

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE NORD EST SARDEGNA – GALLURA



PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DEL SITO IMPIANTISTICO DI SPIRITU SANTO RELAZIONE TECNICA



Committente: C.I.P.N.E.S. "GALLURA"

Coordinamento: Dott. Geol. Andrea Bavestrelli (Ord. Geol. Lombardia n. 791)

Ns. Rif. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato/Approvato
2023_2672_A2_R01_Rev.1	Luglio 2014	Prima emissione	M. Kovacs	A. Bavestrelli / A. Angeloni
2023_2672_A2_R01_Rev.2	Ottobre 2014	Recepimento indicazioni CdS	M. Kovacs	A. Bavestrelli
2023_2672_A2_R01_Rev.3	Dicembre 2014	Recepimento indicazioni CdS	M. Kovacs	A. Bavestrelli

INDICE

1	PREMESSA	5
1.1	RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI	5
1.1.1	Riferimenti normativi	5
1.1.2	Riferimenti tecnici	6
1.1.3	Riferimenti amministrativi.....	6
2	INQUADRAMENTO DEL SITO.....	7
2.1	IMPIANTO IPPC CONSORTILE	9
2.1.1	Piattaforma IPPC	9
2.1.2	Discarica per rifiuti non pericolosi del CIPNES.....	10
2.1.3	Aspetti gestionali della discarica CIPNES	11
2.2	DISCARICA DISMESSA COMUNALE	15
2.2.1	Cronistoria	15
2.2.2	Aspetti gestionali.....	17
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO, IDRAULICO E METEOCLIMATICO.....	21
3.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	21
3.2	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	22
3.2.1	Idrogeologia generale	22
3.2.2	Analisi foto, ortofoto e cartografia storica	23
3.2.3	Ricostruzione della falda nell'area degli impianti	27
3.3	INQUADRAMENTO IDROLOGICO	30
3.4	INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO.....	30
4	STATO AMBIENTALE DEL SITO	32
4.1	AREA DISCARICA COMUNALE	32
4.1.1	Sorgente di potenziale contaminazione.....	32
4.1.2	Indagini pregresse eseguite nell'area della discarica Comunale.....	32
4.1.3	Stato delle matrici ambientali al 2005.....	34
4.1.4	Caratteristiche della discarica comunale (sorgente di contaminazione) – risultanze Piano di Caratterizzazione datato 2005 e relative considerazioni attuali	35
4.1.5	Attività ed indagini eseguite attualmente nell'area della discarica Comunale	41
4.2	AREA IMPIANTO DI SMALTIMENTO CONSORTILE	45
4.2.1	Potenziale sorgente di contaminazione	45
4.2.2	Stato delle matrici ambientali dell'area Consortile – Acque sotterranee.....	46
4.2.3	Caratteristiche e stima del percolato	47
4.2.4	Sistema di impermeabilizzazione	49
4.3	QUALITA' ACQUE ESTERNE AL SITO	50
4.4	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLA QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE	51
4.5	QUALITA' DEI PERCOLATI DELL'IMPIANTO CONSORTILE E DELLA DISCARICA COMUNALE.....	56

5	MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE DEL SITO	57
5.1	POTENZIALI SORGENTI PRIMARIE E SECONDARIE DI CONTAMINAZIONE	58
5.2	POTENZIALI PERCORSI DI MIGRAZIONE.....	59
5.3	POTENZIALI BERSAGLI	59
5.4	CONCLUSIONI SUL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE	59
6	PROPOSTA DI INTERVENTO.....	60
6.1	RETE PIEZOMETRICA DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE	60
6.1.1	Modifica della rete di monitoraggio delle acque sotterranee	60
6.1.2	Caratteristiche costruttive di dettaglio nuovi cluster (2 piezometri profondi e 2 piezometri superficiali) e del piezometro superficiale S29.....	62
6.2	PROVE DI EMUNGIMENTO.....	64
6.3	ANALISI DEI SUOLI.....	65
6.4	TEST CON TRACCIANTI PER LA VERIFICA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA	70
6.4.1	Caratteristiche dei Test con Traccianti	71
6.4.2	Risultati attesi	73
6.5	DETERMINAZIONE DEI VALORI DI FONDO DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....	73
6.6	MONITORAGGIO DELLE ACQUE DI FALDA E DEL PERCOLATO.....	75
6.7	CONFRONTO MONITORAGGI AMBIENTALI.....	76
7	MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO	77
8	ADDENDUM – SCHEDA ILLUSTRATIVA TEST CON TRACCIANTI	78
8.1	DEFINIZIONI	78
8.2	SCELTA DEL TRACCIANTE	78
8.3	STRUMENTI DI RILEVAMENTO E CONTROLLO.....	80

Elenco Allegati e Tavole alla pagina seguente.

ALLEGATI

Allegato 1: La modellazione idrogeologica del sito di Olbia – Spiritu Santu, dai parametri sperimentali di studi pregressi (2005-2013) – redatto da Prof. Pietro Antonio De Paola 07.07.2014

Allegato 2: Tavola illustrativa della piattaforma di Spiritu Santu

Allegato 3: Schemi costruttivi della trincea di nuova costruzione a valle dell'impianto

Allegato 4: Analisi Pozzo Cossu

Allegato 5: Rapporti di prova monitoraggio 2014 del percolato prodotto dalla discarica comunale

TAVOLE

Tavola 1 – Ubicazione punti di controllo MISE discarica comunale

Tavola 2 – Ubicazione punti di controllo CIPNES discarica consortile

Tavola 3 – Distribuzione dei contaminanti - Ferro

Tavola 4 – Distribuzione dei contaminanti - Manganese

Tavola 5 – Distribuzione dei contaminanti - Ammonio

Tavola 6 – Distribuzione dei contaminanti - Nitrati

Tavola 7 – Distribuzione dei contaminanti - Cloruri

Tavola 8 – Nuova rete di monitoraggio

Tavola 9 - Prove con traccianti

Tavola 10 – Schema del modello concettuale del sito

Tavola 11 – Campionamento suoli

1 PREMESSA

Con determina del Responsabile dell'Area Tecnica Rep 359/14 – CIG 57551861BB del 13.05.2014 il Consorzio Industriale Provinciale Nord Est Sardegna – Gallura (da ora CIPNES - Gallura) ha affidato alla società Montana S.p.A. l'incarico professionale per la Redazione del piano di caratterizzazione ai sensi dell'allegato 2, parte IV, Dlgs 152/06 dell'area del sito di Spiritu Santu ad Olbia.

Detto sito comprende le aree di pertinenza del complesso IPPC per il trattamento dei RSU/RS gestito dal CIPNES, nonché quelle di pertinenza dalla discarica dismessa del Comune di Olbia.

Sotto l'aspetto economico, considerate le questioni burocratiche e le relative problematiche di spesa che all'attualità caratterizzano gli Enti locali e pertanto anche il Comune di Olbia (altro soggetto interessato), il CIPNES ha provveduto ad anticipare le somme per le necessarie prestazioni operative, consulenziali e professionali, e ciò al fine di velocizzare le procedure di prevenzione ambientale in questione.

Il CIPNES "Gallura", con nota prot. 3029/2014 del 25/07/2014, ha trasmesso al Comune di Olbia, per quanto di competenza e come convenuto nel corso dei tavoli tecnici convocati dalla Provincia di Olbia Tempio con Determinazione n. 650/13, il Piano di Caratterizzazione del Sito impiantistico di Spiritu Santu (Olbia), redatto ai sensi dell'allegato 2 alla parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., comprensivo di tutti gli allegati, tra cui il modello idrogeologico del sito di Spiritu Santu (Olbia).

In data 25 settembre 2014 si è tenuta la prima seduta della Conferenza di Servizi per l'acquisizione dei pareri degli Enti competenti. Nel mese di ottobre 2014 il CIPNES ha consegnato il documento in Rev.2., comprensivo dei contenuti recepiti dalle indicazioni fornite nella suddetta CdS.

Il presente documento in Revisione 3, comprensivo di tutti gli allegati, sostituisce completamente i precedenti documenti, andando a recepire anch'esso sia le indicazioni e le prescrizioni scaturite dalla suddetta Conferenza di Servizi, sia le indicazioni scaturite dal successivo incontro informale (anch'esso previsto in sede di conferenza).

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI

1.1.1 Riferimenti normativi

- Decreto Legislativo n. 4 del 16/01/2008: Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 Aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.
- Decreto Legislativo n. 152 del 2006: "Norme in materia ambientale" Titolo V "Bonifica siti contaminati" della Parte Quarta.
- Decreto Ministeriale n° 471 del 25/10/1999: Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del D. Legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 e successive modificazioni e integrazioni.
- Decreto del Ministero dell'ambiente n.56 del 14/04/2009: "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici"
- Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Sardegna n 5 del 13/10/2009

- Linee Guida per la realizzazione dei progetti e degli interventi di bonifica e risanamento ambientale delle Aree Minerarie Dismesse a cura della RAS – 2009
- il *Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati* redatto da APAT nel 2006.
- Decreto legislativo n. 13 gennaio 2003 – "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti"
- Apat: Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio alle discariche – Rev.0 del giugno 2005
- Apat: Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati – Rev. 2 del marzo 2008
- Ispra - Servizio Interdipartimentale per le Emergenze Ambientali Settore Siti Contaminati: *Protocollo per la Definizione dei Valori di Fondo per le Sostanze Inorganiche nelle Acque Sotterranee* – Aprile 2009

1.1.2 Riferimenti tecnici

- Piano della Caratterizzazione relativo alla discarica comunale dismessa, implementato nel 2005, ai sensi del DM 471/99 per conto del Comune di Olbia – redatto da Ing. Vivarelli;
- Studio idrogeologico dell'interno sito di Spiritu Santu (Olbia), realizzato nel 2013, per conto di CIPNES "Gallura" – redatto da Dott. Geol. De Paola
- Fascicolo indagini geoelettriche – realizzato a novembre 2013 per conto di CIPNES "Gallura" - redatto da TecnoBios Srl – Dott. Geol D'Errico
- Modello idrogeologico dell'interno sito di Spiritu Santu (Olbia), ricostruito e revisionato in base ai dati/indicazioni degli studi pregressi, del 7 luglio 2014 , per conto di CIPNES "Gallura" – redatto da Prof. Geol. De Paola
- Monitoraggi ambientali realizzati dal CIPNES "Gallura" (rif. Piano di Monitoraggio e Controllo A.I.A.)
- Monitoraggi ambientali del Comune di Olbia (rif. Prot. 98276 del 24.10.2013)
- Progetto Definitivo (Settembre 2013) Elaborato A.6.1. – Trattamento dei rifiuti liquidi....*omissis* – redatto da CIPNES – Ing. Maurelli

1.1.3 Riferimenti amministrativi

- verbale conferenza di servizi del 18/04/2006.
- nota prot. 2289/13 del 31/05/2013;
- nota prot. 2766/13 del 02/07/2013;
- nota prot. 5000/13 del 13/12/2013;
- verbale tavolo tecnico del 16/12/2013 – istituito con Det. n. 650 del 15/11/2013;
- nota prot. 77/14 del 10/01/2014;
- nota prot. 400/14 del 31/01/2014;
- verbale tavolo tecnico del 23/01/2014 – istituito con Det. n. 650 del 15/11/2013;
- nota prot. 492/14 del 06/02/2014;
- verbale tavolo tecnico del 13.02.2014 – istituito con Det. n. 650 del 15.11.2013;
- verbale tavolo tecnico del 27.02.2014 – istituito con Det. n. 650 del 15.11.2013.
- verbale della conferenza di servizi del 25.09.2014 e pareri tecnici allegati

2 INQUADRAMENTO DEL SITO

L'area di studio, nota come *Sito di Spiritu Santu di Olbia* ricade nell'ambito del Foglio 444, sezione II, Porto San Paolo e CTR in scala 1:10.000. Più precisamente si trova in Località "Spiritu Santu", a circa 500 m ad Est della omonima chiesa, a 8 km a Sud-Est dal centro urbano di Olbia, a 2 km a Sud dalla linea di riva mentre, ad Est dell'area di discarica, passa un breve solco di ruscellamento concentrato, affluente del Rio Su Fenuju, che si getta nel Lido del Sole. Il centro abitato più vicino alla discarica è denominato Murta Maria e dista circa 3 km dalla discarica medesima, in direzione Nord-Est.

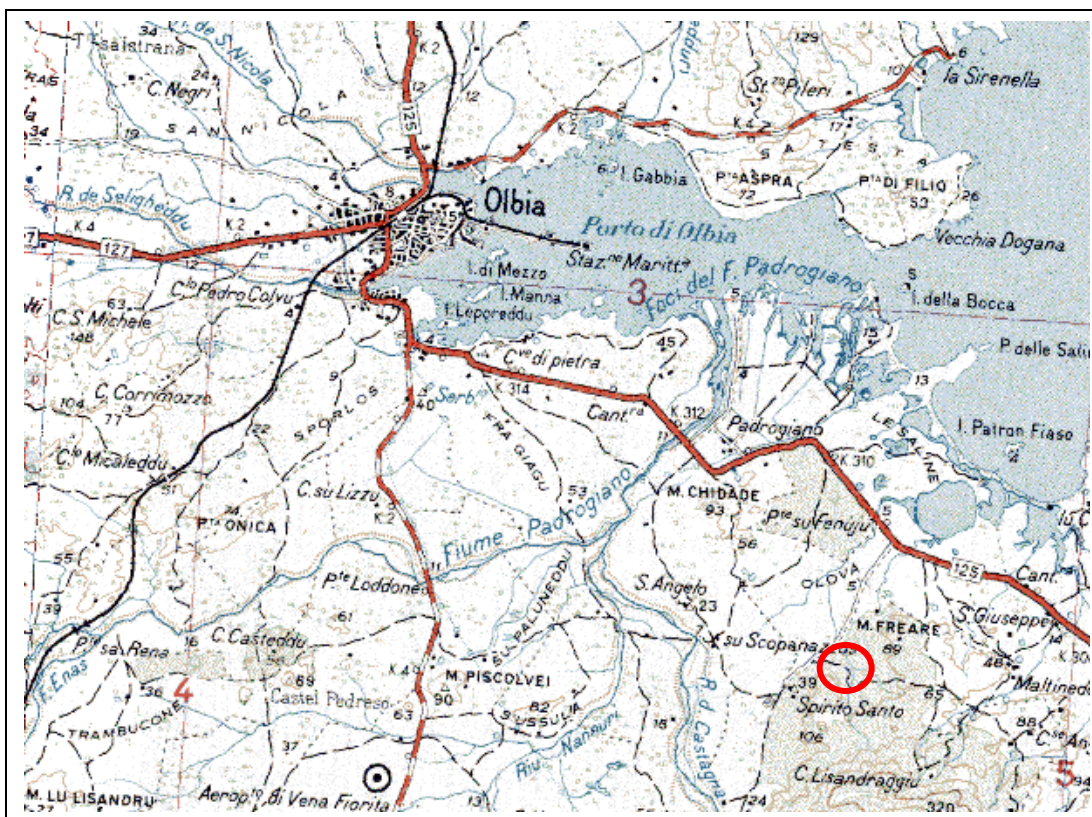
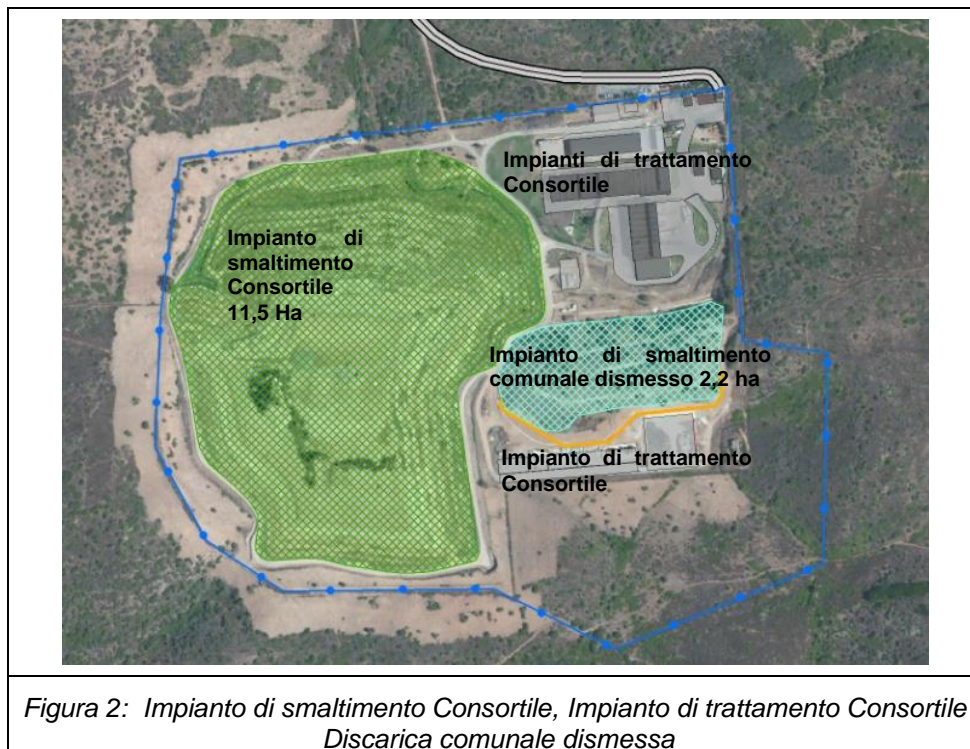


Figura 1: ubicazione dell'area di studio evidenziata con il cerchio rosso

Il Sito di Spiritu Santu è composto dalle seguenti aree (figura 2):

1. piattaforma operativa di trattamento/smaltimento rifiuti del CIPNES "Gallura";
2. discarica dismessa di proprietà del Comune di Olbia.



2.1 IMPIANTO IPPC CONSORTILE

2.1.1 Piattaforma IPPC

La Piattaforma IPPC del CIPNES per il trattamento e smaltimento dei RSU/RS a servizio del sub ambito D2 della Provincia di Olbia Tempio (OT) (Determinazione Dirigenziale n. 84/2014 della Provincia Olbia Tempio – nuova A.I.A.), è composta dalle seguenti sezioni impiantistiche (vedasi Allegato 2):

- Discarica per i rifiuti non pericolosi (Sezione A).
- Impianto per il trattamento meccanico/biologico dei rifiuti indifferenziati non pericolosi (impianto di selezione/triturazione e impianto di biostabilizzazione – Sezioni B e C).
- Impianto di compostaggio di qualità (Sezione D).
- Piattaforma per la valorizzazione delle frazioni differenziate (Sezione E).
- Impianto di termovalorizzazione del biogas da discarica (Sezione F).
- Piattaforma rifiuti ingombranti (Sezione G).

L'impianto di discarica ha una superficie complessiva di 11,5 ha e un volume di circa 1.500.000 mc ed è dotato di:

- Rete di captazione di percolato.
- Rete di captazione ed estrazione del biogas da discarica.
- Rete di regimazione delle acque meteoriche provenienti dalle aree caratterizzate da capping definitivo e capping provvisorio.

La porzione a sud del corpo discarica (modulo 2) è caratterizzata inoltre dalla presenza di pozzi sotto telo per il monitoraggio di eventuali perdite del sistema di impermeabilizzazione.

L'impianto di Trattamento meccanico/biologico (sezione B e C) dei rifiuti indifferenziati non pericolosi è caratterizzato, in sintesi, dalle seguenti fasi di lavorazione:

- conferimento delle frazioni di rifiuti indifferenziati all'interno delle fosse di accumulo.
- vagliatura, triturazione e deferrizzazione dei rifiuti.
- invio a smaltimento in discarica della frazione secca e degli scarti non riciclabili (sovvallò, codice CER 191212) derivanti dalla selezione (previa compattazione ed eventuale imballatura).
- Invio al capannone di biostabilizzazione, attraverso un sistema di nastri trasportatori, della frazione organica separata meccanicamente (sottovaglio) e degli eventuali fanghi da biostabilizzare. Il biostabilizzato sarà smaltito successivamente in discarica (codice CER 190503).
- invio a recupero dei rifiuti ferrosi (codice CER 191202).

L'impianto di compostaggio di qualità (sezione D) presenta, in sintesi, le seguenti fasi:

- ricezione e triturazione dei rifiuti ligneo celluloseici (strutturante).
- Ricezione delle frazioni umide.
- Miscelazione dello strutturante triturato e delle frazioni umide tramite trituratore/miscelatore.
- Fase di biossidazione accelerata (ACT).
- Maturazione finale della miscela biossidata.
- Raffinazione finale (vagliatura), con ottenimento di compost finito, sovvalli da smaltire in discarica e strutturante da riciclare in testa alla linea.
- Stoccaggio del compost finito.

La piattaforma di valorizzazione dei rifiuti da raccolta differenziata (Sezione E) è costituita da una piazzola attrezzata, in cui è prevista la messa in riserva e successiva valorizzazione delle seguenti tipologie di rifiuti differenziati:

- rifiuti di carta e cartone;
- rifiuti di vetro;
- rifiuti di plastica;
- rifiuti di legno;
- rifiuti ferrosi.

Infine sono presenti un Impianto per l'estrazione e la termovalorizzazione del biogas da discarica (Sezione F) e una Piattaforma rifiuti ingombranti (Sezione G).

2.1.2 Discarica per rifiuti non pericolosi del CIPNES

Nel presente paragrafo verrà posta particolare attenzione alla discarica consortile per rifiuti non pericolosi, avente una superficie di circa 11,5 ha ed ubicata all'interno del complesso IPPC consortile, avente superficie pari ad oltre 30 ha.

Le principali tipologie dei materiali che vengono interrati nella discarica sono:

- sovalli e scarti, derivanti dagli adiacenti impianti di trattamento dei RSU e RS;
- compost grigio (F.O.S.), derivante dall'adiacente impianto di biostabilizzazione della frazione organica presente nei rifiuti indifferenziati.

La discarica è stata avviata nel maggio '91, tramite la predisposizione dei sistemi di impermeabilizzazione e l'abbancamento progressivo di rifiuti per strati successivi, in una conca valliva.

La stessa è realizzata con le tecniche e modalità previste dalla normativa, in particolare i lotti autorizzati presentano un sistema di impermeabilizzazione del fondo e delle pareti così riassunto nella presente tabella:

Tabella 1: caratteristiche costruttive dei moduli della discarica consortile

Modulo	Volume mc	Impermeabilizzazione fondo	Impermeabilizzazione pareti
1	836.000 al netto della copertura finale	Argilla 100 cm con $K < 10^{-9}$ m/s + geomembrana HDPE 2 mm + terreno drenante di spessore variabile da 30 a 50 cm	Argilla 100 cm con $K < 10^{-9}$ m/s + geomembrana HDPE 2 mm
2	701.714 al netto della copertura finale	Argilla 100 cm con $K < 10^{-9}$ m/s + geomembrana HDPE 2 mm + geotessile tessuto non tessuto + terreno drenante di spessore da 50 cm	Misto bentonitico 100 cm con $K < 10^{-9}$ m/s + geomembrana bentonitica + geomembrana HDPE 2 mm

Successivamente alla prima autorizzazione il Consorzio ha presentato una serie di progetti di ampliamento che sono stati approvati ed autorizzati con DGR della R.A.S., l'ultima richiesta di ampliamento risale al settembre 2012.

Il procedimento VIA/AIA si è concluso positivamente con l'emanazione di una nuova autorizzazione integrata ambientale da parte della Provincia di Olbia-Tempio di cui alla Determinazione Dirigenziale n. 84/14, previo conseguimento del parere di compatibilità ambientale (chiusura procedimento di VIA) espresso con DGR n. 33_49 del 08.08.2013 della Regione Autonoma della Sardegna.

La volumetria complessiva autorizzata della discarica esistente è di oltre 1.500.000 mc ai quali vanno aggiunti circa 164.000 mc del recente ampliamento.

I principali passaggi autorizzativi sono riassunti nella seguente tabella:

Tabella 2: autorizzazioni e volumetrie dei moduli della discarica consortile

Modulo	Volume mc	Autorizzazioni
1	836.000	- Autorizzazione provvisoria esercizio primo lotto discarica consortile Aut. RAS 9922B e s.m.i. del 31.5.1991 - Autorizzazione di esercizio opere di smaltimento della discarica consortile di 1 categoria Det. RAS 1482 del 16.6.1999 - Autorizzazione esercizio impianto per il trattamento dei RSU/RSA indifferenziati Det. 2323/IV del 10.10.2007
2	701.714	- 360.000 m ³ di ampliamento di cui alla Det. RAS 1045/IV del 22.4.2004 - 35.714 m ³ innalzamento di cui alla Det. Prov. OT n. 268/09 - 306.000 m ³ di successivo ampliamento di altezza di 14 m di cui alla Det. di AIA n. 420 del 28.10.2011
3 (realizzazione recentemente completata)	164.414	- Determinazione Dirigenziale n. 84/14 della Provincia di Olbia Tempio

2.1.3 Aspetti gestionali della discarica CIPNES

Sistema gestione percolato

Il sistema di gestione del percolato prodotto dalla discarica consortile è stato caratterizzato nel corso degli anni da vari miglioramenti sia in termini strutturali che gestionali.

Le ultime implementazioni al suddetto sistema (datate 2013 – 2014) hanno visto la realizzazione di una nuova vasca di raccolta del percolato (volume pari a circa 1050 mc) e la ridefinizione/rimodellamento del sistema di canalizzazione perimetrale alle aree attive del corpo discarica.

Relativamente al sistema di canale perimetrali all'impianto di smaltimento, sono stati realizzati dei setti di separazione delle canale a servizio delle aree attive della discarica rispetto alla canalizzazione riguardante la gestione delle acque di ruscellamento superficiale delle aree caratterizzate da copertura provvisoria e definitiva.

Tale sistema di separazione (setti), previsto dal progetto presentato con il recente procedimento VIA/AIA (partito nel 2012 e conclusosi, con approvazione del progetto, con DGR n. 33/49 del 8/8/2013 e AIA n. 84 del 14/02/2014 della Provincia di Olbia Tempio), è stato predisposto già durante l'anno 2013.

Il sistema in parola nel suo complesso è dunque costituito e caratterizzato, in sintesi, come segue:

1. sistema di drenaggio del fondo vasca costituito da tubazioni primarie fessurate, affogate nello strato di drenaggio previsto nella parte sommitale al sistema di impermeabilizzazione del fondo, che convergono verso punti depressi allestiti con uno o più pozzi di estrazione dotati di idonei sistemi di sollevamento.

Il piano di posa risulta caratterizzato da adeguata sagomatura allo scopo di ottenere le pendenze necessarie al corretto deflusso dei liquami, anche a fronte degli assestamenti previsti per il terreno di fondazione;

2. pozzi verticali di estrazione dotati di opportune pompe di sollevamento e collegati a linee/tubazioni di convogliamento del percolato al punto di raccolta;
3. vasca di raccolta (1050 mc);
4. impianto di smaltimento ubicato nella zona industriale della città di Olbia.

Precedentemente agli anni 2013 - 2014, il sistema di gestione del percolato della discarica consortile, differente rispetto a quello presente oggi, era comunque caratterizzato da una piena efficienza gestionale.

Il sistema di canalizzazione perimetrale non presentava la suddetta suddivisione (setti) in quanto non erano esistenti aree caratterizzate da copertura provvisoria e/o definitiva. Pertanto, considerato che tutta la superficie della discarica era attiva (priva di copertura provvisoria e/o definitiva), il sistema di canalizzazione perimetrale era adibito, nella sua interezza, alla sola gestione del percolato.

Nello specifico, il percolato che veniva captato nel sistema di canalizzazione perimetrale (interno al corpo discarica e dotato pertanto dei presidi di impermeabilizzazione del fondo previsti dalla normativa di settore) veniva in seguito, come attualmente succede nel tratto di canalizzazione a servizio delle attuali aree attive della discarica, captato ed inviato a smaltimento (impianto di trattamenti rifiuti liquidi del CIPNES "Gallura").

La pre-esistente vasca di raccolta del percolato, seppur caratterizzata da una minor volumetria utile, garantiva, supportata da un cospicuo sostegno logistico di smaltimento del percolato presso l'impianto di trattamento rifiuti liquidi consortile, una adeguata gestione dello stesso.

In passato, le uniche criticità operative/gestionali si presentavano conseguentemente ad eventi meteorici eccezionali.

Tali criticità venivano affrontate, limitatamente ed esclusivamente alla durata di tali eventi, con l'esecuzione di rilanci del percolato all'interno del corpo rifiuti.

Dal 1991 al 2012, sono stati smaltiti complessivamente circa 390000 mc di percolato prodotto dalla discarica in esame.

Attualmente, con le suddette migliorie strutturali del sistema in parola, il CIPNES, a seguito di un idoneo studio relativo alla produzione e smaltimento del percolato, ha predisposto un cronoprogramma gestionale (rif. nota prot. 3525 del 06/09/2013) per smaltire il percolato "storico" presente all'interno del corpo discarica.

Gli attuali accorgimenti dimostrano la piena efficacia del sistema e, considerata l'estrazione del percolato storico, la perfetta tenuta del sistema di impermeabilizzazione della vasca dell'intero corpo discarica consortile.

Tale considerazione scaturisce anche dai risultati delle numerose tomografie elettriche eseguite, nell'anno 2013, all'interno del corpo discarica consortile e finalizzate, oltre che verificare la presenza e l'ubicazione di sacche di percolato, la tenuta e la continuità del suddetto sistema di impermeabilizzazione.

Le suddette esposizioni tendono ad escludere possibili interferenze ambientali dovute alla gestione del percolato della discarica consortile.

Le suddette conclusioni, relativamente alla tenuta del sistema di impermeabilizzazione, saranno comunque oggetto di ulteriore verifica nell'ambito della Caratterizzazione del sito di Spiritu Santu. Si precisa infatti che, come meglio descritto nei seguenti capitoli, la discarica consortile sarà oggetto di prove con traccianti finalizzate alla verifica della tenuta dell'intero sistema di impermeabilizzazione.

Di seguito con lo scopo di aggiornare i dati relativi alla gestione del percolato della discarica consortile, si riporta un prospetto riepilogativo dei quantitativi prodotti (stima estrapolata dalla relazione trasmessa con nota prot. 3525 del 06/09/2013) e smaltiti negli anni 2013 e 2014, con riferimento anche alla gestione dei quantitativi di percolato storico (vedi cronoprogramma succitato):

Anno	Stima percolato prodotto (mc)	Quantitativi inviati a smaltimento (mc)
2013	25914	48537
2014 (*)	18796	61569
(*) Quantitativi al 31/10/2014		

Stima percolato residuo nel corpo discarica consortile al 31/12/12 (mc)	223613
Stima percolato residuo nel corpo discarica consortile al 31/10/14 (mc)	158217

Sistema gestione acque meteoriche di ruscellamento superficiale

Nell'ambito del complesso industriale si individuano 3 diverse tipologie di acque meteoriche di ruscellamento superficiale la cui gestione è descritta nel seguito.

Acque meteoriche di ruscellamento superficiale provenienti dai piazzali antistanti gli impianti di trattamento consortile

Le acque meteoriche che ruscellano le aree dei piazzali antistanti gli impianti consortili sono convogliate, tramite una condotta di recente realizzazione (2013-2014), verso la vasca di raccolta della acque di prima pioggia (di recente realizzazione 2013) e il sistema di scarico delle acque di seconda pioggia.

Le acque di prima pioggia vengono inviate a smaltimento presso idoneo impianto e le acque di seconda pioggia, monitorate (qualora presenti) con frequenza trimestrale, vengono scaricate sul compluvio naturale a valle del sito industriale.

Acque meteoriche di ruscellamento superficiale provenienti dalla discarica consortile

Le acque meteoriche che ruscellano le aree a copertura provvisoria (realizzata nell'anno 2013) e definitiva (realizzata nell'anno 2012) dell'impianto di smaltimento consortile sono regimate tramite opportuni sistemi di canalizzazione perimetrale ed interni (area a capping definitivo) che convogliano le stesse acque verso la vasca di raccolta della acque di prima pioggia (di recente realizzazione 2013) e il sistema di scarico delle acque di seconda pioggia.

Le acque di prima pioggia vengono inviate a smaltimento presso idoneo impianto e le acque di seconda pioggia, monitorate (qualora presenti) con frequenza trimestrale, vengono scaricate sul compluvio naturale a valle del sito industriale.

Recentemente (anno 2014), come condiviso con gli Enti di controllo, si è provveduto al rimodellamento delle canalizzazioni garantendo maggiore sicurezza e funzionalità dell'intero sistema.

Acque meteoriche di ruscellamento superficiale provenienti dalle superfici residue del bacino idrografico

Le acque meteoriche che sono provenienti dalle aree esterne agli impianti del CIPNES e che vengono attualmente gestite dal sistema consortile, sono:

1. acque di ruscellamento superficiale della discarica dismessa del Comune di Olbia;
2. acque di ruscellamento superficiale delle aree residue del bacino idrografico.

Relativamente al primo contributo si precisa quanto segue:

- le acque provenienti dalla superficie occupata dall'impianto dismesso del Comune di Olbia sono, considerata l'inesistenza di un sistema di copertura provvisorio o definitivo della stessa, da classificare come percolato. Le stesse, oltre alla nomenclatura definita da un concetto puramente normativo, risultano sia da controlli visivi che da controlli analitici contaminate.

Infatti, oltre al dilavamento delle superfici non coperte della discarica comunale, tali acque intercettano pozze di percolato formatesi, a seguito di fuoriuscite dovute sia al mal funzionamento che alla potenziale non idonea realizzazione degli attuali sistemi di messa in sicurezza della discarica stessa (realizzati a seguito di un procedimento di messa in sicurezza permanente intrapreso ai sensi del D.M. 471/99).

Si precisa inoltre che tali acque, come contemplato dagli Enti di controllo, sono, in via eccezionale, attualmente convogliate al sistema di gestione consortile delle acque meteoriche di prima e seconda pioggia;

Relativamente al secondo contributo si precisa quanto segue:

- le acque provenienti dalle aree residue del bacino idrografico, come proposto nel recente progetto di gestione delle acque meteoriche presentato dal CIPNES (approvato dagli Enti di controllo - rif. Verbale CdS del 20/10/2014) vengono, come detto, gestite anch'esse contestualmente alle acque di prima e seconda pioggia interessanti le aree di competenza consortile.

Tale scelta, condivisa dagli Enti di controllo, è stata perseguita a seguito della verifica dell'interazione delle attività lavorative interessanti l'area impiantistica con tali acque superficiali e, soprattutto, per la suddetta problematica causata dalla discarica dismessa del Comune di Olbia.

In passato (pre 2013) si aveva la seguente situazione:

- le acque di prima pioggia che ruscellavano le superfici occupate dai piazzali adiacenti gli impianti consortili venivano captate e convogliate, preventivamente alle operazioni di smaltimento, presso una vasca di raccolta ubicata nell'area limitrofa all'edificio adibito ad ufficio operativo;
- l'inesistenza di aree caratterizzate da capping provvisorio e/o definitivo faceva sì che in passato le acque meteoriche di ruscellamento superficiale della discarica consortile, essendo la stessa attiva, venissero gestite come percolato. Pertanto dall'impianto di smaltimento consortile non venivano prodotte acque di ruscellamento da gestire come prima o seconda pioggia.

Il sistema di canalizzazione perimetrale, come indicato nel precedente paragrafo, veniva pertanto utilizzato per la sola gestione del percolato;

- le acque di dilavamento della discarica comunale, in passato come all'attualità, venivano in parte convogliate presso il sistema di canalizzazione perimetrale della discarica consortile, pertanto successivamente gestite dal CIPNES come percolato, e in parte non regimate e quindi probabilmente, a seguito di svariati percorsi di migrazione, venivano interessate da processi limitati di evapotraspirazione, ruscellamento e infiltrazione;
- le acque interessanti le aree residue del bacino idrografico venivano in buona parte captate del sistema di canalizzazione consortile, ubicato parallelamente alla recinzione del sito, per poi essere scaricate direttamente nel compluvio naturale ubicato a valle del sito impiantistico.

La non corretta gestione delle acque dilavanti le aree occupate dalla discarica dismessa comunale era ed è attualmente la principale criticità del sistema.

Variazioni morfologiche sito impiantistico di Spiritu Santu

Il sito in esame ha subito nel corso degli anni importanti variazioni morfologiche. Dai primi anni '80 (data di realizzazione dell'impianto comunale attualmente dismesso) ad oggi, le lavorazioni eseguite nel sito sono state caratterizzate da numerosi interventi invasivi (es. rimodellazione delle superfici con utilizzo di esplosivi).

La sostanziale variazione della morfologia del sito potrebbe aver giocato dunque nel corso degli anni un ruolo fondamentale nello sviluppo della potenziale contaminazione attualmente riscontrata nello stesso.

Tale effetto potrebbe essere riscontrabile anche da quanto indicato nel paragrafo 2.2.2. (rif. ortofoto e foto, datate 1999-2003).

A riguardo si evidenzia che l'attuale conformazione morfologica (sviluppatasi a seguito dei recentissimi interventi strutturali) pare aver contribuito ad una inversione di tendenza rispetto al passato, apportando migliorie sullo stato ambientale dello stesso (attenuazione della potenziale contaminazione).

2.2 DISCARICA DISMESSA COMUNALE

2.2.1 Cronistoria

All'interno dell'area di studio è ubicata la discarica del comune di Olbia, realizzata nei primi anni '80 (anni in cui non era ovviamente vigente la principale normativa di riferimento per la costruzione di dette opere – D. Lgs. 36/2003) e non più attiva da aprile '91.

A partire dal mese di maggio del 1991 partirono i lavori per la realizzazione dell'adiacente discarica consortile.

Le tecniche costruttive con cui al tempo fu realizzata la discarica comunale non garantiscono all'attualità gli elevati standard di sicurezza dettati dal D.Lgs. 36/2003, tant'è che già nel giugno '03 furono individuate e segnalate, da parte del CIPNES "Gallura", vistose fuoriuscite di percolato della discarica in parola.

A seguito di tale segnalazione agli Enti di controllo preposti e di vari approfondimenti istruttori, la discarica comunale fu inquadrata nel "Piano regionale di gestione dei rifiuti - Piano di bonifica siti inquinati" emanato dalla Regione Autonoma della Sardegna nel 2003, in quanto sito potenzialmente inquinato e quindi assoggettato alla speciale normativa nazionale di riferimento.

Pertanto il Comune di Olbia si attivava effettuando il seguente iter istruttorio rappresentato dai seguenti passaggi procedurali:

- in data 29.07.2005, ai sensi del D.M. 471/99, fu presentato il “Piano di caratterizzazione della vecchia discarica Località Spiritu Santu – Olbia”, che prevedeva, tra l’altro, alcune misure di sicurezza in emergenza;
- il 05.09.2005 la Conferenza di Servizi, presieduta dagli Enti competenti in materia, approvava il Piano di caratterizzazione di cui sopra, con le prescrizioni richieste dalla Regione, ovvero “a condizione che esso venga integrato con una serie di indagini e studi aggiuntivi”;
- nel novembre del 2005 fu redatto il documento “Ulteriori azioni di messa in sicurezza di emergenza a seguito di indagini integrative effettuate nel rispetto delle indicazioni del verbale della conferenza dei servizi di approvazione del piano di caratterizzazione della “vecchia discarica” localita’ Spiritu Santu Olbia”;
- nel febbraio del 2006 fu presentato il “Progetto Preliminare/Definitivo di Bonifica “vecchia discarica” Località Spiritu Santu – Olbia”;
- in data 18.04.2006 la Conferenza di Servizi esprimeva parere favorevole relativamente al Progetto Preliminare/Definitivo di cui sopra, ed il Comune di Olbia approvava il progetto con deliberazione G.M. n. 266 del 29/09/2006. Quest’ultimo, analizzate le migliori tecniche di bonifica per il sito, tenuto conto dell’applicabilità e dei costi da sostenere, ha optato per la soluzione di messa in sicurezza permanente del sito con il confinamento dello stesso, da realizzarsi attraverso:
 - impermeabilizzazione della sua superficie (capping);
 - inserimento pareti verticali che impediscano l’infiltrazione dell’acqua di falda nel corpo rifiuti e la conseguente formazione del percolato e diffusione in senso orizzontale (diaframma);
 - gestione delle acque piovane in ingresso (sistema di allontanamento)
 - la rimozione e l’invio ad impianti di trattamento dell’accumulo di percolato presente nel corpo della discarica;
- con Deliberazione n. 40/20 del 09.10.2007 la Regione Sardegna approvava il programma di utilizzo delle risorse necessarie alle attività di bonifica di numerosi siti di discariche, tra cui anche quello del comune di Olbia, per un importo pari ad € 561.000,00;
- con Deliberazione n. 44/24 del 06.08.2008 la Regione Sardegna approvava il programma di utilizzo delle risorse necessarie alle attività di bonifica di altri siti di discariche, tra cui anche quello del comune di Olbia, per un ulteriore importo pari ad € 800.000,00;
- il Comune di Olbia avviava le operazioni di bonifica di cui ai progetti approvati dagli Enti di controllo;
- presentazione della proposta di differimento delle opere, di cui al progetto preliminare/definitivo, fatta dal Comune di Olbia alla RAS in data 27/06/2007;
- predisposizione del progetto (1° stralcio) dei lavori di messa in sicurezza permanente le cui principali opere sono: la barriera idraulica (diaframma in rock grouting e trincea drenante) e il sistema di regimazione delle acque superficiale;
- il Comune di Olbia nel corso del 2010 avviava le operazioni relative al primo stralcio dei lavori di messa in sicurezza permanente di cui ai progetti approvati dagli Enti di controllo.

2.2.2 Aspetti gestionali

Le lavorazioni di bonifica del sito di discarica comunale in parola, mai collaudate da parte delle autorità competenti (per le opere realizzate), ai sensi dell'art. 248 c. 2 del D.lgs. 152/06, non sono state ultimate.

Ad oggi, sono in corso di conclusione le attività di collaudo relative al primo stralcio dei lavori di messa in sicurezza.

Il progetto infatti prevedeva tra l'altro anche la realizzazione della copertura definitiva della discarica comunale (ad oggi non finanziata e dunque non ancora realizzata) e la conseguente realizzazione di un sistema di gestione delle acque meteoriche di ruscellamento superficiale.

Le azioni ad oggi eseguite non sono pertanto complete rispetto a quanto previsto nel succitato progetto di messa in sicurezza permanente e, considerate anche le recenti segnalazioni da parte del CIPNES (Ente proprietario e gestore della limitrofa discarica controllata), in merito a fuoriuscite di percolato, malfunzionamenti dei sistemi installati (MISP e MISE), esiti dei vari e recenti monitoraggi ambientali svolti sul sito, non risultano risolutive della problematica in questione.

Le suddette segnalazioni venivano continuamente trasmesse dal CIPNES (ai sensi dell'art. 245 del TUA) agli Enti competenti, in via precauzionale e allo scopo di promuovere l'attivazione di necessari e doverosi interventi di prevenzione igienico sanitaria.

Considerata anche l'evidenza di eventi di potenziale contaminazione che hanno caratterizzato il sito svariati anni addietro, un'altra possibile fonte di potenziale contaminazione storica, connessa con le fuoriuscite di percolato provenienti dalla discarica comunale, può essere ricercata nella passata presenza (anni 1999 – 2003) di ampi laghetti di acque stagnanti ubicati sul margine ovest della discarica medesima, posti immediatamente a monte dell'allora superficie occupata dalla discarica consortile (tanto si evince dalle ortofoto e dalle foto datate 1999-2003, vedi paragrafo 3.2.2, e si rileva dalla memoria storica dei lavoratori).

Tali sistemi di acque stagnanti, interessati dalle suddette fuoriuscite di percolato, si rilevavano principalmente durante il periodo invernale, strettamente connessi al verificarsi degli eventi meteorici (unica fonte di alimentazione della circolazione idrica sotterranea presente nel sito impiantistico di Spiritu Santu).

Le perdite di percolato recenti e storiche, provenienti dalla suddetta discarica comunale dismessa, potrebbero aver determinato la propagazione di un plumen di contaminazione sull'intero sito impiantistico di Spiritu Santu. Tale condizione in passato potrebbe essere stata amplificata grazie alla morfologia pregressa dell'area.

Ulteriori peculiarità dell'impianto comunale ed altri aspetti gestionali dello stesso sono indicati nel successivo capitolo 4.1 del presente elaborato, riportante considerazioni circa l'attuale stato ambientale del sito.

A seguito del riscontro delle recenti problematiche (2013-2014) ed anche al fine di effettuare una valutazione ambientale di alcune aree di propria competenza, il CIPNES, seppur ritenendosi soggetto non direttamente responsabile, ha doverosamente provveduto a mettere in atto modalità di intervento gestionali di seguito sintetizzate.

Gestione delle problematiche relative alla matrice ambientale - "ACQUE SUPERFICIALI"

A seguito dei succitati accertamenti di eventi di potenziale contaminazione dovuti a fuoriuscite di percolato dalla discarica dismessa del comune di Olbia (discussi anche durante il recente tavolo tecnico, istituito con Determinazione n. 650/13 della Provincia di Olbia Tempio, svoltosi il

23/01/2014), con potenziale miscelazione del rifiuto liquido in parola con le acque meteoriche provenienti dalle zone a copertura provvisoria e definitiva (ai sensi del D.Lgs. 36/2003) della discarica del CIPNES "Gallura" (raccolte mediante apposito sistema di canalizzazione), il CIPNES "Gallura" ha provveduto, seppur non responsabile dell'evento inquinante, alle seguenti onerose azioni preventive e di emergenza:

- immediata comunicazione alle autorità competenti dell'accertamento di eventi di potenziale contaminazione, documentati con materiale fotografico e dai verbali relativi ai sopralluoghi effettuati congiuntamente con i tecnici dell'ARPAS (rif. nota prot. 2289/13 del 31/05/2013, rif. nota prot. 2766/13 del 02/07/2013 e rif. nota prot. 400/14 del 31/01/2014), e trasmissione dell'analisi chimico/fisica del percolato fuoriuscito dalla discarica del comune di Olbia.
A riscontro della suddetta nota CIPNES prot. 2289/13 del 31/05/2013, il Comune di Olbia sosteneva (nota prot. 56633 del 21/06/2013) l'asserita assenza di fuoriuscite di percolato sia dal corpo discarica che dalle cisterne a servizio della stessa.
A sua volta il CIPNES, con nota prot. 2766/13 del 02/07/2013, provvedeva a fornire ulteriori evidenze documentali e controdeduzioni volte a confutare quanto asserito dal Comune;
- creazione di argini in argilla ed aspirazione mediante autospurgo del percolato individuato e interferente con la canaletta succitata del CIPNES "Gallura", con successivo smaltimento dello stesso presso l'impianto di depurazione consortile;
- deviazione e convogliamento, a causa dell'interazione con il percolato prodotto dalla discarica comunale, di tutte le acque meteoriche (sia di prima che di seconda pioggia), raccolte dalla canaletta di proprietà del CIPNES "Gallura" (realizzata per la sola regimazione delle acque meteoriche provenienti dalle aree a copertura provvisoria e definitiva, ai sensi del D. Lgs. 36/2003) verso la nuova vasca di prima pioggia, per il successivo smaltimento di tutte le quantità captate presso l'impianto di depurazione consortile;
- attuazione di indagini in situ (rif. relazione trasmessa con nota prot. 77/14 del 10/01/2014) finalizzate alla valutazione di possibile potenziale contaminazione a carico del top soil nell'area destinata all'ampliamento della discarica consortile e di indagini sul soil gas (rif. planimetria trasmessa con nota prot. 492/14 del 06/02/2014);
- caratterizzazione chimica dei materiali minerali utilizzati nella realizzazione varie opere di impermeabilizzazione (rif. nota prot. 1321/14 del 03/04/2014);
- trasmissione (rif. nota prot. 492/14 del 05/02/2014) degli interventi di prevenzione/emergenza messi a punto dal CIPNES "Gallura".

Gestione delle problematiche relative alla matrice ambientale - "ACQUE SOTTERRANEE"

A seguito dei riscontri relativi ai superamenti delle CSC, rilevati dal CIPNES "Gallura" durante le attività di autocontrollo (rif. Piano di Monitoraggio e Controllo dell'A.I.A. vigente) della matrice ambientale "acque sotterranee", lo stesso CIPNES ha provveduto alle seguenti azioni preventive e di emergenza:

- periodica comunicazione agli Enti di controllo di tutti i risultati dei monitoraggi/controlli delle acque sotterranee dei pozzi spia consortili e, a scopo precauzionale, dei pozzi comunali, con elaborazione degli stessi in planimetrie di sintesi e prospetti riassuntivi. Si precisa che il CIPNES "Gallura" ha da sempre messo a disposizione degli Enti di controllo i dati degli autocontrolli della matrice ambientale "acque sotterranee" del sito di Spiritu Santu, attestanti i superamenti delle CSC stabilite dal D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. A

riguardo, a seguito di detti superamenti, già dal mese di gennaio 2013, il CIPNES “Gallura” ha provveduto ad elaborare e trasmettere planimetrie di sintesi e prospetti riassuntivi per permettere agli Enti di controllo competenti di individuare e risolvere il problema (considerati gli eventi, più volte segnalati, di potenziale inquinamento causati dalla discarica comunale);

- periodica comunicazione agli Enti di controllo di tutti i risultati dei rilievi piezometrici (anche relativi ai pozzi di controllo del diaframma realizzato a monte della discarica comunale);
- comunicazione agli Enti di controllo di tutti i risultati analitici del percolato prodotto dalla discarica comunale (causa degli eventi di potenziale contaminazione più volte segnalati);
- periodica comunicazione agli Enti di controllo di tutti i risultati analitici del percolato prodotto dalla discarica controllata del CIPNES “Gallura” (avente peraltro parametri chimici apparentemente non correlabili con i superamenti delle CSC riscontrati nelle acque sotterranee);
- immediata comunicazione agli Organi competenti (nota prot. 2289/13 del 31/05/2013, nota prot. 2766/13 del 02/07/2013 e nota prot. 400/14 del 31/01/2014; le note riportano anche i verbali relativi ai sopralluoghi effettuati congiuntamente con i tecnici dell’ARPAS) dell’accertamento di eventi di potenziale contaminazione relativi alla fuoriuscita di percolato dalla discarica comunale, al presunto mal funzionamento del diaframma (realizzato come M.I.S.P., a monte idrogeologico della stessa) e al presunto mal funzionamento dei pozzi costituenti una discutibile, insufficiente e talvolta mal funzionante barriera idraulica (realizzata come M.I.S.E., a valle idrogeologico della stessa).

A riscontro della suddetta nota CIPNES prot. 2289/13 del 31/05/2013, il Comune di Olbia sosteneva (nota prot. 56633 del 21/06/2013) l’asserita assenza di fuoriuscite di percolato sia dal corpo discarica che dalle cisterne a servizio della stessa. A sua volta il CIPNES, con nota prot. 2766/13 del 02/07/2013, provvedeva a fornire ulteriori evidenze documentali e controdeduzioni volte a confutare quanto asserito dal Comune;

- richiesta, agli effetti del D.Lgs. 195/05 (accesso del pubblico all’informazione ambientale), all’ARPA Sardegna e alla Provincia di Olbia Tempio, concernente l’accesso agli atti nonché a tutta la documentazione ambientale esistente relativamente alla conduzione della discarica incontrollata del Comune di Olbia ex art. 248 del TUA;
- intensificazione, a partire da inizio anno 2013, dei monitoraggi relativi alla matrice ambientale “acque sotterranee” (aumento della frequenza di monitoraggio, del numero di punti di campionamento e dei parametri (analiti) ricercati e affidamento dei monitoraggi ad un laboratorio accreditato “ACCREDIA”);
- intensificazione dei controlli (qualità acque sotterranee e rilievi piezometrici) a ridosso della discarica comunale dismessa, e precisamente nei pozzi di controllo del corretto funzionamento del diaframma in rock grouting (realizzato come M.I.S.P., a monte idrogeologico della stessa) e dei pozzi costituenti la succitata barriera idraulica (realizzata come M.I.S.E., a valle idrogeologico della stessa);
- periodica pubblicazione nel sito istituzionale del CIPNES “Gallura”, sezione “informativa ambientale”, di tutti i monitoraggi ambientali relativi agli autocontrolli previsti dal Piano di monitoraggio e Controllo del A.I.A. (Determinazione n. 420/2011 della Provincia di Olbia – Tempio);
- campagna di indagine consistente nella realizzazione di n° 19 Tomografie Elettriche Superficiali (T.E.S.), tipo “Dipolo-Dipolo”, e di n° 10 Sondaggi Elettrici Verticali (S.E.V.). Indagini finalizzate alla revisione/raffinamento del precedente studio idrogeologico, alla verifica della tenuta del fondo impermeabile della discarica consortile ed all’ulteriore

verifica circa la potenziale connessione delle suddette problematiche ambientali con la discarica comunale dismessa (rif. relazioni trasmesse con nota prot. 5000/13 del 13/12/2013);

- studio re-interpretativo del modello idrogeologico, basato sull'analisi critica dei precedenti studi e delle indagini in situ pregresse, sui nuovi dati relativi ai recenti monitoraggi ambientali e sui risultati della campagna di indagini geoelettriche;
- indagini in situ (rif. relazione trasmessa con nota prot. 77/14 del 10/01/2014) finalizzate alla valutazione di possibile potenziale contaminazione a carico del top soil nell'area destinata all'ampliamento della discarica consortile ed indagini sul soil gas (rif. planimetria trasmessa con nota prot. 492/14 del 06/02/2014);
- indagini finalizzate alla caratterizzazione chimica dei materiali minerali utilizzati nelle varie opere di impermeabilizzazione eseguite (rif. nota prot. 1321/14 del 03/04/2014);
- trasmissione (rif. nota prot. 492/14 del 05/02/2014) degli interventi di prevenzione/emergenza messi a punto dal CIPNES "Gallura";
- attivazione di opere di captazione dirette all'intercettazione delle acque sotterranee provenienti da tutta l'area a monte idrogeologico, compresa l'area interessata dalla discarica comunale (considerate anche le succitate notevoli perdite di percolato da parte della stessa discarica). In particolare, il CIPNES ha provveduto a:
 - attivare (vedi Allegato 3: planimetria già trasmessa alla Provincia di Olbia Tempio, ad ARPAS e al Comune di Olbia con nota prot. 492/14 del 06/02/2014) un sistema di captazione delle acque sotterranee a valle idrogeologico (zona nord dell'intero complesso), area in cui, secondo i recenti studi idrogeologici, si va a convogliare l'esiguo flusso sotterraneo (flusso che segue l'andamento della morfologia superficiale). Tale sistema è costituito da un pozzo (caratteristiche costruttive: tubo corrugato con diametro pari a 680 mm, profondità pari a circa 4 m e fenestrazione lungo tutto il tratto della tubazione, escluso il primo metro superficiale) dotato di pompa di sollevamento, realizzato all'interno di una trincea drenante (caratteristiche costruttive: circa 20 m di lunghezza, circa 10 m di spessore e profondità massima pari a circa 4 m). Tale opera di prevenzione ha la funzione intercettare le acque sotterranee e convogliarle all'interno della nuova vasca delle acque di prima pioggia, per il loro successivo smaltimento presso l'impianto di depurazione consortile;
 - richiedere, durante il recente tavolo tecnico del 23/01/2014 (istituito con Determinazione n. 650/13 della Provincia di Olbia Tempio agli effetti degli artt. 244 e 245 del TUA), l'urgente riattivazione e la verifica dell'idoneità/funzionalità dell'impianto di MISE della discarica comunale, al fine di scongiurare o almeno minimizzare la migrazione di tali acque sotterranee da ulteriori vie preferenziali, con particolare riferimento all'area nord est dell'intero sito. Tali aree infatti, anche in funzione di quanto indicato nel recente studio idrogeologico, sono contraddistinte dal passaggio della pur sempre esigua circolazione idrica sotterranea;
- affiancare, seppur ritenendosi soggetto non direttamente responsabile, sia sotto l'aspetto tecnico/consulenziale che economico, il Comune di Olbia per la redazione del modello idrogeologico e del piano di caratterizzazione del sito impiantistico di Spiritu Santu contenuti nel presente documento.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO, IDRAULICO E METEOCLIMATICO

La definizione dell'assetto geologico, idrogeologico, idraulico e meteorologico è tratto dai documenti pregressi fornitoci dal CIPNES, in particolare sono stati utilizzati i documenti citati nel par. 1.1.2 – *Riferimenti tecnici*. Tali documenti sono stati visionati ed analizzati e si ritiene di condividerne sia gli approcci metodologici tecnici nonché le conclusioni.

Qui di seguito si descrivono in maniera sintetica le varie componenti rimandando ai documenti originali per eventuali approfondimenti specifici.

Le assunzioni di base sulla geologia ed idrogeologia si sono basate sui documenti progettuali pregressi forniti dal CIPNES ed in particolare sul documento relativo al modello idrogeologico redatto ed aggiornato il 07 luglio 2014 dal Prof. Geol. De Paola che diventa parte integrante del presente documento (Allegato 1).

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Come si evince da sopralluoghi effettuati sul sito e dalla documentazione esistente nell'area in esame si osservano in affioramento essenzialmente terreni paleozoici e quaternari.

I primi, di età carbonifera sup.- permiana, legati all'orogenesi ercinica, sono costituiti in prevalenza da monzograniti equigranulari a tendenza marcatamente leucocrata, con fluidalità magmatica planare non sempre facilmente riconoscibile (comunque compresa fra N100E e N140E), in perfetta colinearità con la direzione di allungamento strutturale della catena ercinica sarda. Queste strutture di flusso magmatico sono evidenziate dall'isorientazione dei megacristalli di Kfs, della biotite e degli inclusi basici microgranulari.

I secondi, di età olocenica, sono depositi di copertura, poggianti in discordanza sui graniti ercinici. Sono composti generalmente da ghiaie, sabbie, limi e argille sabbiose, di origine colluviale e alluvionale.

Le influenze della tettonica disgiuntiva alpina si riscontrano nel sistema di faglie a direzione NO-SE.

In particolare l'area si sviluppa in una vallecola (vedi figura 3), dove è indicata la presenza di depositi quaternari sopra il complesso roccioso. Gli scavi realizzati per le urbanizzazioni hanno comportato la rimozione delle porzioni superficiali dei depositi/roccia in posto. Nella parte alta dell'area si registra ora roccia subaffiorante e solo nella parte bassa si ha forse uno spessore di depositi sciolti. Attorno si ha un'area collinare con roccia subaffiorante.

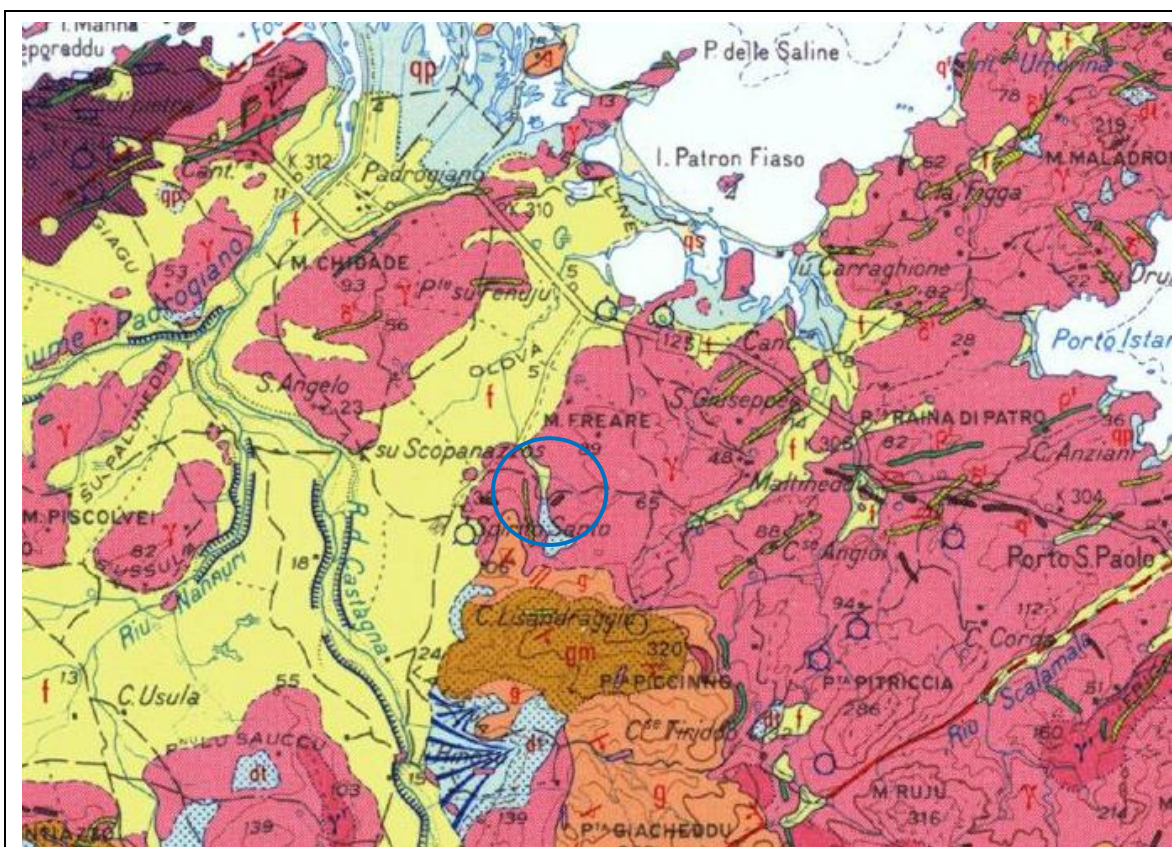


Figura 4: stralcio carta geologica d'Italia - F. 182 Olbia

3.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

3.2.1 Idrogeologia generale

L'area di studio si imposta su una morfologia collinare soggetta ad escavazione per la realizzazione delle opere.

Sotto il profilo idrogeologico originariamente l'area era caratterizzata dal sub-affioramento di rocce intrusive (graniti) che costituiscono degli acquiferi poco permeabili e solo localmente in corrispondenza del vecchio impluvio di depositi quaternari che costituivano un potenziale acquifero di ridotta estensione (vedi carta geologica).

Le rocce intrusive costituiscono il substrato di roccia caratterizzato da un certo spessore di roccia fessurata in superficie. Le fessure, dovute soprattutto a fenomeni di decompressione oltre che sforzi tettonici, sono più aperte nella parte alta dove è minore il carico litostatico. Queste rocce (graniti) costituiscono degli acquiferi poco permeabili nei quali la circolazione delle acque sotterranee avviene nella parte relativamente superficiale. La porosità efficace è molto bassa ed è compresa tra lo 0,1 e il 2 %. Ciò è confermato dai risultati di indagini geofisiche (tomografie elettriche), dai cui è stato possibile asserire, a conferma di quanto sostenuto con le precedenti indagini, che la circolazione idrica nell'area è esclusivamente presente nei primi metri, certamente inferiore ai 10.00 m, e che detta circolazione è sostenuta alla base dalle masse granitiche sostanzialmente impermeabili, in quanto prive di fratture o discontinuità tettoniche significative sotto l'aspetto idrogeologico.

Il complesso granitico, che assume il ruolo di vero e proprio acquiclude in quanto costituisce limite di permeabilità basale, può essere assegnato uno spessore minimo dell'ordine di alcune decine di metri, certamente compreso tra i 50.00 ed i 60.00 m dal p.c., secondo le indicazioni deducibili dalle tomografie e dai SEV. Tale assunto esclude ogni possibilità di trasferimento degli inquinanti dalla falda di superficie ad una eventuale risorsa idrica circolante in profondità.

In superficie (soprattutto a monte della discarica) si rinviene una coltre costituita da un vero e proprio sabbione granitico, contenente una certa frazione argillosa, che è il risultato di fenomeni di alterazione (termoclastismo e caolinizzazione). La coltre superficiale è complessivamente più permeabile ($K > 10^{-6}$ m/s) della zona sottostante.

I dettagli relativi all'idrogeologia dell'area vengono meglio descritti nella relazione idrogeologica redatta dal Prof. Pietro Antonio De Paola (Allegato 1).

3.2.2 Analisi foto, ortofoto e cartografia storica



Carta IGM 1:100.000 con impronta dell'Impianto CIPNES in rosso



Foto aerea 2012

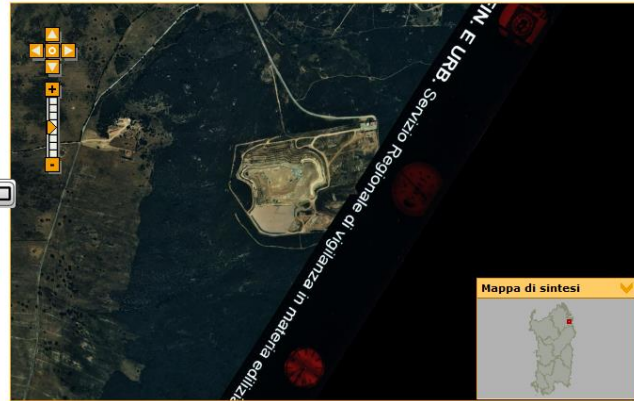
SardegnaFotoAeree



LA SARDEGNA VISTA DALL'ALTO

ad es. via Roma, 5 Cagliari Indirizzo ad es. 1479976.4309800 Coordinate

Volo costa 1999



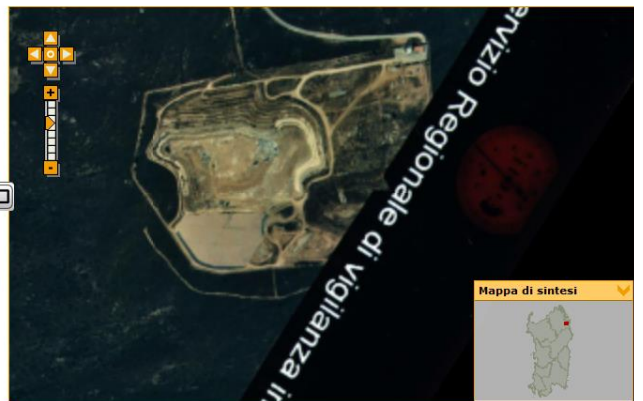
SardegnaFotoAeree



LA SARDEGNA VISTA DALL'ALTO

ad es. via Roma, 5 Cagliari Indirizzo ad es. 1479976.4309800 Coordinate

Volo costa 1999



SardegnaFotoAeree

LA SARDEGNA VISTA DALL'ALTO

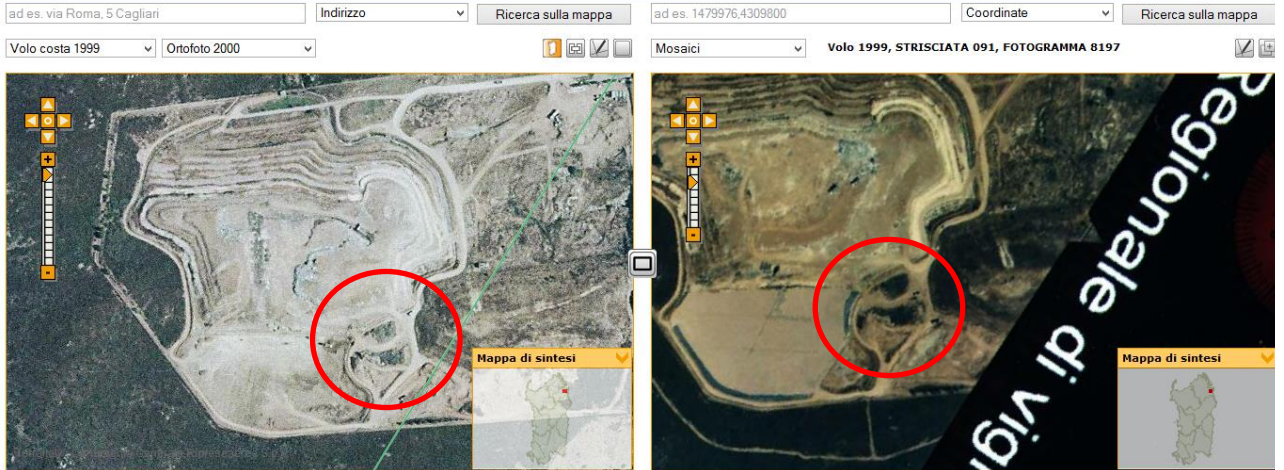


Foto aeree 1999 – 2000 (sito RAS)



Volo 2001, STRISCIATA 090, FOTOGRAMMA 2775 (dati Comune di Olbia)



Foto (anni 2000 – 2003)

Dall'analisi delle immagini aeree e della carta IGM (in scala 1:100.000) si osserva che l'area impiantistica è impostata su piccoli compluvi naturali.

Dalle ortofoto del 1999, 2000 e 2001 (fonte sito R.A.S., dati Comune di Olbia) e dalle foto degli anni 2000-2003 (fonte CIPNES) si evince inoltre quanto indicato nel precedente paragrafo 2.2.2. della presente relazione, relativamente alla passata presenza di ampi laghetti di acque stagnanti limitrofi alla discarica comunale.

3.2.3 Ricostruzione della falda nell'area degli impianti

La movimentazione di materiale, in termini di scavi e riporti, avvenuti nell'area per la realizzazione degli impianti ha portato ad una superficie di circa 30 ha costituita da una depressione a gradoni entro la quale sorgono gli impianti. I sopralluoghi effettuati hanno evidenziato che litostratigraficamente si ha la presenza alternata di roccia affiorante e riporti di carattere probabilmente antropico.

Nell'area, la superficie della falda, che prima degli insediamenti si adattava e seguiva la morfologia originaria del bacino idrografico, oggi è costretta ad aderire alla nuova morfologia conseguente alla realizzazione degli scavi, delle discariche e degli altri manufatti, ricomponendosi, in un assetto molto prossimo a quello naturale, nell'impluvio a valle dell'area impianti.

L'acquifero ha uno spessore ridotto, dell'ordine dei 4-6 metri. Poiché la circolazione idrica è relativamente superficiale, la piezometrica si adatta alla morfologia del suolo.

Le evidenze raccolte nel tempo portano a ritenere la falda presente nel sito di carattere effimero, legata prevalentemente a fenomeni meteorici, discontinua per via dell'acquifero irregolare, non omogeneamente presente (spesso assente in alcuni piezometri), di potenzialità molto ridotta (spesso con portata insufficiente ad effettuare i prelievi di campioni nei pozzi per acqua).

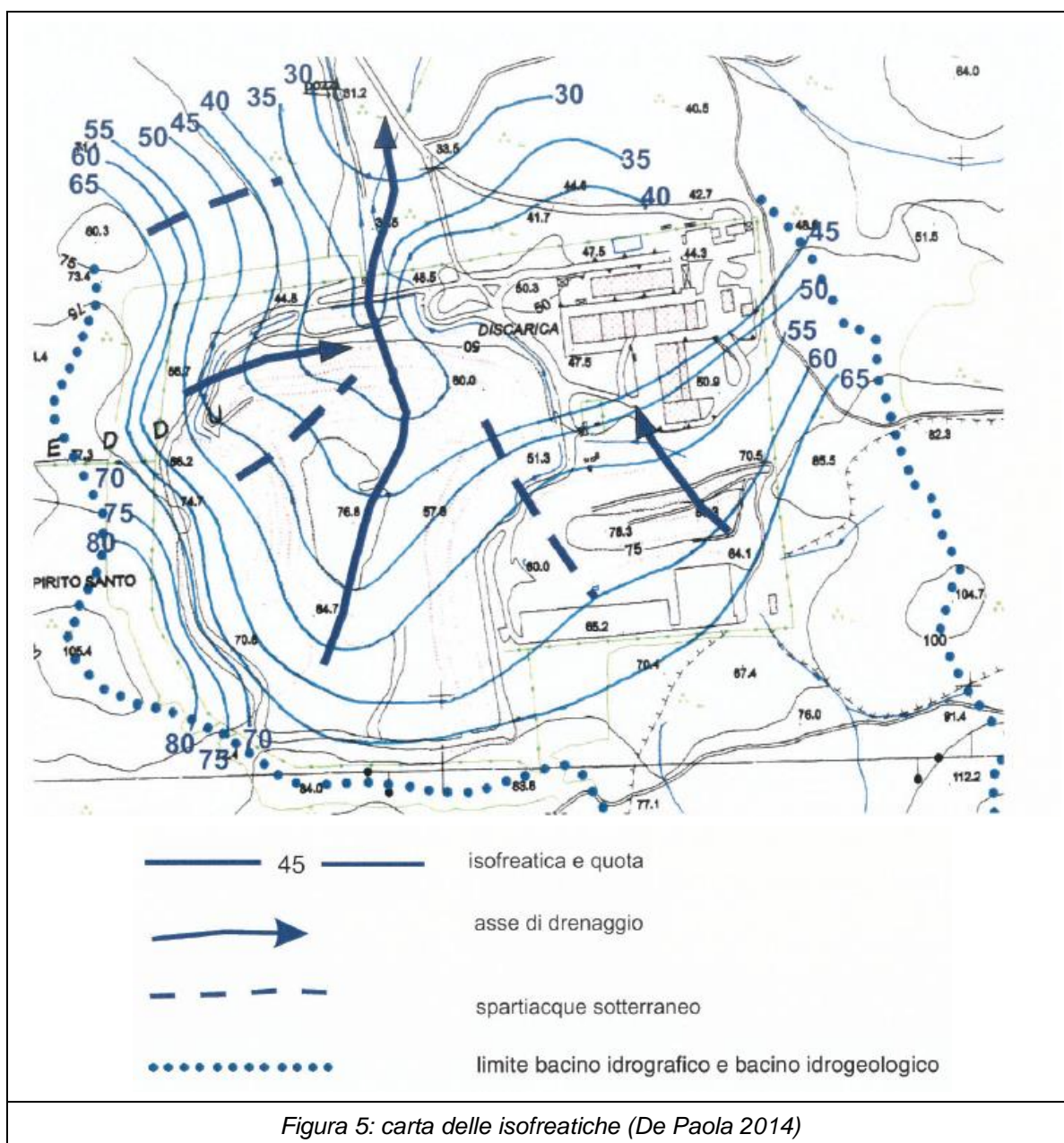
In relazione alla natura dell'acquifero e della falda si concorda con le conclusioni del Prof. De Paola che sono quelle che ci portano a ritenere, l'acquifero e la falda suddetta quali i bersagli principali di una eventuale fuoriuscita di percolato dagli impianti.

Lo studio del Prof. De Paola contiene inoltre una ricostruzione della piezometria potenziale della falda e una stima della potenzialità sotto il profilo quantitativo, della falda freatica.

Si ritiene che la superficie di falda proposta dal Prof. De Paola sulla base di rilievi piezometrici del 2013 sia da considerarsi come andamento medio della falda freatica. Contrariamente alla piezometrica in coltri alluvionali di spessori uniformi, la superficie indicata in figura non è da considerarsi continuativa ma rappresentativa dall'andamento discontinuo medio generale.

Le linee di flusso di questa falda superficiale procedono da monte verso valle, secondo direttrici da SE verso NW e da SW verso N, in pratica adattandosi alla morfologia del sito.

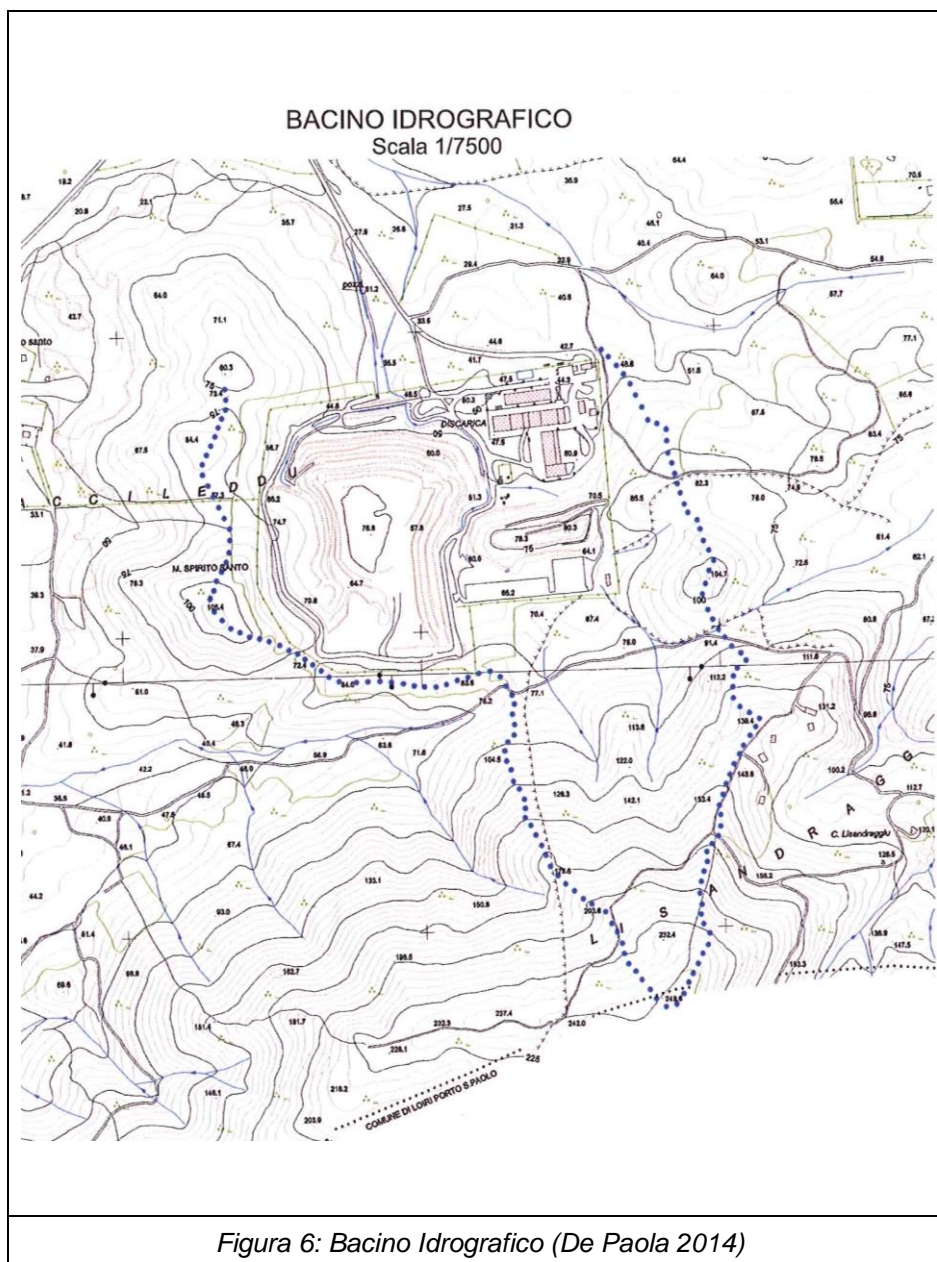
L'acquifero superficiale poggia su un acquicludo costituito dall'ammasso roccioso come meglio descritto nella Relazione De Paola alla quale si rimanda (Allegato 1).



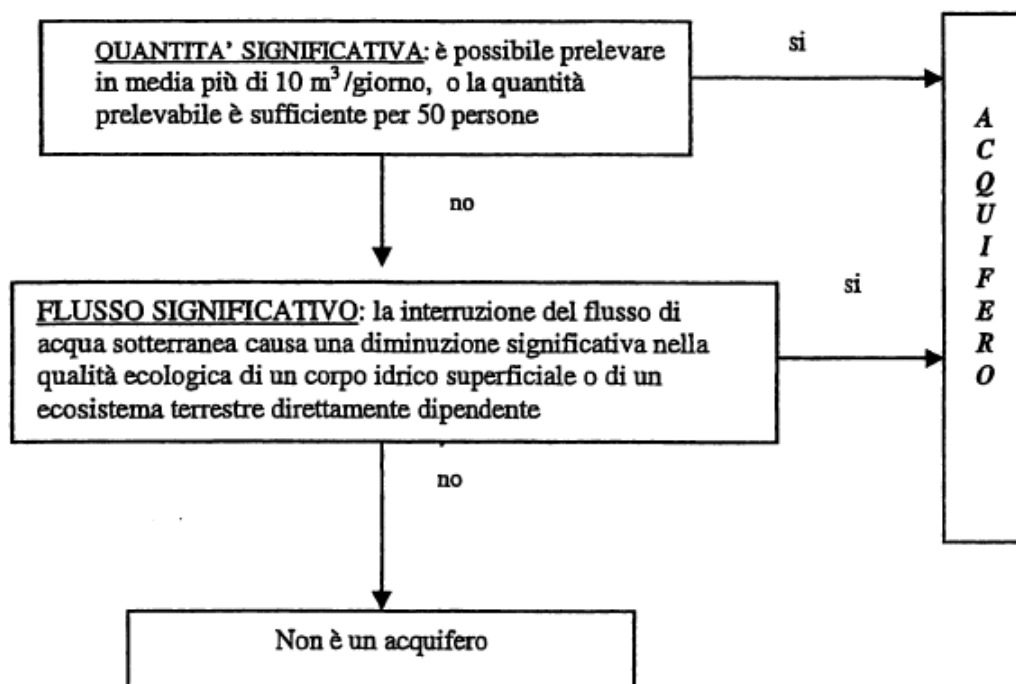
La stima della potenzialità dell'acquifero viene affrontata come bilancio idrologico del bacino idrografico sotteso alla parte frontale dell'impianto. Viene definito un valore di infiltrazione efficace I (espressa in mm/a) da cui deriva l'alimentazione unitaria specifica I_s espressa in l/s km² con valori molto bassi dell'ordine di 0,82 (secondo Coutagne) e 0,51 (secondo Turc). Tali valori indicano, per le condizioni meteo climatiche e morfologiche del bacino idrografico considerato una tipica potenzialità molto ridotta.

La risorsa idrica che ne deriva e che si concretizza nella falda libera oggetto di studio, si qualifica come molto povera, sia sotto il profilo qualitativo, in quanto superficiale, idrogeologicamente priva di copertura protettiva e quindi estremamente vulnerabile, sia sotto il profilo quantitativo, considerati i ridotti apporti delle ricariche e dell'unica fonte di alimentazione,

quella meteorica. Dal punto di vista quantitativo viene stimata una portata dell'ordine di 7.500-12.350 m³/anno pari a circa 0,24 – 0,40 l/s.



Secondo il Decreto Legislativo 16 marzo 2009, n. 30 "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento. (09G0038)" viene data una definizione di acquifero: "...l'identificazione degli acquiferi viene effettuata sulla base di 2 criteri idrogeologici: flusso significativo e quantità significativa. Se uno o entrambi i criteri sono soddisfatti, le unità stratigrafiche sono da considerarsi acquifero. Detti criteri sono schematicamente illustrati nella figura sottostante.



Sulla base dell'analisi effettuata dal Prof. Geol. De Paola la quantità significativa del nostro acquifero va da 20,54 m³/g a 33,83 m³/g, il che fa rientrare nella definizione di acquifero la falda presente nell'area di studio.

3.3 INQUADRAMENTO IDROLOGICO

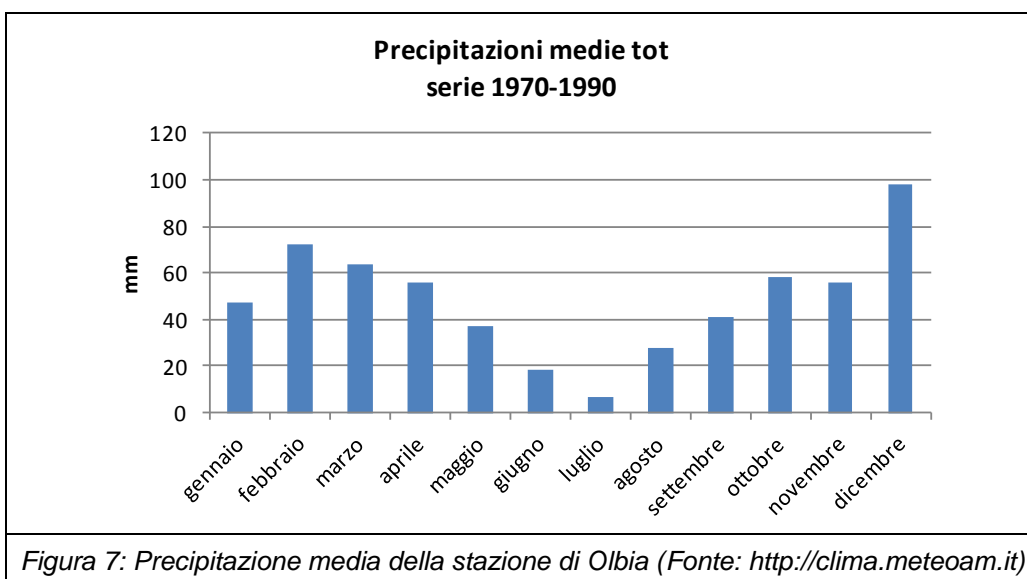
Da una prima analisi dell'area vasta è possibile valutare ed identificare i corsi d'acqua presenti nell'area oggetto di studio. Tra essi rivestono particolare importanza il Rio Su Piricone e il Fiume Padrogianus, ubicati a nord-ovest della discarica, i cui alvei presentano un andamento irregolare in quanto vengono influenzati dalla morfologia irregolare della zona. I due fiumi si sono impostati attorno a rilievi abbastanza aspri.

Sviluppandosi con un andamento prevalentemente sudovest-nordest, i fiumi ricevono acque da un bacino idrografico abbastanza esteso (Liscia, Padrongianu e altri) in prevalenza impostato su rocce impermeabili granitiche e migmatitiche; gli affluenti superficiali sono per questo motivo numerosi e l'alimentazione prevalente proviene dagli altopiani laterali. Questo fatto ha determinato la genesi di incisioni dei versanti in roccia con alla base abbondante detrito di falda, e di piane alluvionali oloceniche, i cui depositi, sostanzialmente ciottolosi, provengono appunto da questi rilievi. Ed è sostanzialmente in queste piane, dove la permeabilità è maggiore, che la falda si ricarica maggiormente, per via dell'infiltrazione efficace.

3.4 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

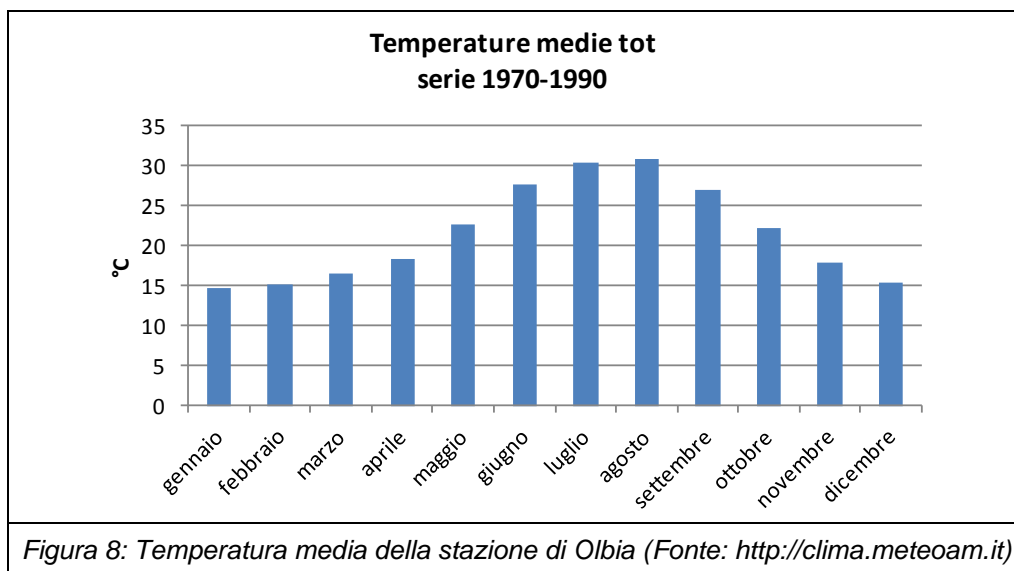
La precipitazione media annuale del periodo compreso tra il 1922 ed il 2005 è di 570 mm. In detto arco temporale è possibile distinguere due periodi caratterizzati da una diversa precipitazione media annuale.

Il primo periodo, compreso tra il 1922 ed il 1970, risulta essere più umido rispetto a quello successivo, compreso tra il 1970 ed il 2005, in quanto rispettivamente caratterizzati da precipitazioni medie annuali pari a 650 mm ed a 480 mm.



I dati termometrici sono disponibili dal 1927 al 2005, per complessivi 78 anni, e danno luogo ad una temperatura media annuale pari a 16.6°C. Negli ultimi 35 anni (1970-2005) si è avuto un incremento della temperatura media annuale, che ha raggiunto un valore di 17°C.

Si evidenzia la correlazione esistente tra pioggia e temperature e quanto l'incremento della temperatura abbia influito sulla diminuzione delle precipitazioni nel periodo considerato.



4 STATO AMBIENTALE DEL SITO

Lo stato ambientale del sito, nonché le caratteristiche delle potenziali sorgenti di contaminazione, è descritto attraverso la analisi ed elaborazione dei dati ambientali disponibili.

Trattasi delle numerose indagini ambientali svolte nell'area a partire dal 2002 ed in particolare nell'area intorno alla vecchia Discarica Comunale nonché i monitoraggi che vengono svolti dal Consorzio CIPNES in merito all'ottemperanza prescritta nel Piano di Sorveglianza e Controllo dell'Impianto IPPC.

4.1 AREA DISCARICA COMUNALE

4.1.1 Sorgente di potenziale contaminazione

La discarica comunale dismessa era stata inquadrata dal "Piano regionale di gestione dei rifiuti - Piano di bonifica siti inquinati" emanato dalla Regione Autonoma della Sardegna nel 2003 come sito potenzialmente inquinato e quindi assoggettato alla normativa nazionale di riferimento.

Nel 2005 il Comune di Olbia incarica l'Ing. Vivarelli alla redazione ed esecuzione di un *Piano della Caratterizzazione*, attraverso il quale è stato possibile verificare al 2005 uno stato di potenziale contaminazione delle acque sotterranee causate principalmente dalla fuoriuscita di percolato dalla suddetta discarica. La Relazione dell'Ing. Vivarelli concludeva, affermando che gli interventi di messa in sicurezza *"dovranno principalmente focalizzarsi sulla minimizzazione della produzione di percolato all'interno della discarica (fonte di contaminazione)"*, configurandoli nella regimazione delle acque meteoriche a monte della discarica, nella realizzazione di un top capping sul corpo discarica, nella *"riduzione della migrazione di acque contaminate da percolato verso valle con interventi di barriera (fisica o idraulica)"*.

Pertanto successivamente alla fase di caratterizzazione nell'intorno dell'area della discarica Comunale sono state effettuate ed eseguite una serie di azioni mirate alla messa in sicurezza della falda, con la realizzazione di una MISE (messa in sicurezza di emergenza), attraverso la realizzazione di una barriera idraulica composta da una serie di piezometri/pozzi posti a valle della discarica e di una MIS (messa in sicurezza permanente), attraverso la realizzazione di una barriera in jet-grouting posta a monte delle discarica. Mentre non è stato realizzato un capping adeguato alla normativa vigente.

4.1.2 Indagini pregresse eseguite nell'area della discarica Comunale

Le indagini effettuate e descritte nel Piano della Caratterizzazione del 2005 hanno riguardato tutte le matrici ambientali, a partire dal suolo, sottosuolo, acque sotterranee ed acque superficiali, nonché il percolato, biogas e i rifiuti presenti nella discarica Comunale.

Le indagini svolte nel corso del Piano di caratterizzazione effettuato nel 2005 dall'Ing. Vivarelli sono (si rimanda alla figura 8 per la localizzazione dei punti):

- Indagine geoletrica mediante n.4 SEV;
- Esecuzione di n.9 sondaggi a carotaggio continuo, di cui i primi 4 (S1, S2, S3, S4) spinti sino a 10.00 m dal p.c. nel complesso granitico, i successivi n.3 (S5, S6, S7) spinti sino a 21.00 m, dal p.c. nel corpo della discarica, i restanti n.2 (S8, S9) spinti ad 8.00 m dal p.c. nel complesso granitico.
- Installazione di n.7 piezometri a tubo aperto nei fori di sondaggio come sopra individuati.

- Prelievo di n.9 campioni di terreno così distinti:
- N.2 campioni indisturbati estratti nei terreni di fondo della discarica dai sondaggi S6 e S7 per determinare il coefficiente di permeabilità edometrica;
- N.5 campioni rimaneggiati dai sondaggi S3 e S4 per determinare la presenza di eventuali inquinanti nei terreni circostanti la discarica;
- N.2 campioni rimaneggiati dei terreni sottostanti la discarica, prelevati dai sondaggi S6 e S7, per valutarne l'eventuale contaminazione.
- Prelievo ed analisi di n.4 campioni di acqua della falda freatica dai piezometri P1, P2, P3, P4;
- Prelievo ed analisi di n.6 campioni di acqua superficiale (rete di scolo, ristagni in superficie, ecc.);
- Prelievo di n.3 campioni di percolato dai piezometri P5, P6, P7, installati nel corpo della discarica;
- Prelievo di n.9 campioni di rifiuti dai sondaggi S5, S6, S7 per definirne il grado di mineralizzazione;
- Prelievo di n.6 campioni di aria interstiziale lungo le verticali dei sondaggi S6 e S7 ubicati sul corpo discarica;
- Esecuzioni di n.3 prove Lugeon lungo le verticali dei sondaggi S8 ed S9 (ubicati nei pressi dei sondaggi S1 ed S2) per definire il coefficiente di permeabilità K dell'ammasso granitico fratturato.

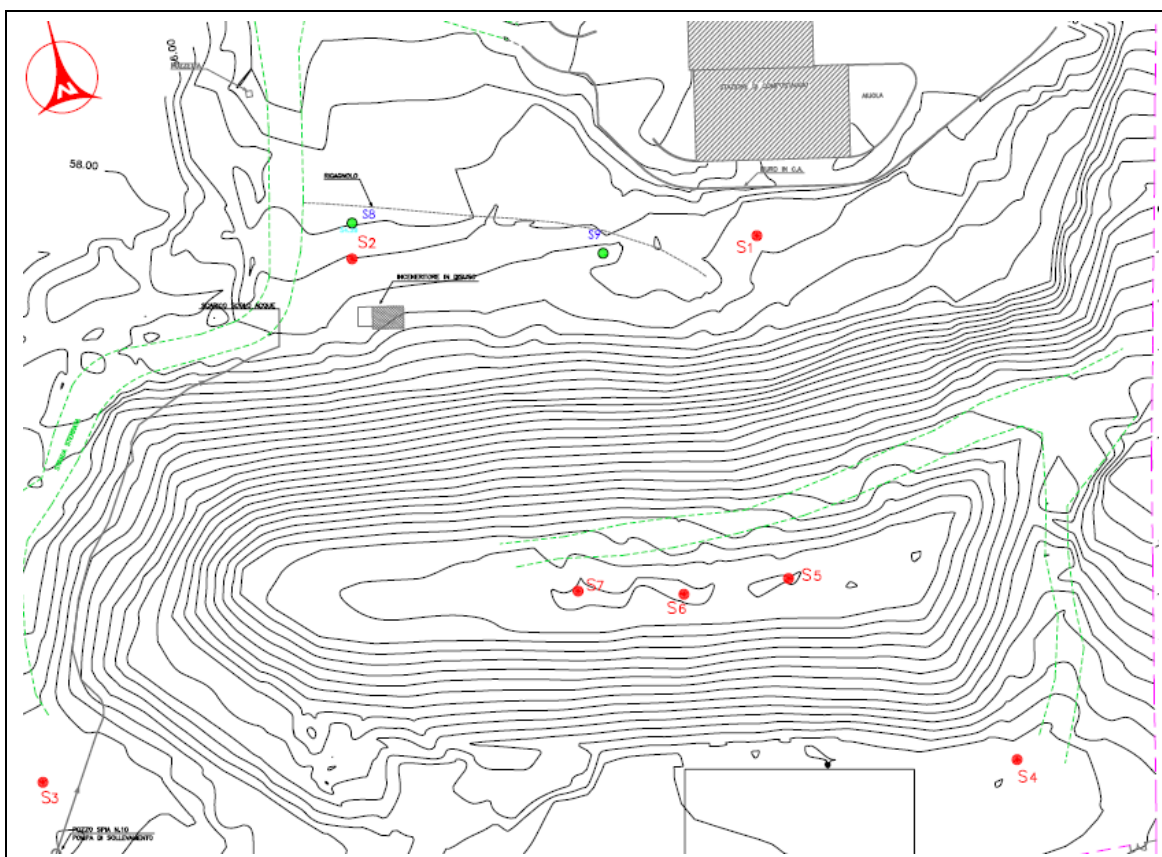


Figura 9: Ubicazione dei sondaggi eseguiti nel PdC del 2005 della discarica dismessa

4.1.3 Stato delle matrici ambientali al 2005

I risultati delle indagini effettuate hanno permesso di effettuare all'Ing. Vivarelli le seguenti considerazioni:

Matrici terreni: in nessuno dei campioni prelevati nei sondaggi S3, S4 (esterni alla discarica) ed S6, S7 (sul corpo discarica) sono stati rilevati superamenti delle concentrazioni limite;

Matrici liquidi: Acque superficiali, acque sotterranee e percolato: sono presenti una serie di superamenti normativi come indicato nella seguente tabella riassuntiva

	Pozzi esterni				Pozzi interni (percolato)			Pozzo lato monte (esterno)	Acque superficiali				
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7		C3	C4	C5	C2	C8
NITRITI				X	n.d.	n.d.	n.d.		X	X	X		
BORO					X	X	X		X	X		X	X
ALLUMINIO	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
ARSENICO		X			X	X	X		X	X	X	X	
CROMO					X	X	X						
FERRO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MANGANESE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MERCURIO	X												
NICHEL		X		X	X	X	X		X	X	X	X	X
PIOMBO	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X
BENZENE		X			X								
TOLUENE					X								
IDROCARBURI TOT					X		X						
CLOROFORMIO	X												
CLORURO VINILE						X							

Analizzando i risultati analitici relativi ai parametri Ferro e Manganese si nota come presentino concentrazioni elevate in tutti i campioni prelevati, compreso il "pozzo lato monte" che può essere considerato come "bianco di riferimento" in quanto capta le acque superficiali in ingresso. Inoltre è da notare come tali parametri presentino concentrazioni molto elevate anche nei terreni, pertanto è stato ritenuto (e condividiamo tale assunzione) che tali valori non siano collegabili alla presenza della discarica ma siano caratteristici del fondo naturale del sito.

Matrici Percolato: Un aspetto importante è stata la caratterizzazione del percolato presente nella discarica. Per far questo sono stati analizzati n.3 campioni di percolato, rispettivamente prelevati dai piezometri P5, P6, P7, ubicati sul corpo della discarica (sondaggi S5, S6 e S7 della Figura 7). I principali parametri inquinanti presenti nel percolato sono stati: BOD5, COD, azoto ammoniacale, coliformi totali e streptococchi fecali, nichel, piombo arsenico, boro, cromo, alluminio, cloruri, contaminanti organici, BTEX, tra cui benzene e toluene (P5), idrocarburi totali e in un solo caso (P6) il cloruro di vinile.

Considerazioni sulla **potenziale contaminazione delle acque** sotterranee e superficiali: In funzione della distribuzione spaziale dei contaminanti regolata dalla direzione di flusso della

falda con orientamento SE-NW, si osserva che i contaminanti presenti nel percolato con concentrazioni elevate (P5, P6, P7), si ritrovano con concentrazioni via via decrescenti prima nelle acque superficiali a valle della discarica, di cui ai campioni C2, C3, C4, C5, C8, poi nelle acque di falda, di cui ai piezometri P1, P2, P3, P4; tra questi, le concentrazioni maggiori si riscontrano nel piezometro P2 (a valle e a NW della discarica) e minori nel piezometro P1 (a valle e a NE della discarica); le acque del pozzo a monte della discarica risultano essere quelle con il minor tasso assoluto di inquinamento (si veda Figura 9).

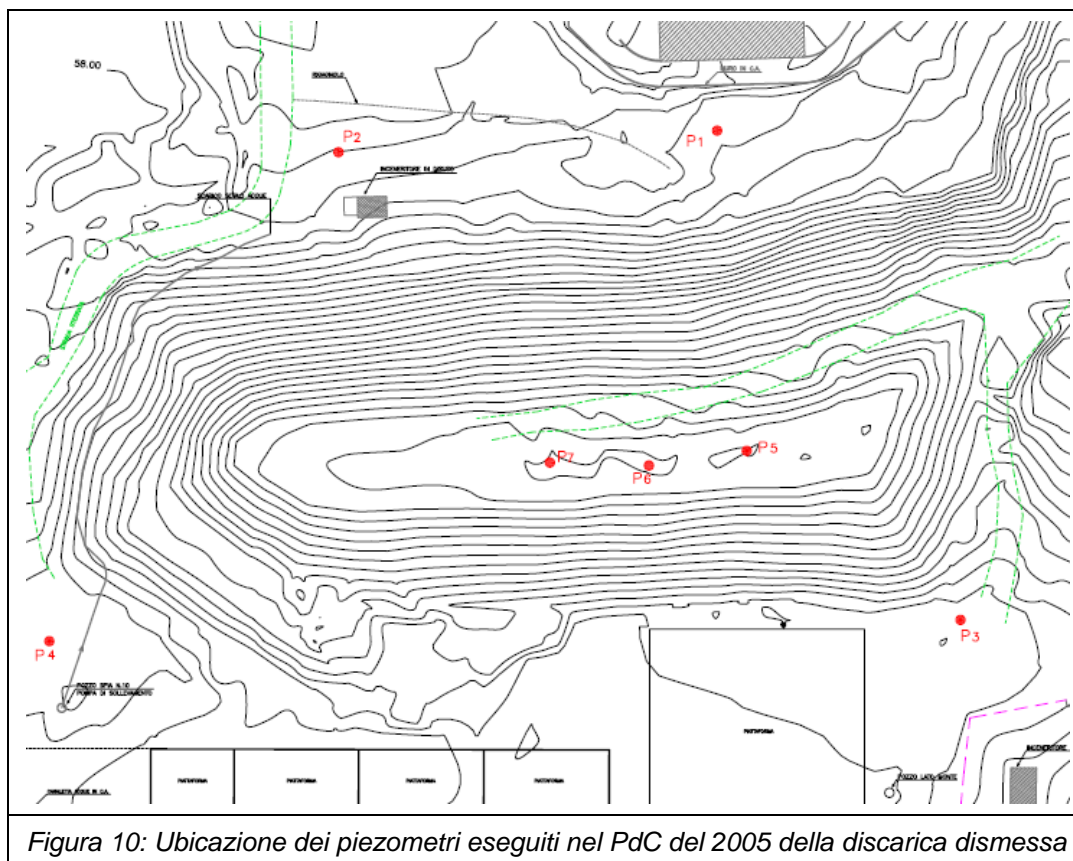


Figura 10: Ubicazione dei piezometri eseguiti nel PdC del 2005 della discarica dismessa

4.1.4 Caratteristiche della discarica comunale (sorgente di contaminazione) – risultanze Piano di Caratterizzazione datato 2005 e relative considerazioni attuali

Considerazioni sulla tipologia e mineralizzazione dei rifiuti (dati 2005 e considerazioni attuali)

In merito a questo aspetto, sulla base delle informazioni acquisite dalle analisi effettuate, delle indagini e sopralluoghi effettuati *in situ* da parte dei tecnici dell'Ing. Vivarelli, è possibile considerare che:

1. l'età media del rifiuto presente all'interno della discarica comunale al 2005 era pari a 19 anni. Considerato che la discarica è rimasta in esercizio dal 1981 al 1991, il rifiuto più vecchio risultava (dato al 2005) essere conferito 24 anni prima, mentre quello più recente 14 anni prima.

Attualizzando tali dati al 2014, si può dedurre quanto segue:

- età dei primi rifiuti conferiti = 33 anni;

- età degl'ultimi rifiuti conferiti = 23 anni.

Pertanto, considerando tali dati, l'età media del rifiuto presente all'interno del corpo discarica comunale ad oggi (2014) risulta essere pari a 28 anni.

La normativa vigente relativa alla costruzione degli impianti di smaltimento (D.Lgs. 36/03 e ss.mm.ii.) prevede che la gestione minima di una discarica controllata nella fase di post-gestione debba essere pari ad almeno 30 anni.

Considerato che il D.Lgs. 36/2003 è relativamente recente, non esistono all'attualità discariche controllate, realizzate secondo gli standard previsti da detta normativa, che abbiano completato la fase di post gestione (30 anni). Pertanto non si hanno dati tecnici di letteratura che dimostrino che, successivamente a detto periodo trentennale, un impianto di smaltimento non presenti influenze in termini di impatti ambientali, compresa la produzione di percolato.

Tenuto conto di quanto argomentato, nel caso specifico (discarica comunale) si deve rilevare che:

- l'impianto di smaltimento in parola, essendo stato realizzato nel 1981, non risponde agli standard costruttivi previsti dal D.Lgs. 36/2003 e ss.mm.ii.;
 - la discarica, non essendo provvista di idonea copertura definitiva, non ha mai iniziato quello che la normativa vigente definisce come periodo di post-gestione, di durata pari a 30 anni. Inoltre essa è caratterizzata da una età media del rifiuto pari a 28 anni, con il rifiuto più "recente" di età pari a 23 anni;
2. le indagini condotte nel 2005 su tali rifiuti hanno riscontrato un grado di putrescibilità abbastanza elevato attorno all'80%;
 3. le indagini condotte nel 2005 sui gas interstiziali presenti all'interno del corpo discarica hanno evidenziato ridotte % in volume di metano e anidride carbonica e, per contro, elevate % di ossigeno. Tale dato potrà essere eventualmente, in accordo con Arpas, oggetto di verifica nel corso delle indagini previste dal presente PdC;
 4. - il rapporto BOD5/COD del percolato (al 2005) , indice della frazione di sostanza organica biodegradabile su quella totale, si attestava su valori pari a 0,4. Tale valore indicava una forte presenza di materiale organico biodegradabile caratteristico dei primi anni di vita della discarica. Tale dato sembrerebbe, da una prima analisi dei campionamenti di percolato della discarica comunale eseguiti nell'anno in corso nei pozzi ubicati a valle della discarica stessa (vedi allegato 5 e considerazioni riportate al successivo paragrafo 4.1.5), restare sostanzialmente invariato rispetto a quello riscontrato nel 2005.
Ad ogni buon conto, si precisa che il raffronto tra le suddette risultanze del monitoraggio 2014 del percolato (vedi allegato 5: rapporti di prova percolato discarica comunale) e i superamenti delle CSC delle acque sotterranee sarà sviluppato durante l'implementazione del modello concettuale definitivo (post indagini del presente PdC);
 5. - il pH del percolato al 2005 era mediamente superiore a 7,8 e quindi appare superata la fase acetogenica, tipica del primo periodo di degradazione della sostanza organica. Tale dato sembrerebbe, da una prima analisi dei campionamenti di percolato della discarica comunale eseguiti nell'anno in corso, restare sostanzialmente invariato rispetto a quello riscontrato nel 2005.

Ad ogni buon conto, si precisa che il raffronto tra le suddette risultanze del monitoraggio 2014 del percolato (vedi allegato 5: rapporti di prova percolato discarica comunale) e i superamenti delle CSC delle acque sotterranee sarà sviluppato durante l'implementazione del modello concettuale definitivo (post indagini del presente PdC);

6. Nel 2005 è stato quindi supposto che i fenomeni di mineralizzazione del rifiuto (e quindi di produzione del biogas derivante dalla degradazione anaerobica dello stesso) all'interno della discarica fossero lenti.

Aspetti costruttivi della discarica comunale e stima della produzione di percolato della stessa (dati 2005 e considerazioni attuali)

La figura 10 riporta una rappresentazione grafica (sezione) della discarica Comunale. Tale schema mostra l'assenza di sistemi di impermeabilizzazione di fondo e di copertura e la presenza del diaframma di monte realizzato nell'ambito delle opere di messa in sicurezza.

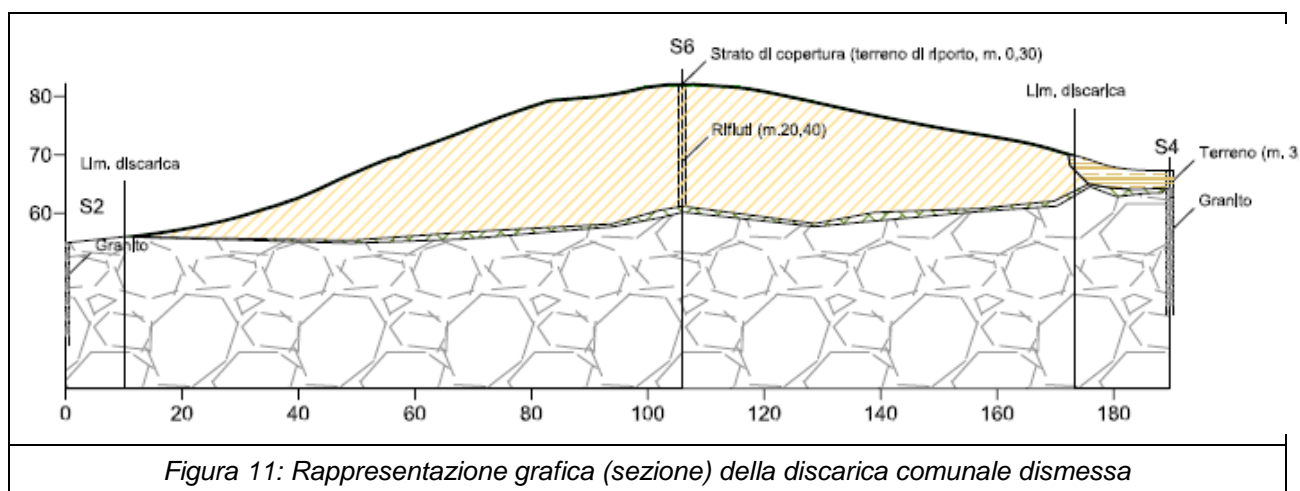
L'assenza di un idoneo sistema di impermeabilizzazione del fondo della discarica è stata rilevata dall'analisi delle stratigrafie relative ai sondaggi eseguiti internamente al corpo discarica comunale (S5, S6 e S7).

Tali risultanze hanno evidenziato l'assenza di un telo di impermeabilizzazione (geomembrana) e la sola presenza di uno strato costituito da materiale naturale (argilla limosa sabbiosa) per uno spessore di circa 0,50 m, non avente comunque alcuna funzione di contenimento in quanto il fondo non risulta caratterizzato da forma concava.

Le indagini condotte nel 2005 sui rifiuti, come già citato, hanno riscontrato un grado di putrescibilità abbastanza elevato attorno all'80%.

Ciò nonostante, la produzione di biogas della discarica comunale risultava essere poco significativa. Tale circostanza ha portato i tecnici che hanno redatto lo studio datato 2005 ad ipotizzare che, la limitata produzione del biogas potesse essere imputabile alla degradazione lenta del rifiuto, attribuita quest'ultima alla scarsità di circolazione idrica all'interno della discarica.

Sempre nello studio Vivarelli (2005), si ipotizzava, senza il conforto di idonei dati opportunamente elaborati e senza darne quindi certezza tecnico/analitica, che la produzione di percolato all'interno della discarica comunale fosse molto limitata, probabilmente a causa sia di fattori ambientali (poche precipitazioni) sia per fattori strutturali (pendenze finali elevate con conseguente limitata infiltrazione delle acque) che gestionali (posa stratificata dei rifiuti alternata ad ogni 1,50-1,70 m di spessore con strati di terreno di copertura (0,2-0,3 m)) i quali non hanno permesso la percolazione delle acque meteoriche in senso verticale.



In funzione della situazione e delle conoscenze attuali, vengono di seguito commentate alcune considerazioni passate, che comunque saranno oggetto di verifica nell'ambito dell'implementazione del modello concettuale definitivo del sito:

- **Fattori ambientali**

Le precipitazioni interessanti l'area di Spiritu Santu possono essere definite esigue, se rapportate alle medie pluviometriche registrate su alcune regioni del territorio nazionale. Si rileva infatti che, dall'analisi dei dati meteorologici relativi agli ultimi 30 anni, l'area di interesse è stata caratterizzata da precipitazioni dell'ordine di 500-600 mm/anno (valore medio).

Si evidenzia tuttavia che, considerate le attuali peculiarità del sito, di seguito esposte, tale quantitativo genera comunque le seguenti problematiche.

Il suddetto apporto idrico, da una prima elaborazione analitica di massima, che comunque tiene conto sia della struttura attuale della discarica comunale sia del fattore relativo all'evapotraspirazione, porterebbe a stimare l'attuale produzione di percolato dalla discarica comunale in esame intorno a 6000 – 7000 mc/anno.

Si precisa che tale stima è scaturita da un calcolo di massima che tiene conto, per quanto riguarda la produzione di percolato, sia dell'aliquota relativa alle acque di infiltrazione nella massa rifiuti, sia di quella relativa al dilavamento superficiale del corpo rifiuti stesso (si rammenta a riguardo la già menzionata assenza di idonea copertura definitiva o provvisoria dei rifiuti).

Una accurata stima di produzione del percolato (dal 1981 a oggi) da parte della suddetta discarica comunale, con raffronto dei quantitativi inviati negli anni a smaltimento, sarà comunque presentata in sede di implementazione del modello concettuale definitivo.

Lo stesso apporto idrico, come evidenziato nella relazione idrogeologica a firma del prof. Geol. De Paola, risulta essere l'unica fonte di alimentazione della circolazione idrica sotterranea (falda superficiale) caratterizzante il sito di Spiritu Santu.

In detto studio si individua, in funzione di opportuni calcoli, che la potenzialità idrica dell'acquifero superficiale in parola si attesta intorno a 7500 ÷ 12350 mc/anno.

Si evidenzia pertanto che, nonostante la produzione del percolato possa essere considerata limitata, per quanto concerne l'aliquota relativa ai fenomeni di infiltrazione, la stessa non lo è se correttamente si considera anche l'aliquota dovuta ai fenomeni di ruscellamento.

Qualora tutto il suddetto quantitativo non venga correttamente intercettato e gestito (invio a smaltimento), gli impatti ambientali derivanti da un sua propagazione (plumen) in falda, vista altresì la verificata esiguità della stessa, risulterebbero essere significativi (contaminazione della circolazione idrica proveniente da monte idrogeologico, contaminazione della falda a valle idrogeologico del sito impiantistico di Spiritu Santu e possibile interferenza con i pozzi, caratterizzati da elevate profondità, ubicati anche in aree non limitrofe all'impianto).

Si precisa inoltre che sarà oggetto di verifica durante le prove con i traccianti, l'eventuale sussistenza di interazione tra i piezometri superficiali ubicati a monte idrogeologico dell'area di studio e le due discariche (comunale e consortile).

L'importanza di tale verifica è connessa alla determinazione puntuale delle interazioni che, considerata la profondità dei piezometri profondi, la possibile interazione di questi con i suddetti piezometri superficiali e il possibile andamento e orientazione delle discontinuità presenti nell'ammasso roccioso costituente il substrato caratterizzante l'area di studio, potrebbero essere imputate ad entrambe le potenziali sorgenti di contaminazione (discariche).

Si precisa altresì che, considerata la suddetta potenzialità idrica della falda e la limitata profondità dell'acquifero, tale risorsa idrica sotterranea può essere classificata come molto povera e vulnerabile, pertanto di scarsa valenza socio-economica.

- **Fattori strutturali**

Le caratteristiche relative alla struttura della discarica comunale e in particolare all'elevata pendenza della stessa, come evidenziato dallo studio del 2005, riducono fortemente il contributo alla produzione di percolato ascrivibile all'infiltrazione delle acque meteoriche nel corpo rifiuti.

Tale considerazione, se da una parte risulta condivisibile limitatamente agli aspetti relativi al coefficiente d'infiltrazione, non lo è altrettanto sotto l'aspetto della sua diretta correlazione con i quantitativi globali di percolato realmente prodotti.

Tale deduzione nasce dal fatto che anche le acque di ruscellamento sono da considerarsi a tutti gli effetti percolato, considerata l'interazione delle stesse con il corpo rifiuti privo di capping definitivo o provvisorio.

Pertanto si può giungere alla conclusione che, i fattori strutturali del corpo discarica, non influiscono direttamente sul quantitativo totale di percolato prodotto ma vanno piuttosto a determinare la produzione di n. 2 diversi percolati che si differenziano in base al carico inquinante contenuto, ovviamente superiore nel percolato derivante dalle acque di infiltrazione.

Limitatamente al percolato prodotto dai fenomeni di infiltrazione delle acque meteoriche sul corpo discarica, la struttura dell'impianto comunale fa sì che, considerata la mancanza di idonei sistemi di impermeabilizzazione del fondo e viste le caratteristiche della vasca, la quale segue la morfologia del terreno su cui è impostata (mancanza di struttura concava), non sarebbe tecnicamente rilevante e significativo andare a monitorare il battente di percolato sui pozzi interni alla stessa.

Questa considerazione, che deriva direttamente dalle peculiarità dell'impianto di smaltimento in esame, è motivata dai seguenti aspetti:

- La presenza del percolato interno al corpo discarica comunale viene riscontrata, tramite rilievi piezometrici eseguiti sui pozzi interni al corpo rifiuti, principalmente a seguito del verificarsi di eventi meteorici caratterizzati da intensità e durata apprezzabili.

Quando tali rilievi vengono eseguiti a distanza di tempo dall'accadimento di un evento meteorico avente le suddette caratteristiche, spesso viene riscontrata l'assenza di battente di percolato. Tale riscontro è verosimilmente dovuto,

considerate le suddette caratteristiche strutturali dell'impianto, all'allontanamento del percolato stesso dal corpo rifiuti. Tale allontanamento può essere dovuto o alla tempestiva captazione e successivo smaltimento dello stesso o, come spesso riscontrato e documentato, alla sua propagazione incontrollata esternamente all'area dell'impianto comunale.

- **Fattori gestionali**

L'asserita esiguità di produzione di percolato attribuita alle tecniche di abbancamento perseguite durante la gestione dell'ormai dismesso impianto di smaltimento comunale (posa stratificata dei rifiuti alternata con strati di terreno di copertura) non risulta condivisibile per i seguenti motivi:

1. gli strati di materiale inerte realizzati durante la gestione della discarica (in alternanza all'abbancamento dei rifiuti) sono da attribuire alla tecnica di copertura giornaliera dell'abbancamento.

Tale copertura, di buona norma, viene eseguita con l'utilizzo di materiale sciolto avente una alta permeabilità tale da garantire, oltre la copertura dei rifiuti finalizzata all'abbattimento degli odori, la permeazione del percolato verso il fondo dell'impianto e dunque verso idonei sistemi di captazione dello stesso.

Qualora durante la gestione dell'impianto comunale sia stata utilizzata tale tecnica, non è condivisibile l'affermazione presente nello studio Vivarelli, secondo cui ci sarebbe una correlazione diretta fra la presenza di detti strati di copertura giornaliera e la produzione di percolato connessa ai fenomeni di infiltrazione delle acque meteoriche sul corpo rifiuti;

2. qualora tali strati di copertura giornaliera fossero stati eseguiti con l'utilizzo di materiale impermeabile, oltre che non perseguire la buona tecnica gestionale, non giustificerebbero quanto dichiarato nello studio Vivarelli, relativamente alla minimizzazione della produzione di percolato, per i seguenti motivi:

- la presenza di strati impermeabili alternati ai rifiuti non limiterebbe la produzione di percolato in quanto, seppur limitando la percolazione delle acque meteoriche internamente al corpo rifiuti, non limiterebbe il dilavamento prodotto da tali acque sulla massa rifiuti superficiale (rif. mancanza capping definitivo) e pertanto la produzione di percolato relativo ai fenomeni di ruscellamento.

Inoltre, qualora siano stati realizzati strati a bassa permeabilità, mancano comunque indicazioni precise su spessore, continuità, permeabilità, ecc.;

- l'eventuale realizzazione dei suddetti strati a bassa permeabilità, oltre che causare la diminuzione del percolato prodotto dall'infiltrazione e a favore di quello dovuto al ruscellamento, ha probabilmente altresì comportato, durante l'operatività dell'impianto (1981-1991), problematiche gestionali legate alla formazione di vie preferenziali sub orizzontali di propagazione del percolato originato direttamente dal rifiuto.

Tuttavia la corretta e puntuale stima di produzione del percolato della discarica comunale, raffrontata con i quantitativi smaltiti e con idonea indicazione quantitativa e qualitativa dei rilasci

incontrollati dello stesso, sarà affrontata in sede di implementazione del modello concettuale definitivo.

Tale scelta deriva anche dalla volontà di ricercare ulteriori indicazioni circa i possibili percorsi di migrazione, avvalendosi dei risultati ottenuti dai test con traccianti (successivamente descritti).

Allo stato attuale risulta da più documenti agli atti che lungo scoline o canali a cielo aperto posti a valle della discarica comunale si riscontrano, in particolare successivamente a eventi meteorici, reflui provenienti dalla discarica comunale.

Dalla Relazione Vivarelli (2005), in particolare, si evince che detti reflui sono costituiti o da percolato ovvero da acque superficiali di origine meteorica miste a percolato.



4.1.5 Attività ed indagini eseguite attualmente nell'area della discarica Comunale

Attualmente il Comune di Olbia, proprietario e gestore della discarica dismessa in parola, sta eseguendo una serie di monitoraggi idrochimici nei piezometri di controllo a monte e valle dell'impianto al fine di verificare l'efficienza dei sistemi di sicurezza realizzati e pertanto il raggiungimento degli obiettivi proposti nel progetto di messa in sicurezza permanente del sito.

I campionamenti sono eseguiti a cadenza mensile (dal gennaio 2008 ad oggi) nei pozzi di monte (q'), valle (S – pozzo ad anelli) e dalla vasca di accumulo del percolato raccolto dalla MISE di valle.

Nelle more del completamento del sistema di messa in sicurezza permanente (MISP), i piezometri ubicati a valle idrogeologica dell'impianto comunale erano stati progettati principalmente come rete di monitoraggio nell'ambito degli interventi di messa in sicurezza di emergenza (MISE) della stessa. La scelta della collocazione dei pozzi di monitoraggio è ricaduta sull'area a nord del corpo discarica comunale, nelle vicinanze della sorgente di inquinamento, e ciò al fine di rilevare in modo puntuale e in tempi brevi il rilascio di sostanze contaminanti.

Per ogni pozzo era previsto, nel progetto di MISE, un collegamento, attraverso una condotta in PE, ad una cisterna di 20 mc.

Un'ulteriore funzione di tali pozzi, individuata nel progetto, poteva essere quella di garantire l'estrazione dell'eventuale acqua di falda contaminata, andando a coadiuvare, nel caso di un mancato contenimento del percolato interno al corpo rifiuti, gli altri pozzi del sistema MISE, realizzati internamente al corpo discarica.

Tali piezometri sono stati interessati sia in passato che all'attualità, come più volte documentato, dalla presenza di percolato e pertanto hanno reso manifesto il malfunzionamento del sistema di MISE, inteso come pozzi di estrazione di percolato interni al corpo discarica.

Attualmente, il comune di Olbia monitora la matrice ambientale "percolato di discarica" nei suddetti pozzi a valle della stessa (vedi allegato 5), che, per la loro principale funzione individuata nel progetto di MISE (preventivo alla realizzazione della MISP), non avrebbero dovuto essere interessati continuamente dal percolato, se non in casi isolati e sporadici che avrebbero dovuto essere sintomo inequivocabile di un malfunzionamento della MISE e pertanto propedeutici all'adozione di adeguate contromisure.

Attualmente tali pozzi (dotati di sistemi di sollevamento) vengono impiegati in maniera assidua come barriera idraulica che tra l'altro, come più volte documentato, ha spesso evidenziato un non corretto funzionamento (fuoriuscite di percolato a valle, mancanza di pompe di sollevamento, mal funzionamento delle pompe installate, ecc).

L'utilizzo di tali pozzi come barriera idraulica di sicurezza pecca comunque della mancanza di idonei sistemi di monitoraggio del corretto funzionamento della stessa (es. punto di controllo a valle della stessa).

Pertanto, viste le suddette considerazioni e tenuto conto che tutti i pozzi (compresi quelli ubicati a valle idrogeologico) sono utilizzati per la captazione del percolato, all'attualità il monitoraggio qualitativo della matrice ambientale "acque sotterranee" a valle dell'impianto comunale dismesso non viene eseguito.

Di seguito si riporta una descrizione dei suddetti piezometri costituenti quella che oggi viene riconosciuta come barriera idraulica posta a valle della discarica comunale dismessa, parte integrante della MISE.

Dalla enumerazione che segue e dalle planimetrie allegate al presente Piano sono esclusi tutti i piezometri che, pur essendo parte integrante di detti interventi di MISE della discarica comunale, sono ubicati più a monte (internamente all'area del corpo discarica) e perciò non svolgono funzioni di barriera idraulica.

Tali pozzi interni alla discarica sono quelli che erano stati individuati nella MISE come sistema di estrazione del percolato che, con la loro corretta funzione, avrebbero dovuto evitare l'arrivo di percolato ai piezometri di monitoraggio di valle (ora diversamente utilizzati come barriera idraulica per la continua estrazione del percolato).

Sono altresì esclusi i n. 3 pozzetti realizzati a valle del corpo discarica comunale fra il 2007 e il 2008, denominati w, x e y, le cui caratteristiche sono riassunte nel prospetto che segue:

	Manufatto	Diametro DE [mm]	Sistema di emungimento	H _{pozzo} [m]
Pozzetti	w	800x800 (pozzetto a pianta quadrata)	/	0,50
	x	500x500 (pozzetto a pianta quadrata)	/	0,50
	y	1000	/	3,00

Si precisa che tali pozzetti, caratterizzati da dimensioni e profondità trascurabili, danno luogo a un contributo variabile in termini di volumi idrici estratti (mediamente più importante in valore assoluto per il pozzetto w), ma comunque non significativo dal punto di vista dell'interazione con la circolazione idrica sotterranea.

I n. 5 piezometri ubicati a valle della discarica comunale dismessa sono stati concepiti e realizzati (fra il 2005 e il 2007). Su tali pozzi, come detto, sono state installate pompe con la possibilità di funzionare in continuo, al fine di fungere eventualmente anche da estrazione delle acque contaminate. Tali sistemi di sollevamento sono caratterizzati da più volte segnalati malfunzionamenti e, come detto, sono utilizzati sia per la captazione che per il monitoraggio del percolato (vedi allegato 5).

Ogni pozzo è attualmente collegato, attraverso una rete di drenaggio con condotte in HDPE DN 40 ad una cisterna da 20 mc, per un totale di n.3 vasche di accumulo (individuate in azzurro sulla Tav.8).

Di seguito un prospetto riepilogativo delle specifiche tecniche di tali pozzi e dei relativi sistemi di emungimento (pompe):

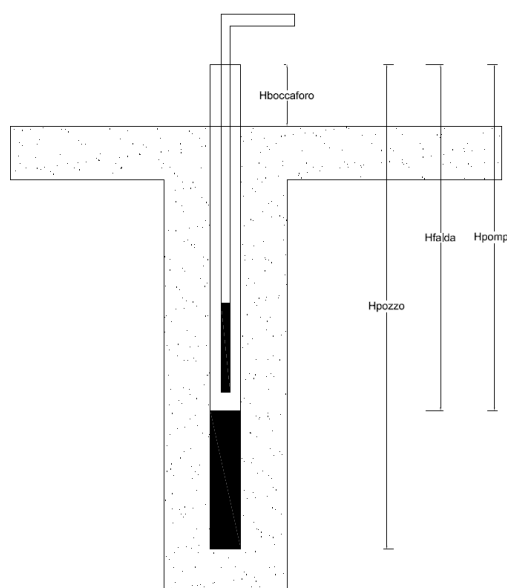


Figura 12: schema tipo e grandezze caratteristiche piezometri

	Manufatto	Diametro DE [mm]	Sistema di emungimento	H _{pozzo} [m]	H _{pompa} [m]	H _{bocca foro} [m]
Piezometri	c'	110	Elettropompa sommersa da 3"	10,10	9,04	0,15
	d	110	Elettropompa sommersa da 3"	10,50	/	0,30
	e	110	Elettropompa sommersa da 3"	11,00	10,40	0,62
	f	110	Elettropompa sommersa da 3"	9,78	8,00	0,30
	S9	1000				

La profondità dei piezometri, che si estende dal p.c. fino allo strato roccioso di base, ha un ordine di grandezza che va da 0 a 10 metri.

Le portate emunte nei pozzi a valle nel periodo di monitoraggio da febbraio a maggio 2014 sono state stimate in un valore medio di circa 8 m³/giorno.

Si precisa che tali dati, oltre che comprendere parte del quantitativo di percolato prodotto dalla discarica comunale (per infiltrazione e ruscellamento), includono in parte anche i quantitativi di acque sotterranee che vengono intercettate dal sistema in esame, pertanto evidentemente contaminate dal percolato stesso.

Tenendo conto delle caratteristiche costruttive di quella che attualmente viene riconosciuta come barriera idraulica e delle esigue portate emunte, tra l'altro in maniera non continuativa e comprendenti sia acque di falda sia percolato prodotto dalla discarica (prodotto sia da fenomeni di infiltrazione che da fenomeni di ruscellamento), non si ritiene ci possano essere particolari effetti sull'andamento piezometrico della falda freatica presente.

Di seguito, per completezza, si riportano le fonti delle informazioni pregresse:

- "Progetto esecutivo di messa in sicurezza permanente vecchia discarica – 1° stralcio" (Relazione tecnica descrittiva);
- "Ulteriori azioni di messa in sicurezza di emergenza a seguito di indagini integrative effettuate nel rispetto delle indicazioni del verbale della conferenza dei servizi di approvazione del piano di caratterizzazione della "vecchia discarica" – (Relazione tecnica descrittiva);
- "Ulteriori azioni di messa in sicurezza di emergenza a seguito di indagini integrative effettuate nel rispetto delle indicazioni del verbale della conferenza dei servizi di approvazione del piano di caratterizzazione della "vecchia discarica" – Tav.02;
- TAV_ "Stato di fatto della discarica comunale dismessa al 20/06/2011".

Risultano ad oggi in corso le prove per il collaudo del sistema diaframma + trincea realizzato a monte della discarica comunale come intervento di MISP.

Il suddetto diaframma è dotato di piezometri (monte e valle) per il controllo del corretto funzionamento (abbattimento della falda). Da rilievi piezometrici eseguiti su detti pozzi di monitoraggio, anche durante dei sopralluoghi eseguiti in concomitanza ai tecnici dell'ARPAS, si è potuto riscontrare un livello piezometrico paragonabile tra i pozzi posti a monte e quelli posti a valle dello stesso.

Oltre dette considerazioni circa un possibile mal funzionamento di detto sistema, si precisa che, considerando le linee di flusso della circolazione idrica sotterranea (vedi studio idrogeologico), lo stesso non garantisce, considerata la limitata lunghezza, il blocco di tutte le acque sotterranee provenienti da monte idrogeologico.

Si rileva infatti che tra la discarica comunale e la discarica consortile (area non servita dal suddetto sistema di MISP), dove attualmente passa la strada di cantiere, sia dati oggettivi che in base allo stesso studio idrogeologico si può affermare che esiste un flusso idrico sotterraneo.

Tale flusso, considerata la limitata distanza dalla discarica comunale e pertanto dall'area teatro dei suddetti eventi, potrebbe essere ragionevolmente interessato da potenziale contaminazione.

4.2 AREA IMPIANTO DI SMALTIMENTO CONSORTILE

4.2.1 Potenziale sorgente di contaminazione

La piattaforma (complesso IPPC) per il trattamento e lo smaltimento di rifiuti sita in località Spiritu Santu (Olbia), occupa una superficie di circa 30 Ha ed è composta dalle seguenti sezioni:

- discarica per i rifiuti non pericolosi (Sezione A).
- Impianto per il trattamento meccanico/biologico dei rifiuti indifferenziati non pericolosi (impianto di selezione/triturazione e impianto di biostabilizzazione – Sezioni B e C).
- Impianto di compostaggio di qualità (Sezione D).
- Piattaforma per la valorizzazione delle frazioni differenziate (Sezione E).
- Impianto di termovalorizzazione del biogas da discarica (Sezione F).
- Piattaforma rifiuti ingombranti (Sezione G).

Si ritiene che la principale potenziale sorgente di contaminazione sia costituita dalla discarica che occupa una superficie complessiva di 11 Ha, a cui si dovranno aggiungere i 6000 mq relativi al nuovo ampliamento autorizzato attualmente in fase di esecuzione, e un volume finale di circa 1.500.000 mc, ed è dotata dei seguenti sistemi di protezioni adeguati ai requisiti minimi del decreto legislativo 36/2003:

- Impermeabilizzazione del fondo e pareti
- Rete di captazione di percolato.
- Rete di captazione ed estrazione del biogas da discarica.
- Rete di regimazione delle acque meteoriche provenienti dalle aree caratterizzate da capping definitivo e provvisorio.

La porzione sud del corpo discarica è caratterizzato inoltre dalla presenza di pozzi sotto telo per il monitoraggio di eventuali perdite del sistema di impermeabilizzazione.

Le caratteristiche della discarica sono descritte al punto 2.1.2.

Altre fonti saltuarie di inquinamento possono individuarsi anche nella movimentazione, all'interno dell'area dei compattatori, oppure per perdite accidentali di liquidi provenienti dai rifiuti trasportati dagli autocompattatori lungo la rete viaria da e per i siti di stoccaggio, sia per residui di rifiuti aderenti agli pneumatici prima del processo di lavaggio.

Date le dimensioni dell'area dell'Impianto Consortile, il percorso compiuto dai compattatori e da altri mezzi di lavorazione dei rifiuti all'interno dell'area è notevole.

4.2.2 Stato delle matrici ambientali dell'area Consortile – Acque sotterranee

Concentrando l'attenzione sul comparto acque (superficiali e sotterranee) il Piano di Monitoraggio dell'Impianto IPPC prevede che vengano effettuati cicli ripetuti di campionamento nei vari presidi esistenti. Le attività di controllo sul comparto acque sotterranee vengono effettuate presso i seguenti piezometri di controllo:

Tabella 3: rete di monitoraggio dell'impianto di smaltimento consortile

Pozzo	Coordinate Gaussiane		Profondità pozzo (m)	Quota bocca pozzo (m s.l.m.)	Posizione fenestratura (m)
	x	y			
S1	1547418,7580	4525575,8116	5	29,6	2,00-5,00
S2	1547726,8914	4525447,9754	7	40,8	3,00-7,00
S26	1547317,0055	4524961,7321	7	73,4	2,00-7,00
S27	1547567,2760	4524962,4676	10	70,5	5,00-10,00
S3	1547256,0669	4525372,1793	10	63,4	5,00-10,00
S4	1547242,7997	4525251,9658	10	63,1	5,00-10,00
S21	1547239,8762	4525063,5861	10	81,7	5,00-10,00
R1	1547419,2764	4525574,4344	90	29,6	75,00-85,00
R2	1547726,6249	4525446,5371	80	41	70,00-79,00
R4	1547318,9897	4524961,4009	100	73,4	66,00-75,00
R5	1547564,9202	4524960,4879	100	70,5	72,00-81,00
R3	1547256,5316	4525353,6813	80	64	69,00-77,00

I dati dei monitoraggi forniti dal CIPNES e utilizzati per la definizione del modello concettuale riguardano unicamente e il periodo degli anni 2013 e 2014. La frequenza di campionamento, come previsto dal PMC (Piano di Monitoraggio e Controllo), è trimestrale o annuale (protocollo completo). Attualmente, su richiesta degli Enti di Controllo, si analizza il protocollo completo con una frequenza trimestrale.

Si precisa che le modalità di monitoraggio futuro delle acque sotterranee sono di seguito riportate nel capitolo 6.6.

Ai fini della caratterizzazione analitica delle acque della circolazione idrica sotterranea sono stati considerati unicamente i dati relativi ai piezometri denominati **S**. Non sono stati invece utilizzati i dati dei piezometri profondi denominati con la sigla **R**, che come riportato nella relazione del Prof. De Paola (trattazione completa in Allegato 1) non sono da considerarsi rappresentativi né dell'acquifero superficiale né di un eventuale acquifero profondo.

In particolare per ogni piezometro **S** è stata eseguita la seguente frequenza di monitoraggio:

pz	2013												2014			
	gen	feb	mar	apr	mag	Giu	lug	ago	Set	ott	nov	dic	gen	feb	Mar	Apr
S1	x	x	x	x	x	X	x						x		X	X
S2	x	x	x	x	x	X	x			x			x		x	X

pz	2013											2014				
	S3	x	x	x	x	x	X	x						x		x
S4	x	x	x	x	x	X				x			x		x	X
S21	x	x	x	x	x	X	x						x		x	
S26	x	x	x	x	x	X	x						x		x	X
S27	x	x	x	x	x	X	x						x		x	X

Dal 2014 è stato aggiunto un nuovo punto di controllo; per il momento escluso dal PMC, ubicato sul lato nord a valle del modulo 1, costituito da una trincea drenante (TD), per il quale è stato effettuato 1 solo ciclo di monitoraggio nel mese di aprile 2014 su base volontaria del CIPNES.

I risultati del monitoraggio in corso sono contenuti nelle comunicazioni trimestrali che il CIPNES effettua in ottemperanza al Piano di Monitoraggio e Controllo, inoltre sono pubblicati sul sito ufficiale del Consorzio nonché inviati agli Enti attraverso il Rapporto Ambientale.

Al punto successivo viene presentata una elaborazione tematica dei riscontri finalizzata alla ricostruzione dello stato di fatto della qualità delle acque sotterranee nel sito.

4.2.3 Caratteristiche e stima del percolato

Il PMC del complesso IPPC consortile prevede che venga prelevato ed analizzato anche il percolato raccolto nell'impianto consortile, con una frequenza trimestrale.

	2013												2014	
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	gen	feb
percolato	x			x			x			x			x	

Le caratteristiche del percolato del 2013 sono:

PROVA RdP n° data RICEVIMENTO	GENNAIO 13/0958 31/01/13	APRILE 13/4154 18/04/13	LUGLIO 13/8013 17/07/13	OTTOBRE 13/11231 09/10/13
pH (unità di pH)	8,15	8,05	8,06	8,1
Colore	Non percettibile con dil 1:200	Non percettibile con dil 1:500	Non percettibile con dil 1:200	Non percettibile con dil 1:200
Odore	Causa molestie	Causa molestie	Causa molestie	Causa molestie
Materiali Grossolani	Assenti	Assenti	Assenti	Assenti
Solidi sospesi totali (mg/L)	85	70,5	75,9	80,2
BOD5 (mg/L O ₂)	800,0	2500,0	413,0	7500,0
COD (mg/L O ₂)	3000,0	10000,0	1450,0	20000,0

PROVA RdP n° data RICEVIMENTO	GENNAIO 13/0958 31/01/13	APRILE 13/4154 18/04/13	LUGLIO 13/8013 17/07/13	OTTOBRE 13/11231 09/10/13
Alluminio (mg/L Al)	0,86	1,40	0,68	0,27
Arsenico (mg/L As)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Bario (mg/L Ba)	0,21	0,2	0,18	0,12
Boro (mg/L B)	2,9	<0,01	3,9	1,75
Cadmio (mg/L Cd)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cromo Tot (mg/L Cr)	0,31	0,38	0,43	0,5
Cromo (VI) (mg/L Cr (VI))	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ferro (mg/L Fe)	8,1	10,8	12,1	10,7
Manganese (mg/L Mn)	0,47	1,12	0,42	0,28
Mercurio (mg/L Hg)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Nichel (mg/L Ni)	0,2	0,3	0,3	0,13
Piombo (mg/L Pb)	<0,05	<0,05	0,07	<0,05
Rame (mg/L Cu)	0,03	0,02	0,07	<0,01
Selenio (mg/L Se)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Stagno (mg/L Sn)	<1	0,4	0,48	<1
Zinco (mg/L Zn)	0,220	0,120	0,36	0,624
Azoto ammoniacale (mg/L NH ₄)	2094,8	2520,8	3233,5	2124,8
Azoto nitroso (mg/L N)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Azoto nitrico (mg/L N)	0,11	18,17	1,8	0,2
Cianuri (mg/L Cn)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cloro attivo libero (mg/L Cl ₂)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Cloruri (mg/L Cl)	3721,8	4086,0	3968,7	2970,8
Fluoruri (mg/L F)	<0,2	<0,2	5,3	0,3
Solfati (mg/L SO ₄)	19,1	27,4	4,0	21,7
Solfiti (mg/L SO ₃)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Solfuri (mg/L H ₂ S)	<1	<1	<1	<1
Fosforo totale (mg/L P)	<0,001	15,5	3,12	0,2
Grassi e oli animali/vegetali (mg/L)	<10	<10	<10	<10

PROVA RdP n° data RICEVIMENTO	GENNAIO 13/0958 31/01/13	APRILE 13/4154 18/04/13	LUGLIO 13/8013 17/07/13	OTTOBRE 13/11231 09/10/13
Idrocarburi totali (mg/L)	2	<10	4,7	<10
Fenoli (mg/L)	<0,1	0,43	<0,1	<0,1
Aldeidi (mg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Solventi organici aromatici (µg/L)	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Solventi organici azotati totali (µg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Solventi clorurati (µg/L)	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33
Tensioattivi totali (µg/L)	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Somma dei pesticidi fosforati (µg/L)	<0,51	<0,51	<0,51	<0,51
Aldrin (µg/L)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dieldrin (µg/L)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Endrin (µg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Isodrine (µg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somma dei pesticidi totali (esclusi fosforati) (µg/L)	<1,272	<1,272	<1,272	<1,272
Escherichia coli (ufc/100ml)	20,0	<10	39,0	<10
Prova di tossicità su Daphnia Magna ((LC50 24h) EC 50i)	30,0		33,0	33,6

Una stima della produzione totale di percolato prodotta dall'impianto è riportata nell' Elaborato A.6.1. – Trattamento dei rifiuti liquidi...*omissis*, tratto dal recente Progetto Definitivo di adeguamento della Piattaforma Consortile. Al punto 5 della relazione vengono riportati i seguenti dati:

- percolato smaltito fino a fine 2012 – 389.000 mc circa
- stima del percolato presente all'interno dell'impianto di smaltimento consortile alla fine del 2012 – 223.613 mc
- stima del percolato presente all'interno dell'impianto di smaltimento consortile alla fine del 2014 – 155.218 mc.

4.2.4 Sistema di impermeabilizzazione

La discarica CIPNES è stata sottoposta a verifiche di tenuta idraulica dei sistemi di impermeabilizzazione nel corso della campagna di misure geoelettriche esperite nel giugno-luglio 2013. I risultati sono illustrati nelle relazioni degli esecutori materiali delle prove nonché nella relazione in Allegato a firma del Prof. De Paola.

In quell'occasione, sul corpo della discarica sono state eseguite n.9 elettrotomografie, orientate in modo da esplorare ogni lato del corpo discarica, che hanno evidenziato, alla base dei rifiuti abbancati, la presenza di un elettrostrato continuo ed omogeneo caratterizzato da alta

resistività, evidentemente connessa al comportamento dielettrico del sistema impermeabile di fondo che si oppone al passaggio degli impulsi elettrici e che dimostra, in definitiva, la perfetta integrità e, quindi, la tenuta idraulica della barriera impermeabile.

Si ricordano le caratteristiche costruttive del sistema di impermeabilizzazione dei 2 moduli autorizzati.

Modulo	Volume mc	Impermeabilizzazione fondo	Impermeabilizzazione pareti
1	836.000 al netto della copertura finale	Argilla 100 cm con $K < 10^{-9}$ m/s + geomembrana HDPE 2 mm + terreno drenante di spessore variabile da 30 a 50 cm	Argilla 100 cm con $K < 10^{-9}$ m/s + geomembrana HDPE 2 mm
2	701.714 al netto della copertura finale	Argilla 100 cm con $K < 10^{-9}$ m/s + geomembrana HDPE 2 mm + geotessile tessuto non tessuto + terreno drenante di spessore da 50 cm	Misto bentonitico 100 cm con $K < 10^{-9}$ m/s + geomembrana bentonitica + geomembrana HDPE 2 mm

Il modulo 2 della discarica è anche munito di un proprio sistema di monitoraggio continuo sottotelo, messo in opera nel corso dei lavori di costruzione.

Si tratta di tubi di monitoraggio posizionati al di sotto del telo impermeabile, confluenti in pozzetti di raccolta, in ogni tempo ispezionabili dall'esterno per la rilevazione di eventuali perdite di percolato.

Ad oggi, i riscontri operati dai tecnici del CIPNES hanno dato conferma dell'assenza di percolato al di sotto del telo impermeabile, accertandone, perciò, la perfetta tenuta sotto il profilo idraulico.

4.3 QUALITA' ACQUE ESTERNE AL SITO

In sede di Conferenza di servizi del 25.09.14 è stato concordato di tenere in considerazione, allo scopo di ampliare il set di dati a disposizione per la valutazione della circolazione idrica sotterranea e della qualità geochimica della stessa, il pozzo privato della Falegnameria Cossu ubicato a valle dell'intero sito impiantistico di Spirito Santu.

Tale pozzo è stato oggetto di campionamento da parte dell'ARPAS in data 21/07/2013. Gli esiti analitici della successiva analisi chimico fisica, trasmessi dalla Provincia di Olbia – Tempio al CIPNES con nota prot.24259 del 17/10/2014, sono riportati in Allegato 4.

Come si evince dai riscontri analitici, le analisi in parola hanno evidenziato il superamento delle CSC (con riferimento alla tab.2, All.5, titolo V del D.Lgs.152/06) per i parametri Cloruri, Fluoruri e Nichel.

Tali superamenti, per quanto saltuariamente riscontrati anche su altri piezometri ubicati internamente al sito impiantistico di Spirito Santu, non sembrano, ad una prima analisi, direttamente correlabili alla vicinanza a detto sito industriale.

Considerato piuttosto che il pozzo in parola risulta essere limitrofo (circa 80 m) a un impianto di produzione di ammendante compostato verde (di proprietà della Ditta Sarda Compost S.r.l.), parrebbe ragionevole ipotizzare una correlazione fra detta prossimità e i superamenti relativi al parametro fluoruri (la cui origine è spesso associata in letteratura ai processi di produzione di fertilizzanti con caratteristiche simili).

Tenuto conto altresì del fatto che:

- il pozzo di proprietà del sig. Cossu è realizzato nelle immediate vicinanze di un bacino di acqua stagnante, caratterizzato dalla presenza di flora e fauna che interagisce e presumibilmente influenza le peculiarità delle relative acque;
- il pozzo si trova a distanza relativamente modesta (circa 2700 metri) dalla costa, e quindi dal mare (possibili interazioni dovute al cuneo salino).

Si può in definitiva affermare che non è riscontrabile, in prima battuta, una correlazione diretta o un rapporto di causa – effetto fra il sito impiantistico di Spiritu Santu nel suo complesso e le caratteristiche evidenziate dalle risultanze dell'analisi sul pozzo (distanza tra sito in esame e pozzo pari a circa 540 m).

Si stabilisce tuttavia di comprendere anche il pozzo del sig. Cossu nell'ambito delle indagini (test con traccianti di cui al Cap.6.4) finalizzate alla valutazione della circolazione idrica sotterranea relativa al sito oggetto del presente studio.

4.4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLA QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Ai fini della definizione della qualità delle acque sotterranee presenti nell'area di interesse è stata valutata la totalità dei dati a disposizione per l'area del complesso.

Come anticipato ai punti precedenti, l'analisi spaziale delle concentrazioni di contaminanti finalizzata alla caratterizzazione analitica delle acque di falda è stata svolta utilizzando i soli dati del monitoraggio delle acque sotterranee dei piezometri **S** (Superficiali) nel periodo 2013 - 2014, i monitoraggi sono riferiti a 17 punti distribuiti nell'area del sito oggetto dello studio.

La macro caratterizzazione dell'area è stata fatta prendendo in considerazione i limiti di qualità delle acque di cui al D.Lgs 152/2006 tabella 2 e per i parametri non normati da quest'ultimo i limiti del D.lgs n.31/01 (seppur nell'area vasta non vi siano pozzi a scopo idropotabile).

In particolare ai fini della analisi spaziale della contaminazione, i dati del monitoraggio relativi ad ogni punto di campionamento sono stati aggregati eseguendo una media annua dei valori rilevati per ogni inquinante. Gli inquinanti che presentano più di un punto di campionamento con una media annua superiore al limite di legge, sono stati inseriti nella tematizzazione delle tavole.

I dati qualitativi delle acque, vengono rappresentati nelle Tavole da 1 a 7 nelle seguenti 2 modalità differenti:

1. Nella tavola 1 e 2 vengono riportati i dati normalizzati di tutti i superamenti di tutti gli inquinanti considerati
2. Nelle Tavole da 3 a 7 vengono rappresentati i singoli inquinanti separatamente mostrando la concentrazione media annua calcolata per ogni punto di prelievo

Seguono nelle tabelle 4, 5 e 6 i dati qualitativi delle acque.

Tabella 4: pozzi S1-S17: medie annua per ogni inquinante, in rosso sono evidenziati i superamenti

	S1	S2	S3	S4	S9 (*)	S14 (*)	S15 (*)	S16 (*)	S17 (*)	limite Digs n.152	limite Digs n.31
pH (Unità di pH)	7,84	6,97	6,99	6,13	7,33	6,77	7,23	7,33	7,61	-	6,5-9,5
Conducib. (µS cm-1a 20°C)	1296,00	1204,57	803,33	1011,57	6223,56	783,29	602,33	858,00	591,33	-	2500
Ossidabilità (mg/L O2)	4,95	4,26	0,93	1,13	87,44	3,04	2,07	2,86	0,65	-	5
BOD (mg/L O2)	2,00	14,20	33,50	26,00	192,40	35,71	37,38	48,43	9,67	-	-
TOC (mg/L)	9,40	230,86	605,20	465,60	2536,32	681,31	95,51	901,86	180,72	-	-
Arsenico (µg/L As)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	7,00	0,40	0,50	0,70	<0,1	10	10
Cadmio(µg/L Cd)	<0,02	<0,02	1,55	<0,02	0,25	3,23	0,20	0,35	1,55	5	5
Cromo Tot (µg/L Cr)	<0,2	3,30	6,20	2,07	7,96	1,20	0,83	0,90	1,90	50	50
Cromo (VI) (µg/L Cr (VI))	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Ferro (µg/L Fe)	276,36	515,96	759,94	548,64	1238,70	35,78	358,49	147,46	225,25	200	200
Manganese (µg/L Mn)	71,57	2255,83	243,46	128,84	1507,09	1214,35	425,90	57,81	92,70	50	50
Mercurio (µg/L Hg)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	1
Nichel (µg/L Ni)	18,15	6,64	48,56	31,40	34,74	9,40	5,17	4,00	51,95	20	20
Piombo (µg/L Pb)	5,70	3,80	74,00	61,23	1,20	11,42	8,24	8,68	11,50	10	10
Rame (mg/L Cu)	<0,01	0,03	<0,01	0,18	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	1	1
Zinco (mg/L Zn)	0,56	0,59	1,83	317,12	0,76	0,01	0,01	0,10	0,01	3	-
Ammonio (mg/L NH4)	<0,1	46,00	1,50	8,10	413,84	<0,1	<0,1	3,70	<0,1	-	0,5
Calcio (mg/L Ca)	58,43	73,04	52,15	60,40	139,13	50,60	51,97	68,40	55,97	-	-
Cianuri (µg/L Cn)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-	50
Cloruri (mg/L Cl)	228,60	244,40	150,62	242,66	1299,24	84,86	53,74	40,93	128,02	-	250
Fluoruri (mg/L F)	3,03	0,48	0,30	0,22	0,75	0,90	0,87	1,03	0,63	-	1,5
Magnesio (mg/L Mg)	44,08	54,72	19,68	42,74	243,40	38,87	25,56	38,60	26,22	-	-
Nitrati (mg/L NO3)	0,55	3,47	11,92	28,53	33,41	34,51	37,34	13,03	9,45	-	50
Nitriti (mg/L NO2)	<0,05	<0,05	0,10	<0,05	9,74	0,10	0,06	0,10	<0,05	0,5	0,5
Potassio (mg/L K)	9,60	10,98	6,13	7,32	241,30	6,76	9,93	13,39	4,93	-	-
Sodio (mg/L Na)	200,00	148,48	130,70	113,02	962,58	129,27	97,38	136,29	66,30	-	200
Solfati (mg/L SO4)	27,45	52,46	38,65	53,11	234,32	133,77	106,83	60,17	64,60	250	250

(*) pozzi fuori dal Piano di Monitoraggio - analisi volontarie

Tabella 5: pozzi S18-S27: medie annua per ogni inquinante, in rosso sono evidenziati i superamenti

	S18 (*)	S19 (*)	S20 (*)	S21	S26	S27	Sorgente (*)	Pozzo adiacente impianto Compostaggio (*)	Trincea drenante (*)	limite Dlgs n.152	limite Dlgs n.31
pH (Unità di pH)	8,37	7,54	7,34	6,65	6,61	7,75	7,46	8,06	6,66	-	6,5-9,5
Conducib (µS cm-1a 20°C)	1157,83	747,67	401,33	1172,17	700,33	663,50	1005,20	931,00	2000	-	2500
Ossidabilità (mg/L O2)	31,08	2,70	1,03	0,90	6,43	1,40	9,33	3,03	0,6	-	5
BOD (mg/L O2)	55,67	27,50	30,00	9,33	9,67	10,25	90,50	74,00	35	-	-
TOC (mg/L)	1000,18	498,00	550,90	161,50	163,73	149,25	990,14	399,06	140,6	-	-
Arsenico (µg/L As)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,50	1,15	<0,1	10	10
Cadmio(µg/L Cd)	<0,02	2,60	<0,02	3,30	<0,02	1,20	<0,02	1,02	<0,02	5	5
Cromo Tot (µg/L Cr)	3,55	<0,2	0,50	<0,2	<0,2	2,70	2,50	0,50	<0,2	50	50
Cromo (VI) (µg/L Cr (VI))	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Ferro (µg/L Fe)	187,02	29,10	54,00	211,36	460,22	811,12	278,20	437,14	49,3	200	200
Manganese (µg/L Mn)	82,95	133,50	44,33	75,83	197,18	81,06	335,11	337,78	7300	50	50
Mercurio (µg/L Hg)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	1
Nichel (µg/L Ni)	13,40	22,35	0,80	49,05	31,29	90,99	6,73	4,69	5,6	20	20
Piombo (µg/L Pb)	11,07	13,30	<0,2	22,33	1,56	16,18	5,98	6,72	<0,2	10	10
Rame (mg/L Cu)	0,02	<0,01	0,07	0,01	0,04	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	1	1
Zinco (mg/L Zn)	0,01	<0,005	0,06	1,84	1,23	0,60	<0,005	0,09	<0,005	3	-
Ammonio (mg/L NH4)	<0,1	<0,1	1,05	1,50	2,15	<0,1	0,50	3,60	8,5	-	0,5
Calcio (mg/L Ca)	72,35	50,58	36,07	68,73	87,00	64,58	30,96	44,56	123,2	-	-
Cianuri (µg/L Cn)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	-	50
Cloruri (mg/L Cl)	82,82	67,28	68,60	146,73	58,20	62,23	224,32	194,63	413,8	-	250
Fluoruri (mg/L F)	1,65	0,75	0,33	0,30	0,35	3,70	0,72	3,59	0,8	-	1,5
Magnesio (mg/L Mg)	25,02	32,98	17,77	53,10	28,08	26,28	30,56	22,36	96,2	-	-
Nitrati (mg/L NO3)	1,64	2,72	3,13	50,72	58,87	0,42	1,30	5,82	11,1	-	50
Nitriti (mg/L NO2)	0,30	<0,05	<0,05	0,80	0,40	<0,05	<0,05	<0,05	0,8	0,5	0,5
Potassio (mg/L K)	31,47	6,15	5,10	16,88	15,93	10,28	5,18	9,96	21,8	-	-
Sodio (mg/L Na)	254,90	121,38	57,97	108,05	60,00	103,78	169,54	177,76	268,9	-	200
Solfati (mg/L SO4)	117,57	73,80	32,73	65,83	75,00	47,87	50,48	72,54	61,9	250	250

(*) pozzi fuori dal Piano di Monitoraggio - analisi volontarie

Tabella 6: medie annua riferiti ai pozzi MISE per ogni inquinante, in rosso sono evidenziati i superamenti

Parametro	Q		S		Vasca accumulo c, c', d, e, f		U.M.	V.L.
	Media 2008/13t	Media 2013	Media 2008/13t	Media 2013	Media 2008/13t	Media 2013		
pH	7,29	7,34	7,47	7,45	7,69	7,63	-	-
Conducibilità elettrica	856,99	598,11	5800,00	6146,78	5496,38	6338,22	mS/cm 20°	-
BOD5	15,07	<0,5	88,80	72,39	92,23	98,14	mg/l	-
COD	20,90	8,85	410,66	289,86	365,55	302,29	mg/l	-
Ca++ (calcio)	29,13	15,88	88,88	64,16	88,50	86,17	mg/l	-
Na+ (sodio)	111,25	61,41	874,91	813,54	857,85	906,29	mg/l	200
K+ (potassio)	18,09	2,24	178,99	147,30	143,97	125,21	mg/l	-
Fe (ferro)	412,48	56,17	1686,90	949,44	1052,39	611,00	mg/l	200
Mn (manganese)	69,05	21,42	1762,07	1457,22	1875,81	2097,89	mg/l	50
Se (selenio)	2,50	<1	2,20	<1	3,76	<1	mg/l	10
Mg (magnesio)	13,76	16,04	78,95	92,61	83,36	121,54	mg/l	-
B (boro)	342,50	<50	1175,44	1590,00	1221,81	1847,50	mg/l	1000
Cl- (cloruri)	128,19	92,91	1142,02	987,39	1136,34	1187,13	mg/l	250
Cianuri liberi	13,08	<5	19,15	13,00	15,67	11,44	mg/l	50
Fuoruri	544,50	474,22	1138,56	1085,11	1082,49	939,90	mg/l	1500
Azoto ammoniacale NH +4	2,66	0,06	179,66	75,00	126,67	72,00	mg/l	0,5
Azoto nitroso NO -2	622,50	146,67	9425,84	4436,67	8677,61	3029,83	mg/l	500
Azoto nitrico NO -3	15,73	3,87	136,74	54,78	154,49	70,63	mg/l	50
Solfati SO -4	88,25	45,34	42,53	46,78	49,80	69,49	mg/l	250
Solfuri	0,20	<0,05	0,36	0,13	0,44	0,16	mg/l	-
Fenoli	0,46	0,05	5,21	4,61	4,27	4,45	mg/l	-
Ammonio	0,23	0,23	70,23	70,23	70,53	70,53	mg/l	-
Nitriti		50,00	1684,00	1684,00	1543,00	1543,00	mg/l	-
Nitrati	4,33	4,33	39,30	39,30	22,37	22,37	mg/l	-
Benzene	<0,2	<0,2	0,22	0,26	<0,2	<0,2	mg/l	1
Etilbenzene	<5	<5	8,30	<5	<5	<5	mg/l	50
Stirene	3,15	<2	4,10	<2	<2	<2	mg/l	25
Toluene	3,02	<2	3,42	<2	<2	<2	mg/l	15
Para-xilene	0,13	<1	0,18	0,18	0,11	0,11	mg/l	10
Coliformi totali	8287,68	-	32999,56	-	25463,16	-	Ufc/100 ml	0
Escherichia coli	637,07	372,67	3322,85	107,00	1633,72	98,00	Ufc/100 ml	0

Nota sulla Normalizzazione dei dati: i dati relativi ad ogni inquinante sono stati normalizzati in modo che il valore massimo corrisponda a 1 e il valore minimo corrisponda a 0 e gli altri valori equamente distribuiti nell'intervallo. Valore normalizzato = $1 - (A - \text{Max} / \text{Min} - \text{Max})$. Dove: A = valore del campione; Max = valore massimo registrato per l'inquinante specifico; Min = valore minimo registrato per l'inquinante specifico

Tabella 7: medie annua normalizzata

	Ferro	Manganese	Nichel	Piombo	Ammonio	Fluoruri	Nitrati	Nitriti	Sodio	Cloruri	Boro
Pozzi CIPNES											
S1	0,2044	0,0069	0,1924	0,0745	0,0001	0,807061	0,0019	0	0,1570	0,1491	-
S2	0,4025	0,3070	0,0648	0,0488	0,1110	0,074713	0,0434	0	0,1001	0,1617	-
S3	0,6042	0,0305	0,5296	1	0,0035	0,022989	0,1637	0,0052	0,0804	0,0872	-
S4	0,4295	0,0148	0,3393	0,8269	0,0194	0	0,4003	0	0,0609	0,1603	-
S9	1	0,2041	0,3764	0,0136	1	0,152299	0,4699	1	1	1	-
S14	0,0055	0,1639	0,0954	0,1520	0,0001	0,195402	0,4856	0,0052	0,0788	0,0349	-
S15	0,2723	0,0556	0,0485	0,1089	0,0001	0,185824	0,5259	0,0010	0,0436	0,0102	-
S16	0,0979	0,0050	0,0355	0,1148	0,0088	0,231322	0,1796	0,0052	0,0866	0	-
S17	0,1622	0,0098	0,5672	0,1531	0,0001	0,118774	0,1286	0	0,0092	0,0692	-
S18	0,1306	0,0085	0,1397	0,1472	0,0001	0,410920	0,0174	0,0258	0,2177	0,0333	-
S19	0	0,0154	0,2389	0,1775	0,0001	0,152299	0,0327	0	0,0701	0,0209	-
S20	0,0206	0,0031	0	0	0,0024	0,032567	0,0386	0	0	0,0220	-
S21	0,1507	0,0075	0,5350	0,2999	0,0035	0,022989	0,7163	0,0774	0,0554	0,0841	-
S26	0,3564	0,0241	0,3380	0,0184	0,0051	0,037356	0,8324	0,0361	0,0022	0,0137	--
S27	0,6465	0,0082	1	0,2165	0,0001	1	0	0	0,0506	0,0169	-
Sorgente	0,2059	0,0431	0,0658	0,0783	0,0011	0,143678	0,0125	0	0,1233	0,1457	-
Compostaggio	0,3373	0,0435	0,0432	0,0883	0,0086	0,967672	0,0769	0	0,1324	0,1221	-
Trincea drenante	0,0167	1	0,0532	0	0,0204	0,166667	0,1521	0,0774	0,2332	0,2963	-
Pozzi MISE del Comune di Olbia											
Q	0,0224	0	-	-	0	0,073052	0,0491	0,0100	0,0038	0,0413	0
S	0,7609	0,1973	-	-	0,1811	0,248595	0,7743	0,4526	0,8352	0,7522	0,8567
Vasca accumulo c, c', d, e, f	0,4811	0,2853	-	-	0,1739	0,206868	1	0,3074	0,9378	0,9109	1,0000

In definitiva, analizzando le carte e le concentrazioni rilevate si evidenzia che:

- È presente una contaminazione diffusa per alcuni parametri, quali ferro e manganese, considerati come valori di fondo, in quanto si riscontrano sia a monte che a valle idrogeologicamente;
- Anche altri parametri, quali nitrati o metalli come Nichel, si ritrovano in maniera diffusa, con concentrazioni più alte in alcuni piezometri di monte (S21, S26 e S27);
- Nei piezometri di monitoraggio S3 e S4 si rileva la presenza di Piombo. Anche questi piezometri, vista la nuova configurazione della direzione del flusso di falda sembrerebbero dei punti di monte idrogeologico;

- I piezometri di valle della discarica comunale (S9) presentano concentrazioni elevate di quasi tutti i parametri ricercati;
- Più ci si sposta a valle (verso S2, S1) le concentrazioni si riducono a conferma che il flusso della falda è molto limitato ed effimero. Tale situazione si verifica anche a causa della realizzazione della trincea drenante posta a valle della discarica consortile (MISE).

4.5 QUALITA' DEI PERCOLATI DELL'IMPIANTO CONSORTILE E DELLA DISCARICA COMUNALE

Un importante aspetto che è emerso dall'analisi dei dati idrochimici è la differenza delle concentrazioni dei parametri ricercati del percolato derivante dalla discarica comunale e quello estratto dall'impianto di smaltimento consortile.

Prendendo in considerazione alcuni parametri guida, quali; COD, Fenoli, Boro e gli Azoti si evidenzia che i due percolati sono molto differenti.

Tabella 8: concentrazioni parametri guida dei percolati

PARAMETRI	Discarica Comunale valori medi anno 2008-2013 (pozzo S9) analisi del Comune	Discarica Consortile valori medi anno 2013 analisi CIPNES
Boro	1175	0,01
Fenoli	5,2	0,43
COD	410	8600
Azoto ammoniacale NH4-	180	2500
Cloruri	1140	3600

Confrontando questi dati con quelli dei monitoraggi delle acque sotterranee si evidenzia una evidente stretta correlazione tra le concentrazioni del percolato della discarica Comunale con i pozzi della MISE della Discarica Comunale (che pescano prevalentemente Percolato), mentre non si trovano dirette correlazioni tra le concentrazioni del percolato dell'impianto consortile CIPNES e le concentrazioni del piezometro di valle (S1).

Il raffronto tra gli aspetti qualitativi del percolato prodotto dalla discarica comunale e quello prodotto dalla discarica consortile con i dati relativi al monitoraggio delle acque di falda, sarà effettuato all'atto dell'implementazione del modello concettuale definitivo.

5 MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE DEL SITO

I dati analizzati e le considerazioni fatte nei capitoli precedenti consentono una valutazione abbastanza approfondita dello stato ambientale dell'area dell'Impianto IPPC ubicato nella località Spiritu Santu a Olbia (OT), e permettono la formulazione del Modello Concettuale Preliminare dell'area.

Al completamento delle indagini proposte nei successivi capitoli del presente documento, sarà possibile formulare il Modello Concettuale Definitivo dell'area di studio che ottempererà alle disposizioni sancite dal D.Lgs 152/06 e che fornirà un quadro completo ed esaustivo dello stato della contaminazione e della sua evoluzione.

Si riportano di seguito alcune considerazioni riguardanti le componenti che concorrono alla determinazione del potenziale rischio ambientale a seguito della contaminazione rilevata nel terreno durante le indagini ambientali descritte nei capitoli precedenti. In questa sezione vengono evidenziate le seguenti componenti:

- sorgenti (primarie e secondarie);
- percorsi di migrazione;
- bersagli.

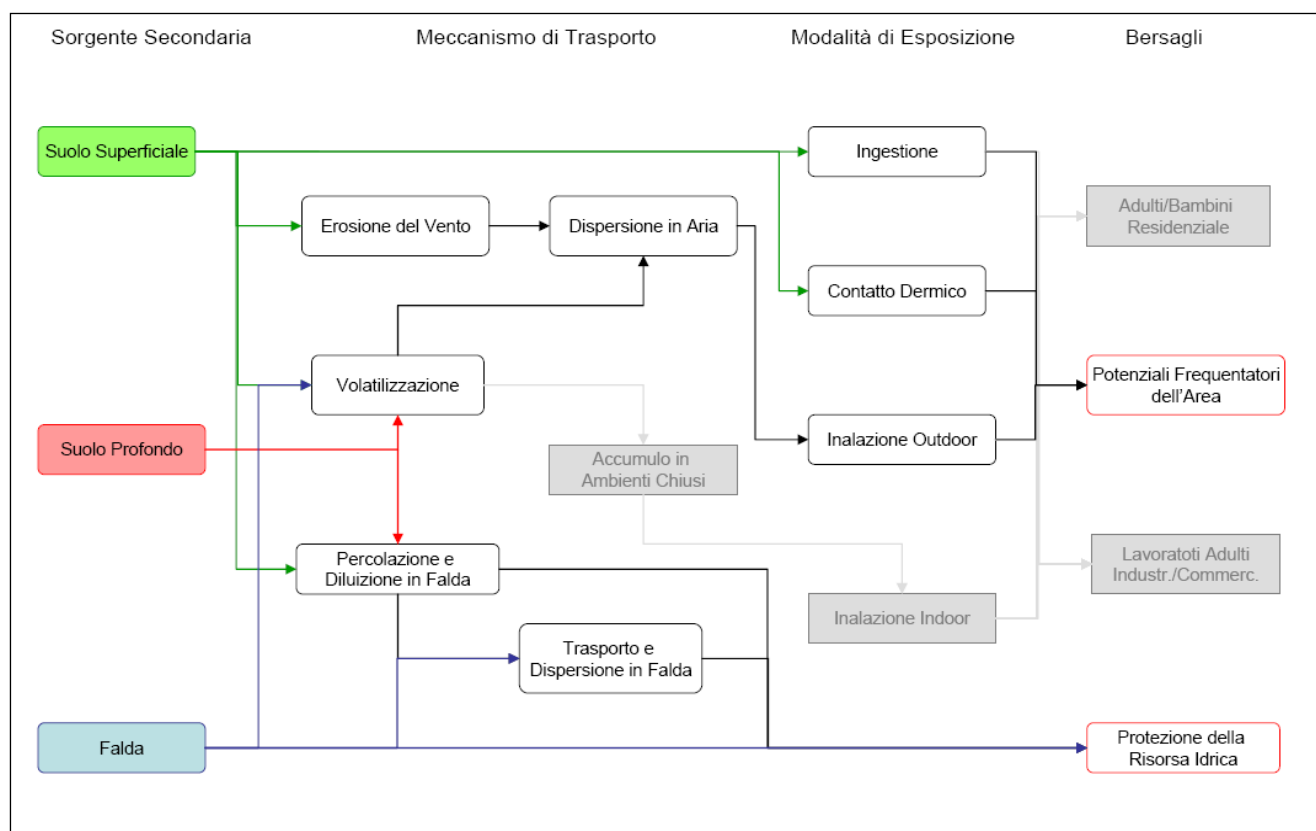


Figura 13: Modello Concettuale del Sito

5.1 POTENZIALI SORGENTI PRIMARIE E SECONDARIE DI CONTAMINAZIONE

Dalla tipologia di attività che si è svolta e si svolge all'interno del sito di caratterizzazione (smaltimento autorizzato di rifiuti in due distinti impianti in età e costruzione differenti), dai risultati delle indagini ambientali effettuate, nonché dai sopralluoghi effettuati, sono state individuate le seguenti potenziali fonti di contaminazione, suddivise in:

Potenziali Sorgenti primarie:

- Discarica gestita dal CIPNES dal 1991 - intesa come potenziali fonti di rilascio di percolato;
- Discarica Comunale di Olbia (dal 1981 al 1991), intesa come potenziali fonti di rilascio di percolato;
- Impianto trattamento rifiuti - L'impianto di Trattamento meccanico/biologico dei rifiuti indifferenziati non pericolosi è caratterizzato, in sintesi, dalle seguenti fasi di lavorazione:
 - conferimento delle frazioni di rifiuti indifferenziati all'interno delle fosse di accumulo.
 - vagliatura, triturazione e deferrizzazione dei rifiuti.
 - invio a smaltimento in discarica della frazione secca e degli scarti non riciclabili (sovrallo, codice CER 191212) derivanti dalla selezione (previa compattazione ed eventuale imballatura).
 - invio al capannone di biostabilizzazione, attraverso un sistema di nastri trasportatori, della frazione organica separata meccanicamente (sottovaglio) e degli eventuali fanghi da biostabilizzare. Il biostabilizzato sarà smaltito successivamente in discarica (codice CER 190503).
 - invio a recupero dei rifiuti ferrosi (codice CER 191202).
- Linea di trattamento della frazione organica dei rifiuti differenziati che è costituita, in sintesi, dalle seguenti fasi:
 - ricezione e triturazione dei rifiuti ligneo celluloseici (strutturante).
 - ricezione delle frazioni umide.
 - miscelazione dello strutturante triturato e delle frazioni umide tramite trituratore/miscelatore.
 - fase di bioossidazione accelerata (ACT).
 - maturazione finale della miscela bioossidata.
 - raffinazione finale (vagliatura), con ottenimento di compost finito, sovralli da smaltire in discarica e strutturante da ricircolare in testa alla linea.
 - stoccaggio del compost finito.
- Piattaforma per la raccolta differenziata che è costituita da una piazzola attrezzata, in cui è prevista la messa in riserva e successiva valorizzazione delle seguenti tipologie di rifiuti differenziati:
 - rifiuti di carta e cartone.
 - rifiuti di vetro.
 - rifiuti di plastica.
 - rifiuti di legno.
 - rifiuti ferrosi.

Sorgenti secondarie eventuali:

- Acque superficiali;
- Acque sotterranee;
- Suolo e sottosuolo adiacenti ai siti di smaltimento.

5.2 POTENZIALI PERCORSI DI MIGRAZIONE

Viste le caratteristiche delle potenziali sorgenti di contaminazione e delle caratteristiche ambientali al contorno (geologiche, morfologiche, idrogeologiche e meteorologiche) sono stati individuati come potenzialmente attivi i seguenti percorsi di diffusione e vie di esposizione contaminanti:

- A. rilascio di percolato e potenziale migrazione verso corpi idrici superficiali (acque di ruscellamento) e profondi (circolazione idrica sotterranea) - (primario);
- B. rilascio di polveri contaminate attraverso una dispersione eolica sui terreni ed i corpi idrici superficiali circostanti (secondario);
- C. rilascio di vapori inquinanti e loro successiva dispersione in atmosfera (secondario).

Considerato la tipologia dei rifiuti smaltiti, le modalità costruttive delle due discariche e degli impianti di trattamento, l'attuale gestione dell'Impianto IPPC si ritiene che i percorsi B e C siano esistenti ma comunque non siano significativi. Pertanto, si ritiene solamente attivo il percorso di migrazione del percolato verso la falda freatica e le acque superficiali.

Si precisa ad ogni buon conto che le caratteristiche costruttive della discarica CIPNES sono conformi alle tecnologie attuali previste dalla normativa di settore vigente (D. Lgs. 36/2003). Lo stesso non si può dire per la discarica comunale, essendo la stessa realizzata in un periodo storico (anni '80 del secolo scorso) caratterizzato dall'assenza di specifici riferimenti normativi riguardo le tecnologie costruttive di impianti di smaltimento, pertanto contraddistinta da una sostanziale esiguità ed inadeguatezza di presidi ambientali.

5.3 POTENZIALI BERSAGLI

I potenziali bersagli primari di eventuali migrazioni di sostanze contaminanti provenienti dal sito sono i seguenti:

- acque superficiali;
- acque sotterranee;
- potenziali frequentatori dell'area.

5.4 CONCLUSIONI SUL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE

Alla luce di quanto finora illustrato, si deriva il Modello Concettuale Preliminare del sito, il quale presentando dei percorsi attivi, evidenzia l'esistenza di elementi di rischio.

L'elemento principale del centro di pericolo è rappresentato dai rifiuti stoccati nelle 2 discariche. Per tale elemento risulta potenzialmente attivo il percorso di migrazione legato al fenomeno di percolazione delle acque meteoriche, con il trasporto in soluzione dei contaminanti sia verso i terreni che le acque superficiali e sotterranee.

Considerando le suddette caratteristiche costruttive della discarica CIPNES e quelle della discarica comunale, si può ragionevolmente affermare che la principale fonte di potenziale contaminazione sia quest'ultima.

Le informazioni reperite nel corso della raccolta dei documenti relativi alla storia del sito e i risultati delle varie indagini effettuate non sono tuttavia sufficienti alla definizione dettagliata del Modello Concettuale del Sito. In particolare deve essere verificata la reale sorgente della contaminazione della matrice acque (superficiali e sotterranee).

6 PROPOSTA DI INTERVENTO

Sulla base delle considerazioni effettuate ai punti precedenti, in particolare sulla base delle conclusioni emerse nel modello concettuale preliminare si propongono una serie di nuove attività al fine di poter definitivamente o per quanto meglio possibile, definire il modello concettuale definitivo del sito.

Le attività proposte possono essere così riassunte:

1. Modifiche della rete piezometrica per il monitoraggio delle acque sotterranee (realizzazione nuovi piezometri)
2. Prove di emungimento finalizzate alla verifica dei risultati del modello idrogeologico (rif. allegato 1 alla presente relazione)
3. Analisi dei suoli (top soil, suolo superficiale e suolo profondo)
4. Test con traccianti finalizzato alla verifica della tenuta idraulica degli impianti di smaltimento comunale e consortile e alla definizione dei percorsi di migrazione dei contaminanti
5. Monitoraggio della qualità delle acque di falda e del percolato
6. Raffronto dati analitici recenti del percolato prodotto dalla discarica comunale (vedi allegato 5) e del percolato prodotto dalla discarica consortile con i dati relativi al monitoraggio delle acque di falda
7. Stima del percolato prodotto dalla discarica comunale nel corso degli anni e raffronto con i quantitativi smaltiti. Per tale stima saranno utilizzati gli stessi algoritmi applicati per la stima del percolato prodotto dalla discarica consortile (rif. elaborato tecnico trasmesso dal CIPNES con nota prot. 3525 del 06/09/2013).

6.1 RETE PIEZOMETRICA DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERANEE

6.1.1 Modifica della rete di monitoraggio delle acque sotterranee

Di seguito si riportano le considerazioni finali del modello idrogeologico proposto dal Prof. Geol. Pietro Antonio De Paola (riportato integralmente in Allegato 1):

“omissis.....il modello idrogeologico locale è rappresentato da un acquifero superficiale, in genere avente uno spessore medio complessivo di 4.00 ÷ 6.00 m, in parte costituito dai depositi sciolti di copertura con permeabilità per porosità da media a bassa ($k = 10^{-3} \div 10^{-5}$ m/s) esplicante la funzione di acquifero s.s. ed in parte costituito dalla banda granitica alterata e fratturata debolmente permeabile per fratturazione ($k = 1.18^{-5} \div 7.7^{-6}$ m/s) esplicante funzione di acquitardo.

L'acquifero ospita una falda freatica debole e discontinua arealmente, caratterizzata da una potenzialità idrica molto bassa, compresa tra 7500 e 12'350 m³/a.

Le direzioni di flusso della falda libera come sopra definita seguono le direttrici fondamentali, una da SE verso NW, la seconda da SW verso N.

Detta falda freatica superficiale assume come limite basale impermeabile il sottostante complesso granitico che, per uno spessore di oltre 50.00 m svolge, pertanto, il ruolo di acquicludo.

La descritta barriera impermeabile, il cui spessore minimo accertato è compreso tra i 40.00 ed i 50.00 m, garantisce assoluta protezione da ogni forma possibile di inquinamento l'ipotizzata risorsa idrica profonda.”

Considerate le conclusioni del suddetto studio idrogeologico ed, in particolare, la dimostrazione della non corretta tecnica di realizzazione dei piezometri profondi (R) e della non corretta esecuzione tecnica delle diverse prove eseguite in passato sugli stessi, si propone, nel recepire le indicazioni emerse in sede di CdS del 25.09.2014 e nel prendere atto della recente dismissione dei piezometri S21, S26 e R4, in quanto interferenti con il nuovo lotto di ampliamento della discarica consortile, quanto di seguito descritto (rif. tavola 8):

- realizzazione di nuovo cluster denominato S26-R4 da ubicare a monte rispetto agli omonimi piezometri dismessi (caratteristiche costruttive di sintesi: profondità piezometro superficiale S26 pari a circa -10 m e profondità piezometro profondo R4 pari a -100 m);
- realizzazione di nuovo cluster denominato S28-R6 da ubicare a valle del sito impiantistico di Spiritu Santu (lato nord) - (caratteristiche costruttive di sintesi: profondità piezometro superficiale S28 pari a circa -10 m e profondità piezometro profondo R6 pari a -80 m);
- realizzazione di un nuovo piezometro a valle idrogeologica della discarica comunale e a fianco (lato est) della discarica consortile (S29).

In Tavola 8 si riporta l'ubicazione dei punti di monitoraggio esistenti, dismessi e dei nuovi piezometri proposti (ubicazione di massima da stabilire nel dettaglio in campo).

Con la realizzazione dei suddetti nuovi punti di monitoraggio, il sistema di controllo della matrice acque sotterranee, considerato ai fini della caratterizzazione idrochimica della matrice acque sotterranee interessanti il sito in esame, risulterà nel suo complesso costituito da:

- n. 23 pozzi superficiali della profondità media di 10 m.
Fanno parte dei suddetti 23 piezometri quelli riportati nella tavola 8 con la seguente nomenclatura:
S1 – S2 – S3 – S4 – S26 – S27 – sorgente – S14 – S15 – S16 – S17 – S18 – S19 – S20 – S9 – c – c' – d – e – f – S29 – pozzo compostaggio – pozzo trincea drenante;
- n. 6 pozzi profondi della profondità compresa tra 80 m e 100 m.
Fanno parte dei suddetti 6 piezometri quelli riportati nella tavola 8 con la seguente nomenclatura:
R1 – R2 – R3 – R4 – R5 – R6.

In definitiva, il numero totale di piezometri che saranno utilizzati per la caratterizzazione del sito oggetto di studio risulta pari a 29.

La superficie da investigare nell'ambito della caratterizzazione del sito risulta essere pari a circa 16 ha. Tale area è stata ottenuta sottraendo alla superficie totale del sito industriale, pari a circa 30 ha, le aliquote corrispondenti alle superfici occupate dagli impianti di smaltimento comunale (~ 2 ha) e consortile (~ 12 ha), in quanto tali aree non possono essere ovviamente considerate superfici utili ai fini della realizzazione di punti di investigazione della matrice ambientale in parola. Si precisa ovviamente che non tutti i suddetti 16 ha, considerata la morfologia dell'area, possono essere investigabili a livello operativo e/o considerati tecnicamente rilevanti per la realizzazione di punti di controllo delle acque sotterranee.

Concludendo, considerato che il D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. non fornisce indicazioni sul numero dei piezometri da installare nel sito, finalizzati alla caratterizzazione dello stesso, e che tali indicazioni erano invece riportate, in funzione della superficie da investigare, nell'allegato 2 al D.M. 471/99, si sottolinea quanto segue:

seppur il suddetto D.M. 471/99 risulta ad oggi abrogato, lo stesso, considerata la mancanza di altre indicazioni in merito nella normativa vigente, può essere utilizzato come linea guida, raffrontandolo ovviamente con le peculiarità sito specifiche.

Considerando la suddetta caratterizzazione della matrice ambientale “acque sotterranee”, nel caso in esame vengono abbondantemente superati i quantitativi minimi indicati, in funzione della superficie da investigare, dalle suddette linee guida:

Superficie da investigare - (mq)	160000 (*)
Numero di piezometri esistenti (comprensivo di nuovi piezometri da realizzare)	29
Superficie da investigare (rif. D.M. 471/99) - (mq)	100000 ÷ 250000
Indicazione numero piezometri da installare (rif. D.M. 471/99)	Almeno 8
(*) Si precisa ovviamente che non tutti i suddetti 16 ha, considerata la morfologia dell'area, possono essere investigabili a livello operativo e/o considerati tecnicamente rilevanti per la realizzazione di punti di controllo delle acque sotterranee.	

Lo stesso D.M. 471/1999 stabilisce, inoltre, che la profondità dei piezometri deve interessare la base del primo acquifero e richiama l'attenzione sulla necessità di “evitare di attraversare, nel corso dei sondaggi, livelli di terreno inquinato e diffondere la contaminazione”, riducendo altresì la profondità delle perforazioni quando queste “possano costituire rischio di contaminazione per altri strati geologici o acquiferi creando una via preferenziale di diffusione degli inquinanti”.

Detti concetti vengono anche ripresi dal D. Lgs. 152/2006 (Parte IV – Titolo V – Allegato 2) che, con riferimento ai sondaggi e piezometri, dispone che debba essere assicurata la protezione degli acquiferi profondi evitando il rischio di contaminazione indotta dal campionamento.

In funzione delle risultanze della Caratterizzazione del sito in esame e in base alle indicazioni del D.Lgs. 36/2003 (rif. gestione e post gestione degli impianti di discarica), sarà rivisto il sistema di monitoraggio delle acque sotterranee di competenza comunale e consortile e pertanto saranno aggiornati i rispettivi Piani di monitoraggio e controllo.

6.1.2 Caratteristiche costruttive di dettaglio nuovi cluster (2 piezometri profondi e 2 piezometri superficiali) e del piezometro superficiale S29

Con cluster si intende la realizzazione di una coppia di piezometri superficiali-profondi realizzati con colonne separate, l'una per il pozzo-piezometro profondo e l'altra per quello superficiale, tra loro opportunamente distanziate (5.00 – 6.00 m) e localizzate (il piezometro profondo a monte e quello superficiale a valle, parallelamente a linee di flusso sotterraneo).

La necessità di realizzare pozzi separati e non un unico pozzo con doppia fenestrazione è dovuta a tre motivi: il primo riguarda la necessità di tenere opportunamente distanziati (5.00 – 6.00 m) il piezometro pilota di monte ed il piezometro di controllo di valle, come richiedono le previste operazioni di emungimento; il secondo concerne la necessità di perforare pozzi di diametro non inferiore ai 220.00 mm, in quanto destinati anche all'emungimento oltre che al rilevamento della piezometrica, la qual cosa richiederebbe l'esecuzione di un pozzo cluster di diametro consistente per le suddette profondità e tenuto conto della presenza di roccia granitica; il terzo discende dalla necessità di garantire una perfetta tenuta idraulica tra i due pozzi adiacenti, obiettivo difficilmente perseguibile nella ristretta area di un pozzo cluster, date anche le diverse

finalità dei due pozzi adiacenti e, conseguentemente, il loro diverso condizionamento: il pozzo profondo richiede una perfetta sigillatura almeno fino a 25.00 m dal p.c., mentre il pozzo superficiale richiede un tubo finestrato per la prevista intera lunghezza di 10.00 m e, soprattutto, la naturale interazione con gli adiacenti terreni sedi di falda freatica superficiale.

Si forniscono di seguito le caratteristiche costruttive essenziali dei due pozzi-piezometri superficiali e profondi e relativi filtri, finalizzate alla successiva esecuzione, sulla base delle conoscenze geologiche in precedenza acquisite e dell'esito delle prove di pompaggio della campagna 2012.

POZZI PIEZOMETRI-PROFONDI (n.2)

Si forniscono di seguito le principali caratteristiche costruttive, rimandando per gli ulteriori e necessari dettagli alla progettazione esecutiva.

- Perforazione a rotazione con distruzione di nucleo;
- Diametro del foro, 220.00 mm;
- Diametro esterno dei tubi ciechi e dei tubi filtro, 200.00 mm;
- Profondità, 100 m (R4) e 80 m (R6) dal p.c. La profondità del piezometro R4 è la stessa dell'omonimo piezometro recentemente andato distrutto, la profondità del piezometro R6 è stata ragionata in funzione delle profondità investigate dai piezometri R2 ed R3 e delle rispettive quote (m s.l.m.) della bocca foro;
- Materiale dei tubi, acciaio al carbonio zincato a caldo, con giunzioni filettate;
- Lunghezza tubo cieco da 0.00 m a – 35.00 m dal p.c.;
- Lunghezza tubo filtro da – 35.00 m a – 100.00 m (R4) e – 80.00 m (R6), rispettivamente per complessivi 65.00 m e 45.00 m;
- Filtro, passante ad aperture rettangolari verticali alternate, con larghezza pari a 1.00 mm e rapporto apertura filtri/superficie totale attorno al 20%, comunque non inferiore al 15%;
- Posizione tubi ciechi e filtri, coassialmente al perforo con l'impiego di centralizzatori;
- Prefiltro, ghiaietto siliceo lavato e calibrato (3.00 – 6.00 mm) da – 25.00 m dal p.c. a fondo foro;
- Sigillatura, iniezione di boiaccia di cemento pozzolanico o Portland, con densità di riferimento di 1,80 kg/l, da porre in opera dal basso, con tubo di discesa, a partire da – 2.00 m fino a – 25.00 m dal p.c.; calcestruzzo da 0.00 m a – 2.00 m dal p.c. con getto diretto dall'alto;
- Sviluppo, mediante pompaggio per almeno 6 ore fino all'ottenimento di acqua limpida;
- Pompe, elettropompe centrifughe sommerse da posizionare a – 55.00 m dal p.c., con portata massima di 10.00 l/s;
- Misure dei livelli piezometrici e delle portate con adeguata strumentazione.

POZZI-PIEZOMETRI SUPERFICIALI (n.3)

Rispetto ai pozzi-piezometri profondi differiscono solo nel sistema di perforazione, condizionamento, lunghezza e sigillatura.

Le principali caratteristiche tecniche dei suddetti piezometri superficiali sono le seguenti:

- Perforazione a rotazione con carotaggio continuo;
- Diametro del foro, 120.00 mm;
- Diametro tubo filtro, 100.00 mm;
- Lunghezza perforo, 10.00 m dal p.c.;
- Lunghezza tubo filtro, 9.50 m;
- Lunghezza tubo cieco (avampozzo), 0.50 m;

- Sigillatura, da 0.00 m a – 0.50 m dal p.c. con boiaccia di cemento, avente le stesse caratteristiche sopra indicate.

6.2 PROVE DI EMUNGIMENTO

Come espressamente richiesto in sede di CdS del 25.09.14 (vedi verbale), verranno effettuate alcune prove di emungimento. In particolare si effettueranno prove di emungimento su: i nuovi cluster S26-R4 e S28-R6; le coppie di piezometri R1-S1 e R5-S27.

Le prove verranno effettuate secondo le presenti specifiche redatte sulla base delle indicazioni dedotte dalle prove eseguite nel 2012.

All'epoca, con prove a portata costante sui soli pozzi profondi, in media oltre 80.00 m, e portata dichiarata di 1.00 l/s, venne registrato un abbassamento di circa 80.00 m in circa 50 minuti primi.

Si ritiene, pertanto, di dar luogo a prove di emungimento diversificate come segue, rimandando per ulteriori specificazioni alla progettazione esecutiva.

PROVE A GRADINI A PORTATE CRESCENTI SUI DUE POZZI PROFONDI

La prova, di breve durata, verrà condotta su tre gradini di prova di 15 minuti primi ciascuno, a portate crescenti ciascuna pari ad 1.00 l/s, 2.00 l/s, 4 l/s, con elettropompa sommersa posizionata a – 94.00 m, a – 74.00 m, (rispettivamente per R4/R5 e R6/R1) dal p.c., di adeguata portata e prevalenza.

Sarà richiesta e specificata, in sede di progettazione esecutiva, altrettanto adeguata strumentazione di misura dei livelli idrodinamici e di misura delle portate.

E' opportuno munire la pompa di sondina di livello per evitare di metterla a secco nel corso della prova.

Misure dei livelli idrodinamici nel corso della prova saranno rilevate, oltre che nel pozzo-piezometro profondo, anche nel pozzo-piezometro superficiale adiacente, sia in discesa sia in risalita, allo scopo di ottenere i consueti diagrammi tempo/abbassamenti, portate/abbassamenti (curva caratteristica), abbassamento specifico/portata, ecc. e relativi parametri idraulici.

PROVE A PORTATA COSTANTE SUI DUE POZZI-PIEZOMETRI PROFONDI

Ove dovessero ottenersi risultati positivi, ossia presenza di falda idrica, con la prova a gradini, si potrà proseguire con il programma conoscitivo dei parametri idrogeologici caratteristici dell'acquifero individuato, implementando una prova di emungimento a portata costante sui pozzi-piezometri profondi, adottando i due adiacenti piezometri superficiali come piezometri ausiliari di controllo.

Le apparecchiature di misura della portata nel piezometro profondo e di misura dei livelli piezometrici nel piezometro profondo e nell'adiacente piezometro superficiale di controllo avranno le stesse caratteristiche di quelle richieste per la prova a gradini.

La portata prescelta per questa prova sarà definita all'esito della prova a gradini, anche se in questa sede è possibile ipotizzare per la prova a portata costante una portata contenuta, compresa tra i 3.00 ed i 6.00 l/s, comunque non superiore ai 10.00 l/s.

La prova è di più lunga durata rispetto a quella precedente e potrebbe raggiungere, in presenza di falda, una durata compresa tra 24 e 48 ore.

Gli intervalli di misura degli abbassamenti, da rilevare in discesa e in risalita sia sul pozzo profondo che su quello adiacente superficiale, saranno specificati successivamente all'esito

della prova a gradini e consentiranno di ottenere i diagrammi semilogaritmici tempi o distanze-abbassamenti, portate-depressioni, portate specifiche-depressioni, ecc.

Individuato il regime di deflusso, stazionario o transitorio, ed il tipo di acquifero, confinato, semi-confinato o libero, saranno prescelti i metodi di calcolo per la definizione dei principali parametri idrogeologici caratterizzanti la falda idrica, quale la trasmissività, il coefficiente di immagazzinamento, il coefficiente di permeabilità, effetti di eventuali limiti, ecc., fornendo esaustive risposte ai quesiti ed alle problematiche emersi nella definizione del Piano di caratterizzazione del sito in esame.

6.3 ANALISI DEI SUOLI

Come espressamente richiesto in sede di CDS (vedi verbale CDS del 25.09.14), al fine di verificare la qualità del comparto suolo e sottosuolo si rende necessaria l'esecuzione di un'indagine ambientale diretta tramite l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo e/o trincee esplorative per il campionamento dei terreni.

Relativamente alla matrice ambientale in parola, si rileva che il CIPNES "Gallura" ha in passato eseguito i controlli inviati con le seguenti note di trasmissione:

1. Prot. CIPNES 77/14 del 10/01/2014 e Prot. CIPNES 1321/14 del 03/04/2014 (punto/i di campionamento: area sud/ovest – attualmente occupata dalla vasca di ampliamento della discarica consortile);
2. Prot. CIPNES 1325/14 del 03/04/2014 (punto/i di campionamento: area nord - attualmente occupata dalla trincea drenante realizzata come opera di messa in sicurezza d'emergenza);
3. Prot. CIPNES 3925/14 del 30/09/2014 (punto/i di campionamento: area nord/est – destinata alla realizzazione della nuova officina meccanica).

Il CIPNES "Gallura", con il supporto del laboratorio di analisi incaricato per i monitoraggi ambientali previsti dall'AIA, ha altresì campionato ed analizzato la matrice "suolo superficiale" nelle aree di seguito indicate, senza mai riscontrare superamenti delle CSC indicate, per l'uso industriale/commerciale, nel T.U.A:

1. A valle della discarica comunale (n. 5 campioni);
2. In corrispondenza dei recenti saggi eseguiti per stabilire la fattibilità tecnica di esecuzione di una condotta finalizzata alla gestione delle acque di ruscellamento superficiali (n. 1 campione).

Questi ultimi campionamenti della matrice "suolo superficiale", eseguiti per effettuare valutazioni tecniche e controlli interni, non avendo mai riscontrato problemi e dunque segnali relativi a potenziali contaminazioni, non sono mai stati trasmessi agli Enti di controllo.

I risultati delle suddette recenti analisi saranno prese in considerazione nell'implementazione del modello concettuale definitivo, come peraltro previsto dal D. Lgs. 152/06, che alla Parte IV, Titolo V, Allegato 2 stabilisce che:

"per la redazione del Modello Concettuale del Sito dovranno essere considerate le eventuali indagini condotte nelle varie matrici ambientali nel corso della normale gestione del sito, prima dell'attuazione del Piano di indagini".

Scelta del numero e dell'ubicazione dei punti di campionamento

Secondo quanto previsto dall'Allegato 2 del D.Lgs. 152/06, per l'ubicazione dei punti di indagine possono essere utilizzate due principali strategie:

- strategia basata sulla caratterizzazione del sito e sul modello concettuale preliminare fornito, che è mirata a verificare le ipotesi formulate sulla presenza di contaminanti o sulle caratteristiche ambientali del sito (“ubicazione ragionata”);
- strategia fondata su un criterio di tipo casuale o statistico, nella quale i campionamenti sono effettuati sulla base di una griglia predefinita o casuale. Questa strategia è da preferire ogni qualvolta le dimensioni dell’area o la scarsità di informazioni storiche ed impiantistiche sul sito non permettano di ottenere una caratterizzazione soddisfacente e di prevedere la localizzazione delle più probabili fonti di contaminazione (“ubicazione sistematica”).

Per il caso in esame, si è pensato di adottare un criterio misto comprendendo sia l’approccio “casuale” che quello “ragionato”, quest’ultimo in funzione dei presenti potenziali centri di pericolo attivi.

Si propone di ubicare i punti di indagine all’interno di una griglia a maglie 100 x 100 m, tenendo conto anche delle zone attualmente accessibili, degli impianti esistenti e dei sottoservizi presenti.

La superficie da investigare nell’ambito della caratterizzazione della matrice ambientale “suolo” del sito risulta essere pari a circa 12 ha. Tale area è stata ottenuta sottraendo alla superficie totale del sito industriale, pari a circa 30 ha, le aliquote corrispondenti alle superfici occupate dall’impianto di smaltimento comunale (~ 2 ha) e dagli impianti di trattamento e smaltimento consortili (~ 14 ha), in quanto tali aree non possono essere ovviamente considerate superfici utili ai fini della realizzazione di punti di investigazione della matrice ambientale in parola. Si precisa ovviamente che non tutti i suddetti 12 ha, considerata la morfologia dell’area, possono essere investigabili a livello operativo e/o considerati tecnicamente rilevanti per la realizzazione di punti di controllo della matrice suolo.

Il D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. non fornisce indicazioni sul numero di sondaggi da realizzare nel sito, finalizzati alla caratterizzazione della matrice suolo dello stesso. Tali indicazioni erano invece riportate, in funzione della superficie da investigare, nell’allegato 2 al D.M. 471/99.

Seppur il suddetto D.M. 471/99 risulta ad oggi abrogato, lo stesso, considerata la mancanza di altre indicazioni in merito nella normativa vigente, può essere utilizzato come linea guida, raffrontandolo ovviamente con le peculiarità sito specifiche.

Nel caso in esame si riscontra la seguente situazione:

Superficie da investigare - (mq)	120000 (*)
Numero sondaggi/trincee da realizzare	15
Superficie da investigare (rif. D.M. 471/99) – (mq)	50000 ÷ 250000
Indicazione numero sondaggi/trincee da realizzare (rif. D.M. 471/99)	da 15 a 60
(*) Si precisa ovviamente che non tutti i suddetti 12 ha, considerata la morfologia dell’area, possono essere investigabili a livello operativo e/o considerati tecnicamente rilevanti per la realizzazione di punti di controllo della matrice suolo.	

Le indagini (campionamento suolo) verranno condotte mediante l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo e/o mediante alcune trincee esplorative. L'ubicazione di massima (da stabilire nel dettaglio in campo) delle punti di indagine è riportata in Tavola 11.

L'obiettivo dell'indagine preliminare consiste nel:

- indagare in modo sufficientemente rappresentativo l'area in esame;
- eseguire campionamenti delle matrici ambientali suolo superficiale e sottosuolo;
- definire la tipologia e l'entità della qualità dei terreni indagati (relativamente all'uso industriale del sito), mediante determinazioni analitiche sui campioni prelevati e l'applicazione di protocolli analitici specifici ai sensi del D. Lgs. 152/06;

Al fine di soddisfare gli obiettivi preposti si prevede dunque di eseguire 15 punti di prelievo, con attraversamento dei terreni (tramite sondaggio o trincea) fino alla profondità del substrato roccioso (solitamente riscontrabile a profondità pari a circa 3,0 - 4,0 m da p.c.).

Per ogni punto di indagine, sarà registrato su un apposito modulo di campo la sequenza stratigrafica riscontrata nel corso dell'avanzamento, unitamente a note su evidenze organolettiche e/o visive, all'interno dei quali saranno descritte le caratteristiche lito-stratigrafiche dei suoli attraversati. Ogni punto di indagine sarà documentato con fotografie.

Al termine della fase di campionamento i punti di indagine saranno ripristinati come in origine.

L'ubicazione di dettaglio dei punti di indagine terrà comunque conto dell'affioramento, in alcune aree, del substrato granitico e pertanto la conseguente assenza di suolo superficiale e profondo (vedi definizione di seguito esposta).

Con il termine suolo si definisce (rif. Manuale APAT per le indagini ambientali nei siti contaminati):

“lo strato superiore della crosta terrestre formato da particelle minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi capace di sostenere la vita delle piante (Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo, al Comitato Economico e Sociale e al Comitato delle Regioni: Verso una strategia tematica per la protezione del suolo. Bruxelles, 16.4.2002), capace di sostenere la vita delle piante. Infine il suolo è caratterizzato da una atmosfera interna, da una flora e da una fauna determinate e da una particolare economia dell'acqua, rappresenta il mezzo di interazione dinamica tra atmosfera, litosfera, idrosfera e biosfera e si suddivide in orizzonti aventi caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche proprie”.

Scelta della profondità di campionamento

Il campionamento per ogni punto di indagine individuato dovrà consentire il prelievo dei seguenti campioni (compatibilmente con la presenza di suolo e, pertanto, con la quota del substrato roccioso):

- Top soil: profondità da 0 m a 0,10 m (da campionare su una superficie pari a 1 mq);
- Suolo superficiale (top soil): profondità da 0,10 m a 1 m;
- Suolo profondo: profondità da 1 m al riscontro del substrato roccioso (solitamente riscontrabile a profondità pari a 3-4 m circa).

Le tecniche di campionamento seguiranno quanto previsto nella normativa ambientale vigente.

Strategia di campionamento

Si eseguirà l'analisi di un campione composito per la matrice "top soil e suolo superficiale" e di un campione composito, per ogni metro investigato, per la matrice "suolo profondo".

In funzione delle peculiarità del singolo caso, si potrà eventualmente prevedere, al posto del prelievo ed analisi di campioni per intervalli di profondità pari ad un metro, l'esecuzione di una tra le seguenti strategie di campionamento:

- Prelievo ed analisi di campioni per variazioni significative di litologia;
- Prelievo ed analisi di campioni in relazione al variare delle caratteristiche organolettiche (colore, odore, consistenza).

Il prelievo dei campioni seguirà le indicazioni contenute nell'Allegato 2 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

In funzione delle suddette considerazioni, si prevede di campionare ed analizzare un totale di circa **75 campioni**, ipotizzando che il substrato roccioso venga sempre rilevato ad una profondità di 4 m e che si esegua sempre una strategia di prelievo composito per ogni metro investigato (nessuna variazione litologica e/o organolettica).

Parametri da ricercare

I campionamenti e le analisi, al fine di garantire i necessari requisiti di qualità, saranno effettuati a cura di tecnici competenti inviati per conto di un laboratorio specializzato e accreditato.

Tutte le analisi saranno eseguite adottando metodiche analitiche ufficiali, caratterizzate da idonei limiti di rilevabilità rispetto ai valori soglia di seguito indicati.

I parametri da ricercare, indicati nella seguente tabella, sono stati determinati in base a:

- superamenti riscontrati nella matrice ambientale "acque sotterranee";
- normale prassi in tema di caratterizzazione di impianti di discarica per rifiuti urban;
- tab. 1 (colonna B) dell'allegato 5 alla parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., indicante le concentrazioni soglia di contaminazione (CSC).

La seguente tabella illustra la lista dei parametri da ricercare (contrassegnati con il simbolo "X"):

PROTOCOLLO ANALITICO "SUOLO E SOTTOSUOLO" (giusta D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.)		
N.	PARAMETRO ANALITICO	
COMPOSTI INORGANICI (METALLI)		
1	Antimonio	
2	Arsenico	X
3	Berillio	
4	Cadmio	X
5	Cobalto	
6	Cromo totale	X
7	Cromo (VI)	X
8	Mercurio	
9	Nichel	X
10	Piombo	X
11	Rame	X
12	Selenio	
13	Stagno	
14	Tallio	
15	Vanadio	
16	Zinco	X

COMPOSTI INORGANICI (ANIONI)		
17	Cianuri liberi	
18	Fluoruri	X
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI		
	Benzene, Etilbenzene, Toluene, Xilene, Stirene	X
COMPOSTI POLICICLICI AROMATICI		
25	Benzo(a)antracene,	
26	Benzo(a)pirene,	
27	Benzo(b)fluorantene,	
28	Benzo(k)fluorantene,	
29	Benzo(ghi)perilene,	
30	Crisene,	
31	Dibenzo(ae)pirene,	
32	Dibenzo(a,l)pirene	
33	Dibenzo(a,i)pirene	
34	Dibenzo(a,h)pirene	X
35	Dibenzo(a,h)antracene	
36	Indenopirene	
37	Pirene	
	Acenaftene	
	Acenaftilene	
	Fluorene	
	Fenantrene	
	Antracene	
	Fluorantene,	
COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI E NON CANCEROGENI		
39	Clorometano	
42	Cloruro di vinile	
40	Diclorometano,	
41	Triclorometano,	
43	1,2-Dicloroetano,	
44	1,1-Dicloroetilene,	
45	Tricloroetilene,	
46	Tetracloroetilene (PCE),	X
47	1,1-Dicloroetano,	
48	1,2-Dicloroetilene,	
49	1,1,1-Tricloroetano,	
50	1,2-Dicloropropano,	
51	1,1,2-Tricloroetano,	
52	1,2,3-Tricloropropano,	
53	1,1,2,2-Tetracloroetano,	
COMPOSTI ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI		
57		
NITROBENZENI		
58		
CLOROBENZENI		
68		
FENOLI		
70		
AMMINE AROMATICHE		
80		
FITOFARMACI		
91		
DIOSSINE E FURANI		
92	Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T.E.)	10% topsoil
POLICLOROBIFENILI		
93	PCB	10% topsoil
IDROCARBURI		
94	Idrocarburi leggeri C<12	X
95	Idrocarburi pesanti C>12	X
ALTRE SOSTANZE		
96	Amianto	
97	Esteri dell'acido talico (singolo composto)	

PROTOCOLLO ANALITICO "SUOLO E SOTTOSUOLO" (extra D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.)		
N.	PARAMETRO ANALITICO	
METALLI		
	Ferro	X
	Manganese	X
COMPOSTI ORGANICI		
	Ammoniaca	X
	Cloruri	X
	Nitrati	X
ANALISI CHIMICO-FISICHE VARIE		
	Frazione granulometrica < 2 mm	X
	Frazione granulometrica > 2 mm	X
	Residuo a 105 °C	X

Attività di scavo (eventuale esecuzione di campionamenti tramite trincea)

Le eventuali fonti attive di contaminazione, quali rifiuti o prodotto libero, rilevate nel corso delle attività di scavo, sono rimosse e gestite nel rispetto delle norme in materia di gestione rifiuti. I terreni e i materiali provenienti dallo scavo, qualora rispettino i limiti normativi, saranno stoccati per il successivo riutilizzo in sito.

6.4 TEST CON TRACCIANTI PER LA VERIFICA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

Nell'ambito delle attività di caratterizzazione si propone l'effettuazione di una serie di test con traccianti fluorescenti. Tali test hanno lo scopo di:

- verificare la tenuta idraulica dei sistemi di impermeabilizzazione delle discariche;
- stabilire, monitorando i tempi e le modalità dell'eventuale fuoriuscita del tracciante, causati dalla carente tenuta dei suddetti sistemi di impermeabilizzazione, i percorsi ed i tempi di migrazione del percolato in falda;
- verificare l'eventuale sussistenza di interazione tra i piezometri superficiali ubicati a monte idrogeologico dell'area di studio e le due discariche (comunale e consortile); ciò allo scopo di verificare il possibile utilizzo di tali piezometri per il monitoraggio finalizzato alla determinazione dei valori di fondo delle acque sotterranee (falda superficiale). L'importanza di tale verifica, oltre per le finalità relative alla determinazione del bianco ambientale in parola, è connessa alla determinazione puntuale delle interazioni che, considerata la profondità dei piezometri profondi, la possibile interazione di questi con i suddetti piezometri superficiali e il possibile andamento e orientazione delle discontinuità presenti nell'ammasso roccioso costituente il substrato caratterizzante l'area di studio, potrebbero essere imputate ad entrambe le potenziali sorgenti di contaminazione (discariche);
- verificare l'eventuale sussistenza di interazione tra il pozzo privato ubicato in prossimità della Falegnameria Cossu ed i possibili percorsi di migrazione dei contaminanti provenienti dal sito in esame.

Di seguito si descrivono le linee generali del test e delle metodiche di cui si propone l'utilizzo.

6.4.1 Caratteristiche dei Test con Traccianti

I test con traccianti andranno realizzati immettendo traccianti fluorescenti, in punti idrovori rappresentati da trincee entro le discariche o piezometri ubicati internamente alle due discariche e verificando l'eventuale arrivo degli stessi nei recapiti prestabiliti ed attrezzati.

Sono state individuate tre sostanze, : Tinopal CBS-X, Fluoresceina sodica, Amidorodamina G.

I recapiti sono rappresentati da pozzi o piezometri sottoposti a pompaggio. I recapiti verranno attrezzati con pompe, previa esecuzione di prove idrauliche per la definizione della portata estraibile. I recapiti verranno attrezzati con strumentazione in linea per analizzare in continuo il passaggio di tracciante; in alcuni casi verrà utilizzata la tecnica dei fluorocaptori, in grado di fornire indicazioni semiquantitative sul transito di traccianti nei punti più defilati.

Le condizioni idrogeologiche del sistema ed in particolare la soggiacenza della falda, verranno tenute sotto controllo per tutta la durata del test mediante diver, ovvero misuratori in continuo di questo parametro (vedi punto 8 – Scheda illustrativa test con traccianti).

E' indispensabile effettuare un sopralluogo operativo per verificare in campo la fattibilità di ciascun test proposto.

Vengono proposti 2 test, da eseguire in contemporanea e illustrati schematicamente in Tavola 9:

1. Il primo test (Tavola 9) consiste nell'immissione di traccianti, diversi tra loro, in punti idrovori all'interno delle due discariche. Numero, posizioni e caratteristiche di tali punti verranno dettagliate in fase esecutiva. Ciascun punto idrovoero verrà ricaricato con acqua al termine dell'immissione per favorire la percolazione dei traccianti;

Come recapiti verranno attrezzati 2 piezometri, posizionati a valle delle stesse. I piezometri verranno sottoposti a pompaggio ed attrezzati con spettrofluorimetri in linea per il rilevamento in continuo.

Verranno poi posizionati, come indicato nella suddetta tavola 9, fluorocaptori (19) per la verifica in passivo del transito di traccianti.

Si propone una durata del test pari a tre – cinque mesi;

2. Il secondo test (Tavola 9), da considerarsi un'estensione del primo, consiste nella verifica dell'acquifero con immissione del tracciante in posizione esterna alla discarica. Direttamente all'interno di un pozzo piezometrico. Come recapiti verranno utilizzati gli stessi punti di cui al test precedente.

A seguito di sopralluogo verrà definita nel dettaglio la proposta operativa, che articolerà le seguenti attività in base alle necessità tecniche ed alle caratteristiche dei luoghi:

A) Attività pre-immissione:

Al fine di attrezzare i recapiti con pompe adeguate verranno preliminarmente eseguiti test speditivi a gradini di portata per definire la portata estraibile mediante al ricostruzione di curva caratteristica. La Committenza dovrà garantire disponibilità di punti di presa di corrente elettrica e di scarico delle acque entro 50 m da ciascun recapito attrezzato.

15 giorni prima dell'avvio del test verranno attivati il pompaggio, i diver e gli spettrofluorimetri e posizionati i fluorocaptori al fine di avere a disposizione un periodo di "bianco" per le interpretazioni dei dati successivi.

I piezometri di immissione verranno sottoposti a rivitalizzazione mediante pistonaggio, anche manuale.

B) Attività di immissione

Per ciascuna area di test verrà selezionato un tracciante differente. I quantitativi di sostanza ed il numero di punti idrovori verrà dettagliato nella proposta operativa.

Il tracciante verrà premiscelato in 25 litri di acqua e quindi immesso nei punti di recapito per caduta: le attività di immissione (figura 12) avranno una durata di qualche minuto, tale da generare un impulso istantaneo alla scala temporale del test. Ciascun punto di immissione verrà quindi ricaricato con acqua per favorire l'allontanamento del tracciante.



Figura 14:: Immissione Tinopal

C) Avvio del controllo

Gi spettrofluorimetri ed i diver attivati prima del periodo di “bianco” continueranno ad effettuare le misurazioni per tutta la durata dei test. A partire da tale data si renderanno necessarie visite a ispettiva periodiche per la verifica del funzionamento delle attrezzature, la manutenzione e lo scarico dati.

Durante le verifiche di funzionamento verranno eseguite le seguenti operazioni:

- scarico dati dagli spettrofluorimetri;
- sostituzione delle batterie degli spettrofluorimetri;
- misura delle portate della pompa installata nei piezometri di recapito e lettura del contaltri;
- misura di soggiacenza nei piezometri presenti nell'area di interesse;
- scarico dei dati dei diver;
- sostituzione dei fluorocaptori.

Al termine di ciascuna verifica verrà stilato un verbale con gli esiti e le eventuali osservazioni.

La frequenza delle uscite di controllo sarà quindicinale.

I test avranno durata pari a mesi 3 (test n.1) e 6 mesi (test n.2).

D) Rapporto finale

Il rapporto finale avrà i seguenti contenuti minimi:

- descrizione sintetica dello svolgimento della prova;
- descrizione delle condizioni al contorno, comprensiva dei dati prodotti dai diver e dei dati di portata emunta ricavati dalle letture dei contalitri;
- esiti della prova;
- interpretazione delle curve di restituzione.

6.4.2 Risultati attesi

Il primo test permetterà di verificare la tenuta delle impermeabilizzazioni delle discariche.

Il secondo test avrà la funzione di simulare il comportamento di fluidi contaminanti, permettendo così di caratterizzare il sito in questione e di avere le basi per progettare eventuali ulteriori sistemi di contenimento fisico e idraulico.

6.5 DETERMINAZIONE DEI VALORI DI FONDO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Per l'area di studio è necessario determinare i valori di fondo delle acque sotterranee in quanto è ragionevolmente ipotizzabile che alcuni valori di concentrazione di contaminanti derivino dalle litologie naturali presenti in sito.

Ciò è stato tra l'altro dimostrato nel Piano di Caratterizzazione della vecchia discarica comunale del 2005, regolarmente approvato in sede di Conferenza di Servizi.

Le conclusioni del suddetto studio, relativamente all'individuazione dei valori di fondo della matrice ambientale in parola, non risultano esaustive rispetto alla situazione attuale, in considerazione dei seguenti fattori:

- esiguità dell'area oggetto di studio;
- inadeguatezza, a fronte della complessità della situazione attuale e dell'attuale area di studio, del protocollo analitico; ciò tenuto conto del limitato numero di parametri considerati per la determinazione dei valori di fondo.

Il fondo naturale è infatti definito come la concentrazione di uno specifico elemento o sostanza chimica naturalmente presente nell'area oggetto di indagine e non influenzata da attività antropiche. La definizione del modello concettuale, ottenuta combinando le informazioni relative all'assetto geologico/idrogeologico e alla valutazione delle pressioni antropiche dell'intero sito industriale di Spiritu Santu, fornisce gli elementi necessari per lo studio delle concentrazioni di fondo.

Vista la necessità di rideterminare in modo adeguato i suddetti valori di fondo e presa visione della letteratura tecnica di settore, di seguito si descrive l'approccio che si propone e i relativi principi di base.

Per il sito in esame, tenuto conto dei seguenti aspetti:

- esiguità della porzione del bacino idrografico a monte dell'area occupata dagli impianti consortili e della discarica comunale;
- discontinuità spaziale della falda superficiale nell'area dovuta principalmente all'affioramento del substrato granitico;
- variabilità quantitativa della risorsa idrica sotterranea, aspetto quest'ultimo direttamente correlato al numero ed all'entità degli eventi meteorici che interessano il sito (unica fonte di ricarica del suddetto acquifero superficiale),

si ritengono non applicabili le specifiche tecniche e le procedure operative illustrate nel documento “Protocollo per la definizione dei valori di fondo per le sostanze inorganiche per le acque sotterranee” – ISPRA aprile 2009.

Pertanto, in funzione di quanto argomentato, si propone per la determinazione dei valori di fondo naturale della matrice ambientale “acque sotterranee” la seguente procedura operativa, da perseguire qualora, dall’esecuzione dei test con traccianti previsto dal presente Piano di Caratterizzazione del sito impiantistico, si evinca che i pozzi ubicati a monte idrogeologico del sito (zona sud) non risultino influenzati da eventuali possibili “rilasci” dovuti alla discarica comunale e consortile.

Di seguito si riporta la descrizione dell’iter procedurale proposto:

1. esecuzione dei test con traccianti e verifica di assenza di transito di traccianti tramite fluorocaptori;
2. monitoraggio della matrice ambientale “acque sotterranee”, per la durata minima di un anno e con frequenza trimestrale, nei seguenti punti di campionamento, ricadenti nello stesso dominio litologico contraddistinto da caratteristiche pedologiche, geologiche ed idrogeologiche omogenee:
 - a) sorgente ubicata nell’area sud/est del sito industriale (in prossimità della recinzione);
 - b) pozzo di monitoraggio S27;
 - c) pozzo di monitoraggio S26 (di futura realizzazione).

Tale monitoraggio sarà eseguito in conformità al seguente protocollo analitico:

Tabella 9: Protocollo analitico acque sotterranee

• t; pH; Eh; Conducibilità elettrica; BOD5; COD; Ossigeno disciolto
• Ca++ (calcio); Na+ (sodio); K+ (potassio)
• Fe (ferro) Mn (manganese) Se (selenio) Mg (magnesio) B (boro) Zn (zinco) Ni (nicel) Pb (piombo)
• Cl- (cloruri) Cianuri liberi Fluoruri Solfati SO -4 Solfuri
• Azoto ammoniacale NH +4 Azoto nitroso NO -2 Azoto nitrico NO -3
• Fenoli
• Ammonio
• Nitriti Nitrati
• Benzene Etilbenzene Stirene Toluene Para-xilene
• Coliformi totali Escherichia coli

3. stima, a partire dalle risultanze dei monitoraggi di cui al punto precedente, dei valori medi di concentrazione per ogni parametro/analita indagato, ricavati come media aritmetica. Tali valori medi, relativi ai singoli analiti, saranno assunti come valore di fondo naturale per la matrice ambientale “acque sotterranee” del sito di interesse.

Si precisa che, qualora, a seguito delle suddette indagini da eseguire mediante l'uso dei traccianti, si dovesse riscontrare una diretta interazione tra i pozzi spia di monte e gli eventuali rilasci causati dalle predette discariche (comunale e consortile), si provvederà a riformulare una nuova proposta operativa da condividere con gli Enti competenti.

6.6 MONITORAGGIO DELLE ACQUE DI FALDA E DEL PERCOLATO

Il monitoraggio delle suddette matrici ambientali sarà garantito dal mantenimento in esercizio del protocollo previsto dal PMC dell'impianto IPPC del CIPNES e dal PMC individuato dal progetto di messa in sicurezza permanente della discarica comunale.

Relativamente al monitoraggio delle matrici ambientali, a carico del CIPNES, si precisa quanto segue:

- le acque sotterranee saranno monitorate (con frequenza trimestrale) e con il profilo analitico completo individuato nel PMC facente parte integrante del nuovo atto autorizzativo (Det. 84/14 della Provincia di Olbia Tempio) nei seguenti piezometri:

Pozzo	Coordinate Gaussiane		Profondità pozzo	Quota bocca pozzo	Posizione fenestrazione
	X	Y	[m]	[m s.l.m.]	[m]
S1	1547418,7580	4525575,8116	5	29,6	2,00-5,00
S2	1547726,8914	4525447,9754	7	40,8	3,00-7,00
S27	1547567,2760	524962,4676	10	70,5	5,00-10,00
S3	1547256,0669	4525372,1793	10	63,4	5,00-10,00
S4	1547242,7997	4525251,9658	10	63,1	5,00-10,00
R1	1547419,2764	4525574,4344	90	29,6	75,00-85,00
R2	1547726,6249	4525446,5371	80	41	70,00-79,00
R3	1547256,5316	4525353,6813	80	64	69,00-77,00
R5	1547564,9202	4524960,4879	100	70,5	72,00-81,00
R6	Di futura realizzazione				
S28					
R4					
S26					
S29					
Sorgente	Ubicata a monte idrogeologico del sito impiantistico				
Pozzo trincea drenante	/		4	/	1,00-4,00

- il percolato, in conformità con il nuovo PMC relativo all'impianto IPPC consortile (preso in carico contestualmente al nuovo atto autorizzativo in data 01/11/2014) prevede, come concordato con gli Enti di controllo, il controllo differenziato delle diverse tipologie dello stesso. In particolare:
 - percolato prodotto dal corpo discarica captato dai pozzi di estrazione;
 - percolato eventualmente prodotto dal dilavamento delle aree attive del corpo discarica, raccolto dal sistema di canalizzazione perimetrale alle stesse e successivamente intercettato da idonei sistemi di captazione per l'invio alla vasca di raccolta;
 - percolato prodotto dagli impianti di trattamento.

I dati acquisiti saranno utilizzati per la futura implementazione del Modello Concettuale Definitivo del sito.

6.7 CONFRONTO MONITORAGGI AMBIENTALI

Saranno confrontati, al fine di verificarne le possibili correlazioni, i dati analitici aggiornati relativi ai risultati del monitoraggio delle acque sotterranee e del percolato prodotto dagli impianti di smaltimento (comunale e consortile).

Sarà eseguita una stima accurata sulla produzione del percolato dell'impianto di discarica comunale.

7 MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO

Al termine delle indagini sarà prevista la consegna di una RELAZIONE DI INDAGINE (RIND) illustrativa delle attività svolte e dei risultati ottenuti.

Le informazioni, relative a tutte le matrici ambientali investigate, saranno riportate in relazione tramite opportune tabelle riassuntive indicanti sia i risultati ottenute che le informazioni sulle tecniche ed ubicazione dei campionamenti.

Si provvederà alla rappresentate grafica, tramite tavole create tramite il programma ArcGIS 9.2 (*Geographic- al Information System*), dei punti di indagine e dei relativi risultati.

La relazione sarà consegnata su supporto informatico CD_ROM, anche per facilitare l'inserimento delle informazioni nel modulo dei siti contaminati del SIRA (Sistema Informativo Regionale Ambientale della Regione Autonoma della Sardegna). Tutte le informazioni raccolte verranno georeferenziate secondo il sistema di coordinate Gauss Boaga, sistema ufficiale adottato dalla Regione Sardegna.

L'obiettivo finale è quello di determinare il modello concettuale definitivo (sorgente della contaminazione, le vie di migrazione e bersagli) e determinare un eventuale piano di intervento.

8 ADDENDUM – SCHEDA ILLUSTRATIVA TEST CON TRACCIANTI

8.1 DEFINIZIONI

Il test consiste nell'immissione di una sostanza riconoscibile chimicamente ("tracciante"), non trattenuta dall'acquifero, assente normalmente e con comportamento prossimo all'acqua in uno o più punti idrovori ("punti di immissione") e nel riconoscimento dei tempi e delle modalità di arrivo nei punti di controllo ("recapiti").

8.2 SCELTA DEL TRACCIANTE

Al fine di verificare i percorsi sotterranei delle acque si possono utilizzare traccianti di vario tipo: fluorescenti, chimici, biologici, radioattivi. In realtà nella pratica delle indagini idrogeologiche ed ambientale la scelta si riduce alla categoria dei traccianti fluorescenti, per difficoltà d'uso degli altri: quantitativi eccessivi per i traccianti chimici, difficoltà di determinazioni quantitative per i biologici, difficoltà autorizzative e generazione di allarme nella popolazione per i radioattivi.

Nella categoria dei traccianti fluorescenti, per i presenti test vanno individuate sostanze idrosolubili, non/poco trattenute dall'acquifero, compatibili dal punto di vista sanitario ed ambientale, misurabili in continuo, non interferenti tra loro, considerata la necessità di effettuare test multipli.

Sulla base di quanto sopra espresso sono state in prima battuta individuate tre sostanze, le cui caratteristiche di tossicità sono qui di seguito riportate: Tinopal CBS-X, Fluoresceina sodica, Amidorodamina G.

Ulteriori dettagli saranno forniti nell'ambito della progettazione operativa.

Le caratteristiche dei traccianti selezionati sono qui di seguito sintetizzate:

Nome: Amidorodamina G

Sinonimi: Sulforodamina G

C.I.: 45220

CAS: 5873-16-5

Formula: C₂₅H₂₅N₂NaO₇S₂

Solubilità: Buona

LD50 (mg/kg): >10.000 (test su topo, intravena, e ratto, orale SMART 1982)

LC50 (mg/l): >88 (24 ore), test su Killi fish, BENOYT – GUYOD 1979)

Nome: Fluoresceina

C.I.: 45350

CAS: 2321-07-05

Formula: C₂₀H₁₂O₅

Solubilità: Buona

LD50 (mg/kg): 6721 (ratto, orale, MERCK 1990-1991), 4740 (topo, orale SMART, 1984), 320 (topo, intravena, SMART, 1984)

LC50 (mg/l): >138 (24 ore), test su Killi fish, BENOYT – GUYOD 1979)

Nome: TINOPAL CBS-X
C.I.: Fluorescent brightner 351
CAS: 27344-41-8
Formula: C₂₈H₂₀Na₂O₆S₂
Solubilità: Buona
LD50 (mg/kg): 7800 (ratto, orale, KASS 1992)
LC50 (mg/l): 130 (96 ore), test su trota arcobaleno, e 126 (96 ore) su pescegatto di canale, KEYPLINGER 1974)

La raccolta più recente relativa ai dati di tossicità (Leibundgut & Hadi, 1997) dei traccianti artificiali riporta i seguenti dati:

FLUORESCEINA:

- la fluoresceina viene utilizzata comunemente in ambito medico ed in particolare oftalmologico, iniettata intravena;
- le indagini UBA (1996) per la determinazione del potenziale genotossico realizzate tramite test in vitro danno risultati negativi sia per test Salmonella-micorsomi sia per analisi citogenetica, affermando l'applicabilità per prove in acque sotterranee;
- la LD50 è stata determinata da Smart (1982) ed è risultata pari a 4.740 mg/kg in prove su topo per via orale e 300 mg/kg sempre su topo con iniezione intraperitonea; si tratta di valori assai elevati, molto lontani dalle concentrazioni previste nei test con traccianti in acque sotterranee; Smart definisce la fluoresceina non cancerogena e non teratogena;
- numerosi studi (il primo del 1885) attestano l'ecocompatibilità della fluoresceina con la fauna acquatica. I test più recenti (Marking 1969, Benoit Guyod 1979 e Hadi 1997) indicano per la fauna ittica con esposizione di 96 ore delle LC50 di 1372, 2267 e 3433 mg/l, con esposizione di 24 LC50 > 752 mg/l, per esposizione di 120 ore LC50 > 100. Si tratta evidentemente di concentrazioni molto Maggiori rispetto a quelle previste nel test con tracciante in oggetto.

AMIDORODAMINA (SULFORODAMINA):

- la amidorodamina G è spesso utilizzata in test con traccianti in acque sotterranee;
- le indagini UBA (1996) per la determinazione del potenziale genotossico realizzate tramite test in vitro danno risultati negativi sia per test Salmonella-microsomi sia per analisi citogenetica, affermando l'applicabilità per prove in acque sotterranee;
- la LD50 è stata determinata da Smart (1982) ed è risultata superiore a 10.000 mg/kg in prove su ratto per via orale e su topo con iniezione intravena; si tratta di valori assai elevati, molto lontani dalle concentrazioni previste nei test con traccianti in acque sotterranee;
- è stata attestata l'ecocompatibilità con la fauna acquatica. (Benoyt - Guyod 1979) per concentrazioni come quelle attese dal test.

TINOPAL CBS-X:

- il Tinopal CBS-X è un azzurrante ottico, comunemente usato nell'industria dei detersivi;
- il Tinopal CBS-X non è né teratogeno né cancerogeno (Smart, 1982);

- è applicabile ai test in acque sotterranee;
- le indagini UBA (1996) per la determinazione del potenziale genotossico realizzate tramite test in vitro danno risultati negativi sia per test Salmonella-micorsomi sia per analisi citogenetica, affermando l'applicabilità per prove in acque sotterranee;
- la LD50 è stata determinata da Smart (1982) ed è risultata pari a 7800 mg/kg in prove su topo per via orale; si tratta di valori assai elevati, molto lontani dalle concentrazioni previste nei test con traccianti in acque sotterranee; Smart definisce la fluoresceina non cancerogena e non teratogena;
- gli studi di Smart (1982) e Keplinger (1974) attestano l'ecocompatibilità del Tinopal CBS-X con la fauna acquatica.

I traccianti sopra descritti sono stati utilizzati in numerosi test precedenti riguardanti discariche e siti contaminati, anche di interesse nazionale, tra cui:

- Melfi, termovalorizzatore: verifica tenuta sistema fognario;
- Gela, discarica. Fosfogessi: verifica tenuta cinturazione fisica intorno ala discarica ;
- Livorno, raffineria ENI: verifica separazione acquiferi;
- Odolo (BS), discarica industriale: individuazione percorsi e caratteristiche canalizzazioni reflui interni;
- Ferrara, discarica industriale: verifica tenuta impermeabilizzazioni e barriera idraulica;
- Lodi, sito industriale: verifica perdite impianti con impatto su canale.

8.3 STRUMENTI DI RILEVAMENTO E CONTROLLO

L'eventuale transito di traccianti nei recapiti verrà monitorato mediante strumentazione in linea, in grado di analizzare contemporaneamente la concentrazione delle 3 sostanze proposte con frequenza pari a 4 minuti (figura sottostante).



Figura 15: Spettrofotometri in continuo

I dati così raccolti permettono di verificare (figura 11) o escludere (figura 12) il transito di tracciante; nel primo caso è possibile visualizzare la curva di restituzione, con la possibilità di calcolare tempi e velocità di comparsa, medi e di picco massimo.

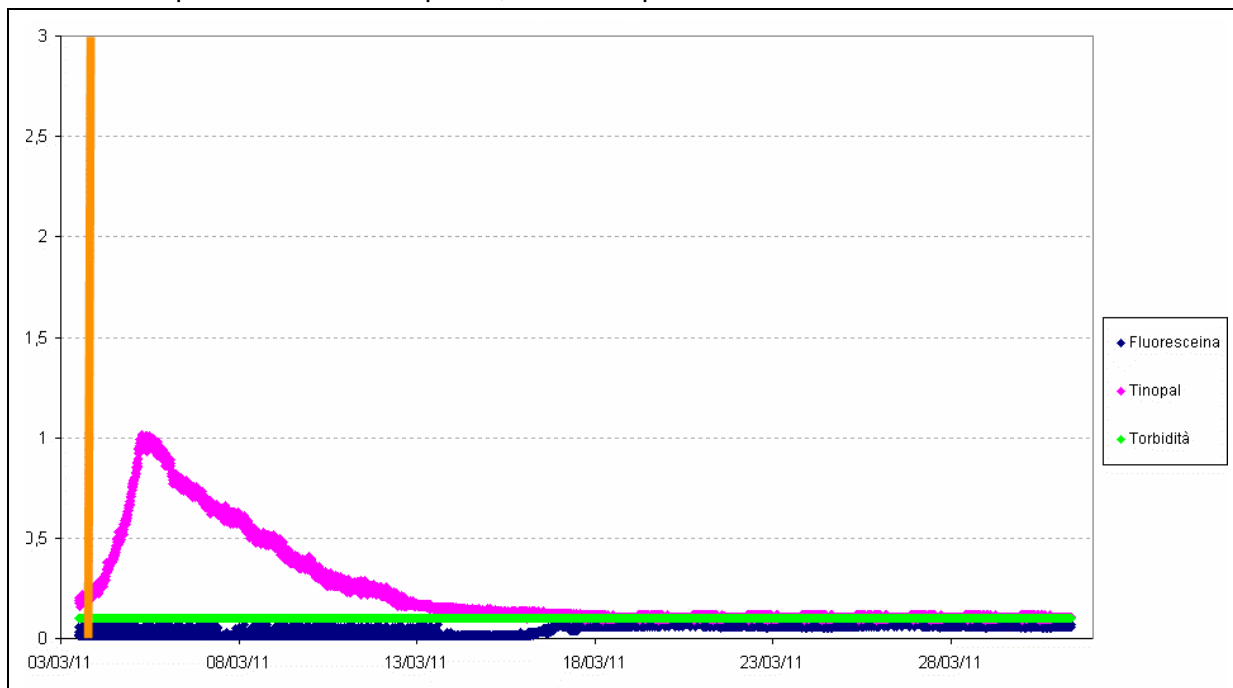


Figura 16:: Curva di restituzione ricavata da dati in continuo (test con esito **positivo**)

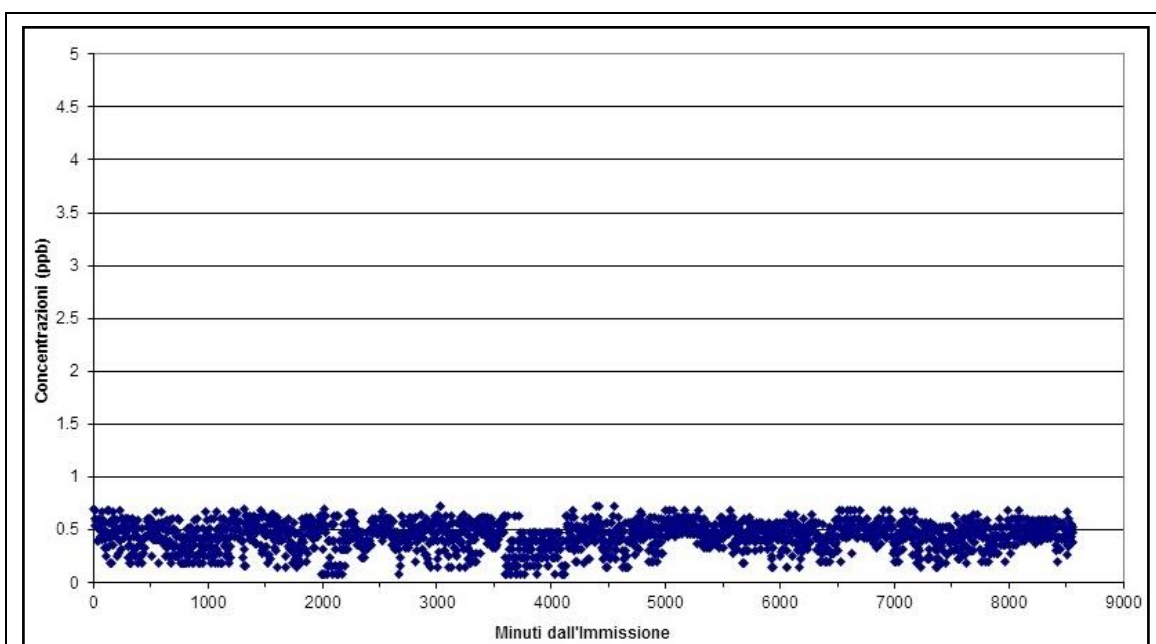


Figura 17: – Curva di restituzione ricavata da dati in continuo (test con esito **negativo**)

Il sistema verrà monitorato sotto il profilo idrogeologico posizionando alcuni diver, ovvero trasduttori di pressione abbinati a data logger, che permetteranno la misura in continuo della soggiacenza della falda.

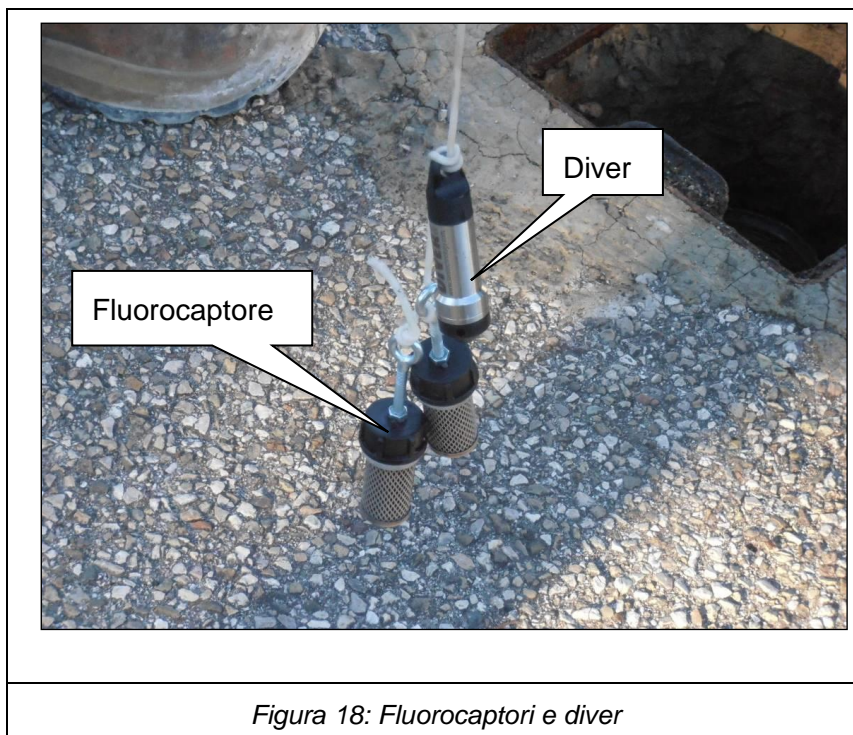


Figura 18: Fluorocaptori e diver

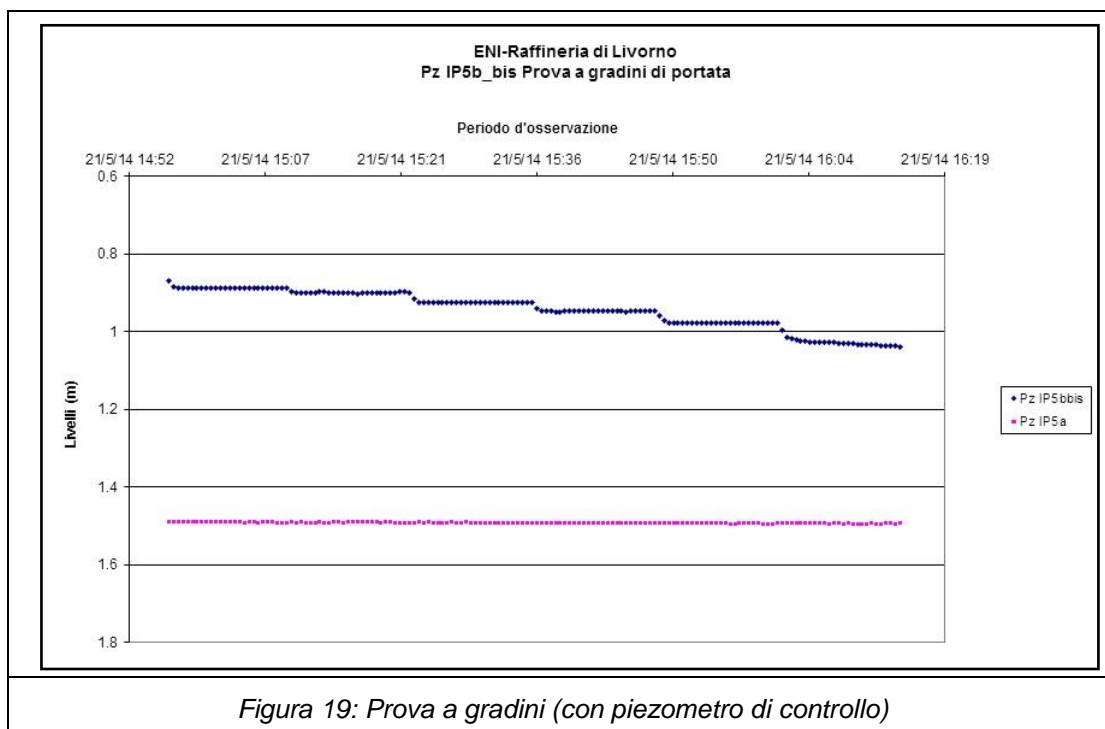


Figura 19: Prova a gradini (con piezometro di controllo)