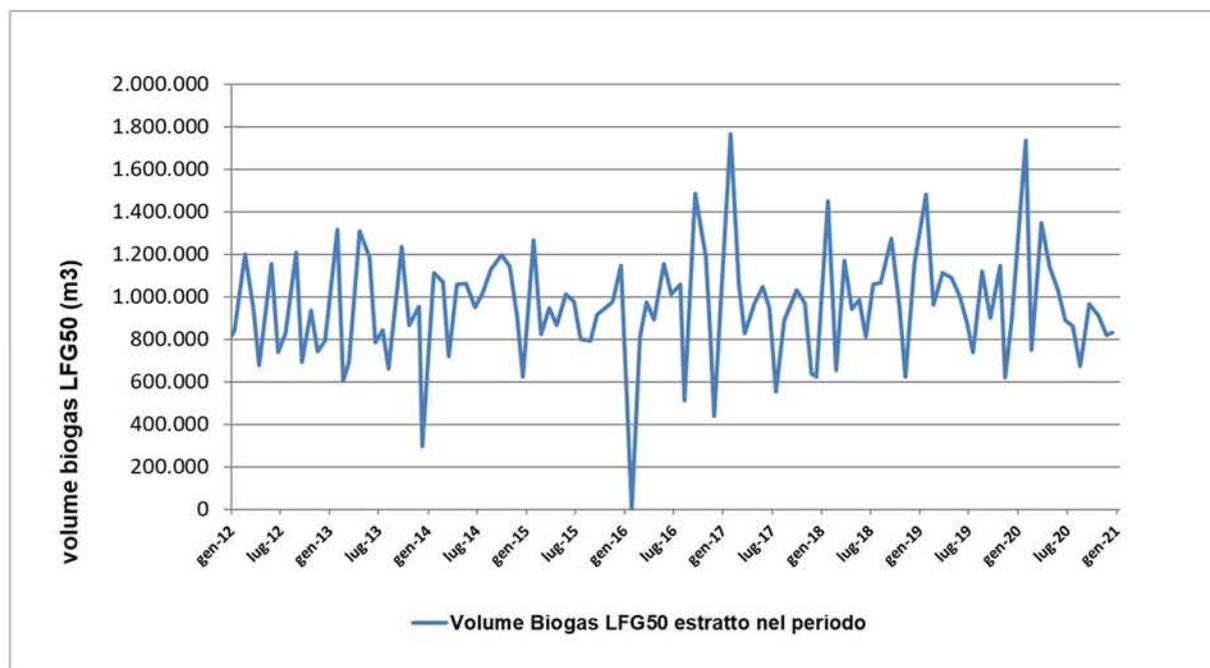


Come detto, nel 2020 sono stati estratti complessivamente circa 12.266.459 m³ di biogas, (esclusi i volumi di biogas povero e inviato in torcia mobile, pari a 1.039.495 m³). Il volume complessivo di biogas stimato per il 2020 è quindi di **13.265.954 m³**.

Per quanto riguarda invece il volume parziale di biogas estratto nei singoli periodi di osservazione (ossia calcolato come differenza tra due rilievi consecutivi), i dati rilevati in campo nel corso dei sopralluoghi effettuati nel 2020 evidenziano oscillazioni nel tempo, come evidenziato nel seguente grafico.

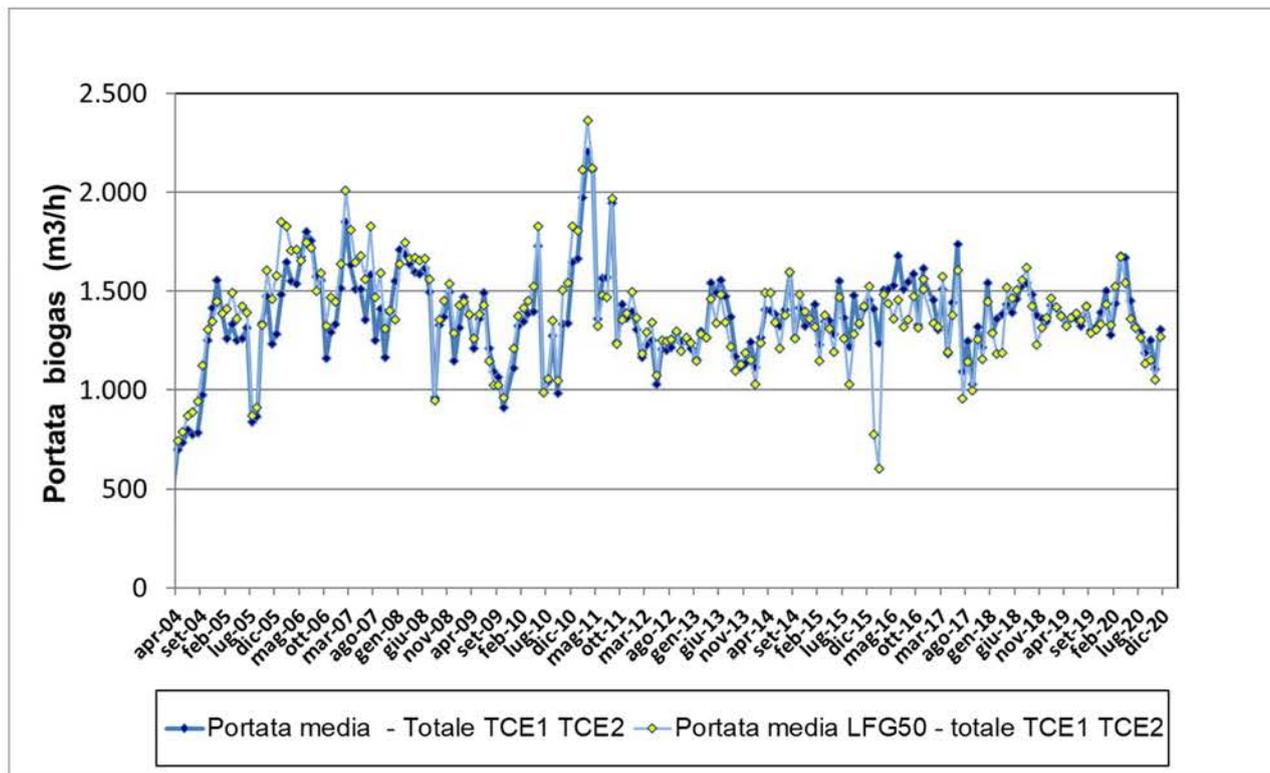
I dati evidenziano comunque che i valori di biogas estratto nel 2020 sono mediamente in linea rispetto a quanto rilevato negli anni precedenti.

Volume parziale di biogasLFG50 estratto



Nel 2020 la portata media oraria presenta un andamento tendenzialmente confrontabile con quello degli anni precedenti, caratterizzato da oscillazioni.

Portate medie orarie di biogas captato



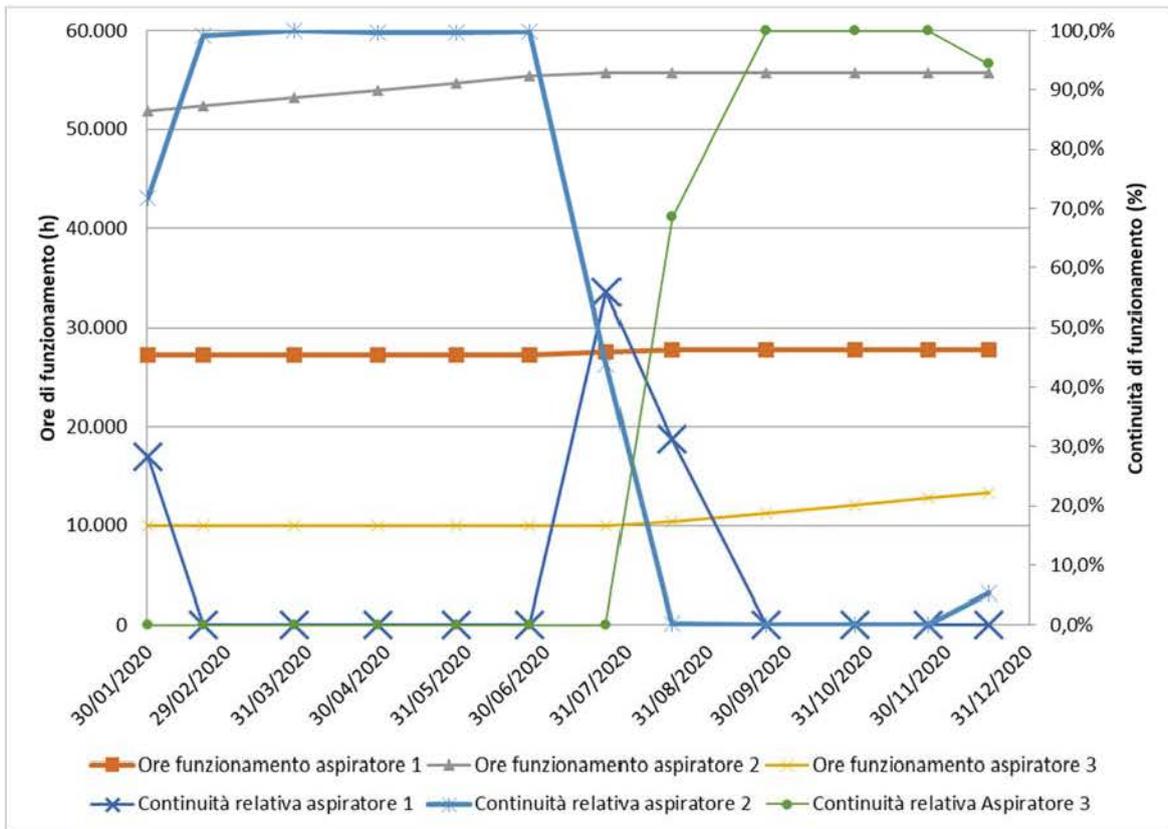
Gli andamenti delle portate medie di biogas estratto (tal quale e LFG50) mostrano un andamento simile, con lievi differenze tra i valori assunti.

La portata media oraria nel 2020 riferita al biogas complessivamente estratto nel periodo di riferimento ($13.266.171 \text{ m}^3$) è risultata essere pari a circa $1.370 \text{ m}^3/\text{h}$.

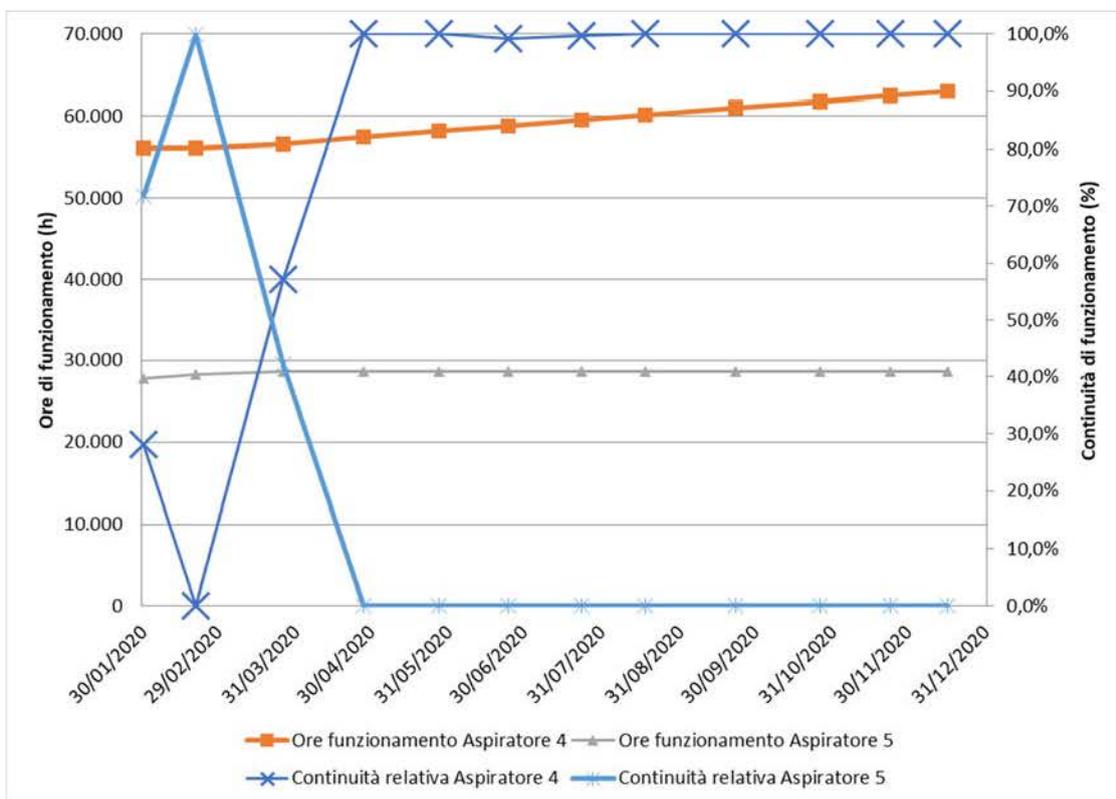
Il biogas con alto contenuto di metano estratto dalla CE ed inviato al recupero energetico ha una concentrazione **media** di metano del 48,9% circa.

La continuità di **funzionamento** del sistema di aspirazione, con medie pari al 99,81% (TCE1) e al 99,8% (TCE2) ha consentito un'adeguata captazione del biogas. Come evidenziato nei grafici seguenti, nell'attuale periodo di osservazione la continuità di funzionamento del sistema di aspirazione dell'impianto TCE1 e dell'impianto TCE2, è stata garantita principalmente dall'aspiratore n.2 per l'impianto TCE1 e dall'aspiratore n. 4 per l'impianto TCE2 **rispettivamente** per circa **4.723 e 7.189 ore effettive**.

Dati sulla funzionalità degli aspiratori TCE1 (2020)



Dati sulla funzionalità degli aspiratori TCE2 (2020)



8.7 Energia prodotta dall'impianto di recupero energetico

8.7.1 Analisi dei dati

Presso la discarica di Casa Rota sono presenti n.2 impianti di recupero energetico da biogas.

Il primo impianto è stato attivato tra febbraio ed ottobre 2004 con l'avvio di 4 motori codificati TMP1-TMP4 (n. 2 da 625 kW e n. 2 da 836 kW).

A fine 2007 sono stati installati altri due motori di recupero energetico (TMP5 da 1064 kW e TMP6 da 836 kW), la cui messa in esercizio è stata comunicata da CSAI alle Autorità il 30 dicembre 2010.

La messa a regime dei due motori TMP5 e TMP6 è avvenuta in data 30/03/2012.

Nel corso del 2013 un motore da 836 kW afferente al primo impianto di recupero energetico è stato dismesso e ceduto a terzi.

La variazione impiantistica è stata recepita all'interno del Provvedimento Dirigenziale 111/EC del 11/07/2013. La potenza complessivamente installata è passata quindi da 4.822 kW a 3.986 kW: due motori sono da 625 kWe, due da 836 kWe e uno da 1.064 kWe.

L'energia elettrica è ceduta interamente al GSE con le modalità e le condizioni di cui al Provvedimento CIP n. 6/92 per il primo impianto e del D.Lgs 387/03 per il secondo impianto.

I dati sull'energia prodotta dall'impianto nel 2020 sono riportati nella seguente tabella, in cui sono distinti i dati riferiti ai quattro motori TMP1, TMP3, TMP4 (CIP6) e i dati riferiti ai due nuovi motori TMP5 e TMP6 (CV).

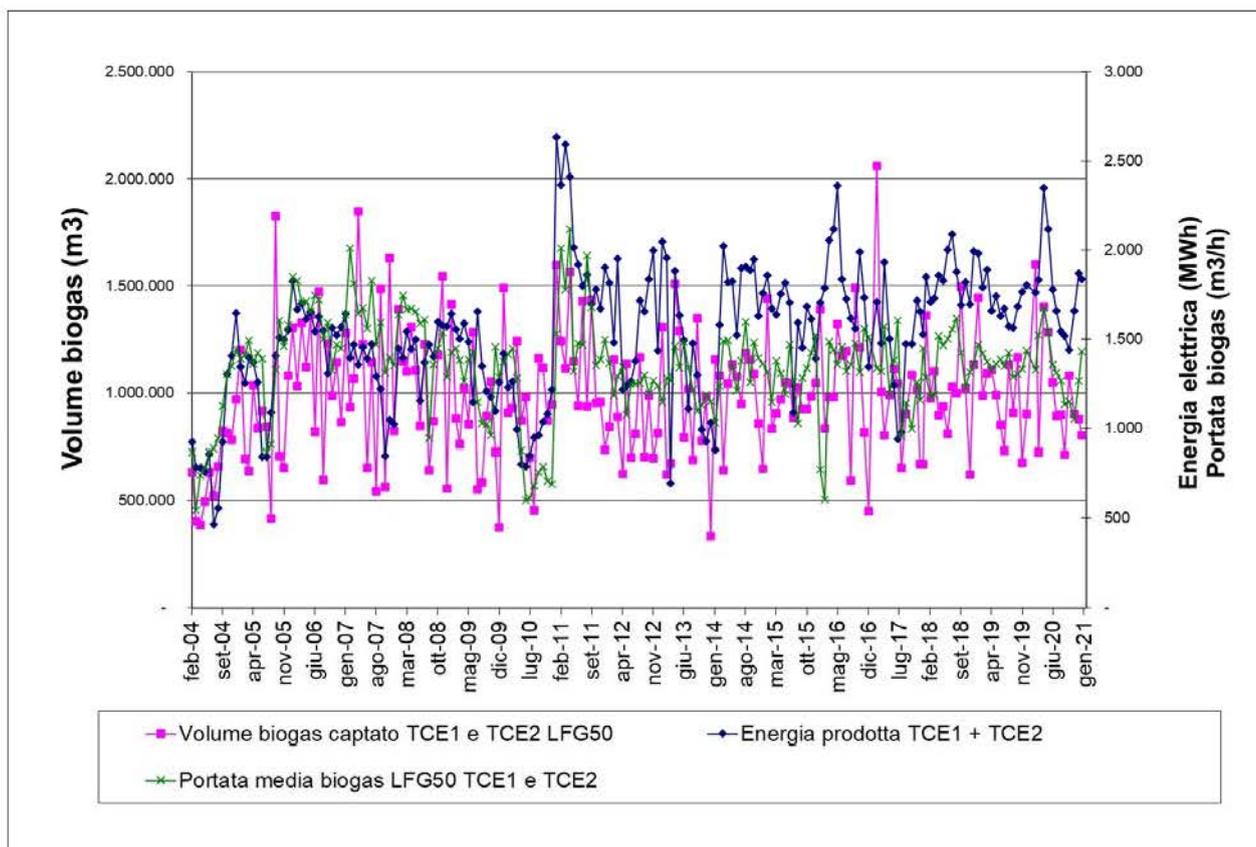
Energia prodotta nel 2020

Mese	Energia (kWh) – CIP6	Energia (kWh) – CV	Energia (kWh) – Totale
gen-20	894.787,20	868.169,23	1.762.956,43
feb-20	903.908,23	930.116,70	1.834.024,93
mar-20	1.246.442,69	1.103.910,71	2.350.353,40
apr-20	1.124.798,25	995.145,77	2.119.944,02
mag-20	840.188,70	939.550,36	1.779.739,06
giu-20	1.077.837,90	583.112,99	1.660.950,89
lug-20	714.516,30	830.264,09	1.544.780,39
ago-20	655.839,15	861.094,60	1.516.933,75
set-20	621.610,20	818.070,25	1.439.680,45
ott-20	631.972,20	1.025.970,37	1.657.942,57
nov-20	895.584,00	975.684,71	1.871.268,71
dic-20	1.131.841,50	707.062,85	1.838.904,35
Totale	10.739.326,32	10.638.152,62	21.377.478,94

8.7.2 Sintesi

La **produzione energetica** nel 2020 oscilla tra un massimo di 2.350 MWh ed un minimo di 1.440 MWh con una media di circa 1.781 MWh. L'andamento presenta un trend in linea con i dati degli anni precedenti, con alcune oscillazioni.

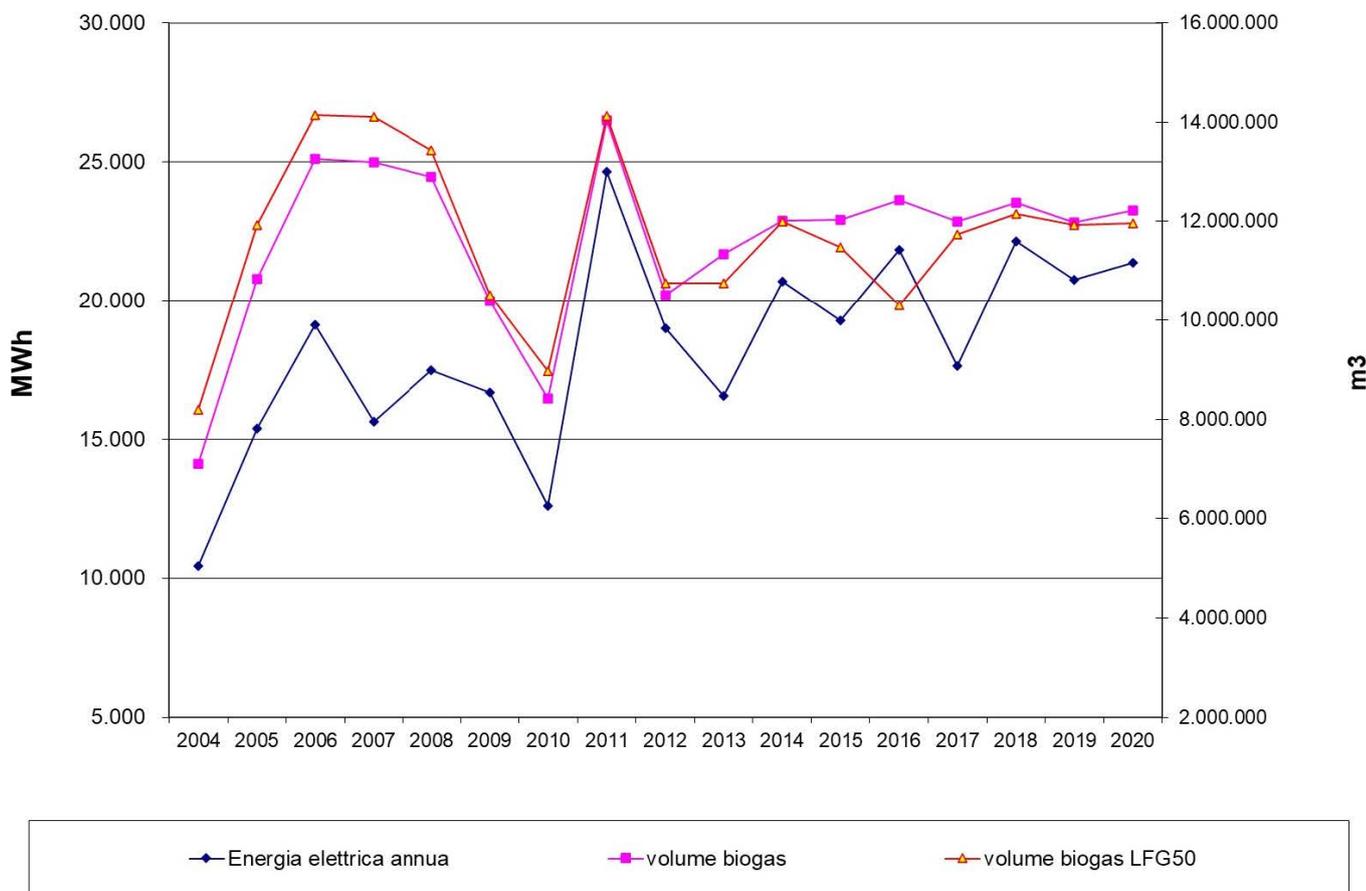
Dati sulla produzione mensile di energia e biogas captato



Mediamente il rapporto tra energia prodotta nel periodo gennaio – dicembre 2020 e biogas captato nello stesso periodo è di circa 1,8 kWh/m³_{LFG50}.

Negli ultimi cinque anni il trend di produzione dell'energia elettrica si presenta oscillatorio in un range compreso tra circa 940 MWh/mese e 2.350 MWh/mese. Nel 2020 il valore medio mensile è di 1.781,5 MWh/mese, superiore rispetto alla media storica (pari a 1.517,3 MWh/mese).

Produzione annua di energia e biogas captato



In particolare, dai dati rilevati e dal grafico precedente si osserva, rispetto al 2019 un aumento della produzione energetica di circa il 3% mentre per quanto riguarda il volume di biogas captato LFG50 si rileva un aumento pari a circa il 2%.

Dai dati di energia elettrica prodotta è stata anche calcolata la potenza **media** mensile ceduta in rete, che varia tra il 50,2% e il 79,3% della potenza nominale installata, con un valore medio annuo del 61,3%, superiore rispetto allo scorso anno (59,5%).

Potenza media mensile ceduta in rete

Mese	Potenza media ceduta in rete (KWh)	Potenza installata (KWh)	% di sfruttamento della potenza installata
gen-20	2370	3.986	59,4%
feb-20	2729	3.986	68,5%
mar-20	3159	3.986	79,3%
apr-20	2944	3.986	73,9%

Mese	Potenza media ceduta in rete (KWh)	Potenza installata (KWh)	% di sfruttamento della potenza installata
mag-20	2392	3.986	60,0%
giu-20	2307	3.986	57,9%
lug-20	2076	3.986	52,1%
ago-20	2039	3.986	51,2%
set-20	2000	3.986	50,2%
ott-20	2228	3.986	55,9%
nov-20	2599	3.986	65,2%
dic-20	2472	3.986	62,0%

8.8 Volume occupato e capacità residua nominale della discarica

8.8.1 Analisi dei dati

Il calcolo delle volumetrie poste a dimora all'interno dell'impianto di Casa Rota è stato effettuato mediante rilevamenti topografici.

Per la ricostruzione dei dati di base, come per i calcoli effettuati, sono stati utilizzati i rilievi topografici e la documentazione esistente fornita da CSAI e periodicamente integrata in relazione alla costruzione dei moduli di fondo di ampliamento dell'impianto.

I dati, riportati nella seguente tabella, sono stati ottenuti confrontando volta per volta la situazione esistente al momento della predisposizione dei moduli di stoccaggio con quella relativa al rilievo della discarica.

I **volumi** indicati nel seguito sono comprensivi dei rifiuti e degli infrastrati (escluse le coperture finali), corrispondenti a quella che in sede di autorizzazione è stata definita capacità "netta" disponibile (5.287.768 m³). Per infrastrati si intendono le coperture giornaliere utilizzate nella fase gestionale di coltivazione. Le volumetrie dell'impianto di Casa Rota sono state calcolate tenendo anche conto degli assestamenti che si verificheranno sull'ammasso dei rifiuti per tutto il periodo di gestione ed anche dopo la chiusura della discarica.

Dati sulle volumetrie occupate e residue della discarica

Data	Volume netto occupato dai rifiuti (m ³)	Volume totale discarica (m ³)	Volume residuo (m ³)
31/12/1998	676.402	1.526.000 ⁽¹⁾	849.598
31/12/1999	831.753	1.526.000	694.247
31/12/2000	1.126.200	1.526.000	399.800
31/12/2001	1.345.500	1.526.000	180.500

Data	Volume netto occupato dai rifiuti (m ³)	Volume totale discarica (m ³)	Volume residuo (m ³)
23/01/2003	1.658.300	1.853.500 ⁽²⁾	195.200
31/12/2003	1.906.000	3.700.000 ⁽³⁾	1.794.000
31/12/2004	2.098.200 ⁽⁴⁾	3.700.000	1.601.800
31/12/2005	2.348.234 ⁽⁵⁾	3.700.000	1.351.766
31/12/2006	2.404.787 ⁽⁶⁾	3.700.000	1.295.213
31/12/2007	2.629.012	3.700.000	1.070.988 ⁽⁷⁾
31/12/2008	2.881.168	3.700.000	818.832 ⁽⁸⁾
31/12/2009	3.104.669	3.700.000	595.331 ⁽⁹⁾
31/12/2010	3.290.571	3.700.000	409.429 ⁽¹⁰⁾
31/12/2011	3.437.581	5.287.768	1.850.187 ⁽¹¹⁾
31/12/2012	3.509.509	5.287.768	1.778.259 ⁽¹²⁾
31/12/2013	3.796.246	5.287.768	1.603.360 ⁽¹³⁾
31/12/2014	4.078.750	5.287.768	1.334.303 ⁽¹⁴⁾
31/12/2015	4.150.840	5.287.768	1.361.590 ⁽¹⁵⁾
31/12/2016	4.303.862	5.287.768	983.906 ⁽¹⁵⁾
31/12/2017	4.536.573	5.287.768	751.195 ⁽¹⁵⁾
31/12/2018	4.772.017	5.287.768	515.751 ⁽¹⁵⁾
31/12/2019	4.992.694	5.287.768	295.074 ⁽¹⁵⁾
31/12/2020	5.141.139	5.287.768	146.629 ⁽¹⁵⁾

(1) Volumetria prevista dal progetto iniziale approvato in data 28/07/88.

(2) Volumetria aggiuntiva di 327.500 m³ prevista dal progetto Stralcio approvato in data 17/06/02.

(3) Volumetria aggiuntiva di 1.846.500 m³ (al netto del valore precedente) prevista dal progetto ampliamento approvato in data 04/08/03.

(4) Tale volumetria è riferita a tutto l'impianto, anche alla parte di discarica già coltivata, e quindi è comprensiva degli assestamenti già avvenuti. La volumetria conferita nel 2004 nel I° e nel II° modulo di ampliamento è di 238.200 m³.

(5) Tale volumetria è riferita a tutto l'impianto, anche alla parte di discarica già coltivata, e quindi è comprensiva degli assestamenti già avvenuti. La volumetria conferita nel 2005 nel modulo di valle è di 275.603 m³.

(6) Tale volumetria è riferita a tutto l'impianto, anche alla parte di discarica già coltivata, e quindi è comprensiva degli assestamenti già avvenuti. La volumetria conferita nel 2006 nei moduli di valle è di 268.625 m³.

(7) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/07 (940.012 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 130.976 m³.

(8) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/08 (714.798 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 104.034 m³.

(9) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/09 (510.240 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 85.091 m³.

(10) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/10 (336.947 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 72.482 m³.

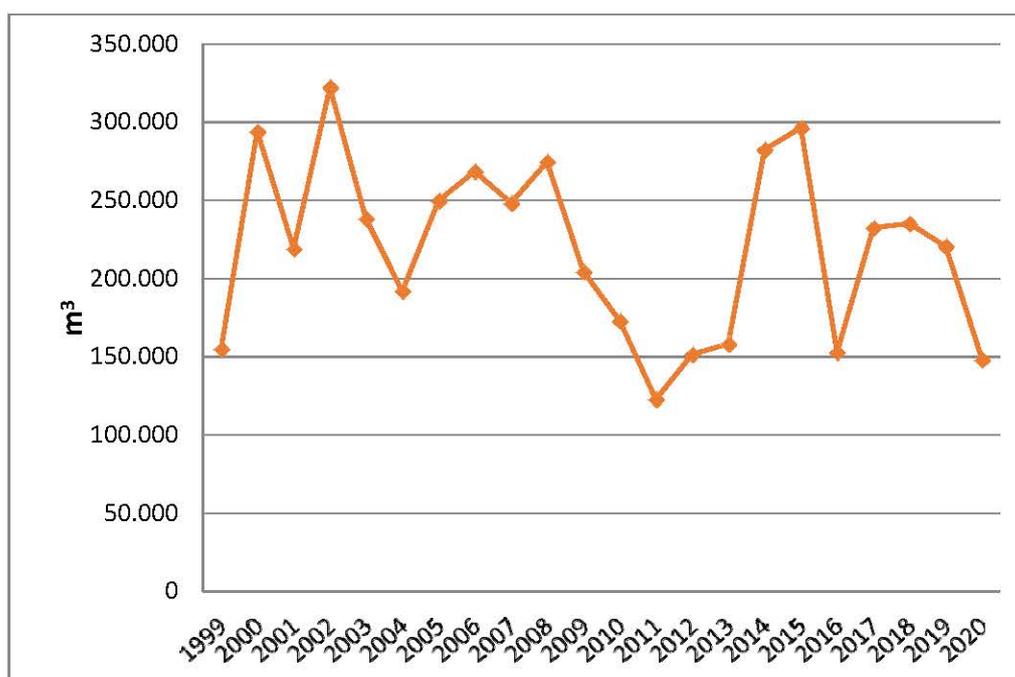
(11) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/11 (1.801.822 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 48.365 m³.

- (12) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/12 (1.650.105 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 128.154 m³.
- (13) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/13 (1.491.522 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 111.838 m³.
- (14) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/14 (1.209.018 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 125.285 m³.
- (15) Tale volumetria è calcolata come differenza fra il volume totale della discarica ed il volume netto occupato dai rifiuti alla data del 31 dicembre dell'anno di riferimento, riportato nella condizione di "volume netto assestato" secondo il modello di assestamento adottato per il sito di Casa Rota.

In base ai dati sugli smaltimenti annuali forniti dalla CSAI dal 1999 al 2020 ed ai volumi occupati dai rifiuti negli stessi anni sono stati calcolati i valori di densità (tonnellate rifiuti/(volume rifiuti + volume infrastrati)) riportati nell'ultima colonna della seguente tabella.

In particolare, per il calcolo della densità a partire dal 2004 è stato utilizzato solo il quantitativo di rifiuti smaltito nelle aree attive a partire da tale periodo e la relativa volumetria occupata.

Volumi occupati (1999-2020)



Densità apparente dei rifiuti

Anno	Rifiuti smaltiti (t)	Volumi occupati (m ³)	Densità (t/m ³)
1999	171.929	155.351	1,11
2000	263.606	294.447	0,90
2001	260.453	219.300	1,19
2002	315.214	312.800	1,01

Anno	Rifiuti smaltiti (t)	Volumi occupati (m ³)	Densità (t/m ³)
2003	246.159	247.700	0,99
2004	239.896	192.200	1,25
2005	278.835	250.034	1,11
2006	283.380	268.625	1,05
2007	273.226	248.477	1,10
2008	263.292	274.917	0,96
2009	265.190	204.558	1,29
2010	259.968	173.293	1,50
2011	179.732	122.893	1,46
2012	188.743	151.717	1,24
2013	160.228	158.583	1,01
2014	239.583	282.504	0,85
2015	267.981	296.752	0,90
2016	264.107	153.022	1,73
2017	280.012	232.711	1,20
2018	275.467	235.444	1,17
2019	258.895	220.677	1,17
2020	193.895	148.445	1,30
Totale	5.429.445	4.844.450	1,16

I volumi annuali sono stati calcolati come differenze tra i volumi totali desunti dai rilievi topografici.

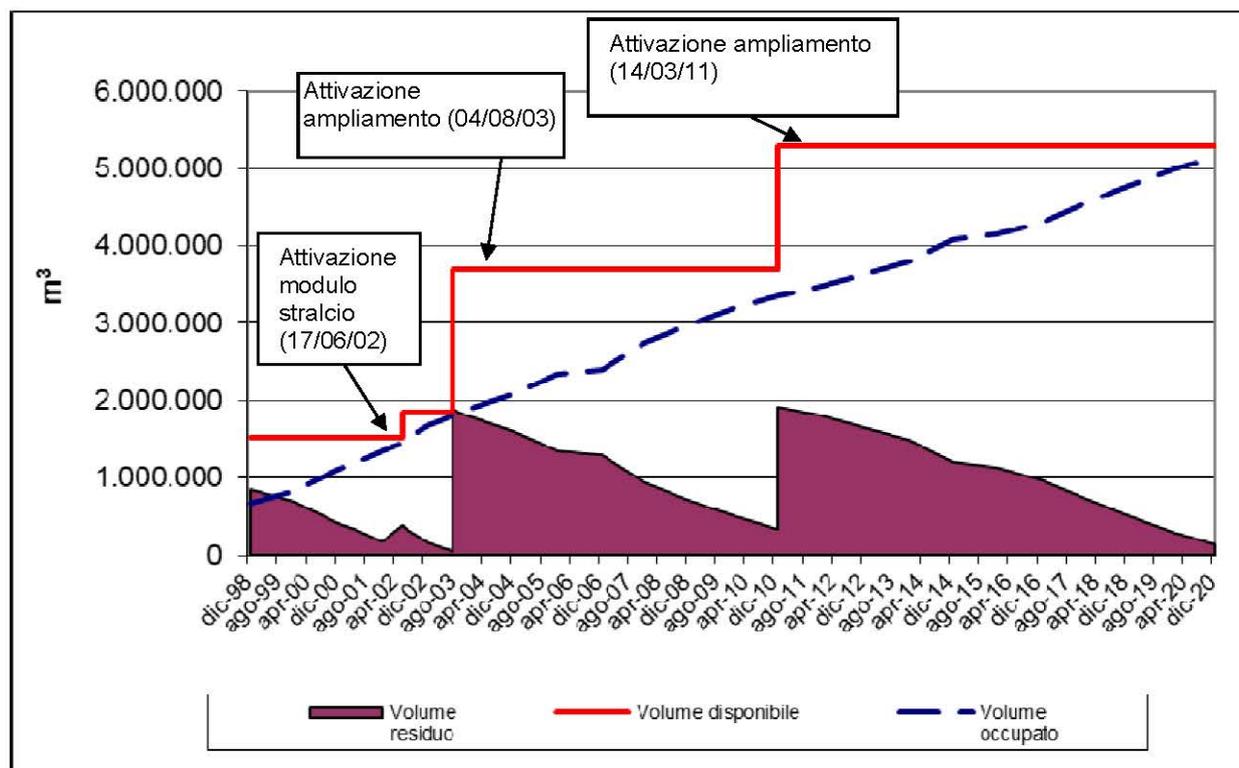
Il volume di conferimento medio dal 1999 al 2020 risulta essere di circa **220.202 m³/anno**, corrispondente alla densità media di 1,16 t/m³.

8.8.2 Sintesi

In riferimento alla capacità complessiva dell'impianto di 5.287.768 m³, e dai dati sopra riportati, è stato valutato il **volume residuo** al 31/12/2020 per l'abbancamento dei rifiuti, corrispondente a **146.629 m³**.

Il grafico successivo mostra come è variato nel tempo il volume dei conferimenti totali e del volume residuo a partire dal 1998 dove, relativamente all'andamento temporale della capacità totale, gli incrementi di volume registrati nel tempo derivano rispettivamente dalle volumetrie autorizzate per il progetto stralcio (17/06/02), da un primo ampliamento (04/08/03) e dall'ultimo ampliamento approvato in data 14/03/2011.

Andamento del volume occupato e residuo dal 1998



Sulla base delle stime previste per i conferimenti, tenendo anche conto delle volumetrie che potrebbero rendersi disponibili in futuro a seguito dell'assestamento del corpo rifiuti, si prevede che l'esaurimento del volume attualmente disponibile possa avvenire indicativamente nei primi mesi del 2022.

8.9 Trattamento scarichi civili

All'interno del sito di Casa Rota sono presenti aree tecniche destinate ad uffici e spogliatoi dotati di servizi igienici che recapitavano gli scarichi all'interno della rete fognaria dedicata alle acque reflue civili collegata al depuratore ubicato nel comune di S. Giovanni Valdarno.

Le acque derivanti dai cicli di produzione dell'impianto hanno un sistema di raccolta indipendente, che prevede lo stoccaggio in serbatoi ed il trasporto con autocisterna ad impianti di smaltimento terzi autorizzati.

La tipologia di scarichi in pubblica fognatura per natura e quantità è assimilabile, a norma dell'art 101 c. 7 del D.Lgs. 152/06 e dell'art 18 del DPGRT 46/R del 2008, ad acque reflue domestiche.

Come noto, il realizzando intervento di messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle della discarica, autorizzato con Delibera della Giunta Provinciale n. 421 del 10/10/2014, prevede l'interruzione della rete fognaria delle acque reflue, in cui CSAI adduceva gli scarichi succitati.

Con Presa d'atto di modifica non sostanziale della Regione Toscana prot. N. AOOGR_0142857_2017_03_16 del 16/03/2017, è stato autorizzato l'installazione di un depuratore per il trattamento degli scarichi civili ed il relativo scarico in acque superficiali.

L'allegato 3 al DPGRT 46/R del 2008 nella tabella 2 elenca i sistemi impiantistici adottabili come trattamenti appropriati per le acque superficiali interne: in attuazione a quanto ivi indicato si è ricorso all'installazione di un impianto ad ossidazione totale.

Il processo depurativo che si instaura all'interno dell'impianto si basa sul trattamento biologico aerobico a biomassa sospesa con areazione per formazione di flora batterica attiva (Fanghi Attivi) e Sedimentazione Finale.

Nell'atto della Regione Toscana citato, è prescritto che *"... il Gestore dovrà relazionare nella comunicazione annuale di sintesi, da trasmettere entro il 31 marzo di ogni anno, ai sensi del punto 11.2 del piano di controllo allegato 2 all'AIA 48/EC/2011, rispetto al corretto stato di conservazione, manutenzione e funzionamento dell'impianto di trattamento appropriato dei reflui domestici."*

A tal fine si allega in Appendice 7 la documentazione relativa alla messa in servizio dell'impianto ed i successivi controlli di corretto funzionamento eseguiti dall'installatore e manutentore dell'impianto.

9.0 COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO

9.1 Premessa

Nel 2020 i controlli sulla costruzione dell'impianto sono relativi ai rilievi topografici svolti per il controllo dei volumi occupati e della morfologia generale della discarica.

9.2 Rilievi topografici

9.2.1 Analisi dei dati

I rilievi topografici vengono effettuati regolarmente del gestore con frequenza semestrale. Tali rilievi sono finalizzati al controllo della morfologia e degli assestamenti.

L'ultimo rilievo topografico dell'intera discarica è stato eseguito a dicembre 2020 (Tav. 2).

Dal rilievo globale di tutto l'impianto, effettuando verifiche puntuali, si è potuto riscontrare quanto segue.

La pendenza della superficie sommitale della discarica in fase di coltivazione è mediamente del 1-7%. Le pendenze delle sponde interne in scavo della zona di ampliamento sono risultate, sempre da verifiche puntuali, di circa 15%.

9.2.2 Sintesi

Da quanto riscontrato con le verifiche puntuali, risultano rispettate le pendenze indicate nella relazione generale di progetto di ampliamento per quanto riguarda la zona di coltivazione e la parte di discarica in costruzione.

Le quote riportate sono relative ad una fase intermedia di lavorazione, in quanto la realizzazione della discarica è in continua evoluzione.

9.3 Impianto elettrico

Come riferito dal gestore, l'impianto elettrico a servizio dell'impianto è in continua evoluzione in funzione dell'ampliamento della discarica.

Il gestore effettua regolarmente i controlli previsti dal PSC e quelli previsti dalle attuali normative vigenti in materia.

10.0 MONITORAGGIO

10.1 Premessa

I dati relativi al monitoraggio ambientale e riportati in questa relazione derivano da diverse fonti in quanto gli specifici monitoraggi di cui consta il Piano di Sorveglianza e Controllo necessitano di professionalità specifiche e dedicate.

In particolare, i dati sono relativi alle attività svolte dal gestore per i seguenti comparti ambientali:

- monitoraggio acque sotterranee;
- monitoraggio acque meteoriche di ruscellamento;
- monitoraggio delle acque superficiali del Torrente Riofi;
- monitoraggio de sedimenti del Torrente Riofi (PSC);
- monitoraggio della qualità biologica del Torrente Riofi;
- monitoraggio percolato;
- monitoraggio qualità dell'aria;
- monitoraggio fibre di amianto;
- monitoraggio biogas;
- monitoraggio emissioni in atmosfera;
- monitoraggio inclinometri;
- monitoraggio superficiale di biogas.

10.2 Monitoraggio delle acque sotterranee

10.2.1 Attività di monitoraggio eseguite

In data 09/02/09 è stato approvato dalla Provincia di Arezzo il piano di monitoraggio per le acque sotterranee (Rif. Verbale CdS prot. N. 31746) così come proposto dal gestore ad ottobre 2008 a seguito delle indagini di approfondimento svolte nell'area circostante la discarica (Rel. Golder 08508390211/R655 par. 10.2.7, Ottobre 2008) ed integrato con una serie di prescrizioni emesse delle Autorità.

A supporto dell'istruttoria di approvazione del progetto di ampliamento presentato, furono svolte indagini integrative nel corso degli anni 2010-2011 che hanno consentito di accertare e definire l'esistenza nell'area di tre diverse circolazioni, due più profonde ubicate all'interno del banco argilloso limoso detto "Limi di Terranuova" ("circolazione confinata e semiconfinata") ed una più superficiale ubicata nel sub-alveo del Torrente Riofi ("acquifero superficiale").

Tale impostazione è stata recepita all'interno dell'AIA rilasciata dalla Provincia Arezzo il 14/03/11, prescrivendo la realizzazione di ulteriori piezometri di controllo TPZ20, TPZ20bis, TPZ21, TPZ21bis a cui poi è stato aggiunto il TPZ20ter.

Come già riportato in precedenza, conseguentemente alla realizzazione delle opere di ampliamento della discarica, autorizzate con Provvedimento Dirigenziale n. 48/EC del 14/03/2011 e s.m.i. (Decreto Dirigenziale n. 292 del 03/02/2016) e in riferimento ai contenuti della Deliberazione della Giunta Provinciale n.421 del 10/10/2014, i piezometri di fondovalle monitorati dal mese di dicembre 2016 sono quelli riportati nella Tabella seguente.

Punti di controllo previsti per il monitoraggio delle acque sotterranee di fondovalle a seguito della realizzazione della cassa di espansione sul torrente Riofi

Punto di controllo	Zona monitorata	Tipo di monitoraggio
TPZ20bis	Acquifero superficiale di fondovalle	
N1s		
N2s		
N3s		
N4s		
N5s		
N6s		
N7s	Circolazione profonda semiconfinata di fondovalle	<u>Ambientale</u> Monitoraggio delle acque sotterranee delle circolazioni di fondovalle
N1i		
N2i		
N4i		
N5i		
N7i	Circolazione profonda confinata di fondovalle	
TPZ18bis		
TPZ20ter		
TPZ24bis		
TPZ12		
TPZ18		
TPZ19bis		
TPZ20		
TPZ21		
TPZ24		
TPZ28		

Nella tabella seguente si riportano le frequenze e i parametri chimici di controllo delle acque sotterranee, come previsto dal piano di monitoraggio integrato con le prescrizioni delle Autorità per le circolazioni di fondovalle.

Parametri e frequenze di controllo ambientale per le acque sotterranee di fondovalle

Parametri di controllo	Frequenza	
	Fase operativa	Fase post-operativa
Livello di falda	Mensile	Semestrale

Parametri di controllo	Frequenza	
	Fase operativa	Fase post-operativa
pH	Trimestrale	Semestrale
Potenziale redox	Trimestrale	Semestrale
Temperatura	Trimestrale	Semestrale
Conducibilità elettrica	Trimestrale	Semestrale
Ossidabilità Kubel	Trimestrale	Semestrale
Residuo Fisso	Trimestrale	Semestrale
Durezza Totale	Trimestrale	Semestrale
Tensioattivi anionici	Trimestrale	Semestrale
Cloruri	Trimestrale	Semestrale
Solfati	Trimestrale	Semestrale
Metalli: Fe, Mn, As, Ni, Pb	Trimestrale	Semestrale
Ca, Na, K, Mg	Trimestrale	Semestrale
Azoto ammoniacale, nitroso e nitrico	Trimestrale	Semestrale
TOC	Trimestrale	Semestrale
Solventi organici aromatici totali	Trimestrale	Semestrale
Solventi clorurati totali	Trimestrale	Semestrale
Fenoli	Annuale	Annuale
BOD5	Annuale	Annuale
Fluoruri	Annuale	Annuale
IPA	Annuale	Annuale
Metalli: Cu, Cd, Cr totale, Cr VI, Hg, Zn	Annuale	Annuale
Cianuri	Annuale	Annuale
Composti organoalogenati (compreso cloruro di vinile)	Annuale	Annuale
Pesticidi fosforati e totali	Annuale	Annuale
Solventi organici azotati	Annuale	Annuale

Nella Tabella seguente sono riportati i piezometri dell'area collinare monitorati nel corso del 2020. Tali piezometri intercettano le acque di infiltrazione sub-superficiali.

Punti di controllo previsti per il monitoraggio delle acque sub-superficiali di infiltrazione dell'area collinare

Punto di controllo	Zona monitorata	Tipo di monitoraggio
TPZ3	Area collinare (assenza di falda)	<u>Gestionale</u>
TPZ7		Controllo di qualità delle acque di infiltrazione sub-superficiale
TPZ13		

Nella tabella seguente si riportano le frequenze e i parametri chimici di controllo delle acque di infiltrazione sub-superficiale per i piezometri dell'area collinare, come previsto dal piano di monitoraggio integrato con le prescrizioni delle Autorità.

Parametri e frequenze di controllo gestionale per le acque sub-superficiali di infiltrazione dell'area collinare

Parametri fondamentali	Frequenza	
	Fase operativa	Fase post-operativa
Livello di falda	Mensile	Semestrale
pH	Trimestrale	Semestrale
Conducibilità elettrica	Trimestrale	Semestrale
Cloruri	Trimestrale	Semestrale
Solfati	Trimestrale	Semestrale
Metalli: As, Ni, Pb	Trimestrale	Semestrale
Azoto ammoniacale	Trimestrale	Semestrale
Solventi clorurati	Trimestrale	Semestrale
Solventi aromatici	Trimestrale	Semestrale

Come già detto, nel mese di settembre 2019 sono stati realizzati due nuovi piezometri nella zona collinare denominati TPZA1 e TPZA2, posti al piede dell'argine di valle con finestre confrontabili (in quota) con i livelletti limo sabbiosi intercettati in TPZ18 e TPZ18-bis alle quote di (111,6/108,6) metri s.l.m. e (123,6/121,3) metri s.l.m.

I piezometri, ancorché non inseriti nel PSC, sono stati campionati ed analizzati nel corso del secondo semestre del 2020.

10.2.2 Modalità di prelievo dei campioni

Le modalità di campionamento dei piezometri di fondovalle sono quelle previste dal protocollo di spurgo e campionamento concordato con le Autorità, che prevede, laddove possibile, la misura dei parametri chimico-fisici di campo. Il protocollo, infatti, in relazione alle caratteristiche idrogeologiche locali, è stato definito in funzione delle condizioni sito-specifiche riscontrate per ognuno dei punti di controllo oggetto di monitoraggio.

In particolare, il protocollo risulta attuabile per i piezometri del fondovalle, gli unici ubicati in una falda.

A tal proposito si segnala che da marzo 2012, in accordo con le Autorità, si procede al campionamento dei pozzi posizionando la pompa in corrispondenza del tratto fenestrato del piezometro.

I piezometri dell'area collinare invece insistono in un sottosuolo a matrice argillosa con presenza di lenti isolate più permeabili che raccolgono acque di infiltrazione sub-superficiale; tali piezometri infatti tendono a svuotarsi rapidamente a seguito di un'eventuale azione di spurgo.

Per questi punti, quindi è possibile solo effettuare lo svuotamento del piezometro, dopodiché attendere che si ristabilisca un battente adeguato al prelievo dei campioni (con bailer).

Il protocollo prevede anche la filtrazione dei campioni di acqua per l'analisi dei metalli. Tale operazione viene eseguita, quando possibile, in campo, altrimenti viene richiesta in laboratorio.

10.2.3 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nel presente capitolo sono riportati i risultati analitici e riassunte le valutazioni relative alle attività di monitoraggio di marzo, giugno, settembre e dicembre 2020, per i seguenti gruppi di piezometri:

- **PIEZOMETRI DI AREA COLLINARE:** TPZ3, TPZ7 e TPZ13 ubicati in **zona collinare**. Tali piezometri come riportato nel Verbale di CdS del 09/02/09, *“vanno ad intercettare livelli argillo-limosi le cui caratteristiche geologiche sono tali per cui non si identifica al loro interno un vero e proprio acquifero”*. Per tali punti di controllo che risultano ubicati in prossimità delle vasche di smaltimento, l’Autorità ne ha previsto il monitoraggio ai fini della *“verifica di carattere pressoché puntuale della efficienza e della efficacia dei dispositivi di barriera della discarica; di conseguenza non risultano applicabili a tali punti le CSC di cui al D. Lgs. n. 152/2006”* (rif. Verbale di CdS dell’11/02/09 prot. n. 31746). Si ricorda che il TPZ3 e il TPZ7 sono stati riperforati tra ottobre e novembre 2010 nell’ambito di attività di indagine svolte presso la discarica, mentre il piezometro TPZ5 e l’inclinometro TIN3 stati dismessi anticipatamente così come previsto dal progetto autorizzato. Tale dismissione è stata già comunicata da CSAI alla Provincia di Arezzo e all’ARPAT con nota del 9 luglio 2014 (Prot. N. 1226/2014). Inoltre nei mesi di giugno, settembre e dicembre 2020 si è proceduto al campionamento dei piezometri TPZA1 e TPZA2, non facenti parte del PSC.
- **PIEZOMETRI DI FONDOVALLE:** Come anticipato al paragrafo 10.2.1, a seguito dei lavori di realizzazione della cassa di espansione sul torrente Riofi, i piezometri oggetto di monitoraggio ubicati sul fondovalle sono stati modificati nel corso del 2016 (Cfr. Tabella paragrafo 10.2.1).

Di seguito si riportano i piezometri oggetto di monitoraggio secondo il piano di monitoraggio adottato a seguito dell’inizio dei lavori di realizzazione della cassa di espansione del torrente Riofi, differenziandoli in relazione all’acquifero intercettato (sistema operativo da dicembre 2016):

- ✓ TPZ20bis, N1(s), N2 (s), N3 (s), N4 (s), N5 (s), N6 (s), N7 (s), che intercettano l’acquifero superficiale;
- ✓ N1 (i), N2(i), N4 (i), N5 (i), N7(i), TPZ18bis, TPZ20ter, TPZ24bis, che intercettano la circolazione profonda semiconfinata;
- ✓ TPZ12, TPZ18, TPZ19bis, TPZ20, TPZ21, TPZ24, TPZ28, che intercettano la circolazione profonda confinata.

Tali piezometri sono adibiti al monitoraggio ambientale dell’acquifero superficiale e delle circolazioni profonde ed insistono quindi in una zona idrogeologicamente separata dall’area collinare, non solo per il fatto che in quest’ultima non è presente una vera e propria falda acquifera ma solo lenti isolate di sabbie fini limose, e localmente torbe, ma anche per la presenza del potente substrato argilloso che caratterizza l’area della discarica e che si estende fino al fondovalle. Con tale situazione idrogeologica si esclude, infatti, che le infiltrazioni sub-superficiali estremamente localizzate ed effimere dell’area collinare possano interferire con le circolazioni di fondovalle. Tale situazione idrogeologica è stata confermata anche dalle indagini svolte nell’area negli anni precedenti che hanno evidenziato la presenza di tre livelli di circolazioni idriche, localizzata una nel sub-alveo del Torrente Riofi (acquifero superficiale) mentre le altre due

all'interno del banco di argille limi detto "Limi di Terranuova", separate dal fondo della discarica da un banco argilloso di spessore minimo di 15 metri.

Tra i piezometri oggetto di monitoraggio, i pozzi di monitoraggio TPZ18, TPZ18bis, TPZ19bis sono definiti **piezometri di versante** in funzione della loro localizzazione, in quanto ubicati in zona intermedia tra l'area collinare e quella di fondovalle. Tali piezometri di versante intercettano le circolazioni profonde, confinata e semiconfinata, in analogia ai piezometri ubicati sul fondovalle.

In ottemperanza a quanto richiesto dalle PP.AA. (*"nella relazione annuale i grafici e le tabelle riepilogative degli esiti dei campionamenti delle acque sotterranee dovranno riportare, come valori di confronto le CSC indicate nella vigente normativa in materia di bonifica"*), i risultati delle analisi chimiche dei pozzi di monitoraggio delle acque sotterranee sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione ("CSC") del D.Lgs. 152/06 (cfr. Tabella 2, Allegato 2, Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs. 152).

10.2.3.1 **Piezometri dell'area collinare**

Prima di illustrare i risultati, riportati nei certificati allegati, si ricorda che, come stabilito dalle Autorità in sede di CdS, per tali punti di controllo non sono applicabili le CSC previste dal D.Lgs. 152/06.

I principali parametri di controllo analizzati sui campioni prelevati dai piezometri TPZ3, TPZ7 e TPZ13, hanno evidenziato, nell'attuale periodo di riferimento (anno 2020), quanto segue:

- **pH:** i valori rilevati risultano compresi tra 6,3 registrato in TPZ3 nel mese di giugno 2020 e 8,41 in TPZ13 nel mese di marzo 2020. Per i piezometri TPZA1 e TPZA2 i valori sono risultati variabili tra 6,7 (registrato in TPZA1 a settembre) e 7,2 (registrato in TPZA2 a dicembre);
- **Conducibilità elettrica:** i valori registrati sono risultati nel range di variabilità storicamente registrata nel corso degli anni passati, variando tra 1.660-4.230 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a seconda del pozzo; TPZ13 è caratterizzato da maggiori oscillazioni nei dati. Per i piezometri TPZA1 e TPZA2 i valori sono risultati variabili tra 910 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (registrato in TPZA1 a dicembre) e 1.910 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (registrato in TPZA2 a giugno);
- **Ammoniacca:** i dati sono compresi tra valori inferiore al limite di rilevabilità strumentale (LR o LOQ: 0,05 mg/l), riscontrato in TPZ7 e in TPZ13, e 2,9 mg/l registrato in TPZ3 a ottobre 2020, in linea con il trend storicamente riscontrato per tale parametro negli ultimi anni. Per i piezometri TPZA1 e TPZA2 le concentrazioni registrate sono risultati variabili tra valori inferiori al LOQ e 6,8 mg/l (TPZA1 a giugno 2020);
- **Cloruri:** i valori maggiori si registrano in TPZ7, variando tra circa 680 e 720 mg/l; gli altri due pozzi hanno valori mediamente inferiori, con TPZ13 caratterizzato da forti oscillazioni. I dati rilevati in tutti i pozzi sono risultati comunque nel range della variabilità storicamente registrata nel corso degli anni passati. Relativamente ai piezometri TPZA1 e TPZA2, i valori registrati sono risultati compresi tra 49 mg/l (TPZA1 a dicembre 2020) e 220 mg/l (TPZA1 e TPZA2 a giugno 2020);
- **Solfati:** i valori maggiori si registrano in TPZ7, con un picco di 480 mg/l; il TPZ3 presenta invece mediamente i valori minori, variabili tra 170-370 mg/l; TPZ13 presenta forti oscillazioni con valori tra 68 e

370 mg/l. In linea generale, comunque i valori in tutti i pozzi sono risultati nel range della variabilità storicamente registrata nel corso degli anni passati. Nei piezometri TPZA1 e TPZA2 le concentrazioni riscontrate sono risultate comprese tra 87 mg/l (TPZA1 a dicembre 2020) e 190 mg/l (TPZA2 a giugno 2020);

- **Arsenico:** in TPZ3 sono stati registrati valori variabili tra 2,64÷5,36 µg/l, il valore massimo è stato registrato nel mese di settembre, in generale le concentrazioni rilevate risultano comunque in linea con il trend storico per questo piezometro. In TPZ7 sono stati registrati valori al di sotto del limite di rilevabilità. In TPZ13 sono stati registrati valori al di sotto del limite di rilevabilità a giugno e settembre 2020 e concentrazioni poco superiori al LR a marzo e dicembre. Nei piezometri TPZA1 e TPZA2 le concentrazioni sono risultate comprese tra valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale (LR: 1,0 µg/l) e valori dell'ordine di qualche µg/l, ad eccezione che per la concentrazione riscontrata in corrispondenza di TPZA2 a settembre 2020 (pari a 65,3 µg/l). Tale valore non risulta in linea con quelli registrati nel corso degli altri monitoraggi e può essere considerato come un outlier. La concentrazione riscontrata a dicembre 2020, pari a 6,98 µg/l, che risultata in linea con gli altri valori;
- **Piombo:** per tale parametro chimico le concentrazioni sono inferiori al limite di rilevabilità (LR: 1,0 µg/l) ad eccezione del monitoraggio del mese di marzo in tutti e 3 i piezometri dove si registrano valori leggermente superiori al limite di rilevabilità. Anche per i piezometri TPZA1 e TPZA2 le concentrazioni sono risultate sempre inferiori al LR.
- **Nichel:** i dati sono compresi tra valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale (LR: 1,0 µg/l) e 3,76 µg/l, registrato in TPZ13 nel campionamento del mese di dicembre. I valori in tutti i pozzi sono risultati comunque nel range di variabilità storicamente registrata nel corso degli anni passati. Per i piezometri TPZA1 e TPZA2 i valori riscontrati sono risultati variabili tra 1,61 µg/l (TPZA1 a settembre 2020) e 5,97 µg/l (TPZA2 a giugno 2020). Tali concentrazioni risultano in linea con quelle registrate per gli altri piezometri collinari ricompresi nel PSC.
- **Idrocarburi aromatici:** le concentrazioni di tali composti (benzene, etilbenzene, toluene, stirene e xileni) sono risultate tutte al di sotto del limite di rilevabilità strumentale (LR o LOQ) nei mesi di giugno, settembre e dicembre 2020 per tutti e tre i piezometri. Nel solo mese di marzo si evidenziano concentrazioni di poco superiori al LOQ per il solo parametro p-xilene in tutti e tre i piezometri di monitoraggio (0,24 µg/l in TPZ3, 0,12 µg/l in TPZ13 e 0,16 µg/l in TPZ7). Nei piezometri TPZA1 e TPZA2 gli idrocarburi aromatici sono sempre risultati al di sotto del LR.
- **Solventi clorurati:** le concentrazioni registrate sono risultate inferiori al LOQ nel corso del 2020 per TPZ7. Nel piezometro TPZ3 sono stati registrati valori superiori al LOQ per i composti: Cloruro di vinile, 1,1-Dicloroetilene, Cloroformio, Dibromoclorometano, Tribromometano e 1,1,2,2-tetracloroetano; per il piezometro TPZ13 è stato registrato un valore superiore al LOQ per il solo parametro cloroformio. I composti rilevati presentano comunque valori molto bassi e generalmente prossimi ai LOQ strumentali ad eccezione del TPZ3 che ha fatto registrare concentrazioni nel corso del 2020 rispettivamente pari a 1,22 µg/l (settembre 2020) e 2,12 µg/l (marzo 2020) per il cloruro di vinile, parametro che nei monitoraggi di

giugno e dicembre ha registrato valori inferiori al LOQ. Nei piezometri TPZA1 e TPZA2 le concentrazioni sono risultate generalmente inferiori ai rispettivi LOQ ad eccezione che per i valori registrati per il parametro cloroformio (0,669 µg/l in TPZA2 a giugno 2020, 0,032 in TPZA1 a settembre 2020 e 0,0585 µg/l in TPZA2 a settembre 2020) e per il parametro cloruro di vinile (0,106 µg/l in TPZA2 a settembre 2020). Tutte le concentrazioni evidenziate risultano comunque prossime ai rispettivi LOQ (pari a 0,01 per il cloroformio e 0,05 per il cloruro di vinile) ad eccezione del valore riscontrato in TPZA2 a giugno 2020. Tale valore ha mostrato comunque una diminuzione nel corso del monitoraggi effettuati con una concentrazione, a dicembre 2020, risultata nuovamente inferiore al LOQ.

10.2.3.2 **Piezometri di fondovalle**

Nell'esposizione dei dati si sono prese a riferimento indicativo le CSC del D. Lgs. 152/06, come richiesto dalle Autorità. A tal proposito si ricorda comunque che nell'ambito della Conferenza dei Servizi sulla base della quale è stata emessa l'attuale AIA (seduta del 21 e del 30 dicembre 2010), le Autorità hanno ritenuto che *"gli esiti degli accertamenti ed approfondimenti specifici condotti, ... considerata la riscontrata presenza di numerosi superamenti delle CSC, con concentrazioni, tuttavia, molto basse, portino a ritenere che l'area interessata debba inquadrarsi quale area soggetta ad inquinamento diffuso, ... e che, pertanto, non sussiste la necessità di procedere a norma degli art. 242 e seguenti del D. Lgs. 152/06"*. Pertanto, lo scenario ambientale rilevato con gli approfondimenti del 2008-2010 citati dalla CdS rappresenta un quadro di riferimento per il sito in esame e per le valutazioni dei dati acquisiti con il monitoraggio periodico.

Nell'attuale periodo di riferimento (anno 2020) i principali parametri di controllo analizzati sui campioni prelevati dai piezometri di fondovalle per le circolazioni profonde e superficiali hanno evidenziato quanto segue:

- **pH:** i valori rilevati risultano compresi tra 6,40 (a giugno sia in N2(s) sia in N4(i)) e un picco di 9,10 registrato a settembre in TPZ18. In particolare, per quanto riguarda il pozzo TPZ18, caratterizzato da un valore medio storico pari a 10,6, il picco di settembre è in linea con i dati del 2017. A dicembre il pH scende a 7,3 in linea con quelli degli altri piezometri di monitoraggio.
- **Conducibilità elettrica:**
 - Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata i valori registrati variano tra 1000 µS/cm a marzo in TPZ21 e 2.490 µS/cm a giugno 2020 in TPZ18.
 - Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata i valori registrati variano tra 350 µS/cm a giugno in N2(i) e 2.210 µS/cm a marzo in TPZ20ter.
 - Nei piezometri appartenenti alle circolazioni superficiali i valori sono paragonabili a quelli delle circolazioni profonde, ma con minori oscillazioni, avendo registrato un minimo pari a 620 µS/cm in N7(s), e un massimo pari a 1.680 µS/cm in N4(s).

■ Ammoniacca:

- Nei piezometri che intercettano la circolazione profonda confinata, l'ammoniacca presenta nel 2020 trend oscillatori che comunque rientrano nel range di variabilità degli anni passati. In particolare, le concentrazioni registrate variano tra 1,1 mg/l registrato in TPZ20 a giugno 2020 e 16,80 mg/l registrato in TPZ12 a marzo 2020, in linea con TPZ20 (16,2 mg/l).
- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata i valori registrati risultano compresi valori inferiori al LOQ e il massimo registrato in N2i di 11,1 mg/l. Si segnala che a dicembre 2020 in TPZ20ter di monte è stato rilevato un valore anomalo di 990 mg/l completamente incoerente con il set storico dei dati e con gli altri parametri analizzati; tale valore rappresenta un outlier, non rappresentativo della effettiva qualità delle acque nel pozzo in questione.
- Nei piezometri appartenenti all'acquifero superficiale i valori sono più bassi, coerentemente con lo storico, compresi tra valori inferiori al LOQ ed un massimo di 2,20 mg/l riscontrato in N3(s) a giugno 2020.

■ Azoto nitroso:

- Nei piezometri che intercettano la circolazione profonda confinata, le concentrazioni variano tra valori al di sotto del LOQ e 7,29 mg/l. Al fine di procedere al confronto con i limiti di riferimento normativi (CSC), le concentrazioni di azoto nitroso sono state convertite per ottenere la corrispondente concentrazione di nitriti. In particolare, sono stati registrate concentrazioni superiori alla rispettiva CSC di riferimento nella campagna di marzo 2020 (in TPZ18 e in TPZ21), a giugno (in TPZ18 e TPZ19bis) a settembre (in TPZ12, TPZ18, TPZ19bis, TPZ20 e TPZ21), a ottobre (TPZ18), a novembre (TPZ18) e a dicembre (in TPZ12, TPZ19 bis, TPZ18, TPZ21 e TPZ24). I superamenti alla CSC sono stati quindi riscontrati sia in piezometri ubicati nella zona di monte che di valle idraulica rispetto alla discarica, in maniera diffusa.
- Nei piezometri intermedi i valori risultano sempre inferiori alla CSC, ad eccezione del valore registrato in N5(i) a marzo e a settembre, in TPZ18bis ad ottobre e in N1(i) e N7(i) a dicembre. Il dato riscontrato a dicembre in TPZ20ter pari a 4,42 mg/l risulta un potenziale outlier considerata la forte variabilità rispetto alla media storica e al fatto che a dicembre il valore rilevato è pari a 0,15 mg/l.
- Nei piezometri superficiali i valori sono stati quasi sempre inferiori al LOQ e sempre inferiori alla CSC, ad eccezione del valore registrato in N2(s) nel mese di dicembre pari a 0,51 mg/l.

■ Azoto nitrico:

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata i valori maggiori si riscontrano in TPZ18, compresi tra 6,5 e 56,0 mg/l (giugno). Generalmente, i pozzi di monitoraggio presentano un allineamento con il range di variabilità riscontrato nel corso degli anni passati. Valori simili a quello di

giugno 2020 in TPZ18 si sono registrati tra il 2012 e il 2015, comunque i dati di settembre e dicembre 2020 sono in netto calo.

- Nei piezometri intermedi i valori variano tra concentrazioni inferiori al LOQ e 4,4 mg/l registrato in TPZ24bis a dicembre 2020.
- Nei piezometri superficiali i valori registrati variano tra il LOQ e 22,0 mg/l in N2(s). Tale valore costituisce il massimo storico per tale piezometro e sarà monitorato nel corso delle prossime campagne al fine di verificarne il trend. Per gli altri piezometri afferenti all'acquifero superficiale le concentrazioni riscontrate risultano in linea con lo storico. Valori superiori a N2(s) in passato sono stati rilevati in N5(s) ed N1(s).

■ **Cloruri:**

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata i vari pozzi di monitoraggio presentano un allineamento con il range di variabilità riscontrato nel corso degli anni passati, con valori che variano da 140 mg/l e 470 mg/l registrati rispettivamente a giugno in TPZ24 e a marzo in TPZ18. Concentrazioni confrontabili con quelle rilevate in TPZ18 si riscontrano in TPZ20 e TPZ21 con valori massimi rispettivamente pari a 370 mg/l e 280 mg/l.
- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata i valori registrati variano tra 11,0 mg/l in TPZ24bis a dicembre e 378 mg/l in TPZ20ter a marzo.
- Nei piezometri superficiali i valori registrati variano tra 48,00 mg/l in N7(s) e 190 mg/l in N5(s). Le concentrazioni registrate risultano in linea con il trend storico. Si precisa tuttavia che per il piezometro N2(s) il valore registrato per il mese di dicembre costituisce il massimo storico per tale piezometro (140 mg/l), si precisa comunque che tale valore è incluso nel range di variabilità dei piezometri superficiali.

■ **Solfati:**

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata non si riscontrano valori significativi, registrando concentrazioni quasi sempre al di sotto della CSC ad eccezione dei valori riscontrati in TPZ18 a giugno (280 mg/l) e a settembre (300 mg/l) a fronte di una CSC di riferimento per tale parametro pari a 250 mg/l. Nel monitoraggio di dicembre è stato comunque registrato un valore nuovamente al di sotto del limite di riferimento pari a 55 mg/l;
- Nei piezometri della circolazione profonda semiconfinata si registrano valori compresi tra 22,0 mg/l in TPZ24bis a dicembre e 129 mg/l in TPZ20ter a dicembre 2020. Le concentrazioni risultano comunque tutte inferiori alla CSC.
- Per i piezometri dell'acquifero superficiale si registrano concentrazioni comprese tra 48 mg/l in N7(s) a giugno e 190 mg/l in N5(s) a settembre. Per l'acquifero superficiale tutte le concentrazioni riscontrate risultano al di sotto delle CSC.

Metalli (Arsenico, Nichel, Ferro, Manganese, Piombo):**■ Arsenico:**

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata le concentrazioni registrate sono comprese tra 3,12 mg/l e 23,70 µg/l, le concentrazioni maggiori si riscontrano nei piezometri TPZ20, TPZ21 e TPZ28. Il massimo valore registrato è stato rilevato in TPZ20 a settembre 2020 (23,7 µg/l). Inoltre, sono stati riscontrati superamenti anche nel piezometro TPZ18 (nei mesi di ottobre, novembre e dicembre) con un massimo pari a 19,7 µg/l rilevato a ottobre. Si rilevano dunque alcuni superamenti della CSC (10 µg/l) nei piezometri sopra indicati. Per quanto riguarda il TPZ24 le concentrazioni riscontrate sono tutte inferiori alle CSC di riferimento in tutti i monitoraggi condotti nel 2020.
- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata si rilevano superamenti della CSC nei soli TPZ20ter e TPZ18bis con la concentrazione massima registrata proprio in quest'ultimo punto, nel mese di novembre (22,1 µg/l).
- Nei piezometri appartenenti all'acquifero superficiale le concentrazioni sono inferiori al LOQ (<1,0 µg/l).

■ Nichel:

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata le concentrazioni non sono significative e comunque sempre inferiori alla CSC (20 µg/l). Il valore massimo, pari a 6,69 µg/l, è stato registrato in TPZ18 a novembre 2020.
- Nei piezometri della circolazione intermedia i valori risultano sempre al di sotto della CSC, ad eccezione che per il valore registrato in TPZ18bis a novembre 2020 (23,4 µg/l). Tale valore non risulta comunque rappresentativo delle concentrazioni storicamente registrate in tale piezometro. Si precisa inoltre che la concentrazione registrata nel mese di dicembre (6,34 µg/l) risulta nuovamente al di sotto della CSC e in linea con il trend storico.
- Anche nei piezometri appartenenti all'acquifero superficiale le concentrazioni risultano sempre inferiori alla CSC (20 µg/l).

■ Ferro:

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata le concentrazioni maggiori si riscontrano nei piezometri TPZ20, TPZ21 e TPZ24. Si registrano comunque diffusi superamenti della CSC (200 µg/l), sia nella zona di monte che di valle idrogeologica, confermando il trend storico di presenza diffusa e con forti oscillazioni. Inoltre, sono stati registrati alcuni superamenti della CSC in TPZ28 a giugno 2020 (286 µg/l) e in TPZ12 a giugno (240 µg/l) e settembre 2020 (218 µg/l). Nei piezometri TPZ18 e TPZ19bis le concentrazioni risultano sempre inferiori alla CSC (200 µg/l).

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata si registrano superamenti della CSC in TPZ18bis, TPZ20ter, TPZ24bis, N4(i) e in N7(i). Si precisa che la concentrazione riscontrata a novembre 2020 in TPZ18bis (5.190 µg/l) costituisce il massimo storico per tale piezometro, tuttavia il trend risulta caratterizzato da forti oscillazioni e in passato sono stati registrati picchi dello stesso ordine di grandezza (4.661,9 µg/l a marzo 2015 e 4.182,2 a settembre 2015). Inoltre, nel corso del campionamento effettuato nel mese di ottobre è stata registrata una concentrazione di ferro in corrispondenza del piezometro N7(i) pari a 627 µg/l che costituisce il massimo storico per tale piezometro. Nel corso dei successivi mesi i monitoraggi hanno mostrato valori inferiori pari rispettivamente a 370 µg/l e 563 µg/l. Come negli altri punti anche in N7(i) il trend è caratterizzato da forti oscillazioni.
- Nei piezometri appartenenti all'acquifero superficiale si sono registrati superamenti della CSC di riferimento (200 µg/l) in TPZ20bis, N5(s) e N7(s) nel mese di dicembre 2020. Si precisa che i valori riscontrati in corrispondenza dei piezometri N7(s) e TPZ20bis nel mese di dicembre (rispettivamente pari a 566 µg/l e 716 µg/l) costituiscono il massimo storico per tali piezometri. Gli altri piezometri evidenziano valori inferiori ed inferiori anche alla CSC. I dati confermano pertanto il trend storico di presenza diffusa e con forti oscillazioni.

▪ **Manganese:**

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata sono stati registrati superamenti delle CSC in tutti i piezometri e in quasi tutte le campagne, con valore massimo riscontrato in TPZ18 a novembre 2020 (230 µg/l). Tale valore costituisce il massimo storico per tale piezometro e non risulta rappresentativo del trend storicamente registrato, tuttavia si precisa che a dicembre 2020, la concentrazione registrata è risultata inferiore a quella di novembre e pari a 82,2 µg/l. I dati sono comunque generalmente stazionari nel tempo nei vari pozzi.
- Per i piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata si registrano forti oscillazioni dei dati, con superamenti diffusi della CSC. I dati variano tra valori al di sotto del LOQ e 5.860 µg/l, picco registrato in N1(i) a giugno. È risultato sempre conforme alla CSC il solo piezometro N2(i). Hanno inoltre fatto registrare valori inferiori o pari alla CSC i piezometri N5(i) nella campagna di dicembre e N7(i) nelle campagne di marzo e giugno 2020. I dati confermano il trend storico di presenza diffusa del manganese in tale circolazione.
- Nei piezometri appartenenti all'acquifero superficiale i valori riscontrati variano tra 0,90 µg/l e 2.540 µg/l registrato in N4(s) a giugno. Tutti i piezometri evidenziano il superamento della CSC (50 µg/l) in quasi tutte le campagne condotte nel 2020, sia monte che a valle, ad eccezione dei piezometri N2(s) ed N3(s) che presentano valori sempre inferiori alla CSC nel 2020. In N5(s) i valori registrati sono sempre inferiori alla CSC ad eccezione della campagna di settembre in cui è stata registrata una concentrazione pari a 284 µg/l. I dati confermano il trend storico di presenza diffusa e con forti oscillazioni.

■ Piombo:

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata non si rilevano concentrazioni significative che risultano nel complesso sempre inferiori al LOQ ad eccezione del valore registrato in TPZ24 a marzo pari a 2,58 µg/l e comunque inferiore alla CSC (10 µg/l);
- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata i valori risultano sempre inferiori al LOQ, ad eccezione del valore registrato in N5(i) a marzo 2020 pari a 0,51 µg/l a fronte di un LOQ di 0,5 µg/l. Tutti i valori riscontrati risultano comunque inferiore alla CSC (10 µg/l);
- Nei pozzi appartenenti all'acquifero superficiale le concentrazioni sono inferiori al limite di rilevabilità ad eccezione dei valori riscontrati rispettivamente in N5(s) ed N7(s) a marzo 2020 (rispettivamente pari a 0,51 µg/l e 0,57 µg/l) e in N7(s) a dicembre 2020 (1,13 µg/l). Tutti i valori registrati risultano comunque inferiori alla CSC e molto prossimi al LOQ.

- **Altri metalli (cadmio, mercurio, rame, zinco):** non si rilevano concentrazioni apprezzabili nei pozzi monitorati che risultano tutte inferiori alle CSC di riferimento. Si rilevano concentrazioni superiori alla CSC per i parametri cromo totale e cromo esavalente in N2(s) nel solo monitoraggio di dicembre con valori rispettivamente pari a 145 µg/l e 93 µg/l, tali valori sono un potenziale outlier considerata la forte variabilità rispetto alla media storica e quindi non rappresentativi della qualità delle acque. Tali parametri verranno verificati nei prossimi monitoraggi.

■ Tensioattivi anionici:

- Nei piezometri che intercettano la circolazione profonda confinata, sia a monte che a valle idraulica della discarica, le concentrazioni di tensioattivi anionici è risultata inferiore al limite di rilevabilità.
- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata i valori sono sempre inferiori al limite di rilevabilità.
- Nei pozzi appartenenti all'acquifero superficiale le concentrazioni sono sempre inferiori al LOQ in tutti i piezometri monitorati.

■ Idrocarburi aromatici:

I valori registrati in tutti i piezometri nelle campagne di monitoraggio di giugno, settembre e dicembre risultano generalmente inferiori al LOQ, invece per quanto riguarda la campagna di monitoraggio di marzo nei piezometri TPZ18, TPZ28, N2(i), TPZ18bis, N3(s), N5(s) e TPZ20bis, si riscontrano valori superiori al LOQ per i parametri:

- Etilbenzene: 0,113 µg/l in TPZ28 (LR 0,1 µg/l);
- Toluene: 0,168 µg/l in TPZ18, 0,111 µg/l in TPZ18bis, 0,27 µg/l in TPZ28, 0,127 µg/l in N2(i), 0,25 µg/l in N3(s) e 0,153 µg/l in TPZ20 bis (LR 0,1 µg/l);

- p-xilene: 0,19 µg/l in TPZ18, 0,29 µg/l in TPZ28, 0,18 µg/l in TPZ18bis, 0,26 µg/l in N3(s), 0,121 µg/l in N5(s) e 0,2 µg/l in TPZ20bis (LR 0,1 µg/l).

Si evidenzia inoltre un valore superiore al LOQ (0,1 µg/l) per il parametro benzene in corrispondenza del piezometro TPZ18bis nella campagna di novembre 2020 (0,188 µg/l).

Si evidenzia che le concentrazioni riscontrate risultano comunque di poco superiori al LOQ e comunque inferiori alla rispettiva CSC, oltre che essere presenti nella zona di monte idraulico.

▪ Solventi clorurati:

- Nei piezometri che intercettano la circolazione profonda confinata si evidenziano concentrazioni generalmente inferiori al LOQ ad eccezione che per il parametro 1-2 dicloroetilene in TPZ12 a giugno con 0,103 µg/l (LR 0,1 µg/l) ed il Triclorometano che ha mostrato valori di poco al di sopra del limite di rilevabilità strumentale (LR 0,01 µg/l) a giugno in TPZ18 (0,0594 µg/l) e a dicembre in TPZ20 (0,0215 µg/l), in TPZ21 (0,0206 µg/l) e in TPZ24 (0,0469 µg/l). Le concentrazioni registrate risultano comunque al di sotto della CSC di riferimento, oltre che essere presenti nella zona di monte idraulico.
- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata si evidenziano quasi sempre concentrazioni inferiori alla CSC sia a monte che a valle della discarica, ad eccezione del parametro tetracloroetilene registrato in N7(i) nelle seguenti campagne di monitoraggio: marzo pari a 2,03 µg/l, giugno pari a 1,77 µg/l e settembre pari 1,89 µg/l. Tale valore è in linea con il trend storico che si è riscontrato in precedenza nel vecchio piezometro TPZ15 (attivo fino al Settembre 2016 e sostituito dal N7(i) a dicembre 2016). Si registrano inoltre valori di poco superiori al LOQ ma inferiori alla CSC nei seguenti campionamenti:
 - marzo: per cloroformio (0,0132 µg/l in N5(i)), cloruro di vinile (0,025 µg/l in N2(i)), tricloroetilene (0,61 µg/l in N7(i)), 1,2-dicloroetilene (0,26 µg/l in N7(i)) e 1,2-dicloropropano (0,0108 µg/l in TPZ18bis);
 - giugno: per cloroformio (0,0121 µg/l in N1(i), 0,0155 µg/l in N5(i), 0,0395 µg/l in TPZ18bis, 0,0118 µg/l in TPZ24bis, 1,1-dicloroetilene (0,00577 µg/l in N2(i) e 0,01126 in N7(i)), tricloroetilene (0,825 µg/l in N7(i)), 1,2-Dicloroetilene (0,362 µg/l in N7(i)), 1,2-Dicloropropano (0,0117 µg/l in TPZ18bis);
 - settembre: 1,1-Dicloroetilene (0,01042 µg/l in N7(i)), tricloroetilene (0,804 µg/l in N7(i)), 1,2-Dicloroetilene (0,319 µg/l in N7(i)), triclorometano (0,0128 µg/l in N1(i));
 - ottobre: tetracloroetilene (0,225 µg/l in N7(i)) e 1,2-dicloroetilene (0,104 µg/l in N7(i));
 - novembre: tetracloroetilene (0,420 µg/l in N7(i)) e 1,2-dicloroetilene (0,125 µg/l in N7(i));
 - dicembre: per tricloroetilene (0,346 µg/l in N7(i)), 1,2-Dicloroetilene (0,247 µg/l in N7(i)), Triclorometano (0,0256 µg/l in TPZ24bis), tetracloroetilene (0,681 µg/l in N7(i)).

- Nei piezometri afferenti all'acquifero superficiale si evidenziano concentrazioni inferiori alle rispettive CSC, sia a monte che a valle della discarica, ad eccezione dei valori registrati in N7(s) per il parametro tetracloroetilene nei mesi di settembre, ottobre e novembre con concentrazione rispettivamente di 1,49 µg/l µg/l, 3,11 µg/l e 1,25 µg/l (CSC 1,1 µg/l). Sono stati inoltre registrati valori di poco superiori al LOQ nelle seguenti campagne di monitoraggio:
- marzo: per cloroformio (0,0108 µg/l in N2(s), 0,023 µg/l in N7(s)), tricloroetilene (0,117 in N7(s)), tetracloroetilene (0,38 µg/l in N7(s));
 - giugno: per cloroformio (0,0197 µg/l in N1(s), 0,0273 µg/l in N2(s), 0,0249 µg/l in N3(s), 0,0141 µg/l in N5(s), 0,0257 µg/l in N7(s)), tricloroetilene (0,426 µg/l in N7(s)), 1,2-Dicloroetilene (0,197 µg/l in N7(s));
 - settembre: per 1,1-Dicloroetilene (0,00864 µg/l in N7(s)), tricloroetilene (0,866 µg/l in N7(s)), 1,2-Dicloroetilene (0,545 µg/l in N7(s)), triclorometano (0,0177 µg/l in N1(s) e 0,06 in N2(s));
 - ottobre: 1,1-dicloroetilene (0,01185 µg/l in N7(s)), tricloroetilene (1,38 µg/l in N7(s)), 1,2-dicloroetilene (0,552 µg/l in N7(s));
 - novembre: cloroformio (0,0131 µg/l), tricloroetilene (0,773 µg/l in N7(s)), 1,2-dicloroetilene (0,186 µg/l in N7(s));
 - dicembre: tricloroetilene (0,159 µg/l in N7(s)), tetracloroetilene (0,369 µg/l in N7(s)), 1,2-Dicloroetilene (0,102 µg/l in N7(s)) e Triclorometano (0,0224 µg/l in N7(s), 0,0430 µg/l in N2(s)).
- **Cianuri:** nei piezometri campionati non è stata riscontrata presenza di tale parametro.
 - **Fluoruri:** nei piezometri campionati è stata rilevata la presenza di fluoruri sia a monte che a valle della discarica con concentrazioni comprese tra 44 µg/l e 640 µg/l. I valori registrati risultano comunque inferiori alla CSC (1500 µg/l).
 - **Fitofarmaci:** nei piezometri campionati non è stata riscontrata presenza di fitofarmaci.
 - **Idrocarburi policiclici aromatici:** tali composti presentano concentrazioni al di sotto del LOQ nelle varie circolazioni.
 - **Solventi organici azotati:** nei piezometri campionati non è stata riscontrata presenza di solventi azotati.
 - **Pesticidi fosforati totali:** nei piezometri campionati non è stata riscontrata presenza di pesticidi fosforati.
 - **Fenoli:** nei piezometri campionati non è stata riscontrata presenza di tali composti per i quali sono state evidenziate concentrazioni inferiori al LOQ (0,1 µg/l) ad eccezione che per il valore riscontrato in TPZ20bis per il parametro pentaclorofenolo (4,0 µg/l) che risulta superiore alla CSC (0,5 µg/l). Tale valore si configura come un outlier e non risulta rappresentativo della qualità delle acque di tale piezometro.

- TOC:** nel monitoraggio del mese di marzo sono state registrate concentrazioni comprese tra il LOQ (1 mg/l) e 13,2 mg/l (TPZ18bis). A partire dal mese di giugno, con il subentro del nuovo laboratorio, si è evidenziato un aumento diffuso delle concentrazioni sia a monte che a valle della discarica con valori superiori alle decine di mg/l e con massimo registrato in corrispondenza di TPZ18bis a novembre 2020 (232 mg/l). Tali valori, superiori rispetto al range storico e che in alcuni casi rappresentano i massimi storici per i piezometri indagati, risultano diffusi a monte (come il TPZ20, TPZ20bis, il TPZ20ter e N1(s) con valori tra 87,1 mg/l e 116 mg/l) ed a valle della discarica (come l'N4(s) e l'N6(s) con valori tra 151 mg/l e 91 mg/l), interessando le varie circolazioni. Si ritiene che i valori rilevati nel secondo semestre 2020 rappresentino degli outlier. Infatti, il carattere diffuso e generalizzato delle concentrazioni registrate (anche a monte) e l'assenza di altri indicatori porta ad escludere un'influenza della discarica sull'analita, riconducendo il fenomeno di incremento ad altri fattori tra cui presumibilmente aspetti legati alle fasi analitiche di laboratorio.

Si ritiene probabile tale ipotesi in quanto incrementi diffusi tra monte e valle si sono registrati per il TOC anche sui piezometri di Podere Pero.

I dati rilevati verranno controllati nei prossimi campionamenti e in caso di conferma di picchi diffusi verrà avviata una fase di verifica con il laboratorio di analisi in merito alle procedure di gestione dei campioni, alle metodiche analitiche impiegate, ecc.

10.2.3.3 Calcolo del bilancio ionico

Le analisi chimiche delle acque sotterranee permettono di definire la Facies Chimica (mineralizzazione) e la qualità di tale matrice. La presenza di composti inorganici si traduce, infatti, nel cosiddetto bilancio ionico, determinato con la seguente formula, che esprime la deviazione percentuale, ossia lo sbilanciamento di carica tra i principali anioni e cationi presenti nell'acqua.

$$DEV\% = \frac{\sum[Cationi] - \sum[Anioni]}{\sum[Cationi] + \sum[Anioni]} * 100$$

Per quanto riguarda i valori di riferimento per il bilancio ionico, le metodiche standard di analisi ammettono un'incertezza sul dato chimico analizzato che può variare indicativamente tra $\pm 10\%$ e $\pm 15\%$ del valore stesso. Ciò comporta che scarti dell'ordine del $\pm 15\%$ possono ritenersi ammissibili per il bilancio ionico.

Per i piezometri in cui si è verificata un'incertezza di analisi superiore al 15% con la formula di cui sopra, è stato effettuato un secondo controllo attraverso un metodo che mette in correlazione il residuo fisso ("RF") e la conducibilità elettrica specifica ("EC") secondo la relazione:

$$RF = 0.688 \times EC$$

Il residuo fisso è il parametro che esprime il quantitativo complessivo dei sali disciolti in un'acqua. La conducibilità elettrica, invece, è una controprova della misura del residuo fisso, poiché più minerali ci sono e più l'acqua permette il passaggio di elettricità. Infatti, si riscontra un aumento della conducibilità elettrica in modo proporzionale alla quantità delle sostanze disciolte, e quindi è un parametro utile per ottenere una misura, seppur approssimata, del contenuto di sali disciolti in un'acqua. Pertanto, la misura della conducibilità elettrica

costituisce un metodo indiretto, per ricavare il residuo fisso di un'acqua, somma di tutti i minerali inorganici presenti in soluzione.

In merito al legame tra conducibilità e residuo fisso, dalla letteratura a disposizione, queste due grandezze sono legate da una legge di tipo lineare [1] i cui coefficienti variano a seconda dell'autore ed inoltre, la relazione tra i due parametri è funzione del tipo e della natura dei cationi e anioni dissolti e dalla natura dei materiali sospesi.

Per l'analisi del bilancio ionico si sono considerate le analisi relative ai piezometri di fondovalle, come richiesto dalle Autorità, ed i risultati sono riportati nella seguente tabella.

Bilancio ionico dei piezometri di fondovalle

Campione	RISULTATI DEL BILANCIO IONICO (%)			
	Marzo 2020	Giugno 2020	Settembre 2020	Dicembre 2020
TPZ12	1	1	-14	-6
TPZ18	3	-10	-14	-4
TPZ18bis	-1	-7	-15	-3
TPZ19bis	-2	-11	-13	0
TPZ20	1	-12	-14	-7
TPZ20bis	1	-16	-10	-16
TPZ20ter	-1	-13	11	-17
TPZ21	-2	-11	-10	-12
TPZ24	-3	2	-16	-16
TPZ24bis	-5	-12	-11	-16
TPZ28	-1	9	-1	5
N1(S)	1	2	-13	-1
N1(i)	1	-9	-9	1
N2(S)	4	-2	-13	-1
N2(i)	-3	-10	-10	-5
N3(S)	-4	-7	-14	7
N4(S)	-2	-13	-4	-7

[1] A. G. THOMAS, "Specific conductance as an indicator of total dissolved solids in colds dilute waters", Hydrological Journal des Sciences Hydrologiques, 31, 1.3/1986

N4(i)	-2	-9	-15	-13
N5(S)	4	-18	-11	-16
N5(i)	6	-5	-12	-12
N6(S)	-3	-11	-15	-19
N7(i)	-6	-12	-16	-16
N7(S)	-10	-10	-15	-15

I valori ottenuti evidenziano uno sbilanciamento variabile, in valore assoluto, tra 1% e 19%.

10.2.4 Valutazioni

Prima di entrare nel dettaglio delle valutazioni si ritiene opportuno precisare che l'analisi dei dati è stata sviluppata tenendo conto dei seguenti aspetti:

- I dati chimici analizzati nei diversi punti di controllo ed i rispettivi valori di riferimento;
- Il trend storico dei dati globalmente disponibili;
- I risultati emersi dalle varie indagini di approfondimento, a partire da quella dell'estate 2008 fino alle successive più recenti condotte ai fini dei lavori di realizzazione della cassa di espansione del torrente Riofi;
- I risultati delle indagini prescritte dalle Autorità ed eseguite a fine 2010;
- I risultati delle indagini integrative richieste dalle Autorità condotte nel 2011.
- Per i piezometri dell'area collinare, nelle valutazioni si è tenuto in considerazione quanto stabilito dalle Autorità in sede di CdS in seguito alle campagne di indagine condotte, ossia che *"tali punti vanno ad intercettare livelli argillo-limosi le cui caratteristiche geologiche sono tali per cui non si identifica al loro interno un vero e proprio acquifero... per tali caratteristiche hanno avuto e mantengono significato limitatamente alla verifica di carattere pressoché puntuale della efficienza e della efficacia dei dispositivi di barriera della discarica; di conseguenza non risultano applicabili a tali punti le CSC di cui al D.Lgs. n. 152/2006"*.
- I piezometri ubicati sul fondovalle intercettano circolazioni idriche non connesse con la zona collinare in cui sono ubicati pozzi che drenano acque di poro delle argille circostanti o acque di infiltrazione sub-superficiale. Nell'area collinare non sono presenti falde ma solo lenti isolate e localizzate di sabbie fini limose alimentate da infiltrazioni meteoriche/acque connate. Tale separazione idraulica tra zona collinare e circolazioni sul fondovalle è dovuta alla presenza estesa e profonda del substrato argilloso che caratterizza l'area vasta del sito; per quanto riguarda i piezometri ubicati nell'area di versante (TPZ18, TPZ18bis e TPZ19bis), alcuni di questi, in particolare il TPZ18, ha mostrato in passato segni d'interferenze tra le acque e le fasi realizzative del piezometro stesso, come hanno testimoniato i valori di pH

storicamente più elevati rispetto agli altri piezometri. La stessa considerazione sul pH è possibile estenderla generalmente al pozzo N2(i), anch'esso riperforato di recente.

- Le indagini di approfondimento condotte nel corso degli ultimi anni hanno consentito di accertare l'effettiva esistenza nell'area di tre diverse circolazioni, due profonde all'interno del substrato argilloso e una superficiale (più propriamente definita acquifero) localizzata nel sub-alveo del torrente Riofi. Le circolazioni profonde, semiconfinata e confinata, non sono in connessione idraulica diretta nella zona dell'impianto, in quanto nel corso delle prove di portata condotte negli ultimi anni, non è stato osservato alcun effetto o disturbo reciproco apprezzabile tra i piezometri delle due circolazioni. Inoltre, la circolazione profonda confinata risulta idraulicamente separata dalla circolazione semiconfinata, come riscontrato dalle diverse prove di portata eseguite nell'area in esame. Tali indagini, coerentemente con i dati storici acquisiti con l'attuazione del PSC, hanno confermato la presenza di origine naturale nelle acque sotterranee di alcuni composti anche in elevate concentrazioni tra cui metalli, composti dell'azoto, cloruri, riscontrati nell'area vasta, anche a monte idraulico.
- Il complesso delle indagini svolte fino ad oggi ha permesso di accertare la presenza estesa di un potente substrato argilloso con spessori rilevanti.
- Il set dei parametri chimici di monitoraggio dei piezometri dell'area collinare è diverso rispetto a quello dei piezometri del fondovalle, secondo quanto previsto dall'attuale piano di monitoraggio approvato dalle Autorità.
- Con l'approvazione in data 10/10/2014 della Deliberazione della Giunta Provinciale n. 421 relativa al progetto definitivo degli *"interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di Casa Rota attraverso una cassa di espansione sul Borro Riofi..."* è stato necessario rivisitare l'intero piano di monitoraggio delle acque sotterranee di fondovalle, prevedendo la cementazione e la riperforazione di alcuni piezometri. Tale rivisitazione, concordata con ARPAT, si è resa necessaria a causa delle interferenze tra la preesistente rete di controllo e il citato progetto di messa in sicurezza idraulica.

Pertanto, nel corso del 2016 è stato aggiornato il sistema di monitoraggio delle acque sotterranee e quindi i piezometri oggetto di campionamento, come esplicitato nel Paragrafo 10.2.1.

- A partire da settembre 2011, la campagna di monitoraggio è stata integrata con altri piezometri previsti dal PSC (TPZ20, TPZ20bis, TPZ20ter, TPZ21 e TPZ21bis, ubicati a monte idraulico rispetto alla discarica) e a partire da settembre 2015 sono stati aggiunti i piezometri di fondovalle N1(s), N2(i), N2(s), N3(s), N4(i), N4(s), N5(i), N5(s), N7(i) e N7(s).

Dal mese di settembre 2016 sono stati aggiunti come pozzi di controllo il piezometro N6(s), per l'acquifero superficiale, e i piezometri TPZ24, TPZ24bis, TPZ28, N1(i), per l'acquifero profondo. I piezometri TPZ28, TPZ24 e TPZ24bis sono stati aggiunti a seguito della richiesta di ARPAT (cfr. nota ARPAT con Prot. AR,01,11,40/1,110 del 16/06/2016).

- Per una maggiore chiarezza ed organicità di esposizione ed un confronto più immediato, si è ritenuto opportuno ed utile non suddividere le valutazioni sviluppate per i piezometri dell'area collinare rispetto a quelle per i piezometri di fondovalle.
- Nell'esposizione dei dati si sono prese a riferimento indicativo le CSC del D. Lgs. 152/06, come richiesto dalle Autorità. A tal proposito si ricorda comunque che nell'ambito della Conferenza dei Servizi sulla base della quale è stata emessa l'attuale AIA (seduta del 21 e del 30 dicembre 2010), le Autorità hanno ritenuto che *"gli esiti degli accertamenti ed approfondimenti specifici condotti, ... considerata la riscontrata presenza di numerosi superamenti delle CSC, con concentrazioni, tuttavia, molto basse, portino a ritenere che l'area interessata debba inquadrarsi quale area soggetta ad inquinamento diffuso, ... e che, pertanto, non sussiste la necessità di procedere a norma degli art. 242 e seguenti del D. Lgs. 152/06"*. Le successive valutazioni sono quindi sviluppate anche mediate confronto con la situazione ambientale di riferimento accertata nel 2010 ai fini della CdS sopra citata.

In allegato si riportano le Tabelle delle analisi svolte (Appendice 2) e i grafici con gli andamenti temporali per i principali parametri chimici analizzati (Appendice 3). In particolare, sui grafici sono riportate anche le CSC, qualora previste. Per una più chiara consultazione dei grafici, gli stessi sono stati suddivisi tra circolazioni profonde (semiconfinata e confinata) e acquifero superficiale.

Sulla base quindi dei risultati esposti nei paragrafi precedenti ed in relazione a quanto suddetto emerge il seguente quadro ambientale per le acque sotterranee e relative considerazioni:

- I piezometri dell'area collinare evidenziano valori di **conducibilità elettrica** generalmente maggiori rispetto ai valori evidenziati dai piezometri di fondovalle, nonché maggiori oscillazioni, il che è ascrivibile al diverso tenore di cloruri e solfati riscontrato tra area collinare (maggiori concentrazioni) e il fondovalle e soprattutto alla differente situazione idrogeologica (in area collinare non sono presenti acquiferi ma lenti isolate con acque tendenzialmente stagnanti al loro interno per lungo periodo).
- I **cloruri** presentano un andamento simile a quello della conducibilità, con le maggiori concentrazioni ed oscillazioni nei piezometri ubicati nell'area collinare. Nei piezometri di fondovalle i valori maggiori sembrano localizzarsi nei piezometri afferenti alle circolazioni profonde, sia di monte che di valle, di più recente realizzazione ed in particolare in TPZ18, TPZ20, TPZ20ter, TPZ21 e TPZ24.
- L'**ammoniaca** presenta livelli di concentrazione minori (e comunque con valori poco significativi) nei piezometri dell'area collinare, ubicati nelle immediate vicinanze delle vasche di smaltimento, rispetto ai piezometri di fondovalle. Il TPZ3, che è stato riperforato a fine 2010 e che storicamente presentava le maggiori concentrazioni tra i piezometri dell'area collinare, presenta un trend oscillatorio, caratterizzato da una costante diminuzione di concentrazioni a partire dai dati registrati a marzo 2013. I dati di monitoraggio acquisiti dai piezometri TPZA1 e TPZA2, non ricompresi nel PSC, mostrano valori generalmente in linea con quelli rilevati nei piezometri dell'area collinare.

I dati osservati nella circolazione profonda e superficiale di fondovalle risultano essere in linea con il range di variabilità riscontrato nel corso degli anni passati.

Nei piezometri che intercettano la circolazione profonda confinata, l'ammoniaca presenta nel 2020 generalmente trend oscillatori. In particolare, le concentrazioni registrate variano tra valori 1,1 mg/l registrato in TPZ20 a giugno 2020 e 16,80 mg/l registrato in TPZ12 a marzo 2020. Si precisa comunque che nel 2020 i vari piezometri hanno registrato un andamento in linea con il range di variabilità riscontrato nel corso degli anni passati.

Nell'acquifero superficiale le concentrazioni risultano comprese tra valori inferiori al LOQ ed un massimo di 2,20 mg/l riscontrato in N3(s) a giugno 2020.

Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata i valori registrati risultano compresi valori inferiori al LOQ e 11,1 mg/l di N2(i). Il picco registrato in TPZ20ter a dicembre 2020 di 990 mg/l è da considerarsi un outlier in quanto non coerente né con lo storico dei dati di ammoniaca né con gli altri parametri chimici.

Si ricorda inoltre che le indagini di approfondimento eseguite tra il 2008 e il 2010 hanno evidenziato che i valori rilevati nei piezometri sia nell'acquifero profondo che superficiale lungo il Riofi sono confrontabili con i dati riscontrati in diversi pozzi privati esterni ubicati a monte e valle idraulica rispetto alla discarica.

Tale situazione, e soprattutto le concentrazioni rilevate nei piezometri di monte idraulico, confermano una presenza diffusa per tale parametro nell'area vasta circostante la discarica. Inoltre, considerando che nei piezometri ubicati in area collinare nelle immediate vicinanze delle vasche di smaltimento si rilevano in genere concentrazioni significativamente inferiori rispetto ai piezometri del fondovalle, ovvero concentrazioni prossime al LR, non emerge alcuna correlazione tra i livelli di ammoniaca riscontrati nelle circolazioni sotterranee del fondovalle e la discarica. Si ritiene che l'origine dei livelli di ammoniaca rilevati nelle acque sia dovuta a fenomeni naturali ed, eventualmente, ad altre attività antropiche locali, tra cui:

- presenza di torba e lignite nel sottosuolo. La sostanza organica presente nelle torbe subisce naturalmente una serie di trasformazioni biochimiche in condizioni anaerobiche, grazie anche al basso valore di ossigeno disciolto. L'azoto organico presente nel sottosuolo tende, infatti, ad essere mineralizzato ad ammoniaca attraverso la reazione di ammonificazione, processo nel quale possono intervenire numerosi microrganismi quali ad esempio Bacillus, Clostridium, Flavobacter, Pseudomonas, etc. A livello orientativo è sufficiente qualche mg/kg di azoto nel terreno per poter rendere possibile, in determinate condizioni chimico-fisiche, una concentrazione significativa di ione ammonio nelle acque;
- fenomeni correlati con l'esistenza di specifiche attività antropiche locali, quali allevamenti domestici, scarichi, ecc.;
- impatto legato al fatto che le aree ubicate intorno alla discarica non sono servite da fognatura pubblica strutturata, ma dotate presumibilmente di fosse biologiche che molto probabilmente interferiscono con l'ambiente idrico sotterraneo;

- concimazioni e uso di prodotti in ambito agricolo, attività storicamente condotta nella zona. Dalle informazioni disponibili, le colture sono principalmente cereali (grano, mais, orzo) che possono richiedere uso di concimi azotati.

Anche lo studio condotto nel 2010 dal Prof. Beretta del Politecnico di Milano nell'ambito degli approfondimenti effettuati su incarico della Provincia di Arezzo ha confermato tale impostazione per l'ammoniaca ponendo l'accento sul fatto che *“la presenza dello ione ammonio in elevate concentrazioni possono essere dovute alla trasformazione che subisce naturalmente la sostanza organica (si veda la presenza di torbe nel sottosuolo) in condizioni anaerobiche... Nel caso di Casa Rota si hanno valori maggiori di ammonio negli acquiferi di fondovalle più ricchi di torbe e lignite nella matrice, mentre concentrazioni più contenute sono presenti nelle acque campionate dai piezometri circostanti la discarica”*.

Pertanto, si ritiene che la presenza di concentrazioni più elevate di ammoniaca nelle circolazioni profonde sia appunto riferibile principalmente alla presenza di livelli di sostanza organica (torba e lignite) presenti naturalmente nel sottosuolo. In ogni caso, come detto, la presenza è diffusa nell'area con valori elevati già a monte idraulico.

- Per quanto riguarda i **solfati**, per i piezometri di fondovalle, l'intera serie storica dei dati non evidenzia generalmente valori significativi, né per quanto riguarda le circolazioni profonde (confinata e semiconfinata) né per quanto riguarda l'acquifero superficiale, ad eccezione delle concentrazioni registrate in TPZ18 a giugno e settembre rispettivamente pari a 300 e 280 mg/l che risulta superiore alla CSC di riferimento (250 mg/l). Nel monitoraggio di dicembre è stato comunque registrato un valore nuovamente al di sotto del limite di riferimento pari a 55 mg/l. Nell'area collinare i pozzi di monitoraggio mostrano un trend nel complesso stabile, con valori generalmente più elevati rispetto ai valori registrati sul fondovalle. Le concentrazioni in tutti i pozzi hanno assunto valori che sono risultate comunque nel range di variabilità storicamente registrata nel corso degli anni passati.

Così come per l'ammoniaca, anche i solfati riscontrati nell'area collinare si ritengono ascrivibili a fattori esterni all'impianto. Infatti, tale parametro nelle acque sotterranee potrebbe derivare dall'uso di sostanze contenenti zolfo, come ad esempio il solfato di rame impiegato nei vigneti, colture presenti in maniera estesa nella zona, oltre che come detto alla scarsa mobilità delle acque presenti nelle lenti intercluse nelle argille e da caratteristiche geochimiche naturali del sottosuolo. Ne è un esempio il TPZ13, che presenta storicamente, le maggiori concentrazioni di solfati rispetto agli altri piezometri dell'area collinare (nonché maggiori concentrazioni anche rispetto al percolato) e che sorge nelle immediate vicinanze di un'area storicamente coltivata a vigneto ad Est della discarica.

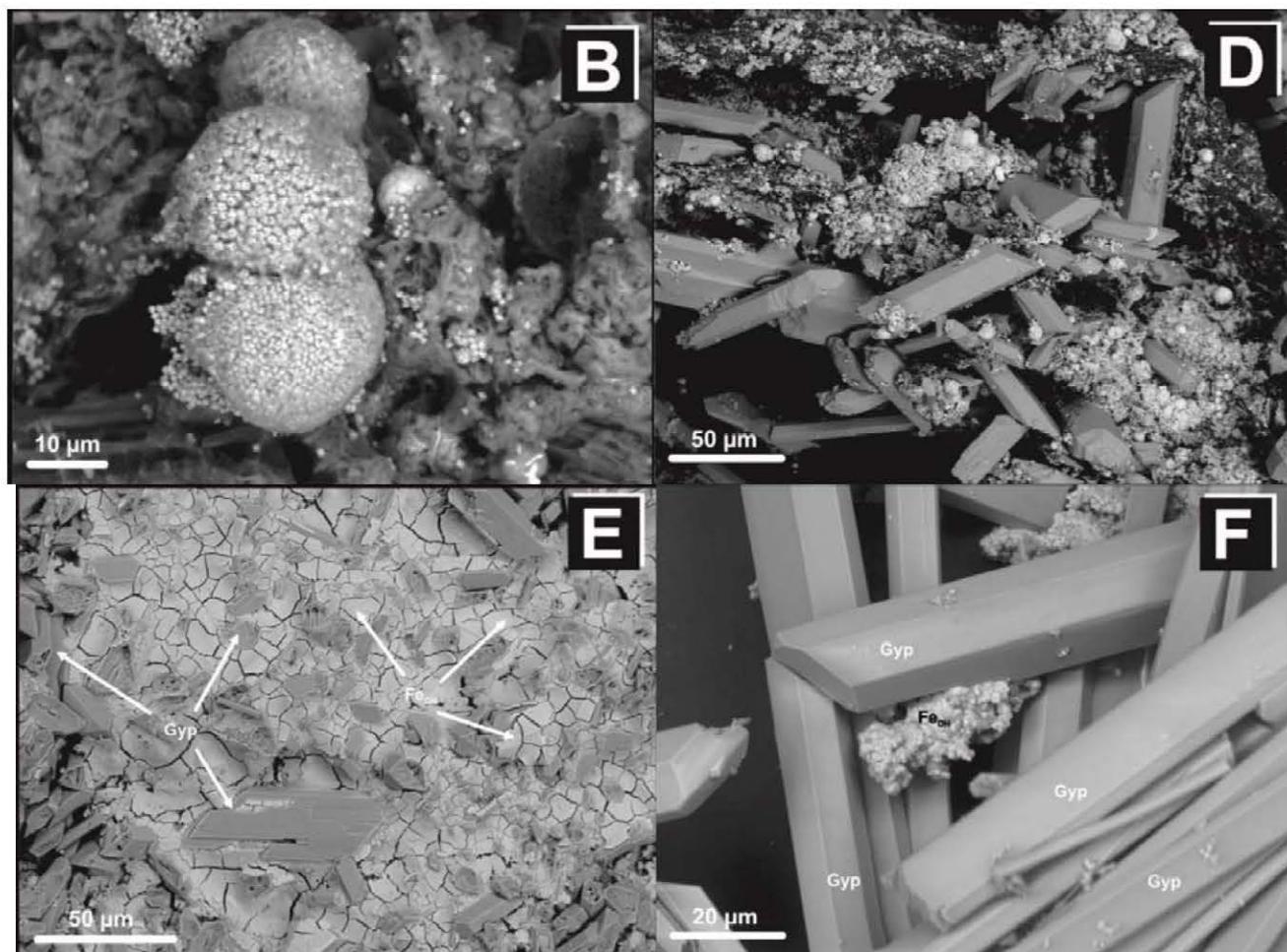
A conferma di quanto suddetto si sottolinea che il TPZ13 evidenzia una concentrazione media storica di solfati pari a circa 305 mg/l. Tale dato però non può essere correlato con la discarica in quanto il TPZ13, a circa 95 m di distanza da quest'ultima, è ubicato sul crinale a sud-est dei nuovi invasi, ed il suo fondo foro risulta avere una quota di circa 163 m s.l.m., mentre le vasche di smaltimento più vicine hanno quota del fondo pari a circa 143 m s.l.m. e quota della sponda esterna pari a circa 162 m s.l.m. In sintesi, il piezometro è ubicato a quote più elevate del fondo vasca e quindi lo stesso si trova in una posizione di

"monte morfologico", o di "bianco", rispetto al modulo di discarica più vicino. Tale valutazione esclude che concentrazioni più o meno elevate di determinati parametri chimici in TPZ13, tra cui solfati, possano essere correlabili con la discarica.

Il seguente schema illustra quanto sopra esposto (in colore viola il profilo della discarica, in azzurro il tubo piezometrico).



Una ulteriore possibile fonte di solfato disciolto nelle acque sotterranee può essere la dissoluzione della pirite. È molto probabile infatti che all'interno delle torbe e delle ligniti di Casa Rota sia presente pirite [FeS₂] con abito framboidale associata a cristalli prismatici di gesso [CaSO₄ · 2H₂O] e ad ossi-idrossidi di ferro trivalente [FeOOH], come mostrato nelle immagini SEM-BSE di figura seguente, che si riferiscono alle torbe di Kietrz, Polonia Meridionale (Skreczko et al. 2015).



Immagini SEM-BSE di (B) pirite framboidale, (D) pirite framboidale associata a cristalli prismatici di gesso e (E, F) ossi-idrossidi di ferro trivalente associati al gesso all'interno delle torbe di Kietrz, Polonia Meridionale (Skreczko et al. 2015)

La seguente figura le concentrazioni di calcio e solfato calcolate mediante PhreeqC Interactive per la dissoluzione progressiva di pirite e diversi stati di saturazione rispetto alla calcite in relazione alle concentrazioni di calcio e solfato misurate per oltre 640 campioni di acque sotterranee prelevati nei pressi della discarica di Casa Rota.

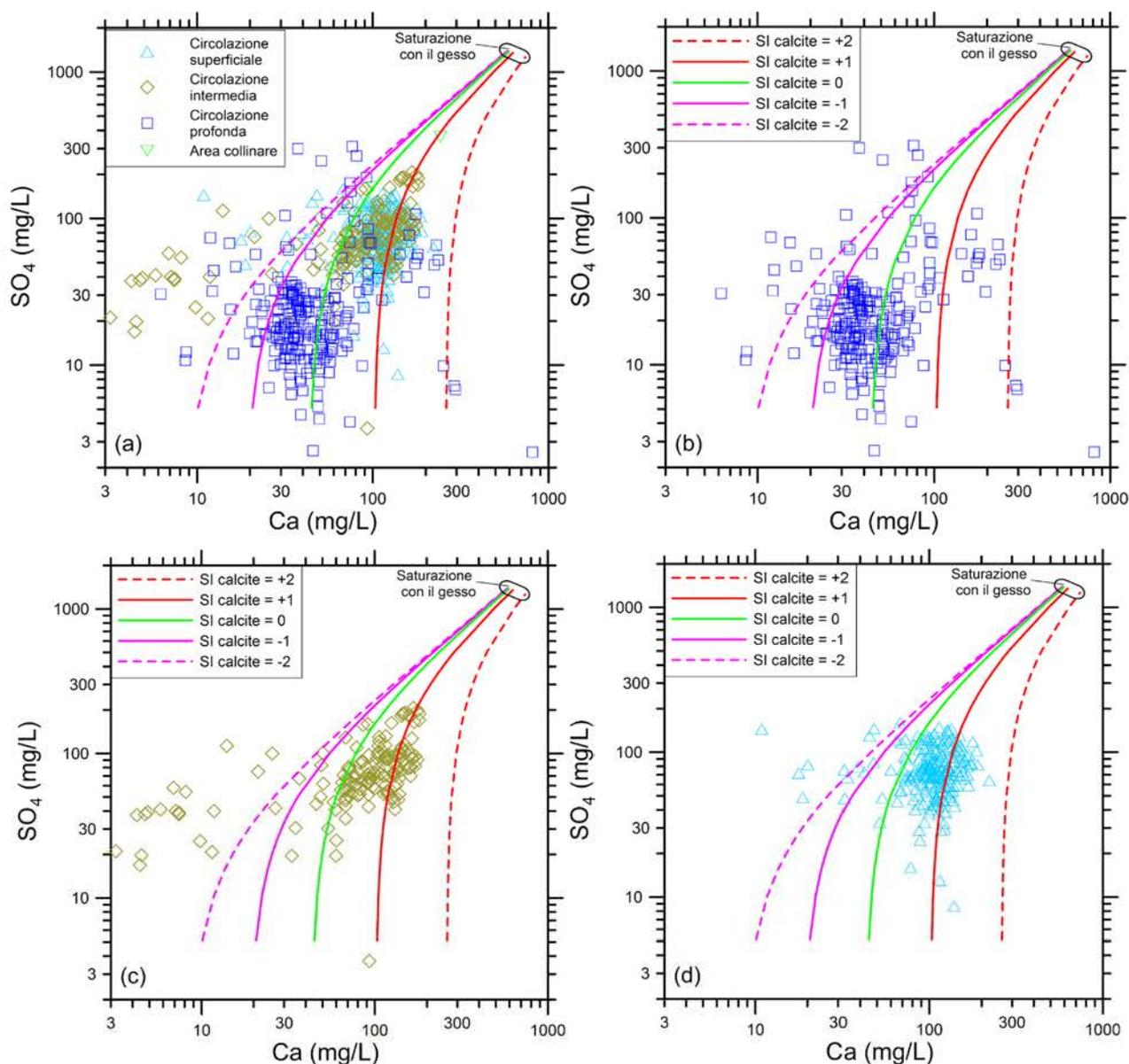


Diagramma di correlazione fra concentrazioni di calcio e solfato in cui i dati delle acque sotterranee presenti nei pressi della discarica di Casa Rota sono confrontati con i risultati di PhreeqC Interactive per la dissoluzione progressiva di pirite e diversi stati di saturazione rispetto alla calcite.

Per maggior chiarezza, in (a) sono mostrate congiuntamente tutte le acque sotterranee, mentre in (b), (c) e (d) sono rappresentate separatamente circa 233 acque della circolazione profonda, 177 acque della circolazione intermedia e 236 acque della circolazione superficiale, rispettivamente. I diagrammi indicano quanto segue:

- La stragrande maggioranza delle acque in esame presenta concentrazioni di calcio e solfato confrontabili con quelle calcolate mediante PhreeqC Interactive per la dissoluzione progressiva di pirite e diversi stati di saturazione rispetto alla calcite

- La massima concentrazione di solfato misurata nelle acque sotterranee, 311 mg/l, è decisamente inferiore alle concentrazioni di solfato attese per saturazione con il gesso, pari a circa 1260 – 1400 mg/l.
- Soltanto 38 campioni d'acqua, ossia il 6 % circa del totale (di cui 14 della circolazione profonda, 18 della circolazione intermedia e 6 della circolazione superficiale) sono situati a sinistra delle linee teoriche. Poiché il calcio può essere facilmente perso dalla soluzione acquosa per precipitazione di calcite prima dell'analisi di laboratorio, se il campione non viene adeguatamente stabilizzato (filtrato ed acidificato), si ritiene che i pochi punti posizionati a sinistra delle varie curve dipendano dalla precipitazione del calcio nel campione.
- Soltanto 3 campioni del piezometro TPZ18, ossia lo 0.5 % circa del totale, hanno concentrazioni di calcio maggiori di quelle attese in base alle simulazioni, ma si tratta di tre acque con pH > 12, le cui caratteristiche chimiche sono state alterate per dissoluzione di portlandite $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ o calce viva $[\text{CaO}]$.

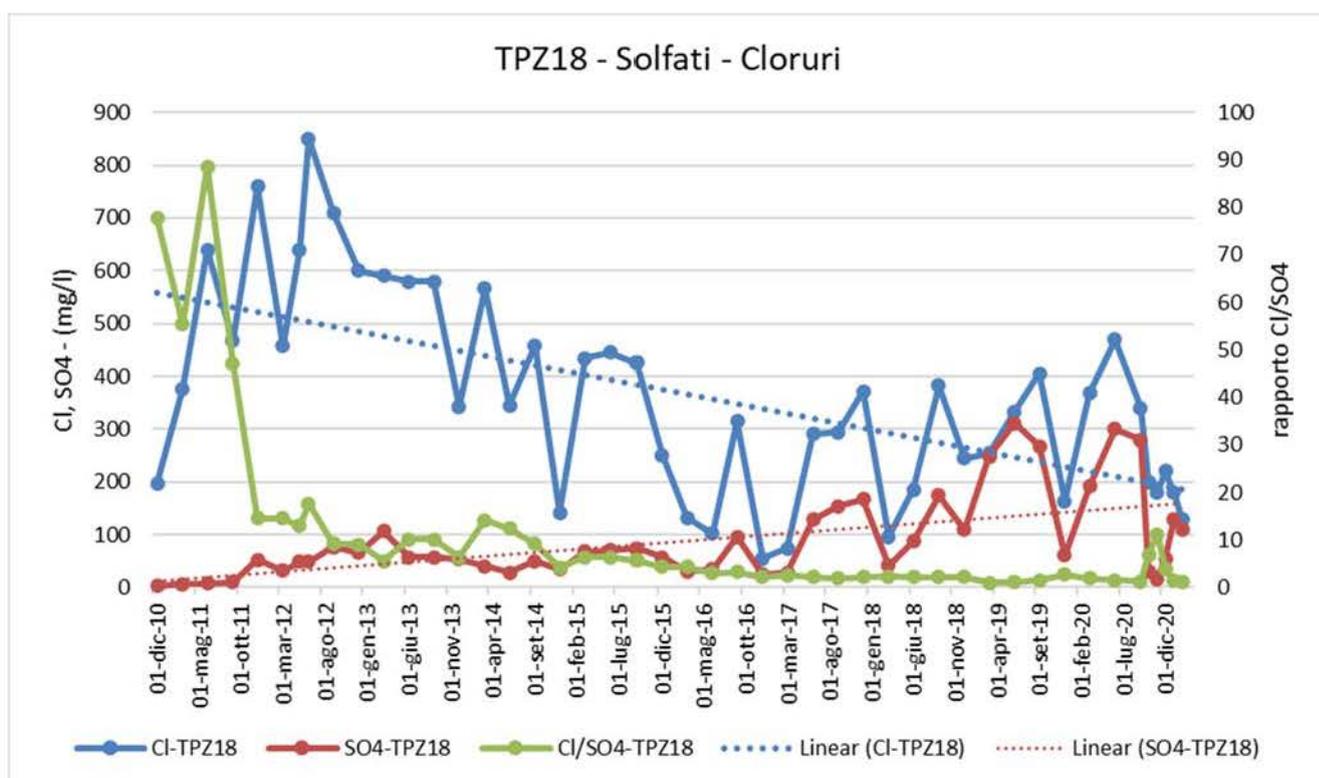
Per quanto concerne le fasi solide (terreno), va sottolineato che le analisi diffrattometriche dei due campioni di terreni C1 e C2 prelevati nel sondaggio TPZ17 durante le indagini 2008 rispettivamente a 14 e 35 m di profondità mostrano considerevoli contenuti di goethite e solfato ferrico $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$.

La presenza di goethite è coerente con il verificarsi della dissoluzione ossidativa di pirite. Per quanto concerne il solfato ferrico, potrebbe essersi formato per deidratazione della coquimbite $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}]$, un minerale tipico delle aree affette dal drenaggio acido di miniera e dalla dissoluzione ossidativa della pirite (Majzlan et al. 2006).

In sintesi, il solfato disciolto nelle acque sotterranee della discarica può verosimilmente derivare da processi naturali ed in particolare dalla dissoluzione ossidativa della pirite contenuta nelle torbe e ligniti. Il diverso tenore di solfati tra un piezometro e l'altro è ascrivibile al diverso contenuto nel sottosuolo di composti in grado di rilasciarli in soluzione (torbe e altri minerali).

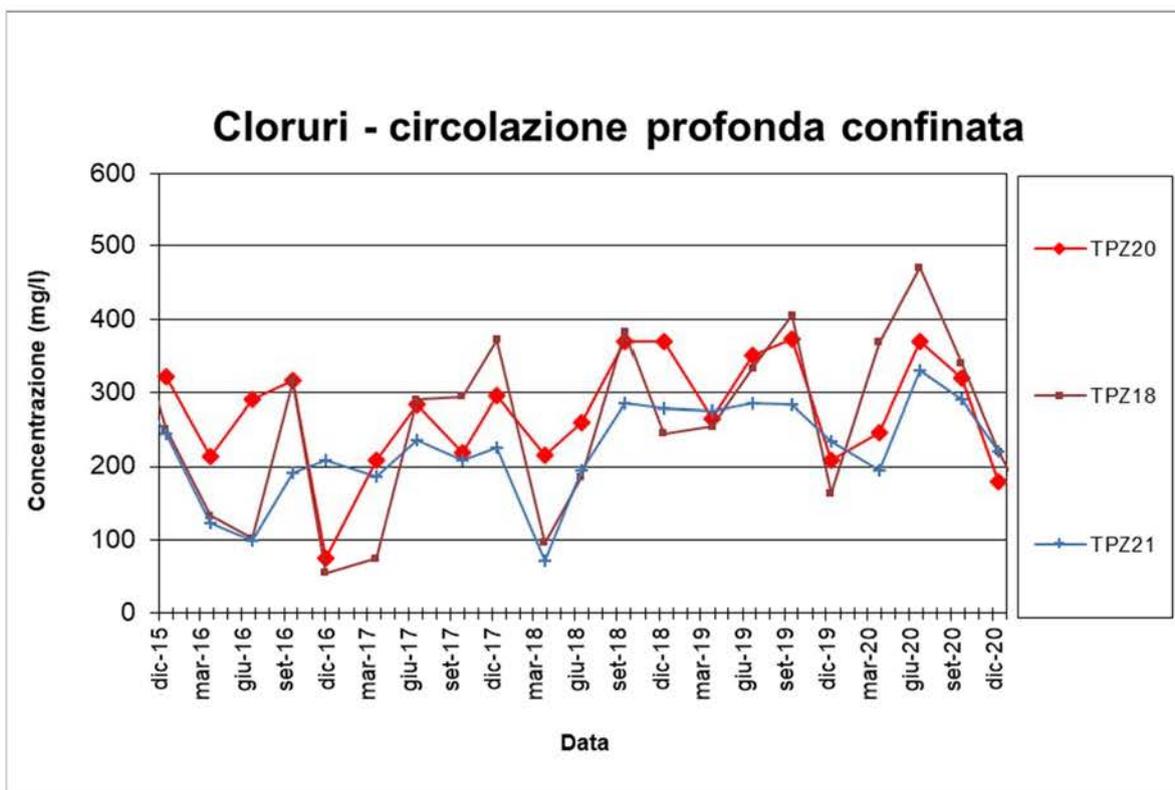
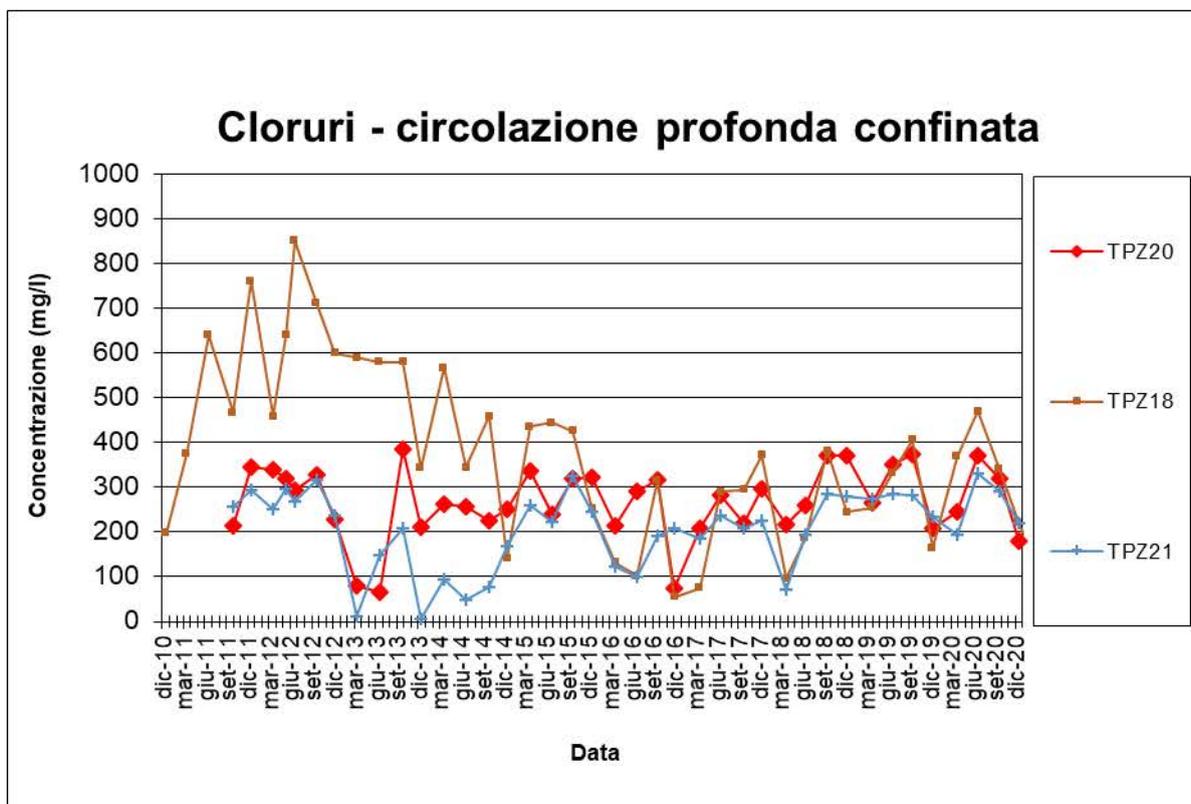
Con particolare riferimento all'incremento di solfati in TPZ18 osservato tra il 2017 e il 2020, si sottolinea che dall'analisi dei dati disponibili non emergono correlazioni tra i picchi di solfato in tale pozzo e il percolato. Innanzitutto i valori medi di solfato nel TPZ18 sono superiori a quelli del percolato, come pure la maggioranza dei dati puntuali, da cui si desume l'assenza di relazione tra il trend dei solfati in TPZ18 rispetto al percolato.

Inoltre, in caso di impatto da percolato il trend dei cloruri in TPZ18 dovrebbe assumere una tendenza all'aumento in modo molto significativo e in modo molto più evidente rispetto ai solfati, circostanza che invece non emerge dal grafico seguente.

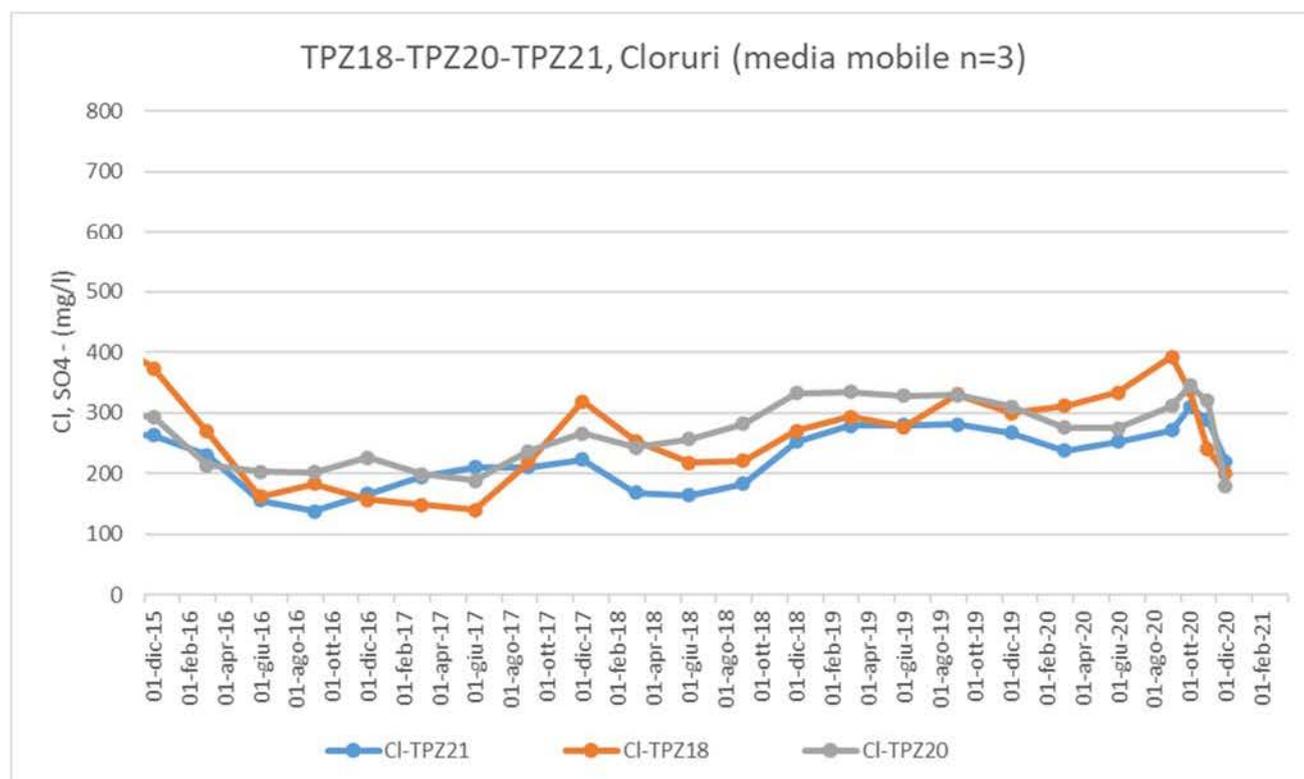


Inoltre, il rapporto cloruri/solfati assume un andamento decrescente nel tempo, ad indicazione di assenza di fonti esterne di cloruri. Nell'eventualità di apporto di percolato questo rapporto dovrebbe assumere un trend sensibilmente crescente per effetto dell'aumento dei cloruri e della diminuzione dei solfati all'interno della soluzione acquosa.

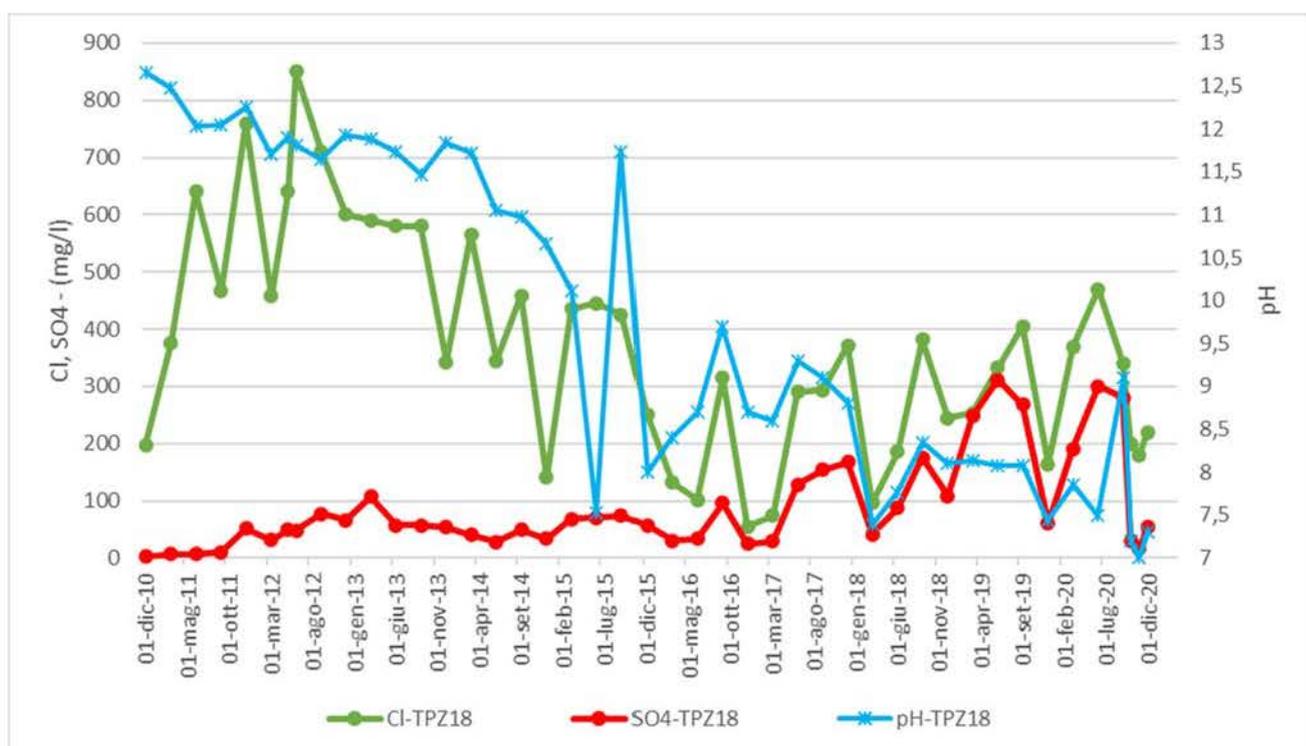
Si osserva inoltre che negli ultimi anni i cloruri sono diminuiti in TPZ18, attestandosi ai livelli di TPZ20, TPZ21 di monte idraulico, come emerge dai grafici seguenti.



Il seguente grafico elaborato per media mobile (n=3) evidenzia la coerenza nel trend dei cloruri tra il TPZ18 e i TPZ20 e TPZ21 di monte.



Per completare l'analisi sul TPZ18, si ricorda che tale piezometro ha fatto registrare per circa 5 anni dopo la sua realizzazione un pH particolarmente basico, indicativo di potenziali (ed evidenti) problematiche della colonna di cementazione del pozzo. Si ritiene che tale situazione sia indicativa di evidenti problemi strutturali del TPZ18 che ne compromettono l'efficacia e la piena rappresentatività per il controllo di qualità delle acque sotterranee. Non si esclude la possibilità che le variazioni di solfati (e cloruri) nel tempo (prima e dopo il 2017) possano essere in qualche modo ascrivibili alla variazione di pH. Il seguente grafico illustra quanto sopra esposto.



Infine, si precisa che dai dati acquisiti nel corso dei monitoraggi periodici svolti nel 2020 emerge che il tenore di cloruri riscontrato nei piezometri TPZA1 e TPZA2 risulta inferiore a quello registrato in TPZ18. Tale evidenza conferma l'assenza di correlazione tra percolato e acque sotterranee in TPZ18 in quanto si ricorda che le finestrate di TPZA1 e TPZA2 sono equiparabili per quota con la finestrate di TPZ18 e TPZ18bis.

- Per quanto riguarda i **metalli**, la maggior parte non assumono generalmente concentrazioni significative. In particolare, alcuni di essi (cadmio, mercurio, cromo esavalente e totale) risultano assenti. Solo **ferro** e **manganese** e, localmente, **arsenico** evidenziano alcuni superamenti della rispettiva CSC sia a monte che a valle. Nello specifico, per il **ferro** (previsto dal PSC solo per i piezometri di fondovalle) si riscontrano superamenti diffusi sia a monte che a valle idraulica della discarica sia nelle circolazioni confinata e semiconfinata dell'acquifero profondo sia nell'acquifero superficiale. Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata le concentrazioni maggiori si riscontrano nei piezometri TPZ20, TPZ21 e TPZ24 mentre nella circolazione profonda semiconfinata in TPZ18bis, TPZ20ter, N4(i) e N7(i). Nei piezometri appartenenti all'acquifero superficiale le concentrazioni maggiori si riscontrano nei piezometri N5(s), N7(s) e TPZ20bis, in cui si registrano superamenti delle CSC.

Per il **manganese** (previsto dal PSC solo per i piezometri di fondovalle), nei diversi campionamenti si è rilevato il superamento della CSC in maniera diffusa nei punti di controllo di fondovalle, ed in particolare anche a monte idraulico.

I superamenti della CSC per **arsenico** sono invece localizzati generalmente nella circolazione semiconfinata (TPZ20ter, TPZ18bis) ed in quella confinata (TPZ21, TPZ28, TPZ20). I valori maggiori si rilevano generalmente a monte idraulico.

I dati evidenziano e confermano quindi una presenza diffusa per il manganese e per il ferro (ed in misura minore e localizzata per l'arsenico) nell'area monitorata, sia a monte che a valle idraulica ad indicazione della presenza naturale di tali parametri nelle acque sotterranee o comunque dell'esistenza di fattori di interferenza esterni alla discarica.

A tale proposito, si ricorda che dagli studi effettuati per le indagini di approfondimento condotte nell'estate 2008, la presenza di metalli (principalmente manganese e ferro, e in misura minore arsenico, nichel e piombo) nelle acque sotterranee è risultata ascrivibile all'esistenza di fenomeni naturali di scambio tra acque e terreno. Infatti, la caratterizzazione mineralogica del terreno ha evidenziato la presenza naturale ed in concentrazioni elevate dei metalli citati in tale matrice. Inoltre, la modellazione effettuata con il software "PHREEQC" ha evidenziato e confermato l'esistenza di condizioni ambientali che favoriscono i fenomeni di scambio per i quali, nell'area vasta indagata, il terreno tende a cedere metalli alle acque sotterranee.

Ciò spiega anche, ad esempio, i maggiori livelli di manganese e ferro rilevati in TPZ17 rispetto a TPZ15 (piezometri ad oggi dismessi). Tali differenze sembrano, infatti, correlabili con la maggiore presenza di materiali fini (limi, argille) presenti nell'intorno di TPZ17 rispetto all'altro piezometro. La maggiore presenza di terreni a granulometria molto fine, infatti, può causare una maggiore cessione di metalli dal terreno alle acque sotterranee. In effetti le acque del TPZ17 si presentavano in fase di campionamento sempre più torbide rispetto al TPZ15, anche con maggiori difficoltà di filtrazione in campo.

Sempre dalle indagini di approfondimento del 2008, si è rilevato che tali parametri sono presenti in concentrazione significativa, e confrontabile con i piezometri della discarica, in diversi dei pozzi privati campionati, sia a monte che a valle idraulica rispetto al sito ubicati a significativa distanza dalla discarica.

A tal proposito si ricorda inoltre che la presenza diffusa di ferro e manganese nell'area circostante la discarica è stata confermata anche dalle indagini di ARPAT a seguito dei prelievi effettuati a marzo 2008 su alcuni pozzi privati esterni (Rif. prot. 39453 del 7 maggio 2008), dai quali *"è risultato che in molti pozzi si registrano concentrazioni di Ferro e Manganese superiori ai valori di CSC, evidenziando con ragionevole certezza come tale condizione costituisca, di fatto, carattere peculiare del chimismo degli acquiferi di zona"*.

- Per quanto riguarda gli **idrocarburi aromatici**, si evidenziano concentrazioni sempre inferiori alle CSC, per i piezometri collinari e di fondovalle, sia a monte che a valle della discarica, sia per l'acquifero superficiale che per le circolazioni profonde. Nel corso delle campagne di monitoraggio effettuate nel 2020, sono state riscontrate concentrazioni lievemente superiori al LOQ per benzene, toluene, etilbenzene e p-xilene.

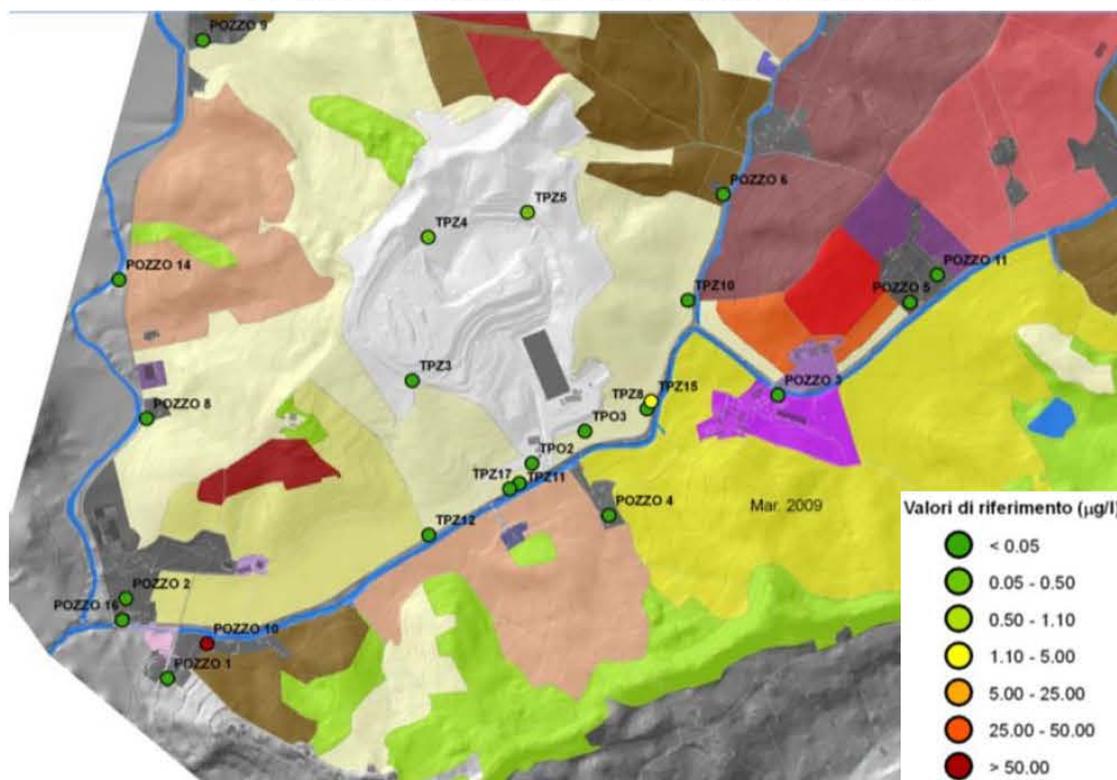
- Le analisi effettuate sui **solventi clorurati** hanno evidenziato quasi sempre concentrazioni inferiori alla CSC sia per l'acquifero superficiale che per le circolazioni profonde, ad eccezione del parametro tetracloroetilene registrato in N7(i) nelle campagne di monitoraggio di marzo (2,03 µg/l), giugno (1,77 µg/l) e settembre (1,89 µg/l) ed in N7(s) nelle campagne di monitoraggio di settembre (1,49 µg/l), ottobre (3,11 µg/l) e novembre (1,25 µg/l).

Si ricorda, inoltre, che i pozzi N7(i) e N7(s) sono stati realizzati in sostituzione del vecchio TPZ15, dismesso a seguito dei lavori per la cassa di espansione. I monitoraggi eseguiti sui due nuovi piezometri forniscono dati coerenti con quelli del TPZ15 per quanto riguarda la presenza in tracce di solventi (tetracloroetilene, tricloroetilene, dicloroetilene (DCE)), riscontrati con continuità in tale punto. La situazione generale rilevata per i solventi clorurati nei diversi punti di monitoraggio evidenzia che non sussiste alcuna correlazione tra la presenza di solventi in N7(i) e precedentemente nel vecchio TPZ15, e la discarica. Infatti, in una ipotetica situazione di impatto del percolato all'esterno delle vasche di smaltimento lo scenario sarebbe completamente diverso, con concentrazioni molto maggiori nei piezometri dell'area collinare rispetto a quelli del fondovalle.

L'analisi dei dati disponibili sui solventi, congiuntamente all'analisi idrogeologica locale, non evidenziano correlazioni per cui si possa ipotizzare l'esistenza di fenomeni di interferenza ad opera della discarica.

A confermare l'esistenza di fonti esterne alla discarica relativamente alla presenza di alcuni solventi clorurati nelle acque sotterranee di fondovalle, si ricorda che a seguito dell'analisi effettuata nell'ambito delle indagini di approfondimento del 2008, dati significativi sui solventi sono stati rilevati in un pozzo privato a valle idraulica della discarica ubicato a circa 1 km dalla stessa. In tale pozzo è stata rilevata presenza significativa e continuativa di PCE, TCE e DCE, mentre in altri tre pozzi privati limitrofi non è stata riscontrata alcuna traccia di solventi. I livelli di concentrazione rilevati sono molto maggiori rispetto a quelli rilevati in N7(i), N7(s) e TPZ15. In particolare, il PCE risulta maggiore di due ordini di grandezza. Tale situazione è indicativa di un evidente impatto ascrivibile a cause localizzate nell'immediato intorno del pozzo in questione e non correlabile alla discarica. La seguente figura riporta la distribuzione delle concentrazioni di PCE rilevate a luglio 2008 nei piezometri e nei pozzi privati esterni.

PCE nei piezometri e pozzi privati esterni (luglio 2008)



- Le analisi effettuate sugli altri microinquinanti quali **fitofarmaci**, **idrocarburi policiclici aromatici**, **solventi organici azotati**, **pesticidi fosforati totali** e **fenoli** hanno evidenziato l'assenza di tali composti, che sono risultati con valori inferiori ai LOQ, nel corso del 2020 in tutti i piezometri di fondovalle, confermando i dati storici disponibili.

10.2.5 Ulteriori valutazioni derivanti da analisi isotopiche sulle acque sotterranee e sul percolato svolte nel periodo 2018-2019

10.2.5.1 Risultati

Tra il 2018 e il 2019 sono stati svolti alcuni monitoraggi per l'analisi di parametri isotopici tra cui Deuterio, Ossigeno-18, Trizio e Carbonio-13.

Nello specifico, nel 2018 sono stati acquisiti dati sul Carbonio-13, Deuterio, Ossigeno-18, Trizio per alcuni piezometri (dati già trasmessi da CSAI alle Autorità con nota prot. 1787570-C02012R-19 del febbraio 2019) e nel 2019 sono stati acquisiti dati su Deuterio, Ossigeno-18, Trizio su tutti i piezometri campionabili compresi i nuovi pozzi SA4, SA5, TPZA1, TPZA2. I dati sono esposti nelle due seguenti tabelle.

Risultati Deuterio ($\delta^2\text{H}$), Ossigeno-18 ($\delta^{18}\text{O}$), Trizio (^3H), Carbonio-13 ($\delta^{13}\text{C}$) (campagna anno 2018)

campione	data	matrice	Oss.18	Deuterio	Trizio	Errore	Carb.13
			$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^2\text{H}$	^3H	Trizio ^3H	$\delta^{13}\text{C}$
			% vs. VSMOW		U.T.	+/- U.T.	% vs. VPDB
TPZ12	11/06/2018	acqua sotterranea	-7,35	-46,6	0,0	0,3	-14,2
TPZ19 bis	12/06/2018	acqua sotterranea	-7,27	-46,7	0,0	0,3	-15,5
TPZ20	11/06/2018	acqua sotterranea	-6,84	-42,9	0,8	0,4	-15,7
TPZ21	11/06/2018	acqua sotterranea	-7,34	-46,5	0,8	0,4	-14,5
TPZ20 ter	11/06/2018	acqua sotterranea	-6,94	-44,4	0,0	0,4	-15,6
N3 (s)	12/06/2018	acqua sotterranea	-6,40	-40,0	1,0	0,4	-16,4
N5 (i)	11/07/2018	acqua sotterranea	-5,82	-37,1	3,5	0,6	-11,7
N7 (i)	12/07/2018	acqua sotterranea	-6,30	-40,0	2,2	0,5	-12,7
TPZ7	24/01/2019	acqua sotterranea	nd	nd	0,1	0,4	nd
TPV-nuovo	19/06/2018	percolato	-3,92	-10,0	627	21	21,0
TPV-vecchio	14/06/2018	percolato	-5,64	-13,6	253	14	16,2

Risultati Deuterio ($\delta^2\text{H}$), Ossigeno-18 ($\delta^{18}\text{O}$), Trizio (^3H) (campagna anno 2019)

campione	data	matrice	Trizio	Errore	Oss.18	Deuterio
			^3H	Trizio ^3H	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^2\text{H}$
			UT	+/- UT	% vs. VSMOW	
TPV vecchio	26/03/2019	percolato	1158	28	-6.49	4.0
TPV nuovo	26/03/2019	percolato	515	19	-6.26	-0.7
TPV-1	26/03/2019	percolato	220	13	-6.60	-10.2
TPO1	01/08/2019	acqua sotterranea	2.4	0.5	-6.54	-41.5
TPZ3	27/03/2019	acqua sotterranea	1.1	0.5	-6.65	-42.8
TPZ7	27/03/2019	acqua sotterranea	0.2	0.3	-6.09	-38.2
TPZ12	26/03/2019	acqua sotterranea	0.1	0.3	-7.43	-47.1
TPZ13	27/03/2019	acqua sotterranea	2.2	0.5	-7.11	-46.7
TPZ18	28/03/2019	acqua sotterranea	3.2	0.6	-9.26	-64.6
TPZ18bis	12/12/2019	acqua sotterranea	7.6	1.0	-6.09	-37.8
TPZ19bis	25/03/2019	acqua sotterranea	0.5	0.4	-7.28	-46.8
TPZ 20	25/03/2019	acqua sotterranea	1.3	0.4	-6.57	-42.3
TPZ 20 bis	25/03/2019	acqua sotterranea	3.3	0.6	-6.06	-38.5
TPZ 20 ter	25/03/2019	acqua sotterranea	0.2	0.4	-6.91	-44.4
TPZ 21	25/03/2019	acqua sotterranea	0.4	0.4	-7.46	-48.5
TPZ 24	25/03/2019	acqua sotterranea	0.1	0.3	-7.47	-48.3
TPZ 24 bis	25/03/2019	acqua sotterranea	3.2	0.6	-5.81	-39.1

campione	data	matrice	Trizio ^3H	Errore Trizio ^3H	Oss.18 $\delta^{18}\text{O}$	Deuterio $\delta^2\text{H}$
			UT	+/- UT	% vs. VSMOW	
TPZ 28	28/03/2019	acqua sotterranea	0.4	0.3	-7.30	-47.0
N 1 (i)	28/03/2019	acqua sotterranea	3.1	0.6	-6.28	-39.9
N 1 (s)	28/03/2019	acqua sotterranea	3.3	0.6	-6.21	-39.8
N2 (i)	26/03/2019	acqua sotterranea	0.8	0.4	-6.20	-39.7
N2 (s)	26/03/2019	acqua sotterranea	3.1	0.6	-6.14	-38.9
N 3 (s)	28/03/2019	acqua sotterranea	1.7	0.5	-6.70	-41.0
N 4 (i)	28/03/2019	acqua sotterranea	3.0	0.6	-6.12	-39.4
N 4 (s)	28/03/2019	acqua sotterranea	3.0	0.6	-6.20	-39.7
N5 (i)	26/03/2019	acqua sotterranea	1.9	0.5	-6.28	-39.5
N5 (S)	26/03/2019	acqua sotterranea	1.6	0.5	-6.03	-37.9
N6 (S)	26/03/2019	acqua sotterranea	2.1	0.5	-6.36	-39.4
N 7 (i)	28/03/2019	acqua sotterranea	2.6	0.5	-6.35	-40.8
N 7 (s)	28/03/2019	acqua sotterranea	2.4	0.5	-6.31	-40.6
TPO3	01/08/2019	acqua sotterranea	1.9	0.5	-6.70	-42.6
SA5	11/12/2019	acqua sotterranea	1,2	0,4	-6,44	-40,2
SA4	11/12/2019	acqua sotterranea	0,8	0,4	-6,52	-40,1
TPZA1	12/12/2019	acqua sotterranea	1,5	0,4	-6,80	-42,6
TPZA2	12/12/2019	acqua sotterranea	2,3	0,5	-5,63	-32,9

10.2.5.2 Valutazione dei dati isotopici

Deuterio e Ossigeno-18

I valori di $\delta^2\text{H}$ e di $\delta^{18}\text{O}$ dei campioni di acque sotterranee e di percolato della discarica di Casa Rota, prelevati nel marzo 2019, sono confrontati nel diagramma di correlazione di Figura 1 seguente, in cui sono rappresentate anche la retta meteorica dell'Italia centrale (Longinelli e Selmo, 2003):

$$\delta^2\text{H} = 7.0479 \cdot \delta^{18}\text{O} + 5.608$$

e la retta meteorica globale o mondiale (Craig, 1961):

$$\delta^2\text{H} = 8 \cdot \delta^{18}\text{O} + 10.$$

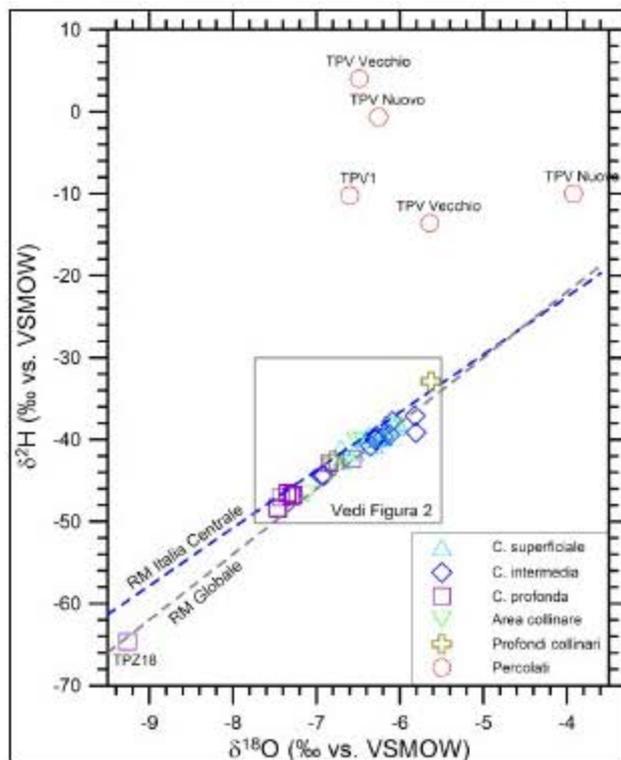


Figura 1. Diagramma di correlazione deuterio vs. ossigeno-18 per le acque sotterranee ed i percolati della discarica di Casa Rota campionati nel marzo 2019. Per confronto sono riportate anche la retta meteorica globale (Craig, 1961) e quella dell'Italia Centrale (Longinelli e Selmo, 2003).

Nel diagramma di Figura 1, i tre campioni di percolato TPV Vecchio, TPV Nuovo e TPV1 si trovano ben al di sopra delle rette meteoriche e sono caratterizzati da shift di deuterio di circa 46, 40 e 32 unità ‰, rispettivamente.

In genere, lo shift di deuterio è una caratteristica dei percolati, derivante dal processo di metanogenesi (Hackley et al., 1996). Infatti, la quantità di metano prodotto durante la degradazione anaerobica della materia organica è così grande che è in grado di influenzare il valore di $\delta^2\text{H}$ del percolato, come osservato in numerose discariche. Durante la metanogenesi, i microrganismi utilizzano preferenzialmente il pròzio (^1H) per produrre il CH_4 ; pertanto l'idrogeno rimanente nell'acqua risulta arricchito in deuterio. Questo effetto non è osservabile nella maggior parte degli ambienti geologici, in cui la quantità di acqua è decisamente maggiore della quantità di metano prodotto. Invece, nella maggior parte delle discariche è possibile osservare questo arricchimento di deuterio, poiché sono sistemi relativamente chiusi, in cui vi è una grande generazione di metano rispetto alla limitata quantità di acqua presente.

Di conseguenza lo shift di deuterio rappresenta un ottimo tracciante dei percolati e consente di valutare il possibile impatto dei percolati stessi sulle acque sotterranee.

Dai dati disponibili, illustrati in Figura 1, emerge che **tutte le acque sotterranee si posizionano in prossimità delle due rette meteoriche di riferimento, indicando che esse hanno origine meteorica e che non vi sono impatti da percolato su di esse.**

La maggior parte dei campioni ha valori isotopici compresi fra circa -50 e -35‰ di $\delta^2\text{H}$ e fra circa -5.7 e -7.5‰ di $\delta^{18}\text{O}$, con la sola eccezione del piezometro TPZ18, che ha valori isotopici più negativi, -64.6‰ di $\delta^2\text{H}$ e -

9.26‰ di $\delta^{18}\text{O}$. Dal punto di vista deterministico, i valori isotopici anomali del TPZ18 potrebbero essere imputabili ad un evento meteorico particolare, come ad esempio una precipitazione nevosa. Dal punto di vista statistico, il TPZ18 può essere considerato un outlier e può essere escluso da ulteriori considerazioni. In ogni caso i valori del TPZ18 non evidenziano interferenze da parte della discarica sulla qualità delle acque campionate in tale punto.

Al fine di valutare in maggior dettaglio i dati disponibili, è stato elaborato il diagramma di correlazione di Figura 2 seguente, nel quale vengono considerati gli intervalli di $\delta^2\text{H}$ e di $\delta^{18}\text{O}$ in cui sono compresi tutti i campioni di acque sotterranee tranne il campione TPZ18 (per quanto suddetto). Emerge chiaramente come le acque sotterranee abbiano una stretta correlazione con le acque meteoriche. I dati di deuterio e ossigeno-18 delle acque sotterranee campionate indicano la totale assenza di impatti da percolato su tutti i punti monitorati, anche nei pozzi che presentano solventi clorurati con maggiore frequenza (TPZ3, N7 s, N7 i).

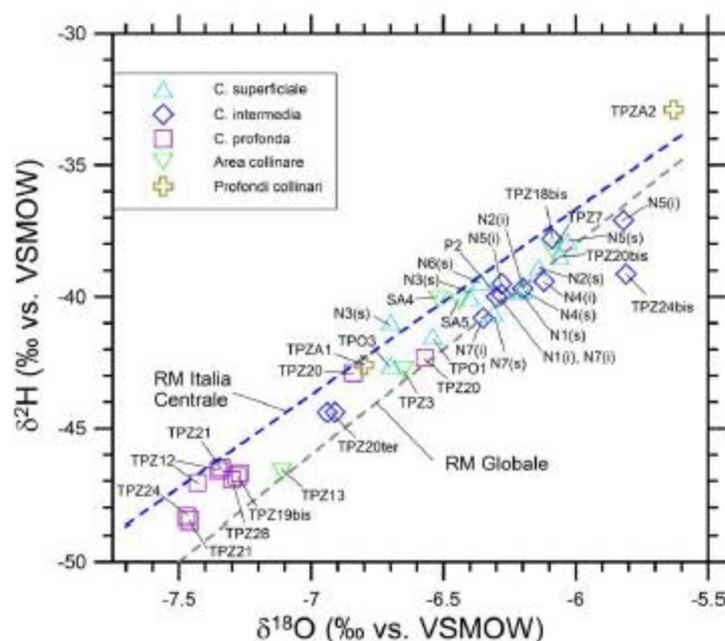


Figura 2. Diagramma di correlazione deuterio vs. ossigeno-18 per le acque sotterranee della discarica di Casa Rota campionate nel marzo 2019 e caratterizzate da valori isotopici compresi fra circa -50 e -35‰ di $\delta^2\text{H}$ e fra circa -5.7 e -7.5‰ di $\delta^{18}\text{O}$. Per confronto sono riportate anche la retta meteorica globale e quella dell'Italia Centrale.

Trizio

I due diagrammi di Figura 3 mostrano che i percolati della discarica di Casa Rota hanno contenuti elevati di trizio, come frequentemente osservato per questa matrice, ossia 220 ± 13 UT per il TPV1, 515 ± 19 UT per il TPV-nuovo e 1158 ± 28 UT per il TPV-vecchio.

Poiché i tre campioni di percolato non sono allineati lungo una linea di miscela in questi due diagrammi, le differenze fra le loro caratteristiche isotopiche non sono spiegabili unicamente per diluizione del percolato più

ricco di trizio (ossia per aggiunta di acque meteoriche ad esso), fenomeno che può avvenire o nel corpo della discarica o più banalmente nelle vasche di raccolta del percolato. È necessario invocare altri fattori, fra cui principalmente la variazione delle caratteristiche dei rifiuti smaltiti nel tempo e la complessità dei processi che hanno luogo nel corpo della discarica.

Tutte le acque sotterranee campionate nel corso del 2019 hanno contenuti di trizio decisamente inferiori a quelli dei percolati e si posizionano in prossimità dell'asse delle ascisse e ben lontano dai percolati nei due diagrammi di Figura 3.

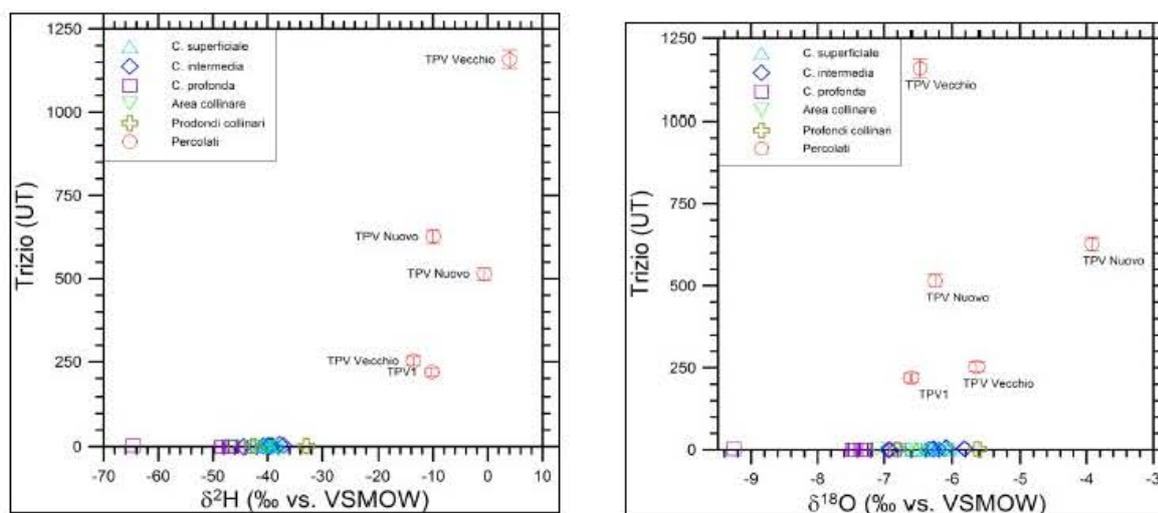


Figura 3. Diagrammi di correlazione deuterio vs. trizio (a sinistra) e ossigeno-18 vs. trizio (a destra) per le acque sotterranee ed i percolati della discarica di Casa Rota campionati nel corso del 2019.

Quindi, per valutare le relazioni fra i differenti campioni di acque sotterranee è utile esaminare i due diagrammi di correlazione di Figura 4, nei quali vengono considerati gli intervalli di trizio, $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ in cui sono comprese tutte le acque sotterranee, tranne il campione TPZ18 (per quanto già detto in relazione ai dati di deuterio e ossigeno-18). Quest'ultimo piezometro è caratterizzato comunque da un basso contenuto di trizio, 3.2 ± 0.6 UT, valore che esclude interferenza da percolato.

I due diagrammi mostrano che tutte le acque sotterranee, ad eccezione del campione del piezometro TPZ18bis e TPZA2, sono posizionate all'interno di una zona graficamente delimitata dai cerchi di colore arancione e dalle lettere A, B, C, che indicano:

- **A**, le acque di pioggia locali più recenti, caratterizzate da valori di TM^2H e TM^{18}O meno negativi, confrontabili con quelli del piezometro TPZ18bis e TPZA2, e da contenuti medi di trizio di alcune unità (UT), nonostante le oscillazioni stagionali dell'ordine di alcune UT (ossia stesso ordine di grandezza dei valori registrati);
- **B**, le acque di pioggia locali più datate, anch'esse caratterizzate da valori di TM^2H e TM^{18}O meno negativi, confrontabili con quelli del piezometro TPZ18bis e TPZA2, ma da contenuti medi di trizio di circa 1 UT,

equivalente ad un'età o, più correttamente, ad un tempo medio di residenza più elevato rispetto al precedente punto A;C, le acque di pioggia distali più datate, caratterizzate da valori di ^{2}H e ^{18}O più negativi e contenuti di trizio dell'ordine di 0.1 UT, ossia da valori isotopici confrontabili con quelli dei piezometri TPZ12 e TPZ24, che attingono alla circolazione profonda di fondovalle; indicativamente, queste acque hanno un'età (o più correttamente un tempo medio di residenza) molto maggiore rispetto ai due casi precedenti.

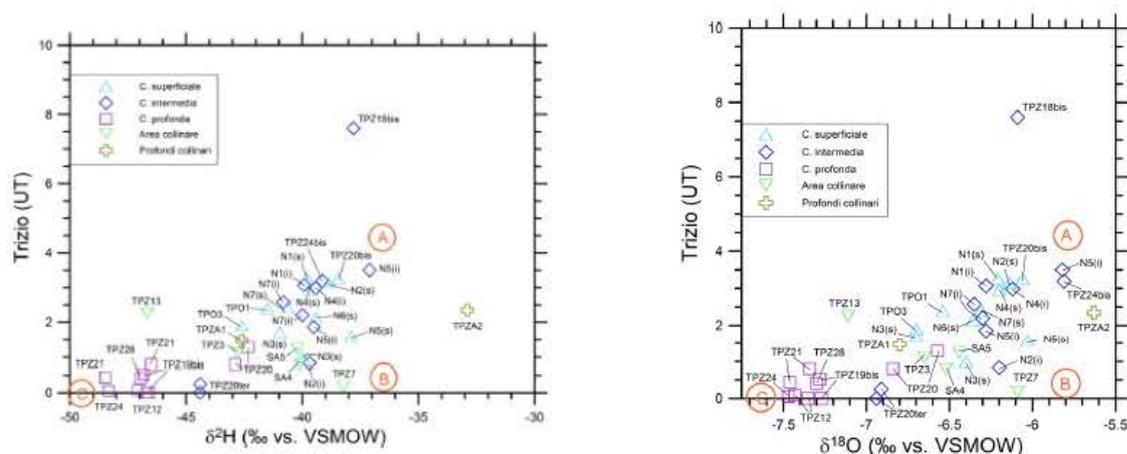


Figura 4. Diagrammi di correlazione deuterio vs. trizio (a sinistra) e ossigeno-18 vs. trizio (a destra) per le acque sotterranee della discarica di Casa Rota campionate nel 2019, caratterizzate da valori isotopici compresi fra circa -50 e -35‰ di $\delta^2\text{H}$ e fra circa -5.7 e -7.5‰ di $\delta^{18}\text{O}$. I cerchi di colore arancione indicati dalle lettere A, B, C indicano rispettivamente le acque di pioggia locali recenti, le acque di pioggia locali più datate e le acque di pioggia distali più datate.

Pertanto, sulla base dei risultati acquisiti è possibile concludere che non vi è nessun impatto da percolato per le acque sotterranee campionate, anche nei pozzi che presentano solventi clorurati con maggiore frequenza (TPZ3, N7s, N7i). Il solo TPZ18bis presenta un dato di trizio leggermente superiore alla media degli altri campioni.

Il contenuto di trizio in TPZ18bis (7.6 ± 1.0 UT), potrebbe essere indicativo di interferenze, seppur minime, dovute ad infiltrazioni locali dall'alto nelle immediate vicinanze del pozzo stesso, fenomeno che è ipotizzabile anche sulla base dei dati di deuterio e ossigeno-18, che in TPZ18bis assumono valori tipici di acque meteoriche recenti e locali. L'assenza di anomalie in tale punto è peraltro confermata dalla assoluta stazionarietà dei cloruri, oltre che dai dati di deuterio e ossigeno-18.

In ogni caso, dati di letteratura indicano che sul territorio nazionale i valori di trizio naturalmente presente nelle precipitazioni meteoriche e, conseguentemente, nelle acque sotterranee variano tra circa 1 e 15 UT. Dalle stesse fonti di letteratura emerge invece che valori di trizio superiori a 15-16 UT indicano la presenza di fonti esterne di trizio, tra cui l'interferenza con percolato di discarica.

Carbonio-13

Nonostante le complessità causate dai differenti processi di biodegradazione della materia organica (Baedecker e Back, 1979; Coleman et al., 1993; Hackley et al., 1996), i valori di $\delta^{13}\text{C}$ del DIC del percolato ed i valori $\delta^{13}\text{C}$ della $\text{CO}_2(\text{g})$ del biogas sono in genere fortemente positivi e nettamente più elevati di quelli del DIC delle acque dei suoli e delle acque sotterranee poco profonde e della CO_2 gassosa prodotta nei suoli, rispettivamente. Quest'ultima ha composizione isotopica bimodale, con valori di picco di circa -17 e -24‰, dovuti alla presenza di piante che fissano il carbonio secondo il ciclo C4 (o Hatch-Slack o Kranz) e C3 (o Calvin-Benson o non-Kranz), rispettivamente (Deines, 1980). In linea di principio, grazie a questo forte contrasto nei valori di $\delta^{13}\text{C}$ del DIC e della $\text{CO}_2(\text{g})$, è possibile valutare l'esistenza o meno di inquinamento da percolato o di ingresso di biogas contenente CO_2 nell'acqua sotterranea, una volta noto il fondo ambientale locale (Tazioli et al., 2002).

Nel caso della discarica di Casa Rota è possibile trarre le seguenti considerazioni, in base ai dati isotopici riportati in tabella precedente ed al diagramma di correlazione in Figura 5 seguente:

- I percolati TPV-nuovo e TPV-vecchio hanno valori di $\delta^{13}\text{C}$ del DIC di +21.04 ‰ e +16.18 ‰, rispettivamente. Si tratta di valori decisamente positivi, come atteso per questa matrice (vedi sopra).
- Le acque sotterranee non contaminate da percolato, in base al trizio, al deuterio e all'ossigeno-18, hanno valori fortemente negativi del $\delta^{13}\text{C}$, che varia fra -16.4 ‰ e -11.7 ‰. Tali valori sono confrontabili con il valore di picco delle piante che fissano il carbonio secondo il ciclo C3 (o Calvin-Benson o non-Kranz), -24 ‰. Ciò conferma che queste acque sotterranee sono rifornite da CO_2 biogenica prodotta naturalmente nei suoli, in accordo con l'assenza di fenomeni di interferenza da percolato, come evidenziato dai contenuti degli altri tre isotopi indagati.

Quindi, **il carbonio-13 conferma l'assenza di interferenze da percolato nei piezometri monitorati.**

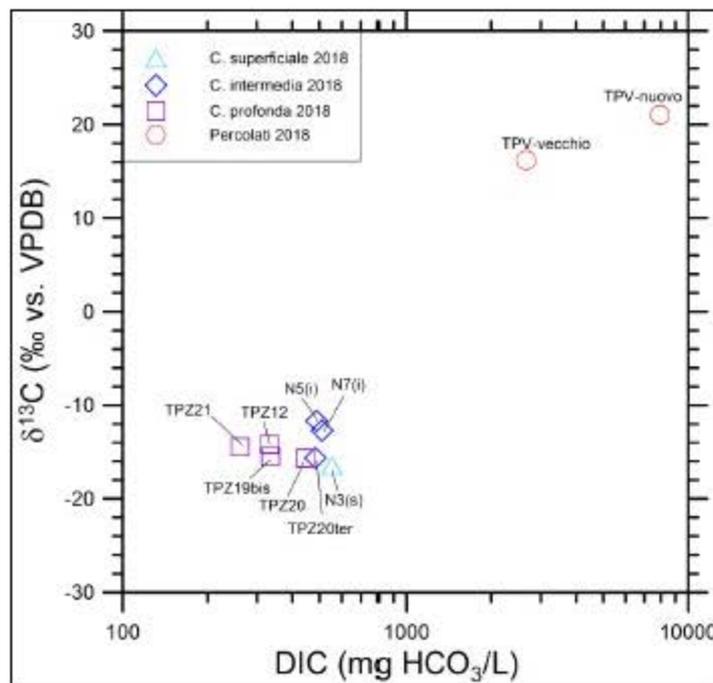


Figura 5. Diagramma di correlazione fra valori di $\delta^{13}\text{C}$ del DIC e contenuti di DIC (in scala logaritmica) per i campioni di acque sotterranee e di percolato della discarica di Casa Rota prelevati nel 2018.

In conclusione, i dati isotopici disponibili evidenziano:

- L'assenza di fenomeni di interferenza tra la discarica e l'ambiente idrico sotterraneo nei diversi piezometri monitorati, come già rilevato in passato nell'ambito delle indagini di approfondimento condotte tra il 2008 e il 2010, sia in prossimità delle vasche che a maggiore distanza (si osserva che i piezometri campionati interessano un'ampia zona nei pressi della discarica);
- La separazione locale delle circolazioni superficiale e profonda;
- Un possibile problema di efficacia della cementazione del pozzo TPZ18 e TPZ18bis.

10.2.6 Quadro di sintesi

Da quanto globalmente emerso si rileva che, con riferimento alla **zona collinare**, i dati analitici derivanti dalle attività di controllo del 2020 evidenziano valori generalmente in linea con i trend storici disponibili, con locali oscillazioni non legate alla presenza della discarica ma:

- alla particolare situazione geologica (assenza di falda);
- al fatto che tali pozzi drenano sostanzialmente acque di poro connate dal substrato argilloso circostante, oltre a raccogliere acque di infiltrazioni meteoriche (quando presenti) dagli strati più superficiali;
- a variazioni del livello piezometrico in assenza prolungata di piogge (mesi estivi);
- alla scarsa mobilità delle acque all'interno delle lenti presenti nelle argille, ecc.

Dal complesso dei parametri monitorati non sembrano emergere fenomeni di interferenza nell'area delle vasche di smaltimento, come peraltro già evidenziato in passato. Considerando inoltre la presenza estesa e profonda del substrato argilloso che caratterizza tale zona, eventuali fenomeni di interferenza, ad oggi comunque non rilevati, risulterebbero in ogni caso estremamente localizzati nell'immediata vicinanza delle vasche di smaltimento. Tale situazione è confermata dai risultati ottenuti dalle altre attività di approfondimento svolte nell'estate del 2008 che hanno interessato in maniera diretta o indiretta l'ambiente idrico sotterraneo, nonché dai dati acquisiti tra il 2010 ed il 2011 e ancor più recentemente con le ulteriori indagini integrative, che confermano nelle linee generali il quadro ambientale locale.

Per quanto riguarda **le circolazioni profonde** (circolazioni semiconfinata e confinata) e **l'acquifero superficiale** intercettati dai piezometri di fondovalle e di versante, la qualità delle acque sotterranee nei punti monitorati appare globalmente e generalmente stabile e pressoché omogenea, con presenza diffusa, sia monte che a valle idraulica della discarica, anche a distanza da quest'ultima, di alcuni parametri riscontrati in concentrazione più o meno elevata quali ferro, manganese, arsenico, cloruri e ammoniaca.

Nello specifico i piezometri di recente trivellazione mostrano un comportamento e caratteristiche del tutto allineate al quadro idrochimico determinato con i pozzi preesistenti, fornendo continuità alla rete di monitoraggio in essere.

Il superamento delle CSC riscontrato per manganese e ferro in diversi punti di controllo, sia a monte che a valle idraulica, e localmente e sporadicamente per arsenico (anche a monte), non appare in correlazione con la discarica, soprattutto in considerazione del fatto che tali superamenti si osservano, come detto, anche, o solo, a monte idraulico rispetto all'impianto, e che i piezometri limitrofi alle vasche di smaltimento e i nuovi più vicini in posizione intermedia evidenziano concentrazioni molto basse o del tutto assenti per i parametri citati.

Tale impostazione è confermata anche da quanto riscontrato dal Prof. Beretta del Politecnico di Milano nell'ambito degli ultimi approfondimenti condotti su incarico della Provincia di Arezzo nel secondo semestre 2010 e riportati nella Relazione Tecnica di dicembre 2010 in cui si legge che, dall'analisi ambientale svolta, "nel complesso non si osserva una diffusa alterazione della qualità delle acque sotterranee dovuta alla discarica di Casa Rota ... alcune sostanze appaiono presenti per condizioni naturali dovute all'ambiente anaerobico che si ha negli acquiferi di fondovalle quali ferro, manganese, arsenico e ammoniaca".

Tale situazione conferma inoltre quanto già riscontrato dall'ARPAT a seguito dei prelievi effettuati a marzo 2008 su alcuni pozzi privati esterni (Rif. prot. 39453 del 7 maggio 2008) per ferro e manganese, ossia di presenza diffusa di tali metalli non correlati con l'impianto.

Particolare riferimento agli esiti dei monitoraggi delle acque sotterranee è stato fatto nel corso della Conferenza dei Servizi del 28/07/2015 nella quale:

"Con riferimento alle relazioni annuali presentate da ARPAT, in modo particolare agli esiti del campionamento delle acque sotterranee, la rappresentante di ARPAT, sulla base di specifica richiesta da parte della Provincia, precisa che i valori riscontrati di metalli e metalloidi sono stati confrontati con le CSC solo a scopo qualitativo, ricordando che alcuni valori elevati sono stati riscontrati anche nei piezometri a monte idraulico della discarica.

Per quanto concerne la presenza di organoalogenati in alcuni piezometri si conferma la necessità di monitorare con attenzione la qualità delle acque sotterranee.

[...]

Per quanto sopra, la Conferenza, con parere unanime, ritiene che, allo stato, debba essere proseguito il monitoraggio e non debbano essere attivati altri procedimenti, tenuto conto anche della serie storica dei risultati analitici e delle migliorie gestionali conseguenti agli esiti della Conferenza dei Servizi tenutasi in data 27/07/2015."

Nello specifico, a completamento del quadro informativo inerente i piezometri TPZ18 e TPZ18bis va considerato che risultano ubicati all'interno dell'areale dove sorgeva Casa Rota ed insistono quindi in un contesto che, a differenza degli altri piezometri, risultava antropizzato e direttamente interessato da attività dell'azienda agricola storicamente presente. Tali fattori, congiuntamente ai segni di interferenza tra le acque e le fasi realizzative del piezometro stesso già evidenziati dalle variazioni registrate del chimismo, rappresentano un elemento utile a comprendere la peculiarità delle analisi che caratterizzano questi piezometri di versante rispetto al contesto complessivo.

Si ricorda infine che i risultati delle indagini isotopiche su trizio, deuterio, ossigeno-18 e carbonio-13 condotte nel 2018-2019 evidenziano e confermano **l'assenza di impatto da percolato** nei diversi campioni di acqua prelevati, in particolare anche nei piezometri con superamento delle CSC per metalli, con presenza di ammoniaca, cloruri e solfati, con presenza di alcuni microinquinanti organici in concentrazione dell'ordine del microgrammo/litro (TPZ3, TPZ7, N7s, N7i).

Quindi allo stato attuale, sulla base dei risultati del monitoraggio svolto nel 2020 e dei dati storici disponibili di tipo idrogeologico, chimico e isotopico, non emerge uno scenario di interferenza, né di alterazione della qualità delle acque ad opera della discarica sull'ambiente idrico sotterraneo.

Non si esclude che localmente possano sussistere possibili fenomeni di interferenza, comunque non rilevanti, ad opera di altre attività antropiche locali.

La situazione riscontrata nel corso del 2020 risulta in linea con le considerazioni già sviluppate dalle Autorità negli anni precedenti, evidenziando un quadro ambientale stazionario, a meno di locali oscillazioni, comunque non riconducibili alla presenza dell'impianto.

Relativamente ai superamenti diffusi delle CSC riscontrati per alcuni parametri sia a monte che a valle della discarica, sulla base del complesso dei dati rilevati nell'ambito del PSC e delle varie indagini di approfondimento, si ritiene di poter confermare quanto evidenziato dalle Autorità nell'ambito delle CdS del 21 e del 30/12/10 ossia che *"gli esiti degli accertamenti ed approfondimenti specifici condotti, ... considerata la riscontrata presenza di numerosi superamenti delle CSC, con concentrazioni, tuttavia, molto basse, portino a ritenere che l'area interessata debba inquadrarsi quale area soggetta ad inquinamento diffuso, ... e che, pertanto, non sussiste la necessità di procedere a norma degli art. 242 e seguenti del D. Lgs. 152/06"*.

10.3 Monitoraggio delle acque meteoriche

10.3.1 Attività di monitoraggio eseguite

Il monitoraggio viene effettuato con la finalità di individuare un eventuale impatto che potrebbe essere causato da acque di pioggia entrate in contatto con il corpo dei rifiuti.

Il PSC prevede un monitoraggio con cadenza trimestrale (in occasione di precipitazioni atmosferiche) sulle acque meteoriche campionate in tre pozzetti ubicati in area impianto e codificati:

- TAM1, ubicato alla base dell'argine di valle;
- TAM2, ubicato nei pressi della vecchia stazione meteorologica;
- TAM3, ubicato lungo il confine Est della zona di ampliamento.

Si riferisce, inoltre, che in seguito all'entrata in vigore del D.P.G.R.46/R - 8 settembre 2008 "Regolamento di attuazione della Legge Regionale 31 maggio 2006, n. 20 Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento", il gestore ha presentato a giugno 2009 il piano di gestione delle acque meteoriche per l'attuazione delle misure di prevenzione e protezione adeguate al nuovo regolamento.

Tale piano è stato successivamente integrato fino all'ultima versione presentata il 09/09/2015 prot 3486/15 assieme alla richiesta di attivazione della vasca di smaltimento corrispondente alla 2 fase del progetto di ampliamento.

Nei seguenti paragrafi vengono riportati i dati dei campionamenti svolti nel corso del 2020 nell'ambito del PSC.

10.3.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nell'attuale periodo di riferimento (anno 2020) i campionamenti per il controllo delle acque meteoriche sono stati effettuati nei tre punti TAM1, TAM2 e TAM3 previsti dal PSC.

Le date di prelievo dei campioni sono riportate nella seguente Tabella.

Date di prelievo dei campioni (anno 2020)

DATA	PUNTI CAMPIONATI
6 aprile 2020	TAM1, TAM2, TAM3
28 aprile 2020	TAM1, TAM2, TAM3
31 agosto 2020	TAM1, TAM2, TAM3
12 dicembre 2020	TAM1, TAM2, TAM3

I risultati delle analisi chimiche e i relativi certificati sono riportati in Appendice 4 alla presente relazione.

Non avendo dei valori di confronto, ai fini della valutazione dei dati di laboratorio vengono utilizzati, unicamente come riferimento indicativo, i valori tabellari del D.Lgs.152/06 per acque superficiali.

Dai risultati analitici di laboratorio dei campionamenti eseguiti nel corso del 2020 si evidenzia che emergono superamenti del solo parametro solidi sospesi totali il cui limite di riferimento è pari a 80 mg/l, nei seguenti punti di prelievo e campagne di monitoraggio:

- TAM1 nel quale si registra un valore compreso pari a 339 mg/l (31 agosto);
- TAM2 nel quale si registra un valore compreso pari a 341 mg/l (31 agosto);
- TAM3 nel quale si registra un valore compreso tra 263 mg/l (28 aprile) e 153 mg/l (31 agosto).

La presenza di solidi sospesi totali può ritenersi comunque indicativa dei fenomeni di trasporto solido a seguito del ruscellamento delle acque meteoriche su superfici non pavimentate (fossi in terra) e non di interferenza con i rifiuti.

Gli esiti analitici di laboratorio non evidenziano valori anomali dei parametri che possono indicare fenomeni di interferenza/contatto tra il corpo rifiuti e le acque meteoriche.

10.3.3 Quadro di Sintesi

La valutazione dei dati è stata fatta verificando l'esistenza di eventuali segnali di interferenza tra acque meteoriche e il corpo rifiuti, così come previsto dal PSC: *"Il controllo sulle acque meteoriche viene effettuato per individuare un'eventuale impatto sulle acque, che può essere causato da acque di pioggia direttamente contaminate per contatto con il corpo dei rifiuti"*.

Dall'esame dei dati acquisiti non emergono segnali che possano indicare situazioni di contatto tra le acque meteoriche e i rifiuti. Infatti, i principali parametri indicatori analizzati per le acque di ruscellamento quali, composti azotati, solfati, fluoruri, fosfati, COD, BOD5, ecc., non assumo concentrazioni significative.

Inoltre, quale ulteriore elemento di valutazione, i dati sono stati valutati anche in relazione ai parametri riportati nella Tabella 3, Allegato 5, Parte Terza del D.Lgs. n. 152/06 "Valori limite di emissione in acque superficiali ed in fognatura" presi come riferimento indicativo di valutazione.

Dal confronto dai dati chimici con i valori di riferimento tabellari sopra citati (Tabella 3, D.Lgs. 152/06) si evidenzia che emergono superamenti per il solo parametro solidi sospesi totali come indicato sopra. I valori rilevati nei successivi campionamenti risultano tutti al di sotto della soglia di riferimento tabellare. La presenza di tali concentrazioni, di solidi sospesi, molto probabilmente è imputabile alla presenza di particelle molto fini in sospensione, difficilmente sedimentabili. Si ricorda infatti che i terreni su cui insiste l'impianto sono costituiti da argille.

Dai risultati analitici di laboratorio dei campionamenti eseguiti nel corso del 2020 non si evidenziano valori anomali dei parametri che possono indicare fenomeni di interferenza/contatto tra il corpo rifiuti e le acque meteoriche.

10.4 Monitoraggio delle acque meteoriche dilavanti

Nel PSC allegato alla AIA n. 48/EC del 14/03/2011 e s.m.i. è stato introdotto un nuovo punto di controllo TAM-DC, relativo all'uscita delle acque meteoriche dilavanti dal sistema di trattamento in continuo ubicato nella piazzola dove è presente il lavaggio mezzi. Nel Piano di Prevenzione e Gestione delle acque meteoriche è stato proposto infatti il trattamento delle acque raccolte dal tratto di viabilità che percorrono i mezzi di conferimento dei rifiuti, fino alla piazzola di lavaggio dei mezzi. Le acque in uscita scorreranno lungo canalette in terra per poi defluire naturalmente verso recapiti superficiali esterni alla discarica.

Il PSC prevede per il punto TAM-DC, il monitoraggio quadrimestrale dei parametri elencati nella tabella 4 dell'Allegato 5 alla parte III del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. "Limiti di emissione per le acque reflue urbane ed industriali che recapitano sul suolo".

Nell'attuale periodo di riferimento il campionamento di TAM-DC è stato eseguito nei mesi di aprile, agosto, ottobre e dicembre 2020. Di seguito, suddivisi per campagne di monitoraggio, vengono indicati gli eventuali superamenti registrati dei parametri indicati nella tabella 4 dell'Allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.:

- aprile: dai risultati analitici si rileva la presenza dei solidi sospesi totali (182 mg/l), e BOD in concentrazioni pari a 21,8 mg/l poco al di sopra del valore di riferimento pari a 20 mg/l. Le concentrazioni dei solidi sospesi sono imputabili alla presenza di particelle molto fini in sospensione;
- agosto: dai risultati analitici si rileva la presenza di materiali sospesi totali con concentrazione pari a 227 mg/l, di alluminio con concentrazione pari a 1,6 mg/l e di tensioattivi totali con concentrazione pari a 0,52 mg/l, poco al di sopra del limite (pari a 0,5 mg/l) indicato nella tabella 4 dell'Allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.;
- ottobre: dai risultati analitici si rileva la presenza di materiali sospesi totali con concentrazione pari a 54,6 mg/l e l'indice di Sar con una concentrazione pari a 31,7;
- dicembre: per tutti gli analiti ricercati non si riscontrano superamenti dei limiti indicati nella tabella 4 dell'Allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. Non sono stati riscontrati altri parametri quali solventi organici, fenoli, composti organici.

I certificati delle analisi effettuate sulle acque meteoriche dilavanti sono riportati in Appendice 4.

Si evidenzia che a seguito di un campionamento effettuato dall'Ente di Controllo in data 01/10/20 sono stati rilevati superamenti rispetto limiti autorizzati in AIA per lo scarico sul suolo per i parametri Alluminio e Selenio. Per tale motivo è stata inoltrata Comunicazione di Notizia di Reato alla Procura della Repubblica di Arezzo disponendo al contempo l'ammissione al pagamento in sede amministrativa.

10.5 Monitoraggio delle acque superficiali del Torrente Riofi

10.5.1 Attività di monitoraggio eseguite

Il monitoraggio delle acque superficiali del Torrente Riofi è stato effettuato, come previsto dal PSC della discarica, per verificare la qualità generale delle acque superficiali e per valutare eventuali interferenze tra queste ultime e la presenza dell'impianto.

L'attuale PSC prevede il campionamento trimestrale delle acque superficiali del Torrente Riofi in tre punti, due a monte della discarica e uno a valle dell'intera discarica rispetto ai punti di scarico delle acque meteoriche. I tre punti di controllo sono denominati rispettivamente TAS1, TAS2 e TAS4, ubicati lungo il torrente stesso da monte a valle. In particolare:

- La stazione TAS1 si trova a monte, prima della confluenza del Borro delle Cave nel Riofi;
- La stazione TAS2 si trova a monte subito dopo la confluenza del Borro delle Cave nel Riofi;
- La stazione TAS4 si trova a valle immediatamente dopo l'ultimo scarico delle acque di ruscellamento provenienti dall'area di impianto nel Riofi.

Inoltre, il piano di controllo relativo alle acque superficiali della AIA prescrive che "con frequenza trimestrale, dovrà essere determinato anche il parametro solventi organo-alogenati, con speciazione dei singoli analiti".

Per rispondere dunque a tale prescrizione a partire da marzo 2011 viene determinato anche il parametro solventi organo-alogenati.

10.5.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nella seguente tabella si riportano le date dei campionamenti effettuati.

Date di prelievo dei campioni (anno 2020)

DATA	PUNTI CAMPIONATI
24 marzo 2020	TAS1, TAS2, TAS4
25 giugno 2020	TAS1, TAS2, TAS4
22 settembre 2020	TAS1, TAS2, TAS4
14 dicembre 2020	TAS1, TAS2, TAS4

I parametri di controllo sono quelli previsti dal PSC ed in particolare: pH, conducibilità, durezza, materiali sospesi totali, ferro, manganese, piombo, rame, zinco, cromo totale, cadmio, arsenico, fosfati, azoto ammoniacale e nitrico cloruri, solfati, fluoruri, COD, BOD5 e solventi clorurati (con speciazione dei singoli analiti). La seguente tabella riporta le concentrazioni medie rilevate nel 2020.

Concentrazioni medie acque superficiali Torrente Riofi (2020)

Parametro analitico	Unità di misura	TAS1	TAS2	TAS4
pH		8,06	8,07	7,76
Conducibilità elettrica	µS/cm	548,33	552,67	593,00
Durezza totale	°F	23,08	22,85	22,70
Materiali sospesi totali	mg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
BOD5	mg/l	3,30	1,68	1,66
COD	mg/l	15,73	11,71	14,67
Cloruri	mg/l	34,00	34,00	37,00
Solfati	mg/l	33,33	31,00	32,00
Fluoruri	mg/l	0,22	0,22	0,24
Metalli pesanti:				
Ferro	µg/l	198,00	125,67	117,50
Manganese	µg/l	36,13	25,30	33,47
Piombo	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Rame	µg/l	2,42	2,82	2,66
Zinco	µg/l	3,11	2,58	4,99
Cromo totale	µg/l	1,55	1,13	1,04
Cadmio	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Arsenico	µg/l	1,03	1,20	1,14
Fosfati	mg/l	0,30	0,02	< L.R.
Azoto ammoniacale	mg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Azoto nitrico	mg/l	1,49	1,49	0,91
Composti organici:				
Clorometano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Diclorometano	µg/l	0,13	0,14	< L.R.
Cloroformio (triclorometano)	µg/l	0,02	0,02	< L.R.
Cloruro di Vinile (Vinilcloruro)	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2-Dicloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2-Dicloroetano	µg/l	0,01	< L.R.	< L.R.
1,1-Dicloroetilene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1-Dicloropropene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,3-Dicloropropano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Tricloroetilene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Tetracloroetilene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< 0,01
Bromobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Esaclorobutadiene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1-Dicloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
cis-1,2-Dicloroetilene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
trans 1,2 Dicloroetilene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1,1-Tricloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	0,02
1,2-Dicloropropano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.

Parametro analitico	Unità di misura	TAS1	TAS2	TAS4
1,1,2-Tricloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2,3-Tricloropropano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l	0,02	0,02	< L.R.
Tribromometano (bromoformio)	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2-Dibromoetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Dibromoclorometano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Bromodichlorometano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1,1,2-Tetracloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2-Dibromo 3 Cloropropano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,2-dicloropropano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2-Clorotoluene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
4-Clorotoluene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Bromoclorometano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Bromometano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Carbonio tetracloruro	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
cis-1,3-Dicloropropene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Cloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Dibromometano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Diclorodifluorometano (Freon12)	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Esacloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Pentacloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
trans-1,3-Dicloropropene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Triclorofluorometano (Freon13)	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Monoclorobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2-Diclorobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,3-Diclorobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,4-Diclorobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2,3-Triclorobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2,4-Triclorobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,3,5-Triclorobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.

*L.R. pari al limite di rilevabilità

La media è stata eseguita tra i valori superiori al limite di rilevabilità.

Le analisi condotte sui solventi clorurati prescritte dall'AIA non hanno evidenziato la presenza di questi composti che sono risultati sempre inferiori ai rispettivi limiti LOQ in tutte e tre le stazioni monitorate nel 2020.

Si segnala comunque la presenza composti organici clorurati nelle tre stazioni, compresa quella di monte (TAS1) che, benchè in tracce, possono indicare eventuali fonti esterne di tali composti o, più probabilmente, derivare da interferenze nelle fasi analitiche di laboratorio.

10.5.3 Quadro di sintesi

Le analisi chimiche effettuate nel 2020 non evidenziano anomalie, confermando i dati storici disponibili ad eccezione dei valori registrati per i parametri COD e BOD5 nelle tre le stazioni di monitoraggio, indicativi di scarichi esterni localizzati a monte idraulico.

I parametri chimici analizzati presentano un trend sostanzialmente stabile nel tempo ed i valori rilevati nelle tre stazioni risultano confrontabili tra loro e dello stesso ordine di grandezza, a meno di occasionali oscillazioni, come per il manganese riscontrato nella stazione TAS4 (178 µg/l) nel monitoraggio del mese di dicembre, la media dei valori è rappresentativo del trend storico. Tale valore sarà monitorato nel corso delle prossime campagne per verificarne l'andamento.

Il complesso dei parametri monitorati nel corso dell'anno non evidenzia quindi anomalie né differenze di concentrazioni apprezzabili tra monte e valle, ad indicazione dell'assenza di interferenza da parte della discarica sulle acque del Riofi.

10.6 Monitoraggio dei sedimenti di fondo del Torrente Riofi

10.6.1 Attività di monitoraggio eseguite

Il monitoraggio dei sedimenti è stato richiesto dalla Provincia di Arezzo, come risulta dal verbale della CdS del 22.05.07 (rif. Prot. N. 32239) e successivamente confermato nell'ambito nell'Autorizzazione Integrata Ambientale della discarica (n. 48/EC del 14/03/2011 e s.m.i.), con l'obiettivo di valutare eventuali accumuli di sostanze contaminanti nei sedimenti del torrente stesso.

Il **campionamento** dei sedimenti del Torrente Riofi, previsto con frequenza trimestrale, viene effettuato in tre punti codificati TAF1, TAF2 e TAF4 ed ubicati approssimativamente in corrispondenza dei tre punti di controllo delle acque del Torrente (TAS1, TAS2, TAS4).

10.6.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Le date di prelievo dei campioni sono riportate nella seguente Tabella.

Date di prelievo dei campioni (anno 2020)

DATA	PUNTI CAMPIONATI
24 marzo 2020	TAF1, TAF2, TAF4
25 giugno 2020	TAF1, TAF2, TAF4
22 settembre 2020	TAF1, TAF2, TAF4
14 dicembre 2020	TAF1, TAF2, TAF4

Le analisi chimiche sono state effettuate sui seguenti parametri, scelti sulla base di letteratura specifica settoriale e delle informazioni disponibili sull'impianto e sulla zona circostante la discarica e previsti dal PSC:

- pH
- metalli: Al, As, Cd, Cr, Cr VI, Fe, Mn, Ni, Pb, Cu, Zn, Hg
- Composti organoclorurati
- Fluoruri
- Fosforo totale
- Azoto totale
- Nitriti
- Nitrati
- Fenoli
- Solfuri
- TOC
- Test di tossicità acuta con *Vibrio fischeri* (su estratto acquoso)
- Test di tossicità acuta con *daphnia magna* (su estratto acquoso).

I risultati delle analisi chimiche relativi all'anno 2020 e i relativi certificati sono riportati in Appendice 4 alla presente relazione. La seguente tabella riporta le concentrazioni medie dei dati disponibili rilevati nel 2020.

Concentrazioni medie sedimenti Torrente Riofi (2020)

Parametro analitico	Unità di misura	TAF1	TAF2	TAF4
pH	Unità pH	7,88	8,11	8,04
Carbonio organico totale (TOC)	mg/kg s.s.	1,36	1,14	1,33
Azoto Totale (N)	% p/p	0,03	0,03	0,06
Residuo secco a 105 °C	%	77,23	75,90	71,05
Fluoruri	mg/kg s.s.	1,02	1,05	1,91
Nitrati	mg/kg s.s.	16,35	5,17	6,80
Nitriti	mg/kg s.s.	1,20	0,55	0,75
Fosforo totale	% s.s.	0,03	0,03	0,03
Solfuri	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Metalli:				
Alluminio	mg/kg	8485,00	8387,50	8340,00
Arsenico	mg/kg	5,17	5,48	4,76
Cadmio	mg/kg	0,05	0,06	0,07
Cromo Totale	mg/kg	79,98	78,93	57,98
Cromo VI	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Ferro	mg/kg	21550,00	21275,00	19150,00

Parametro analitico	Unità di misura	TAF1	TAF2	TAF4
Manganese	mg/kg	410,25	428,25	500,75
Mercurio	mg/kg	0,09	0,07	0,06
Nichel	mg/kg	53,80	54,33	47,83
Piombo	mg/kg	16,55	13,28	12,75
Rame	mg/kg	17,58	17,83	17,55
Zinco	mg/kg	45,85	44,18	41,55
Composti alifatici clorurati				
<i>Cancerogeni e non cancerogeni</i>				
Clorometano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Diclorometano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Cloroformio (tricolorometano)	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Cloruro di Vinile (Vinilcloruro)	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2 – Dicloroetano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1 - Dicloroetilene	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Tricloroetilene	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Tetracloroetilene	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Esaclorobutadiene	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1 – Dicloroetano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2 – Dicloroetilene	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1,1 – Tricloroetano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2 – Dicloropropano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1,2 – Tricloroetano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2,3 – Tricloropropano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1,2,2 – Tetracloroetano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Fenoli volatili:				
Fenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
m - metilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Metilfenolo (o-, m-, p-)	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
o - metilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
p - metilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2 – Clorofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2- nitrofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
o – etilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2-sec-butil-4,6-Dinitrofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
4,6-dinitro-2-metilfenolo (DNOC)	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
4-cloro-3-metilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
4-Metossifenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
4-nitrofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,3,4,6 – tetraclorofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,4,5- Triclorofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,4 - Diclorofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,4 – Dinitrofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.

Parametro analitico	Unità di misura	TAF1	TAF2	TAF4
2,6 – Diclorofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,4 – Dimetilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
3,4 – Dimetilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
3,5 – Dimetilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,4,6- Triclorofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,3 – Dimetilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,6 – Dimetilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Pentaclorofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Saggio di tossicità acuta (daphnia magna)	%	8,33	6,67	5,00
Saggio di tossicità acuta (batteri bioluminescenti)**	T.U.	10,60	85,70	10,90

*L.R. pari al limite di rilevabilità

La media è stata eseguita tra i valori superiori al limite di rilevabilità.

I valori rilevati non evidenziano nel complesso dati anomali in nessuna delle tre stazioni.

Alluminio, ferro e manganese sono i parametri che evidenziano i maggiori valori. I dati confermano i trend e le medie storiche per i vari analiti. Tali parametri sono costituenti naturali dei sedimenti del Torrente, essendo contenuti nella struttura cristallina dei suoli. Non si rilevano variazioni di concentrazione tra monte e valle.

Nel 2020 non è stata rilevata la presenza in tracce di alcuni parametri organici, sia a valle che a monte della discarica. Le concentrazioni di tali parametri sono inferiori al LOQ.

Per quanto riguarda il saggio di tossicità effettuato sui batteri Daphnia magna, i dati risultanti non evidenziano tossicità in TAF1, TAF2 e TAF4. Gli esiti analitici mostrano infatti che le percentuali di effetto inibitorio rilevato sui batteri (individui immobili dopo 24h), rispettivamente pari al 10% (TAF1 e TAF4) e al 15% (TAF2), risultano inferiore al limite del 50%, valore indicato dal D.Lgs 152/06 come limite di tossicità del campione analizzato.

Dai dati globalmente rilevati non sembra pertanto che la presenza della discarica interferisca con la qualità dei sedimenti di fondo valle del Torrente Riofi, né si rileva un fenomeno di accumulo delle sostanze monitorate tra monte e valle.

10.6.3 Quadro di sintesi

Il monitoraggio condotto nel corso del 2020 ha evidenziato apprezzabili concentrazioni di alluminio, ferro, manganese e in misura minore nichel, piombo, cromo totale, rame e zinco all'interno dei sedimenti di fondo del Riofi, sia nelle stazioni di monte (TAF1 e TAF2) che a valle (TAF4), in linea con i dati medi storici.

In generale, la presenza di metalli nei sedimenti è ascrivibile alla specifica qualità dei terreni locali, ricchi di tali parametri come emerso dalle analisi effettuate nell'ambito dello Studio Idrogeologico e delle indagini di approfondimento del 2008.

Per quanto riguarda l'andamento delle concentrazioni nel tempo nei tre punti di controllo si evidenzia che le analisi effettuate nel 2020 sui sedimenti del Torrente Riofi non evidenziano fenomeni di accumulo dei parametri monitorati all'interno della matrice analizzata.

I test di tossicità acuta condotti non hanno evidenziato situazioni anomale nei tre punti di controllo.

Un'ulteriore valutazione può essere fatta relativamente alle concentrazioni rilevate da monte (TAF1, TAF2) a valle (TAF4), ed in particolare non si rileva una variazione di qualità apprezzabile lungo il corso del torrente, se non sporadiche e lievi differenze, comunque non significative e con valori maggiori a monte.

In generale, dai dati globalmente rilevati, non sembra che la presenza della discarica interferisca con la qualità dei sedimenti di fondo del Torrente Riofi, né si rileva un fenomeno di accumulo delle sostanze monitorate tra monte e valle.

10.7 Monitoraggio dello stato di qualità delle acque del Torrente Riofi

10.7.1 Attività di monitoraggio eseguite

Al termine dei lavori per la realizzazione della cassa di espansione lungo il torrente Riofi, a partire da giugno 2019 è ripreso il monitoraggio dello stato di qualità delle acque del torrente stesso, eseguito con metodo MacrOper, come richiesto dalle Autorità.

Il campionamento, in accordo con ARPAT, era stato sospeso in concomitanza all'avvio delle attività di messa in sicurezza idraulica del Borro di Riofi per il quale erano previste consistenti lavorazioni in alveo.

In particolare, sono state effettuate n. 2 campagne di monitoraggio, rispettivamente nei mesi di febbraio e giugno 2020, che hanno previsto il campionamento di macroinvertebrati bentonici mediante l'applicazione del metodo di campionamento multihabitat proporzionale con sistema MacrOper.

Il tratto fluviale indagato ricade nell'Area geografica Mediterraneo ed è tipizzato come: "*piccolo corso d'acqua a scorrimento superficiale del Macrotipo fluviale M1*". A partire dall'autunno 2016 le attività antropiche che hanno interessato l'alveo del corso d'acqua (cantiere cassa di espansione) hanno causato cambiamenti idromorfologici ed è stata osservata una forte riduzione della vegetazione ripariale delle sponde con una modifica del profilo delle stazioni di monitoraggio (IBE1 → IBE4) rispetto agli anni precedenti.

Le 2 campagne di monitoraggio effettuate hanno previsto il campionamento con il nuovo metodo (MacrOper) lungo il corso del torrente Riofi, a cui è stato associato anche il precedente metodo IBE, al fine di poter effettuare una comparazione con i dati pregressi.

10.7.2 Tecniche di campionamento

Metodo multi-habitat proporzionale MacrOper

Il metodo di campionamento quantitativo multi-habitat proporzionale con sistema MacrOper prevede la raccolta di macroinvertebrati in habitat differenti in modo proporzionale all'estensione del tratto fluviale indagato. In particolare, le attività di campionamento si articolano in diverse fasi:

- Prima fase: identificazione dei mesohabitat di *riffle* e *pool* presenti nel tratto fluviale. Tale identificazione viene effettuata sulla base delle caratteristiche idrologiche e di sedimento che li differenziano;
- Seconda fase: prelievo mediante rete Surber, la quale permette di delimitare un'area di 0,5 m² per mesohabitat, di n. 10 repliche rappresentative dei mesohabitat presenti;
- Terza fase: Identificazione e conteggio del materiale raccolto.

I dati biologici derivati dalla raccolta qualitativa vengono utilizzati per il calcolo dell'indice multimetrico STAR_ICMi (STAR *intercalibration Common Metric index*) per ciascun mesohabitat e ciascuna stazione.

L'indice multimetrico è definito da sei differenti metriche che forniscono informazioni riguardo la ricchezza, la tolleranza, l'abbondanza e la diversità degli organismi.

Nella tabella successiva sono sinteticamente riportate le n.6 metriche e le informazioni che esse sintetizzano.

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. Bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	e.g. Armitage et al., 1983	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log ₁₀ (Sel_EPTD +1)	Log ₁₀ (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	Buffagni et al., 2004; Buffagni & Erba, 2004	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al., 2004	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	e.g. Ofenböck et al., 2004	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	e.g. Ofenböck et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A} \right)$	e.g. Hering et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083

Il calcolo dell'indice di STAR_ICMi permette di attribuire al sito indagato una classe di qualità. In particolare, i valori dell'indice di STAR_ICMi variano tra 0 e 1, dove il valore 0 rappresenta la qualità peggiore, mentre il valore 1 rappresenta la condizione di maggior neutralità e quindi identifica uno stato buono/elevato del sito indagato.

Nella tabella seguente sono sintetizzati i limiti di classe dell'indice di STAR_ICMi per il Macrotipo fluviale M1 in cui ricade il tratto esaminato del torrente Riofi.

Limite di classe	STAR_ICMi
Elevato/Buono	0.97

Buono/Moderato	0.72
Moderato/Scarso	0.48
Scarso/Pessimo	0.24

Metodo di campionamento qualitativo IBE

Il metodo IBE prevede la raccolta dei macroinvertebrati mediante un retino immanicato di dimensioni 25x40 cm e 20 maglie per centimetro. Il campionamento viene effettuato lungo un transetto obliquo da sponda a sponda per l'intera larghezza del corso d'acqua, campionando nei diversi microhabitat rappresentativi della tipologia fluviale. I macroinvertebrati campionati, vengono registrati in apposite schede dividendoli per stazione. A valle del campionamento, attraverso una tabella a doppia entrata che considera il numero delle Unità Sistematiche rivenute nella comunità osservata e i diversi taxa con sensibilità decrescente all'inquinamento, viene calcolato l'indice IBE. Il valore dell'indice ricavato viene successivamente tradotto in classi di qualità, che vanno da I (acque non inquinate) a V (acque fortemente inquinate). Di seguito si riporta la tabella per il calcolo dell'IBE e quella di conversione dei valori dell'IBE in classi di qualità.

Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella (primo ingresso)		Numero totale delle Unità Sistematiche costituenti la comunità (secondo ingresso)								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-..
Plecotteri (<i>Leuctra</i> °)	Più di una U.S	--	--	8	9	10	11	12	13*	14*
	Una sola U.S.	--	--	7	8	9	10	11	12	13*
Efemerotteri (Baetidae Caenidae °°)	Più di una U.S	--	--	7	8	9	10	11	12	--
	Una sola U.S.	--	--	6	7	8	9	10	11	--
Tricotteri	Più di una U.S	--	5	6	7	8	9	10	11	--
	Una sola U.S.	--	4	5	6	7	8	9	10	--
Gammaridi, Atiidae e Palemonidae	Tutte le U.S. sopra assenti	--	4	5	6	7	8	9	10	--
Asellidi	Tutte le U.S. sopra assenti	--	3	4	5	6	7	8	9	--
Oligocheti o Chironomidi	Tutte le U.S. sopra assenti	1	2	3	4	5	--	--	--	--
Tutti i taxa precedenti assenti	Tutte le U.S. sopra assenti	0	1	--	--	--	--	--	--	--

-- giudizio dubbio, per errore di campionamento, per presenza di organismi di *drift* non scartati dal computo, per ambiente non colonizzato adeguatamente, per tipologia non valutabile con l'indice (es. sorgenti, acque di scioglimento di nevai, acque ferme, zone deltizie, salmastre).

* questi valori di indice vengono raggiunti raramente nelle acque correnti italiane per cui occorre prestare attenzione, sia nell'evitare la somma di biotipologie (incremento artificioso della ricchezza in *taxa*), che nel

valutare eventuali effetti prodotti dall'inquinamento, trattandosi di ambienti con una naturale elevata ricchezza in *taxa*.

° nelle comunità in cui *Leuctra* è presente come unico *taxon* di Plecotteri e sono contemporaneamente assenti gli Efemerotteri (o presenti solo Baetidae e Caenidae), *Leuctra* deve essere considerata al livello dei Tricotteri per definire l'entrata orizzontale in tabella

°° per la definizione dell'ingresso orizzontale in tabella le famiglie Baetidae e Caenidae vengono considerate a livello dei Tricotteri.

CLASSI DI QUALITA'	VALORE I.B.E.	GIUDIZIO	COLORE
Classe I	10-11-12...	Ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile	
Classe II	8-9	Ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento	
Classe III	6-7	Ambiente inquinato o comunque alterato	
Classe IV	4-5	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato	
Classe V	1-2-3	Ambiente fortemente inquinato o fortemente alterato	

10.7.3 Risultati – campagna di febbraio 2020

Nel corso della campagna di febbraio 2020 sono stati raccolti con il metodo multihabitat proporzionale n. 1.792 individui. Le liste degli invertebrati raccolti sono riportati nelle tabelle seguenti.

Stazione	Stazione IBE 1			
Data	21 febbraio 2020			
Ordine	Famiglia	Genere	Specie	Individui/m²
				Pool Riffle
PLECOTTERI	LEUCTRIDAE	<i>Leuctra</i>		0 2
EFEMEROTTERI	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>muticus</i>	0 2
			<i>rhodani</i>	4 100
			<i>Indet. (stadi giovanili)</i>	4 18
	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>macrura</i>	6 2
	EPHEMERELLIDAE	<i>Serratella</i>	<i>ignita</i>	0 8
DITTERI	CERATOPOGONIDAE			2 2
	CHIRONOMIDAE			42 98
	EMPIDIDAE			2 12
	SIMULIIDAE			0 68
	TIPULIDAE			2 0
GASTEROPODI	HYDROBIIDAE			2 0
OLIGOCHETI	LUMBRICIDAE			2 0
	NAIDIDAE			32 52
	TUBIFICIDAE			0 10
NEMATODI	MARMITHIDAE			0 2
Totale famiglie				9 11

Totale individui	98	376
-------------------------	-----------	------------

Stazione	Stazione IBE 2				
Data	21 febbraio 2020				
Ordine	Famiglia	Genere	Specie	Individui/m ²	
				Pool	Riffle
EFEMEROTTERI	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>bucерatus</i>	2	0
			<i>rhodani</i>	4	34
			<i>Indet. (stadi giovanili)</i>	6	10
	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>macrura</i>	2	10
	EPHEMERELLIDAE	<i>Serratella</i>	<i>ignita</i>	0	2
	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Habrophlebia</i>		0	2
TRICOTTERI	HYDROPTILIDAE			0	2
DITTERI	CHIRONOMIDAE			74	322
	EMPIDIDAE			2	2
	SIMULIIDAE			0	44
	TABANIDAE			0	2
	TIPULIDAE			0	2
GASTEROPODI	HYDROBIIDAE			0	2
	PHYSIDAE	<i>Physa</i>		0	0
OLIGOCHETI	LUMBRICULIDAE			6	6
	NAIDIDAE			122	216
	TUBIFICIDAE			6	26
NEMATODI	MARMITHIDAE	<i>Gordius</i>	<i>acquaticus</i>	0	2
Totale famiglie				7	15
Totale individui				224	684

Stazione	Stazione IBE 3				
Data	21 febbraio 2020				
Ordine	Famiglia	Genere	Specie	Individui/m ²	
				Pool	Riffle
EFEMEROTTERI	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>rhodani</i>	2	18
			<i>Indet. (stadi giovanili)</i>	6	8
	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>macrura</i>	4	2
	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Habrophebia</i>		8	0
COLEOTTERI	DYTISCIDAE			0	2
DITTERI	CHIRONOMIDAE			34	656
	EMPIDIDAE			0	2
	SIMULIIDAE			2	84
OLIGOCHETI	NAIDIDAE			34	162
	TUBIFICIDAE			4	34
Totale famiglie				7	8

Totale individui	94	968
-------------------------	----	-----

Stazione	Stazione IBE 4			
Data	21 febbraio 2020			
Ordine	Famiglia	Genere	Specie	Individui/m ²
				Pool Pool
PLECOTTERI	LEUCTRIDAE	<i>Leuctra</i>		2 0
EFEMEROTTERI	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>buceratus</i>	2 10
			<i>rhodani</i>	10 36
			<i>Indet. (stadi giovanili)</i>	12 36
	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>macrura</i>	2 4
	EPHEMERELLIDAE	<i>Serratella</i>	<i>ignita</i>	0 4
	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Habrophebia</i>		0 2
TRICOTTERI	HYDROPSYCHIDAE			0 2
DITTERI	CERATOPOGONIDAE			0 4
	CHIRONOMIDAE			236 538
	EMPIDIDAE			0 2
	SIMULIIDAE			12 114
GASTEROPODI	HYDROBIIDAE			0 2
OLIGOCHETI	LUMBRICULIDAE			2 2
	NAIDIDAE			12 42
	TUBIFICIDAE			20 36
Totale famiglie				8 13
Totale individui				310 834

Sulla base dei macroinvertebrati rinvenuti sono state calcolate le metriche biologiche e quindi l'indice di STAR_ICMi. I risultati ottenuti sono riportati nelle tabelle seguenti.

SITO	PRGA	ASPT	Numero totale di Famiglie	Numero di famiglie EPT	1-GOLD	Indice di Shannon	log(SelePTD+1)	STAR_ICMi	Stato Ecologico	Classe
IBE1	P	3,667	9	2	0,143	1,501	0,477	0,286	SCARSO	4
IBE1	R	5,571	11	4	0,356	1,698	1,114	0,553	MODERATO	3
IBE2	P	3,5	7	2	0,063	1,132	0,477	0,245	SCARSO	4
IBE2	R	5,2	15	5	0,091	1,436	0,699	0,47	SCARSO	4
IBE3	P	4,833	7	3	0,213	1,506	0,954	0,417	SCARSO	4
IBE3	R	4	8	2	0,031	1,028	0,477	0,288	SCARSO	4
IBE4	P	4,833	8	3	0,09	0,932	0	0,293	SCARSO	4
IBE4	R	5,222	13	5	0,113	1,218	0,699	0,457	SCARSO	4

SITO	STAR_ICMi	Stato Ecologico	Classe
IBE1	0,419	SCARSO	4
IBE2	0,358	SCARSO	4
IBE3	0,353	SCARSO	4
IBE4	0,375	SCARSO	4

I risultati ottenuti mostrano che il tratto considerato ricade nella IV classe di qualità in tutte le stazioni monitorate.

I risultati ottenuti con il metodo del multihabitat proporzionale sono stati confrontati con quelli ottenuti dal metodo IBE applicato alle sole stazioni IBE 1 e IBE4. Dal confronto effettuato, se pur preliminare, si evince una situazione alterata dello stato ecologico del Borro Riofi. In particolare, i dati evidenziano uno stato qualitativo alterato delle due stazioni sia a monte IBE1, caratterizzata da classe di qualità III/IV, sia a valle IBE4, caratterizzata da una classe di qualità IV.

10.7.4 Risultati – campagna di giugno 2020

In data 12 giugno 2020 è stata svolta la seconda campagna di campionamento per il monitoraggio della qualità del torrente Riofi. Il campionamento ha previsto la raccolta di 4.424 individui, le cui caratteristiche sono riportate nelle tabelle seguenti.

Stazione	Stazione IBE 1				
	12-giu-20				
Ordine	Famiglia	Genere	Specie	Individui/m ²	
				Pool	Riffle
EFEMEROTTERI	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>muticus</i>	0	2
			<i>sp.</i>	142	56
	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>macrura</i>	282	472
	EPHEMERELLIDAE	<i>Serratella</i>	<i>ignita</i>	2	12
	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Habrophlebia</i>	<i>eldae</i>	0	2
COLEOTTERI	DYTISCIDAE			2	8
TRICOTTERI	HYDROPSYCHIDAE			0	6
DITTERI	CERATOPOGONIDAE			2	2
	CHIRONOMIDAE			548	1128
	DOLICHOPODIDAE			0	2
	SIMULIIDAE			10	130
	TIPULIDAE			2	6
GASTEROPODI	HYDROBIIDAE			12	10
	PHYSIDAE	<i>Physa</i>		2	2
OLIGOCHETI	LUMBRICIDAE			0	4
	NAIDIDAE			2	12
Totale famiglie				11	15
Totale individui				1006	1854

Stazione	Stazione IBE 2				
Data	12-giu-20				
Ordine	Famiglia	Genere	Specie	Individui/m ²	
				Pool	Riffle
PLECOTTERI	LEUCTRIDAE	<i>Leuctra</i>		0	2
EFEMEROTTERI	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>rhodani</i>	4	0
			<i>sp.</i>	24	422
	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>macrura gr.</i>	214	222
	EPHEMERELLIDAE	<i>Serratella</i>	<i>ignita</i>	0	8
	HEPTAGENIIDAE	<i>Ecdyonurus</i>	<i>sp</i>	0	2
	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Habrophlebia</i>	<i>sp</i>	0	2
TRICOTTERI	HYDROPSYCHIDAE			0	4
	RHYACOPHILIDAE			2	2
COLEOTTERI	DYTISCIDAE			2	0
	DRYOPIDAE			0	2
	HYDROPHILIDAE			2	2
DITTERI	CERATOPOGONIDAE			0	2
	CHIRONOMIDAE			270	56
	TABANIDAE			0	2
	SIMULIIDAE			0	240
	TIPULIDAE			10	8
GASTEROPODI	HYDROBIIDAE			6	8
	PHYSIDAE	<i>Physa</i>		8	48
IRUDINEI	ERPOBDELLIDAE	<i>Dina</i>		2	4
ODONATI	GOMPHIDAE	<i>Onychogomphus</i>		0	8
OLIGOCHETI	LUMBRICIDAE			0	2
	NAIDIDAE			0	74
	TUBIFICIDAE			2	8
RHYNCHOTA-ETEROTTERI	CORIXIDAE			18	0
Totale famiglie				12	22
Totale individui				564	1128

Stazione	Stazione IBE 3				
Data	12 giugno 2020				
Ordine	Famiglia	Genere	Specie	Individui/m ²	
				Pool	Riffle
PLECOTTERI	LEUCTRIDAE	<i>Leuctra</i>		2	0
EFEMEROTTERI	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>buceratus</i>	4	34
			<i>muticus</i>	0	2
			<i>sp</i>	0	326
			<i>rhodani</i>	10	106
		<i>Cloeon</i>	<i>dipterum</i>	8	0
	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>macrura gr.</i>	160	108
	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Habrophlebia</i>	<i>sp</i>	0	0
COLEOTTERI	DYTISCIDAE			0	2
	HYDROPHILIDAE			4	0
DITTERI	CERATOPOGONIDAE			4	2
	CHIRONOMIDAE			260	234
	EPHRYDIDAE			2	0
	SIMULIIDAE			2	22
	TIPULIDAE			4	2
GASTEROPODI	HYDROBIIDAE			6	8
	PHYSIDAE			20	20
IRUDINEI	ERPOBDELLIDAE	<i>Dina</i>		2	4
ODONATI	LESTIDAE	<i>Lestes</i>		2	0
	GOMPHIDAE	<i>Onychogomphus</i>		0	4
OLIGOCHETI	NAIDIDAE			130	206
	TUBIFICIDAE			94	6
RHYNCHOTA-ETEROTTERI	CORIXIDAE	<i>Micronecta</i>		20	0
Totale famiglie				16	13
Totale individui				734	1086

Stazione	Stazione IBE 4					
Data	12 giugno 2020					
Ordine	Famiglia	Genere	Specie	Individui/m ²		
				Pool	Riffle	
EFEMEROTTERI	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>buceratus</i>	0	8	
			<i>sp</i>	0	250	
			<i>rhodani</i>	0	218	
			<i>Cloeon</i>	<i>sp</i>	44	4
	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>macrura gr.</i>	442	470	
	EPHEMERELLIDAE	<i>Serratella</i>	<i>ignita</i>	0	2	
	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Habrophlebia</i>	<i>sp</i>	6	0	
COLEOTTERI	DYTISCIDAE			4	8	
	HYDROPHILIDAE			0	2	
ODONATI	COENAGRIONIDAE			18	2	
	GOMPHIDAE	<i>Onychogomphus</i>		2	0	
	LESTIDAE	<i>Lestes</i>		4	0	
DITTERI	CERATOPOGONIDAE			2	6	
	CHIRONOMIDAE			336	252	
	EPHRYDIDAE			4	0	
	RHAGIONIDAE			2	0	
	SIMULIIDAE			0	8	
	TABANIDAE			0	2	
	TIPULIDAE			2	0	
GASTEROPODI	HYDROBIIDAE			10	22	
	PHYSIDAE			52	26	
IRUDINEI	ERPOBDELLIDAE	<i>Dina</i>		4	0	
OLIGOCHETI	NAIDIDAE			98	16	
	TUBIFICIDAE			16	118	
RHYNCHOTA-ETEROTTERI	CORIXIDAE	<i>Micronecta</i>		16	0	
Totale famiglie				18	14	
Totale individui				1062	1414	

Successivamente, sono state determinate le metriche e quindi è stato calcolato il valore dell'indice STAR_ICMi i cui valori sono riportati nelle tabelle seguenti.

SITO	P R G A	ASPT	Numero totale di Famiglie	Numero di famiglie EPT	1- GOLD	Indice di Shannon	log(SelePT D+1)	STAR_I CMi	Stato Ecologico	Clas se
IBE1	P	4.500	11	3	0.425	1.137	0.000	0.320	SCARSO	4
IBE1	R	5.000	15	5	0.301	1.142	0.699	0.465	SCARSO	4
IBE2	P	4.167	12	3	0.475	1.260	0.000	0.310	SCARSO	4
IBE2	R	5.722	22	8	0.603	1.796	0.699	0.616	MODERATO	3
IBE3	P	4.692	16	3	0.289	1.776	0.000	0.370	SCARSO	4
IBE3	R	4.182	13	2	0.540	1.532	0.000	0.330	SCARSO	4
IBE4	P	5.000	18	3	0.508	1.628	0.845	0.501	MODERATO	3
IBE4	R	4.636	14	3	0.682	1.555	0.000	0.386	SCARSO	4

SITO	STAR_ICMi	Stato Ecologico	Classe
IBE1	0.392	SCARSO	4
IBE2	0.463	SCARSO	4
IBE3	0.350	SCARSO	4
IBE4	0.443	SCARSO	4

I dati emersi evidenziano uno stato alterato delle acque del torrente Riofi, complessivamente nella quarta classe di qualità. Tuttavia le stazioni IBE2 e IBE4 presentano rispettivamente uno stato leggermente migliore rispetto a IBE1 e IBE3. Complessivamente quindi, per l'interno tratto investigato si ha uno stato qualitativo al di sotto del buono/moderato.

Anche i dati provenienti dal metodo IBE effettuato nelle stazioni IBE1 e IBE4 confermano uno stato qualitativo alterato delle due stazioni, con evidente peggioramento rispetto alla campagna precedente della stazione a monte (IBE1), ma un lieve miglioramento della stazione IBE4.

10.7.5 Quadro di sintesi

Sulla scorta dei dati raccolti nel corso delle due campagne di monitoraggio effettuate nei mesi di febbraio e giugno 2020, si evidenzia una forte instabilità del torrente Riofi aggravata dalle modificazioni morfologiche che ha subito nel corso degli ultimi anni e probabilmente amplificata nelle stagioni più difficili in cui si verificano eventi di siccità o brusche variazioni di portata.

Lo stato ecologico attuale del corso d'acqua evidenzia la vulnerabilità del corso fluviale che risulta particolarmente soggetto all'azione dei fattori meteorologici e ambientali.

Saranno previsti campionamenti successivi, da effettuarsi anche in stagioni meno critiche, al fine di raccogliere ulteriori dati per l'analisi dell'evoluzione dell'ecosistema.

Dai dati acquisiti non emerge interferenza della discarica, avendo rilevato lo stesso stato di qualità tra monte e valle.

10.8 Monitoraggio del percolato

10.8.1 Attività di monitoraggio eseguite

Il monitoraggio del percolato viene effettuato con frequenza trimestrale prelevando un campione rappresentativo dalle cisterne del percolato prodotto dalla vecchia e nuova discarica ed un campione medio (codificate TPV vecchio, TPV nuovo e TPV1).

Inoltre, vengono effettuati anche campionamenti mensili del percolato prodotto dalla nuova discarica in coltivazione (TPV nuovo) secondo quanto prescritto dall'attuale AIA.

I parametri oggetto delle analisi chimiche sono quelli definiti nel PSC e dalle prescrizioni autorizzative. In particolare, sul percolato prodotto dalla nuova discarica in coltivazione (TPV nuovo) vengono mensilmente analizzati i solventi organoalogenati.

10.8.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nella seguente tabella sono riportate le date dei campionamenti effettuati nel 2020 presso le cisterne di accumulo del percolato, come previsto dal PSC della discarica.

In particolare, le date dei campionamenti trimestrali sono riportate in grassetto.

Date di prelievo dei campioni (anno 2020)

Data	Punti campionati		
	TPV1	TPV nuovo	TPV vecchio
30/01/2020	-	✓	-
20/02/2020	-	✓	-
23/03/2020	✓	✓	✓
28/04/2020	-	✓	-
27/05/2020	-	✓	-
22/06/2020	✓	✓	✓
23/07/2020	-	✓	-
19/08/2020	-	✓	-
22/09/2020	✓	✓	✓
26/10/2020	-	✓	-
23/11/2020	-	✓	-
14/12/2020	✓	✓	✓

Dai risultati delle analisi di laboratorio si è rilevato che le concentrazioni di conducibilità, BOD₅, COD, BOD₅/COD e cloruri assumono i seguenti range di valori.

Variabilità dei valori di conducibilità, BOD₅, COD, BOD₅/COD, cloruri e solfati nel percolato

Parametro	TPV1 (valore minimo)	TPV1 (valore massimo)	TPV nuovo (valore minimo)	TPV nuovo (valore massimo)	TPV vecchio (valore minimo)	TPV vecchio (valore massimo)
Conducibilità (μ S/cm)	16100	17800	13300	21000	20500	28800
BOD ₅ (mg/l)	522	2010	744	1813	90	1406
COD (mg/l)	2610	8740	3720	7880	476	6110
BOD ₅ /COD	0,20	0,25	0,20	0,41	0,20	0,23
Cloruri (mg/l)	1390	1900	1190	2300	2200	4720

Parametro	TPV1 (valore minimo)	TPV1 (valore massimo)	TPV nuovo (valore minimo)	TPV nuovo (valore massimo)	TPV vecchio (valore minimo)	TPV vecchio (valore massimo)
Solfati (mg/l)	< 5	51	3,4	3300	4,2	270

Nel 2020 si rileva la presenza di IPA (benzo (a) antracene, benzo (a) pirene, benzo (b) fluorantene, benzo (k) fluorantene, crisene e pirene) con concentrazioni di alcuni microgrammi/litro. In riferimento ai solventi clorurati, le concentrazioni di tutti i parametri analizzati risultano essere al di sotto dei limiti di rilevabilità strumentali, ad eccezione che per che per il valore riscontrato nel mese di settembre in corrispondenza di TPV-vecchio per il parametro cis-1,2-Dicloroetilene (5,23 µg/l). A giugno è stata registrata una concentrazione di solfati pari a 3300 mg/l in TPV-Nuovo valore rientrato nel campionamento di settembre nel campionamento. Il picco rilevato rappresenta un outlier, la concentrazione di solfati in TPV-Nuovo, infatti, a settembre risulta pari a 3,4 mg/l e a dicembre pari a 46 mg/l in linea con la variabilità storica registrata.

Per quanto riguarda gli IPA si registrato alcuni valori al di sopra del LOQ (0,005 µg/l). In particolare, per benzo (a) antracene (0,0135 µg/l in TPV1, 0,0065 µg/l in TPV nuovo, 0,089 in TPV Vecchio), benzo (a) pirene (0,0065 µg/l in TPV1 e 0,06 µg/l in TPV vecchio), benzo (b) fluorantene (0,0067 µg/l in TPV1 e 0,0058 µg/l in TPV vecchio), benzo (k) fluorantene (0,0237 µg/l in TPV vecchio), crisene (0,0251 µg/l in TPV1, 0,0155 µg/l in TPV nuovo e 0,104 µg/l in TPV vecchio) e pirene (0,0251 µg/l in TPV1, 0,111 µg/l in TPV nuovo e 0,36 µg/l in TPV Vecchio), i valori registrati risultano comunque generalmente molto bassi e prossimi al LOQ.

Per quanto riguarda gli idrocarburi aromatici, nel 2020 è stata rilevata la presenza del benzene (7,49 µg/l in TPV1), del toluene (i valori rilevati variano tra i 13,1 µg/l in TPV-nuovo ed i 64 µg/l in TPV-vecchio) del (m+p)-Xilene (concentrazioni variabili tra i 15,4 µg/l in TPV-nuovo ed i 43,5 µg/l in TPV-vecchio).

Inoltre in TPVnuovo è stata rilevata la presenza di clorometano (a febbraio pari a 5,7 µg/l e a ottobre 15,1 µg/l), di triclorometano (ad ottobre pari a 17,5), di cloruro di vinile (a novembre pari a 5,43 µg/l) e di diclorometano (a novembre 6,89 µg/l).

I risultati delle analisi chimiche sono riportati in parte in Appendice 3 sotto forma di grafici.

10.8.3 Quadro di sintesi

I parametri chimici del percolato sono stati confrontati con valori tipici di letteratura^{1,2} osservati per discariche di età relativamente breve (< 2 anni), caratterizzate dalla fase acetogenica, e per discariche più "vecchie" (> 10 anni) in cui invece è avanzata la fase metanogenica.

Tali parametri, unitamente ai valori medi rilevati per il percolato, sono riportati nella seguente tabella:

¹ Ingegneria Sanitaria Ambientale – Impianti di trattamento, DIAR Politecnico di Milano 2004

² Performance and cost implications of a new landfill leachate treatment system, S. Tattersall and I.D. Williams (UK) – Waste 2004

Parametro analitico	TPV-1: media dei valori rilevati	TPV-nuovo: media dei valori rilevati	TPV-vecchio: media dei valori rilevati	Discarica nuova (da letteratura)	Discarica vecchia (da letteratura)
pH	7,72	7,83	7,87	4,5 - 7,7	7,5 - 9
BOD ₅ (mg/l)	1853	1801	1501	3267	872
COD (mg/l)	7781	7944	6741	6.000 - 60.000	500 - 4.500
Cloruri (mg/l)	1597,5	1722,5	3180	659 - 4.670	570 - 4.710
Solfati (mg/l)	24,2	840,5	123,6	70 - 1.750	10 - 420
Rame (µg/l)	62,7	29,3	50,4	10 - 2.500	20 - 600
Ferro (µg/l)	12875	11350	4580	20 - 2.100	3 - 280
Manganese (µg/l)	314	601	369	0,3 - 65	0,03 - 45
Zinco (µg/l)	237	104	126	1,1 - 120	0,03 - 4

Da tale confronto è risultato che il percolato ha generalmente una composizione chimica pressoché intermedia tra quella che si ha tipicamente per una discarica nuova (in cui prevale la prima fase acidogenica) ed una vecchia (in cui prevale la seconda fase metanogenica).

I dati di monitoraggio degli ultimi 10 anni evidenziano concentrazioni di solfati nel percolato generalmente di alcune decine di milligrammo/litro, con dei picchi sporadici non rappresentativi e dovuti presumibilmente a problematiche di campionamento o analisi. È indicativo in tal senso il dato di giugno 2020 di TPV-vecchio pari a 3.300 mg/l (fuori scala nel grafico), peraltro non confermato a settembre 2020.

Il valore medio dei dati storici in TPV1 è 37 mg/l, in TPV-nuovo è 118 mg/l (media comprensiva del valore outlier di 3.300 mg/l) (escludendo tale outlier la media è di 33 mg/l), ed in TPV-vecchio è 36 mg/l.

Si evidenzia infine che nei periodi estivi, a causa delle minori precipitazioni, tendenzialmente si osservano variazioni in aumento delle concentrazioni dei principali costituenti quali BOD, COD, Cloruri ed Ammoniaca.

10.9 Monitoraggio del biogas

10.9.1 Attività di monitoraggio eseguite

Il monitoraggio del biogas comprende sia analisi in campo del flusso estratto dal corpo discarica che analisi di laboratorio con frequenza mensile, come previsto dal PSC.

I punti di monitoraggio descritti sono stati codificati come riportato nella seguente tabella.

Codifica dei punti di monitoraggio del biogas

Punto di monitoraggio	Codifica
Linea di trasporto n° 1	TBL1
Linea di trasporto n° 2	TBL2
Linea di trasporto n° 3	TBL3

Linea di trasporto n° 4	TBL4
Flusso convogliato ai sistemi di trattamento	TCE1
Linea di trasporto n° 5	TBL5
Linea di trasporto n° 6	TBL6
Linea di trasporto n° 7	TBL7
Linea di trasporto n° 8	TBL8
Flusso convogliato ai sistemi di trattamento	TCE2

Le vecchie 4 linee di trasporto (TBL1÷TBL4) sono state installate tra novembre e dicembre 2003 in occasione della sostituzione della vecchia torcia e dell'installazione del sistema di recupero energetico.

Le nuove 4 linee di captazione (TBL5÷TBL8) sono state attivate nel corso del 2011.

Il monitoraggio della qualità di biogas estratto dalla discarica viene effettuato nei punti di controllo TBL1÷TBL4 e TBL5÷TBL8, misurando le concentrazioni di metano, anidride carbonica e ossigeno, mentre nei punti TCE1 e TCE2, oltre alla misura di questi ultimi parametri, viene effettuato anche il campionamento del gas per l'esecuzione di analisi di laboratorio. Quest'ultima attività è svolta da tecnici del laboratorio che esegue le analisi chimiche.

I parametri analizzati sono:

- Materiale particolato totale ("PTS");
- Mercaptani;
- Acido solfidrico ("H₂S");
- Ammoniaca ("NH₃");
- Idrocarburi non metanici ("NMHC");
- Idrogeno (sul gas secco) ("H₂").

Presso la centrale di estrazione vengono inoltre rilevati i dati di funzionalità del sistema di aspirazione (ore di funzionamento degli aspiratori, volume totale di biogas estratto, portata istantanea di biogas).

10.9.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nel corso del 2020 i rilievi sono stati effettuati nelle seguenti date.

Date dei rilievi (anno 2020)	
Data	Linee monitorate
30/01/2020	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
20/02/2020	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
26/03/2020	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2

Data	Linee monitorate
27/04/2020	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
27/05/2020	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
24/06/2020	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
23/07/2020	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
17/08/2020	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
22/09/2020	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
26/10/2020	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
23/11/2020	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
16/12/2020	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2

Nelle seguenti tabelle si riportano i dati del monitoraggio del biogas relativi al 2020 su metano, anidride carbonica e ossigeno nelle linee di captazione monitorate.

Concentrazioni (%) di metano (CH₄) relative all'impianto TCE1 e all'impianto TCE2

Data rilievo	TBL1	TBL2	TBL3	TBL4	TCE1	TBL5	TBL6	TBL7	TBL8	TCE2
30/01/2020	55,2	54,3	39,1	55,6	52,7	37,3	58,1	52,4	52,5	56,3
20/02/2020	54,7	51,7	33,6	54,3	50,5	51,2	55,6	53,3	52,8	53,5
26/03/2020	49,4	48,1	46,2	43,3	48	35,4	45,9	50,7	46,4	47,9
27/04/2020	47,3	40,8	43,8	40,1	46,1	38,2	45,1	39,1	n.r.*	42,3
27/05/2020	50,6	51,5	38,2	48,2	47,9	41,2	52,6	47,9	47,5	50,9
24/06/2020	49,9	48,8	46,1	41,3	49,6	46,5	52,6	48,8	49,1	50,7
23/07/2020	46,5	44,1	37	53,3	47,1	40,5	50	44,9	46,8	48,8
17/08/2020	45,1	43,8	45,8	48,1	46	29,2	47,9	51,3	40,4	48,1
22/09/2020	44,3	44,2	46	46,3	45,1	30,5	42,3	48,4	40,9	44,4
26/10/2020	49,4	48,3	54,8	60,6	50,3	44,2	49,1	49,1	53,8	50,6
23/11/2020	15,2	47,5	49,5	49,9	47,9	44,8	37,3	48,9	33	45,3
16/12/2020	49,6	52,6	52,5	50,4	52,1	34,4	51,6	50,5	51,2	51,4

*n.r. dato non rilevato

Concentrazioni (%) di anidride carbonica (CO₂) relative all'impianto TCE1 e all'impianto TCE2

Data rilievo	TBL1	TBL2	TBL3	TBL4	TCE1	TBL5	TBL6	TBL7	TBL8	TCE2
30/01/2020	38,6	37,5	28,2	35,8	37,3	28,1	41,5	37,5	37,6	41
20/02/2020	37,7	35,4	24,6	34,4	36	38,8	39,3	37,5	35,5	39,8
26/03/2020	35,7	35,3	33,8	31,2	34,2	26,9	35,9	37,3	33,6	36,1
27/04/2020	34,6	29,9	31,2	30,9	34,2	29,4	34,9	30,1	n.r.*	32,6
27/05/2020	35	35,4	27,4	32,1	35,5	30,7	38,1	35,1	34,9	38,6
24/06/2020	35,5	34,1	33	28,1	37	33,7	38,2	35,4	35,6	39,3
23/07/2020	33,5	32,3	28,4	33,1	34,6	29,5	37,5	32,9	33	36,8
17/08/2020	32,3	31,1	30,1	30,1	32,1	20,3	36,2	36,5	30,6	35,4
22/09/2020	32,5	31,5	33,8	31	32,2	22,6	32,6	36,3	31,5	33,7

Data rilievo	TBL1	TBL2	TBL3	TBL4	TCE1	TBL5	TBL6	TBL7	TBL8	TCE2
26/10/2020	35,5	33,7	37	36,9	37,1	33,1	36,2	36,9	35,8	38,3
23/11/2020	3,6	33,6	33,9	31,8	33,8	34,6	28,1	36,1	25,4	33,6
16/12/2020	35,1	35,4	35,6	31	36,7	26,1	35,9	37,6	38,9	38,4

*n.r. dato non rilevato

Concentrazioni (%) di ossigeno (O2) relative all'impianto TCE1 e all'impianto TCE2

Data rilievo	TBL1	TBL2	TBL3	TBL4	TCE1	TBL5	TBL6	TBL7	TBL8	TCE2
30/01/2020	0,9	1,3	5,3	1,1	2	6,6	0,3	1,4	1,4	0,7
20/02/2020	1,2	1,9	6,4	1,2	2	1,9	0,9	1,6	1,5	1,5
26/03/2020	2,4	2,3	2,4	2,3	3,2	5,5	3,5	1,8	1,9	2,9
27/04/2020	2,7	10,1	1,3	2,4	2	4,9	2,6	4,6	n.r.*	3,5
27/05/2020	1,8	1,1	5,2	1	1,8	3,8	1,2	1,6	1,5	1,4
24/06/2020	2,1	1,7	2,2	3,2	1,8	2,4	1,4	1,3	1,3	1,2
23/07/2020	3,3	2,5	2,9	1,1	2,9	5,1	1,2	3,4	1,9	2,4
17/08/2020	2,1	2,8	2,3	2,4	2,5	9,1	1,1	1,5	1,3	1,6
25/09/2020	3,1	3,5	1,3	2,4	2,8	6,8	3,4	1,6	0,9	2,8
22/09/2020	3,1	3,5	1,3	2,4	2,8	6,8	3,4	1,6	0,9	2,8
26/10/2020	2	2,6	0,9	0,8	2,1	3,5	2,3	1,9	0,8	1,9
23/11/2020	12,2	2,5	1,6	2,3	2,3	2,4	5,6	2,5	4,7	3,4

*n.r. dato non rilevato

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i risultati delle analisi di laboratorio effettuate sui campioni di biogas prelevati nel flusso unificato a monte dei sistemi di trattamento (TCE1, TCE2). I certificati delle analisi effettuate sono riportati in Appendice 4.

Risultati delle analisi chimiche sui campioni di biogas (TCE1)

Data	Impianto 1 – TCE1					
	mg/Nm ³	%	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³
	Idrocarburi non metanici	idrogeno	acido solfidrico (H ₂ S)	Polveri totali (PTS)	ammoniaca (NH ₃)	Mercaptani
29/01/2020	< 0,04	< 0,01	< 0,04	5	0,22	< 0,4
20/02/2020	< 0,04	< 0,01	< 0,04	<1,76	<0,04	< 0,4
26/03/2020	< 0,04	< 0,01	< 0,04	<1,73	0,6	< 0,4
27/04/2020	< 0,04	< 0,01	< 0,04	< 1,73	1,11	< 0,4
27/05/2020	< 0,04	< 0,01	6,8	< 1,73	17,57	< 0,4
17/06/2020	333	< 0,1	25	< 1,76	0,83	< 0,4
23/07/2020	2,45	< 0,01	3,3	< 1,76	42	< 0,4
12/08/2020	29,1	< 0,1	29	< 1,76	1,9	< 0,4
09/09/2020	18,2	< 0,1	21	< 1,76	0,65	< 0,4
15/10/2020	35,2	< 0,1	15	< 1,76	0,21	< 0,4
11/11/2020	352	< 0,1	19	< 1,76	4,8	< 0,4
16/12/2020	186	< 0,1	35	< 1,76	1,8	< 0,4

Risultati delle analisi chimiche sui campioni di biogas (TCE2)

Data	Impianto 2 – TCE2					
	mg/Nm ³ Idrocarburi non metanici	% idrogeno	mg/Nm ³ acido solfidrico (H ₂ S)	mg/Nm ³ Polveri totali (PTS)	mg/Nm ³ ammoniaca (NH ₃)	mg/Nm ³ Mercaptani
29/01/2020	< 0,04	< 0,01	< 0,04	9,83	0,09	< 0,4
20/02/2020	< 0,04	< 0,01	< 0,04	<1,76	0,27	< 0,4
26/03/2020	< 0,04	< 0,01	< 0,04	<1,73	0,51	< 0,4
27/04/2020	< 0,04	< 0,01	< 0,04	< 1,73	0,55	< 0,4
27/05/2020	< 0,04	< 0,01	5,47	< 1,73	0,6	< 0,4
17/06/2020	455	< 0,1	24	<1,76	0,78	< 0,4
23/07/2020	1,32	< 0,01	0,72	<1,76	1,3	< 0,4
12/08/2020	54	< 0,1	16	< 1,76	9,3	< 0,4
09/09/2020	178,5	< 0,1	14	< 1,76	0,01	< 0,4
15/10/2020	104	< 0,1	6,3	< 1,76	0,25	< 0,4
11/11/2020	314	< 0,1	23	< 1,76	5,2	< 0,4
16/12/2020	839	<0,1	180	< 1,76	0,012	< 0,4

10.9.3 Valutazioni

Per quanto riguarda i dati dei rilevi in campo, dai dati registrati nel corso del 2020 si può osservare quanto segue:

- Per quanto riguarda la TCE1 e TCE2 (flusso totalizzato), le concentrazioni di metano sono risultate mediamente pari a circa il 49,1%, l'anidride carbonica mediamente intorno al 35,8% ed infine le concentrazioni di ossigeno di circa il 2,43%;
- Nel corso del presente periodo di osservazione, le concentrazioni di metano presentano un trend generalmente stabile, con alcune lievi oscillazioni nel corso dell'anno, ma comunque su valori intorno al 48,5% in TCE1 e al 49,2% in TCE2. Analogamente per l'anidride carbonica e l'ossigeno, i cui trend sono pressoché stabili con minime oscillazioni periodiche;
- L'intera serie storica dei dati rilevati a partire da gennaio 2004 per TCE1 evidenzia un andamento temporale, per i tre parametri, generalmente stabile con alcune oscillazioni in tutte le linee, più marcate in generale per l'ossigeno e per il metano nella sola linea TBL3.

La qualità del biogas nel corso del 2020 permane quindi in linea con quanto riscontrato gli anni precedenti per le linee con flusso totalizzato TCE1 e TCE2.

Relativamente ai risultati ottenuti dalle analisi di laboratorio, relativamente all'attuale periodo di riferimento, si può evidenziare quanto segue:

- Per quanto riguarda le Polveri Totali Sospese (PTS), il trend è stato stabile con concentrazioni variabili tra valori al di sotto del limite di rilevabilità e 9,83 mg/Nm³ comunque in linea rispetto alla serie storica per entrambi i sistemi TCE1 e TCE2.
- I mercaptani, che insieme all'acido solfidrico sono i principali traccianti odoriferi, sono risultati sempre al di sotto del limite di rilevabilità strumentale, non confermando il trend del 2018 che aveva visto invece delle concentrazioni in leggero aumento rispetto alla serie storica.

- La concentrazione di acido solfidrico è risultata sia in TCE1 che in TCE2 sostanzialmente in linea con i dati storici disponibili (con trend che evidenzia oscillazioni tra i vari monitoraggi). L'acido solfidrico è oscillato tra <0,04 mg/Nm³ e 35,0 mg/Nm³ in TCE1 e tra <0,04 mg/Nm³ e 180 mg/Nm³ in TCE2.
- I valori riscontrati per l'ammoniaca in TCE1 nel 2020 presentano un trend in linea a quello storico, con oscillazioni tra i vari monitoraggi. In particolare, le concentrazioni di ammoniaca in TCE1 sono variate tra valori < 0,03 mg/Nm³ e 17,57 mg/Nm³. La serie storica è caratterizzata da sporadiche oscillazioni, ascrivibili alla naturale variabilità temporale, anche nel breve periodo, della qualità del biogas prodotto dai rifiuti. In generale la serie storica in TCE2 è stabile con alcune locali oscillazioni dovute agli stessi motivi descritti per TCE1. I valori di ammoniaca in TCE2 rilevati nel 2020 variano tra 0,13 mg/Nm³ e 9,3 mg/Nm³.
- Per gli idrocarburi non metanici il trend è in aumento rispetto agli ultimi anni ed anche ai primi mesi del 2020, nella seconda parte dell'anno 2020 le concentrazioni presentano diverse oscillazioni variando dal limite di rilevabilità registrato nel maggio 2020 a valori massimi in TCE1 pari a 352 mg/Nm³ e nel mese di dicembre in TCE2 pari a 839 mg/Nm³. Le oscillazioni rilevate potrebbero essere imputabili a diversi fattori quali ad esempio:
 - Condizioni locali di biodegradazione dei rifiuti (temperatura, umidità, ecc.);
 - Tipologia ed età dei rifiuti smaltiti nei vari lotti di discarica (a fine 2005 è stata incrementata la captazione dai nuovi moduli di ampliamento contenenti rifiuti "freschi" e quindi con caratteristiche chimico-fisiche diverse rispetto a quelli già in fase di mineralizzazione più o meno avanzata contenuti nella vecchia discarica);
 - Condizioni di esercizio dell'impianto di captazione biogas (regolazione delle strutture costituenti la rete di estrazione);
 - Condizioni ambientali al contorno.

In ogni caso i valori rilevati rientrano generalmente nel range tipico per biogas di discarica.

- Per l'idrogeno, le concentrazioni rilevate sia in TCE1 che in TCE2 confermano i dati storici, attestandosi sempre nel 2020 al di sotto del limite di rilevabilità strumentale (0,01 mg/Nm³). I bassi valori riscontrati possono essere correlati allo stato di degradazione dei rifiuti abbancati, ed in particolare è caratteristico della fase metanigena stabile, tipica dei rifiuti che sono interessati da un processo di degradazione avanzato e di tipo anaerobico. Ciò è ascrivibile in parte al fatto che la maggior parte della discarica, nel suo complesso, è in esercizio da oltre 25 anni.

Le serie storiche complete dei parametri di campo (metano, anidride carbonica ed ossigeno) e dei risultati delle analisi di laboratorio effettuate sul biogas, sono riportate in Appendice 3.

10.9.4 Quadro di sintesi

I dati dei rilievi in campo evidenziano una buona qualità del biogas captato sia in TCE1 che in TCE2, con concentrazioni di metano e anidride carbonica globalmente in linea con i dati storici disponibili.

Relativamente alle analisi chimiche di laboratorio, si rileva che l'ammoniaca e gli idrocarburi non metanici presentano oscillazioni dei valori rilevati nel corso dei vari monitoraggi, probabilmente ascrivibili a condizioni locali di biodegradazione e di regolazione dei sistemi di captazione ed in generale alla naturale variabilità qualitativa del biogas prodotto dai rifiuti.

I dati rilevati rientrano generalmente nel range tipico per biogas di discarica.

10.10 Monitoraggio delle emissioni superficiali di biogas

Il PSC prevede il monitoraggio periodico delle emissioni diffuse dalla superficie della discarica.

Per i risultati del monitoraggio delle emissioni superficiali di biogas si rimanda alla relazione specifica prodotta dall'Università di Firenze.

10.11 Monitoraggio della qualità dell'aria

10.11.1 Attività di monitoraggio eseguite

Il PSC prevede in tutto cinque stazioni di controllo codificate TQA1÷TQA5 (Tav. 1) (di cui la TQA1 con funzione di bianco), da monitorare mensilmente a rotazione, prevedendo ad ogni turno TQA1 più, a rotazione, TQA2 e TQA4 oppure TQA3 e TQA5. Tale impostazione è stata applicata a partire da febbraio 2008, data di attivazione di TQA4 e TQA5.

Le stazioni sono ubicate come di seguito indicato:

- TQA1 (bianco di confronto) ubicata inizialmente sul lato Sud, in corrispondenza del parcheggio, nel 2015 è stata spostata perché nella posizione originaria veniva influenzata dal passaggio degli automezzi;
- TQA2 ubicata nei pressi della vecchia centralina meteorologica (dismessa) – lato Ovest;
- TQA3 ubicata a circa 250 m a Nord della TQA2, in prossimità dell'attuale centralina meteorologica – lato Ovest;
- TQA4 ubicata nei pressi dell'inclinometro TIN2 – lato Nord;
- TQA5 ubicata lungo il perimetro Est della discarica.

Come riportato nell'attuale PSC, sulle due stazioni TQA4 e TQA5 viene effettuato un campionamento di tipo passivo, mentre sulle stazioni TQA1÷TQA3, viene effettuato sia il campionamento di tipo attivo sia quello passivo.

Il campionamento attivo, con l'uso di pompe elettriche, ha una durata di 24 ore e riguarda il PM10. Il campionamento passivo, effettuato mediante cartuccia a diffusione del tipo "Radiello", ha una durata pari ad una settimana e riguarda: benzene, toluene, xileni, cloruro di vinile, p-cimene, limonene, alfa-pinene, ed acido solfidrico.

Nella seguente tabella sono riportati i parametri chimici monitorati, con relativo metodo di campionamento, in accordo alle prescrizioni del PSC.

Parametri chimici monitorati per la qualità dell'aria

Parametro	Metodo di campionamento	Durata del campionamento
PM10 (Polveri – frazione fine)	Attivo	24 h
Acido solfidrico		
Benzene		
Toluene		
Xileni		
Cloruro di vinile monomero	Passivo	1 settimana
Sostanze odorigene:		
• Alfa-pinene		
• p-cimene		
• limonene.		

In Appendice 3 sono riportate le serie storiche dei parametri oggetto del monitoraggio.

In Appendice 4 sono riportati i certificati di analisi sulla qualità dell'aria relativamente al periodo di riferimento.

10.11.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nel corso del 2020 i monitoraggi sono stati effettuati nelle seguenti date.

Date di prelievo dei campioni (anno 2020)

DATA	TQA1	TQA2	TQA3	TQA4	TQA5
gen-20	✓	✓	-	✓	-
feb-20	✓	-	✓	-	✓
mar-20	✓	✓	-	✓	-
apr-20	✓	-	✓	-	✓
mag-20	✓	✓	-	✓	-
giu-20	✓	-	✓	-	✓
lug-20	✓	✓	-	✓	-
ago-20	✓	-	✓	-	✓
set-20	✓	✓	-	✓	-
ott-20	✓	-	✓	-	✓
nov-20	✓	✓	-	✓	-
dic-20	✓	-	✓	-	✓

Nelle seguenti tabelle si riportano i risultati del monitoraggio della qualità dell'aria relativi al 2020.

Relativamente ai parametri oggetto del monitoraggio i valori rilevati nel corso del 2020 hanno assunto i seguenti valori.

Variabilità dei parametri oggetto del monitoraggio della qualità dell'aria

Parametro	Stazione di monitoraggio									
	TQA1		TQA2		TQA3		TQA4		TQA5	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
PM10 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	8,9	44	8,3	65,0	18,6	80	n.p. ^(*)		35 ^(**)	35 ^(**)
Acido solfidrico ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 1,45	< 2,07	< 2,07	< 2,07	< 2,07	< 2,07	< 2,07	58,05	< 1,45	< 2,07
Benzene ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	0,17	0,87	< 0,25	0,37	0,17	0,93	< 0,25	0,5	0,26	1,56
Toluene ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 0,27	1,96	< 0,27	1,95	0,28	1,37	< 0,27	8,16	0,57	1,52
Xileni ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 0,21	1,45	< 0,31	1,82	0,21	1,05	< 0,31	7,38	< 0,26	3,15
Cloruro di vinile monomero ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 1,68	< 1,68	< 1,68	< 1,68	< 1,68	< 1,68	< 1,68	< 1,68	< 1,68	< 1,68
Alfa-pinene ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 0,26	0,81	< 0,37	< 0,37	< 0,37	0,65	< 0,37	0,6	< 0,37	1,70

Parametro	Stazione di monitoraggio									
	TQA1		TQA2		TQA3		TQA4		TQA5	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
p-cimene ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 0,32	< 0,46	< 0,46	< 0,46	< 0,32	< 0,46	< 0,46	< 0,46	< 0,32	0,99
Limonene ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 0,32	0,84	< 0,46	< 0,46	< 0,32	0,69	< 0,46	2,02	< 0,32	2,70

n.p.⁽¹⁾: non previsto

(**): Analisi effettuata a partire da dicembre 2020

10.11.3 Valutazioni

I dati rilevati nel 2020 non evidenziano situazioni anomale o variazioni significative rispetto alla serie storica degli anni precedenti, ad eccezione di alcuni occasionali picchi di concentrazione per qualcuno dei parametri monitorati.

In particolare, analizzando le serie storiche dei dati si osserva quanto segue:

- Per il PM10 il trend nel 2020 presenta alcuni picchi in TQA2 e TQA3, con un valore medio registrato in TQA2 pari a circa 23,54 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ed in TQA3 pari a circa 43,15 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Invece in TQA1 si hanno valori più stabili, infatti il valore medio si attesta intorno ai 17,84 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Quindi le oscillazioni rilevate in TQA2 ed in TQA3 sono probabilmente dovute a temporanee operazioni di movimentazione terra e transito mezzi pesanti in prossimità delle medesime stazioni;
- Per il benzene, toluene e xileni sono sostanzialmente allineati alle rispettive serie storiche, con valori massimi dell'ordine di qualche microgrammo/metro cubo;
- Per il cloruro di vinile le concentrazioni assumono sempre valori al di sotto del LOQ mentre per le sostanze odorigene nel corso del 2020 sono stati registrati valori al di sopra del LOQ con picchi massimi di 1,70 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ per l'alfa-pinene (in TQA5), 0,99 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ per il p-cimene (in TQA5) e 2,70 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ per il limonene (in TQA5). I valori registrati rientrano nel range storico di variabilità.

Ulteriori valutazioni dei dati rilevati possono essere fatte per PM10 e benzene, in relazione ai limiti normativi fissati dal D.Lgs n° 155/10, presi come riferimento indicativo, che prevede i seguenti obiettivi:

- PM10 (FASE 1): *valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana pari a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 1° gennaio 2005. È previsto un margine di tolleranza pari al 50% del valore limite (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) all'entrata in vigore della Direttiva 90/30/CE (19/07/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005;*
- Benzene: *valore limite per la protezione della salute umana pari a 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (periodo di mediazione: anno civile) da raggiungere entro il 10 gennaio 2010. È previsto un margine di tolleranza pari al 100% del valore limite (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) all'entrata in vigore della Direttiva 2000/69 (13/12/2000). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2006 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010.*

In funzione di quanto specificato, i valori limite di riferimento assunti per il 2020 sono i seguenti:

- PM10: 50 µg/m³ (periodo di mediazione: 24 ore);
- Benzene: 5 µg/m³ (periodo di mediazione: anno civile).

Confrontando questi come valori di riferimento con i dati rilevati nel corso del 2020 per PM10 e benzene, si rileva che:

- Per il PM10 si sono verificati alcuni superamenti in TQA2 a novembre e in TQA3 ad agosto e rispettivamente pari a 65 µg/Nm³ e 80 µg/Nm³, superamenti più marcati rispetto al trend storico riconducibili probabilmente, come sopra esposto, al passaggio di automezzi nelle immediate vicinanze di tali stazioni di controllo per particolari attività lavorative svolte nel periodo;
- Per il benzene si evidenziano per tutte le stazioni monitorate nel corso del 2020 valori compresi tra il limite preso come riferimento e 1,56 µg/Nm³.

10.11.4 Quadro di sintesi

Il quadro generale che emerge dalle attività di monitoraggio svolte nell'ambito del PSC durante il 2020 evidenzia che le concentrazioni dei diversi parametri monitorati sono sostanzialmente in linea con i dati storici, a meno di locali ed occasionali picchi per polveri riconducibili ad alcune attività operative di discarica (movimenti terra, transiti più frequenti di mezzi di lavoro, ecc..). Ciò non evidenzia quindi situazioni di interferenza ad opera della discarica sull'ambiente circostante se non in occasione di specifiche attività, comunque limitate nel tempo.

Dai dati globalmente rilevati non sembra quindi che la discarica comporti localmente un impatto significativo sulla qualità dell'aria per quanto riguarda i parametri monitorati.

10.12 Monitoraggio delle fibre di amianto

10.12.1 Attività di monitoraggio eseguite e risultati analitici

Il campionamento dell'aria finalizzato al controllo delle fibre libere di amianto è effettuato nei punti di controllo TQA1-TQA3, da monitorare mensilmente a rotazione, prevedendone in particolare due ad ogni turno, per una durata di 24 ore.

Nella seguente tabella sono riportati i valori massimi e medi registrati nel corso delle attività di monitoraggio del 2020.

Risultati delle analisi chimiche per il controllo delle fibre di amianto

Stazione di monitoraggio	Valori massimi	Valori medi
	Fibre/l	
TQA1	0,84	0,3
TQA2	0,84	0,3
TQA3	0,5	0,2

Il conteggio delle fibre di amianto è stato effettuato secondo quanto specificato dall'allegato 2 parte A del D.M. 06/09/94 (metodologia MOCF), in accordo con quanto specificato nel PSC.

10.12.2 Quadro di sintesi

Analizzando la serie storica delle concentrazioni rilevate per le fibre di amianto, nel corso del 2020 si è osservato un trend stabile per le tre stazioni monitorate.

Rispetto alla situazione di allarme definita dal DM 06/09/94 e corrispondente ad un valore di concentrazione di fibre di amianto pari a 50 fibre/litro, dai risultati delle analisi di laboratorio non risultano valori significativi relativamente alla presenza delle fibre di amianto, essendo le concentrazioni rilevate sempre del limite di riferimento.

Dai risultati ottenuti non risultano valori significativi relativamente alla presenza delle fibre di amianto, come era prevedibile in relazione alle attività di smaltimento svolte in discarica.

Non sembra quindi che la discarica comporti un impatto significativo sulla qualità dell'aria per tale parametro.

10.13 Monitoraggio delle emissioni in atmosfera dai motori di recupero energetico

10.13.1 Attività di monitoraggio eseguite

CSAI è stata autorizzata all'installazione e all'esercizio dei 6 motori di recupero energetico attualmente attivi con Provvedimento dirigenziale n 223/EC del 05.12.03 e Provvedimento Dirigenziale 38/EC del 02/04/2007. Nel corso dell'anno 2013 un motore per la produzione di energia elettrica è stato dismesso in considerazione della diminuzione del quantitativo di biogas prodotto dalla discarica. I motori attualmente in esercizio sono 5, codificati nel modo seguente:

- Motore P1: TMP1;
- Motore P3: TMP3;
- Motore P4: TMP4;
- Motore PN1: TMP5;
- Motore PN2: TMP6.

Il Provvedimento Dirigenziale 48/EC e s.m.i. prescrive, in Allegato 2, di effettuare monitoraggi semestrali, a partire dalla messa a regime dell'impianto, per il controllo dei seguenti parametri:

- Polveri;
- Acido cloridrico;
- Acido fluoridrico;
- Carbonio organico totale (COT).

Nel corso delle attività di controllo svolte sono stati controllati anche i seguenti parametri fisici al fine di garantire il campionamento dei fumi in condizioni di isocinetismo, come prescritto dalle norme di riferimento:

- Pressione esterna;
- Temperatura della centralina;
- Temperatura in condotta;

- Diametro interno del camino;
- Velocità media dei fumi;
- Portata media normalizzata dei fumi;
- Portata media normalizzata secca dei fumi.

Inoltre, le emissioni dei motori sono monitorate con n. 2 Sistemi di Monitoraggio in Continuo alle Emissioni ("SME") i parametri: CO, NOx, SOx ed O2 i cui dati vengono inviati settimanalmente ad ARPAT.

10.13.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nell'attuale periodo di riferimento (2020) le campagne di autocontrollo delle emissioni sono state effettuate a:

- 18-19-20 marzo 2020 (TMP1, TMP3, TMP4, TMP5 e TMP6);
- 09 - 10 settembre 2020 (TMP1, TMP3, TMP4, TMP5 e TMP6).

I risultati delle analisi effettuate sui campioni prelevati nel corso delle diverse campagne di monitoraggio hanno evidenziato sempre valori inferiori ai limiti di emissione prescritti dall'autorizzazione all'esercizio del sistema di recupero energetico (Rif. Provvedimento Dirigenziale n. 48/EC del 14/03/2011 e s.m.i.). Il dettaglio dei risultati è riportato nelle tabelle seguenti e nei certificati allegati alla presente e periodicamente già trasmessi alle Autorità.

Risultati analitici motori TMP1, TMP3, TMP4 e TMP5 (marzo 2020)

Motore	Parametri controllati	Valore medio	Limiti prescritti
TMP1	Polveri (mg/Nm ³)	< 0.2	10
	HF (mg/Nm ³)	<0,4	2
	HCl (mg/Nm ³)	2,07	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	2,0	150
TMP3	Polveri (mg/Nm ³)	0,85	10
	HF (mg/Nm ³)	< 0,4	2
	HCl (mg/Nm ³)	2,13	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	4,4	150
TMP4	Polveri (mg/Nm ³)	1,8	10
	HF (mg/Nm ³)	<0,4	2
	HCl (mg/Nm ³)	2,04	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	8,8	150

Motore	Parametri controllati	Valore medio	Limiti prescritti
TMP5	Polveri (mg/Nm ³)	0,2	10
	HF (mg/Nm ³)	< 0,4	2
	HCl (mg/Nm ³)	3,30	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	11,3	150
TMP6	Polveri (mg/Nm ³)	0,3	10
	HF (mg/Nm ³)	<0,4	2
	HCl (mg/Nm ³)	2,04	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	8,3	150

Risultati analitici motori TMP1, TMP3, TMP4, TMP5 e TMP6 (settembre 2020)

Motore	Parametri controllati	Valore medio	Limiti prescritti
TMP1	Polveri (mg/Nm ³)	4,0	10
	HF (mg/Nm ³)	< 0.977	2
	HCl (mg/Nm ³)	< 0.977	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	19,0	150
TMP3	Polveri (mg/Nm ³)	2,0	10
	HF (mg/Nm ³)	< 0.657	2
	HCl (mg/Nm ³)	< 0.657	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	96,0	150
TMP4	Polveri (mg/Nm ³)	< 0.819	10
	HF (mg/Nm ³)	< 0.775	2
	HCl (mg/Nm ³)	< 0.775	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	141,0	150

Motore	Parametri controllati	Valore medio	Limiti prescritti
TMP5	Polveri (mg/Nm ³)	1,5	10
	HF (mg/Nm ³)	< 0,87	2
	HCl (mg/Nm ³)	1.9	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	25	150
TMP6	Polveri (mg/Nm ³)	1,3	10
	HF (mg/Nm ³)	< 0.893	2
	HCl (mg/Nm ³)	< 0.893	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	10	150

Tale situazione evidenzia, oltre ad una corretta gestione del sistema, anche la buona efficacia degli interventi migliorativi attuati negli ultimi anni da CSAI.

10.13.3 Sistema di Monitoraggio in Continuo delle Emissioni (SMCE)

In ordine alla verifica delle emissioni in atmosfera derivanti dai motori a combustione interna per la produzione di energia elettrica sono stati previsti n. 2 Sistemi di Monitoraggio in Continuo delle Emissioni (SMCE) volti al monitoraggio delle concentrazioni di CO, NO_x, SO_x, ed O₂ per i quali sono stati imposti i seguenti limiti:

Limiti emissivi riferiti a concentrazioni di O₂ pari al 5%

Parametro	Concentrazione limite	UM
CO	500	mg/Nm ³
NO _x	450	mg/Nm ³
SO _x	35	mg/Nm ³

Ai sensi del p.to 2.2 dell'Allegato VI alla Parte Quinta del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. "in caso di misure in continuo, le emissioni convogliate si considerano conformi ai limiti di emissione se nessuna delle medie di 24 ore supera i valori limite di emissione e se nessuna delle medie orarie supera i valori limite di emissione di un fattore superiore a 1,25".

Limiti emissivi riferiti a concentrazioni di O₂ pari al 5% considerato le previsioni dell'Allegato VI parte quinta del D.Lgs. 152/06

Parametro	Valori di emissione (mg/Nm ³)*	
	Orario	Giornaliero
CO	625	500
NO _x (espressi come NO ₂ totali)	562,5	450
SO _x (espressi come SO ₂)	43,75	35

Ai sensi dell'Art. 271 comma 14 del *D.Lgs. 152/06 e s.m.i.* "i valori limite di emissione si applicano ai periodi di normale funzionamento dell'impianto, intesi come i periodi in cui l'impianto è in funzione con l'esclusione dei periodi di avviamento e di arresto".

Pertanto, i limiti riportati nelle tabelle seguenti devono riferirsi alle ore di effettivo funzionamento, escludendo le ore di avvio e arresto per manutenzione e/o malfunzionamenti.

I 2 sistemi di monitoraggio delle emissioni sono composti dagli analizzatori di seguito elencati:

Composizione strumentale SMCE applicato sull'impianto da 2 MW

Parametro	Modello	N. Serie
Monossido di azoto (NO)	Siemens Ultramat 23	N1-XN-114
Monossido di carbonio (CO)	Siemens Ultramat 23	N1-XN-114
Biossido di zolfo (SO ₂)	Siemens Ultramat 6E	N1E1077
Ossigeno (O ₂)	Siemens Oxymat 6E	N1-XN-113

Composizione strumentale SMCE applicato sull'impianto da 1,8 MW

Parametro	Modello	N. Serie
Monossido di azoto (NO)	Siemens Ultramat 6	E1-132
Monossido di carbonio (CO)	Siemens Ultramat 6	E1-132
Biossido di zolfo (SO ₂)	Siemens Ultramat/Oxymat 6	E1-120
Ossigeno (O ₂)	Siemens Ultramat/Oxymat 6	E1-120

I dati riferiti alle concentrazioni rilevate dai SMCE su tutti i motori vengono inoltrate settimanalmente ad ARPAT.

I SMCE sono oggetto di manutenzione ordinaria semestrale e taratura (attività effettuate in data 20-21/04/20 e 05/10/20).

In occasione della manutenzione di aprile in data 20-23/04/20 sono state effettuate da laboratorio qualificato in possesso di accreditamento ISO 17025: verifica della linearità, calcolo dell'indice di accuratezza relativo (IAR) ed il controllo annuale di sorveglianza AST secondo la norma UNI 14181:2015. I rapporti relativi alle risultanze delle verifiche citate sono stati trasmessi agli enti di controllo con prot. 1712/20 del 11/06/20.

Come già evidenziato nella nota in parola la verifica della funzione di taratura AST e lo IAR dell'analizzatore N1-E-077 hanno dato esito negativo e si dovrà provvedere a determinare una nuova funzione di calibrazione QAL2.

In data 19/10/2019, vista la necessità di effettuare una nuova verifica sull'analizzatore SO₂ matricola N1-E-077 ma anche sull'analizzatore di NO_x matricola N1-E1-132 sottoposto ad un intervento di manutenzione con sostituzione della sorgente, è stata effettuata una nuova verifica QAL2 su tutti gli analizzatori al fine di riallineare il quadro delle verifiche periodiche.

Gli esiti delle prove e la determinazione delle nuove rette di calibrazione sono stati trasmessi con nota prot. N. 721/21 del 11/03/21

Nel corso del 2020, in attuazione al punto 2.5 dell'allegato VI alla parte V del D.Lgs 152/06 e s.m.i., CSAI ha provveduto ad informare l'autorità competente per il controllo nelle seguenti occasioni in cui le misure in continuo non sono state effettuate:

- prot. 32/2020 del 07/01/20 – completamento attività pulizia linee aspirazione gas impianto CV 1,8 MW;
- prot 525/20 del 19/02/20 – analizzatore SO₂ impianto CV da 1,8 MW per danneggiamento alla scheda madre;
- prot 900/20 del 19/03/20 – ripristino esercizio smce ;
- prot 1942/20 del 08/07/20 – analizzatore CO/NO impianto CIP6 da 2,0 MW per esaurimento sorgente;
- prot 2135/20 del 30/07/20 – ripristino esercizio smce ;
- prot 2301/20 del 07/09/20 - analizzatore CO/NO impianto CV da 1,8 MW per esaurimento sorgente;
- prot 2521/20 del 06/10/20 – ripristino esercizio smce;
- prot 3146/20 del 17/12/20 – carenza di flusso impianto CV da 1,8 MW;
- prot 3159/20 del 19/12/20 – ripristino esercizio smce;

In allegato alla presente Relazione si riportano per ciascun inquinante e ciascun motore il calcolo degli indici di disponibilità mensile delle medie orarie come definito al punto 5.5 dell'allegato VI alla parte V del D.Lgs 152/06 e smi.

Si riporta nella tabella sottostante l'estratto delle medie orarie che il sistema ha evidenziato come invalide con una breve descrizione delle motivazioni che ne sono la causa:

EMISSIONE	DATA	ORA	MOTIVO
TMP 1	07/07/2020	18-24	arresto smce - prot 1942/20
TMP3	23/04/2020	09-16	verifiche QAL2/AST
TMP4	23/04/2020	09-16	verifiche QAL2/AST
TMP4	07/07/2020	08-09	arresto smce - prot 1942/20
TMP5	06/10/2020	01-05 / 20-24	Id < 70%
TMP5	07/10/2020	01-08	Id < 70%
TMP6	06/01/2020	09-18 / 22-24	mancanza flusso sme - prot 32/2020
TMP6	07/01/2020	08-15	mancanza flusso sme - prot 32/2020
TMP6	22/04/2020	09-16	verifiche QAL2/AST
TMP6	23/04/2020	09-16	verifiche QAL2/AST

10.14 Monitoraggio degli inclinometri

10.14.1 Attività di monitoraggio eseguite

Il PSC prevede il rilievo degli inclinometri con frequenza trimestrale. CSAI ha previsto comunque di intensificare i controlli in relazione all'avanzamento delle attività di scavo, costruzione e coltivazione dei nuovi moduli di ampliamento.

Gli inclinometri previsti inizialmente dal PSC erano il TIN2, TIN3, TIN6, TIN7 e TIN8.

Tale assetto si è modificato però nel tempo sia a causa di problemi puntuali accorsi a singoli tubi inclinometrici che hanno perso, nel tempo, la propria funzionalità, sia a causa dei lavori di ampliamento della discarica o delle attività gestionali che vengono svolte nell'impianto. L'assetto del sistema di monitoraggio inclinometrico si è pertanto modificato come segue.

A fine 2007 l'inclinometro TIN6 subì un danno accidentale per schiacciamento della testa da parte di un mezzo pesante nel corso dei lavori di realizzazione della copertura finale delle sponde a monte dell'argine stesso. Il danneggiamento subito in testa dal TIN6 ne compromise la funzionalità, rendendolo inagibile a partire da luglio 2009. Tale inclinometro venne riperforato in data 12 ottobre 2010 e denominato TIN6c. Successivamente, a marzo 2012 anche TIN6c è diventato inagibile a causa di una lieve deformazione localizzata a circa 13 metri di profondità che, di fatto, ne impediva l'inserimento della sonda di misura in condizioni di sicurezza. Tale inclinometro è stato quindi nuovamente riperforato a giugno 2012 ed attualmente è denominato TIN6d.

Inoltre, da giugno 2008 il vecchio TIN8 (ubicato nell'area di monte morfologico) è inagibile a causa di una deformazione localizzata a circa 15 m di profondità dal p.c. In ogni caso la zona del TIN8 è stata interessata dall'ampliamento della discarica.

Si segnala anche che l'inclinometro TIN2 è stato dismesso a giugno 2011 a causa dei lavori di ampliamento della discarica.

Infine, a ottobre 2014 è stato realizzato il TIN7a in sostituzione del TIN7 che è stato dismesso.

L'inclinometro TIN3 (ubicato nella zona Nord Est della discarica) risulta inagibile in quanto anche esso si trovava in zona di ampliamento su un'area funzionale alla circolazione dei veicoli e mezzi d'opera. A seguito dei lavori di ampliamento del 2011 la morfologia locale di quell'area è variata rendendo superfluo il continuo monitoraggio dell'inclinometro reso peraltro inagibile dalle continue attività gestionali.

Allo stato attuale, nelle zone Nord e Nord-Est della discarica non sono più presenti inclinometri per le misure di stabilità in quanto dismessi a causa dei lavori di ampliamento della discarica.

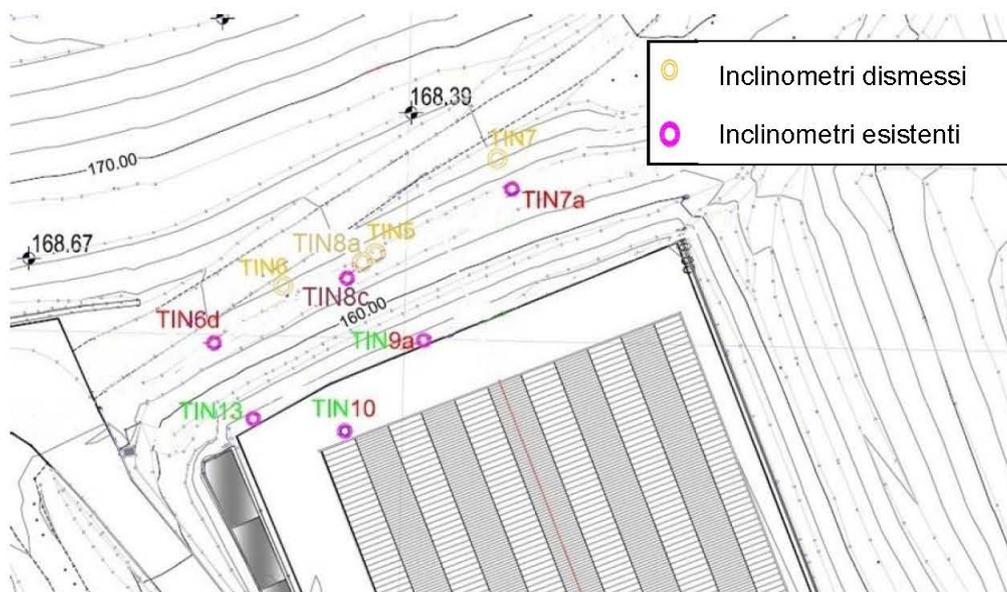
Come riportato nel PSC allegato all'AIA 48/EC del 14/03/2011, non si prevede la futura riperforazione di TIN2, TIN8 e del TIN3 (tutti nella zona di monte morfologico), in quanto le aree a monte dell'impianto verranno risagomate e migliorate dal punto di vista della stabilità grazie agli interventi previsti dall'ampliamento stesso.

Le misure inclinometriche previste da PSC vengono pertanto effettuate sugli inclinometri TIN6d e TIN7a, collocati nel corpo arginale di valle deputato alla chiusura delle vasche di smaltimento rifiuti relative all'ampliamento autorizzato nel 2003.

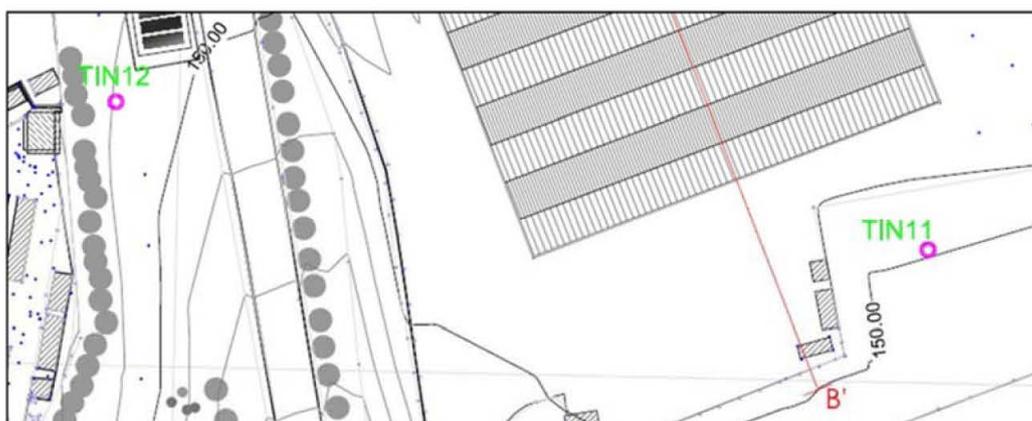
Inoltre, anche se non previsti da PSC, il Gestore esegue monitoraggi addizionali nei tubi denominati:

- TIN8c (monitorato a partire da luglio 2017 in sostituzione del TIN8a il cui tubo inclinometrico si era interrotto a novembre 2016 probabilmente a causa di una eccessiva distorsione subita dal tubo stesso già in fase di installazione), TIN9a, TIN10, monitorati da Golder e commentati nella presente relazione;
- TIN11, TIN12 e TIN13 monitorati da Sinergia S.r.l. e oggetto di valutazione dettagliata in un report separato riportato in Appendice 8.

Nelle due immagini seguenti sono mostrate le ubicazioni di tali inclinometri:



Ubicazione inclinometri area a Nord impianto di trattamento rifiuti



Ubicazione inclinometri area a Sud-Ovest impianto di trattamento rifiuti

Le misure sono state eseguite con sonda amovibile servoaccelerometrica biassiale modello Slope Indicator 50302510, le cui caratteristiche tecniche sono riportate nella tabella seguente.

Caratteristiche tecniche della sonda inclinometrica	
Modello	Slope Indicator 50302510
Interasse rotelle	500 mm
Campo di misura	$\pm 35^\circ$ dalla verticale°
Risoluzione	0.02 mm per 500 mm
Ripetibilità	± 0.01 % FS
Linearità	± 0.02 % FS
Sensibilità	1.000 ± 0.001
Fattore di Rotazione	± 0.0045
Accuratezza	± 6 mm per 25 m
Minimo raggio di curvatura	2.2 m per il recupero; 4.5 m per la misura

Caratteristiche tecniche della sonda inclinometrica	
Campo di temperatura	Da -20 a +50 °C
Coefficiente di temperatura	0.005 % FS per °C
Lunghezza	653 mm
Diametro	25.4 mm
Peso	1.8 kg
Materiale	Acciaio inox

Sul corpo della sonda sono montate due coppie parallele di rotelle complanari che consentono alla stessa di scorrere lungo le scanalature del tubo inclinometrico.

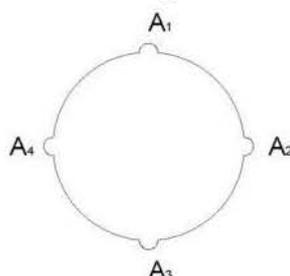
All'interno del cilindro in acciaio sono installati due sensori servoaccelerometrici che misurano l'inclinazione della sonda lungo due piani tra loro ortogonali:

- Uno rileva l'angolo nel piano delle rotelle (avente asse A1/A3) (vedi schema seguente);
- Uno rileva l'angolo nel piano perpendicolare al precedente (avente asse A2/A4).

La sonda inclinometrica è collegata, tramite un cavo elettrico metrato, ad una unità di lettura esterna che permette di visualizzare e di memorizzare le misure, archiviandole in file utilizzabili per l'elaborazione.

Nel caso specifico, i tubi inclinometrici sono stati rilevati con la sonda amovibile biassiale con letture su quattro guide (A1/A3, A3/A1, A2/A4, A4/A2 – vedi schema seguente) eseguite ogni 0,5 m di profondità.

Schema della numerazione guide tubo inclinometrico



In questo modo è possibile osservare i movimenti dei tubi inclinometrici e quindi del terreno.

Il rilievo prevede le seguenti fasi:

- Inserimento della sonda nel tubo, lungo le guide A1/A3, fino alla quota più profonda di misura;
- Attesa del tempo necessario affinché la misura si stabilizzi e memorizzazione della stessa;
- Recupero della sonda fino a bocca foro con stop regolarmente intervallati (nel nostro rilievo ogni 0,5 m) e relativa misura;
- Ripetizione delle operazioni sopra elencate lungo le altre guide: A3/A1, A2/A4, A4/A2.

In generale l'elaborazione delle misure inclinometriche necessita di considerare come punto fisso il fondo del tubo o la sua testa.

Nel caso in esame l'elaborazione delle misure è stata svolta ipotizzando il fondo foro fermo.

Per i tubi inclinometrici attualmente esistenti e funzionali sono stati elaborati i seguenti grafici riportati in Appendice 3:

- Componente est della deviazione relativa;
- Componente nord della deviazione relativa;
- Risultante della deviazione relativa;
- Diagramma polare.

I risultati dei rilievi di campo sono riportati in forma grafica nell'Appendice 3.

Come detto, per avere un quadro più completo delle deformazioni misurate attraverso la periodica lettura degli inclinometri, viene rilevata topograficamente la testa dei tubi stessi.

10.14.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nell'attuale periodo di riferimento le campagne di monitoraggio sono state effettuate nelle date indicate nella tabella seguente:

Date dei sopralluoghi					
Data	TIN6d	TIN7a	TIN8c	TIN9a	TIN10
30/01/2020	X	X	X	X	X
20/02/2020	X	X	X	X	X
24/03/2020	X	X	X	X	X
27/04/2020	X	X	X	X	X
27/05/2020	X	X	X	X	X
26/06/2020	X	X	X	X	X
04/08/2020	X	X	X	X	X
17/08/2020	X	X	X	X	X
23/09/2020	X	X	X	X	X
26/10/2020	X	X	X	X	X
23/11/2020	X	X	X	X	X

Nel mese di dicembre la campagna di monitoraggio non è stata eseguita perché la sonda inclinometrica era in manutenzione.

Dalle elaborazioni grafiche dei dati rilevati nel 2020 si può osservare quanto segue.

- TIN6d: nel complesso le deformazioni dell'inclinometro nell'anno appaiono ridotte e modeste, con velocità medie di deformazione di poco superiori al millimetro/mese solo nei primi 50-100 cm. Per le altre profondità indagate invece la velocità di deformazione risulta inferiore. Nel tempo le deformazioni appaiono in diminuzione. Al di sotto dei 18 m non si osservano scostamenti apprezzabili tra i rilievi. Per il 2020 si conferma il trend registrato nel 2019.
- TIN7a: tale inclinometro, ubicato sull'argine di fondo valle in sostituzione del TIN7, mostra la presenza di modeste deformazioni lungo la verticale, con valori comunque molto contenuti e scostamenti trascurabili rispetto ai monitoraggi precedenti. In particolare, gli scostamenti più apprezzabili in valore assoluto (dalla lettura di "zero") rispetto alla verticale si registrano nella porzione superficiale del tubo (primi 6-7 m). Nel complesso le deformazioni risultano ridotte e piuttosto modeste fino a circa 10 m, annullandosi nella porzione più profonda del tubo inclinometrico. La velocità media di deformazione registrata risulta inferiore al millimetro/mese già a profondità di 0,5 m dal piano campagna. In media, nel corso del 2020, si evidenziano tassi di deformazione di pochi decimi di millimetro/mese tra 3 m e 6 m dal p.c. Per quanto riguarda la situazione a maggiore profondità si confermano valori deformativi nel complesso stabili e trascurabili.
- TIN8c: tale inclinometro è ubicato sull'argine di fondo valle, è stato realizzato a luglio 2017 in sostituzione del TIN8a la cui ultima lettura utile risale a settembre 2016. Le misure inclinometriche effettuate nel corso del 2020 mostrano una diminuzione della deformazione rispetto al 2019, gli scostamenti più apprezzabili in valore assoluto (dalla lettura di "zero") rispetto alla verticale si registrano nella porzione superficiale del tubo (primi 2 m). Per quanto riguarda la situazione a maggiore profondità si confermano valori deformativi nel complesso stabili e trascurabili.
- TIN9a: tale inclinometro è ubicato al piede dell'argine ed è stato realizzato nel 2012 in sostituzione del TIN9. Tra l'agosto 2012 e l'agosto 2013, appaiono assestamenti del corpo arginale fino a circa 5 metri dal p.c., in corrispondenza del piano di imposta della fondazione. I tassi di deformazione in questo periodo sono inferiori al millimetro/mese. Successivamente, e sino ad oggi, tali dinamiche risultano in progressiva stabilizzazione/riduzione (gennaio-dicembre 2020) arrivando a deformazioni pressoché irrilevanti.
- TIN10: tale inclinometro è ubicato a ridosso del capannone dell'impianto TB di trattamento ed è stato realizzato nel 2007. Le periodiche letture mostrano una lieve deformazione a circa 14-15 metri di profondità da p.c., solo all'inizio delle attività di monitoraggio (agosto 2007-marzo 2008). Per il resto il tubo inclinometrico non registra alcuna attività deformativa apprezzabile.

Gli inclinometri TIN11, TIN12 e TIN13 evidenziano che non vi sono deformazioni apprezzabili. Per ulteriori approfondimenti si rimanda ai contenuti della Relazione Tecnica in Appendice 8.

10.14.3 Quadro di sintesi

Dall'esame globale dei dati e delle informazioni disponibili emerge che l'evoluzione temporale dei fenomeni è in attenuazione.

I monitoraggi periodici continuano ad evidenziare deformazioni con evoluzione estremamente lenta e con velocità di deformazione tendenzialmente costanti con alternanze di periodi di sostanziale stasi e periodi di ripresa delle deformazioni pur rimanendo nell'ordine dei millimetri/anno. Per il TIN6d, TIN8a e TIN9a, con uno storico consolidato ormai riferito a diversi anni, i tassi di deformazione e le velocità non evidenziano valori apprezzabili. Si tratta sempre di fenomeni di deformazione articolati, al netto delle derive superficiali riscontrabili dipendenti da fattori di interferenza locali.

Il TIN10 continua a non mostrare dinamiche deformative apprezzabili.

L'implementazione recente di ulteriori presidi di controllo estesi ad un intorno significativo di potenziale influenza a valle della struttura arginale, ha consentito di raccogliere utili informazioni su eventuali dinamiche deformative entro i nuovi presidi TIN11, TIN12 e TIN13. Come evidenziato dopo cinque anni di monitoraggi, non si segnalano movimenti di una qualche significatività: i primi due inclinometri, sempre al netto di derive superficiali e problematiche legate ad un completamento non corretto, risultando sostanzialmente stabili. TIN13 manifesta qualche segnale di movimento ancora tuttavia di scarsissima entità dimensionale. Per questo occorrerà valutarne l'evoluzione nel medio e lungo termine. Nel secondo semestre del 2018 è emerso un fenomeno deformativo superficiale nell'intorno tra i 4 ed i 5 m di profondità da p.c. con tassi di deformazione di circa 0.40 mm/mese, calcolato sul periodo 2017/2018 e tassi deformativi trascurabili per l'attività ai 12 m di profondità da p.d.c. Il primo semestre del 2019 ha registrato un'inversione della tendenza nell'intorno dei 4 m di profondità da p.d.c. con tassi di deformazione di circa 0.12 mm/mese calcolato sugli ultimi 12 mesi. Nel secondo semestre del 2019 si registra una ripresa della deformazione con tassi di circa 0.38 mm/mese calcolato negli ultimi 12 mesi. Durante il primo semestre del 2020 si evidenzia una frenata della deformazione con un periodo di stasi deformativa probabilmente legato alla carenza di precipitazioni rilevate durante i primi mesi del 2020. Gli ultimi sei mesi del 2020 mostrano invece una graduale ma lieve ripresa della deformazione intorno ai 5 metri. In profondità non risulta nessun fenomeno deformativo in atto confermando quanto già emerso nei report precedenti.

Alla luce delle valutazioni sopra esposte, si continuano a non apprezzare situazioni di rischio imminente per la stabilità dell'argine e, allo stato attuale, non sembra che i fenomeni in atto abbiano ripercussioni sulle strutture poste a valle, (capannone TB);

Si ricorda che l'argine, essendo un'opera flessibile, grazie soprattutto alla presenza delle geogriglie, è in grado di assorbire deformazioni importanti (come quelle che già sono avvenute), e che continueranno verosimilmente ad avvenire (secondo le velocità attuali) nel corso dei prossimi anni di gestione e post-gestione. Ad oggi e per l'ultimo semestre, si osserva un generale rallentamento ed attenuazione dei trend deformativi che, seppur assai ridotti, negli ultimi anni, continuavano a manifestarsi con una certa regolarità.

In ragione di ciò la Committenza ha inteso, nel primo semestre del 2020, diminuire la frequenza dei monitoraggi inclinometrici e piezometrici, che, per quanto attiene le attività di nostra competenza, sono state e saranno condotte trimestralmente sino a nuovi aggiornamenti e direttive.

La presenza della rete di monitoraggio, nonostante la riduzione delle misure inclinometriche, consente di mantenere un sufficiente livello di informazioni, sul comportamento delle strutture in elevato e valutare tutte le eventuali possibili correlazioni tra i fenomeni registrati e le ripercussioni non solamente sulla stabilità della struttura ma anche sull'integrità dei materiali e delle infrastrutture presenti.

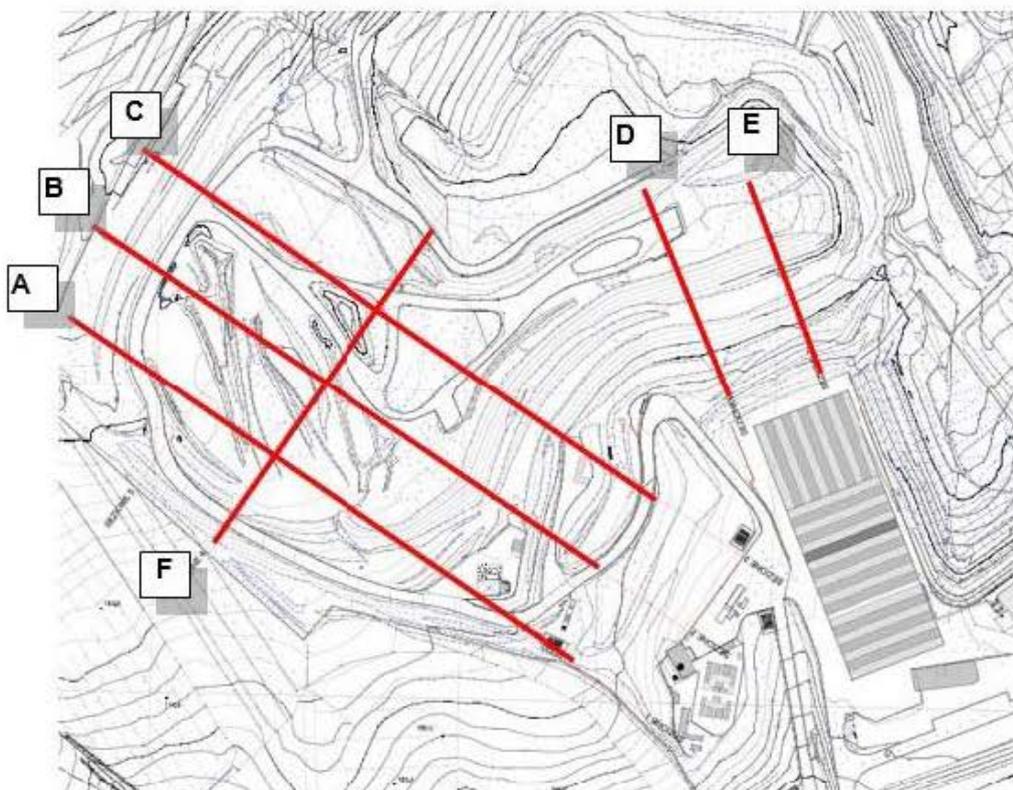
10.15 Assestamenti del corpo discarica

10.15.1 Risultati

Per il monitoraggio degli assestamenti della discarica già coltivata sono state previste in tutto undici sezioni, di cui cinque sulla vecchia discarica e due sulla zona in ampliamento.

Nella seguente figura è riportato uno schema planimetrico di alcune di tali direttrici (evidenziate in colore rosso), utilizzate nella presente relazione per valutare i cedimenti del corpo discarica.

Direttrici per il controllo degli assestamenti della discarica



Nella seguente tabella sono riportati i cedimenti massimi e minimi registrati nel corso del 2020 rispetto a quanto rilevato nel 2019.

Cedimenti massimi e minimi nel 2020

Cedimenti	Dir A (m)	Dir B (m)	Dir C (m)	Dir D (m)	Dir E (m)	Dir F (m)
Max.	0,80	0,82	1,30	1,00	0,85	1,00
Min.	0	0	0	0	0	0

10.15.2 Sintesi

Come evidenziato nella tabella "Cedimenti massimi e minimi nel 2020" i cedimenti maggiori si sono registrati lungo le direttrici C, D ed F.

Le altre sezioni sono quelle tracciate nella zona di discarica coltivata fino a dicembre 2003 (vecchia discarica).

Per quanto riguarda invece i cedimenti minimi osservati, tali valori sono stati riscontrati lungo le sezioni che interessano le porzioni di discarica più vecchia, dove gli assestamenti decrescono in funzione del tempo.

Per il monitoraggio degli assestamenti della discarica già coltivata sono state previste in tutto undici sezioni, di cui cinque sulla vecchia discarica e due sulla zona in ampliamento.

10.16 Dati meteo climatici

A servizio della discarica è stata installata una nuova centralina meteo climatica a settembre 2008.

I dati meteorologici registrati sono in particolare:

- Precipitazioni;
- Temperatura;
- Direzione e velocità del vento;
- Umidità atmosferica;
- Radiazione totale.

Il gestore, dopo l'installazione della stazione di rilevamento, ha stipulato una convenzione con l'ARSIA ("Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel Settore Agricolo-forestale"), organismo tecnico operativo della Regione Toscana, che gestisce l'archivio dei dati meteorologici in parte del territorio regionale ai fini dell'elaborazione e diffusione degli stessi verso terzi.

I dati registrati dalla centralina vengono quindi archiviati sia dal CFR sia dal gestore, che li conserva, come richiesto dal D.Lgs. 36/03, presso l'impianto.

11.0 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nella presente relazione è stata analizzata la situazione della discarica Casa Rota situata sulla S.P. 7 di Piantravigne, nel Comune di Terranuova Bracciolini (AR), in merito alle attività previste dal Piano di Sorveglianza e Controllo (PSC), attivato operativamente a dicembre 2003.

L'autorizzazione vigente per l'esercizio della discarica Casa Rota è il **Provvedimento Dirigenziale n. 48/EC del 14/03/11** e successive modificazioni, la quale costituisce Autorizzazione Integrata Ambientale ("AIA") ai sensi del D.Lgs. 59/2005, e con cui è stato aggiornato il precedente atto autorizzativo. Tale provvedimento, oltre ad alcune prescrizioni specifiche, prevede anche la presentazione della presente relazione entro il **31 marzo di ogni anno**.

Nella seguente tabella si riporta la sintesi dei dati e delle informazioni con riferimento al 2020 per i comparti inerenti la gestione, costruzione e monitoraggio della discarica. Nell'ultima colonna viene riportato, per ogni comparto, il paragrafo di riferimento per le informazioni di dettaglio.

GESTIONE			
Comparto	Stato/Valore	Note	Rif. par.
Situazione amministrativa	Ben definita, conforme alla normativa ed all'AIA	-	4.0
Rifiuti conferiti (smaltiti + recuperati)	200.518,24 t	Anno 2020	8.2
Rifiuti smaltiti	193.548,36 t	Anno 2020	8.2
Rifiuti recuperati	6.970 t	Anno 2020	8.2
Conferimento medio	258.438 t/a	Periodo 1999-2020	8.2
Volume netto occupato dai rifiuti	5.141.139m ³	Periodo 1999-2020	8.8
Densità media	1,16 t/m ³	Periodo 1999-2020	8.8
Volume residuo	146.629 m ³	Riferito al 31.12.2020	8.8
Conferimento medio	220.202 m ³ /anno	Periodo 1999-2020	8.8
Durata residua presunta discarica	Indicativamente fino al 2021	-	8.8
Controlli sui rifiuti conferiti	Effettuati in conformità con il PGO e il DM 27/09/10	Conformità dei controlli effettuati	8.3

GESTIONE				
Comparto	Stato/Valore		Note	Rif. par.
Percolato prodotto	33.558t		Anno 2020	8.4
	93,1 t/giorno		Produzione media 2020	
Funzionalità sistema estrazione biogas	Continuità di servizio media	TCE1: 99,81%	Anno 2020	8.6
		TCE2: 99,8%		
Biogas captato	TCE1: circa 6.572.246 m ³		Anno 2020	8.6
	TCE2: circa 5.654.213 m ³			
	Biogas a basso contenuto di metano e torcia mobile: circa 1.039.712 m ³		Anno 2020	8.6
Energia prodotta	21.377 MWh		Anno 2020	8.7
Potenza media	1.781,5 kW		Anno 2020	8.7

COSTRUZIONE				
Comparto	Stato/Valore		Note	Rif. par.
Morfologia della discarica	Verifiche puntuali hanno evidenziato la conformità delle quote e delle pendenze ai valori di progetto		-	9.2

MONITORAGGIO			
Comparto	Stato/Valore	Note	Rif. par.
Acque sotterranee	<p>Da quanto emerso dai controlli effettuati nel corso del 2020 si rileva che la qualità delle acque sotterranee nell'area indagata appare pressoché omogenea con presenza diffusa, nelle circolazioni di fondovalle, sia monte che a valle idraulica rispetto alla discarica, e anche a distanza da quest'ultima, di alcuni parametri riscontrati in concentrazione più o meno elevata quali ferro, manganese, arsenico, cloruri, TOC e ammoniaca.</p> <p>Per quanto riguarda i metalli, la caratterizzazione mineralogica dei terreni e la modellazione effettuata con uno specifico software di analisi nell'ambito delle indagini di approfondimento del 2008 hanno confermato l'esistenza di fenomeni naturali di scambio per i quali il terreno tende a cedere metalli alle acque, arricchendole in concentrazione. Le analisi del PSC del 2020 tendono a confermare tale situazione, avendo rilevato in maniera diffusa la presenza di metalli.</p> <p>L'origine dell'ammoniaca, è invece imputabile a diversi fattori, tra cui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presenza di torbe e ligniti nel sottosuolo che possono causare la formazione di ammoniaca in concentrazioni elevate (processo di ammonificazione); • La concimazione dei suoli in ambito agricolo (composti dell'azoto e dello zolfo); • Fenomeni correlati con l'esistenza di specifiche attività antropiche locali (ad es. allevamenti); • Le aree ubicate intorno alla discarica non risultano servite da fognatura pubblica strutturata, ma dotate di fosse biologiche che molto probabilmente interferiscono con l'ambiente idrico sotterraneo, sia superficiale che profondo; 	<p><i>Il complesso dei dati acquisiti nel corso del 2020 durante i controlli effettuati sull'ambiente idrico sotterraneo ha confermato le conclusioni già sviluppate nella relazione delle indagini di approfondimento del 2008, ossia che la presenza di alcuni parametri chimici rilevati nelle acque sotterranee non risultano ascrivibili alla presenza della discarica, bensì a cause esterne, naturali o antropiche. I dati, infatti, hanno evidenziato che alcuni parametri chimici rilevati in concentrazioni significative nelle circolazioni di fondovalle, sono presenti sia a monte che a valle idraulica (ferro, manganese, arsenico, cloruri e ammoniaca).</i></p> <p><i>In particolare, le analisi condotte sui piezometri di monte idraulico realizzati nel corso del 2011 hanno confermato la presenza diffusa di tali parametri nell'area vasta della discarica.</i></p> <p><u>Il complesso dei dati acquisiti non evidenzia quindi fenomeni di interferenza della discarica sulle acque sotterranee</u>, ed in particolare sulle tre circolazioni di fondovalle, che rappresentano localmente le uniche circolazioni propriamente dette, per i quali invece si ipotizza l'esistenza di fenomeni di interferenza ad opera di attività antropiche locali e/o fattori naturali, comunque esterni alla discarica.</p> <p><i>Tale considerazione è supportata anche dall'assetto stratigrafico locale in cui è inserita la discarica (substrato argilloso esteso e profondo) e</i></p>	10.2

	<ul style="list-style-type: none"> • L'esistenza di pozzi privati di approvvigionamento idrico, potenziali vie di comunicazione tra la superficie e le acque sotterranee superficiali e profonde. <p>Per alcuni parametri si è riscontrato il superamento della CSC di riferimento del DLgs 152/06 nelle circolazioni di fondovalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ferro, manganese: sia a monte che a valle idraulica; • Arsenico: prevalentemente a monte idraulico nella circolazione semiconfinata ed in quella confinata. <p>Per quanto attiene ai solventi clorurati, nel 2020 per alcuni piezometri si registrano concentrazioni in alcuni casi superiori al limite di rilevanza strumentale ma comunque inferiori alle rispettive CSC, sia a monte che a valle.</p> <p>Solo nei pozzi N7(i) ed N7(s) si evidenziano lievi superamenti della CSC per tetracloroetilene con concentrazioni comprese tra 1,77 µg/l e 2,03 µg/l in N7(i) e tra 1,25 µg/l e 3,11 µg/l in N7(s) a fronte di una CSC di 1,1 µg/l. Si ricorda che N7(s) ed N7(i) sono sostitutivi del vecchio TPZ15, in cui storicamente è stata rilevata presenza di tetracloroetilene, senza alcuna relazione con la discarica.</p>	<p><i>dal regime idrogeologico locale (assenza di falda nell'area collinare degli invasi).</i></p> <p><i>Anche le analisi isotopiche condotte tra il 2018 e il 2019 (deuterio, ossigeno-18, trizio e carbonio-13) e i vari approfondimenti idrogeologici effettuati dal 2011 hanno evidenziato e confermato l'assenza di impatto sull'ambiente idrico sotterraneo ad opera della discarica.</i></p> <p><i>Tali concetti sono stati avvalorati e confermati durante la Conferenza dei Servizi del 28/07/2015. In tale occasione, ARPAT ha infatti indicato che valori elevati di metalli e metalloidi sono stati riscontrati anche nei piezometri a monte idraulico della discarica. Inoltre, la Conferenza citata ha indicato che non devono essere attivati specifici procedimenti, tenuto conto anche della serie storica dei risultati analitici e delle migliori gestionali conseguenti agli esiti della Conferenza dei Servizi tenutasi in data 27/07/2015.</i></p>	
Acque meteoriche	<p>Non si evidenziano particolari anomalie nei parametri chimici monitorati, a meno di qualche eccezione. Si rileva la presenza di solidi sospesi nel mese di aprile e agosto 2020 nelle tre stazioni di monitoraggio (TAM1, TAM2 e TAM3), ma i valori rilevati nei successivi campionamenti risultano tutti al di sotto della soglia di riferimento tabellare.</p> <p>In relazione all'obiettivo specifico previsto dal PSC per il monitoraggio delle acque meteoriche, ossia "per individuare un'eventuale impatto sulle acque, che può essere causato da acque di pioggia direttamente contaminate per contatto con il</p>	-	10.3

	<p><i>corpo dei rifiuti</i>", dai risultati analitici di laboratorio dei campionamenti eseguiti nel corso del 2020 <u>non si evidenziano valori anomali dei parametri che possono indicare fenomeni di interferenza/contatto tra il corpo rifiuti e le acque meteoriche.</u></p>		
Acque meteoriche dilavanti	<p>Sono state effettuate analisi delle acque meteoriche dilavanti nei mesi di aprile, agosto, ottobre e dicembre 2020. Si evidenzia presenza di solidi sospesi, nel mese di aprile, agosto e ottobre, del BOD5 nel mese di aprile e dell'alluminio nel mese di gennaio.</p>	-	10.4
Acque superficiali del Riofi	<p>I parametri monitorati non evidenziano anomalie né differenze di concentrazioni apprezzabili tra monte e valle, ad indicazione dell'assenza di interferenza da parte della discarica sulle acque del Torrente.</p> <p>Dai dati rilevati non sembrano quindi emergere fenomeni di impatto della discarica sulla qualità delle acque superficiali del Torrente Riofi per quanto riguarda il complesso dei parametri monitorati.</p>	-	10.5
Sedimenti di fondo del Riofi	<p>Il monitoraggio condotto nel corso del 2020 ha evidenziato significative concentrazioni di alluminio, ferro e manganese all'interno dei sedimenti di fondo del Riofi, sia nelle stazioni di monte che a valle, confermando i dati storici.</p> <p>Per quanto riguarda l'andamento delle concentrazioni nel tempo nei tre punti di controllo, le analisi effettuate non evidenziano un fenomeno di accumulo di contaminanti all'interno della matrice analizzata.</p> <p>Per quanto riguarda i saggi di tossicità, non si rilevano valori che possano evidenziare effetti tossici rilevanti in TAF1, TAF2 e TAF4.</p> <p>In generale, dai dati globalmente rilevati, non sembra che la presenza della discarica interferisca con la qualità dei sedimenti di fondo del Torrente Riofi, né si rileva un</p>	<p><i>La presenza di metalli nei sedimenti è ascrivibile alle caratteristiche mineralogiche dei terreni locali, che presentano un elevato tenore di tali parametri, come emerso dalle analisi effettuate nell'ambito degli approfondimenti del 2008.</i></p>	10.6

	fenomeno di accumulo delle sostanze monitorate tra monte e valle.		
MacrOper Riofi	<p>Il monitoraggio è stato svolto attraverso il metodo del multi-habitat proporzionale con sistema MacrOper in linea con le richieste della Direttiva Quadro delle acque. Sulla scorta dei dati raccolti nel corso delle due campagne di monitoraggio effettuate nei mesi di febbraio e giugno 2020, si evidenzia una forte instabilità del torrente Riofi aggravata dalle modificazioni morfologiche che ha subito nel corso degli ultimi periodi e probabilmente amplificata nelle stagioni più difficili in cui si verificano eventi di siccità o brusche variazioni di portata.</p> <p>Lo stato ecologico attuale del corso d'acqua evidenzia la vulnerabilità del corso fluviale che risulta particolarmente soggetto all'azione dei fattori meteorologici e ambientali.</p> <p>Lo stato di qualità del corso d'acqua è omogeneo tra monte e valle.</p> <p>Non emergono quindi segnali di interferenza ad opera della discarica.</p>	-	10.7
Percolato	Da tale confronto è risultato che il percolato ha generalmente una composizione chimica pressoché intermedia tra quella che si ha tipicamente per una discarica nuova (in cui prevale la prima fase acidogenica) ed una vecchia (in cui prevale la seconda fase metanogenica).	<i>I valori di concentrazione dei parametri chimici indagati per il percolato non hanno evidenziato situazioni e/o variazioni anomale.</i>	10.8
Biogas	Nel corso del presente periodo di osservazione, le concentrazioni di metano presentano un trend generalmente stabile, con alcune lievi oscillazioni nel corso dell'anno, ma comunque su valori intorno al 48,5% in TCE1 e al 49,2% in TCE2. In maniera analoga le concentrazioni di anidride carbonica presentano un trend generalmente stabile con valori intorno al 35,8%. Le concentrazioni di	<i>Per entrambi gli impianti il trend è stabile con minime oscillazioni dei dati rilevati in campo.</i>	10.9

	ossigeno sono pressoché stabili con minime oscillazioni periodiche.		
	<p>Parametri chimici di laboratorio stabili per polveri, idrogeno e mercaptani.</p> <p>Oscillazioni per ammoniaca, acido solfidrico e idrocarburi non metanici</p>	<i>Le oscillazioni riscontrate potrebbero essere riconducibili a condizioni locali di biodegradazione, differente tipologia dei rifiuti smaltiti, condizioni al contorno</i>	
Qualità dell'aria	<p>Non si evidenziano situazioni anomale o variazioni significative rispetto alle serie storiche dei parametri monitorati.</p> <p>Occasionali superamenti del valore preso a riferimento per il PM10, pari a 50 µg/Nm3 (Rif. D.Lgs. n° 155/10).</p> <p>Infatti, il PM10 presenta alcune oscillazioni in TQA2 e TQA3, con il valore massimo pari a 80,0 µg/Nm3 registrato in TQA3.</p> <p>Le oscillazioni rilevate in TQA2 ed in TQA3 sono probabilmente dovute a temporanee operazioni di movimentazione terra e transito mezzi pesanti in prossimità delle medesime stazioni.</p>	<i>Le lievi oscillazioni registrate sporadicamente per alcuni parametri nelle diverse stazioni di controllo previste dal PSC intorno alla discarica appaiono correlate con le attività di costruzione della discarica (transito mezzi pesanti, movimenti terra, ecc.)</i>	10.11
Fibre di amianto	Non risultano concentrazioni significative delle fibre di amianto	-	10.12
Emissioni dal sistema di recupero energetico	Per i vari parametri monitorati nelle diverse campagne di controllo del 2020 i valori medi sono inferiori ai limiti prescritti.	<i>I controlli effettuati in merito alle emissioni in atmosfera evidenziano una corretta gestione del sistema di recupero energetico e, più in generale della rete di estrazione del biogas e dei relativi sistemi di trattamento prima dell'invio ai motori di recupero energetico.</i>	10.13
Inclinometri	TIN6d: nel complesso le deformazioni dell'inclinometro nell'anno appaiono ridotte e modeste, con velocità medie di deformazione di poco superiori al millimetro/mese solo nei primi 50-100 cm. Per le altre profondità indagate invece la velocità di deformazione	<i>Le deformazioni incrementali registrate non appaiono significative. Confrontando le deformazioni del 2019 rispetto a quelle registrate negli anni</i>	10.14

	<p>risulta inferiore. Al di sotto dei 18 m non si osservano deformazioni apprezzabili. Per il 2020 si conferma il trend registrato nel 2019.</p> <p>TIN7a: tale inclinometro, ubicato sull'argine di fondo valle in sostituzione del TIN7, mostra la presenza di modeste deformazioni lungo la verticale, con valori comunque molto contenuti e scostamenti trascurabili rispetto ai monitoraggi precedenti. In particolare, gli scostamenti più apprezzabili in valore assoluto (dalla lettura di "zero") rispetto alla verticale si registrano nella porzione superficiale del tubo (primi 6-7 m). Nel complesso le deformazioni risultano ridotte e piuttosto modeste fino a circa 10 m, annullandosi nella porzione più profonda del tubo inclinometrico. La velocità media di deformazione registrata risulta inferiore al millimetro/mese già a profondità di 0,5 m dal piano campagna.</p> <p>TIN8c: tale inclinometro è ubicato sull'argine di fondo valle, è stato realizzato a luglio 2017 in sostituzione del TIN8a la cui ultima lettura utile risale a settembre 2016. Le misure inclinometriche effettuate nel corso del 2020 mostrano una diminuzione della deformazione rispetto al 2019, gli scostamenti più apprezzabili in valore assoluto (dalla lettura di "zero") rispetto alla verticale si registrano nella porzione superficiale del tubo (primi 2 m). Per quanto riguarda la situazione a maggiore profondità si confermano valori deformativi nel complesso stabili e trascurabili.</p> <p>TIN9a: tale inclinometro è ubicato al piede dell'argine ed è stato realizzato nel 2012 in sostituzione del TIN9. Tra l'agosto 2012 e l'agosto 2013, appaiono assestamenti del corpo arginale fino a circa 5 metri dal p.c., in corrispondenza del piano di imposta della fondazione. I tassi di deformazione in questo periodo sono inferiori al millimetro/mese. Successivamente, e sino ad oggi, tali dinamiche risultano in progressiva stabilizzazione/riduzione (gennaio-dicembre</p>	<p><i>precedenti, si osserva una generale riduzione dell'entità delle deformazioni nel tempo.</i></p> <p><i>Comunque, sulla base dei dati disponibili il gestore, al fine di mantenere adeguate misure di controllo in relazione ai movimenti registrati nel tempo ed eseguire un controllo più sistematico della stabilità locale, ha ritenuto di proseguire il monitoraggio degli inclinometri con maggiore frequenza rispetto a quella trimestrale prevista dal PSC.</i></p>	
--	--	---	--

	<p>2020) arrivando a deformazioni pressoché irrilevanti.</p> <p>TIN10: tale inclinometro è ubicato a ridosso del capannone dell'impianto TB di trattamento ed è stato realizzato nel 2007. Le periodiche letture mostrano una lieve deformazione a circa 14-15 metri di profondità da p.c., solo all'inizio delle attività di monitoraggio (agosto 2007-marzo 2008). Per il resto il tubo inclinometrico non registra alcuna attività deformativa apprezzabile.</p>		
--	---	--	--

La prossima relazione annuale è prevista entro marzo 2022.

Pagina delle firme

Golder Associates S.r.l.

firmato in originale

Vito Bretti
Project Manager

Andrea Scalabrin
Project Director

ASC/VBR/afa

C.F. e P.IVA 03674811009
Registro Imprese Torino
R.E.A. Torino n. TO-938498
Capitale sociale Euro 105.200,00 i.v.
Società soggetta a direzione e coordinamento di Enterra Holding Ltd. ex art. 2497 c.c.