



# COMUNE DI LEVERANO

Provincia di Lecce

**INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI  
EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1.LETT.m)  
D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA  
SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA  
EX DISCARICA IN LOCALITA' "LI PAMPI"  
- PROGETTO ESECUTIVO -**

	numero elaborato	titolo elaborato	cod. commessa 2020 070 ca		
	<b>ED.02</b>	<b>RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA</b>			
0	GENNAIO 2022	EMISSIONE	-	-	-
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Contr.	Approv.

## PROGETTISTA



Via Carlo Mauro, 2 - 73013 Galatina (LE)  
Tel. 0836 568924  
www.astraengineering.com  
e-mail: info@astraengineering.com

Dott. Geol. Raffaella  
DE PASCALIS

Ing. Fabio DE PASCALIS




## COMMITTENTE

COMUNE DI LEVERANO  
via C. Menotti, 14  
73045 LEVERANO (LE)


Ing. Landolfo Andrea  
Ing. Erroi Mauro  
Arch. Urso Pierpaolo




	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>3</b>
<b>3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>4</b>
<b>4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE GENERALE .....</b>	<b>5</b>
<b>5. GEOLOGIA DI DETTAGLIO E GEOMORFOLOGIA .....</b>	<b>7</b>
<b>6. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA.....</b>	<b>8</b>
<b>7. MODELLO GEOTECNICO DEL SITO.....</b>	<b>11</b>
<b>8. MODELLAZIONE SISMICA DI BASE.....</b>	<b>19</b>
<i>8.1 Vita nominale, Classi d'uso e Periodo di Riferimento .....</i>	<i>19</i>
<i>8.2 Stati Limite, Probabilità di Superamento e Periodo di Ritorno .....</i>	<i>20</i>
<i>8.3 Pericolosità sismica di base .....</i>	<i>22</i>
<i>8.4 Stima della pericolosità sismica di sito .....</i>	<i>23</i>
<b>9. CAPACITA' PORTANTE E DEFORMABILITA' DEI TERRENI DI FONDAZIONE .....</b>	<b>25</b>
<i>9.1 Metodo di Brinch-Hansen.....</i>	<i>25</i>
<i>9.2 Influenza del sisma sulla capacità portante .....</i>	<i>26</i>
<b>10. CONCLUSIONI .....</b>	<b>30</b>

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 1/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

## 1. PREMESSA

Il presente studio geologico è stato redatto nell'ambito del progetto di Messa in sicurezza di emergenza dell'ex discarica posta in località "Li Pampi" in agro di Leverano (LE), ai sensi dell'art. 240 comma 1 lett m) del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

Scopo della presente relazione è quello di definire la situazione geologica locale, i lineamenti morfologici della zona, nonché gli eventuali processi e dissesti in atto.

Le condizioni geologiche del sottosuolo dell'area oggetto di studio sono state ricostruite facendo riferimento alle indagini dirette ed indirette eseguite in sito in occasione della realizzazione dei precedenti piani della caratterizzazione ed alla consultazione di bibliografia specialistica ed alla Cartografia Ufficiale della Regione Puglia ([www.sit.puglia.it](http://www.sit.puglia.it)).


Le suddette informazioni hanno consentito di stabilire gli spessori ed i rapporti stratigrafici delle formazioni geologiche presenti nell'area che sarà sottoposta agli interventi di progetto.

Nella presente relazione, inoltre, si forniscono anche informazioni riguardanti i caratteri strutturali ed un inquadramento generale della circolazione idrica superficiale e sotterranea. Tali dati hanno permesso, quindi, di ricostruire l'assetto idrogeologico del sottosuolo, di stabilire la profondità della falda e le caratteristiche di permeabilità dei terreni in esame.

Sono stati inoltre analizzati i seguenti aspetti: caratteri litostratigrafici, distribuzione spaziale, stato di qualità dei litotipi, lineamenti geomorfologici e processi morfogenetici, condizioni idrologiche e condizioni geologiche ed idrogeologiche dell'area in esame, rapporti esistenti tra l'area oggetto di studio ed il Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.) ([www.sit.puglia.it](http://www.sit.puglia.it)).

Infine si è delineata la modellazione sismica di base, necessaria per le successive fasi di calcolo geotecnico.


	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 2/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	


## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Lo studio è stato condotto sulla scorta dei seguenti riferimenti normativi:

- ❖ Legge 2 febbraio 1974, n. 64 - *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*;
- ❖ D.M.LL.PP. 11 marzo 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) - *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.”*;
- ❖ CIRC. LL.PP. 24-09-1988, n. 30483 - Legge 2 febbraio 1974 n. 64, art. 1 DM 11 marzo 1988 *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.”*;
- ❖ D.M. 16 Gennaio 1996 (G.U. 5-2-1996, n. 29) - *“Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”*;
- ❖ Circolare 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. - *“Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” di cui al D.M. 16 gennaio 1996”*;
- ❖ D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. 20.01.2018, n. 42) - *“Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni”*;
- ❖ CIRC. LL.PP. 21 gennaio 2019 (G.U. 11-2-2019, n. 5) – *“Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018”*;
- ❖ *Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (P.T.A.)*, adottato con Delibera di Giunta Regionale n. 883 del 19 giugno 2007 e pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia n. 102 del 18 luglio 2007, aggiornato a giugno 2019.

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 3/32



	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	


### 3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'ex discarica "Li Pampi" (Figura 1), dista circa 1 Km in direzione est dal centro abitato del Comune di Leverano, ed è individuata dall'UTE al Foglio catastale 34 alle particelle n. 77, 98 e 144, di proprietà di privati.



*Figura 1 - Stralcio dell'ortofoto con indicazione dell'area di intervento (fonte: Google Earth).*

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 4/32


	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE GENERALE

L'assetto geologico-strutturale e geomorfologico dell'area rispecchia la situazione generale dell'intera penisola salentina: a partire dal Miocene una serie di movimenti distensivi determinarono la dislocazione del basamento carbonatico cretacico attraverso l'attivazione di faglie dirette ad andamento circa NNW-SSE che causarono la formazione di una struttura a *horst* e *graben*, cioè un susseguirsi di alti strutturali (Serre) e di depressioni, colmate in seguito da sedimenti terrigeni post cretacici. Tali sedimenti, costituiti da calcareniti mioceniche e depositi quaternari, poggiano in trasgressione sui sottostanti calcari del basamento.

Le giaciture degli strati si presentano sub orizzontali ed in quest'area affiorano i limi sabbiosi ed argillosi pleistocenici della "Formazione di Gallipoli" oltre alle Calcareniti del Salento; inoltre a distanza dal sito affiorano i calcari di età cretacica (indicati come Dolomie di Galatina nella Carta Geologica D'Italia di Fig.2).

Il sito è compreso nel Foglio n. 214 "Gallipoli" della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000 il cui stralcio è riportato nella seguente Fig.2.

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 5/32



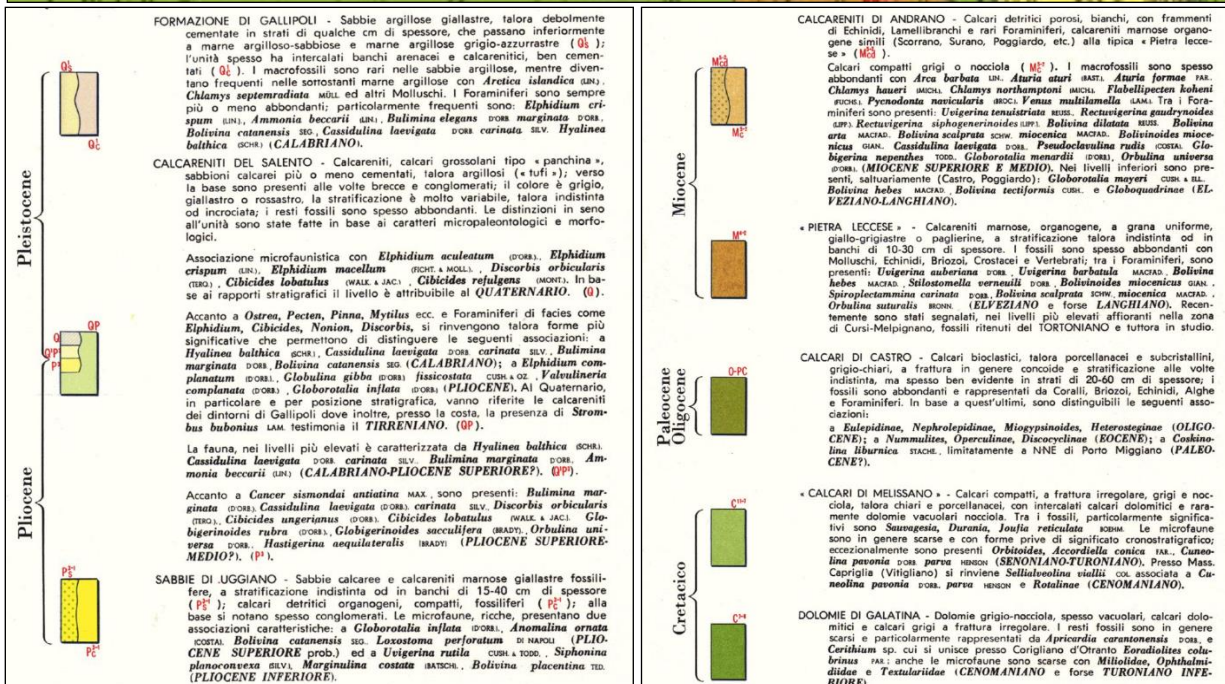
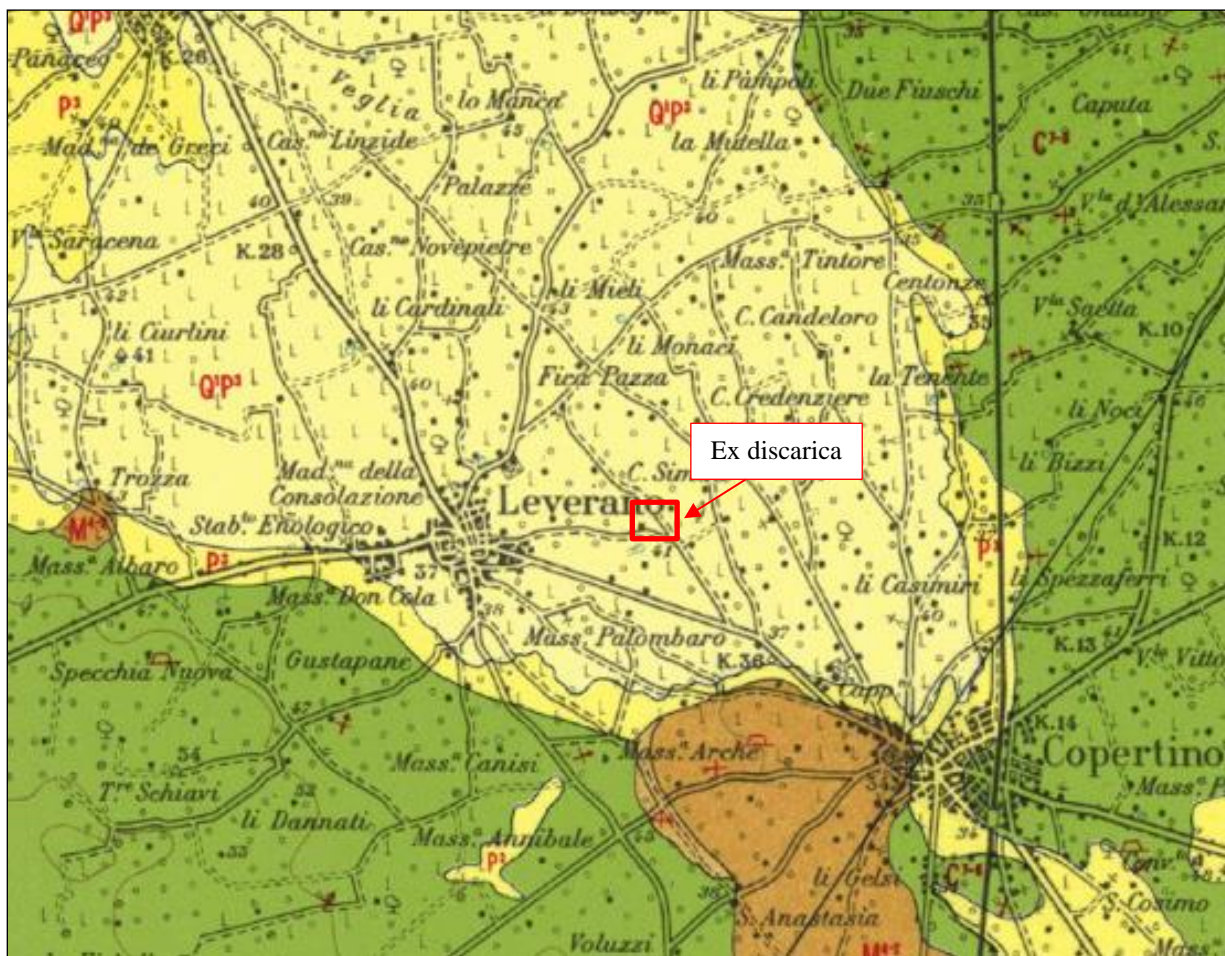



Figura 2 - Stralcio della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000, Foglio n. 214 "Gallipoli".



	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

## 5. GEOLOGIA DI DETTAGLIO E GEOMORFOLOGIA

La formazione caratterizzante il primo sottosuolo dell'area su cui sono ubicati i cumuli di rifiuti è costituita da sabbie limose, limi sabbiosi e limi argillosi con clasti calcareniti (Formazione di Gallipoli) e rocce calcarenitiche più o meno cementate con abbondanti resti fossili riconducibile alla Formazione delle Calcareniti del Salento. Il substrato invece è costituito da calcari e calcari dolomitici che si presentano in grosse bancate o a stratificazione indistinta appartenenti alla Formazione delle Dolomie di Galatina.

La presenza dei litotipi presenti è stata documentata dai numerosi dati ottenuti dal precedente Piano della Caratterizzazione e dalle successive indagini preliminari eseguite sul corpo rifiuti.

Dal punto di vista morfologico, l'area dell'ex discarica, situata nella porzione orientale di Leverano, si inserisce tra due deboli rilievi morfologici, su di una superficie caratterizzata dall'avere una morfologia pressoché pianeggiante senza evidenti discontinuità legate alla presenza di fratture e/o faglie.

Non sono particolarmente evidenti fenomeni legati ad agenti atmosferici, pertanto l'area è inserita in un paesaggio interessato da naturale modellamento subaereo.


La quota dell'attuale piano campagna è di circa 40 m s.l.m..

Le foto seguenti sono state scattate all'interno dell'area dell'ex discarica "Li Pampi".



Figura 3 - Tipologia di suolo (1) e primo sottosuolo (2).

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 7/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

## 6. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

Nel territorio di Leverano sono presenti n. 2 falde acquifere, una a poca profondità dal piano campagna e l'altra ospitata all'interno dei calcari del basamento cretatico.

Nei depositi superficiali sabbioso limosi e delimitata da lenti limose argillose è racchiusa una falda freatica che si rinviene ad una profondità media di circa 4,5 m dal p.c.. Nella seguente Fig. 4 sono riportate le isofreatiche della falda superficiale, ricostruite nell'ambito del progetto preliminare, e delineata la direzione di deflusso della stessa.

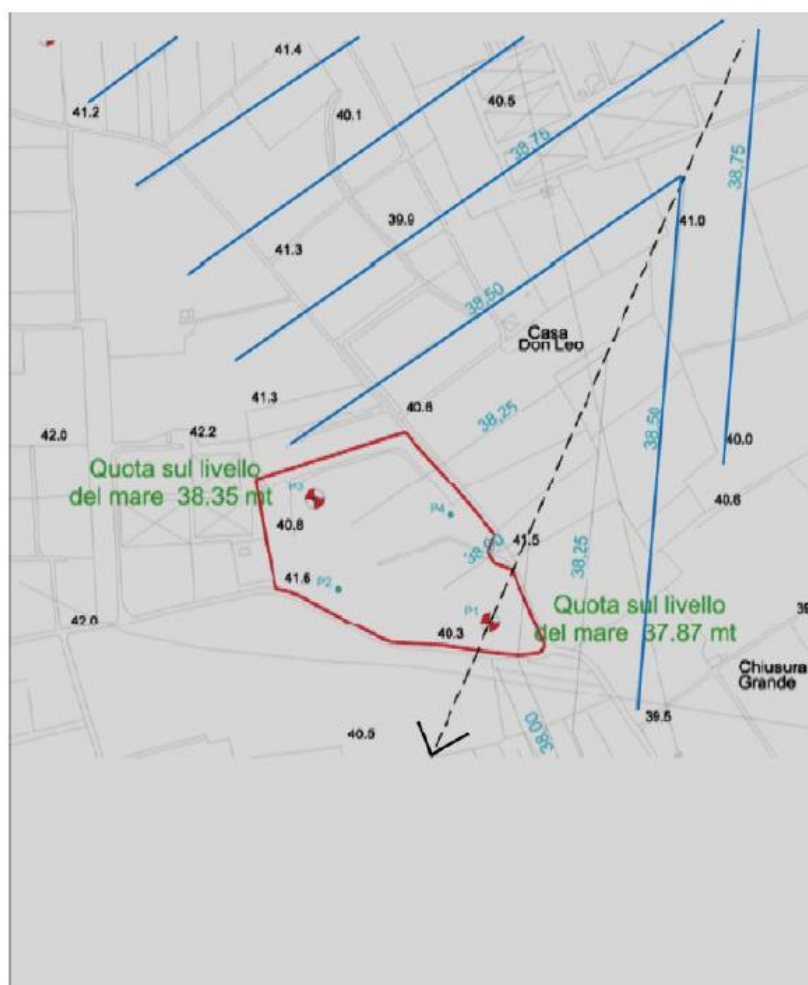



Figura 4 – Ricostruzione delle isofreatiche della falda superficiale (estratto da Tav.2 del Progetto preliminare)

Non esistono evidenze di ulteriori falde sotterranee così prossime al piano campagna, tanto più che la presenza del sottosuolo calcareo fortemente carsificato e fratturato non sia in grado di costituire il substrato necessario alla loro formazione.

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 8/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

Esiste invece la falda profonda che si attesta all'interno dei calcari del basamento carbonatico.

L'idrografia superficiale è scarsa perché la permeabilità dei litotipi superficiali sabbioso limosi e la fessurazione o carsismo dei terreni carbonatici sottostanti favorisce l'infiltrazione e quindi la circolazione idrica sotterranea, a svantaggio del ruscellamento attraverso la rete idrografica superficiale. Infatti, solo in occasione degli eventi di precipitazione particolarmente intensi, le acque di ruscellamento defluiscono in solchi erosivi di varia ampiezza e profondità, assumendo i caratteri di corsi d'acqua episodici.

Infatti, secondo la cartografia allegata al PTA della Regione Puglia aggiornato al 2019 (rif. Fig.5), in corrispondenza dell'area di progetto la superficie piezometrica della falda si attesta alla profondità di circa 38,5 dal p.c. e la cui direzione di flusso risulta essere da NE verso SO.

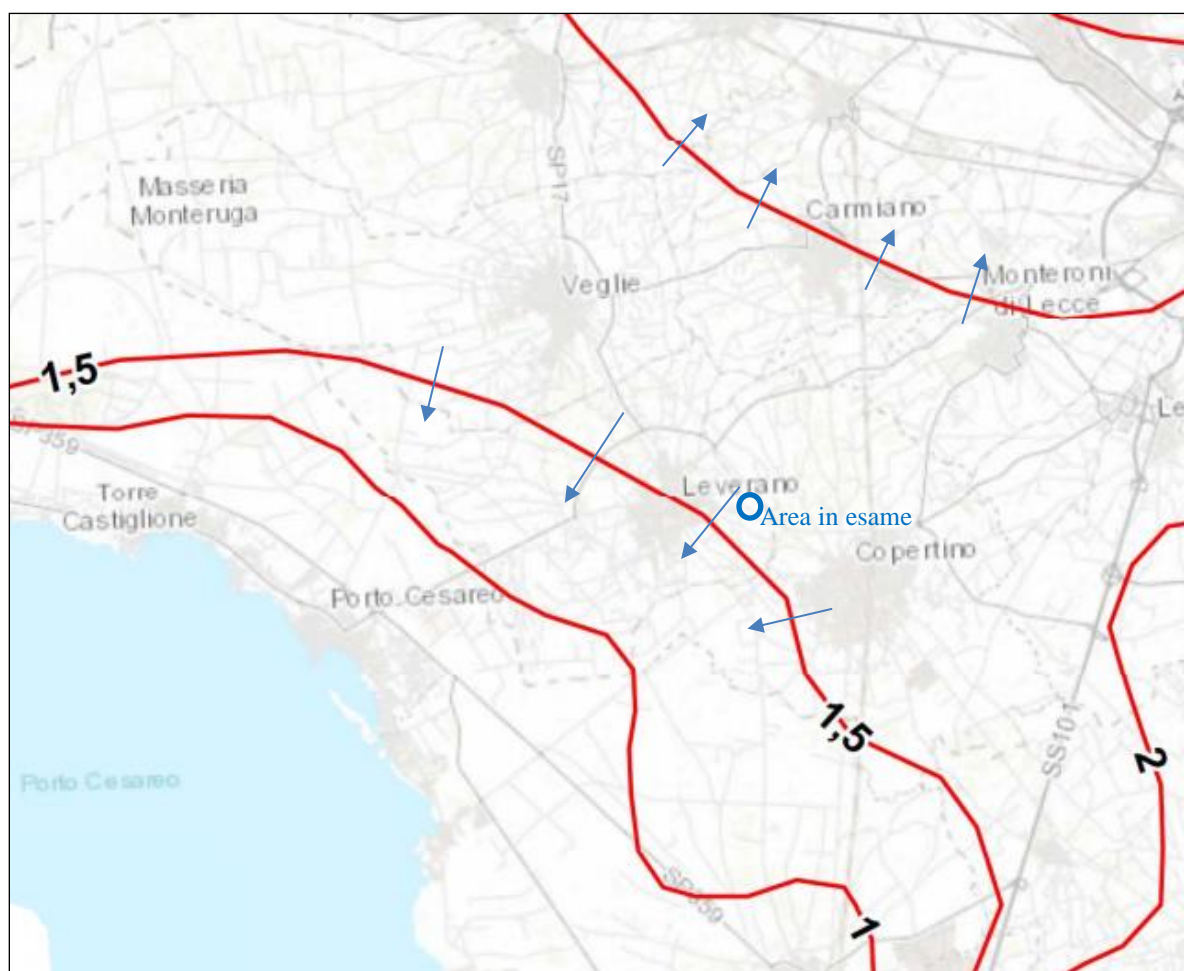




Figura 5 - Stralcio fuori scala della Tav.6.2- Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento).

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 9/32



 Comune di Leverano	COMUNE DI LEVERANO  INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	CA 2020 070
--	---	-------------

Secondo le Disposizioni del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (P.T.A.), pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia n. 102 del 18 luglio 2007 ed aggiornato a giugno 2019, il sito di progetto non rientra in alcuna zona di Protezione Speciale Idrogeologica, secondo quanto indicato dalla Tav. C07 – “*Zone di protezione speciale idrogeologica*”.

Infine si fa presente che l'area di progetto ricade all'interno di un'area vulnerabile alla contaminazione salina degli acquiferi carsici del Gargano della Murgia e del Salento, così come riportata nella Tav.C6 allegata al PTA (rif. Fig.6), ma in ragione della natura dell'intervento di progetto è possibile escludere la possibilità che possano verificarsi interferenza tra le previsioni ed i vincoli d'uso del territorio imposti dal PTA e le attività di bonifica previste in progetto; difatti il progetto non prevede la realizzazione di nuove opere di captazione di acque sotterranee, se non quelle da utilizzare per il monitoraggio della falda profonda. **Infatti è prevista la realizzazione di n. 2 piezometri di cui uno a monte (esterno al sito di progetto) ed uno a valle rispetto al verso di scorrimento della falda profonda (rif. ED.01 e EG. 10). Pertanto l'intervento di progetto rispetta le direttive di tutela del PTA della Regione Puglia.**

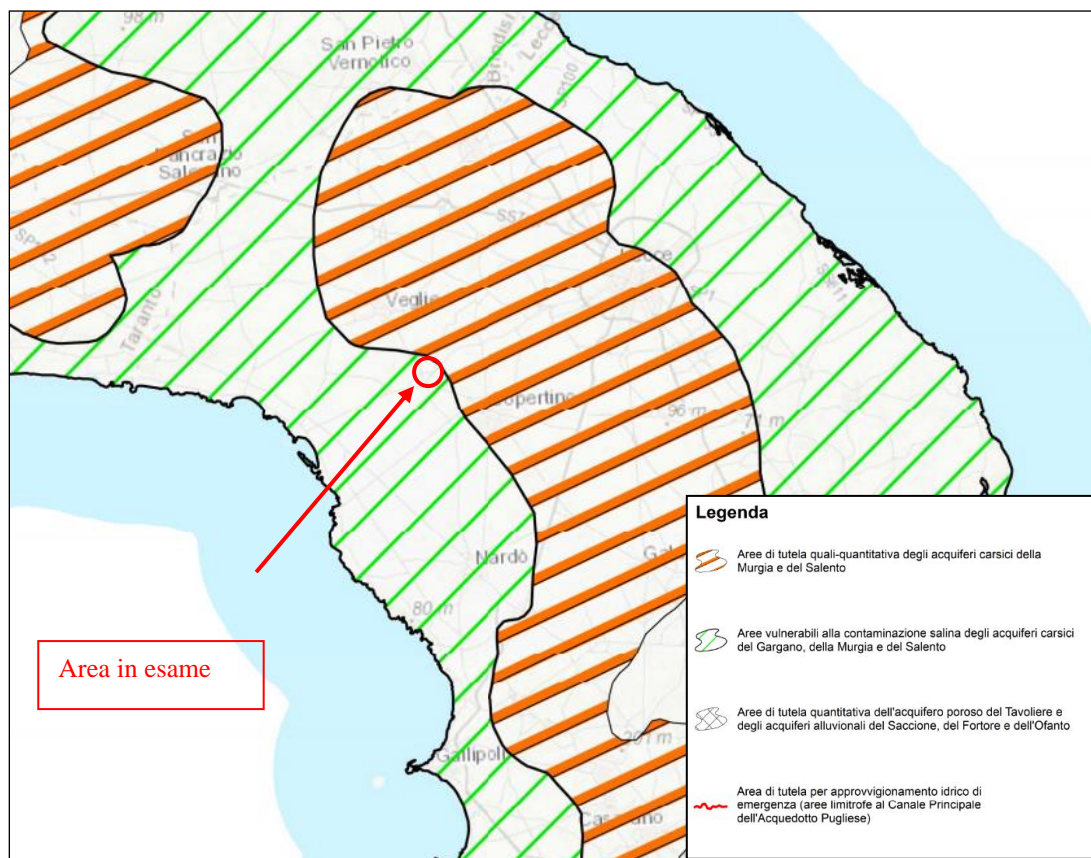




Figura 6 - Stralcio fuori scala della Tav.C06 del PTA della Regione Puglia (2019)

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL  ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	ED.02  RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	REV. 0  PAGINA 10/32
---	---	--	----------------------------



	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

## 7. MODELLO GEOTECNICO DEL SITO

Al fine di ricostruire la sequenza stratigrafica dell'area, in particolare di quella dove sorgerà il basamento per lo svolgimento delle operazioni correlate alla rimozione della fonte primaria di contaminazione, si sono consultate sia le risultanze delle indagini geognostiche eseguite dalla ditta Toma Abele Trivellazioni s.r.l. nell'ambito del Piano di investigazione previsto dal Piano della Caratterizzazione del 2004 e sia i risultati emersi dalle indagini preliminari del 2020 realizzate preliminarmente alla presente progettazione di messa in sicurezza d'emergenza. Pertanto, grazie ad indagini geoelettriche, sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a circa 30 m di profondità dal p.c. ed a piccoli scavi esplorativi, è stato possibile ricostruire il corpo della ex discarica, il quale ha evidenziato come solo alcune aree siano interessate in superficie ed in particolare in alcune aree fino a massimo 4,50 m di profondità dal p.c., dalla presenza di rifiuti (RSU) (rif. Figura 7 e 8).

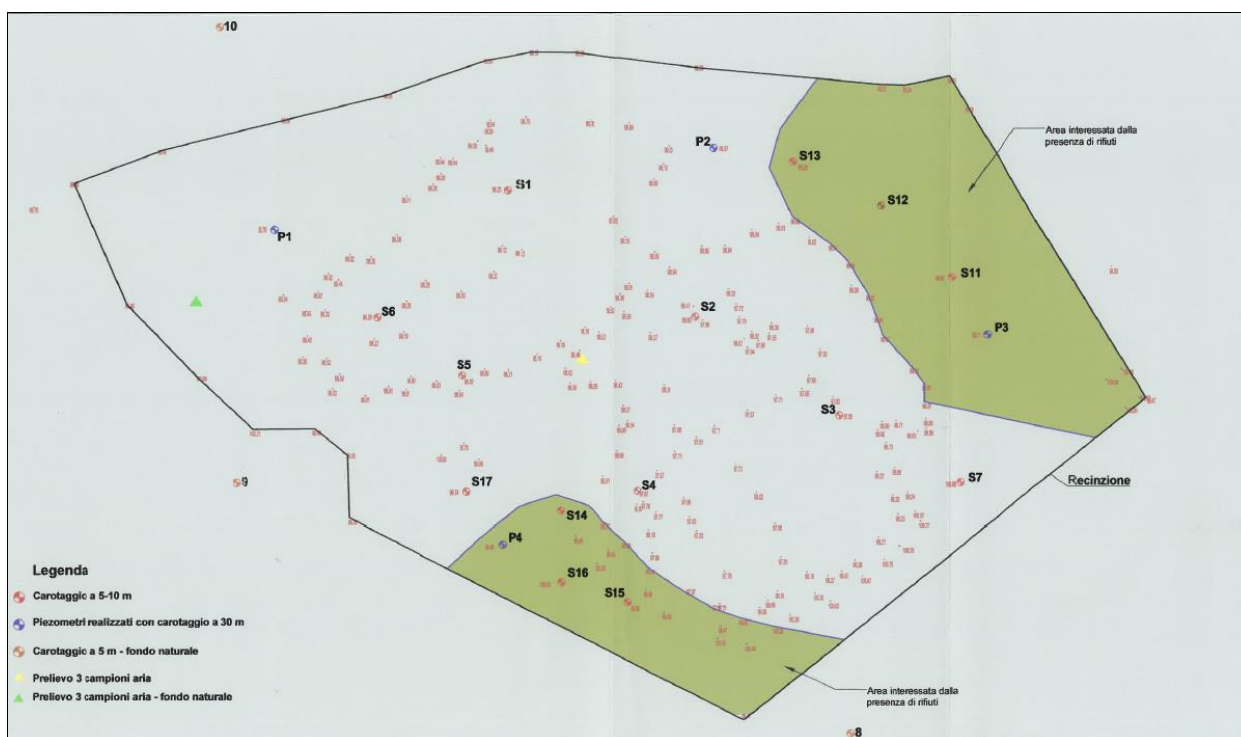



Figura 7 – Ubicazione punti di indagine ed in verde le aree con presenza di rifiuti (PdC 2004)

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 11/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

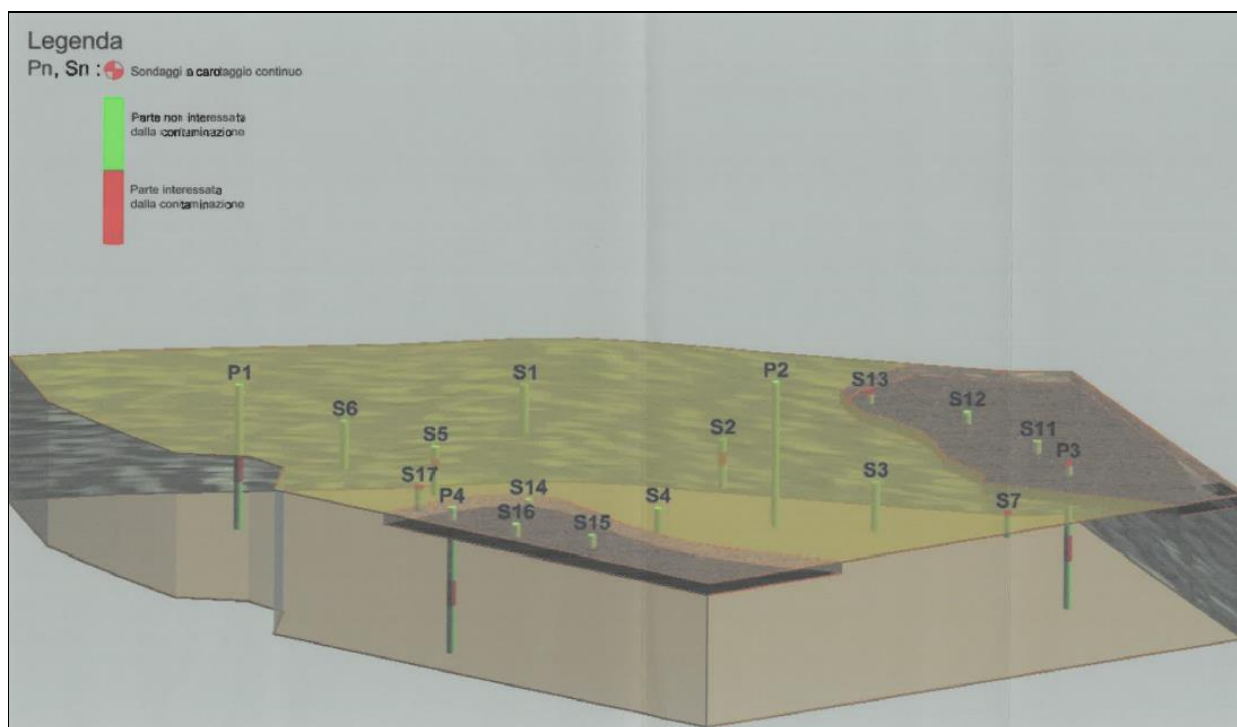



Figura 8 – Ricostruzione 3D con indicazione punti di indagine (PdC 2004)

Dai risultati stratigrafici emersi dai punti di indagine dove non sono presenti i rifiuti, è stato possibile determinare il sottosuolo che costituisce la parte di terreno superficiale, che risulta essere costituito, oltre che da un piccolo spessore decimetrico di terreno naturale vegetale, da terreni di riporto di natura ghiaioso sabbiosa in matrice limosa, fino ad circa di 4,50 m di profondità dal p.c.. Al di sotto di tale litotipo sono presenti terreni limoso sabbiosi argillosi con presenza di clasti calcarenitici centimetrici.

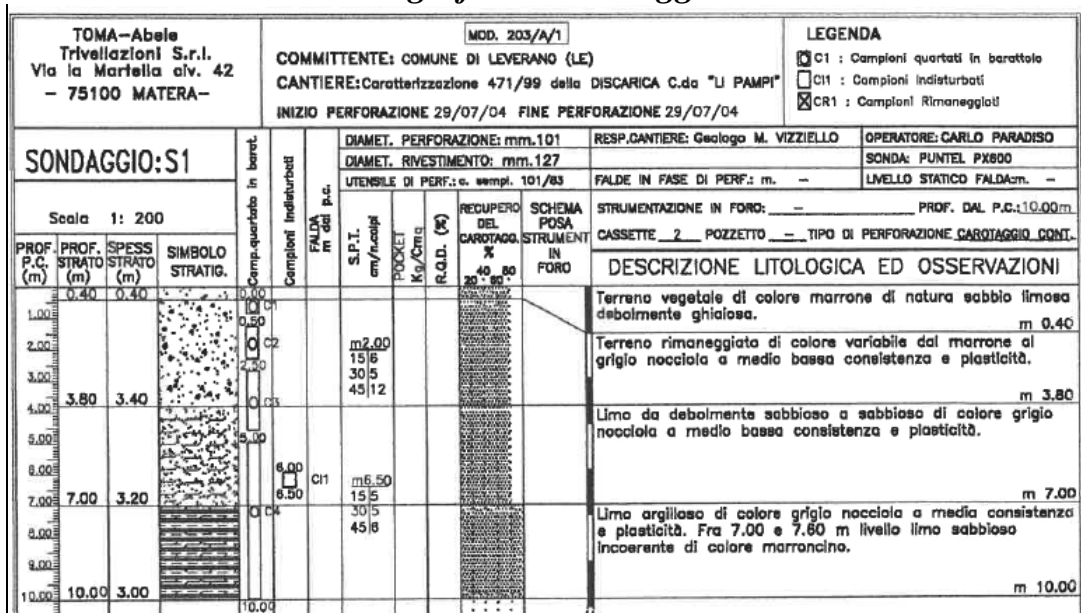
Per quanto concerne le superfici occupate dai rifiuti invece, questi si rinvencono fino alla profondità massima di circa 4,5 m dal p.c.. Al di sotto di essi ed in funzione dello spessore dello stesso, è presente o terreno di riporto oppure il litotipo limoso sabbioso.

Di seguito si riportano alcune stratigrafie significative delle aree investigate (S1, S2 ed S4 in zone in assenza di rifiuti; S11 e S15 in aree con presenza di rifiuti). In particolare il sondaggio S4 è quello che risulta essere più vicino all'area dove sarà realizzata la piattaforma per la selezione dei rifiuti.

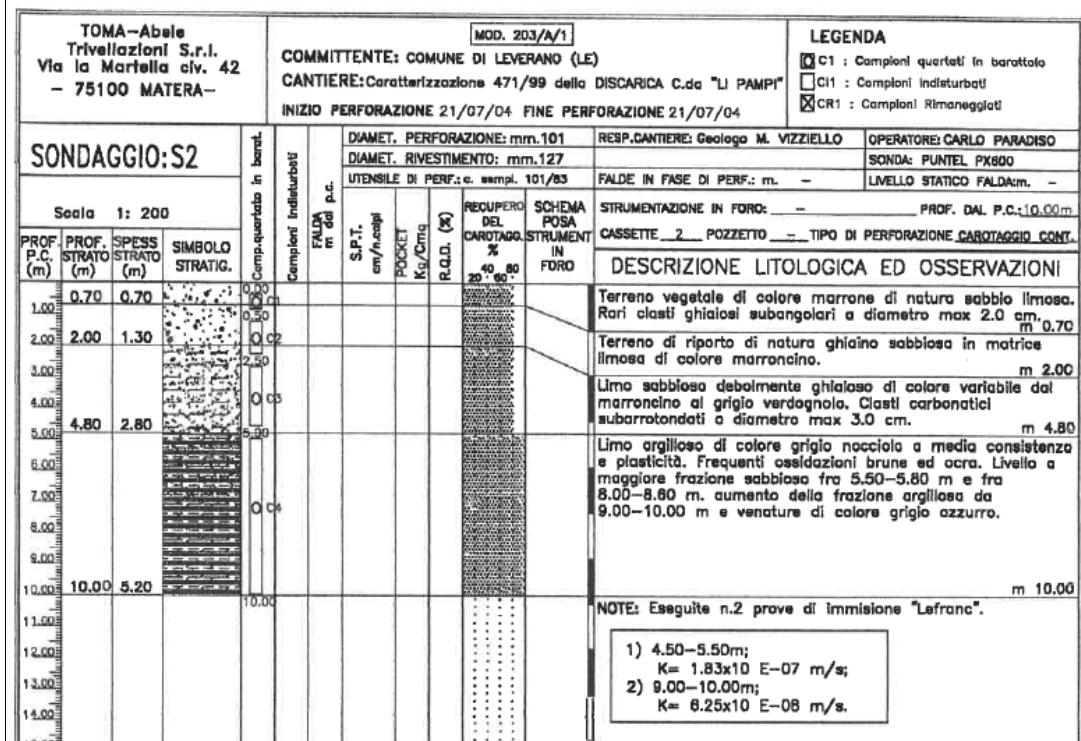
	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 12/32


 Comune di Leverano	COMUNE DI LEVERANO  INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	CA 2020 070
--	---	-------------

### Stratigrafia del sondaggio S1



### Stratigrafia del sondaggio S2




	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

### Stratigrafia del sondaggio S4


TOMA-Abele Trivellazioni S.r.l. Via la Martella civ. 42 - 75100 MATERA-		MOD. 203/A/1		LEGENDA <input checked="" type="checkbox"/> C1 : Campioni quartati in barattolo <input type="checkbox"/> CI1 : Campioni indisturbati <input checked="" type="checkbox"/> CR1 : Campioni Rimanecciati	
SONDAGGIO: S4		COMMITTENTE: COMUNE DI LEVERANO (LE) CANTIERE: Caratterizzazione 471/99 della DISCARICA C.da "LI PAMPI" INIZIO PERFORAZIONE 20/07/04 FINE PERFORAZIONE 20/07/04		RESP. CANTIERE: Geologo M. VIZZIELLO OPERATORE: CARLO PARADISO	
Scaletta 1: 200		DIAMET. PERFORAZIONE: mm. 101 DIAMET. RIVESTIMENTO: mm. 127 UTENSILE DI PERF.: c. sempl. 101/83		STRUMENTAZIONE IN FORO: — PROF. DAL P.C.: 10.00m CASSETTE: 2 POZZETTO: — TIPO DI PERFORAZIONE CAROTAGGIO CONT.	
PROF. P.C. (m)	PROF. STRATO (m)	SPES. STRATO (m)	SIMBOLO STRATIG.	DESCRIZIONE LITOLOGICA ED OSSERVAZIONI	
0.60	0.60			Terreno vegetale di colore marrone di natura sabbio limoso. m 0.60	
3.70	3.10			Limo ghiaioso di colore variabile dal marrone all'avana a media consistenza e plasticità. Clasti calcarenitici subangolari eterometrici. m 3.70	
5.00	5.00	1.30		Limo sabbioso debolmente ghiaioso di colore grigio nocciola a scarso consistenza e media plasticità. Clasti calcarenitici subangolari eterometrici. m 5.00	
10.00	10.00	5.00		Limo argilloso a tratti debolmente sabbioso di colore grigio nocciola. Frequenti clasti subarrotondati a diametro max 0.5 cm. Media consistenza e plasticità. m 10.00	

### Stratigrafia del sondaggio S11

TOMA-Abele Trivellazioni S.r.l. Via la Martella civ. 42 - 75100 MATERA-		MOD. 203/A/1		LEGENDA <input checked="" type="checkbox"/> C1 : Campioni quartati in barattolo <input type="checkbox"/> CI1 : Campioni indisturbati <input checked="" type="checkbox"/> CR1 : Campioni Rimanecciati	
SONDAGGIO: S11		COMMITTENTE: COMUNE DI LEVERANO (LE) CANTIERE: Caratterizzazione 471/99 della DISCARICA C.da "LI PAMPI" INIZIO PERFORAZIONE 28/07/04 FINE PERFORAZIONE 28/07/04		RESP. CANTIERE: Geologo M. VIZZIELLO OPERATORE: CARLO PARADISO	
Scaletta 1: 200		DIAMET. PERFORAZIONE: mm. 101 DIAMET. RIVESTIMENTO: mm. 127 UTENSILE DI PERF.: c. sempl. 101/83		STRUMENTAZIONE IN FORO: — PROF. DAL P.C.: 5.00m CASSETTE: 1 POZZETTO: — TIPO DI PERFORAZIONE CAROTAGGIO CONT.	
PROF. P.C. (m)	PROF. STRATO (m)	SPES. STRATO (m)	SIMBOLO STRATIG.	DESCRIZIONE LITOLOGICA ED OSSERVAZIONI	
2.80	2.80			Rifiuto poligenico in debole matrice limosa nerastra. m 2.80	
5.00	5.00	2.20		Limo sabbioso di colore grigio nocciola a media consistenza e plasticità. m 5.00	

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA — ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 14/32



 Comune di Leverano	COMUNE DI LEVERANO		CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI"		
	PROGETTO ESECUTIVO		


### Stratigrafia del sondaggio S15


TOMA-Abele Trivellazioni S.r.l. Via la Martella civ. 42 - 75100 MATERA-		MOD. 203/A/1		LEGGENDA <input checked="" type="checkbox"/> C1 : Campioni quarzati in barattolo <input type="checkbox"/> C11 : Campioni indisturbati <input checked="" type="checkbox"/> CR1 : Campioni Rimaneggiati	
SONDAGGIO: S15		COMMITTENTE: COMUNE DI LEVERANO (LE)		CANTIERE: Caratterizzazione 471/99 della DISCARICA C.da "LI PAMPI"	
Scala 1: 200		INIZIO FORAZIONE 29/07/04 FINE FORAZIONE 29/07/04		RESP. CANTIERE: Geologo M. VIZIELLO OPERATORE: CARLO PARADISO	
DIAMET. PERFORAZIONE: mm.101		DIAMET. RIVESTIMENTO: mm.127		SONDA: PUNTEL PX800	
UTENSILE DI PERF.: c. sempl. 101/83		FALDE IN FASE DI PERF.: m. -		LIVELLO STATICO FALDA m. -	
STRUMENTAZIONE IN FORO: -		PROF. DAL P.C.: 5.00m		CASSETTE: 1 POZZETTO: - TIPO DI PERFORAZIONE: CAROTAGGIO CONT.	
DESCRIZIONE LITOLOGICA ED OSSERVAZIONI					
Rifiuto poligenico frammito a terreno di riporto di colore marrone di natura sabbia limosa. m 1.50					
Terreno di riporto di colore marrone di natura sabbia limosa debolmente ghiaiosa. m 4.00					
Umo da debolmente sabbioso a sabbioso, debolmente ghiaioso di colore variabile dal marroncino al grigio nocciola. Consistenza e plasticità da media a scarsa. m 5.00					

Dall'analisi congiunta delle indagini in sito, della caratterizzazione geotecnica mediante numerose prove di laboratorio geotecnico eseguite sui campioni disturbati ed indisturbati prelevati durante il PdC 2004 (a cura di Laborgeo s.a.s.), e tenendo inoltre conto della posizione delle opere di progetto rispetto a quella dei sondaggi, è stato possibile formulare il seguente modello geotecnico stratigrafico del sottosuolo, i cui dati sono riportati nelle figure seguenti:

S O N D	C I N D	Profondità m	W %	$\gamma_v$ g/cm <sup>3</sup>	$\gamma_d$ g/cm <sup>3</sup>	$\gamma_s$ g/cm <sup>3</sup>	e	n %	Sr %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	LL %	LP %	IP %	Ic	TRX-CU Sforzi totali C KN/mq $\phi^0$	TRX-CU Sforzi efficaci C KN/mq $\phi^0$	E D O M	U N I
1	1	6.00-6.50	19.30	2.11	1.77	2.73	0.546	35.30	96.51	0.02	5.60	54.66	39.71	42	24	18	1.26			No	A - 7 - 6 (CL)
2	1	5.00-5.50	23.69	2.04	1.65	2.71	0.643	39.10	99.94	0.00	10.92	59.26	29.82	33	22	11	0.85			No	A - 6 (CL)
3	1	7.80-8.30	19.99	2.11	1.76	2.72	0.546	35.30	99.71	0.00	3.03	55.51	41.47	45	27	18	1.39			No	A - 7 - 6 (CL)
4	1	5.00-5.50	20.80	2.08	1.72	2.73	0.585	36.90	97.02	0.00	7.73	58.32	33.95	35	22	13	1.09	32.50 - 25°	27.00 - 30°	No	A - 6 (CL)
6	1	2.00-2.50	12.09	2.10	1.88	2.67	0.423	29.80	76.24	0.57	64.03	17.81	17.60	21	17	4	2.23			No	A - 4
6	2	8.50-9.00	19.09	2.09	1.75	2.72	0.552	35.60	94.22	0.02	5.71	52.50	41.77	43	26	17	1.41	50.5 - 20.5°	41.5 - 26.5°	No	A - 7 - 6 (CL)

Figura 9 – Quadro riassuntivo delle prove geotecniche di laboratorio (PdC 2004)

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 15/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

Verbale di accettazione n° 69/2004 del 11/08/2004

Certificato n° 1689 del 10/09/2004

Laborgeo s.a.s. di Manicone Maria Rosaria & C.-Laboratorio Geotecnico ALGI n° 111  
Via C. Collodi n° 5-7-75100 Matera

**COMMITTENTE:** Toma Abele Trivellazioni s.r.l.  
**CANTIERE:** Caratterizzazione discarica dismessa  
**LOCALITÀ:** C.da Li Pampi - Leverano

**SONDAGGIO:** 4  
**CAMPIONE:** 1  
**PROF., m:** 5.00 - 5.50

**RIFERIMENTO:** Norma ASTM D4767

## PROVA TRIASSIALE C.I.U.

### CONDIZIONI INIZIALI DEL CAMPIONE

Contenuto in acqua, % = 20.80  
Peso di volume,  $\text{g/cm}^3$  = 2.08  
Densità secca,  $\text{g/cm}^3$  = 1.72  
Indice dei vuoti = 0.585  
Porosità = 36.90  
Grado di saturazione, % = 97.02  
Peso specifico dei granuli,  $\text{g/cm}^3$  = 2.73

### FASE DI COMPRESSIONE

Altezza	Diametro	Press. Cella	ControPress.	$\sigma_1 - \sigma_3$	def., rottura	pori, rottura	Dv/v0, rottura
cm	cm	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	%	kN/m <sup>2</sup>	%
7.60	3.80	200.00	100.00	197.09	10.89	90.60	-
7.60	3.80	300.00	100.00	387.55	11.81	158.70	-
7.60	3.80	400.00	100.00	545.84	13.58	171.20	-

TIPO DI CAMPIONE:

Velocità di avanzamento, mm/min = 0.015000

C' = 27.00 kN/m<sup>2</sup>

$\phi'$ , gradi sessagesimali = 30.0

C' = 32.50 kN/m<sup>2</sup>

$\phi_u$ , gradi sessagesimali = 25.0

Figura 10 – Risultato di una delle prove triassiali CIU (PdC 2004)


Per la definizione del modello geologico, è stato presa come riferimento la stratigrafia ricostruita in corrispondenza del sondaggio S4: nello specifico, per quei litotipi riconducibili a

- *Terreno di copertura naturale/vegetale (spessore 0,6 m)*

Costituito da terreni limoso sabbiosi talvolta con inclusi lapidei centimetri ed a basso contenuto argilloso, con presenza di apparati radicali e resti vegetali si sono considerate le seguenti caratteristiche:

- Peso di volume  $\gamma = 1,5 \text{ t/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 12^\circ$
- Modulo Edometrico  $E = 15 \text{ daN/cm}^2$

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 16/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

- Coesione  $c = 0 \text{ daN/cm}^2$

- *Limi ghiaiosi a media consistenza e plasticità passanti a limi sabbiosi debolmente ghiaiosi passanti verso il basso a sedimenti marcatamente argillosi e siltosi (Pleistocene inferiore-medio) (spessore 9,4 m)*

Si è in presenza di limi sabbiosi con argilla anche se si sono riscontrate significative variazioni nelle dimensioni dei grani dei rispettivi campioni esaminati:

- il contenuto naturale in acqua varia da valori minimi del 14 % a massimi del 43 %;
- il peso di volume naturale presenta invece minimi di  $1.75 \text{ gr/cm}^3$  e valori massimi di  $2.11 \text{ gr/cm}^3$  con medie attestate intorno ai  $1.94 \text{ gr/cm}^3$ .

Se ne deduce che questi sedimenti rientrano nelle “argille inorganiche a plasticità da medio-bassa a medio-alta”. Le proprietà meccaniche sono state individuate attraverso prove consolidate-drenate svolte al triassiale ed alla scatola di Casagrande, le quali hanno determinato:

- valori della coesione efficace minimi pari a  $0.2 \text{ kg/cm}^2$  e massimi di  $0.6 \text{ Kg/cm}^2$  con media di  $0.37 \text{ kg/cm}^2$ ; a questi valori corrispondono angoli di attrito efficaci rispettivamente di  $20^\circ$ ,  $27^\circ$  e  $23.6^\circ$
- Modulo Edometrico  $E_d = 71.5 \text{ Kg/cm}^2$

Il valore del modulo edometrico è stato ricavato utilizzando la correlazione di Begemann e la formulazione di Buisman – Sanglerat. Entrambe, correlazione e formulazione sono valide per sabbia e sabbia argillosa.

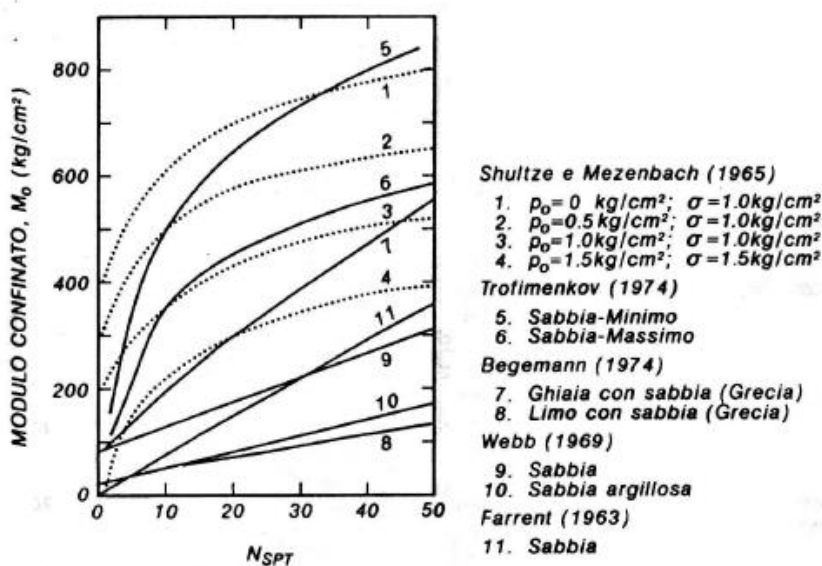




Figura 11 – Relazione fra modulo edometrico ed Nspt per differenti tipi di sabbie

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 17/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

In particolare dalla correlazione tra il numero di colpi derivanti dallo svolgimento delle prove SPT (nel caso in oggetto  $N_{spt} = 11$ ) e la tipologia di terreno attraversato, si ottiene, nel caso in esame, un modulo edometrico pari a circa  $55 \text{ Kg/cm}^2$ .

Dalla formulazione di Buismann – Sanglerat:


$$E_d = 8 N_{spt} \quad \text{per} \quad \text{sabbie argillose}$$

si ottiene che per un numero di  $N_{spt}$  pari a 11, il valore del modulo edometrico è pari a  $88 \text{ Kg/cm}^2$ . La media tra i due valo è pari a  $71.5 \text{ Kg/cm}^2$  che è il valore che è stato utilizzato per il calcolo dei cedimenti.

Sulla base di tutti i dati sopra citati è possibile ipotizzare la classificazione del sottosuolo di fondazione oggetto di intervento in **Categoria C** “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*” (Tab. 3.2.II delle NTC 2018), mentre la Categoria topografica del sito è la **Categoria T1**.

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 18/32



	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

## 8. MODELLAZIONE SISMICA DI BASE

L'O.P.C.M. n.3274 del 20 marzo 2003 ha introdotto una nuova classificazione sismica del territorio italiano, in risposta sia alle nuove conoscenze scientifiche in materia sismica, sia al ripetersi di terremoti che hanno interessato anche zone precedentemente non classificate.

Rispetto alle classificazioni precedenti, l'O.P.C.M. 3274 stabilisce una nuova classificazione sismica del territorio nazionale utilizzando ed aggiornando la classificazione sismica proposta nel 1998 la quale suddivideva il territorio nazionale, attraverso un approccio probabilistico, in tre categorie sismiche a cui si aggiunse un'ulteriore categoria per i comuni non classificati).

La nuova classificazione è invece articolata in 4 zone, ciascuna contraddistinta da un diverso valore dell'accelerazione di picco orizzontale ( $a_g$ ) del suolo di riferimento considerato rigido (suolo di categoria A) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, eliminando di fatto la presenza di aree del territorio classificate come non sismiche; in questo modo, a ciascuna area del territorio nazionale viene attribuito un differente livello di protezione sismica.

Zona sismica di riferimento	Intervallo di pertinenza della PGA (10% in 50 anni)	$a_{g,max}$
<b>1</b>	$0,25 < a_g \leq 0,35 \text{ g}$	0,35 g
<b>2</b>	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g
<b>3</b>	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g
<b>4</b>	$a_g \leq 0,05 \text{ g}$	0,05 g


Tabella 1 – Valori dell'accelerazione di picco orizzontale  $a_g$  in funzione della zona sismica di riferimento

Secondo questa classificazione sismica del territorio italiano, il Comune di Leverano (LE) ricade in **zona 4** (ossia zona con pericolosità sismica molto bassa e dove le possibilità di danni sismici sono basse), con un'accelerazione orizzontale massima convenzionale attesa pari a 0,05 g, per un suolo di categoria A.

### 8.1 Vita nominale, Classi d'uso e Periodo di Riferimento

La svolta normativa introdotta dalle precedenti Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) è relativa all'introduzione di un nuovo elemento metodologico nella stima della pericolosità sismica di base, la quale non risulta più legata esclusivamente alla zona sismica di appartenenza, ma al

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 19/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

valore di accelerazione massima orizzontale attesa nello specifico sito, definita su un reticolo molto fitto di punti.

Secondo tali norme, nella realizzazione delle costruzioni, bisogna fare riferimento a degli *stati limite* che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* dell'opera.

Quindi, per poter stimare l'azione sismica da considerare per la progettazione della struttura in oggetto, bisognerà stabilire:

- la vita nominale dell'opera ( $V_N$ ), che, congiuntamente al valore della classe d'uso  $C_U$  (così come definito nella Tab. 2.4.II delle NTC 2018), permette di determinare il periodo di riferimento dell'azione sismica  $V_R$ ;
- il periodo di ritorno  $T_R$  dell'azione sismica, determinato in funzione della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  dello stato limite considerato.

Ai sensi della classificazione operata dalle NTC 2018 al punto 2.4.2 – *Classi d'uso* la piattaforma in oggetto, è stata progettata in **Classe II**. La struttura è altresì identificabile nel **Tipo di Costruzione 2** (opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale) come definito dal punto 2.4.1 delle NTC 2018.

Alla luce di quanto sopra, l'opera in oggetto deve essere progettata per resistere, oltre alle azioni naturali ed antropiche, ad un sisma avente periodo di ritorno  $V_R$  pari a:

$$V_R = V_N \times C_U \geq 50 \text{ anni}$$

nella quale:


- $V_N \geq 50$  anni è la Vita Nominale dell'opera, come definita al punto 2.4.1 delle NTC 2018 per tipo di costruzione 2;
- $C_U = 1,0$  è il Coefficiente d'Uso, come definito al punto 2.4.3 delle NTC 2018 (di seguito riportata) per strutture in classe d'uso II.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

## 8.2 Stati Limite, Probabilità di Superamento e Periodo di Ritorno

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 20/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione, superata la quale, l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.


Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).


Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 21/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento  $P_{VR}$ , ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento  $V_R$ , si verifichi almeno un evento sismico ( $n \geq 1$ ) di accelerazione orizzontale massima del suolo prefissata avente frequenza media annua di ricorrenza  $\lambda=1/T_R$  ( $T_R$  = periodo di ritorno).

Stati Limite	<b><math>P_{VR}</math> : Probabilità di superamento <math>V_R</math></b>	
<b>Stati limite di esercizio (SLE)</b>	SLO	81 %
	SLD	63 %
<b>Stati limite ultimi (SLU)</b>	SLV	10 %
	SLC	5 %

Tabella 2 – Probabilità di superamento  $P_{VR}$  al variare dello stato limite considerato

Il Tempo di Ritorno  $T_R$  per l'azione sismica, espresso in anni, viene calcolato tramite la seguente espressione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Nel caso oggetto di studio, essendo  $V_R = 50$  anni, il tempo di ritorno per l'azione sismica sarà per gli stati limite considerati

Stati Limite		Valori (in anni) del periodo di ritorno $T_R$ per il periodo di riferimento $V_R = 50$ anni
<b>Stati limite di esercizio (SLE)</b>	SLD	50
<b>Stati limite ultimi (SLU)</b>	SLV	475

Tabella 3 – Valori (in anni) del periodo di ritorno  $T_R$  per il periodo di riferimento  $V_R = 50$  anni


### 8.3 Pericolosità sismica di base

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC 2018, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali, sulla scorta di quanto indicato nell'allegato A delle precedenti NTC 2018. Le forme spettrali previste dalle NTC 2018 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei seguenti parametri fondamentali:


$a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 22/32



	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

I valori di questi parametri, forniti nella tabella contenuta nell'Allegato B delle precedenti NTC 2018, per i 10751 punti del reticolo di riferimento del territorio nazionale, sono identificati da coordinate geografiche di longitudine e latitudine.

#### 8.4 Stima della pericolosità sismica di sito

Le sollecitazioni generate da un evento sismico dipendono dalle particolari condizioni locali, ossia dalle caratteristiche topografiche, litografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi, nonché dalle proprietà fisico-meccaniche che li costituiscono.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare la risposta sismica locale in funzione delle categorie di sottosuolo riportate all'interno delle tabelle Tab. 3.2.I e Tab. 3.2.II delle NTC 2018.


La stima della pericolosità sismica locale dell'area interessata dai lavori è stata eseguita considerando una **Categoria sottosuolo "C"**, ossia *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*, ed una **Categoria topografica T1**: *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°.*


I parametri sismici ricavati per il luogo di riferimento, riportati in funzione degli stati limite considerati, sono riportati di seguito in tabella:

STATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
<b>SLD</b>	50	0,0195	2,372	0,22
<b>SLV</b>	475	0,0503	2,416	0,52

Tabella 4 - Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno Stato Limite

Di seguito si riportano, infine, i diagrammi degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali per gli stati limite considerati. Nello specifico vengono confrontati lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5 NTC 2018 (di colore rosso) e lo Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 NTC 2018 (di colore nero).

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 23/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

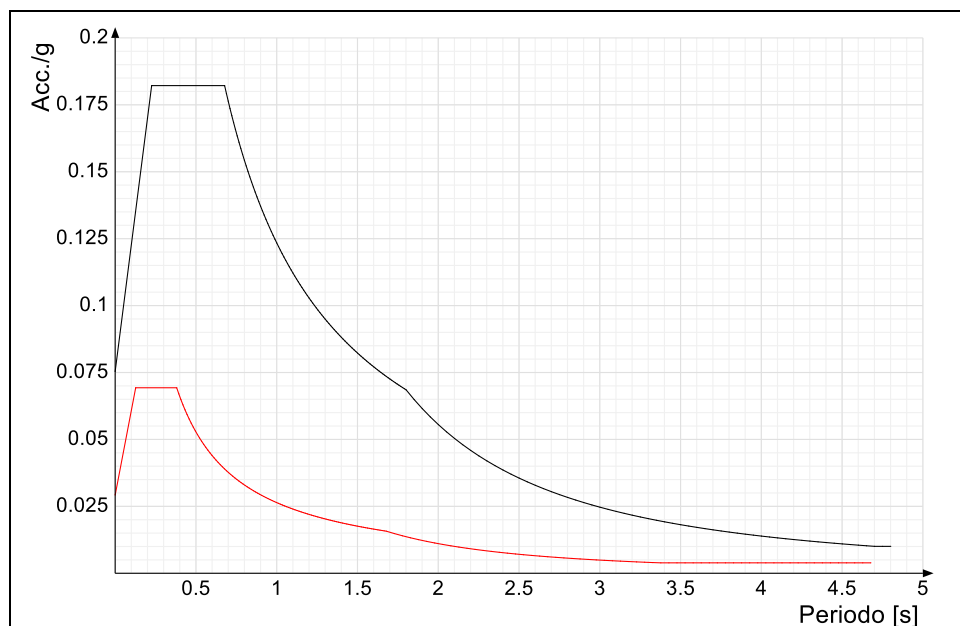


Figura 12 - Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontale lungo X degli stati limite **SLD** e **SLV**

Di seguito invece vengono confrontati lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5 NTC 2018 (di colore rosso) e Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5 NTC 2018 (di colore nero).

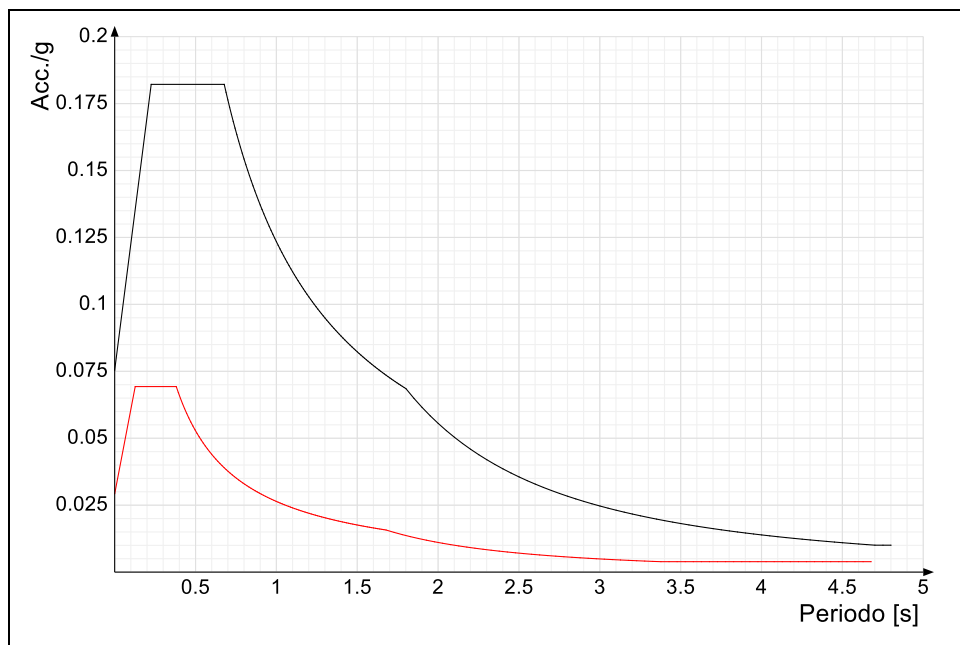




Figura 13 - Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontale lungo Y degli stati limite **SLD** e **SLV**

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 24/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

## 9. CAPACITA' PORTANTE E DEFORMABILITA' DEI TERRENI DI FONDAZIONE

La verifica di capacità portante delle fondazioni superficiali viene eseguita mediante formulazioni di letteratura geotecnica, considerando le caratteristiche dei terreni sottostanti al piano di posa della stesse fondazioni, in base alla stratigrafia associata.

La portanza di una fondazione rappresenta il carico ultimo trasmissibile al suolo prima di arrivare alla rottura del terreno. Le formule di calcolo presenti in letteratura sono nate per la fondazione nastriforme indefinita, ma aggiungono una serie di termini correttivi per considerare le effettive condizioni al contorno della fondazione, esprimendo la capacità portante ultima in termini di pressione limite agente su di una fondazione equivalente soggetta a carico centrato.

La valutazione della *capacità portante* dei terreni di fondazione è stata eseguita attraverso la relazione di *Brinch-Hansen*, a seconda della profondità del piano di posa e delle dimensioni caratteristiche delle fondazioni in esame.

Nei paragrafi successivi viene descritto mediante una sintetica trattazione generale il Metodo di Brinch-Hansen, utilizzato ai fini della determinazione della capacità portante dei terreni di fondazione.

### 9.1 Metodo di Brinch-Hansen


La capacità portante valutata attraverso la formula di Brinch-Hansen risulta, nel caso generale:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

dove:

- $\gamma'$  = peso di volume efficace dello strato di fondazione;
- $B$  = larghezza efficace della fondazione ( $B = B_f - 2e$ );
- $L$  = lunghezza efficace della fondazione ( $L = L_f - 2e$ );
- $c$  = coesione dello strato di fondazione;
- $q$  = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;
- $N_\gamma, N_c, N_q$  = fattori di capacità portante;
- $s_\gamma, s_c, s_q$  = fattori di forma della fondazione;
- $d_\gamma, d_c, d_q$  = fattori di profondità del piano di posa della fondazione;
- $i_\gamma, i_c, i_q$  = fattori di inclinazione del carico;

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 25/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

- $b_\gamma, b_c, b_q$  = fattori di inclinazione della base della fondazione;
- $g_\gamma, g_c, g_q$  = fattori di inclinazione del piano campagna.

Per la teoria di Brinch-Hansen i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg} \phi; \quad N_q = \text{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \phi)}; \quad N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tg} \phi$$

$$s_c = 1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_q}{N_c}; \quad s'_c = 0.2 \cdot \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \text{tg} \phi; \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot k; \quad d'_c = 0.4 \cdot k; \quad d_q = 1 + 2 \cdot k \cdot \text{tg} \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2; \quad d_\gamma = 1$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}; \quad i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{B \cdot L \cdot c_a}}; \quad i_q = \left( 1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \text{ctg} \phi} \right)^5;$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \text{ctg} \phi} \right)^5 \quad (\text{se } \eta=0); \quad i_\gamma = \left( 1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ) \cdot H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \text{ctg} \phi} \right)^5 \quad (\text{se } \eta>0)$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g_q = (1 - 0.5 \cdot \text{tg} \beta)^5; \quad g_\gamma = g_q$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b_q = e^{(-2 \cdot \eta \cdot \text{tg} \phi)}; \quad b_\gamma = e^{(-2.7 \cdot \eta \cdot \text{tg} \phi)}$$

$$\text{dove: } k = \frac{D}{B_f} \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} \leq 1); \quad k = \text{arctg} \left( \frac{D}{B_f} \right) \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} > 1)$$

nelle quali i simboli riportati rappresentano:

- $\phi$  = angolo di attrito dello strato di fondazione;
- $c_a$  = aderenza alla base della fondazione;
- $\eta^0$  = inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale (pari a 0 se orizzontale);
- $\beta$  = inclinazione del pendio;
- $H$  = componente orizzontale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;
- $V$  = componente verticale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;
- $D$  = profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna.


## 9.2 Influenza del sisma sulla capacità portante

La capacità portante nelle combinazioni sismiche viene valutata mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica.

L'effetto inerziale prodotto dalla struttura in elevazione sulla fondazione può essere considerato tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione (rapporto tra forze  $T$  parallele al piano di posa e carico

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 26/32



	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

normale N) e dell'eccentricità (rapporto tra momento M e carico normale N) delle azioni in fondazione, e produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite, oltre alla riduzione dell'area efficace.

L'**effetto cinematico** si manifesta per effetto dell'inerzia delle masse del suolo sotto la fondazione come una riduzione della resistenza teorica calcolata in condizioni statiche; tale riduzione è in funzione del coefficiente sismico orizzontale  $k_h$ , cioè dell'accelerazione normalizzata massima attesa al suolo, e delle caratteristiche del suolo. L'effetto è più marcato su terreni granulari, mentre nei suoli coesivi è poco rilevante.

Per tener conto nella determinazione del carico limite di tali effetti inerziali vengono introdotti nelle combinazioni sismiche anche i fattori correttivi (earthquake), valutati secondo **Paolucci e Pecker**:

$$e_q = \left(1 - \frac{k_h}{tg\phi}\right)^{0.35} ; \quad e_c = 1 - 0.32 \cdot k_h ; \quad e_\gamma = e_q$$

Per ottenere il valore di calcolo della capacità portante tale valore deve essere ridotto attraverso il fattore previsto dalla vigente normativa ( $\gamma_R = 2,3$ , relativo all'Approccio 2, tab. 6.4.I NTC 2018).

$$Q_{ult,d} = Q_{ult} / \gamma_R$$


La verifica di capacità portante consiste nel provare che l'azione di progetto  $E_d$ , data dalla componente della risultante delle forze in direzione normale al piano di posa, sia minore o uguale della resistenza di progetto  $R_d$ , data dal valore della forza normale al piano di posa cui corrisponde il raggiungimento del carico limite ( $q_{ult,d}$ ) nei terreni di fondazione (p.to 6.4.2.1 circ. 617/09):


$$E_d \leq R_d$$

Tale verifica viene condotta in automatico dal software di calcolo SismiCAD, che provvede eventualmente a segnalare se tale condizione non è verificata. All'interno delle relazioni di calcolo relative alle singole opere oggetto di progettazione si riportano le verifiche analitiche della capacità portante di ciascuna opera strutturale, oltre alle mappe con l'indicazione delle tensioni di compressione massime previste.

- *Modulo di sottofondo (rigidezza alla Winkler)*

Nel calcolo delle strutture, la modellazione del suolo è stata effettuata ricorrendo al classico e storicamente consolidato modello alla Winkler caratterizzato da molle elastiche distribuite aventi un valore che potesse rappresentare al meglio la rigidezza del terreno di fondazione. Il coefficiente

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 27/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

di reazione del terreno è per definizione il rapporto fra carico e cedimento; in un terreno reale il cedimento dipende, oltre che dal carico applicato e dalle proprietà del terreno, dalla forma e dimensioni della fondazione e dalla stratigrafia del terreno. **In definitiva il coefficiente di reazione non è quindi una proprietà del terreno e non può essere definito con riferimento al solo terreno, ma deve anche essere riferito alla dimensione e forma della fondazione.**

Il valore del *modulo di sottofondo*  $K_{soil}$  (o *costante di Winkler* o rigidezza alla Winkler) è calcolato in automatico dal software SismiCAD sulla base dei dati geotecnici del terreno di fondazione precedentemente individuati, desumendolo da formulazioni di letteratura geotecnica, in funzione della geometria e delle caratteristiche del suolo compreso nel bulbo di influenza delle tensioni. La formulazione adottata è quella di Vesic, nella quale la rigidezza  $K_{soil}$  è direttamente proporzionale al modulo elastico  $E_s$  del terreno ed inversamente al lato minore della fondazione: tale formulazione si differenzia a seconda che il calcolo riguardi le travi di fondazione o le piastre di fondazione.

Per le travi  $K_s$  viene calcolato usando la forma semplificata, valida per travi di lunghezza infinita: in cui:

- $K_s$  modulo di sottofondo alla Winkler;
- $B$  la larghezza della fondazione ovvero la larghezza dell'impronta dell'eventuale strato di cls magro se presente;
- $E_s$  modulo elastico del suolo nel bulbo di interesse, preso pari a  $2,5 \cdot B$ ;
- $\nu$  modulo di Poisson del suolo nel bulbo di interesse, preso pari a  $2,5 \cdot B$ ;

Il valore calcolato viene in seguito corretto con un fattore di forma alla Terzaghi, il fattore correttivo:

$C = (m + 0,5) / (1,5 \cdot m)$ , ottenendo il valore assunto nei calcoli:

$$K = K_s \cdot C$$


dove  $m = l/b$  è il rapporto tra i lati dell'impronta.

- Per le piastre, che rappresentano l'oggetto del presente progetto, il valore di  $K_s$  viene ricavato con la formulazione intera per le due direzioni, usando come base  $B$  ciascuna delle due lunghezze  $L_1$  ed  $L_2$  e in seguito fatta una media:

$$k_s = 0.65 \cdot \sqrt[12]{\frac{E_s \cdot B^4}{E_f \cdot I_f}} \cdot \frac{E_s}{B \cdot (1 - \nu^2)}$$

nella quale, oltre alle quantità precedentemente specificate, troviamo:


	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 28/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

- $E_f$  modulo elastico del materiale della fondazione;
- $I_f$  modulo di inerzia della fondazione (nel senso longitudinale);

**Si sottolinea altresì che i valori del coefficiente di sottofondo ottenuti dal calcolo sono stati confrontati con valori di riferimento disponibili in letteratura, pertanto i dati effettivamente utilizzati nel progetto sono stati selezionati in maniera cautelativa. Occorre altresì ricordare che per la natura del modello di fondazione su suolo elastico ipotizzato, il comportamento delle strutture e le conseguenti pressioni sul terreno sono poco sensibili alle variazioni anche cospicue di  $K_s$  (si veda il cap.9 del Bowles, Fondazioni).**

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 29/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

## 10. CONCLUSIONI

L'area oggetto degli interventi di rimozione della fonte di contaminazione primaria, rappresentata dalla coltre di RSU e dal relativo terreno di copertura superficiale, è costituita da una ex discarica. Al fine di ricostruire le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area interessata dalla presenza dei rifiuti sono stati consultati tutti i dati emersi dalle indagini geognostiche eseguite nel precedente PdC 2004, con relative prove geotecniche di laboratorio, oltre che i risultati delle analisi chimiche sui campioni di terreno e rifiuto prelevati nel novembre del 2020.

In particolare, dal punto di vista geotecnico, sono state prese in considerazioni soprattutto quelle litologie presenti al di fuori del cumulo dei rifiuti poiché utili alla definizione del modello geotecnico del suolo/sottosuolo dove sarà realizzato un basamento in calcestruzzo per la movimentazione e la vagliatura dei rifiuti estratti. In particolare per la definizione del modello geologico di progetto è stata utilizzata la stratigrafia ricostruita con il sondaggio S4 posto nelle immediate vicinanze dell'area dove sarà realizzato il basamento in cls.

**Il suolo/sottosuolo di fondazione è costituito, a meno di un sottile livello di terreno naturale/vegetale dello spessore di massimo 0,60 cm, da limi ghiaiosi a media consistenza e plasticità passanti a limi sabbiosi debolmente ghiaiosi che verso il basso sono seguiti da sedimenti marcatamente argillosi e siltosi (spessore di 9,4 m in corrispondenza del sondaggio S4).**


Da un punto di vista idrogeologico, nell'area di progetto si rinviene un acquifero superficiale la cui superficie piezometrica si attesta intorno ai 4,5 m di profondità dal p.c., oltre alla falda profonda il cui livello piezometrico, allo stato attuale, si attesta a quote di circa 1,5 m s.l.m., ossia a circa - 38,5 m di profondità dal p.c..

Secondo le Disposizioni del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (**P.T.A.**) il sito di progetto ricade nelle aree di interesse da contaminazione salina, ma di fatto, il progetto non prevede la realizzazione di nuove opere di captazione di acque sotterranee se non quelle finalizzate al monitoraggio delle stesse.

Il progetto di rimozione dei rifiuti non comporta modifica del regime di tutela con specifico riferimento alla ricarica naturale della falda, ed anzi ha finalità di evitare che gli stessi rifiuti rimangano a contatto con il suolo/sottosuolo e quindi di continuare ad essere lisciviati dalle acque di infiltrazione meteorica.

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 30/32



	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

Pertanto, l'intervento di progetto rispetta le direttive di tutela del PTA della Regione Puglia anche perché non è prevista la realizzazione di alcuna opera di captazione delle acque sotterranee ma esclusivamente n. 2 piezometri (uno a valle ed uno a monte rispetto alla direzione di scorrimento della falda profonda) per il monitoraggio della falda profonda.

Per la definizione del modello geologico, è stata presa come riferimento la stratigrafia ricostruita in corrispondenza del sondaggio S4 realizzato, nel precedente PdC, nei pressi dell'area dove sarà realizzata la piattaforma di selezione: nello specifico, per quei litotipi riconducibili a

- *Terreno di copertura naturale/vegetale (spessore 0,6 m)*

Costituito da terreni limoso sabbiosi talvolta con inclusi lapidei centimetri ed a basso contenuto argilloso, con presenza di apparati radicali e resti vegetali si sono considerate le seguenti caratteristiche:

- Peso di volume  $\gamma = 1,5 \text{ t/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 12^\circ$
- Modulo Edometrico  $E = 15 \text{ daN/cm}^2$
- Coesione  $c = 0 \text{ daN/cm}^2$

- *Limi ghiaiosi a media consistenza e plasticità passanti a limi sabbiosi debolmente ghiaiosi passanti verso il basso a sedimenti marcatamente argillosi e siltosi (Pleistocene inferiore-medio) (spessore 9,4 m)*


Si è in presenza di limi sabbiosi con argilla anche se si sono riscontrate significative variazioni nelle dimensioni dei grani dei rispettivi campioni esaminati:

- il contenuto naturale in acqua varia da valori minimi del 14 % a massimi del 43 %;
- il peso di volume naturale presenta invece minimi di  $1.75 \text{ gr/cm}^3$  e valori massimi di  $2.11 \text{ gr/cm}^3$  con medie attestate intorno ai  $1.94 \text{ gr/cm}^3$ .

Se ne deduce che questi sedimenti rientrano nelle "argille inorganiche a plasticità da medio-bassa a medio-alta". Le proprietà meccaniche sono state individuate attraverso prove consolidate-drenate svolte al triassiale ed alla scatola di Casagrande, le quali hanno determinato:

- valori della coesione efficace minimi pari a  $0.2 \text{ kg/cm}^2$  e massimi di  $0.6 \text{ kg/cm}^2$  con media di  $0.37 \text{ kg/cm}^2$ ; a questi valori corrispondono angoli di attrito efficaci rispettivamente di  $20^\circ$ ,  $27^\circ$  e  $23.6^\circ$ ;
- Modulo Edometrico  $E_d = 71.5 \text{ Kg/cm}^2$

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 31/32

	COMUNE DI LEVERANO	CA 2020 070
	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA AI SENSI DELL'ART. 240 C.1 LETT. M) D.LGS. 152/06 MEDIANTE RIMOZIONE DELLA SORGENTE DI CONTAMINAZIONE PRIMARIA EX DISCARICA IN LOCALITÀ "LI PAMPI" <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	

Sulla base di tutti i dati sopra citati si è ipotizzata la classificazione del sottosuolo di fondazione oggetto di intervento in **Categoria C** (Tab. 3.2.II delle NTC 2018), mentre la Categoria topografica del sito è la **Categoria T1**.

Per definire la pericolosità sismica di base e quindi le azioni di progetto, sono state definite le relative forme spettrali sulla scorta di quanto indicato nell'allegato A delle precedenti NTC2018. Le forme spettrali previste dalle NTC2018 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei seguenti parametri fondamentali:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_{c*}$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori di questi parametri per il sito di progetto sono i seguenti:

- $A_g/g$  (SLD) = 0,0195
- $F_0$  (SLD) = 2,372
- $T_{c*}$  (SLD) = 0,22 s
- $A_g/g$  (SLV) = 0,0503
- $F_0$  (SLV) = 2,416
- $T_{c*}$ (SLV) = 0,52 s

	CAPOGRUPPO ASTRA ENGINEERING SRL	ED.02	REV. 0
	ING. LANDOLFO ANDREA – ING. ERROI MAURO ARCH. URSO PIERPAOLO	RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 32/32