

COMUNE DI OZIERI

PROVINCIA DI SASSARI



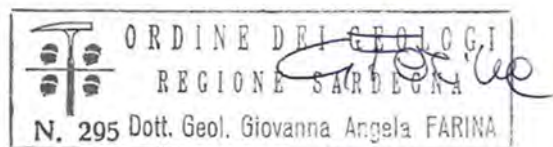
REPORT INTERMEDIO INDAGINI PRIMO MODULO

Committente

CHILIVANI AMBIENTE SPA

IL Tecnico

Dott. Geol. Farina Giovanna



Giugno 2024

INDICE

2	PREMESSA.....	2
2.1	PREMESSA ALLA RICHIESTA DI REALIZZAZIONE DI UN PRESIDIO DI EMUNGIMENTO	2
2.2	PREMESSE ALLE NUOVE ATTIVITÀ E DISPOSIZIONI PROVINCIA DI SASSARI	3
2.3	ATTIVITA' INTERMEDIE	3
2.3.1	RIPRISTINO SISTEMA SCARICO DI FONDO	3
2.3.2	BIOGAS	3
3	NUOVA CAMPAGNA INDAGINI	5
3.1	GEOELETTRICA	6
4	CAMPAGNA DI INDAGINE GEOELETTRICA	8
4.1	ACQUISIZIONE.....	8
4.2	RESTITUZIONE TOMOGRAFICA.....	10
4.2.1	TOMOGRAFIA 1	10
4.2.2	TOMOGRAFIA 2	12
4.2.3	TOMOGRAFIA 3	13
4.2.4	TOMOGRAFIA 4	14
4.3	REALIZZAZIONE PIEZOMETRI.....	15
5	EMUNGIMENTO	19
6	CAPPING	20
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	23
7.1	PERCOLATO	23
7.2	CAPPING	23

2 PREMESSA

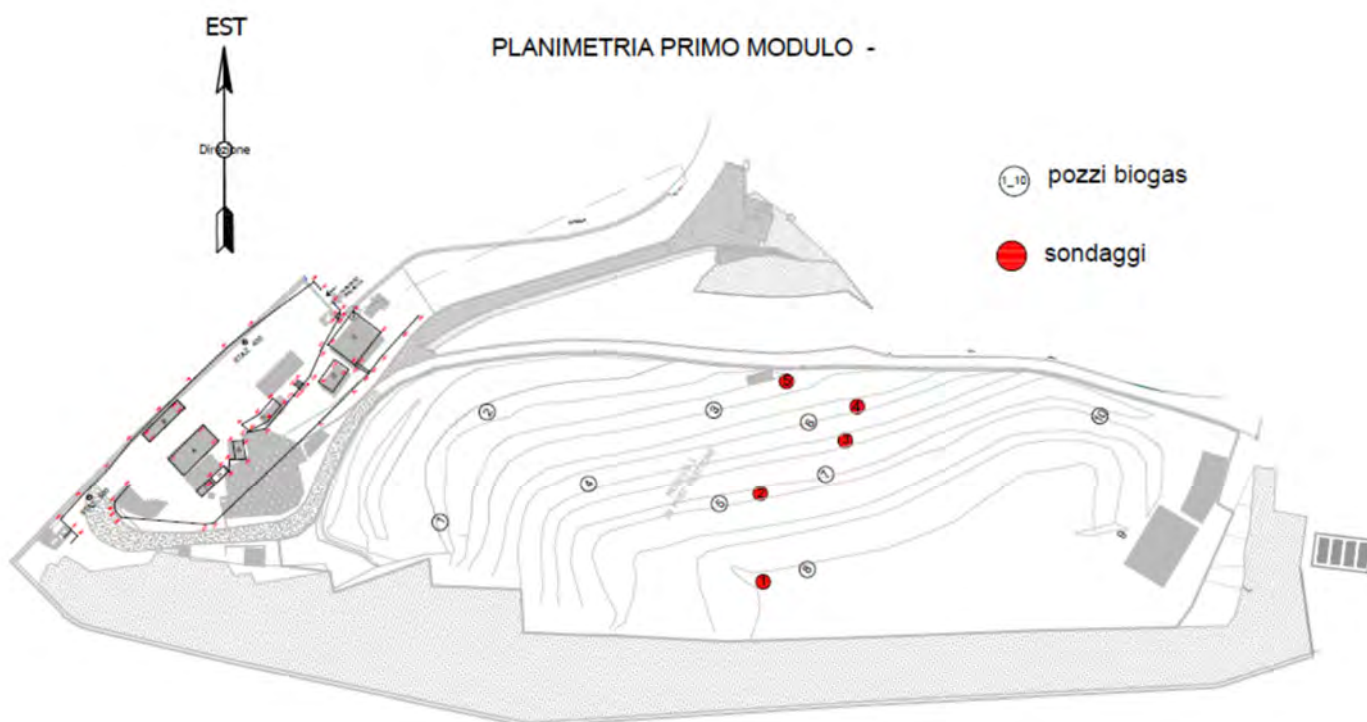
Nell'ambito dell'attività di consulenza presso la Chilivani Ambiente s.p.a., Gestore della Discarica per Rifiuti non pericolosi di Coldianu, la sottoscritta Dott. Geol. Farina Giovanna, geologo iscritto all'Ordine Regionale con il n° 295, ha predisposto la presente nota in merito alle lavorazioni sino a ora svolte nel Modulo 1, in post esercizio, per dar seguito alla richiesta di autorizzazione di un presidio di emungimento del percolato all'interno del Modulo suddetto.

2.1 PREMESSA ALLA RICHIESTA DI REALIZZAZIONE DI UN PRESIDIO DI EMUNGIMENTO

Nell'ambito delle verifiche messe in campo dalla Chilivani Ambiente, per stabilire l'idoneità del Modulo I ad ospitare un ampliamento, nel Dicembre 2023 sono state seguite una serie di rilevazioni in campo funzionali a definire lo stato di "invecchiamento" del modulo dismesso. In particolare, nell'ambito delle attività si è appurata la presenza di percolato all'interno dei presidi di Biogas. Nell'ottica di stabilire la natura di tali "accumuli" sono stati realizzati una serie di piezometri, prossimi ai pozzi biogas, utili per la misura dei battenti.

In particolare:

ID Sondaggi	Profondita m	Prove spt	Piezometri m
S1	20	-	19
S2	10	2	7
S3	15	3	13.5
S4	13.5	-	12
S5	10	-	9



Le ulteriori attività poste in essere nella prima fase di indagine, hanno riguardato:

- **Prove di pompaggio:** emungimento in continuo dal pozzo Biogas 6 verifica della continuità idraulica all'interno del corpo rifiuti.
- **Verifica** della funzionalità dello **scarico di fondo** attraverso lo spurgo ad alta pressione.

Per la sintesi di tutte le attività si rimanda al Report emesso nel Maggio 2023.

2.2 PREMESSE ALLE NUOVE ATTIVITÀ E DISPOSIZIONI PROVINCIA DI SASSARI

In relazione alle prime risultanze della campagna di indagine del 2023, comunicate alla Provincia di Sassari, in qualità di Ente controllore, la stessa con Nota del 19.12.2023 chiedeva alcuni approfondimenti in merito ai seguenti punti:

Preso atto delle risultanze comunicate e delle proposte di intervento avanzate, si dispone che il Gestore:

1. proceda ad una verifica maggiormente dettagliata, estesa all'intera superficie del Modulo I, dello stato del pacchetto di copertura definitiva. I risultati dell'indagine, in termine di caratteristiche del pacchetto della copertura definitiva presenti in sito, dovranno essere relazionati e rappresentati in una tavola grafica relativa all'intera superficie del Modulo I che indichi lo stato della copertura nelle singole aree indagate e i conseguenti interventi necessari per garantire il ripristino della conformità del pacchetto a quanto previsto dal punto 2.4.3 "Copertura superficiale" dell'allegato 1 del D.Lgs.

2. realizzi il pozzo trivellato del diametro di 1000 mm, proposto per estrarre il percolato dal Modulo I, nei minimi tempi tecnici necessari in quanto presidio ambientale essenziale per garantire il rispetto delle prescrizioni di D.Lgs 36/2003. Dovrà essere data comunicazione, a questa Amministrazione e agli Enti in indirizzo, della data di avvio delle operazioni di realizzazione ed esercizio dello stesso pozzo

3. effettui, una volta messo in esercizio il pozzo suindicato, un monitoraggio con cadenza almeno quindicinale sui piezometri già realizzati nel corpo rifiuti, al fine di poter verificare l'efficienza dell'estrazione del percolato presente nel Modulo 1. I risultati del monitoraggio, unitamente ai quantitativi di percolato estratto dal pozzo di cui al punto precedente, dovranno essere inviati mensilmente alla Provincia e agli Enti in indirizzo;

2.3 ATTIVITA' INTERMEDIE

2.3.1 Ripristino sistema scarico di fondo

Tra la prima e la seconda campagna piezometrica sono state eseguite ulteriore attività, particolarmente calate sul ripristino della funzionalità dello scarico di fondo. In particolare si è dato incarico alla Ditta AQA srl, per la pulizia con autospurgo canaljet, associato ad una video ispezione, al fine di rimuovere l'ostruzione rilevata a dicembre 2022. A seguito di tale attività, nei periodi successivi si è registrato un incremento delle portate di percolato in uscita sulla vasca V1, associabili, ad una parziale disostruzione del sistema di scarico.

2.3.2 Biogas

In considerazione della parziale inefficienza del sistema di captazione di Biogas, al fine di valutare il reale stato di produzione, nel marzo 2024, la Società MUSE Tecnologie S.r.l ha prodotto un report

sulla produzione di Biogas e sulle emissioni diffuse. Da tale attività, è emersa una limitata presenza di emissioni diffuse.

Le conclusioni di tale studio riportano che: “ *la media delle emissioni diffuse osservate evidenzia una situazione di bassa emissività, quasi conforme alla soglia proposta dalla Norma inglese di riferimento.*

La soglia di emissione osservata è inoltre nettamente inferiore al parametro IPPC e pertanto non è necessaria l'iscrizione al registro e-PRTR

3 NUOVA CAMPAGNA INDAGINI

La realizzazione dei nuovi Piezometri è stata preceduta da una campagna indagini di tipo indiretto, finalizzata alla definizione, quanto più accurata, della originaria geometria della vasca in post esercizio.



L'assenza di informazioni geometriche, certe, sulla profondità del fondo vasca così come sulla geometria delle parati confinanti il modulo, aveva a suo tempo limitato l'incidenza investigativa, rendendo parziale e non facilmente correlabile il dato sul battente di percolato, rilevato nel 2023.

Con tale finalità, nel mese di aprile 2024, la Ditta Geoservice srl, su incarico della Chilivani Ambiente, iniziava le attività di acquisizione dei dati spaziali del Modulo 1, attraverso:

- N° 4 stendimenti geoelettrici, con l'obiettivo di individuare la presenza di zone sature, o variazioni di resistività riconducibili ai litotipi posti a contorno e al fondo della vasca.
- N° 2 stendimenti a rifrazione, realizzati lungo il bordo orientale della vasca
- N° 1 stendimento Masw

3.1 GEOELETTRICA

Si tratta di un metodo "attivo" che utilizza l'energia elettrica immessa artificialmente per la misurazione della resistività apparente degli strati energizzati.

Il dato sulla resistività, che rappresenta una proprietà fisica del terreno, si lega a fattori intrinseci dei terreni, quali ad esempio la porosità e la saturazione. La rappresentazione finale della distribuzione della resistività avviene attraverso una Tomografia 2D.

Trattandosi di metodi indiretti, l'associazione resistività/mezzo indagato, non è mai immediata, se non in termini di caratteristiche generali, motivo per il quale il dato può/deve essere raffinato/tarato attraverso investigazioni di tipo diretto.

Nella tabella di seguito riportata, vengono rappresentati i range di resistività e le possibili associazioni con rocce/terreni e acqua.



Litotipi - terreni	Resistività elettrica (Ohm·m)	
	Valore minimo	Valore massimo
Alluvioni	10	800
Argilla (acqua dolce)	5	15
Argilla (acqua salata)	1	10
Ghiaia, ciottoli e massi	100	500
Limo	8	20
Sabbia asciutta	80	200
Sabbia satura d'acqua dolce	30	50
Sabbia satura d'acqua salata	10	30
Sabbia e olio	4	800
Torba	8	20

Litotipi – rocce sedimentarie	Valore minimo	Valore massimo
Arenaria	1	$6,4 \cdot 10^8$
Argillite	10	800
Calcere poroso	50	$5 \cdot 10^3$
Calcere compatto	10^3	10^7
Conglomerato	$2 \cdot 10^3$	10^4
Dolomia	350	$8 \cdot 10^3$
Duomo salino	30	$6 \cdot 10^5$
Marna	3	70
Carbone	0,70	2,0

Litotipi – rocce ignee	Valore minimo	Valore massimo
Andesite	150	$4,5 \cdot 10^4$
Basalto	10	$1,3 \cdot 10^7$
Riolite	100	$5 \cdot 10^4$
Granito	300	10^6
Tufo	500	10^5

Litotipi – rocce metamorfiche	Valore minimo	Valore massimo
Anfibolite	50	10^4
Argilloscisto (Ardesia)	600	$4 \cdot 10^7$
Gneiss	$7 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^6$
Marmo	100	$2 \cdot 10^8$
Quarzite	10	$2 \cdot 10^8$
Scisto	20	10^4
Scisto grafítico	10	100
Skarn	250	$2 \cdot 10^8$

Acqua	Resistività elettrica (Ohm·m)	
	Valore minimo	Valore massimo
Dolce	7	30-50
Salmastra	0,2	0,5
Di mare	-	< 0,2
Salamoia	1.	0,04

Figura 1. valori di resistività di rocce, terreni e acqua

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistività del percolato, non riportate in tabella, in considerazione della marcata salinità, deve intendersi evidentemente conduttivo.

Dalla tabella si evince chiaramente che materiali differenti possono essere caratterizzati da medesimi valori di resistività, per tale motivo risulta fondamentale un'accurata conoscenza di base sia del contesto geologico che antropico, nel quale le indagini si calano.

Nel caso specifico, la finalità perseguita era quella di individuare una difformità resistiva tra il corpo rifiuti e il sottostante basamento, fondo vasca, che consentisse di stabilire con buona approssimazione la potenza del corpo rifiuti e di conseguenza la profondità ottimale dei nuovi piezometri. Le differenze strutturali/tessiturali tra la massa dei rifiuti e i materiali costituenti il fondo, hanno infatti consentito l'utilizzo del dato grezzo (ovvero non tarato su basi dirette), sul quale stimare preventivamente la profondità dei singoli piezometri.

A supporto del primo dato, ottenuto dall'indagine geoelettrica, è stata utilizzata la Planimetria di progetto del I Modulo, in particolare quella relativa alla Perizia di Variante n° 2, del 1992 per la ricostruzione, anche indicativa della morfologia originaria della vasca.

La stratigrafia di riferimento del Modulo 1, realizzato all'interno di un ex cava di "tufo" è così sintetizzabile:

- **Pacchetto di Capping**

- **Rifiuti**

- **Substrato naturale: Piroclastite** a composizione riolitica, di colore dal grigio chiaro al rosa. In genere il grado di saldatura è modesto, con un aumento significativo verso la base. Al di sopra della parte basale questa unità piroclastica appare piuttosto omogenea sia per il colore, prevalentemente grigio chiaro o grigio rosato, che per lo scarso grado di saldatura attraverso tutto il suo spessore. In affioramento si apprezza la presenza abbondante di biotite, la distribuzione omogenea di pomici e di componenti litici di modeste dimensioni, raramente superiori al centimetro. In affioramento sono presenti fasce di maggior alterazione, favorita dalla maggiore esposizione.

In prossimità delle "bordature" laterali della vasca, è possibile la presenza di locali sovralzi di adeguamento topografico, costituiti da materiali di scarto dell'ex cava.

Sulla base del dato stratigrafico, il focus della campagna geoelettrica si incentrava sull'acquisizione di due principali informazioni:

- profondità del fondo vasca
- presenza di percolato e tipo di distribuzione.

4 CAMPAGNA DI INDAGINE GEOELETRICA

4.1 ACQUISIZIONE

Rimandando alla Relazione sulle indagini per le specifiche tecniche di acquisizione di seguito si riporta una breve sintesi delle attività di campo.

Le caratteristiche geometriche degli stendimenti sono di seguito riassunte:

Stendimento	Metodologie	Orientamento	Geofoni/ Picchetti	Interdistanza	Lunghezza(m)
T1	Tomografia Elettrica	SO-NE	48	4,0	188,0
T2	Tomografia Elettrica	SO-NE	48	4,0	188,0
T3	Tomografia Elettrica	SO-NE	48	4,0	188,0
T4	Tomografia Elettrica	N-S	32	4,0	124,0

Gli stendimenti T1,2 e 3 lunghi 188 metri, sono stati materializzati attraverso 48 picchetti ad interasse 4,00 metri. Lo stendimento T4, trasversale alla maggiore lunghezza del Modulo, si è sviluppato su 32 picchetti, ad interasse 4 metri, per un totale di 124.0 mt.

La massima profondità investigata varia da 35,0 a 40,0 mt.

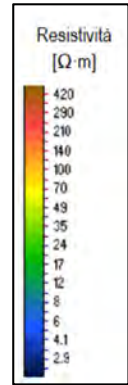
Le tomografie elettriche sono state rappresentate con una scala di colori che va dai toni del blu, per i terreni meno resistivi (conduttivi) al rosso violaceo per i più resistivi passando per i toni del giallo-verde per le resistività intermedie.

Il range di resistività rappresentato varia da 1 a circa 500 Ohm · m.

Sulla base della distribuzione delle varie resistività è stato cristallizzato l'andamento spaziale dei diversi elettrostrati.

In particolare sono stati identificati tre elettrostrati riconducibili:

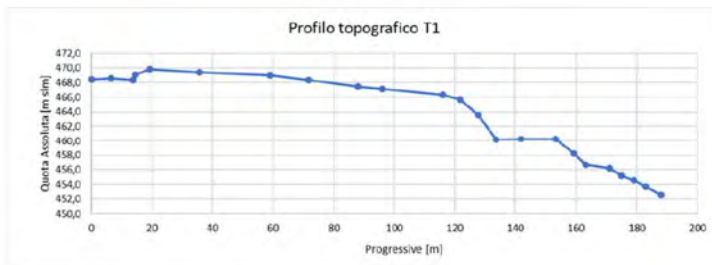
- zona areata - Es1
- Rifiuti - Es2
- Fondo - Es3



4.2 RESTITUZIONE TOMOGRAFICA

4.2.1 Tomografia 1

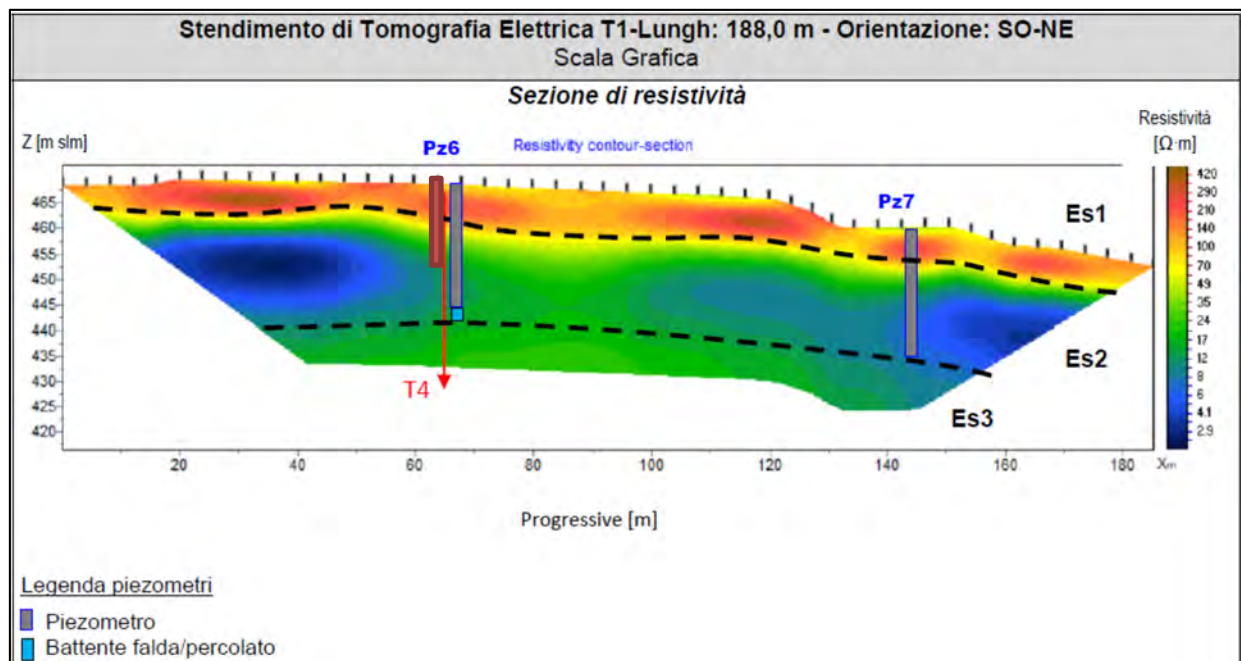
La tomografia 1, si riferisce al settore alto del Modulo 1, prossimo all'ex fronte di cava:



dal Picchetto P18 al Picchetto P48 (fine)



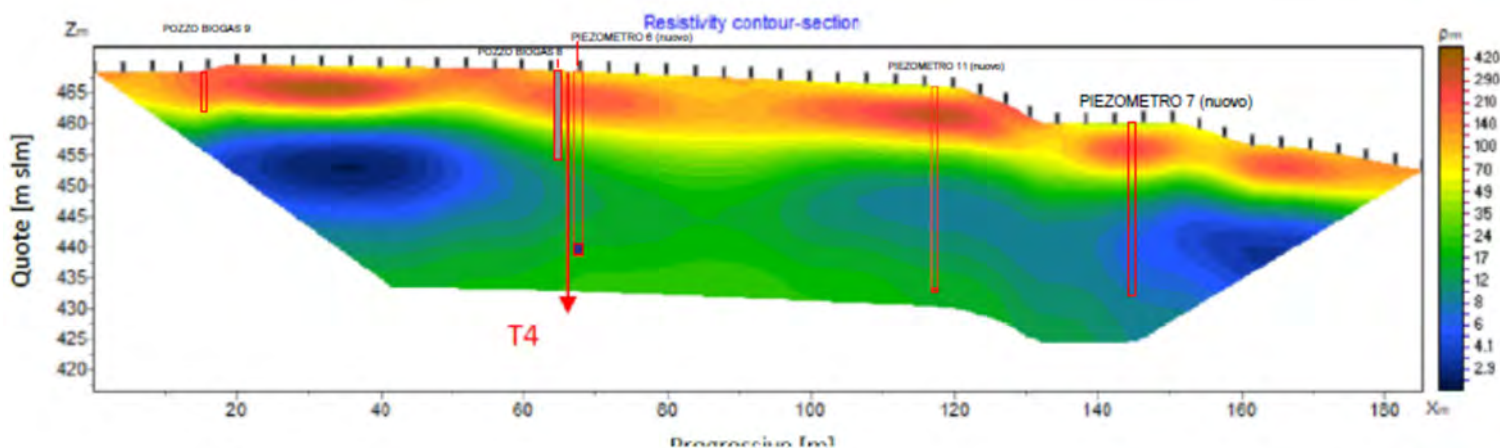
Da stazione di misura (P16-P17) al Picchetto P1 (inizio)



La restituzione cromatica mostra un livello ad alta resistività superficiale, associabile al pacchetto capping – Es1.

I toni del verde presenti estesamente nella zona centrale, rappresentano zone di media resistività, coerenti con materiali porosi (rifiuti) non saturi, Es2. Tale dato ben si lega con la presenza del pozzo di Biogas n° 8, unico presidio di captazione produttivo dei 10 presenti.

Sulla base di questo esito sono stati realizzati i piezometri 6, 7 e 11 (la numerazione è progressiva, rispetto alla precedente campagna piezometrica).



Dall'inserimento dei piezometri sulla tomografia, si apprezza che nel settore caratterizzato da valori medi di resistività, non è presente percolato, dando ulteriore significato alla produttività del pozzo di Biogas n°8. Ma il dato più interessante si riferisce al settore indagato dai piezometri 7 e 11, entrambi sterili, nonostante la bassa resistività, evidenziata dai colori sui toni del blu.

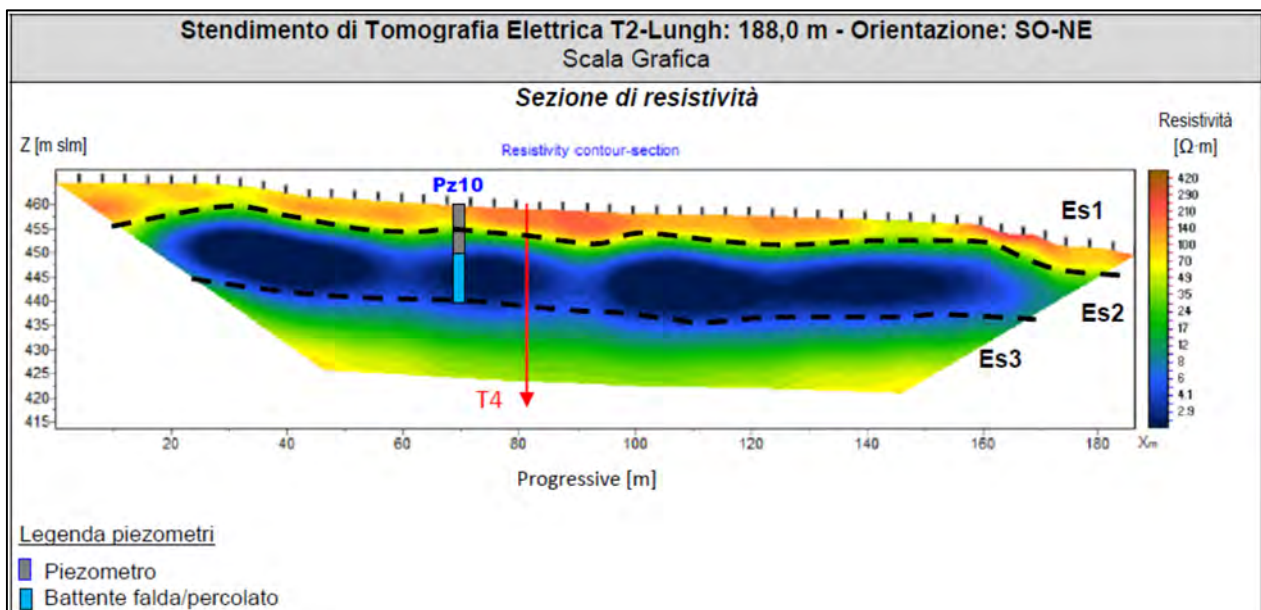
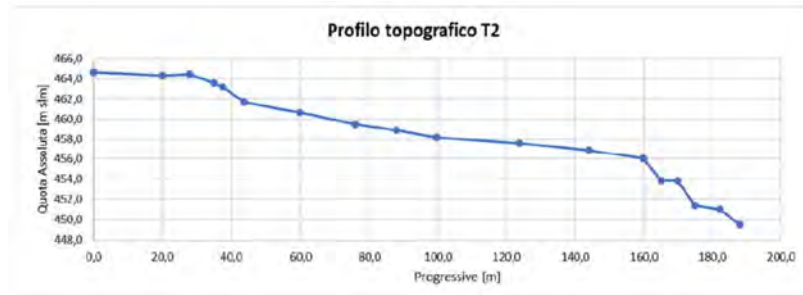
ID Piezometro	Profondità mt	Quota Boccaforo m.l.m	Quota fondo m.l.m	Misura finale data 31.05
Pz6	26,30	467.606	441,306	24.55
Pz7	24,50	460.192	435,692	24.40
Pz11	29,00	465.500	436.50	28,80

E' utile evidenziare inoltre che gli estremi della tomografia, come apprezzabile dalla foto, rappresentano i limiti fisici della vasca, più conduttivi rispetto al corpo discarica. Tale conducibilità è da ricercarsi nella capacità igroscopica del complesso piroclastico. Tale tendenza si ha ampia evidenza nei settori di affioramento maggiormente riparati, non esposti al sole, nei quali sono evidenti ampie chiazze scure di umidità.

La massima potenza dei rifiuti, indagata dal piezometro 11, si attesta sui 29 metri.

4.2.2 Tomografia 2

La tomografia 2 è stata realizzata nel settore centrale del Modulo, anch'esso allungata sino a lambire i perimetri fisici della vasca.



Anche in questo caso è presente un primo livello resistivo (Es1), ascrivibile al pacchetto capping, mentre il secondo elettrostrato risulta più conduttivo (Es2). La resistività risale nel terzo elettrostrato, toni del verde, al quale si associa il fondo (Es3).

Guardando la successiva tabella, relativa al piezometro 10, realizzato in sovrapposizione allo stendimento 2, si apprezza, oltre alla presenza di un battente di percolato coincidente con la zona

conduttiva, che il fondo, in questo settore si colloca ad una quota superiore rispetto al settore indagato dalla Tomografia T1 e dai piezometri 6,7 e 11. Tale evidenza può essere ricondotta alla possibile presenza dell'argine, ad una originaria gradonatura dell'ex cava o ad una sistemazione utile a compensare la verticalità della parete dell'ex cava. In tutti i casi, quale che sia la fattispecie, poco influente nell'ambito dell'attuale studio, il dato rilevante si riferisce all'andamento altimetrico del fondo, nel settore più orientale della vasca.

ID Piezometro	Profondità mt	Quota boccaforo	Quota fondo	Misura finale del 31.05
Pz10	17,50	459,785	442,285	10.35

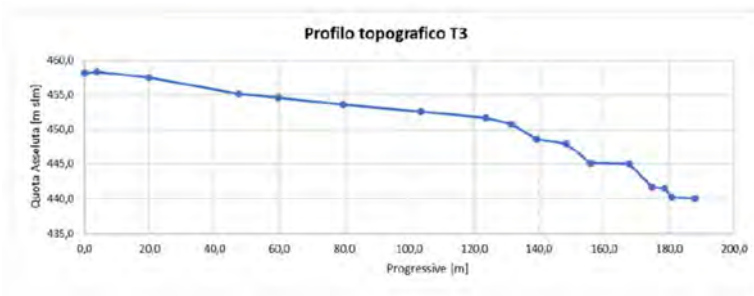
A tale differente conformazione, si associa la presenza del secondo sismostrato, conduttivo per presenza di percolato, come cristallizzato dal piezometro 10.

Il tipo di distribuzione, la non continuità orizzontale del livello (non intercettato dai piezometri 6,7 e 11) definiscono un andamento "stratiforme", non continuo in senso orizzontale, ma confinato nel settore orientale della vasca.

Di tale condizione si ha ancora più evidenza nella tomografia 3

4.2.3 Tomografia 3

La tomografia 3 è relativa allo stendimento più prossimo alla strada che porta alla zona motore e che costeggia il limite fisico della vasca nel settore orientale.

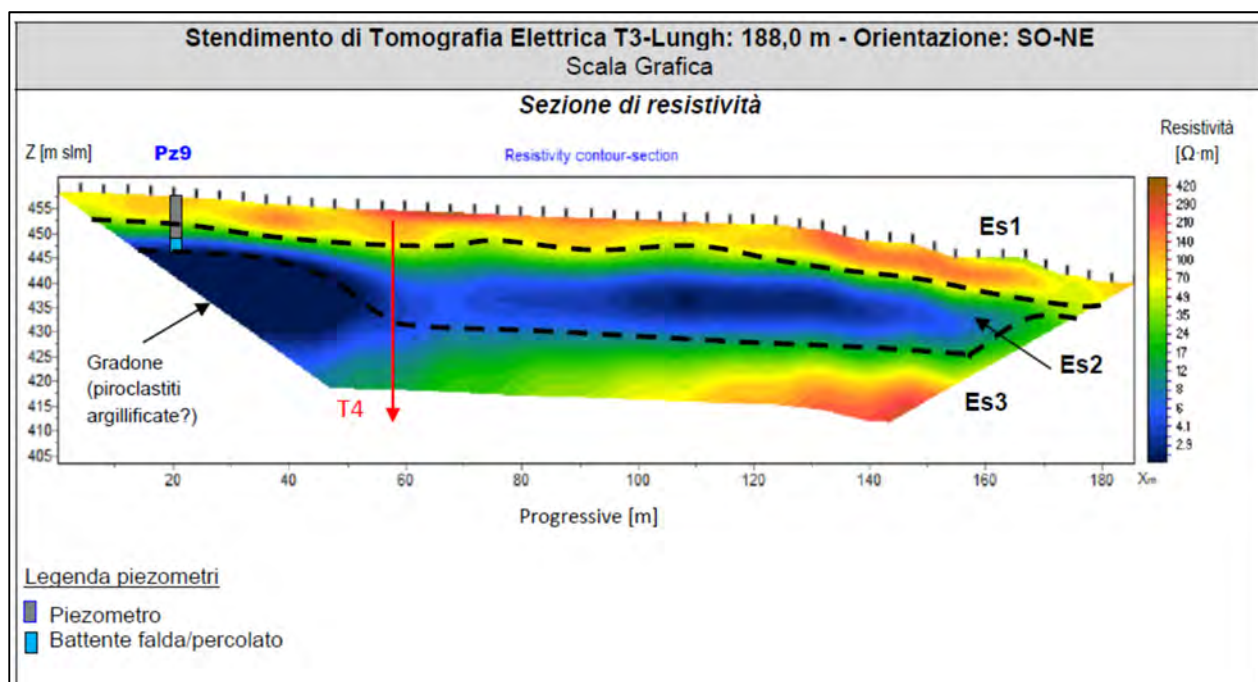


dal Picchetto P1 (inizio) al Picchetto P48 (fine)



Da stazione di misura (P16-P17) a tratto finale di T3 (verso Picchetto P48 /fine)





Il primo sismostrato, resistivo, identifica il pacchetto di capping o in generale una zona areata (Es1).

Nella fascia centrale si sviluppa il secondo elettro strato, variamente conduttivo, con una intensificazione della conducibilità rappresentata nella sinistra tomografica, in corrispondenza del limite fisico della vasca (Es2).

Il terzo elettrostrato, sui toni del verde, si caratterizza per un aumento di resistività, associato al fondo vasca (Es3).

Nell'ottica di affinare il dato sull'area più conduttiva, rappresentata nella sinistra tomografica, è stato realizzato il piezometro 9, del quale si riportano le caratteristiche:

ID Piezometro	Profondità mt	Quota Boccaforo m.l.m	Quota fondo m.l.m	Data ultima misura
Pz9	11,00	458,822	447,822	26.06.24 9.70 mt

Come si rileva dalle misure piezometriche, il battente è esiguo (1,30 mt) rispetto allo spessore dell'area conduttiva, fattispecie che conferma che i maggiori livelli di conducibilità si riferiscono al settore di contenimento della vasca, caratterizzati da una elevata capacità igroscopica, alla quale si associano elevati valori di conducibilità.

Anche in questo caso, il fondo vasca risulta ad una quota superiore di quella rilevata nelle due precedenti sezioni, a seguito del profilo variamente gradonato dell'argine orientale della vasca.

Di seguito si riporta uno stralcio cartografico relativo alla morfologia dell'ex cava, riportato nella perizia di variante n° 2, tav. 2, dal quale si desume chiaramente la conformazione originaria del sito, in fase di progettazione.

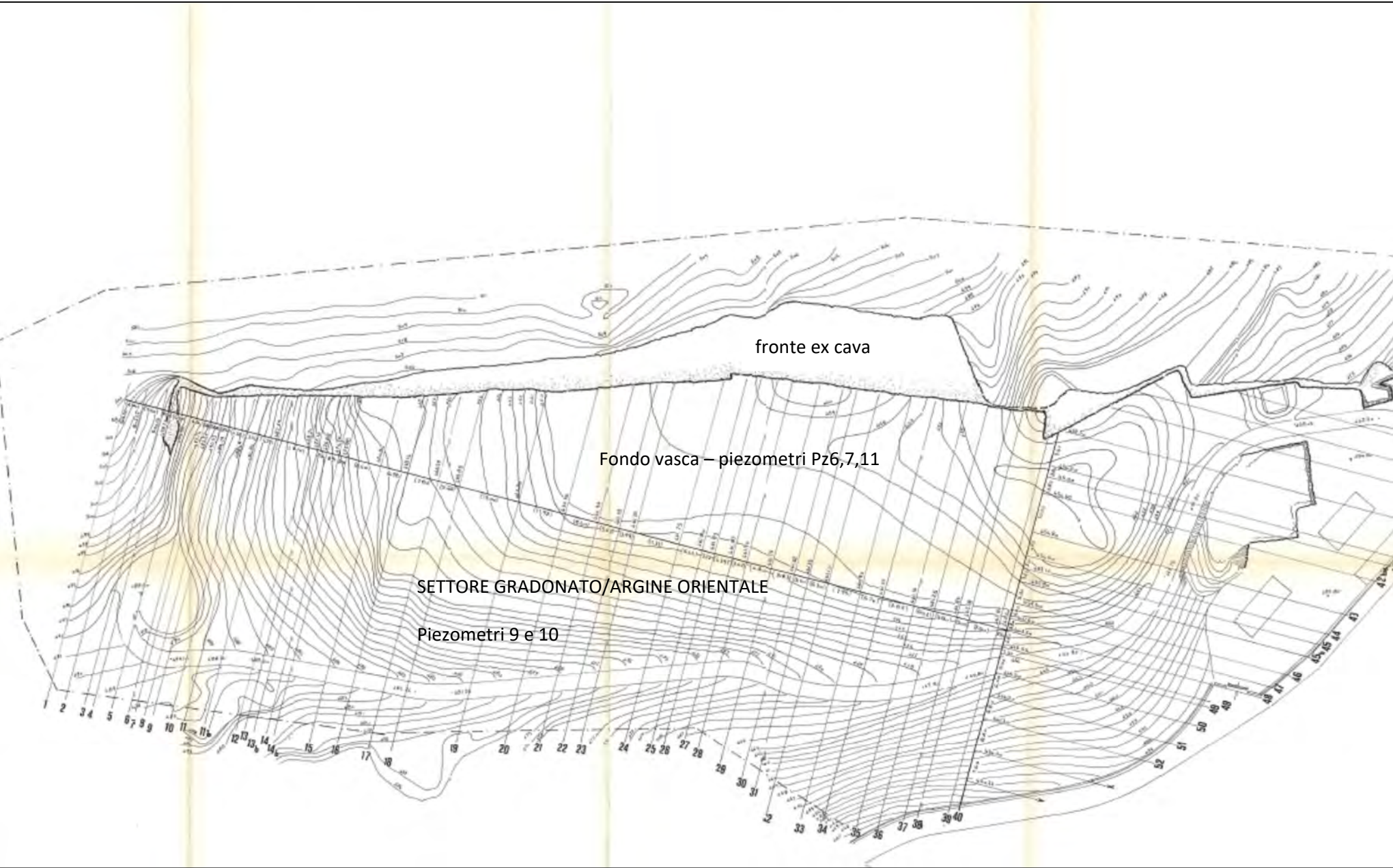
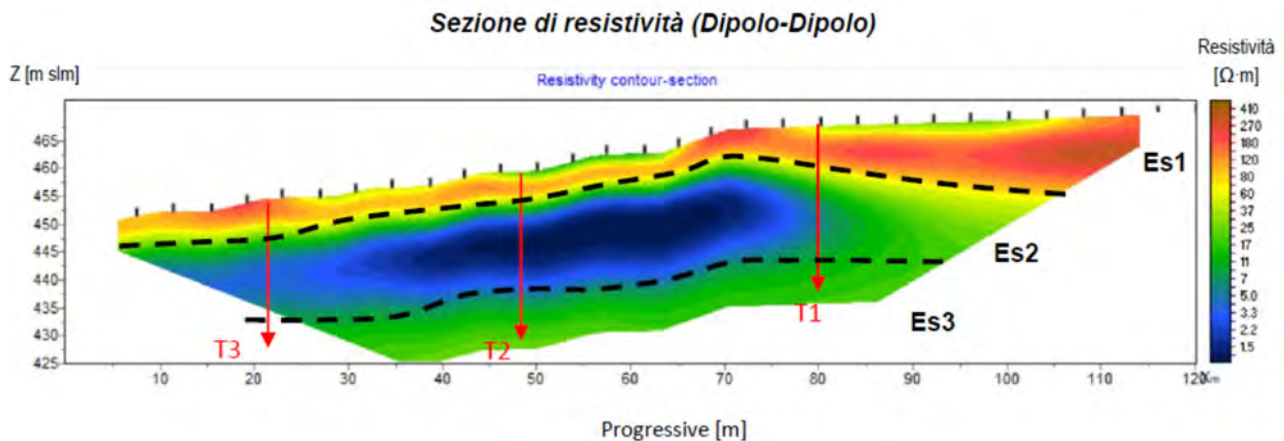


Figura 2 STRALCIO PLANIMETRIA FONDO

4.2.4 Tomografia 4

La tomografia 4, è stata realizzata attraverso uno stendimento trasversale alla massima lunghezza del Modulo, raccordando le precedenti tre tomografie.



In questo caso il dato integra le precedenti considerazioni. E' importante evidenziare, che la chiusura della sezione, in corrispondenza del terzo elettrostrato Es3, non rappresenta, evidentemente, la pendenza del fondo vasca, che nella realtà ha un andamento inverso, ma semplicemente la massima profondità di investigazione rispetto alla superficie topografica.

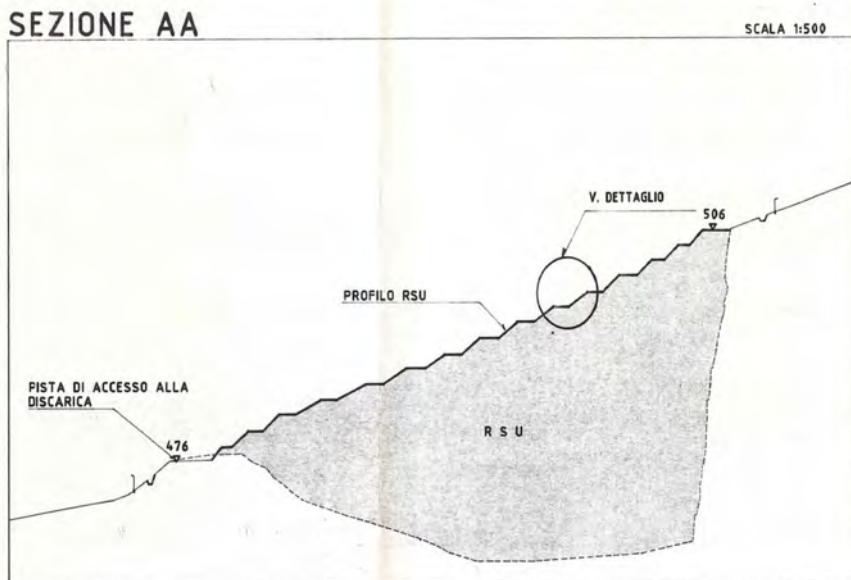


Figura 3. Morfologia fondo vasca

Dalla tav. 14 della Perizia di Variante n°2, "Planimetria Abbancamenti" si evidenzia, la contropendenza del fondo discarica rispetto al profilo di superficie degli abbancamenti.

Di fatto il fondo vasca ha una doppia pendenza funzionale al sistema di captazione e scarico di fondo. come di seguito rappresentato:

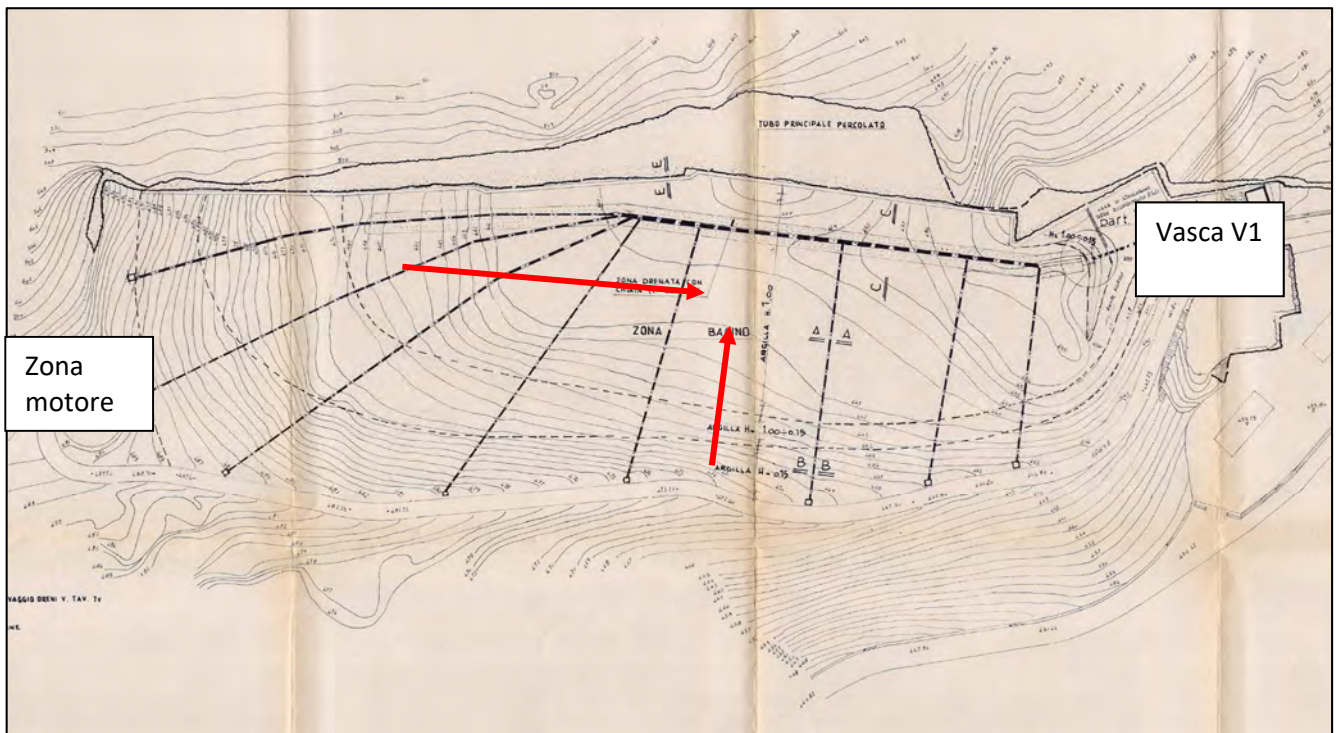
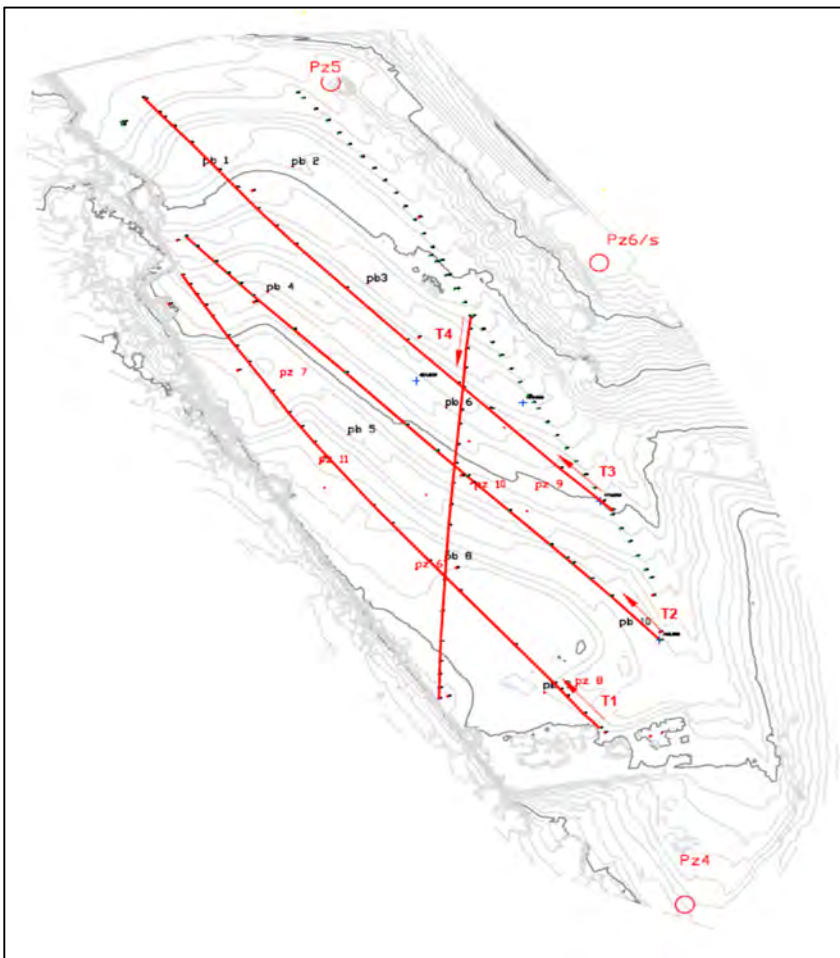


Figura 4 schema sistema drenante

A fine aprile, la Ditta AQUA srl, ha iniziato le attività di sondaggio per l'installazione dei nuovi piezometri.



In totale sono stati realizzati 5 piezometri, identificati con numerazione progressiva rispetto ai 5 realizzati nel gennaio 2023, quindi da 6 a 11.

Specifiche tecniche piezometri:

- diametro carotiere ϕ 101 mm
- diametro colonna di manovra ϕ esterno 127 mm
- alesatura da ϕ 101 a ϕ 178 mm
- tubo piezometrico in pvc, ϕ 4" composto da tubi ciechi e tubi filtro microfessurati
- fenestrature da – 3,00 metri a fondo foro
- tappo fondo foro
- ghiaietto naturale di pre filtro tra rivestimento e foro
- chiusura selettiva, mediante bentonite, dello spazio anulare rivestimento/foro.

I fori di diametro iniziale ϕ 101 mm, sono stati successivamente alesati sino ad ottenere un ϕ 178mm per consentire l'alloggio di un tubo piezometrico di 4", adatto per ospitare una pompa.

Il filtro, in micro ghiaino, è stato inserito per l'intera colonna, al fine di potenziare la capacità drenate e limitare il passaggio di piccoli elementi.

Le fenestrature sono state realizzate per l'intera lunghezza, ad eccezione dei primi 3,00 metri, di pertinenza del capping (2,50 metri).

4.3.1.1 Piezometri 6_7_11

Le attività sono iniziate nel settore alto del Modulo in post esercizio, in corrispondenza dello stendimento Geoelettrico T1.

Il piezometro, Pz6, è stata ubicato nell'immediatezza del Pozzo biogas 8 (Pb8), nell'ottica di correlare la presenza di biogas al tipo resistivo evidenziato dalla Geoelettrica.

Il Pz7, ubicato sempre sull'allineamento T1, ha indagato un area più conduttiva, escludendo una correlazione tra i valori di conducibilità rilevati e la presenza di percolato.

Il Pz11, sempre in corrispondenza dell'allineamento T1, è risultato sterile come i precedenti 2.

ID	Profondità mt	Quota boccaforo m.s.l.m	Quota fondo m.s.l.m	Livello piezometrico mt
Pz6	26.30	467.606	441,306	24.40
Pz7	24.50	460.192	435,692	24.40
Pz11	29.00	465.500	436.50	28.80

Richiamando la planimetria della vasca, figura 2, pag. 13, si apprezza il settore di più stretta pertinenza dei piezometri 6,7 e 11. Il piezometro 6, prossimo alla parete dell'ex cava, individua con buona approssimazione l'argine interno, realizzato ad abete rovesciato, condizione evidenziata da una quota del fondo più superficiale rispetto ai Pz 7 e 11. Questi ultimi, individuano la porzione di vasca più depressa, nella quale il percolato, dell'intera vasca, dovrebbe defluire secondo lo schema del sistema drenante raffigurato a pag. 15.

Il riscontro piezometrico in questo settore della vasca, indica assenza di percolato.

4.3.1.2 Piezometro 10

Il piezometro 10 è stato realizzato in corrispondenza dello stendimento T2, al fine di indagare l'elettrostrato Es2, ad alta conducibilità

ID Piezometro	Profondità mt	Quota boccaforo	Quota fondo	Prima misura 08.05.2024	Misura finale del 31.05
Pz10	17,50	459,785	442,285	9.1	10.40

Come evidenziato nei precedenti paragrafi, questo piezometro si localizza in un settore di "alto morfologico", caratterizzato da un dislivello, rispetto al parziale di vasca più depressa, di circa 6,00 metri, in linea con quanto riportato nella planimetria a pag. 13.

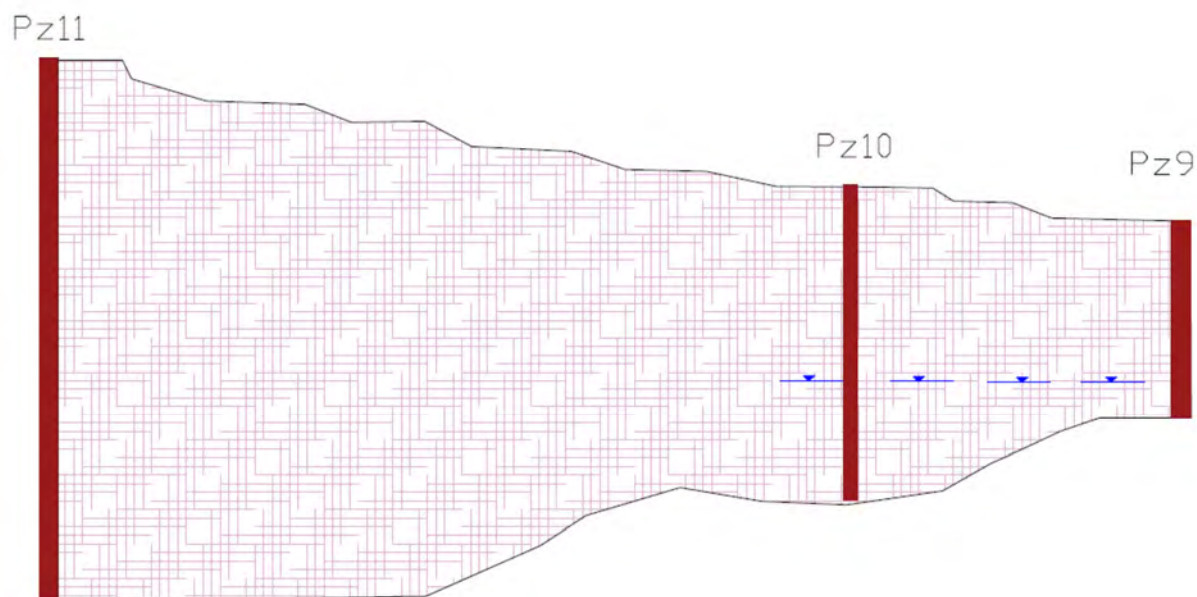
In questo settore si rileva un battente di percolato di circa 7,00 metri, fattispecie non coerente ne con quanto rilevato nei piezometri 6,7 e 11 ne con la pendenza della vasca (fig. pag.14) , che si sviluppa dal Pz10 verso i Pz6,7 e 11, tale condizione può essere riferita esclusivamente ad una sacca isolata, confinata alla base da una gradonatura e/o abbattimento di pendenza e/o presenza di livelli impermeabili che ne ha inibito il regolare deflusso verso il sistema di scarico di fondo.

4.3.1.3 Piezometro 9

Il piezometro 9, ubicato in corrispondenza dello stendimento T3, è stato approfondito per 11 metri e presenta un fondo foro ad una quota più superficiale del Pz10, in linea con la planimetria di pag 13 più volte richiamata. In questo presidio il livello di percolato è minimo, circa 1.30 metri, probabilmente interconnesso con la parte più superficiale del battente rilevato nel Pz10.

ID Piezometro	Profondità mt	Quota Boccaforo m.l.m	Quota fondo m.l.m	Data ultima misura 26.06.24
Pz9	11,00	458,822	447,822	9.70 mt

Per meglio esplicitare la situazione rilevata si riporta una schema grafico della situazione rilevata:



Si evidenzia che il moto di percolazione, all'interno della massa di rifiuti, avviene in senso verticale mentre l'eventuale componente orizzontale del moto si attiva solo in corrispondenza del fondo vasca, adeguatamente inclinato verso il recapito finale (scarico di fondo). Nel caso analizzato, si ritiene che la gradonatura, posta ad una quota superiore rispetto al fondo vasca, potesse presentare delle sezioni non sufficientemente inclinate per favorire l'allontanamento del percolato di fondo, creando così una zona di "ristagno".

5 EMUNGIMENTO

Stabilita la presenza di percolato, in un settore ben localizzato del Modulo 1, la cui soggiacenza può essere legata esclusivamente ad una condizione di inibizione del naturale deflusso verso lo scarico di fondo, le successive attività, hanno riguardato l'emungimento diretto dal piezometro 10, realizzato in corrispondenza di tale "sacca".



Figura 5 particolare pompa nel presidio Pz10

Le attività hanno avuto inizio il giorno 11/06/2024 e sono tuttora in corso.

Si è optato per un tipo di emungimento in continuo, condizionato da una sonda, che consentisse lo spegnimento in automatico della pompa al raggiungimento del livello impostato.

Nella prima giornata, nell'arco delle 24 ore, è stato emunto 1 mc di percolato. Nei giorni successivi si è registrato un trend in costante decrescita che, in due settimane, ha portato ad un quantitativo costante di emungimento attestatosi su 0.15 mc/giorno. Tale dato, se pur parziale, in quanto le attività sono ancora in essere, ben rappresenta la natura del battente rilevato, non continuo in senso orizzontale, ma confinato in un settore del modulo.

Emungimento in continuo piezometro 10		
Giorno	Durata emungimento	Quantità emunta. mc
11/06/2024	24 h	1.0
12/06/2024	24 h	0.9
13/06/2024	24 h	0.9
14/06/2024	24 h	0.8
15/06/2024	24 h	0.7
16/06/2024	24 h	0.5
17/06/2024	24 h	0.5
18/06/2024	24 h	0.5
19/06/2024	24 h	0.2
20/06/2024	24 h	0.2
21/06/2024	24 h	0.15
22/06/2024	24 h	0.15

Le attività di emungimento avranno luogo sino al totale esaurimento del battente. Di tale esito si darà conto nel successivo report.

6 CAPPING

Tra le richieste della Provincia di Sassari, riportate nella nota di cui in premessa, al punto 1 è riportato:

1. proceda ad una verifica maggiormente dettagliata, estesa all'intera superficie del Modulo I, dello stato del pacchetto di copertura definitiva. I risultati dell'indagine, in termine di caratteristiche del pacchetto della copertura definitiva presenti in sito, dovranno essere relazionati e rappresentati in una tavola grafica relativa all'intera superficie del Modulo I che indichi lo stato della copertura nelle singole aree indagate e i conseguenti interventi necessari per garantire il ripristino della conformità del pacchetto a quanto previsto dal punto 2.4.3 "Copertura superficiale" dell'allegato 1 del D.Lgs.

Al fine di dare seguito a tale richiesta, i fori per la realizzazione dei piezometri sono stati realizzati a carotaggio continuo, senza utilizzo di acqua, con una sonda a tecnologia sonic. In tutti i fori è stato intercettato il pacchetto capping, potente dai 2,00 ai 2.50 metri.



Il pacchetto si compone di :

- 1.10 metri terreno vegetale a prevalente componente argillosa
- 0.50 metri ghiaia
- 0.30 metri argilla
- 0.50 metri ghiaia

L'argilla, come riportato nel precedente Report, risulta di potenza inferiore a quella posata durante la realizzazione del capping (0.50cm), fattispecie legata alla tecnica richiesta dalla stessa Norma, che prevede il rullaggio dell'argilla sul fondo ghiaioso e il successivo rullaggio del tetto ghiaioso sul fondo in argilla.

Tale tecnica ha sicuramente portato alla destrutturazione dei primi e degli ultimi 5/10 cm del pacchetto di argilla.

Stabilita, anche in questa fase, una potenza massima dell'argilla di circa 30 cm, l'analisi del "funzionamento" del pacchetto capping, si è incentrata sulla valutazione del coefficiente di permeabilità del livello argilloso.

A tal fine è stato eseguito un pozzetto, con escavatore meccanico, dal quale è stato prelevato un campione da sottoporre a prova di permeabilità in cella edometrica.

La misura è stata fatta per diversi incrementi di carico al fine di meglio rappresentare la componente di carico litostatico alla profondità di interesse.



Nel caso di nostro interesse, si userà il valore ottenuto per un carico di 50.1 KPa (0.50 daN/cm²).

Pressione kPa	Coeff. di permeabilità (K) m/sec
25,1	
50,1	6,03E-10
100,3	4,26E-10
200,6	2,43E-10
401,2	8,05E-11

I valori ottenuti, in linea con quanto richiesto dalla L36/2004, caratterizzano questo livello come impermeabile e pertanto capace di assolvere alla funzione di isolamento dei sottostanti rifiuti.

Il minor spessore, seppur non in linea con quanto richiesto dalla norma, garantisce comunque un presidio idraulico efficace, supportato sia dalla pendenza del profilo di abbancamento (che facilita i moti superficiali rispetto all'infiltrazione profonda) che dalla presenza di uno spessore di suolo, di circa 1,00 metro, a composizione, prevalentemente argillosa.

Sulla base di quanto verificato e approfondito, si ritiene che il pacchetto capping, così strutturato e omogeneamente distribuito, assolva alla funzione di isolamento del corpo rifiuti.

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base degli approfondimenti geognostici eseguiti in ottemperanza alle richieste della Provincia di Sassari, Settore Ambiente, e in merito alla richiesta, presentata allo stesso Ente, da parte della Chilivani Ambiente spa, di procedere alla realizzazione di un presidio di emungimento del percolato, nel Modulo 1 in post esercizio si riportano le seguenti considerazioni.

7.1 PERCOLATO

Le nuove attività messe in essere al fine di modellizzare il Modulo 1, e stabilire la natura e distribuzione del percolato, si sono basate sia su metodi indiretti che diretti.

La sintesi dei due approcci ha evidenziato che gli “accumuli” di percolato sono localizzati nel settore orientale del Modulo, mentre nel settore centrale, direttamente insistente sul fondo vasca, non è presente alcun battente.

Tale condizione è resa possibile dalla geometria della stessa vasca, che nel settore dell'argine orientale presenta un profilo “gradonato”.

Sulla base dei dati raccolti e degli elaborati grafici di progetto, si ritiene che alcune sezioni delle “gradonature” non garantiscano la sufficiente pendenza per consentire l'allontanamento “naturale” del percolato, che pertanto permane in una condizione di “ristagno”.

Le attività di emungimento, poste in essere attraverso una pompa inserita nel piezometro 10 (caratterizzato dal maggior battente) riportano il progressivo svuotamento della “sacca di accumulo” con un trend in costante diminuzione, come si vede dalla tabella di monitoraggio.

Su tali nuove risultanze, si ritiene quindi di NON procedere alla realizzazione di un presidio di emungimento in quanto tale attività, tutt'ora in essere, è garantita dai piezometri realizzati in modo da poter assolvere a tale necessità.

Una volta emunta la quantità di percolato residuale, sarà cura dell'ente Gestore procedere al monitoraggio piezometrico con cadenza da stabilirsi con l'Ente di controllo.

7.2 CAPPING

A seguito degli ulteriori accertamenti e prove specifiche sulle caratteristiche idrauliche dello strato argilloso del pacchetto capping si riportano le seguenti risultanze:

Il capping è presente in modo omogeneo su tutta la superficie del modulo con le seguenti caratteristiche:

- 1.10 metri terreno vegetale a prevalente componente argillosa
- 0.50 metri ghiaia
- 0.30 metri argilla

- 0.50 metri ghiaia

L'argilla, come riportato nel precedente Report, risulta di potenza inferiore a quella posata durante la realizzazione del capping (0.50cm), fattispecie legata alla tecnica richiesta dalla stessa Norma, che prevede il rullaggio dell'argilla sul fondo ghiaioso e il successivo rullaggio del tetto ghiaioso sul fondo in argilla.

Tale tecnica ha sicuramente portato alla destrutturazione dei primi e degli ultimi 5/10 cm del pacchetto di argilla.

Stabilita, una potenza massima dell'argilla di circa 30 cm, l'analisi del "funzionamento" del pacchetto capping, si è incentrata sulla valutazione del coefficiente di permeabilità del livello argilloso.

I valori ottenuti, in linea con quanto richiesto dalla L36/2004, caratterizzano questo livello come impermeabile e pertanto capace di assolvere alla funzione di isolamento dei sottostanti rifiuti.

Il minor spessore, seppur non in linea con quanto richiesto dalla norma, garantisce comunque un presidio idraulico efficace, supportato sia dalla pendenza del profilo di abbancamento (che facilita i moti superficiali rispetto all'infiltrazione profonda) che dalla presenza di uno spessore di suolo, di circa 1,00 metro, a composizione, prevalentemente argillosa.

Sulla base di quanto verificato e approfondito, si ritiene che il pacchetto capping, così strutturato e omogeneamente distribuito, assolva alla funzione di isolamento del corpo rifiuti.

7.3 SCARICO DI FONDO

Tra la prima e la seconda campagna piezometrica sono state eseguite ulteriore attività, particolarmente calate sul ripristino della funzionalità dello scarico di fondo. In particolare si è dato incarico alla Ditta AQA srl, per la pulizia con autospurgo canaljet, associato ad una video ispezione, al fine di rimuovere l'ostruzione rilevata a dicembre 2022. A seguito di tale attività, nei periodi successivi si è registrato un incremento delle portate di percolato in uscita sulla vasca V1, associabili, ad una parziale disostruzione del sistema di scarico