



FEBBRAIO 2020

## COMUNE DI SASSARI

**REALIZZAZIONE DEL MODULO 10 DELLA DISCARICA  
CONTROLLATA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI SITA IN  
LOCALITÀ SCALA ERRE - COMUNE DI SASSARI**

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**

Costituenti ATI



**ELABORATO 03**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Ing. Antonio Fraghì

Ing. Giuseppe Fraghì

Geol. Alessandro Grosso

**Responsabile del  
Procedimento**

Ing. Deborah Manca

**Progettisti**

Ing. Alberto Angeloni / O. Ing. Prov. MI n. 20024

Ing. Antonio Fraghì / O. Ing. Prov. SS n. 452

Ing. Giuseppe Fraghì / O. Ing. Prov. SS n. 1583

Geol. Alessandro Grosso / O. Geol. Reg. Sardegna n. 472

**Codice elaborato**

2456\_4052\_R03\_Rev0\_GEOT

### **Memorandum delle revisioni**

<b>Cod. Documento</b>	<b>Data</b>	<b>Tipo revisione</b>	<b>Redatto</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>
2456_4052_R03_Rev0_GEOT	Febbraio/2020	Prima emissione	A.Grosso	A.Fraghì	A.Angeloni

**Montana S.p.A.**

Via Angelo Fumagalli 6, 20143 Milano  
P.Iva 10414270156 - Cap. Soc. 600.000,00 € Tel. +39 02 54 11 81 73  
Fax +39 02 54 12 98 90  
[www.montanambiente.com](http://www.montanambiente.com)



## INDICE

1. PREMESSA.....	4
1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA IN PROGETTO .....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	6
3.1 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO .....	6
4. MODELLO GEOLOGICO .....	10
4.1 GEOLOGIA DEL SETTORE.....	10
4.2 SCHEMA STRATIGRAFICO DELL'AREA DI SCALA ERRE .....	10
4.3 STUDIO DELLA FALDA.....	11
5. MODELLO GEOTECNICO .....	13
5.1 INDAGINE GEOTECNICA.....	13
6. CONCLUSIONI .....	15
BIBLIOGRAFIA.....	16

## **1. PREMESSA**

Su incarico del Comune di Sassari il Dott. Geol. Alessandro Grosso in collaborazione con il Dott. Geol. Daniele De Lisa ha redatto la presente Relazione Geotecnica, di un'area, facente parte del comune di Sassari (SS).

Il presente elaborato fa parte dello studio relativo a: "Realizzazione del modulo n.10 della discarica controllata per rifiuti non pericolosi sita in loc. Scala Erre". CUP B85I18000180004– CIG. 7916352C52.

Lo scopo del presente studio è di fornire, sulla base dei dati geognostici in possesso, la caratterizzazione geotecnica del settore su cui insisteranno i lavori di realizzazione del nuovo lotto.

### **1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA IN PROGETTO**

I lavori in progetto riguardano "Realizzazione del modulo n.10 della discarica controllata per rifiuti non pericolosi sita in loc. Scala Erre". Il progetto si sviluppa come una prosecuzione dei lavori già in corso d'opera per la gestione della discarica.

Il Comune di Sassari è titolare del complesso IPPC sito in località Scala Erre (SS), appartenente al sistema di gestione dei Rifiuti Solidi Urbani (RSU) dell'ex Bacino n. 12 di Sassari. Tale complesso, la cui gestione ha avuto inizio nell'agosto 1997, è costituito dalla discarica controllata per rifiuti non pericolosi (ex discarica controllata di 1a categoria) e dagli impianti di trattamento meccanico biologico a servizio della stessa e di compostaggio.

I rifiuti RSU conferiti all'impianto, attualmente provengono dalla raccolta nei comuni di Sassari, Alghero, Olmedo, Uri, Sennori, Sorso, Stintino, Porto Torres.

## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il progetto di cui alla presente relazione è redatto in conformità alle disposizioni delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni 2018 (di seguito “N.T.C.”), emesse con Decreto Ministro delle Infrastrutture del 17 gennaio 2018, di concerto con il Ministro dell'Interno e con il Capo del Dipartimento della Protezione Civile, ai sensi delle Leggi 05/11/1971, n. 1086, e 02/02/1974, n. 64, così come riunite nel “Testo Unico per l’Edilizia” di cui al D.P.R. 06/06/2001, n. 380, e dell’art. 5 del Decreto Legge 28/05/2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall’art. 1 della Legge 27/07/2004, n. 186 e ss. mm. ii.; è inoltre redatto in conformità alle seguenti disposizioni di legge:

- Circolare del Ministero dei lavori Pubblici, n. 3797 (Pres. Cons. Superiore-Servizio Tecnico Centrale, 6 novembre 1967) Istruzioni per il progetto, esecuzione e collaudo delle fondazioni;
- Circolare 9 gennaio 1996 n. 218/24/3  
“Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica”;
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64.  
“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988  
“Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica”;
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617  
Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- D.lgs. 9 aprile 2008, n. 8  
“Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro”.

### 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in esame ricade all'interno della regione storica della Nurra, nel territorio comunale di Sassari (SS). L'area come visibile nella Figura 3.1 è ubicata nella località denominata Scala Erre a circa 10 km a sud-ovest dell'abitato di Porto Torres.

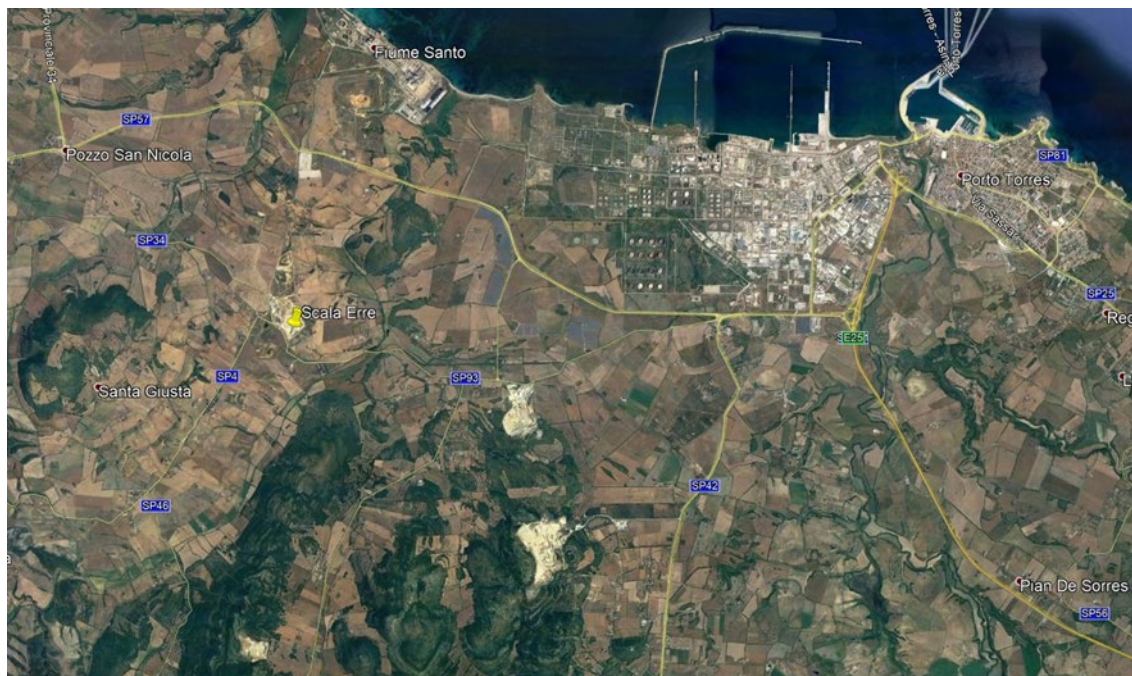


Figura 3.1: Inquadramento aereo

#### 3.1 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Nella cartografia ufficiale il sito di interesse è contenuto:

- Nel Foglio 440 Sez. II "Pozzo San Nicola" della carta dell'I.G.M. in scala 1:25.000 (**Figura 3.1**);
- Nel Foglio 440 n. 160 "Santa Giusta" del CTR numerico della Regione Sardegna in scala 1:10.000 (**Figura 3.3**);
- Nel NCT il lotto di interesse è contraddistinto al Foglio 28 (**Figura 3.4**);
- Inquadramento da satellite (**Figura 3.5**).

A completamento delle informazioni sull'ubicazione dell'area di studio, in **Tabella 3.1**, si riportano le Coordinate Geografiche WGS 84 e Gauss-Boaga.

Tabella 3.1: Coordinate Geografiche WGS 84 e Gauss-Boaga dell'area.

GEOGRAFICHE WGS 84		GAUSS-BOAGA ROMA 40	
Latitudine	Longitudine	N	E
40.812429	8.284556	4518191.96	1439684.00





Figura 3.2: Stralcio del foglio 440 Sez. II "Pozzo San Nicola" della carta dell'I.G.M. in scala 1: 25.000.

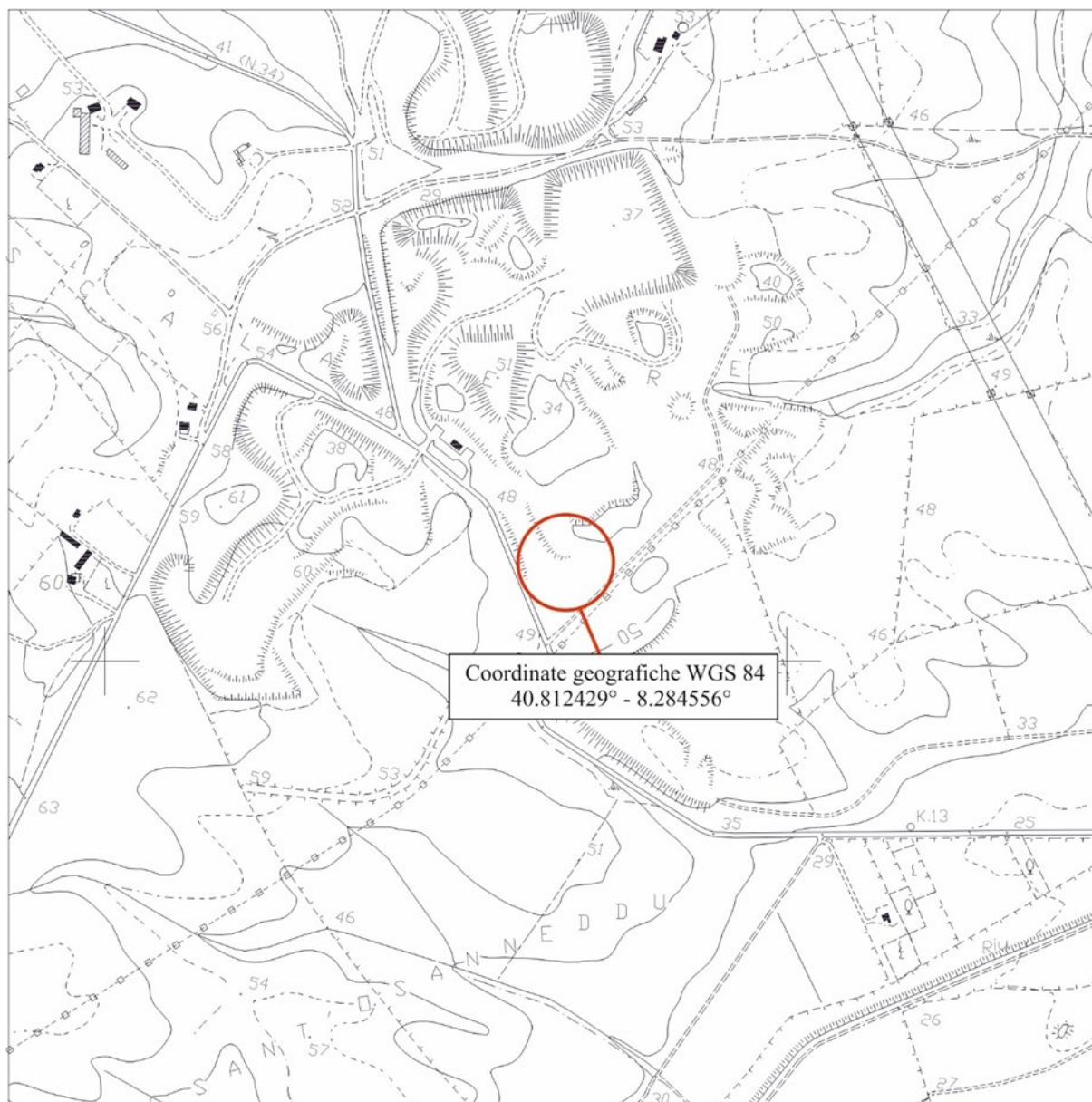


Figura 3.3: Stralcio del Foglio 440 n. 160 “Santa Giusta” del CTR numerico della Regione Sardegna in scala 1:10.000.



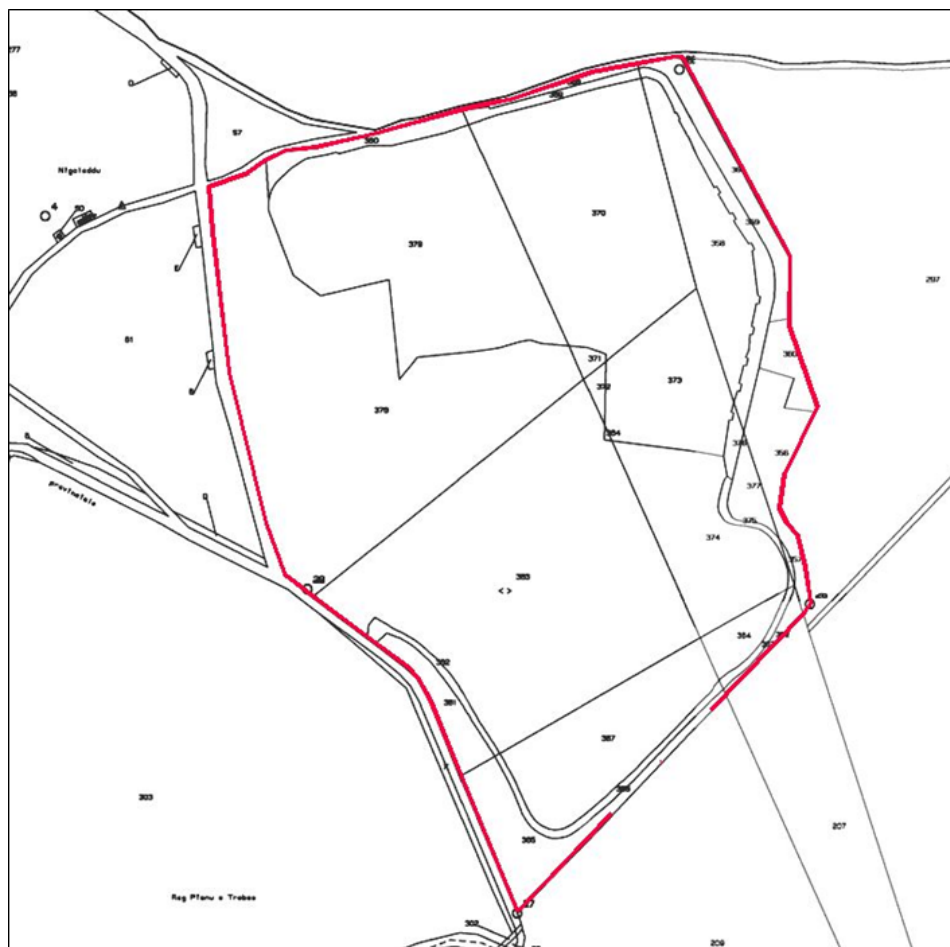


Figura 3.4: stralcio del NCT dell'area interessata dalla discarica, Foglio 28 (non in scala).



Figura 3.5: Foto aerea dell'area interessata.

## 4. MODELLO GEOLOGICO

### 4.1 GEOLOGIA DEL SETTORE

L'area in esame nel seguente inquadramento è inserita nella regione storica della Nurra, a nord di Sassari nella Sardegna nord-occidentale.

Al fine di definire l'assetto geologico del settore di interesse, di seguito verranno descritti in senso cronologico, dal più recente al più antico, i litotipi affioranti. (Figura 4.1/A):

#### DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA CONTINENTALE

##### *Depositi Olocenici*

- **Depositi alluvionali recenti(b).** Accumuli di detriti sabbiosi e ghiaiosi di modesto spessore, non superano i 10-15 m. Sono costituiti da ghiaie con subordinate sabbie grossolane (**ba**), sabbie con rare ghiaie derivanti dalle esondazioni degli alvei nella piana alluvionale (**bb**) e, lungo l'alveo di alcuni corsi d'acqua, sono presenti limi sabbiosi (**bc**). OLOCENE.
- **Coltri eluvio-colluviali (b2).** Sabbie limo-argillose con clasti detritici medio-fini, massive, più o meno intensamente pedogenizzate. OLOCENE

##### *Successioni sedimentarie Mioceniche*

- **FORMAZIONE DI FIUME SANTO. (FUA)** Argille arrossate con livelli e lenti di conglomerati a ciottoli di basamento paleozoico, vulcaniti e calcari mesozoici. Ambiente fluviale. TORTONIANO-MESSINIANO

##### *Successioni sedimentarie Mesozoiche*

- **KEUPER AUCT. (KEU)** Dolomie grigie, spesso cariate, talvolta brecciate, con subordinati calcari dolomitici; sottili intercalazioni di argilliti talora gessose da verdastre a rossastre, marne giallastre stratificate. TRIASSICO MED-SUP (LADINICO p.p. - CARNICO)

### 4.2 SCHEMA STRATIGRAFICO DELL'AREA DI SCALA ERRE

Di seguito si riportano le indicazioni relative allo schema stratigrafico ricavato da precedenti indagini eseguite in diretta prossimità dell'area di intervento.

I depositi messiniani sono costituiti da alternanze di livelli di argille, pressoché pure e dello spessore di diversi metri, e livelli conglomeratici canalizzati.

Tale successione sedimentaria è stata riferita ad un ambiente di piana a canali intrecciati o di conoide alluvionale distale. La porzione più superficiale, costituita da conglomerati ad elementi sub-angolari di solo quarzo, clasto-sostenuti, con matrice sabbiosa e colore marrone chiaro, rappresenta una falda detritica più recente, probabilmente olocenica o pleistocenica.

La successione alluvionale è delimitata alla base dal substrato mesozoico, più precisamente dai termini triassici, probabilmente arenarie in facies Buntsandstein o calcari del Muschelcalc, o dal basamento metamorfico litoide del paleozoico. Infatti i sopralluoghi hanno messo in evidenza areniti e ruditi quarzose che affiorano a nord del Km 16 della provinciale Porto Torres-La Pelosa.

La paleovalle, riempita da alluvioni, a SE è delimitata dal fianco di un'ampia sinclinale con asse orientato NNE mentre verso NO è delimitata dal Trias che affiora a Monte Santa Giusta: quindi, dovrebbe essersi impostata nel nucleo di un'anticlinale ormai completamente erosa.

Lo schema stratigrafico di riferimento per la determinazione del modello geologico e geotecnico per l'area d'intervento, ricavato dai sondaggi eseguiti nell'ambito di un intervento di studio dell'area di Scala Erre **Tabella 4.1.**

Tabella 4.1: Schema stratigrafico limitrofo

PROFONDITÀ (M DAL P.C.)	DESCRIZIONE
0.00 – 0.50	Terreno di riporto
0.50 – 4.00	Livelli litificati conglomeratici con clasti da millimetrici a centimetrici
4,00 – 5.00	Clasti in matrice argillosa con ciottoli da millimetrici a centimetrici
5.00 – 18.00	Argilla limosa con clasti di quarzo e ciottoli
18.50 – 23.50	Ghiaia fine con ciottoli centimetrici, con qualche livello litificato
23.40 – 35.00	Argilla sabbiosa-limosa
35.00 – 40.00	Alternanza di livelli litificati in matrice argillosa e sabbia argillosa.
Falda acquifera	Intercettata a – 27,00 e – 38,00 m dal p.c.
Livello piezometrico statico	9,55 m

#### 4.3 STUDIO DELLA FALDA

Durante il precedente studio commissionato all'Università di Sassari "CONVENZIONE CON IL COMUNE DI SASSARI PER UNO STUDIO SULLA CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E AMBIENTALE DELL'AREA INTERESSATA DALL'ESPANSIONE DEL COMPLESSO IPPC DI SCALA ERRE – SASSARI", sono stati effettuati degli studi di dettaglio intorno all'area di espansione (settore 4).

Nella relazione si evidenziava che l'escursione del pelo libero del laghetto presente nel sito riferita al livello medio del mare è risultata di 14 cm. Tale escursione è riferita ad un intervallo stagionale che va dal 18 febbraio 2014 al 18 luglio 2014. La quota di febbraio è risultata di 36,64 m s.l.m., mentre quella di luglio di 36,40 m s.l.m..

Considerando l'andamento delle piogge con massimo autunnale e che la falda è in pressione, ha ricarica zenitale pressoché trascurabile e circuito relativamente lungo, il valore di febbraio non dovrebbe discostarsi da quello massimo, mentre non si può escludere un ulteriore abbassamento di quello minimo, anche se limitato a qualche centimetro.

Si tenga poi conto che la falda è in pressione ed il franco falda non può essere riferito al piano idraulico espresso dalla superficie piezometrica. Pertanto la discarica, è dentro un acquiclude che è stato lacerato alla base mettendo in vista una formazione relativamente più permeabile in cui l'acqua in pressione, anche se a fatica, riesce a risalire.

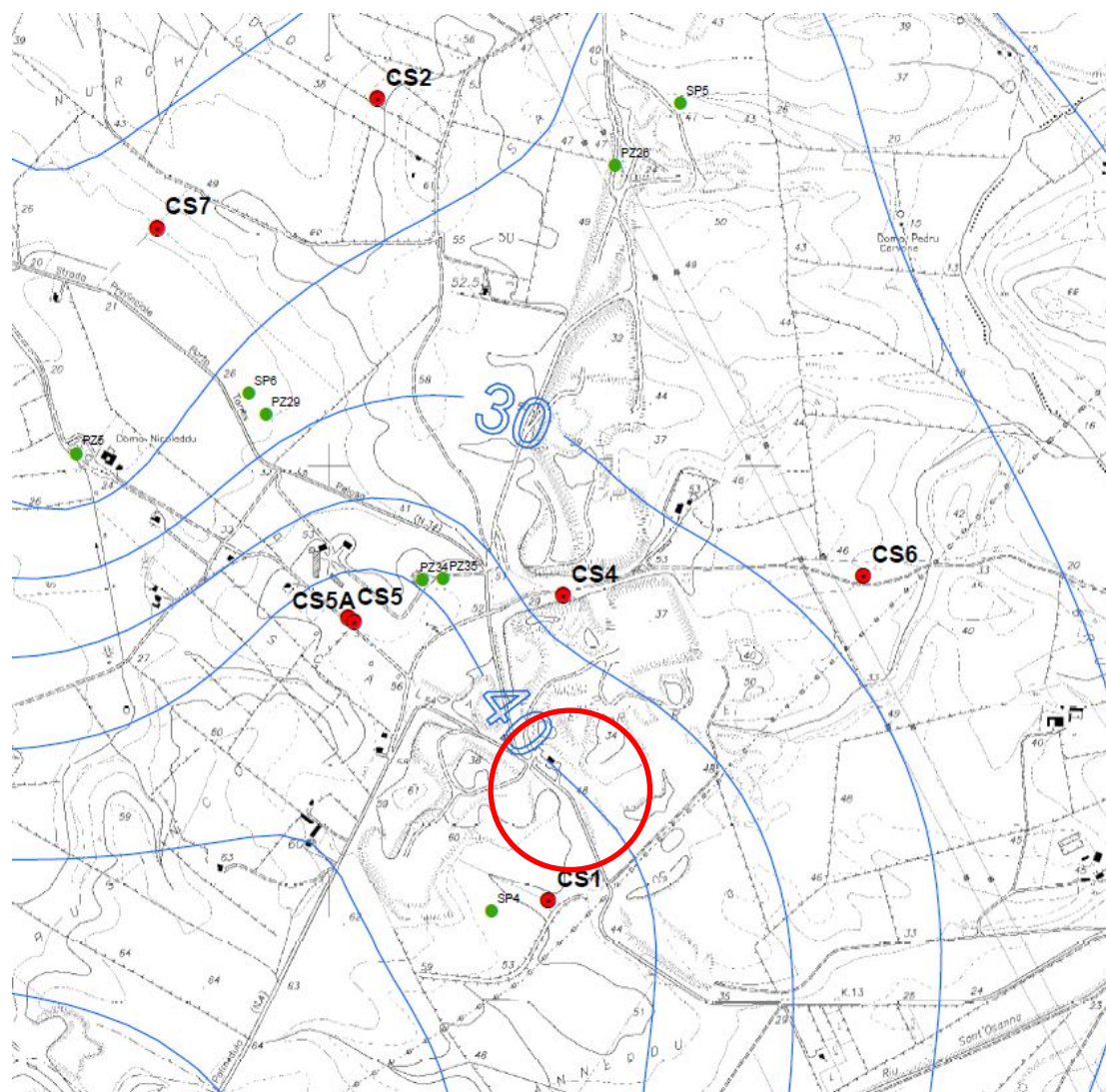
In questo caso il pelo libero del laghetto coincide col contatto argille-conglomerati perciò la quota su cui poggiare lo spessore artificiale previsto dal D.lgs. n. 36 del 13 gennaio 2003, coincide col livello di massima del laghetto che va riempito.

Cosiderato inoltre il fatto che ad oggi il laghetto è stato riempito si può considerare soddisfatto quanto stabilito nel D.lgs. n. 36 del 13 gennaio 2003, "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti". Il quale al paragrafo "Criteri costruttivi e gestionali degli impianti di discarica", punto 2.4.2 "Barriera Geologica", enuncia che "Il piano di imposta dello strato inferiore della barriera di confinamento deve essere posto al di sopra del tetto dell'acquifero confinato con un franco di almeno 1,5 m, nel caso di acquifero non confinato, al di sopra della quota di massima escursione della falda con un franco di almeno 2 m".



Come conseguenza avendo considerato la superficie libera del laghetto come piano d'imposta la barriera dovrà essere posta a non meno di 38 m sul l.s.m..

Si riporta di seguito uno stralcio della carta delle isopieze realizzata durante lo studio di dettaglio:



#### COORDINATE POZZI REALIZZATI

Sistema geodetico di riferimento "Roma 40"  
Proiezione cartografica Gauss-Boaga

#### Legenda

- Pozzi realizzati
- Punti acqua di letteratura
- Isopieze (5 metri)

Id_pozzo	Est	Nord
CS1	1439510	4217991
CS2	1439112	4519853
CS3	1439919	4520085
CS4	1439552	4518700
CS5	1439084	4518624
CS5A	1439093	4518616
CS6	1440241	4518744
CS7	1438593	4519548
CS8	1440695	4520927

Figura 4.1: Stralcio non in scala della carta delle isopieze (da Convenzione per uno studio sulla caratterizzazione idrogeologica dell'area interessata dalla dalle discariche di Scala Erre).



## 5. MODELLO GEOTECNICO

La definizione della progettazione delle indagini geognostiche del sito è il risultato dell'analisi del modello geologico del sottosuolo, la cui definizione preliminare è stata possibile dall'integrazione dei dati disponibili in letteratura con i rilievi geologici di superficie.

### 5.1 INDAGINE GEOTECNICA

Come descritto nei paragrafi precedenti, la stratigrafia dei terreni di sedime è rappresentata da un livello superficiale costituito da terreni di riporto di spessore di circa 0,3 metri ed inferiormente da un alternanza di livelli argillosi più o meno litificati e ghiaie e sabbie sempre a matrice argillosa.

I valori dei parametri geotecnici caratteristici quali angolo di attrito, coesione e peso di volume, sono stati ottenuti attraverso prove di laboratorio e in situ eseguite dalla ditta Geosarda s.n.c. durante il precedente lavoro relativo al progetto di realizzazione di un nuovo modulo di scarica nel sito "Scala Erre".

In Tabella 5.1 vengono esposti i parametri riferiti al sondaggio posto nelle immediate vicinanze del nuovo lotto e spinto fino alla profondità di 40 m.

Tabella 5.1: Elaborazione dati prove SPT.

PZ9 N. PROVA	NSPT (CORRETTO PER PRESENZA FALDA)	PROF. STRATO (M)	ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO	MODULO DI YOUNG (MPa)	MODULO DI POISSON
1	37	5,65	24°	42	0,28
2	44	11,45	32°	46	0,27
3	100	18,45	40°	69	0,15

Tabella 5.2 Elaborazione dati prove SPT eseguite su PZ9..

PZ9 N. PROVA	NSPT (CORRETTO PER PRESENZA FALDA)	PROF. STRATO (M)	CLASSIFICAZIONE AGI
1	37	5,65	Addensato
2	44	11,45	Addensato
3	100	18,45	Molto addensato

Sui campioni prelevati sono state eseguite, presso il laboratorio autorizzato Geosystem di G.B.

Demontis con sede a Quartucciu (CA), le seguenti prove:

- n° 1 prova triassiale per la verifica degli stati tensionali;
- n° 1 prova edometrica per la verifica dei cedimenti e dei coefficienti di permeabilità;
- n° 1 limiti di Atterberg;

Nelle seguenti tabelle vengono specificate le analisi effettuate su ciascun campione.

*Tabella 5.3: Limiti di Atterberg su PZ9*

N. SONDAGGIO	DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG	RISULTATO %
PZ9	Limite liquido	52
	Limite plastico	25
	Indice di plasticità	27

*Tabella 5.4: Risultati prova triassiale*

N. SONDAGGIO	PROVA TRIASSIALE			
PZ9 (07,00 -7,50 m)	Fase di consolidazione	Provino 1	Provino 2	Provino 3
	Pressione applicata (kPa)	400,0	500,0	600,0
	Pressione interstiziale iniziale $U_0$ (kPa)	384,5	486,9	585,0
	Pressione interstiziale finale $U_f$ (kPa)	311,6	313,4	312,2
	Acqua espulsa (cmc)	1,60	1,91	1,95
	Fase di rottura	Provino 1	Provino 2	Provino 3
	Tensione deviatorica (kPa)	136,0	227,1	272,5
	Deformazione assiale (%)	14,76	8,39	8,39
	Pressione interstiziale finale $U_f$ (kPa)	63,0	87,0	121,80
	Stress path ( $s' f$ ) (kPa)	105,3	211,1	290,5
	Stress path ( $t' f$ ) (kPa)	68,0	92,12	109,56
	Coefficiente di pressione interstiziale A	0,46	0,44	0,54

## 6. CONCLUSIONI

Il sito oggetto di studio, si trova all'interno dell'area di discarica denominata "Scala Erre", la stessa è localizzata a circa 10 km a sud-ovest dall'abitato di Porto Torres.

La geologia del settore è caratterizzata da affioramenti di depositi Olocenici di varia natura (coltri eluvio-colluviali, depositi alluvionali recenti), dalle formazioni Mioceniche (su cui sorgerà il nuovo lotto) e dalle successioni sedimentarie Mesozoiche.

Dal punto di vista idrogeologico è presente *Unità Detritico-Carbonatica Miocenica Superiore* formata nel sito d'interesse in prevalenza da argille con una conseguente permeabilità complessiva bassa per porosità.

In relazione ai dati ottenuti in seguito al rilievo geologico e dalle prove eseguite in situ ed in laboratorio durante i precedenti studi si possono riassumere le seguenti considerazioni conclusive:

- Il nuovo lotto insisterà su uno strato argilloso idoneo alla realizzazione della discarica
- Avendo considerato la superficie libera del laghetto come piano d'imposta la barriera dovrà essere posta a non meno di 38 m sul l.s.m. per rispettare quanto prescritto nel *D.lgs n. 36 del 13 gennaio 2003, "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti"*
- La stratigrafia dei litotipi costituenti il sottosuolo su cui insisterà il nuovo lotto è stata ricostruita a partire dalle prove SPT in situ. Da questi è stato possibile osservare la presenza di uno strato superficiale di circa 0,5 m di riporto ed al di sotto una alternanza di livelli argillosi e sabbiosi con matrice argillosa.
- I valori dei parametri geotecnici caratteristici sono stati reperiti dall'elaborazione delle prove SPT in situ e dai dati di laboratorio da precedenti prove effettuate dalla committente.

Attraverso l'elaborazione dei dati stratigrafici e geotecnici sarà possibile determinare le capacità portanti dei terreni per l'opera in progetto.

Viste le caratteristiche geotecniche i terreni sono idonei alla realizzazione del nuovo lotto della discarica.

Sulla base di quanto emergerà durante l'apertura degli scavi e l'esecuzione dei lavori, soprattutto nel caso si dovessero incontrare situazioni impreviste, potrà essere opportuno un sopralluogo da parte del geologo, sulla base del quale potranno essere formulate raccomandazioni più mirate e/o dovranno essere valutati eventuali interventi correttivi.

## **BIBLIOGRAFIA**

OGGIANO G (2014) Convenzione con il Comune di Sassari per uno studio sulla Caratterizzazione Geologica Idrogeologica e Ambientale dell'area interessata dall'espansione del Complesso IPPC di Scala - Erre —- Sassari.

OGGIANO G (2014) Convenzione con il Comune di Sassari per uno studio sulla Caratterizzazione Geologica Idrogeologica e Ambientale dell'area interessata dall'espansione del Complesso IPPC di Scala - Erre —- Sassari. *Precisazioni tecniche Discarica Scala Erre.*

PORCEDDU S. (2019) “Eecuzione di sondaggi per la realizzazione del modulo 10 della discarica di Scala Erre” Relazione Geologica e Caratterizzazione Geotecnica.

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA ASSESSORATO DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE, Servizio della Tutela delle Acque Servizio Idrico Integrato, PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE (art. 44 D.Lgs. 152/99 e s.m.i. - art. 2 L.R. 14/2000 - Dir. 2000/60/CE) PIANO STRALCIO DI SETTORE DEL PIANO DI BACINO (art. 17, comma 6-ter L. 183/89)