COMUNE DI SANTA GIUSTA

PROVINCIA DI ORISTANO

REGIONE SARDEGNA

REALIZZAZIONE IN AREA INDUSTRIALE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN) DI POTENZA DI PICCO PARI A 27.071,07 kW

Denominazione Impianto:

IMPIANTO FOTOVOLTAICO SANTA GIUSTA 1

Ubicazione:

Comune di Santa Giusta (OR)
Località "Cirras"

ELABORATO

025101_IMP

Cod. Doc.: SAG20_025101_IMP_R

RELAZIONE PERICOLOSITA' SISMICA
RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL)

COMET ENERGY POWER

Project - Commissioning – Consulting
Municipiul Bucaresti Sector 1
Str. HRISOVULUI Nr. 2-4, Parter, Camera 1, Bl. 2, Ap. 88
RO41889165

Scala: --

PROGETTO

Data: **15/02/2022**

PRELIMINARE	DEFINITIVO	AS BUILT
☐	☒	☐

Richiedente:

CCEN SANTA GIUSTA Srl
Piazza Walther Von Vogelweide, 8
39100 Bolzano
Provincia di Bolzano
P.IVA 03115730214 – REA BZ-233391
ITALY

Tecnici e professionisti:

Dott. Geol. Giampiero Fenu
N. Iscrizione : 552 - Ordine dei Geologi della Sardegna

Revisione	*Data*	*Descrizione*	*Redatto*	*Approvato*	*Autorizzato*
01	*15/02/2022*	*Progetto Definitivo*	*F.P.L.*	*F.P.L.*	*F.P.L.*
02			.		
03					
04					

Il Tecnico:
Dott. Geol. Giampiero Fenu

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 552 Dott. Geol. Giampiero FENU

Il Richiedente:
CCEN SANTA GIUSTA S.r.l.

Firmato digitalmente da: MENYESCH JOERG
Data: 10/03/2022 19:06:54

SOMMARIO

1. OGGETTO 3
1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED UBICAZIONE TERRITORIALE 4
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO 17
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO 18
4. RISPOSTA SISMICA LOCALE (RLS) 19
4.1 ZONAZIONE SISMICA 20
4.2 - INTENSITÀ MACROSISMICA 23
4.3 AZIONE SISMICA LOCALE E SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO DELL'AREA IN STUDIO 26
4.3.1 VITA NOMINALE DI PROGETTO 27
4.3.2. CLASSI D'USO 27
4.3.3 COEFFICIENTE D'USO 28
4.3.4. STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO 28
4.3.5 – CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE 30
5. ELABORAZIONE SISMICA 33
6 - CONCLUSIONI 46

1. OGGETTO

Il presente documento è redatto quale allegato alla documentazione relativa all'istanza per il procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale ministeriale, ai sensi dell'Art. 23 del D. Lgs. 152/06, per la realizzazione in conformità alle vigenti disposizioni di legge di un impianto solare fotovoltaico per la produzione di energia elettrica, di potenza di picco pari a 27.071,07 kW, su area industriale sita nel Comune di Santa Giusta (OR), in Via Del Porto - Località "Cirras".

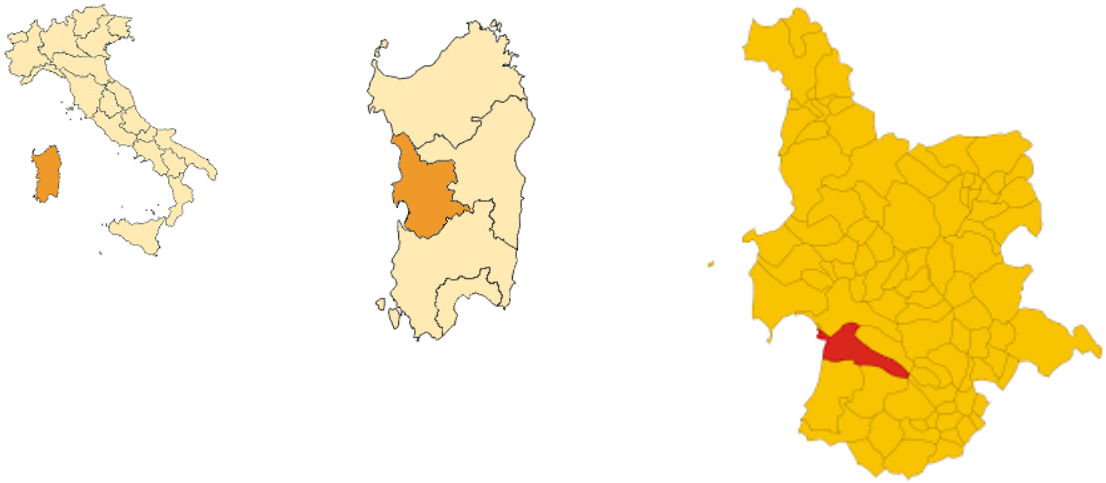
L'impianto sarà del tipo grid connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente nella R.T.N.

Il produttore e soggetto responsabile è la Società CCEN SANTA GIUSTA s.r.l., la quale dispone dell'autorizzazione all'utilizzo dell'area su cui sorgerà l'impianto in oggetto. La denominazione dell'opera è "IMPIANTO FOTOVOLTAICO SANTA GIUSTA 1".

L'intervento prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici (moduli) in silicio monocristallino della potenza unitaria di 615 Wp, su un terreno completamente pianeggiante ad una quota media di circa 5 m slm. avente destinazione d'uso industriale secondo la pianificazione urbanistica vigente, su una superficie complessiva disponibile catastale di 29,7997 ha. I moduli saranno posti su strutture a inseguimento monoassiale (tracker) di tipo modulare, assemblabili per ospitare da 26 fino a 78 moduli. Il progetto prevede l'installazione di 44.018 moduli distribuiti su una superficie effettivamente occupata e recintata di 22,4258 ha.

L'impianto sarà corredato dalle seguenti strutture di servizio: n. 7 Power Station, n. 2 Cabine di Parallelo e n. 1 Control Room.

1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED UBICAZIONE TERRITORIALE



L'area di progetto dell'impianto fotovoltaico facente parte dell'intervento di cui al presente documento è ubicata nel territorio della Regione Sardegna, Provincia di Oristano, Comune di Santa Giusta, in via del Porto presso la Località "Cirras".

Si tratta di un'area completamente pianeggiante posta ad una quota altimetrica tra 0 e 5 m s.l.m., distante circa 2,5 km in linea d'aria dalla costa occidentale che si affaccia sul Golfo di Oristano in direzione ovest, mentre a 2 km verso nord-ovest è situato il Porto Industriale di Santa Giusta. Il nucleo abitato principale del comune si trova a circa 5 km in direzione NNE. L'area è servita da una viabilità esistente costituita dalla Strada Provinciale n. 49 che la costeggia ad est con direzione NNE-SSW; nelle adiacenze dei terreni interessati vi è l'intersezione con la Strada Provinciale n. 97 che costeggia invece il lato nord-orientale dell'area proseguendo in direzione NNW-SSE.

Le opere di connessione alla RTN prevedono che il generatore fotovoltaico venga collegato in Media Tensione a 36 kV ad un nuovo Satellite 36/150 kV (SAT) da realizzare nelle adiacenze della esistente Stazione Elettrica di Terna S.p.A. (SE) 220/150 kV di Oristano. Il collegamento verrà effettuato per mezzo di un cavidotto esterno di vettoriamento interrato il cui tracciato misura 7,5 km circa.

La SE è ubicata a ridosso del confine fra i territori comunali di Santa Giusta e di Oristano a circa 6,7 km di distanza in linea d'aria dall'area di progetto dell'impianto in direzione NE e l'area di progetto del nuovo SAT è stata individuata nei terreni immediatamente contigui ad essa.

Nelle illustrazioni che seguono sono rappresentati gli inquadramenti foto-cartografici dell'area di intervento (impianto, cavidotto e SAT) su varie basi di sovrapposizione e a varie scale di riproduzione con l'introduzione di elementi tematici

significativi.

Nell'ambito della Carta Tecnica Regionale della Sardegna in scala 1:10000 (CTRN 10k) l'area di intervento ricade all'interno dei seguenti elementi:

Sezione	Nome
528110	FOCE DEL TIRSO
528120	SANTA GIUSTA
528150	S'ENA ARRUBIA
528160	SANT'ANNA

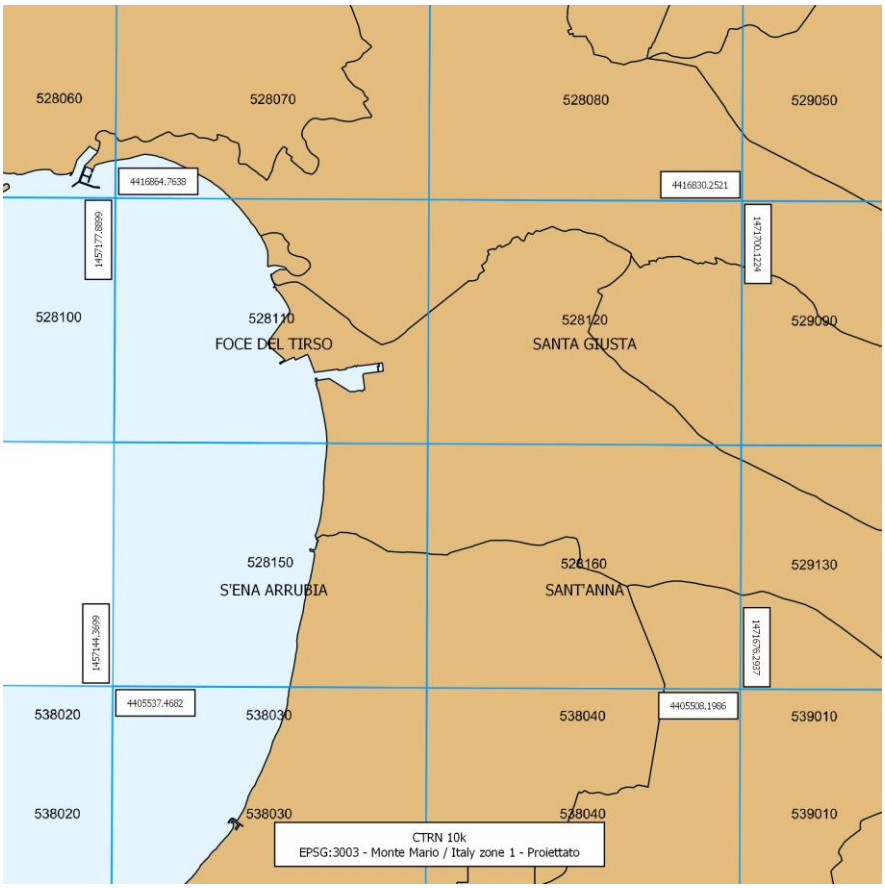


Figura 1.1: Inquadramento area intervento su foto satellitare (scala 1:100000)

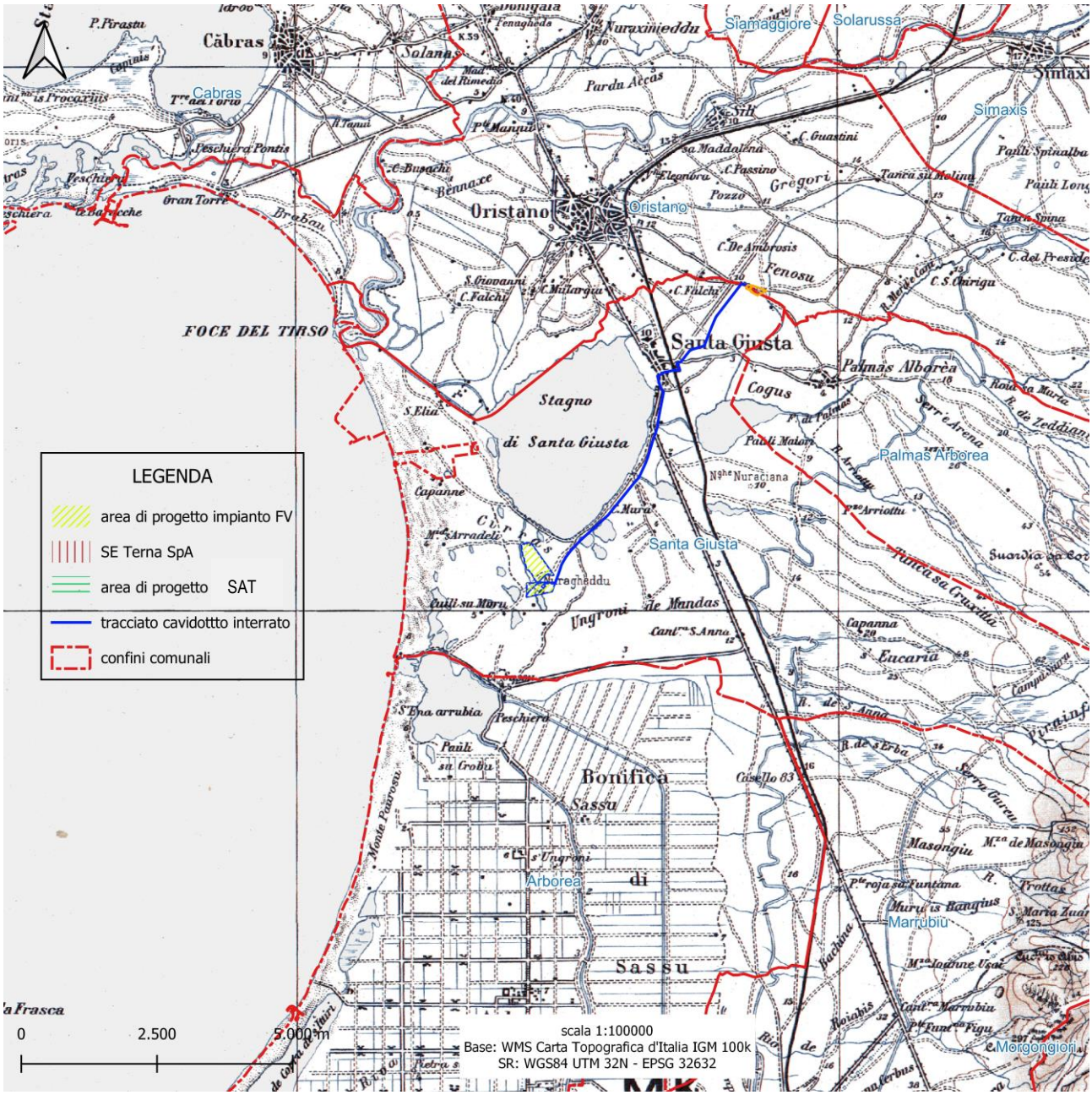


Figura 1.2: Inquadramento area intervento su stralcio carta topografica d'Italia IGM 100k (scala 1:100000)

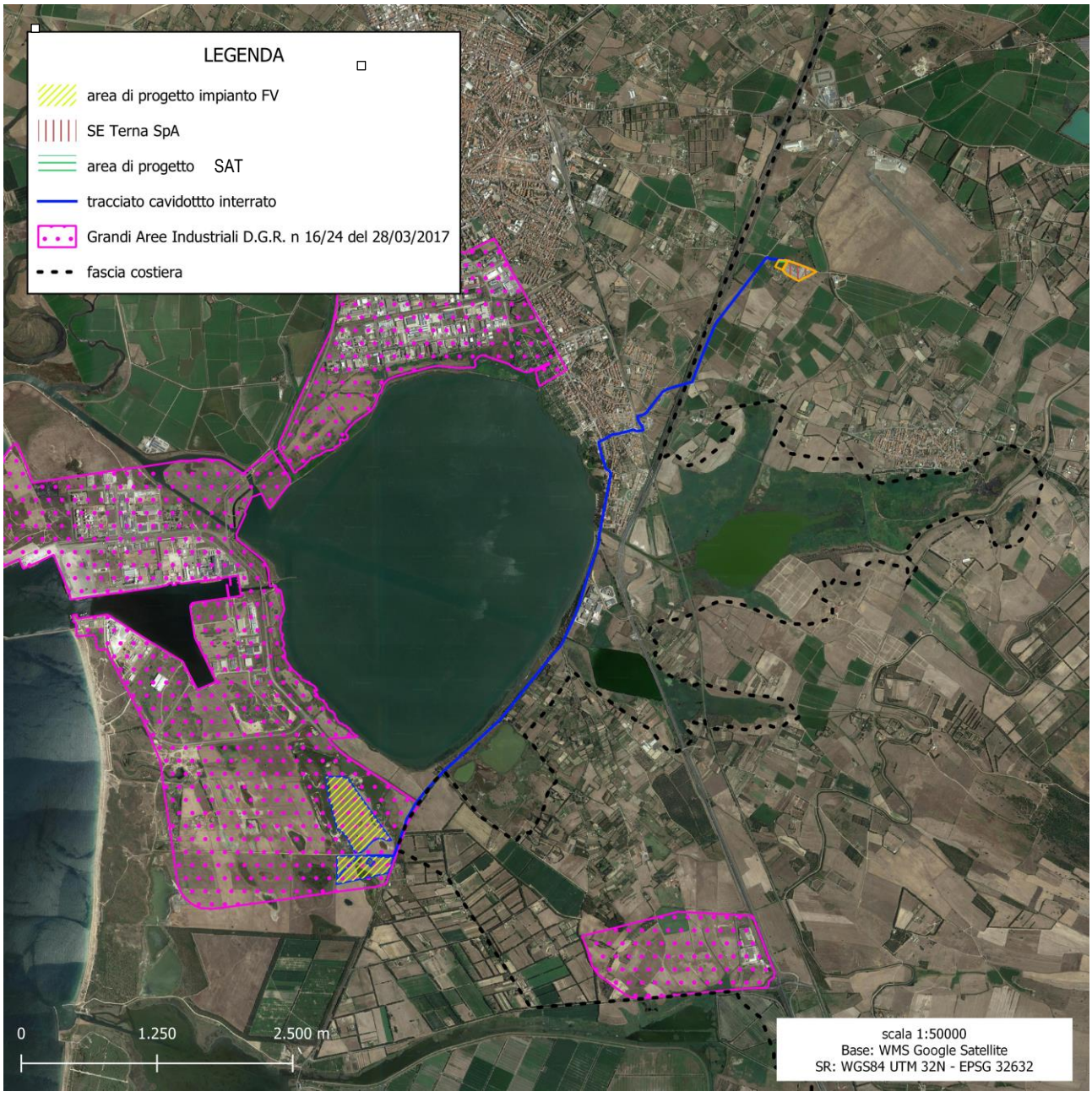


Figura 1.3: Inquadramento area intervento su foto satellitare (scala 1:50000)

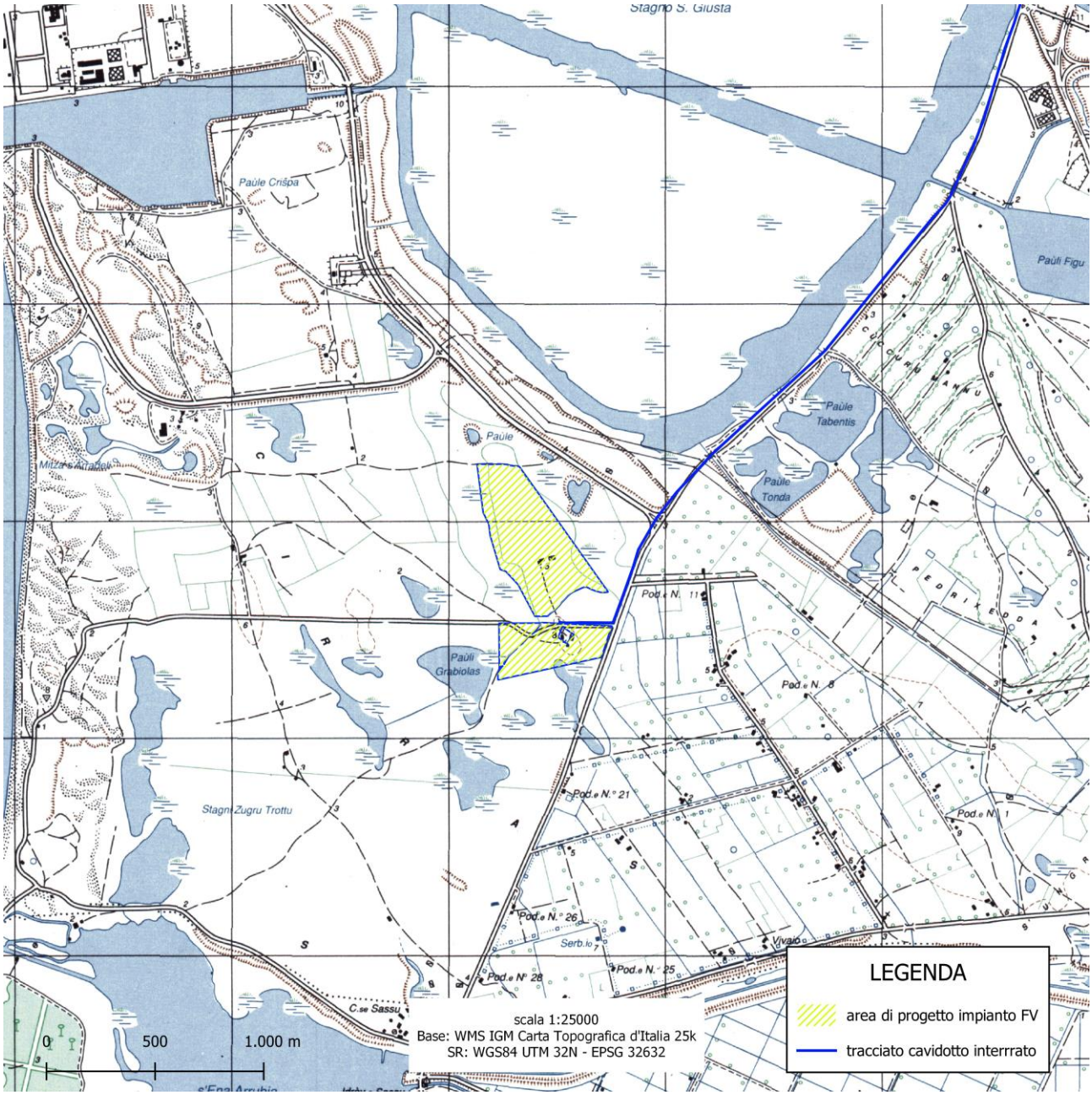


Figura 1.4: Inquadramento area progetto impianto su stralcio Carta Topografica d'Italia IGM 25k (scala 1:25000)

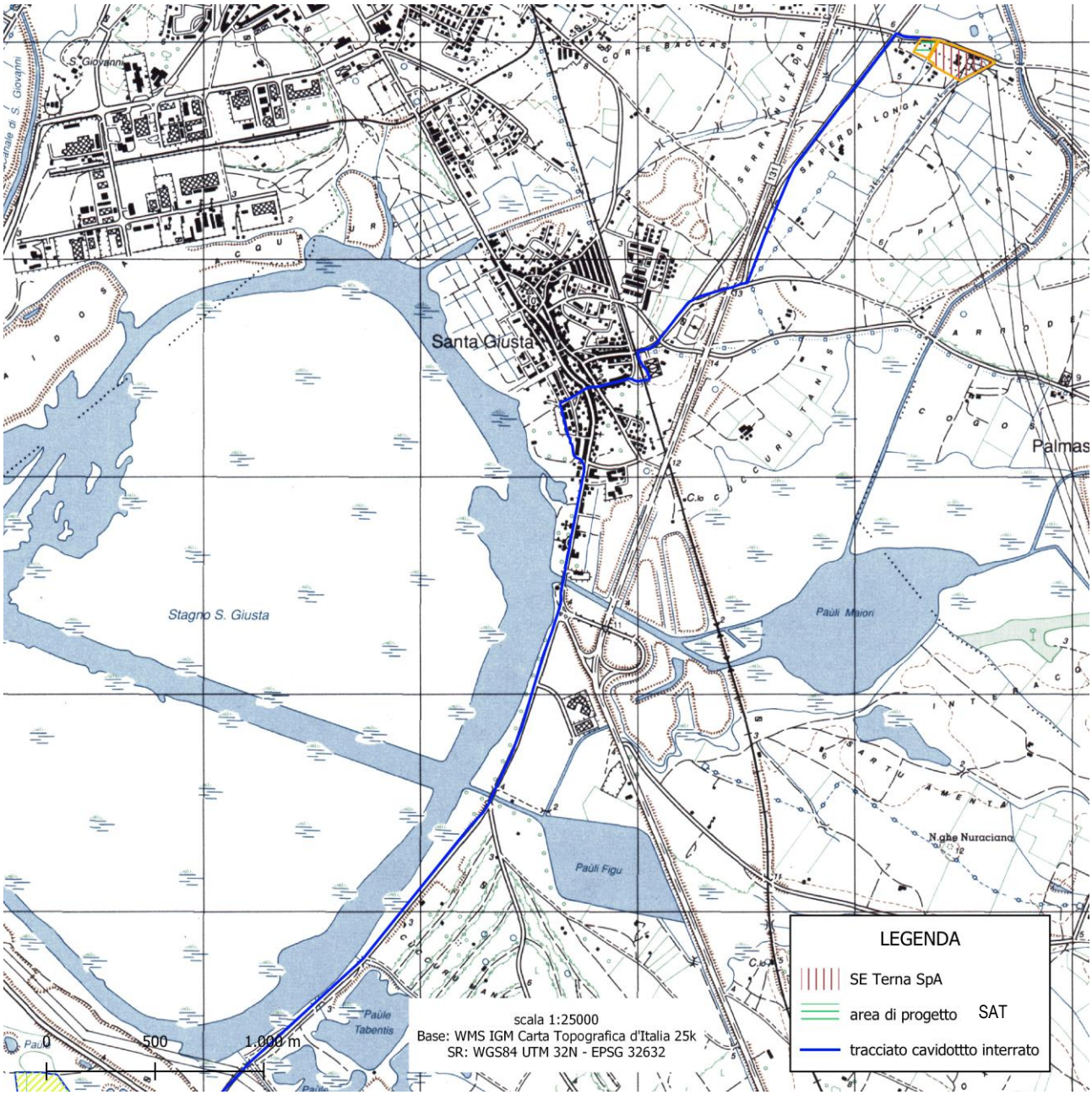


Figura 1.5: Inquadramento area progetto opere di rete su stralcio Carta Topografica d'Italia IGM 25k (scala 1:25000)

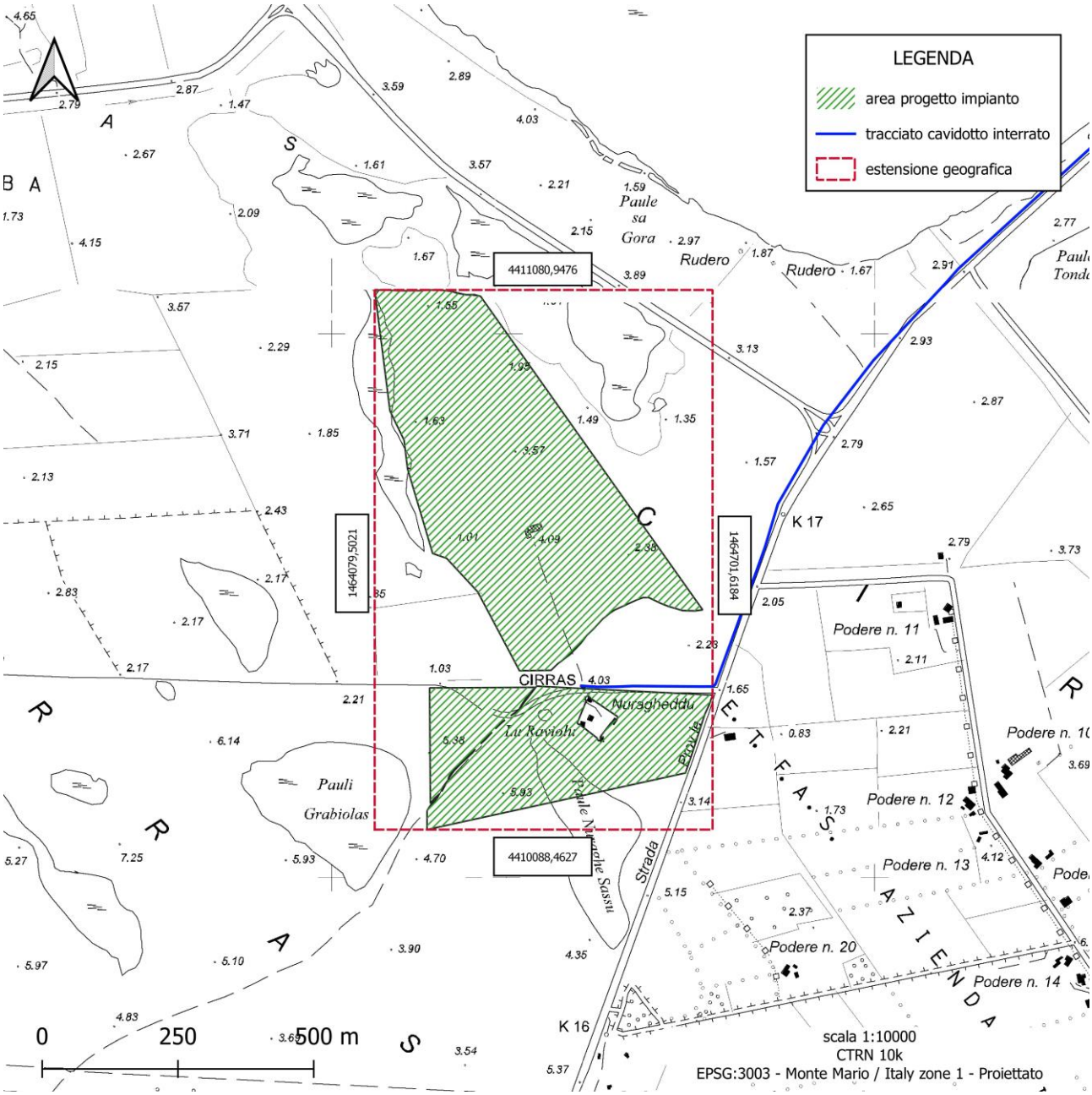


Figura 1.6: Inquadramento area di progetto impianto FV su stralcio CTRN 10k Sardegna con indicazione dell'estensione geografica e delle sue coordinate piane limite espresse nel sistema di riferimento Roma40 Gauss Boaga Ovest (scala 1:10000)

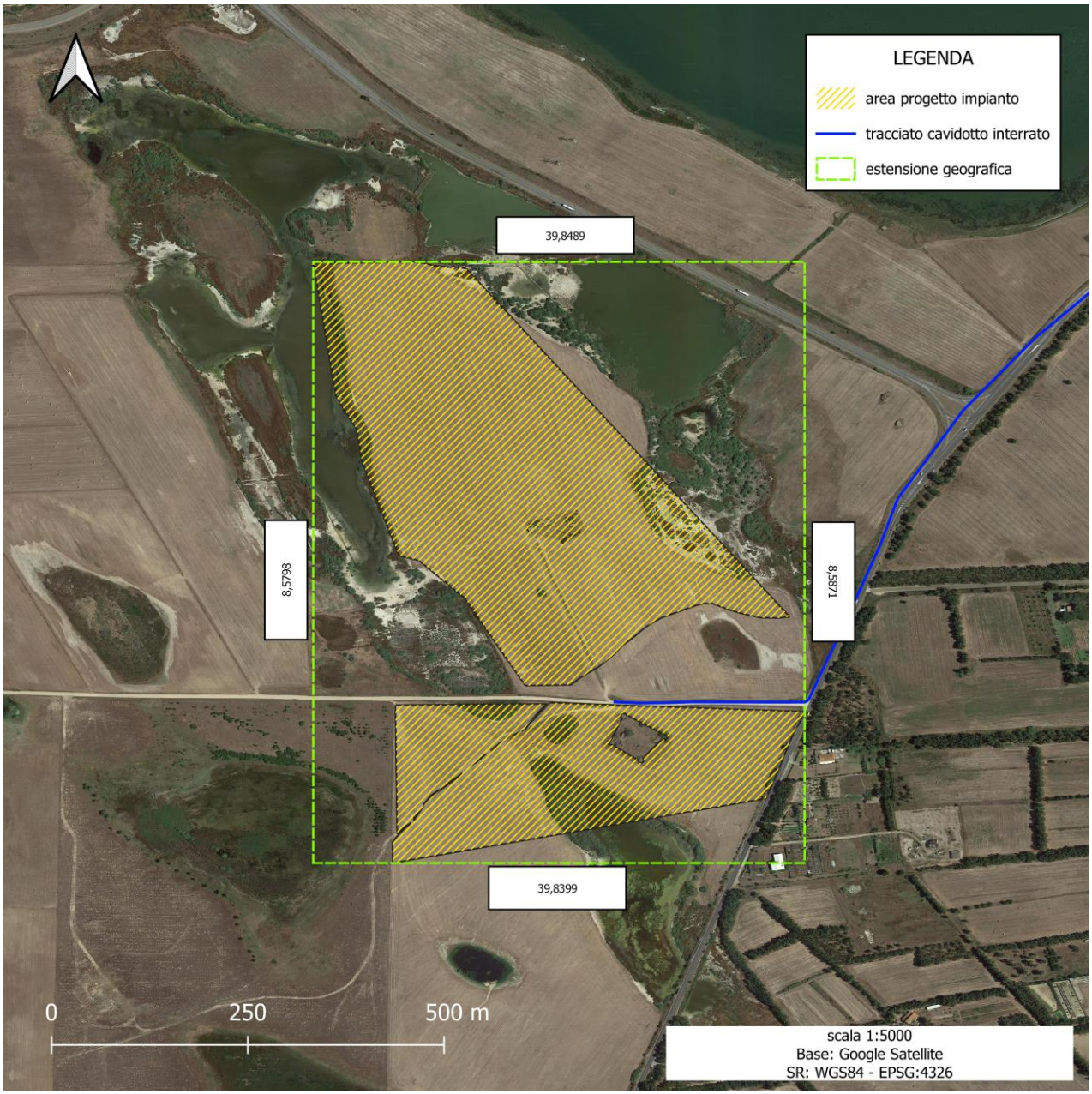


Figura 1.7: Inquadramento area di progetto impianto FV su foto satellitare con indicazione dell'estensione geografica totale e delle rispettive coordinate geografiche espresse nel sistema di riferimento WGS84 (scala 1:5000)

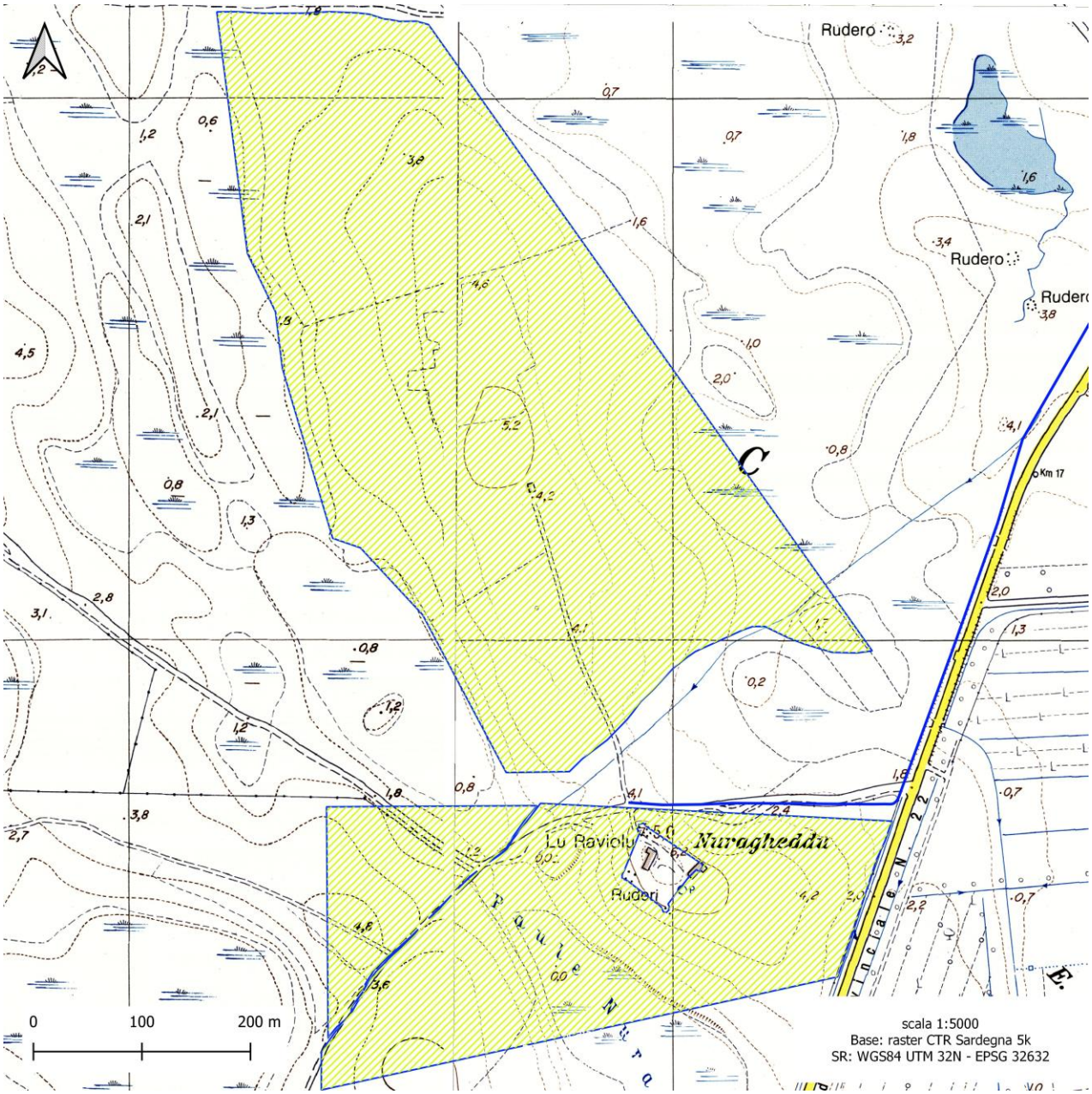


Figura 1.8: Inquadramento area di progetto impianto FV su CTR 5k (scala 1:5000)

Nell'ambito del sistema catastale l'area di progetto dell'impianto fotovoltaico si estende sui seguenti elementi del N.C.T. della provincia di Oristano:

COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	ha	a	ca	QUALITA'
SANTA GIUSTA	16	1288	19	92	82	seminativo
		92	2	6	48	
	26	2		5	60	
				2	50	
		724		43	73	
				61	19	
		1026		64	71	
		1028	5	87	28	
		1030		15	66	
			29	**79**	**97**	

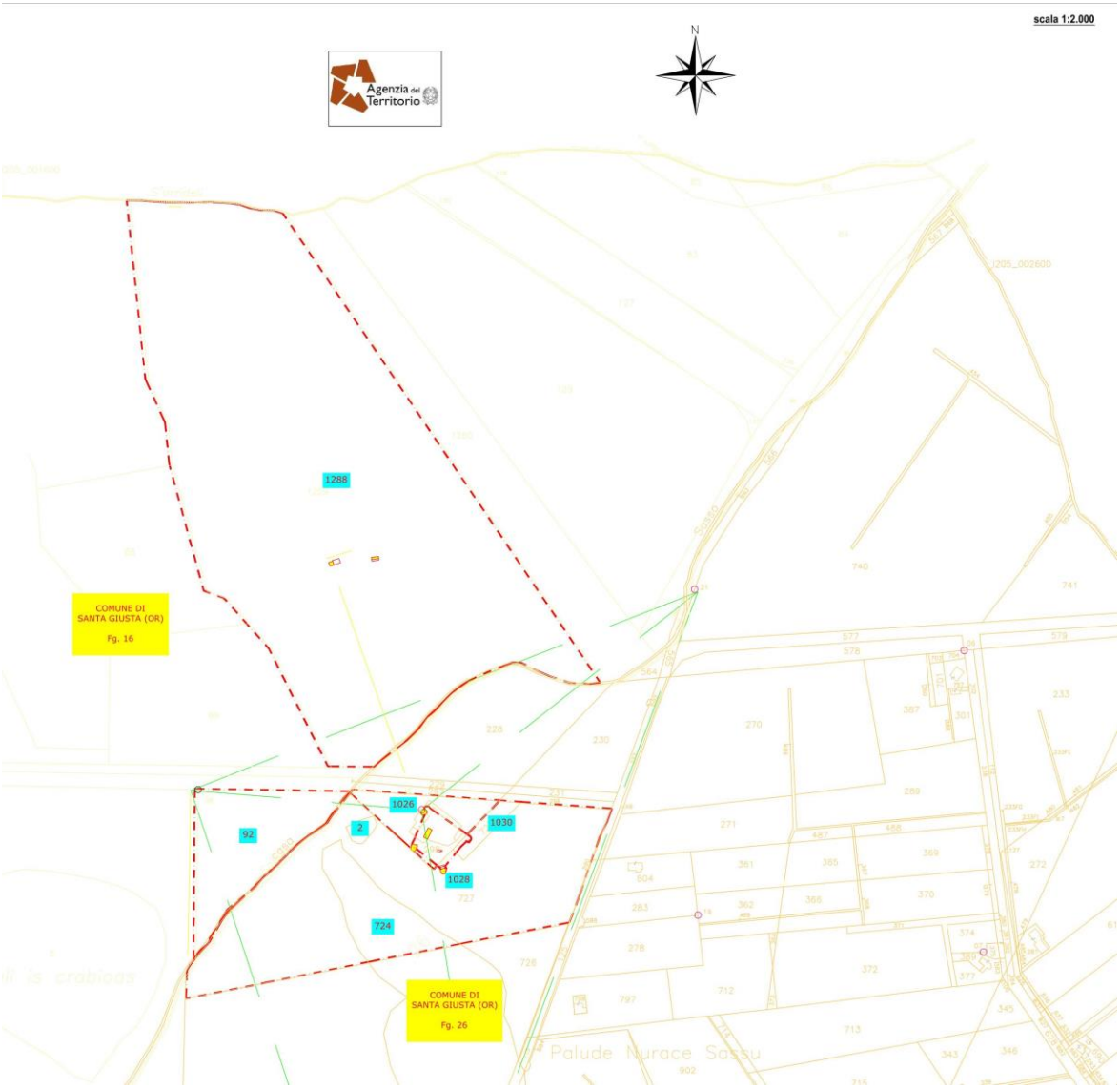


Figura 1.9: Inquadramento area di progetto impianto FV su cartografia catastale (scala 1:2000)

La superficie totale coperta dai terreni a disposizione del proponente ammonta pertanto a 29,7997 ha.

L'area presso la quale si intende edificare il nuovo Satellite 36/150 kV (SAT) ricade sui seguenti elementi del N.C.T di Oristano:

- Comune di Oristano – foglio n. 24 – particella n. 1913
- Comune di Santa Giusta – foglio n. 3 – particella n. 224

Figura 1.10: Inquadramento area di progetto SAT su cartografia catastale (scala 1:1000)

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La Pericolosità sismica, intesa in senso probabilistico, è lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo.

Questo tipo di stima si basa sulla definizione di una serie di elementi di imput e parametri di riferimento.

Negli ultimi anni la vigente normativa sismica del territorio italiano è stata oggetto di numerose variazioni in seguito all'approvazione di decreti e/o ordinanze che hanno rettificano apportato nuovi parametri sismici che e/o inseriscono le precedenti categorie, nomenclature e classificazioni.

In particolare:

- *O.P.C.M. n°3274/03 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".*

Nella stessa ordinanza sono approvati i "**Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone**" e le correlate norme tecniche. Negli elementi innovativi dell'ordinanza è l'estensione della zonizzazione sismica a tutto il territorio nazionale e la nuova classificazione sismica dei Comuni sulla base di 4 differenti gradi di pericolosità, in funzione dell'accelerazione massima attesa al suolo con il 10% di probabilità di superamento in 50 anni.

L'ordinanza propone inoltre la definizione di cinque principali differenti categorie di suolo sulla base di parametri meccanici e non, quali la *"Cu"*, il valore di *"Nspt"*, *"Vs30"* e la profondità del bed-rock (inteso come substrato roccioso o deposito non litificato, ma comunque ad elevato grado di addensamento.

- *D.M. n°159/05* emanato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nella Gazzetta Ufficiale n° 222 del 23 settembre 2005.

Nel decreto sono approvate le "**Norme tecniche per le costruzioni**", che rappresentano il primo tentativo di unificazione un quadro normativo.

Per quanto riguarda l'analisi sismica, viene riconfermata, e meglio dettagliata la caratterizzazione delle azioni con l'impostazione generale introdotta dalle Ordinanze n° 3274/03 e n° 3431/05;

- *O.P.C.M. n°3519/06 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*".

Va ad integrare la classificazione proposta dall'OPCM n °3274/03, espressa in termini di accelerazione massima al suolo con probabilità di superamento in 50 anni pari al 10%.

In particolare nell'ordinanza si definisce che:

- *la classificazione del territorio, di competenza delle Regioni, debba essere coerente con stime attendibili della pericolosità;*
- *si definiscono i criteri da rispettare per produrre elaborati che contengano tali stime;*
- *si fornisce una mappa di pericolosità a scala nazionale, coerente con i criteri esposti e prevede che eventuali altri documenti da chiunque prodotti con il medesimo fine debbano essere approvati dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, previa istruttoria del Dipartimento della Protezione Civile.*

- *D.M. 14/01/2008 - "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"* nate dalla revisione delle precedenti datate 2005.
- *D.M. 14/01/2018* - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni attualmente in vigore.
- *CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP* - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018).

Per quanto riguarda la Regione Sardegna:

- *Ordinanza del PCDM del 2003* la Sardegna è stata ricompresa nelle zone di tipo 4 a bassa sismicità.

Per tale motivo, la Regione è intervenuta in materia con la D. G. R. n. 15/31 del 2004, con cui ha stabilito il recepimento in via transitoria, ossia fino all'aggiornamento della mappa di rischio simico regionale, della classificazione sismica dei Comuni sardi prevista dalla predetta Ordinanza, per i quali non è stato però introdotto l'obbligo della progettazione antisismica.

Le NTC 2018 hanno introdotto anche in Sardegna l'obbligatorietà dello studio sulla risposta sismica del sito.

Il ricorso alla **modellazione sismica**, intesa come **Risposta Sismica Locale** (RSL), è quindi sempre prevista ed inderogabile (ad eccezione delle sole opere di tipo 1 - costruzioni temporanee e provvisorie o in fase di costruzione quando il progetto preveda che tale condizione permanga per meno di 2 anni - ipotesi nella quale le verifiche sismiche si possono omettere).

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Nello specifico il presente studio è focalizzato alla determinazione delle caratteristiche sismiche di base dei terreni in cui insiste l'area in oggetto nella quale dovrà essere realizzato l'impianto fotovoltaico, valutando la presenza di eventuali pericolosità sismiche e la compatibilità tra caratteristiche sismiche del sottosuolo e l'opera da realizzare.

Tale studio è stato effettuato utilizzando dati relativi a lavori analoghi effettuati in aree del comune con caratteri topografici e geologici simili.

4. RISPOSTA SISMICA LOCALE (RLS)

Scopo del presente capitolo e quello di definire la sismicità dell'area e fornire una caratterizzazione sismica dei terreni interessati dall'intervento da realizzare per un corretto dimensionamento delle opere di fondazione e delle strutture.

Il lavoro, redatto in conformità e nel rispetto della normativa vigente, contiene i risultati degli

studi condotti per la caratterizzazione sismica dell'area d'intervento, sviluppati con le seguenti finalità:

• macrozonazione sismica dell'area, definita attraverso l'individuazione della zone sismica del comune in cui ricade l'area oggetto d'intervento (Sardegna - Delibera G. R. n.15/31 del 30/03/2004).

• caratterizzazione della pericolosità sismica dell'area attraverso l'indentificazione dei parametri ag (accelerazione orizzontale massima del terreno) e dell'Intensità macrosismica Imax;

• definizione dei parametri spettrali che definiscono lo spettro di risposta elastico di riferimento in accelerazione necessario per la successiva caratterizzazione dello spettro di progetto caratteristico del tipo di opera, secondo le procedure riportate nel D.M. 14 gennaio 2008 – NTC 2018.

Occorre evidenziare che sono entrate in vigore le nuove norme NTC 2018 e pertanto le relazioni e le indagini devono essere eseguite in conformità alla normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2018) che definisce i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle loro prestazioni richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e di stabilità anche in caso di incendio e curabilità.

Per determinare la risposta sismica locale sono disponibili due approcci:

- **un approccio semplificato** che si basa sulla classificazione del sottosuolo e l'individuazione, mediante apposite tabelle fornite dalla normativa, del coefficiente di amplificazione stratigrafica S , del coefficiente di amplificazione topografica S nonché del coefficiente C che modifica il periodo T e di conseguenza gli altri periodi notevoli dello spettro (NTC 2018, §3.2.2-3)

- **un approccio rigoroso** che per mezzo di un'analisi della risposta sismica locale fornisce

in modo più accurato i valori dei parametri necessari per definire gli spettri di risposta in accelerazione per il sito della costruzione.

Nel caso in esame, visto l'entità e la tipologia dell'opera da realizzare e visto il territorio in cui ricade la Risposta Sismica Locale è stata determinata attraverso un **APPROCCIO SEMPLIFICATO**

4.1 Zonazione sismica

La Regione Autonoma della Sardegna ha recepito in via transitoria la zonizzazione dell'intero territorio nazionale con D.G.R. del 30/03/2004 n. 15/31 – *Disposizioni preliminari in attuazione dell'O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*".

L'intera regione ricade in **zona sismica 4**, contraddistinta da un valore di accelerazione orizzontale massima al suolo di categoria A pari a 0,05g, ossia quella meno pericolosa e alla quale corrisponde la normativa antisismica meno severa.

Con le nuove norme, il territorio nazionale è stato suddiviso in zone sulla base della "sismicità".

La Zona 1 - *E' la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.*

La Zona 2 - *Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti.*

La Zona 3 - *I Comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.*

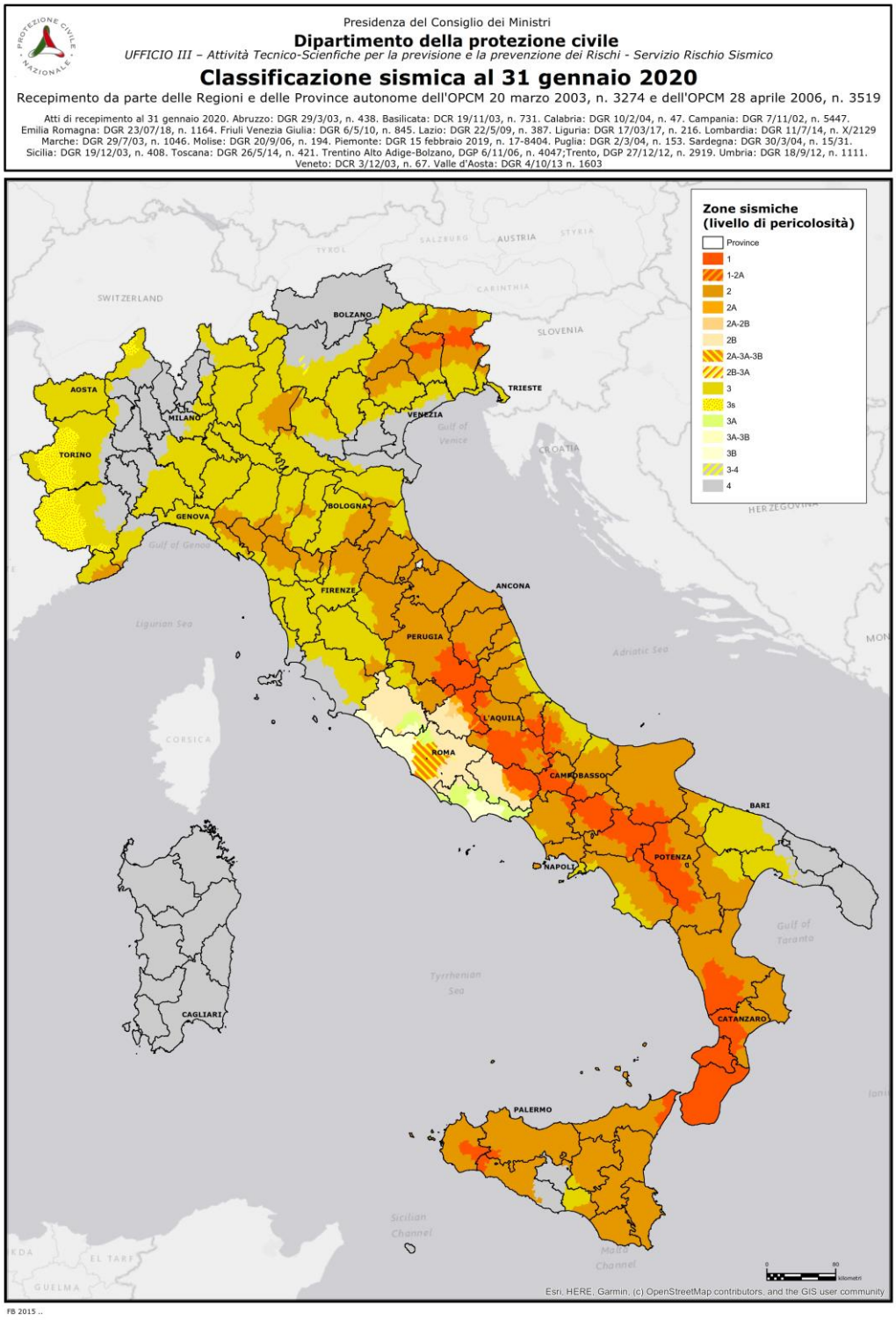
La Zona 4 - *E' la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.*

La maggior parte dei Comuni della Sardegna sono inseriti in *zona 4* come quello del caso in esame.

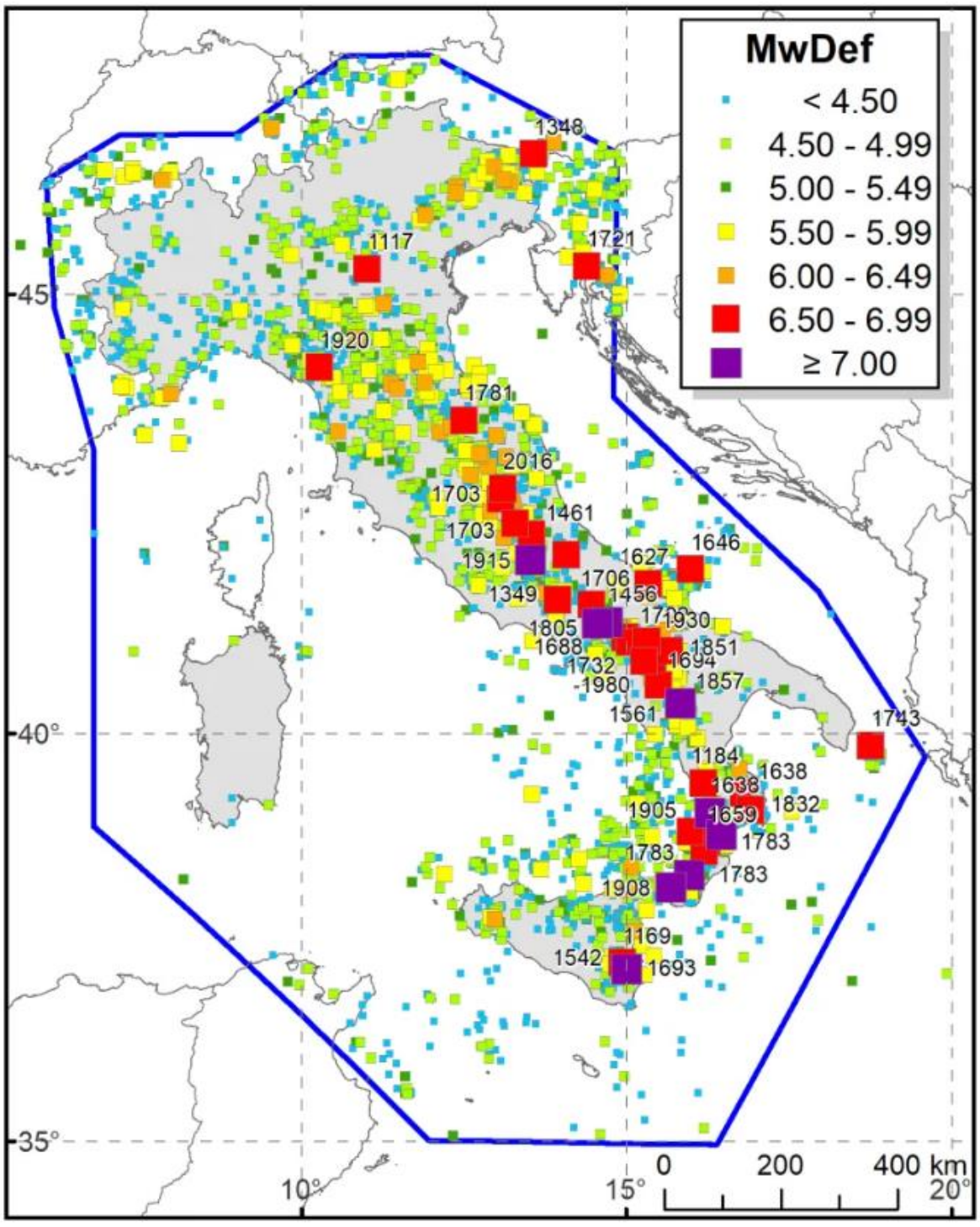
Pertanto in riferimento a quanto prevede l'attuale normativa sulle costruzioni, di seguito si riportano alcuni parametri utili ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto per la valutazione sismica locale.

Per l'identificazione della zona sismica in cui ricade ciascun comune o porzione di esso, occorre fare riferimento alle disposizioni emanate ai sensi dell'art. 83, comma 3, del DPR 6.6.2001, n. 380.

La Sardegna e nello specifico il Comune di Santa Giusta (OR) ricade in **zona 4.**



Classificazione sismica



Distribuzione geografica degli epicentri dei terremoti contenuti in CPT115 per classi di magnitudo Mw

4.2 - Intensità macrosismica

Intensità macrosismica: valore numerico ordinale assegnato in base alla descrizione degli effetti del terremoto sulle persone, sugli oggetti, sulle costruzioni e sull'ambiente.

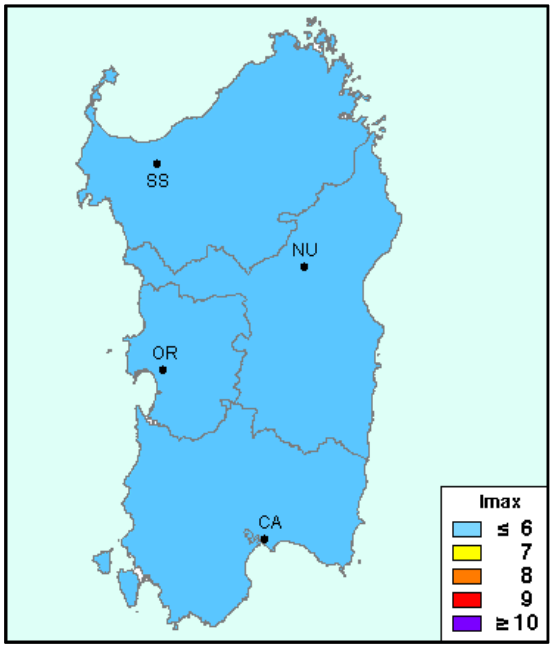
In pratica corrisponde alla scelta di uno scenario di effetti rappresentativo della situazione osservata.

La scelta riguarda un numero finito di possibili scenari (12 nelle scale moderne) caratterizzati da un livello crescente di severità.

Non si tratta quindi di una misura in senso stretto, ma di una classificazione fatta secondo una scala empirica qualitativa. Esistono diverse collezioni di scenari ciascuna delle quali rappresenta una diversa scala macrosismica (Mercalli-Cancani-Sieberg o MCS , Mercalli Modificata o MM , Medvedev-Karnik- Sponheuer o MS K, European Macroseismic Scale o EMS , ecc.).

Poiché nella sua definizione si prende in esame la percentuale di edifici danneggiati o distrutti e il comportamento di gruppi di persone, essa è sempre rappresentativa di un'area più o meno estesa (un paese, una cittadina, un quartiere) e quindi non può essere un dato puntuale (ad esempio relativo a una singola struttura).

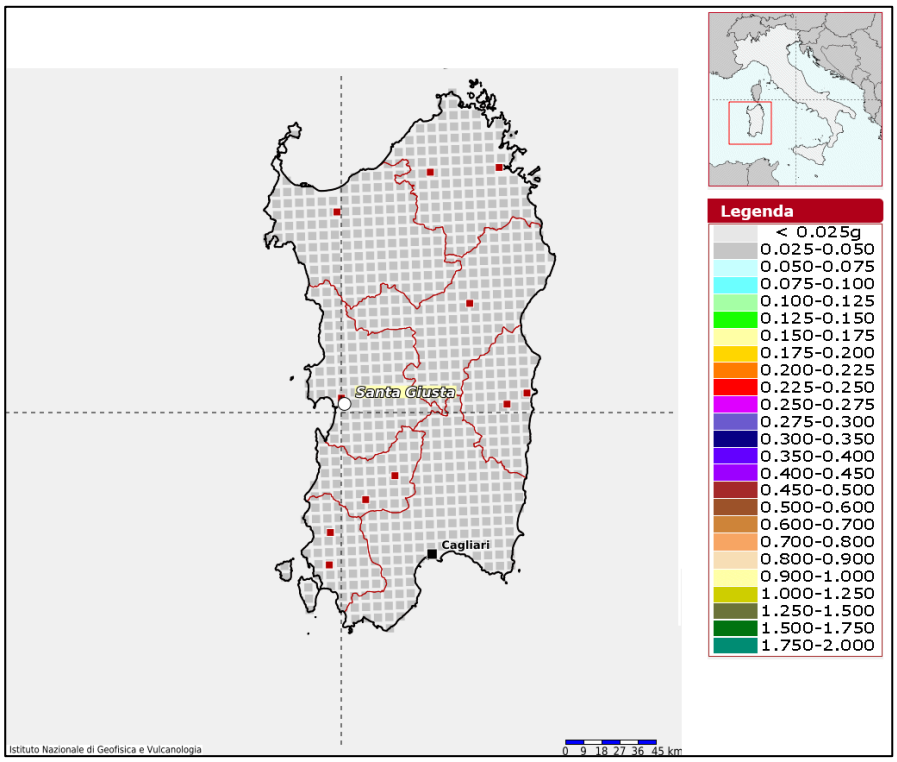
In alcune scale moderne (MS K, EMS) sono stati introdotti elementi informativi che hanno lo scopo di rendere la stima di intensità macrosismica indipendente dal livello di esposizione e dalla vulnerabilità delle strutture nell'area colpita.

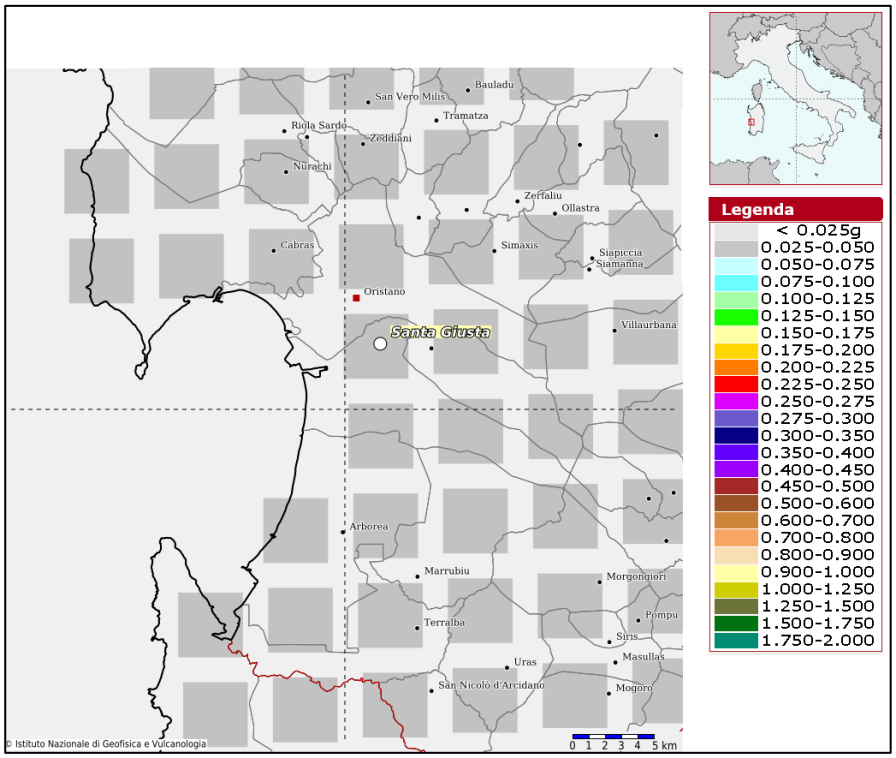


Intensità macrosismiche Sardegna Stralcio "Massima Intensità macrosismica risentita in Italia, 1995 C.N.R. Istituto Nazionale di Geofisica

Massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Oristano

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	Imax
ABBASANTA	20	95	1	40.12500	8.82008	<= 6
AIDOMAGGIORE	20	95	2	40.17151	8.85683	<= 6
ALBAGIARA	20	95	3	39.78604	8.86292	<= 6
ALES	20	95	4	39.76937	8.81499	<= 6
ALLAI	20	95	5	39.95642	8.86504	<= 6
ARBOREA	20	95	6	39.77330	8.58182	<= 6
ARDAULI	20	95	7	40.08446	8.91324	<= 6
ASSOLO	20	95	8	39.80879	8.91957	<= 6
ASUNI	20	95	9	39.87139	8.94597	<= 6
BARADILI	20	95	10	39.72073	8.89831	<= 6
BARATILI SAN PIETRO	20	95	11	39.99178	8.55724	<= 6
BARESSA	20	95	12	39.71274	8.87527	<= 6
BAULADU	20	95	13	40.01960	8.67267	<= 6
BIDONI`	20	95	14	40.11239	8.93672	<= 6
BONARCADO	20	95	15	40.09663	8.65665	<= 6
BORONEDDU	20	95	16	40.11183	8.87056	<= 6
BUSACHI	20	95	17	40.03222	8.89644	<= 6
CABRAS	20	95	18	39.92951	8.53117	<= 6
CUGLIERI	20	95	19	40.18862	8.56844	<= 6
FORDONGIANUS	20	95	20	39.99448	8.81075	<= 6
GHILARZA	20	95	21	40.12086	8.83638	<= 6
GONNOSCODINA	20	95	22	39.69865	8.83635	<= 6
GONNOSNO`	20	95	23	39.76002	8.87314	<= 6
GONNOSTRAMATZA	20	95	24	39.68096	8.83416	<= 6
MARRUBIU	20	95	25	39.74912	8.63736	<= 6
MASULLAS	20	95	26	39.70035	8.78482	<= 6
MILIS	20	95	27	40.04888	8.63751	<= 6
MOGORELLA	20	95	28	39.86397	8.85812	<= 6
MOGORO	20	95	29	39.68368	8.77883	<= 6
MORGONGIORI	20	95	30	39.74563	8.77083	<= 6
NARBOLIA	20	95	31	40.04954	8.57653	<= 6
NEONELI	20	95	32	40.06408	8.94643	<= 6
NORBELLO	20	95	33	40.13581	8.83373	<= 6
NUGHEDU SANTA VITTORIA	20	95	34	40.10044	8.95108	<= 6
NURACHI	20	95	35	39.97321	8.53937	<= 6
NURECI	20	95	36	39.82309	8.97518	<= 6
OLLASTRA	20	95	37	39.95057	8.73346	<= 6
ORISTANO	20	95	38	39.90316	8.59467	<= 6
PALMAS ARBOREA	20	95	39	39.87501	8.64511	<= 6
PAU	20	95	40	39.79122	8.80244	<= 6
PAULILATINO	20	95	41	40.08278	8.76455	<= 6
POMPU	20	95	42	39.72389	8.79649	<= 6
RIOLA SARDO	20	95	43	39.99416	8.54026	<= 6
RUINAS	20	95	44	39.90575	8.89716	<= 6
SAMUGHEO	20	95	45	39.94684	8.94084	<= 6
SAN NICOLO` D`ARCIDANO	20	95	46	39.68368	8.64363	<= 6
SANTA GIUSTA	20	95	47	39.87805	8.60989	<= 6
VILLA SANT`ANTONIO	20	95	48	39.85890	8.90182	<= 6
SANTU LUSSURGIU	20	95	49	40.14100	8.65388	<= 6
SAN VERO MILIS	20	95	50	40.01227	8.59958	<= 6
SCANO DI MONTIFERRO	20	95	51	40.21452	8.58829	<= 6
SEDILO	20	95	52	40.17286	8.92024	<= 6
SENEGHE	20	95	53	40.08041	8.61332	<= 6
SENIS	20	95	54	39.82275	8.93958	<= 6
SENNARIOLO	20	95	55	40.21172	8.55657	<= 6
SIAMAGGIORE	20	95	56	39.94866	8.63466	<= 6
SIAMANNA	20	95	57	39.91859	8.76331	<= 6
SIMALA	20	95	58	39.72038	8.82933	<= 6
SIMAXIS	20	95	59	39.93018	8.69025	<= 6
SINI	20	95	60	39.75349	8.90670	<= 6
SIRIS	20	95	61	39.71251	8.77446	<= 6
SOLARUSSA	20	95	62	39.95384	8.67328	<= 6
SORRADILE	20	95	63	40.10551	8.93202	<= 6
TADASUNI	20	95	64	40.10969	8.88392	<= 6
TERRALBA	20	95	65	39.71961	8.63707	<= 6
TRAMATZA	20	95	66	40.00327	8.64922	<= 6
TRESNURAGHES	20	95	67	40.25249	8.52155	<= 6
ULA` TIRSO	20	95	68	40.04472	8.90303	<= 6
URAS	20	95	69	39.69831	8.70230	<= 6
USELLUS	20	95	70	39.80754	8.85211	<= 6
VILLANOVA TRUSCHEDU	20	95	71	39.98841	8.75263	<= 6
VILLAURBANA	20	95	72	39.88447	8.77814	<= 6
VILLA VERDE	20	95	73	39.79526	8.82099	<= 6
ZEDDIANI	20	95	74	39.98886	8.59571	<= 6
ZERFALIU	20	95	75	39.95788	8.70902	<= 6
SIAPICCIA	20	95	76	39.92749	8.76317	<= 6
CURCURIS	20	95	77	39.74618	8.83033	<= 6
SODDI	20	95	78	40.12907	8.87818	<= 6





Estratto di mappa interattiva della pericolosità sismica (prob.: 10% in 50 anni, 50° percentile)
Nodi che includono l'area di intervento, localizzata al centro del crocino

Con riferimento alle suddette figure ed ai tabulati riportati le massime intensità macrosismiche osservate nel comune di Santa Giusta (OR) sono Imax ≤ 6 MCS.

Sulla base di queste informazioni la sismicità dell'area interessata dall'opera in progetto può essere definita di moderata entità.

Graficamente i nodi di interesse si collocano come indicato nella mappa di pericolosità sismica, in cui le diverse evidenze cromatiche illustrato l'intervallo di variazione dell'accelerazione attesa al sito per una probabilità di accadimento del 10% in 50 anni, al 50° percentile (da *Mappa interattiva della pericolosità sismica* , INGV).

Secondo quanto riportato nelle nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC-2008) per le zone collocate in Classe 4 non si prevedono particolari problematiche dal punto di vista sismico.

Dal punto di vista macro-sismico il sito in esame ricade in un'unica classe sismica.

4.3 Azione sismica locale e spettro di risposta elastico dell'area in studio

La valutazione della pericolosita sismica locale e stata effettuata utilizzando la procedura indicata nelle NTC/2018 e nella successiva Circolare.

La stima della pericolosita sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido (Vs >800 m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non piu tramite un criterio "zona dipendente".

La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nell'All. B delle NTC/2018.

La pericolosità sismica di un sito e descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in tale sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato.

Questo lasso di tempo e denominato "periodo di riferimento" V_R, mentre la probabilità e denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" P_{VR}.

Il periodo di riferimento V_R e dato per ciascun tipo di costruzione dalla seguente relazione:

$$\mathbf{V_R = V_N \times C_U}$$

Dove

- V_N = vita nominale della costruzione
- C_U = coefficiente d'uso dipendente dalla classe d'uso dell'opera

4.3.1 Vita nominale di progetto

La vita nominale di una costruzione VN e intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo alla quale è destinata.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	*Costruzioni temporanee e provvisorie*	10
2	*Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari*	50
3	*Costruzioni con livelli di prestazioni elevati*	100

Valori minimi della Vita nominale VN di progetto per i diversi tipi di costruzioni

Sulla base di quanto indicato nelle normative per l'opera in progetto si assume **$V_N \geq 50$ anni**

4.3.2. Classi d'uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: 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 o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: 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.

Classe IV: 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 DM 5/11/2001, 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.

4.3.3 Coefficiente d'uso

Il coefficiente d'uso Cu esprime la Classe d'uso nella quale sono suddivise le opere, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso.

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

Valori di Coefficienti d'Uso C_U

Sulla base di quanto indicato nelle normative per l'opera in progetto si assume **$V_N \geq 50$ anni** e una **classe d'uso II** a cui corrisponde un valore di **C_U pari a 1**.

4.3.4. Stati Limite e relative probabilità di superamento

Per quanto riguarda le probabilità P_{VR} di superamento nel periodo di riferimento V_R esse variano al variare dello stato limite considerato.

La normativa (DM – NTC 2008) nei confronti delle azioni definisce quattro strati limite, al fine di indicare il comportamento, in chiave sismica, che dovrà sopportare la struttura in progetto:

Stati limite di esercizio (Stato Limite di Operatività e Stato Limite di Danno) e stati limite ultimi (Stato Limite di salvaguardia della Vita Stato Limite di prevenzione del Collasso.

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≥ 1) di ag prefissata avente frequenza media annua di ricorrenza come indicato nella tabella seguente = $1/T_R$.

I valori di riferimento per individuare l'azione sismica sono riportati nella tabella sottostante.

Stati limite			P_{VR}
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	81%
	Stato limite di danno	SLD	63%
Stati limite ultimi	Stato limi di salvaguardia della vita	SLV	10%
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	5%

Probabilità di superamento PVR in funzione dello stato limite considerato

Dove:

- SLO = Stato Limite di Operatività: 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;
- SLD = Stato Limite di Danno: 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.
- SLV = Stato Limite di Salvaguardia della Vita: 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 di resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli nei 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.

Il periodo di ritorno T_R, una volta fissato il periodo di riferimento V_R e la probabilità di superamento P_{VR}, si ricava mediante l'espressione $T_R = - VR/ \ln(1 – P_{VR})$

4.3.5 – Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

- **Categorie di sottosuolo**

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale tenendo conto della tipologia e caratterizzazione geotecnica dei terreni esistenti in sito.

Nel nostro caso specifico si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento riportate nelle tabelle di seguito allegate.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
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.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Categorie di sottosuolo

Per il presente lavoro non sono state eseguite indagini sismiche, ma sono stati utilizzati dati relativi a lavori analoghi effettuati in aree del comune con caratteri topografici e geologici simili.

I dati di base utilizzati riguardano la definizione dell'assetto litostratigrafico e le caratteristiche fisicomeccaniche dei depositi detritici alluvionali presenti nell'area in esame (vedasi Relazione Geologica e Geotecnica) .

Tali dati includono:

- Analisi di indagini geognostiche eseguite in aree vicine e in sito;
- Modello geologico interpretativo dell'area d'interesse;
- Informazioni sulle proprietà fisiche dei terreni ottenute da prove geofisiche eseguite in aree vicine, con caratteristiche stratigrafiche assimilabili a quelle dell'area d'indagine, applicate per la misura delle velocità di propagazione delle onde di taglio S nei litotipi posti nei primi 30 m.

L'assetto litostratigrafico del sottosuolo interessato, ricostruito sulla base di indagini geognostiche è rappresentato depositi detritici in facies alluvionale e di transizione e suoli di copertura.

In particolare si possono distinguere le seguenti tipologie litologiche:

• Strato superficiale composto da terreno di copertura vegetale;

• Depositi alluvionali e di transizione, costituiti da argille limose localmente sabbiose, sabbie e ghiaie.

Le indagini sismiche eseguite in aree vicine e con caratteristiche topografiche e litostratigrafiche simili, consistite in profili sismici per la definizione delle onde Vs, hanno prodotto risultati che, ai sensi del NTC 2018, collocano i terreni di sedime dell'area in oggetto in ***categoria C*** ossia, depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di Vs 30 compresi tra *180 m/s* e i *360 m/s*.

Per quanto riguarda invece la categoria topografica, l'area, caratterizzata da un andamento

In relazione alle categorie di suolo, pertanto, l'area d'indagine è da intendersi appartenente alla **CATEGORIA "C"**

Tuttavia per gli strati superficiali si consiglia anche un eventuale valutazione cautelativa inerente la categoria "D".

Definita la categoria di sottosuolo è possibile calcolare i seguenti coefficienti:

- coefficiente di amplificazione stratigrafica SS, necessario per calcolare l'accelerazione di picco al suolo ags (o PGA);
- coefficiente funzione della categoria di sottosuolo Cc, necessario per il calcolo del periodo T_C e quindi della velocità orizzontale massima attesa al suolo Vg (o PGV)

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \le 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Parametrici sismici S_S - C_C

- **Condizioni topografiche**

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.
Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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

Categorie topografiche

Per quanto riguarda poi le condizioni topografiche, l'areale è compreso nella CATEG. "T1": superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°.

- **Amplificazione topografica**

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati nella Tab. 3.2.V, in funzione delle categorie topografiche definite nel § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Amplificazione sismica S_R

Per l'area di intervento si indica un coefficiente di amplificazione topografico $S_T = 1,0$.

La variazione spaziale del coefficiente di Amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta sino alla base dove S_T assume valore unitario.

Nei casi in cui debba essere effettuata un analisi di stabilità tenuto conto del sisma , si deve tener conto del coefficiente sismico orizzontale (K_h) e verticale (K_v) (Par. 7.11.3.5.2 NTC 2018) che altro no sono che due vettori che deviano la direzione della gravità a causa della spinta causata dal sisma quando si eseguono le analisi di stabilità (per le quali la gravità è convenzionalmente fissatta come un vettore perfettamente verticale).

Le espressioni per calcolare k_h e k_v sono rispettivamente:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max} / g$$

$$k_v = \pm 0{,}5 \cdot k_h$$

Dove:

β_s= coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa in sito

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa in sito

g = accelerazione di gravità

Tutti i parametri e coefficienti descritti in relazione, come già detto dipendono dall'ubicazione del sito d'interesse.

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, ha suddiviso l'intero territorio Nazionale in un reticolo a maglie quadrate con lato inferiore a 10 Km. per un totale di 10751 nodi che rappresentano i vertici di ciascuna maglia.

In base alle coordinate del sito d'interesse (sistema ED50) è possibile estrapolare quelli che sono i parametri dipendenti e indipendenti nella valutazione dell'azione sismica attraverso la costruzione dello spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale

5. ELABORAZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria C nelle NTC).

La "pericolosità sismica di base", chiamata semplicemente "pericolosità sismica", costituisce l'elemento di conoscenza primario per le determinazione delle azioni sismiche.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni ag e delle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;

- $F_{0,}$ 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

Per tutte le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri gli spettri di risposta sono definiti in base ai valori di a_g, F_0, T^*c uniformi su tutto il territorio di ciascuna isola.

	T_R=30			T_R=50			T_R=72			T_R=101			T_R=140			T_R=201			T_R=475			T_R=975			T_R=2475		
Isole	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna, Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401

Valori di a_g, F_0, T^*c per le isole con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri

WGS84: Lat 39.842704 - Lng 8.5832542

ED50: Lat 39.843769 - Lng 8.584235

Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbli...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.019	2.610	0.273
Danno (SLD)	50	0.024	2.670	0.296
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.050	2.880	0.340
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.060	2.980	0.372
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)	us (m)
1	0.1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,61	1,57	1,50	1,46
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.006	0.007	0.015	0.018
kv	0.003	0.004	0.008	0.009
Amax [m/s²]	0.274	0.346	0.735	0.887
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

Al fine di individuare gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti orizzontali e verticali delle azioni sismiche di progetto del territorio indagato, è stato utilizzato un programma di calcolo i cui risultati, riferiti ad uno stato limite, sono riassunti e riportati di seguito.

Il software permette di calcolare i parametri di pericolosità sismica sulla base delle coordinate del punto.
Considerando nel caso specifico:

$V_R = V_N \times C_U = 50x1=50$

Noti P_{VR} e V_R

Ottenendo attraverso la formula il Tempo di ritorno T_R:

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

E considerati i seguenti parametri:

- Vita nominale (Vn): **50 [anni]**
- Classe d'uso: **II**
- Coefficiente d'uso (Cu): **I**
- Categoria Topografica : **T1**
- Categoria sottosuolo : **C**
- Tipo di interpolazione: Media ponderata

Utilizzando :

- Dati di pericolosità sismica di base al sito della costruzione ag, F_0 e T_C^* per i vari periodi di ritorno (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975, 2475 anni);
- Valore del suo periodo di riferimento $V_R = V_N \cdot C_U$;
- Categoria di Sottosuolo e della Categoria Topografica;
- Accelerazioni al suolo PGA_C risultanti dalle verifiche effettuate rispetto ai 4 Stati Limite stabiliti dalle NTC (capacità della struttura);

si determina:

1) Periodi di ritorno T_R corrispondenti alle Probabilità di superamento P_{VR} prefissate per i 4 Stati limite SLO(81%), SLVD(63%), SLV(10%) e SLC(5%) nel detto periodo di riferimento $V_{R;t}$
2) Valori di ag, F_0 e T_C* con periodi di ritorno T_R, relativi ai 4 SL, per interpolazione;
3) Spettri elastici al sito, per la Categoria di Sottosuolo e la Categoria Stratigrafica assegnate ;
4) Livelli di domanda, per i 4 Stati Limite, in accelerazioni al sito PGA_{DLO} , PGA_{DLD} PGA_{DLV} , PGA_{DLC} ed in periodi di ritorno associati TR_{DLO} , TR_{DLD} , $TR_{D\,LV}$, TR_{DLC} ;

Valori di ag, Fo e Tc* per i diversi periodi di ritorno, calcolati al sito			
	ag	Fo	Tc*
30	0,019	2,610	0,270
50	0,024	2,670	0,300
72	0,027	2,700	0,300
101	0,031	2,730	0,310
140	0,035	2,780	0,310
201	0,039	2,820	0,320
475	0,050	2,880	0,340
975	0,060	2,980	0,370
2475	0,075	3,090	0,400

Valori di V_N e C_U

			Stato limite	P_{VR}
Vita Nominale V_N =	50			
Coefficiente d'Uso C_U =	1,0	SLE	SLO	81%
			SLD	63%
$V_R = C_U \times V_N \quad (V_R \geq 35)$		SLU	SLV	10%
Periodo di riferimento V_R =	50		SLC	5%

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln\left(1 - P_{V_R}\right)} \qquad \left(30 \text{ anni} \leq T_R \leq 2475 \text{ anni}\right)$$

-1/ ln(1-P_{VR})	T_R [anni]
0,6	30
1,0	50
9,5	475
19,5	975

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

Periodi di ritorno per i 4 SL	Intervalli dei periodi tabellati che comprendono i T_R dei 4 SL		Valori di ag in corrispondenza di TR1 e TR2		Valore di ag interpol. in T_R	Valori di Fo in corrispondenza di TR1 e TR2		Valore di Fo interpol. in T_R	Valori di Tc in corrispondenza di TR1 e TR2		Valore di Tc interpol. in T_R
T_R	TR1	TR2	ag1	ag2	ag	Fo1	Fo2	Fo	Tc1	Tc2	Tc
30	30	50	0,019	0,024	0,019	2,610	2,670	2,610	0,270	0,300	0,270
50	50	72	0,024	0,027	0,024	2,670	2,700	2,670	0,300	0,300	0,300
475	201	475	0,039	0,050	0,050	2,820	2,880	2,880	0,320	0,340	0,323
975	475	975	0,050	0,060	0,060	2,880	2,980	2,980	0,340	0,370	0,370

Categoria di Sottosuolo =	C
Fattore di smorzamento ξ=	5,0

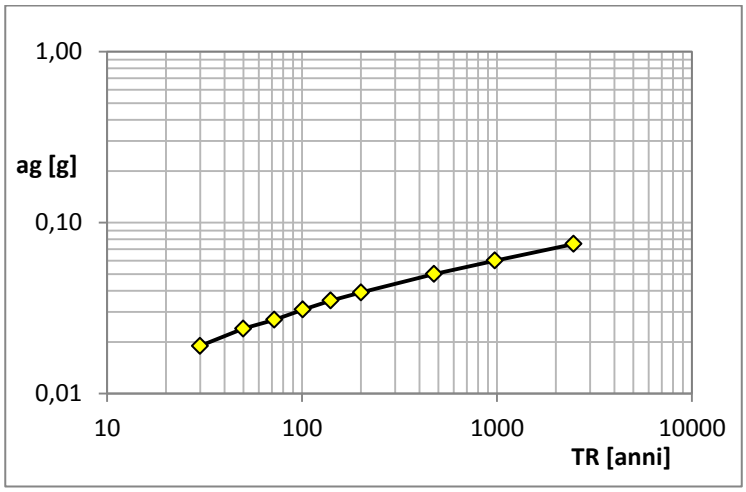
Coeff. di amplificazione stratigrafica e periodi Tb, Tc e Td

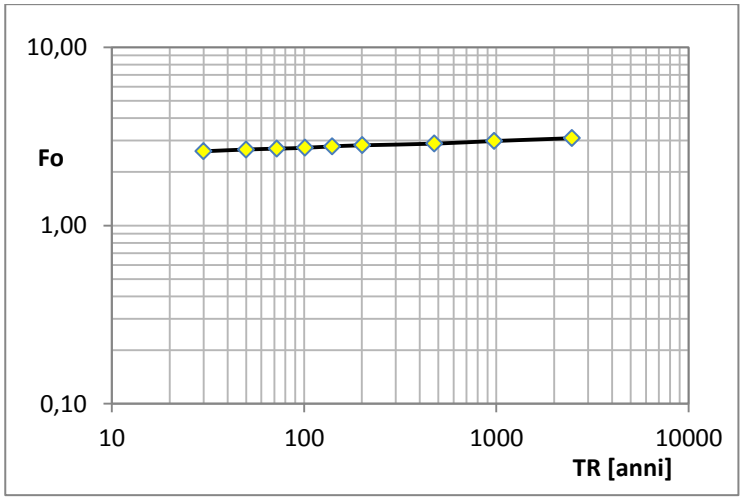
Stati limite	SLE		SLU	
	SLO	SLD	SLV	SLC
P_{VR}	81%	63%	10%	5%
	4	5	6	7
Ss=	1,500	1,500	1,500	1,500
Tb=	0,147	0,155	0,170	0,180
Tc=	0,440	0,464	0,510	0,541
Td=	1,674	1,694	1,800	1,841

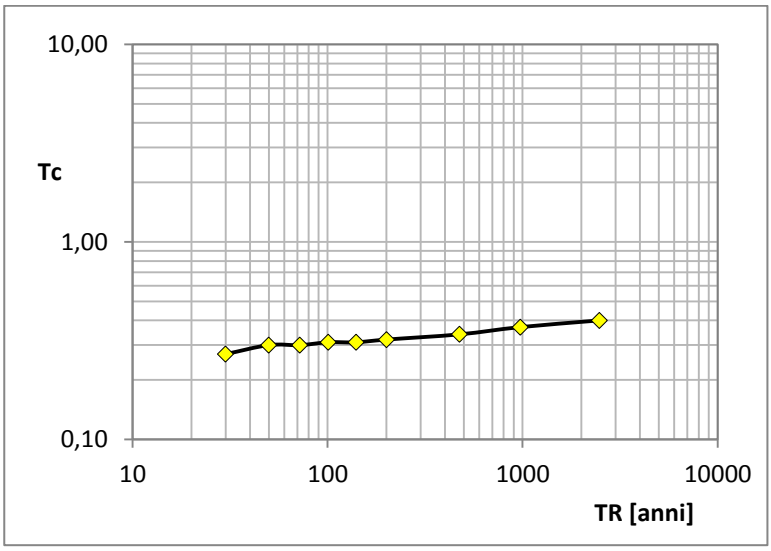
Categoria topografica =	T1
Rapporto h/H =	1,0
Coefficiente di amplificaz. topografica S_T =	1,0

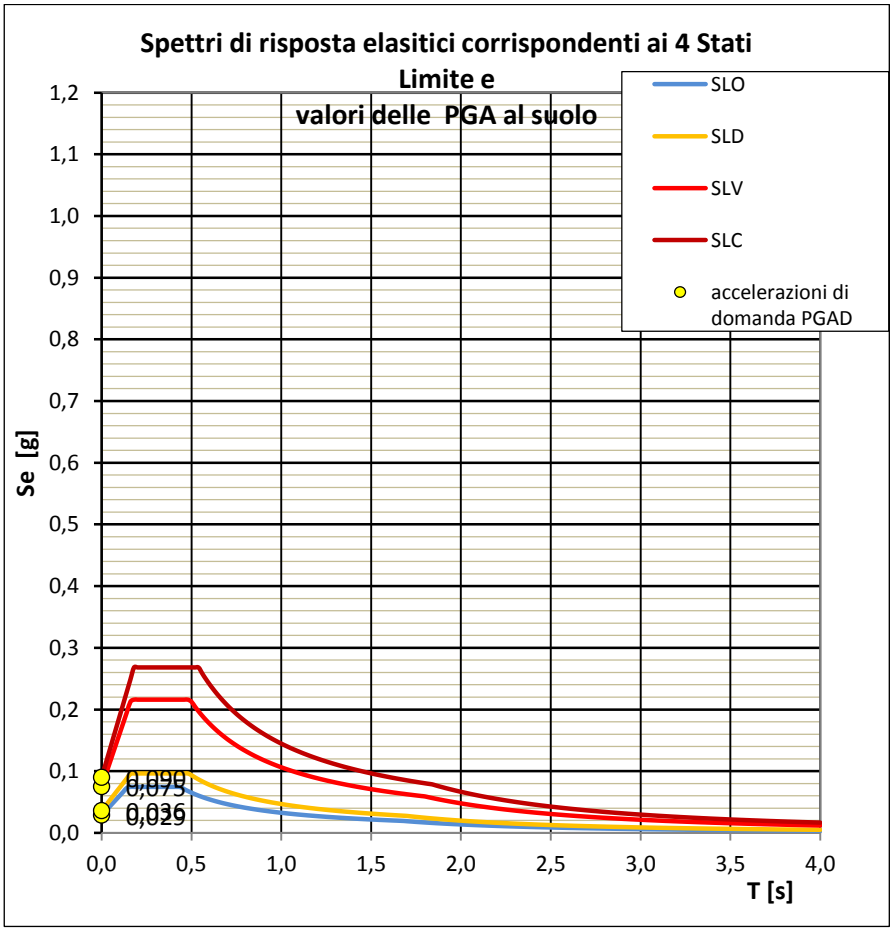
Valori di riferimento delle accelerazioni e dei periodi di ritorno dell'azione sismica **PGA_D** [g] e **TR_D** [anni]

		PGA_D		TR_D	
A	Stato limite di collasso	**PGA_{DLC}**	0,090	**TR_{DLC}**	975
B	Stato limite di salvaguardia vita	**PGA_{DLV}**	0,075	**TR_{DLV}**	475
C	Stato limite di danno	**PGA_{DLD}**	0,036	**TR_{DLD}**	50
D	Stato limite di operatività	**PGA_{DLO}**	0,029	**TR_{DLO}**	30









Dall'elaborazione si ricavano i seguenti parametri sismici che permettono di determinare gli Spettri di Progetto:

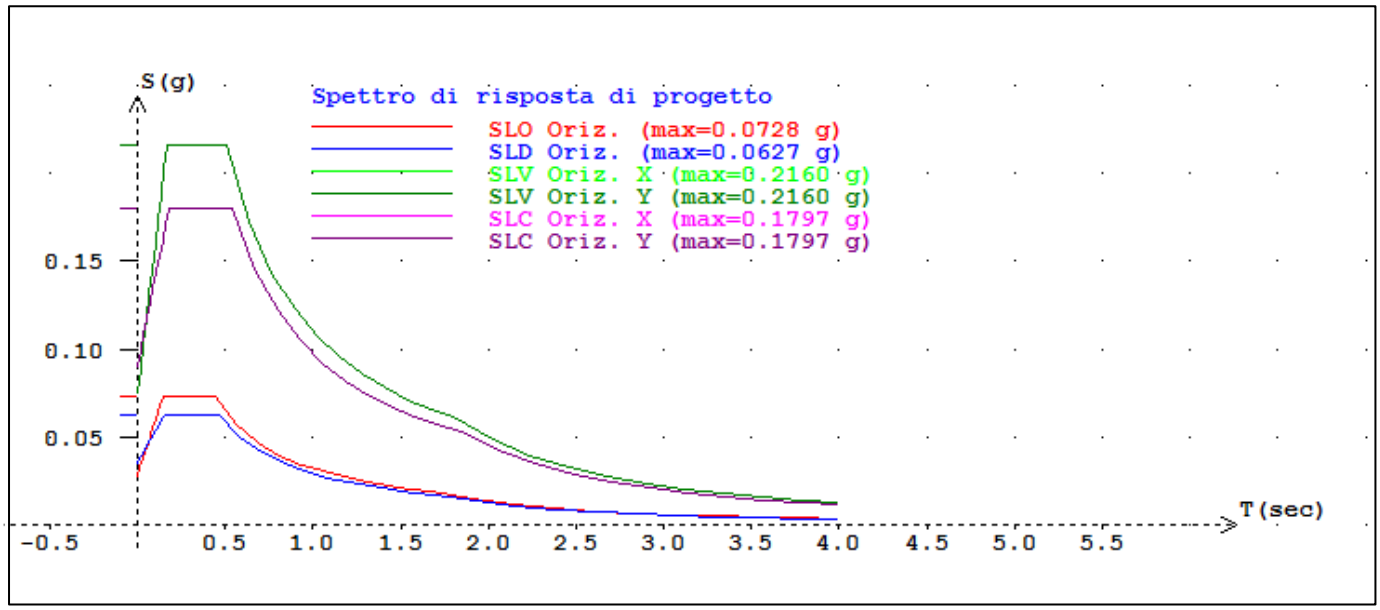
PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Probabilità superamento (%)	T_R(anni)	ag (g)	Fo (-)	T_C^*(s)
Operatività (SLO)	81,00	30,00	0,186	2,610	0,273
Danno (SLD)	63,00	50,00	0,235	2,670	0,296
Salvaguardia della vita (SLV)	10,00	475,00	0,500	2,880	0,340
Prevenzione dal collasso (SLC)	5,00	975,00	0,603	2,980	0,372

PARAMETRI SPETTRI ORIZZONTALI E F_V

	S	TB	TC	TD	F_V	C_C	S_S
SLO	1,500	0,147	0,440	1,674	0.481	1,612	1,500
SLD	1,500	0,155	0,464	1,694	0,553	1,569	1,500
SLV	1,500	0,170	0,510	1,800	0,869	1,499	1,500
SLC	1,500	0,180	0,541	1,841	0,988	1,455	1,500

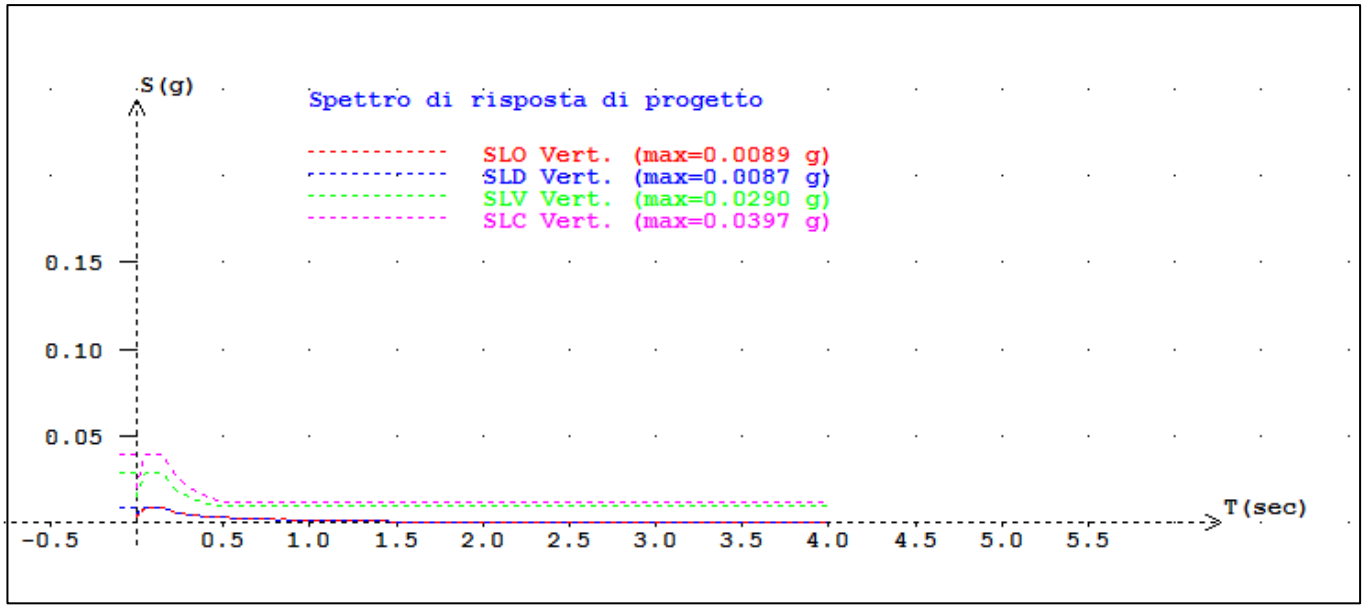
SPETTRI ORIZZONTALI



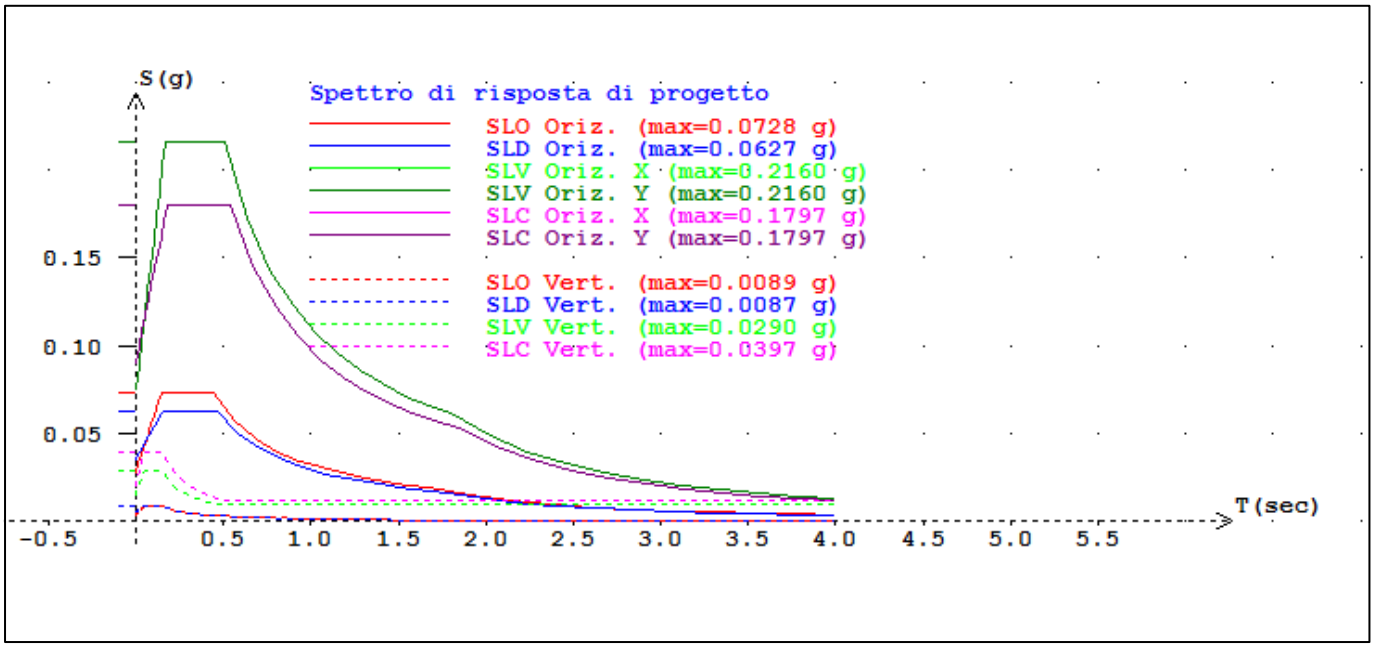
PARAMETRI SPETTRI VERTICALI

	TB	TC	TD	F_V	S_S
SLO	0,050	0,150	1,000	0.481	1,500
SLD	0,050	0,150	1.00	0,553	1,500
SLV	'0,050	0,150	1,00	0,869	1,500
SLC	0,050	0,150	1,00	0,988	1,500

SPETTRI VERTICALI



SPETTRI DI PROGETTO



6 - CONCLUSIONI

La relazione sulla pericolosità sismica di base, ha permesso di acquisire un grado sufficientemente chiaro delle caratteristiche sismiche dei terreni presenti nell'area in esame, sita nel Comune di Santa Giusta (OR) per il progetto "*Progettazione Impianto Fotovoltaico*".

Ai fini del calcolo strutturale, si consiglia l'utilizzo degli spettri di normativa.

I dati raccolti ed analizzati hanno permesso di delineare le caratteristiche di base della sismicità e della pericolosità sismica del territorio.

La sismicità storica dell'area interessata è stata studiata consultando i più recenti e dettagliati cataloghi di riferimento (CPTI15 e DBMI15, dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, INGV).

L'analisi ha evidenziato che l'area è caratterizzata da un indice di sismicità molto basso, sia dal punto di vista della frequenza di eventi, che dei valori di magnitudo.

Si conclude quindi che dal punto di vista della pericolosità sismica , viste le risultanze dei parametri presi in considerazione nel sito di progetto (*in riferimento alle NTC 2018 e alla relativa circolare del MIT anno 2019*) come si evince dalla presente relazione, non vi siano problematiche che influiscano e pregiudichino negativamente la realizzazione dell'intervento di cui in oggetto.

FENU
GIAMPIERO
28.02.2022
18:11:36
UTC

Il Tecnico
Dott. Geol. Giampiero Fenu

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 552 Dott. Geol. Giampiero FENU