

**ISTANZA DI VIA**  
**(Artt. 23-24-25 del D. Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.)**

COMMITTENTE



**SUN LEGACY srl**

Via Nairobi 40  
00144 Roma (RM)  
P.I. 16736831005  
PEC sunlegacy@legalmail.it  
Numero REA RM - 1672772

PROGETTISTI INCARICATI

**Dott. Geol. MARCO PILIA**

STUDIO PROFESSIONALE IN via Catalani n.7 CAGLIARI  
C.F. PLIMRC70C09P580Y - P.IVA 02624180929  
tel. +39 393 3197536 - mail: piliamarco@hotmail.it  
pec: piliamarco@epap.sicurezza postale.it  
Iscritto all'Ordine dei Geologi della Sardegna n. 471




**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO  
E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN**  
**Potenza nominale 40,896 MWp**  
*Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)*

TITOLO ELABORATO


**RELAZIONE SISMICA DI BASE**

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
00		Definitivo	Maggio 2024		RELAPROG023B
REV.	DATA	DESCRIZIONE	SCALA		IDENTIFICATORE

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl <small>Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA RM - 1672772</small>	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>	
	<b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN</b> <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>		<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
			<b>Fg.1 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>

## Indice

1	PREMESSA.....	2
1.1	Normativa di riferimento .....	2
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, CARTOGRAFICO, CATASTALE E URBANISTICO .....	3
2.1	Inquadramento geografico.....	3
2.2	Inquadramento cartografico.....	5
2.3	Inquadramento catastale .....	7
3	ANALISI E DESCRIZIONE DELLA SISMICITÀ STORICA.....	9
4	MODELLAZIONE SISMICA .....	11
4.1	Definizione delle forme spettrali definite dalle NTC2018.....	11
4.2	Parametri del nodo sismico di riferimento.....	12
4.2.1.	Parametri VN e CU.....	12
4.2.2.	Parametri spettrali .....	13
4.3	Parametri di risposta sismica locale .....	14
4.3.1.	Calcolo della $V_{s,eq}$ per la definizione della categoria del suolo di fondazione .....	14
4.5.	Accelerazione massima attesa in superficie .....	15
	In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale è possibile valutare l'accelerazione massima attesa al sito mediante la relazione: .....	15
4.6	Accelerazione massima attesa in superficie .....	16
5	VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE.....	18

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl <small>Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA RM - 1672772</small>	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>	
	<b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN</b> <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>		<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
			<b>Fg.2 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>

## 1 PREMESSA


In seguito all'incarico conferitomi dalla SUN LEGACY Srl, con Sede in Roma, Via Nairobi, 40, il sottoscritto Dott. Geol. Marco Pilia, con studio in Via Catalani, 7 Cagliari, ha elaborato la presente Relazione Sismica nell'ambito di un "PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN Potenza nominale 40,896 MWp da realizzarsi in Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR) "

La relazione sismica è stata redatta sulla base dei risultati di indagini sismiche Tipo MASW eseguite in aree limitrofe a quella di interesse.

### 1.1 Normativa di riferimento

La presente relazione è redatta in conformità alle disposizioni delle seguenti norme:

- **Decreto 17 gennaio 2018.** Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».
- **Circolare C.S. LL.PP. n. 617** del 02.02.2009 «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Normative tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008».

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl <small>Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA RM - 1672772</small>	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>	
	<b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN</b> <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>		<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
			<b>Fg.3 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, CARTOGRAFICO, CATASTALE E URBANISTICO

### 2.1 Inquadramento geografico


L'area in oggetto è ubicata, **Fig. 2.1/A**, nella Sardegna centro-occidentale, in sponda sinistra del Riu Siurru. Dal punto di vista amministrativo l'area ricade interamente in agro del Comune di Arborea (OR).

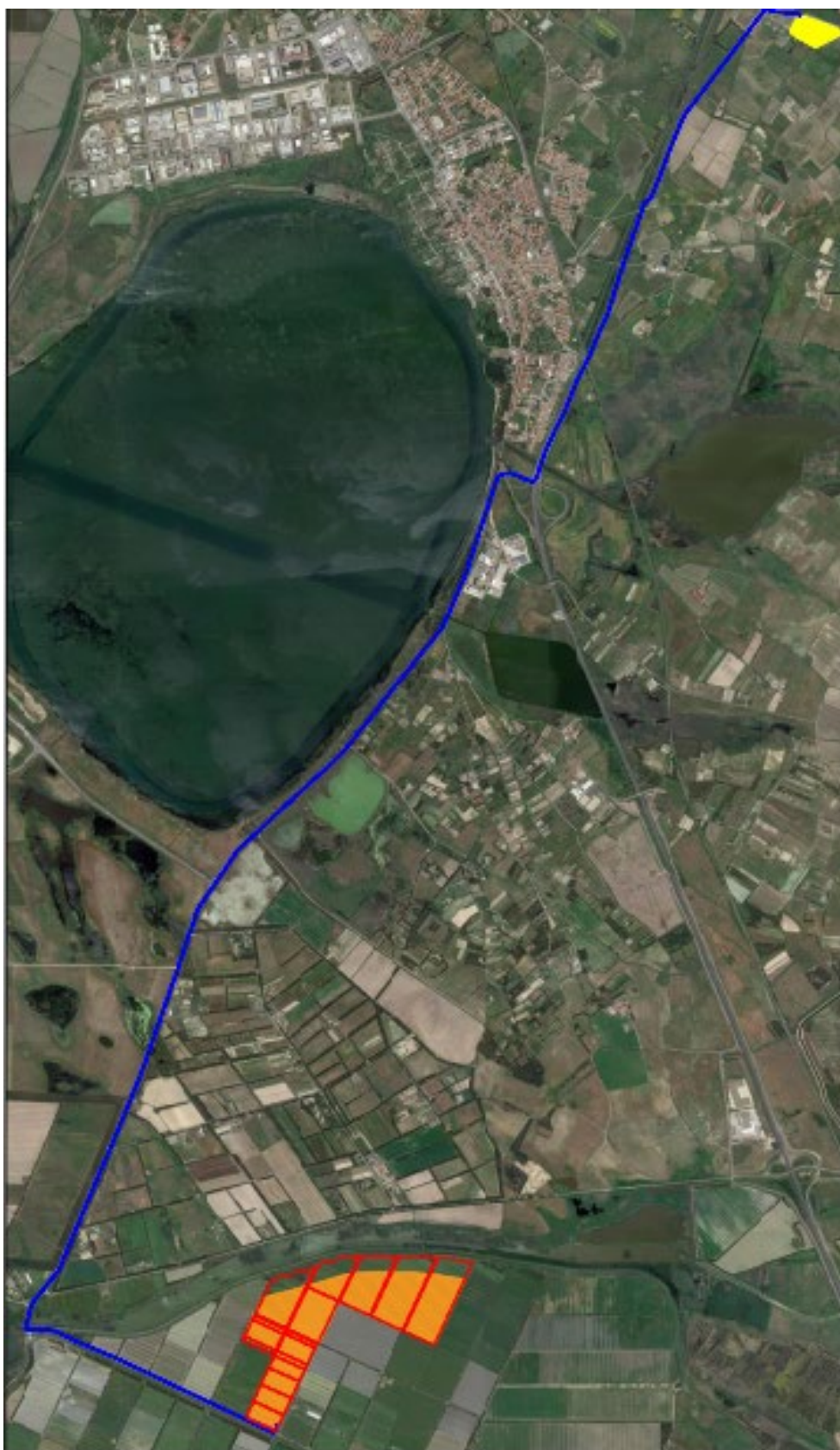
La quota media s.l.m è di 1 m.

A N e a S è delimitata da strade comunali mentre, a E e a O con aree agricole.


L'area che si estende su una superficie di circa 53 Ha dista 5 km dal centro abitato di Arborea.

Il sito è raggiungibile percorrendo la SP49.

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl <small>Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA RM - 1672772</small>	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>		
	<b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN</b> <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>			<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
				<b>Fg.4 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>



**Fig. 2.1/A:** vista aerea del settore su cui insiste l'impianto FV in progetto e relativo cavidotto

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl <small>Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA RM - 1672772</small>	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>	
	<b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN</b> <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>		<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
			<b>Fg.5 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>


## 2.2 Inquadramento cartografico

Nella cartografia ufficiale dell'IGM in scala 1:50000 e 1:25000:

- nel foglio dell'IGM;
- nel Foglio 528 Il "Oristano Sud"; **Fig. 2.2/A**


Nel C.T.R. numerico della Regione Sardegna in scala 1:10.000:

- nella Sezione 528110 " Foce del Tirso";
- nella Sezione 528120 "Santa Giusta";
- nella Sezione 528150 "S'Ena Arrubia";
- nella Sezione 528160 "Sant'Anna.

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA RM - 1672772	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>	
	<b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO          E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN          Potenza nominale 40,896 MWp          Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</b>			<b>Incarico Gennaio 2024</b>
				<b>Rev. 0</b>



**Fig. 2.2/A:** stralcio del Foglio 28 sez. II "Oristano Sud" dell'I.G.M. in scala 1:25000.

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA RM - 1672772	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>		
	<b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO          E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN</b> <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>			<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
				<b>Fg.7 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>




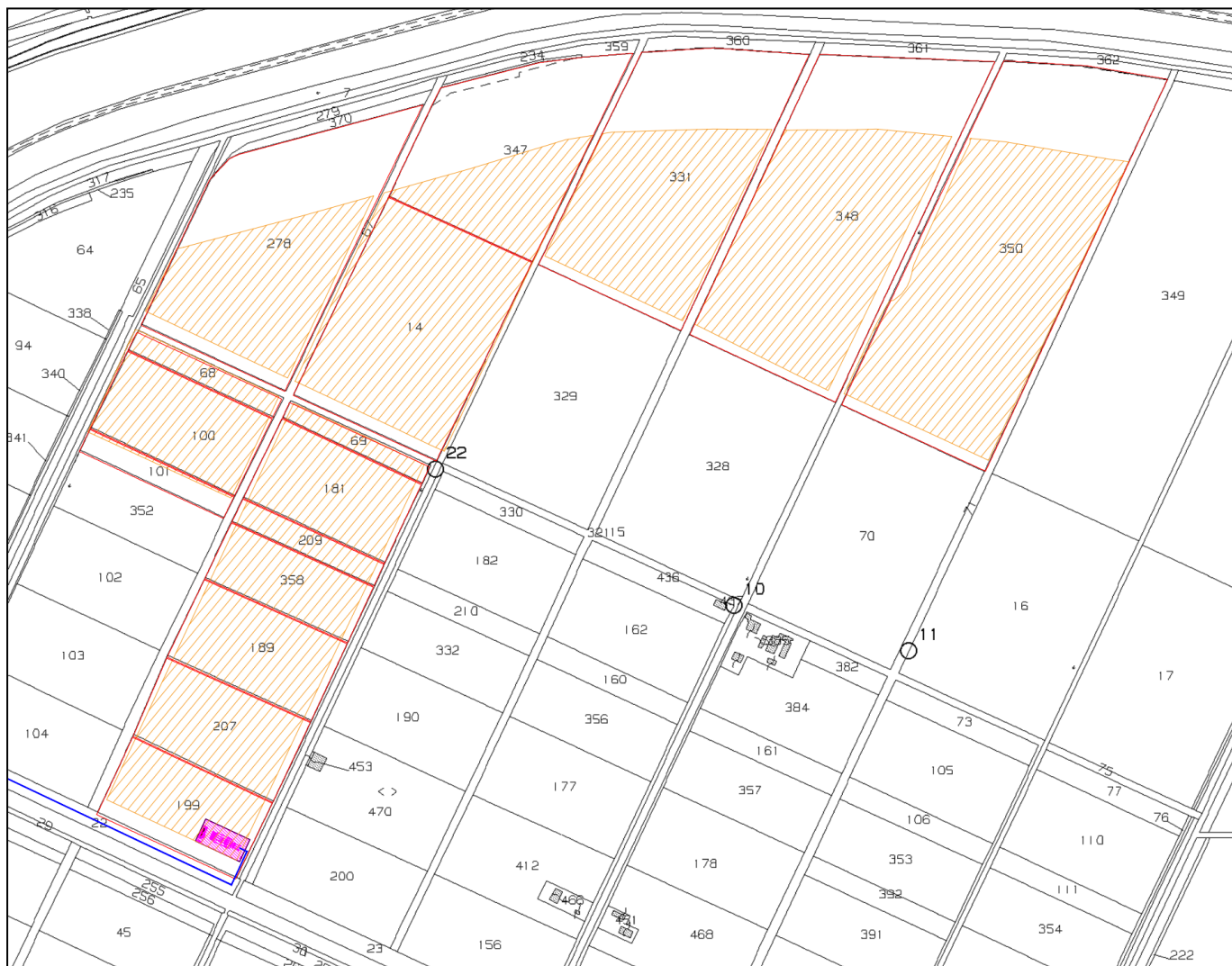
**Fig. 2.2/C:** Vista aerea dell'area interessata dall'impianto FV

### 2.3 Inquadramento catastale

Nel N.C.T. del comune di Arborea la superficie di interesse è contenuta nel foglio 2, **Fig. 2.3/A** e mappali di **Tab. 2.3/A** per una superficie complessiva di 523.600 m<sup>2</sup>




<b>COMMITTENTE:</b>   <b>SUN LEGACY srl</b> Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA - RM - 1672772	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>		
	<b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO          E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN</b> <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <b>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</b>			<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
				<b>Fg.8 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>



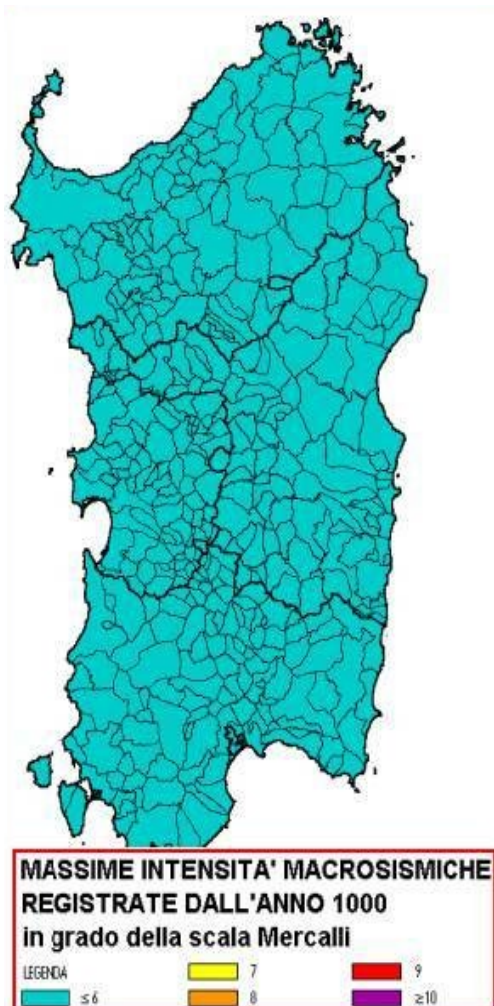
**Fig. 2.3/A:** stralcio dei fogli 2 del NCT di Arborea

PARTICELLARE IMPIANTO									
Comune di ARBOREA									
Foglio	Particella	Sub	Superficie				Nominativo Proprietario	Dati anagrafici	Qualità
			ha	are	ca	mq			
2	14		5	21	85	52.185	COSTELLA ANGELO ANTONIO	ARBOREA (OR) 05/03/1939 C.F.	SEMINATIVO IRRIGUO
2	68			50	80	5.080	SIMONE ISABELLA	MINERVINO MURGE (BT) 28/01/1953 C.F. SMNSLL53A68F220C	SEMINATIVO IRRIGUO
2	69			43	53	4.353	COSTELLA ANGELO ANTONIO	MINERVINO MURGE (BT) 28/01/1953 C.F. SMNSLL53A68F220C	SEMINATIVO IRRIGUO
2	100	2		13	90	21.390	SIMONE ISABELLA	MINERVINO MURGE (BT) 28/01/1953 C.F. SMNSLL53A68F220C	SEMINATIVO IRRIGUO
2	101			53	0	5.300	SIMONE ISABELLA	MINERVINO MURGE (BT) 28/01/1953 C.F. SMNSLL53A68F220C	SEMINATIVO IRRIGUO
2	181	2		9	21	20.921	COSTELLA ANGELO ANTONIO	MINERVINO MURGE (BT) 28/01/1953 C.F. SMNSLL53A68F220C	SEMINATIVO IRRIGUO
2	189	2		5	86	20.586	MICHIELAN GIOVANNI	TERRALBA (OR) 15/06/1967 C.F. MCHGNN67H15L122R	SEMINATIVO IRRIGUO
2	199	2		4	29	20.429	MICHIELAN GIOVANNI	TERRALBA (OR) 15/06/1967 C.F. MCHGNN67H15L122R	SEMINATIVO IRRIGUO
2	207	2		7	19	20.719	MICHIELAN GIOVANNI	TERRALBA (OR) 15/06/1967 C.F. MCHGNN67H15L122R	SEMINATIVO IRRIGUO
2	209			51	95	5.195	COSTELLA ANGELO ANTONIO	MINERVINO MURGE (BT) 28/01/1953 C.F. SMNSLL53A68F220C	SEMINATIVO IRRIGUO
2	278			5	98	59.800	SIMONE ISABELLA	MINERVINO MURGE (BT) 28/01/1953 C.F. SMNSLL53A68F220C	SEMINATIVO
2	331			6	65	66.530	FARINELLO FEDERICO	ORISTANO (OR) 26/08/1973 C.F. FRNFR73M26G113E	SEMINATIVO IRRIGUO
2	347			4	19	41.925	FARINELLO FEDERICO	ORISTANO (OR) 26/08/1973 C.F. FRNFR73M26G113E	SEMINATIVO IRRIGUO
2	348		8	50	90	85.090	ZEDDA ELISA	SAN NICOLO' D'ARCIDANO (OR) 12/02/1959 C.F. ZDDLSE59B52A368U	SEMINATIVO/SEMIN. IRRIGUO/INCOLTO PROD
							RIU GIUSEPPE	VILLANOVA MONTELEONE (SS) 19/07/1950 C.F. RIUGPP50L19L989A	
2	350		9	85	40	98.540	COLLURA ANGELO	ORISTANO (OR) 10/09/1980 C.F. CLLNGL80P10G113T	SEMINATIVO/SEMIN. IRRIGUO
							COLLURA RICCARDO	ORISTANO (OR) 27/12/1981 C.F. CLLRCR81T27G113W	
2	358			1	55	82	15.582	MICHIELAN GIOVANNI	TERRALBA (OR) 15/06/1967 C.F. MCHGNN67H15L122R
TOTALE			<b>54</b>	<b>36</b>	<b>25</b>	<b>543.625</b>			

**Tab. 2.3/A:** foglio, mappale e superficie delle aree interessate dalle opere in progetto

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA: RM - 1672772	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>		
	<b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO          E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN</b> <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>			<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
				<b>Fg.9 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>

### 3 ANALISI E DESCRIZIONE DELLA SISMICITÀ STORICA



**Fig. 3/A:** Massime intensità macrosismiche registrate dall'anno 1000 d.c. nel territorio della Regione Sardegna.

Per evidenziare il risentimento dei terremoti passati avvenuti nell'area di studio, è stata ricostruita la storia sismica dei comuni interessati dall'opera in progetto. I dati sono stati tratti dal database disponibile sul web "DBMI15", un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana (a cura di Locati M. et al., 2015), che contiene i dati macrosismici provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$ , e d'interesse nella finestra temporale 1000-2014, che sono stati utilizzati per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15.

Sulla base del database "DBMI15" non sono emersi eventi sismici significativi in Sardegna.

Che la sismicità della Regione Sardegna sia bassa, anzi bassissima, ce lo dicono molti indicatori: l'evoluzione cinematica del Mediterraneo centrale, secondo qualsiasi ricostruzione, ci dice che l'intero blocco sardo-corso è rimasto stabile negli ultimi 7 milioni di anni.


Si tratta, insomma, di eventi di bassa energia, rari, che possono avvenire un po' ovunque; in particolare i terremoti localizzati in mare nel Tirreno Orientale, risultano piuttosto superficiali (profondità inferiori a 20 km).

Dal punto di vista della pericolosità sismica, vale a dire della probabilità di occorrenza di questi eventi, il livello è così basso

che non si riesce a valutare in maniera adeguata e affidabile. Per questi motivi si propone un valore di "default" per tutta la Sardegna di accelerazione massima pari a 0,050 g, cioè un valore di pericolosità prefissato, basso, di cautela per l'intera isola.

Il catalogo storico dei terremoti riporta, infatti, solo 2 eventi nel Nord della Sardegna, entrambi di magnitudo inferiore a 5 (nel 1924 e nel 1948); il catalogo strumentale (sismicità degli ultimi 25 anni registrata dalla rete nazionale) riporta solo alcuni eventi nel Tirreno e pochissimi eventi a Sud della Sardegna (come gli ultimi eventi del marzo 2006), tutti eventi di magnitudo inferiore a 5.

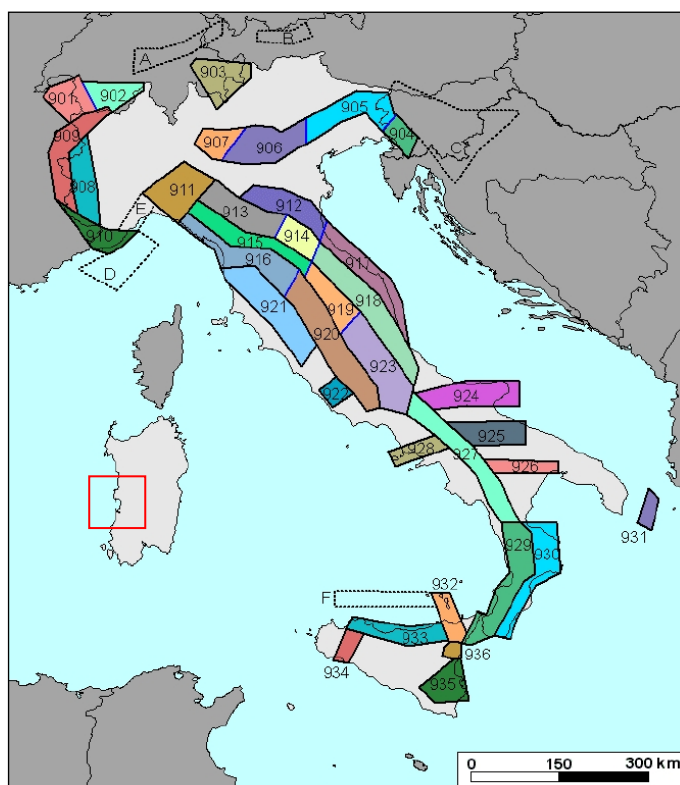
L'evento sismico più forte in Sardegna è stato registrato nel 1948 nella zona tra Castelsardo e Tempio Pausania; fu un terremoto che provocò solo qualche lieve danno. Nel 2006 alcune scosse avvennero nel

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA: RM - 1672772	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>		
	PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>			<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
				<b>Fg.10 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>

Golfo di Cagliari; spaventarono la popolazione ma non fecero danni. La **Fig. 3/B** e la **Tab. 3/A** riassumono le massime intensità macrosismiche registrate nella Regione Sardegna con particolare riferimento ai Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR).


Comune	Lat	Lon	Imax
<b>Arborea</b>	39.181711°N	8.467540°E	<= 6
<b>Santa Giusta</b>	39.881005°N	8.609903°	<= 6

**Tab. 3/A:** Massima intensità macrosismica registrate all'anno 1000 d.c. nel territorio Comunale Arborea e di Santa Giusta.



**Fig. 3/B:** Zonazione sismogenetica ZS9 dell'Italia (Gruppo di lavoro INGV, 2004).

Per quanto riguarda la Sardegna, data la bassa sismicità dell'isola, non è stata ricostruita alcuna zona sismogenetica affidabile (Stucchi ET al., 2007).

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA RM - 1672772	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>	
	PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>		<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
			<b>Fg.11 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>

## 4 MODELLAZIONE SISMICA

La valutazione del terremoto di progetto, cioè dell'evento sismico di riferimento rispetto al quale effettuare il dimensionamento dell'opera, può essere eseguita con metodologie diverse.

### 4.1 Definizione delle forme spettrali definite dalle NTC2018

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (N.T.C.) D.M. 17 gennaio 2018 introducono il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

La "pericolosità sismica di base", costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni e alle strutture connesse con il funzionamento di opere come i metanodotti.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV, <http://esse1.mi.ingv.it/>).

Le N. T. C. introducono il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso l'intero territorio italiano. Le stesse N.T.C. forniscono, per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno  $T_r$  considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno (espressa in  $g/10$ );


$F_0$  = 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.

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito non è sintetizzata più dall'unico parametro ( $a_g$ ), ma dipende dalla posizione rispetto ai nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame (Tabella A1 delle N.T.C.), dalla Vita Nominale e dalla Classe d'Uso dell'opera. I punti del reticolo di riferimento riportati nella Tabella A1 delle N.T.C. hanno un passo di circa 10 km e sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine.

La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica di base dell'INGV, da cui è stata tratta la Tabella A1 delle N.T.C., è caratterizzata da una mappa di pericolosità Sismica del Territorio Nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo rigido (in  $g$ ) in funzione della probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento considerato.

Per tutte le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri gli spettri di risposta sono definiti in base a valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*c$  uniformi su tutto il territorio di ciascuna isola. I valori di tali dati sono riportati nella in **Tab. 4.1/A** (Tabella A2 delle N.T.C.).

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA RM - 1672772	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>		
	<b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO          E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN</b> <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>			<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
				<b>Fg.12 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>

$a_g$	$F_o$	$TC^*$
	<b>TR=30</b>	
<b>0,186</b>	<b>2,61</b>	<b>0,273</b>
	<b>TR=50</b>	
<b>0,235</b>	<b>2,67</b>	<b>0,296</b>
	<b>TR=72</b>	
<b>0,274</b>	<b>2,70</b>	<b>0,303</b>
	<b>TR=101</b>	
<b>0,314</b>	<b>2,73</b>	<b>0,307</b>
	<b>TR=140</b>	
<b>0,351</b>	<b>2,78</b>	<b>0,313</b>
	<b>TR=201</b>	
<b>0,393</b>	<b>2,82</b>	<b>0,322</b>
	<b>TR=475</b>	
<b>0,500</b>	<b>2,88</b>	<b>0,340</b>
	<b>TR=975</b>	
<b>0,603</b>	<b>2,98</b>	<b>0,372</b>
	<b>TR=2475</b>	
<b>0,747</b>	<b>3,09</b>	<b>0,401</b>

**Tab. 4.1/A:** Parametri spettrali della Sardegna per i diversi tempi di ritorno

## 4.2 Parametri del nodo sismico di riferimento

### 4.2.1. Parametri VN e CU

Le azioni sismiche sulle opere vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava puntualmente moltiplicando la Vita Nominale VN per il Coefficiente d'Uso CU.

$$V_R = V_N \cdot C_U$$


La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella **Tab. 4.2.1/A**.

Tipi di costruzione		Vita Nominale VN (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali -Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	<b>Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale</b>	<b>≥ 50</b>
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

**Tab. 4.2.1/A:** Vita nominale delle opere

L'opera in progetto appartiene alle opere ordinarie e quindi con **VN ≥ 50**.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (**Tab. 4.2.1/B**):

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA: RM - 1672772	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>	
	PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>		<b>Incarico Gennaio 2024</b>	<b>Fg.13 di 18</b> <b>Rev. 0</b>

Classe	Descrizione
<b>Classe I</b>	Costruzione con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli
<b>Classe II</b>	<b>Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.</b>
<b>Classe III</b>	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. □
<b>Classe IV</b>	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

**Tab. 4.2.1/B:** classi d'uso

Secondo la **Tab. 4.2.1/B** l'opera ricade in **classe II "Opere ordinarie"**

Applicando la seguente formula:

$$T_R = (1 - P_{VR}) = -C_U V_N / \ln(1 - P_{VR})$$

si ottiene il periodo di riferimento. In **Tab. 4.2.1/C** sulla base delle classi d'uso, e della vita nominale e dei relativi valori di  $V_N$  e  $C_U$ , si riportano i valori di riferimento.

Vita nominale	Classe d'Uso dell'opera	Periodo di riferimento per l'azione sismica	Rif. legislativo
Opere ordinarie di importanza normale $V_N \geq 50$ anni	Classe II $C_U = 1,0$	$V_R \geq 50$	N.T.C. Tab. 2.4.I/ Istruzioni N.T.C./Decreto dal capo dipartimento della Protezione Civile nr. 3685 del 21/10/2003.

**Tab. 4.2.1/C:** Classi d'uso e tempi di riferimento


In relazione ai diversi stati limite si ottengono i tempi di ritorno  $T_R$  di **Tab. 4.2.1/D**

<b>Stati limite d'esercizio</b> <b>SLE</b>	<b>SLO</b>	$T_R = 30$ anni
	<b>SLD</b>	$T_R = 50$ anni
<b>Stati limite ultimi</b> <b>SLU</b>	<b>SLV</b>	$T_R = 475$ anni
	<b>SLC</b>	$T_R = 975$ anni

**Tab. 4.2.1/D:** valori di  $T_R$  per i diversi stati limite calcolati per  $V_R \geq 50$

#### 4.2.2. Parametri spettrali

Nella **Tab. 4.2.2/A**, per i vari stati limite, sono indicati i valori dei parametri  $F_0$  e  $T^*c$ , per la Sardegna estrapolati dalla Tabella A2 delle N.T.C.

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA RM - 1672772	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>		
	<b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO          E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN</b> <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>			<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
				<b>Fg.14 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>

Stati limite		Tr	a <sub>g/g</sub>	Fo	TC *
SLE	SLO	30	0.0186	2,61	0,273
	SLD	50	0.0235	2,67	0,296
SLU	SLV	475	0.0500	2,88	0,340
	SLC	975	0,0603	2,98	0,372

Tab. 4.2.2/A: Parametri spettrali :  $V_N = 50$  anni - Classe d'Uso II

### 4.3 Parametri di risposta sismica locale

#### 4.3.1. Calcolo della $V_{s,eq}$ per la definizione della categoria del suolo di fondazione

Per l'identificazione della categoria di sottosuolo è fortemente raccomandata la misura della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ . In particolare, fatta salva la necessità di estendere le indagini geotecniche nel volume significativo di terreno interagente con l'opera, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s,eq}$ . La velocità equivalente è ottenuta imponendo l'equivalenza tra i tempi di arrivo delle onde di taglio in un terreno omogeneo equivalente, di spessore pari a 30 m, e nel terreno stratificato in esame, di spessore complessivo ancora pari a 30 m. Essa assume quindi valori differenti da quelli ottenuti dalla media delle velocità dei singoli strati pesata sui relativi spessori, soprattutto in presenza di strati molto deformabili di limitato spessore. Lo scopo della definizione adottata è quello di privilegiare il contributo degli strati più deformabili.


Sulla base dell'esperienza dello scrivente e della natura dei terreni, può essere assunta in via preliminare una categoria di sottosuolo del **Tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).**

#### 4.4. Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in assenza della valutazione dell'effetto della risposta sismica locale sulla base di analisi specifiche è possibile fare riferimento ad una metodologia semplificata basata sulle categorie di sottosuolo di riferimento (NTC 2018) e sulle categorie topografiche (NTC 2018).

- **Categoria di sottosuolo di riferimento**

In **Tab. 4.4/A**, si riportano le varie categorie di sottosuolo di riferimento.

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA RM - 1672772	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>		
	PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>			<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
				<b>Fg.15 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</b>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D</i> per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tab. 4.4/A: Categorie di sottosuolo (NTC2018)

- **Condizioni topografiche**

In Tab. 4.4/B, è possibile osservare la classificazione dei terreni di sedime sulla base delle caratteristiche della superficie topografica.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	<b>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \leq 15^\circ</math></b>
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab. 4.4/B: caratteristiche topografiche

#### 4.5. Accelerazione massima attesa in superficie

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale è possibile valutare l'accelerazione massima attesa al sito mediante la relazione:

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$


in cui:

$S_S$  = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica

$S_T$  = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria **C**.



<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA RM - 1672772	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>		
	PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>			<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
				<b>Fg.16 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>

Categoria sottosuolo	S <sub>s</sub>
A	1.00
B	1.00 ≤ 1.40 - 0.40 F0 a <sub>g</sub> /10 ≤ 1.20
<b>C</b>	<b>1.00 ≤ 1.70 - 0.70 F0 a<sub>g</sub>/10 ≤ 1.50</b>
D	0.90 ≤ 2.40 - 1.50 F0 a <sub>g</sub> /10 ≤ 1.80
E	1.00 ≤ 2.00 - 1.10 F0 a <sub>g</sub> /10 ≤ 1.360

**Tab. 4.5/A:** Espressioni di S<sub>s</sub>

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S <sub>t</sub>
<b>T1</b>	<b>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°</b>	<b>1,0</b>
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

**Tab. 4.5/B:** Espressioni di S<sub>t</sub>

Nel caso in esame, cautelativamente, potrà essere assunto per le aree interessate dalle opere in progetto

$$S_s = 1.50 \quad (\text{Categoria sottosuolo C})$$

$$S_t = 1,00 \quad (\text{Categoria topografica T1})$$

#### 4.6 Accelerazione massima attesa in superficie

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale è possibile valutare l'accelerazione massima attesa al sito mediante la relazione:

$$a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

in cui:

SS = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica

ST = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica


a<sub>g</sub> = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria C.

L'azione sismica, in base alla quale è stato controllato il rispetto delle verifiche per gli stati limite considerati, è stata definita a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione.

In particolare la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a<sub>g</sub>, in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, in relazione ad una determinata probabilità di superamento definita per ogni stato limite per il periodo di riferimento V<sub>R</sub>.

In relazione alla tipologia di costruzione e alle prestazioni richieste per questa nel suo complesso, non essendo previste espresse indicazioni in merito, il rispetto dei vari stati limite si considera conseguito:

- A. Nei confronti dei tutti gli stati limite di esercizio, rispettando le verifiche relative al solo STATO LIMITE DI DANNO (SLD), a cui corrisponde una probabilità di superamento nel periodo di riferimento pari al 63%

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA RM - 1672772	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>	
	PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>		<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
			<b>Fg.17 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>

- B. Nei confronti di tutti gli stati limite ultimi, rispettando le indicazioni costruttive e progettuali riportate nelle norme e le verifiche relative al solo STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV), a cui corrisponde una probabilità di superamento nel periodo di riferimento pari al 10%.
- C. In particolare, per le verifiche si assume che la struttura abbia un comportamento NON DISSIPATIVO, adottando come spettro di progetto lo spettro elastico (non introducendo alcun fattore di struttura).

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g = 1,50 \cdot 1,00 \cdot 0,050 = 0,075 \text{ g}$$

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \cdot (a_{max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \cdot K_h$$

Con  $\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  accelerazione di gravità.

I valori di  $\beta_s$  sono riportati nella seguente **Tab. 4.6/A**:


	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

**Tab. 4.6/A:** Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

Essendo  **$A_{max} = 0,075 \text{ g}$**  e che  $\beta_s = 0,20$  per cui si ha:

$$K_h = 0,20 \times 0,075 = 0,015 \text{ g}$$

$$K_v = \pm 0,5 \times 0,015 = \pm 0,0075 \text{ g}$$

<b>COMMITTENTE:</b>   SUN LEGACY srl Via Nairobi 40 00144 Roma (RM) P.I. 16736831005 PEC: sunlegacy@legalmail.it Numero REA RM - 1672772	<b>Dott. Geol. M. Pilia</b>	<b>Comune di Arborea e Santa Giusta</b> <b>Provincia di Oristano</b>	<b>RELAZIONE SISMICA DI BASE</b>	
	PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN <b>Potenza nominale 40,896 MWp</b> <i>Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)</i>		<b>Incarico Gennaio 2024</b>	
			<b>Fg.18 di 18</b>	<b>Rev. 0</b>

## 5 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Col termine di liquefazione si intende generalmente la perdita di resistenza dei terreni saturi, sotto sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso. Ciò avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento e quindi allorché gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero.

Ai sensi della Legge 64/74, del D.M. 19/6/1984 e dell'attuale D.M. 17/01/2018, in aree classificate sismiche deve essere valutata la possibilità che insorgano fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione in seguito alle vibrazioni prodotte dalle scosse telluriche. I fenomeni di liquefazione possono verificarsi in particolari condizioni, come quelle indotte da un sisma di Magnitudo superiore a 6, in terreni a granulometria fine (sabbioso-limosi), allo stato sciolto o poco addensato, in falda oppure interessati dalla oscillazione della falda stessa. Al paragrafo 7.11.3.4 del DM 17.01.2018 è ribadito che tali analisi possono essere omesse quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata a una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$

**Poiché nel nostro caso è verificata la n.1, ( $a_{max} < 0,1 g$ ) l'analisi della liquefazione può essere omessa.**

Cagliari, marzo 2024

Il geologo