

Geo Rinnovabile S.r.l.

Impianto agro-fotovoltaico "Padalazzu" da 96.138 kWp e opere connesse

Comune di Sassari (SS)

Progetto Definitivo Impianto agro-fotovoltaico e opere elettriche di Utenza

Allegato C.06 - Relazione Geofisica e Sismica



Professionisti incaricati: Dott. Geol. Domenico Praticò Ordine dei Geologi Regione Sardegna n. 415

Dott. Geol. Mario Nonne Ordine dei Geologi Regione Sardegna n. 424

Rev. 0

Ottobre 2022

wood.

Indice

1	Introduzione	3
2	Normativa di riferimento	4
3	Inquadramento del sito	5
4	La Prospezione sismica	6
	4.1 Cenni generali	6
	4.2 Metodologia MASW	6
5	Indagini geofisiche effettuate sul sito	8
	5.1 Stendimento MASW N. 1 (settore occidentale Impianto agro-fotovoltaico)	8
	5.2 Stendimento MASW N. 2 (settore orientale Impianto agro-fotovoltaico)	13
	5.3 Prova HVSR	18
6	Modellazione sismica	22
	6.1 La sismicità in sardegna	22
	6.2 Caratterizzazione sismogenetica	25
	6.3 Modellazione sismica del sito	27
	6.3.1 Pericolosità sismica di base	27
	6.3.2 Risposta sismica locale	29

Questo documento è di proprietà di Geo Rinnovabile S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di Geo Rinnovabile S.r.l.

1 Introduzione

Su incarico ricevuto in data 26/04/2022 dalla Società Geo Rinnovabile S.r.l. (Numero d'ordine: GEO/SAS/ORD/2022/05), si redige la presente relazione geofisica e sismica per il progetto definitivo dell'Impianto agro-fotovoltaico denominato "Padalazzu" da 96.138 kWp e relative opere connesse che la società intende realizzare nel Comune di Sassari.

Le opere progettuali dell'impianto agro-fotovoltaico da realizzare si possono così sintetizzare:

1. Impianto agro-fotovoltaico ad inseguimento monoassiale ubicato nel comune di Sassari (SS), in località Padalazzu, Contrada Saccheddu e Gianna de Mare;
2. Linee in cavo interrato a 36 kV (di seguito "Dorsali 36 kV"), per il collegamento dell'impianto fotovoltaico alla cabina elettrica a 36 kV di proprietà della Società, il cui tracciato ricade nel Comune di Sassari;
3. Cabina elettrica a 36 kV (di seguito "Cabina Utente") di proprietà della Società, che sarà realizzata nel Comune di Sassari (SS), in località Saccheddu;
4. Collegamenti in cavo a 36 kV tra la Cabina Utente e lo stallo produttore nella sezione a 36 kV della futura stazione elettrica di trasformazione 380/150/36 kV della RTN denominata "Olmedo", di proprietà di Terna;
5. Nuova Stazione elettrica di trasformazione 380/150/36 kV denominata "Olmedo" (di seguito "Stazione RTN") e relativi nuovi raccordi di collegamento alla linea RTN esistente a 380 kV "Fiumesanto Carbo – Ittiri" (congiuntamente di seguito definiti come "Impianto di Rete"). La Stazione RTN sarà anch'essa ubicata nel Comune di Sassari, in località Saccheddu.

Le opere di cui ai precedenti punti 1), 2), 3) e 4) costituiscono il **Progetto Definitivo dell'Impianto agro-fotovoltaico e delle opere elettriche di Utenza** ed il presente documento si configura come la Relazione geofisica e sismica del medesimo progetto.

Le opere di cui al precedente punto 5) rappresentano l'Impianto di Rete, che sarà di proprietà del gestore di rete (Terna S.p.A.) e costituiscono il **Progetto Definitivo dell'Impianto di Rete**. Per tale progetto è stata predisposta una relazione geofisica e sismica distinta.

2 Normativa di riferimento

Di seguito si elencano le principali norme di riferimento seguite per la redazione della presente relazione:

- “DECRETO 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (18A00716) (GU Serie Generale n. 42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8);
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici “Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale”;
- Delib. G.R. 30 marzo 2004 n. 15/31 pubblicata nel B.U. Sardegna, 21 agosto 2004 n. 23 – 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 le costruzioni in zona sismica”;
- raccomandazioni sulle indagini A.G.I., 1977;
- Eurocodice 8 (1998) Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003).

3 Inquadramento del sito

L'area interessata dalla realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico si estende su una superficie di circa 146 ha ed è situata nella zona centro-orientale del territorio del comune di Sassari (SS), in località Padalazzu, Saccheddu e Gianna de Mare. Il sito è sostanzialmente delimitato:

- a sud, dalla Strada Provinciale N. 65;
- a est, dalla Strada Statale N. 291 var della Nurra;
- a nord, dalla Strada Provinciale N. 18;
- a ovest, dalla cava di Monte Nurra (posta ad una distanza di circa 2,5 km).

L'impianto agro-fotovoltaico è suddivisibile in N. 2 aree, entrambe ubicate nel Comune di Sassari e poste rispettivamente ad ovest (Area 1) e ad est (Area 2) della Cabina Utente e della Stazione RTN.

Il sito è facilmente accessibile dalla viabilità ordinaria, essendo costeggiato dalla Strada Provinciale N. 65 e attraversato dalla strada vicinale "Saccheddu".

Il centro abitato di Saccheddu (Frazione del comune di Sassari) è ubicato circa 300 m a nord rispetto all'area prevista per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico e risulta essere il centro abitato più prossimo al sito.

Da un punto di vista morfologico, l'impianto è collocato in un territorio prevalentemente pianeggiante, che raggiunge una quota variabile tra i 64 e gli 80 m s.l.m..

L'area prescelta per l'installazione dell'impianto agro-fotovoltaico è attualmente coltivata a seminativo e in parte minore utilizzata a pascolo. La zona interessata dalle opere è poco antropizzata, con la presenza di alcuni capannoni sparsi nell'agro utilizzati come ricovero dei mezzi agricoli o per l'attività zootecnica. Si segnalano le seguenti strutture in cui vi è la presenza continuativa di persone:

- Alcune abitazioni sparse a sud e ad ovest dell'Area 1;
- Il "Circolo automobilistico Turritano" ad est dell'Area 1;
- Un piccolo nucleo di abitazioni a sud dell'Area 2;
- Un paio di capannoni utilizzati come ricovero mezzi agricoli e/o per l'attività zootecnica nella parte centrale dell'Area 2.

La Cabina Utente sarà ubicata nel Comune di Sassari, in località Saccheddu (adiacente alla futura Stazione RTN), nelle immediate vicinanze rispetto al sito dell'impianto agro-fotovoltaico. Occuperà un'area molto limitata, di circa 465 m² e sarà facilmente raggiungibile dalla viabilità esistente, essendo a ridosso della SP 65 "La Ginestra Sella Larga". Trattasi di un'area pianeggiante, ad una quota di circa 75 m s.l.m.

Le Dorsali 36 kV per il vettoriamento dell'energia prodotta dall'impianto agro-fotovoltaico alla Cabina Utente, si svilupperanno su un percorso realizzato nel sedime delle strade interessate (vicinale e provinciale), ricadenti nel Comune di Sassari.

Geograficamente il sito dell'impianto agro-fotovoltaico è inquadrabile nel F° 459 Sez.IV "LA CRUCCA" in scala 1:25.000 (IGM) e nella Carta Tecnica Regionale nella Sezione 459050 e 459060 in scala 1:10.000.

4 La Prospezione sismica

4.1 Cenni generali

L'esecuzione di indagini sismiche ha lo scopo di ottenere informazioni di tipo geotecnico sul comportamento fisico-meccanico dei corpi geologici investigati - attraverso la determinazione dei relativi parametri - ed informazioni di tipo geologico sui caratteri strutturali e stratigrafici del volume del sottosuolo indagato.

Si tratta di uno dei metodi attualmente più utilizzati per l'esplorazione in profondità del sottosuolo e consta nel creare delle onde artificiali nel terreno e registrarle attraverso parametri di velocità. Le indagini geognostiche che utilizzano le metodologie sismiche sfruttano le proprietà dei terreni di farsi attraversare dalle onde sismiche a diversa velocità, che dipende da molti fattori, quali la natura mineralogica della roccia, il grado di cementazione e di fratturazione, la porosità, il contenuto in acqua o in gas, la possibile presenza di vuoti ecc.

La strumentazione utilizzata è costituita da un Sismografo DAQLink III (Seismic Source U.S.A.) con convertitore A/D a 24 bit, 24 canali, range dinamico 144db e output dei dati in SEG-Y o SEG-2. L'intero sistema di acquisizione è conforme alle specifiche ASTM D5777-00 (2006) (Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation).

L'energizzazione del terreno è stata effettuata mediante l'utilizzo di una massa battente (mazza di 10 kg con starter) su piattello di battuta in alluminio. Per la ricezione delle onde di superficie di Rayleigh, durante l'indagine sismica, sono stati usati geofoni verticali a corto periodo (4,5 Hz).



Figura 4.1 - Sistema di ricezione e elaborazione – sistema di battuta

Le NTC 2018 prescrivono la stima della velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo. Tra le indagini indirette, di maggiore diffusione si annoverano le tecniche basate sull'analisi della dispersione delle onde di superficie (Rayleigh e Love). La dispersione rappresenta una deformazione di un treno d'onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza. In un mezzo stratificato le varie componenti (lunghezza d'onda, quindi frequenza $v = v/f$) del segnale sismico si propagano ad una velocità diversa in funzione delle caratteristiche del mezzo. Le componenti a frequenza minore (lunghezza d'onda maggiore) penetrano più in profondità e sono quindi influenzate dagli strati più profondi rispetto a quelle a frequenza maggiore (lunghezza d'onda minore) che risentono delle proprietà fisiche dei livelli superficiali, e presentano normalmente più elevate velocità di fase.

4.2 Metodologia MASW

La tecnica MASW consente di misurare la velocità delle onde di taglio V_s sfruttando il carattere dispersivo delle onde di Rayleigh quando queste si propagano in un mezzo stratificato. La dispersione consiste nella variazione della velocità di fase a diverse frequenze: con l'aumento della lunghezza d'onda (abbassamento di frequenza) la profondità coinvolta dalla propagazione dell'onda è via via maggiore.

È quindi possibile, impiegando onde di un certo intervallo di frequenza, caratterizzare le proprietà acustiche dei terreni sino ad una determinata profondità. Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, che rappresenta la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione ed è determinata dalle proprietà elastiche dei corpi attraversati.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per diversi studi geotecnici.

L'intero processo è composto da tre fasi consecutive:

- acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Il range di frequenza utilizzato si sviluppa comunemente tra i 5 Hz e i 60 Hz, fornendo informazioni sino alla profondità massima di penetrazione, determinata dalla relazione fra velocità di propagazione dell'onda e la più bassa frequenza identificabile.

Questa tipologia di prospezione si realizza solitamente con uno stendimento sismico costituito da 12/24 allineati a distanza intergeofonica variabile tipicamente fra 1 e 5 m che registrano le onde sismiche generate in corrispondenza di X punti di energizzazione, effettuati tipicamente ad una distanza compresa fra 2 m e 20 m dal primo geofono.

L'obiettivo della registrazione è quindi l'individuazione del treno di onde superficiali (Rayleigh), che a causa della stratificazione del mezzo subisce una dispersione le cui modalità sono direttamente correlate alla velocità delle onde di taglio S. L'acquisizione delle onde di Rayleigh può essere fatta mediante geofoni verticali (come nel nostro caso), oppure mediante geofoni orizzontali con asse posto parallelo (radiale) allo stendimento (in entrambi i casi si utilizza una sorgente verticale - piastra-martello).

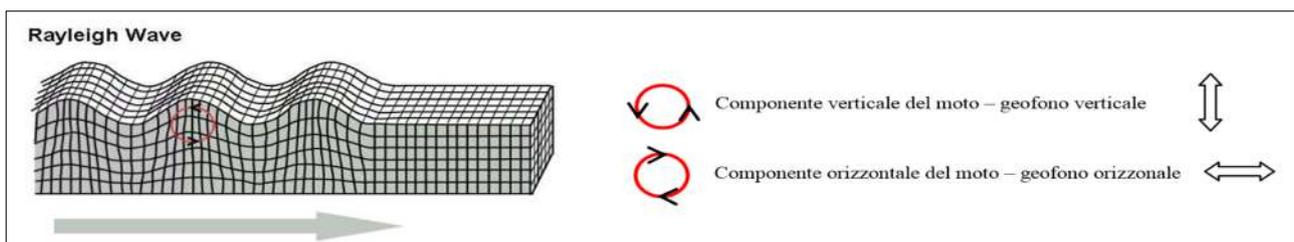


Figura 4.2 – Rappresentazione onde superficiali

5 Indagini geofisiche effettuate sul sito

Le indagini geofisiche eseguite sul sito sono dettagliatamente descritte di seguito. In totale sono state eseguite:

- N. 2 MASW nelle aree dove è prevista l'installazione del campo agrofotovoltaico (una nel settore occidentale e uno nel settore orientale);
- N. 1 prova HVSR in prossimità dell'area dove è stata effettuata la MASW N. 1 (settore occidentale).

5.1 Stendimento MASW N. 1 (settore occidentale Impianto agro-fotovoltaico)

L'indagine ha visto l'esecuzione di uno stendimento in direzione Nord – Sud adottando la seguente configurazione:

- N° geofoni: 24 con frequenza propria di risonanza 4,5 Hz;
- Distanza intergeofonica: 2,0 m per complessivi 46 m di stendimento;
- Offset di battuta: disposta a 2 metri esternamente dal geofono 1.

Per quanto riguarda l'acquisizione dei dati sono state utilizzate le seguenti impostazioni:

- Tempo di acquisizione: 1 s;
- Frequenza di campionamento: 1000 Hz;
- Periodo di campionamento: 1,0 ms.

I dati acquisiti sono stati elaborati attraverso le seguenti fasi:

- 1) Calcolo dello spettro di velocità;
- 2) Individuazione del modo fondamentale e degli eventuali superiori;
- 3) Calcolo della curva di dispersione mediante modellazione diretta, cioè attribuzione degli spessori e delle velocità relative, sulla base di dati riguardanti il sito acquisiti precedentemente tramite indagini dirette o bibliografia. In alternativa picking della curva di dispersione, cioè selezione dei punti che si ritengono appartenere ad un determinato modo;
- 4) Inversione della curva di dispersione e conseguente individuazione del profilo di velocità Vs.

Gli spettri di velocità risultano dominati dal modo fondamentale delle onde di Rayleigh.

Tabella 5-1 – Informazioni riassuntive della prova MASW eseguita

Località	Sassari – Loc. Padalazzu
Nome Prova	MASW1
Metodo indagine	MASW ZVF forza verticale
Strumentazione	Sismografo DAQLink III (Seismic Source U.S.A.), 24 canali, 24 bits
Geometria stendimento	24 geofoni interasse 2,0 m - sorgente esterna a 2,0 m da G1

Tabella 5-2 – Coordinate dello stendimento MASW N° 1

STENDIMENTO MASW COORDINATE WGS		
Geofono 1	40.714249°N	8.401810°E
Geofono 24	40.713862°N	8.402012°E

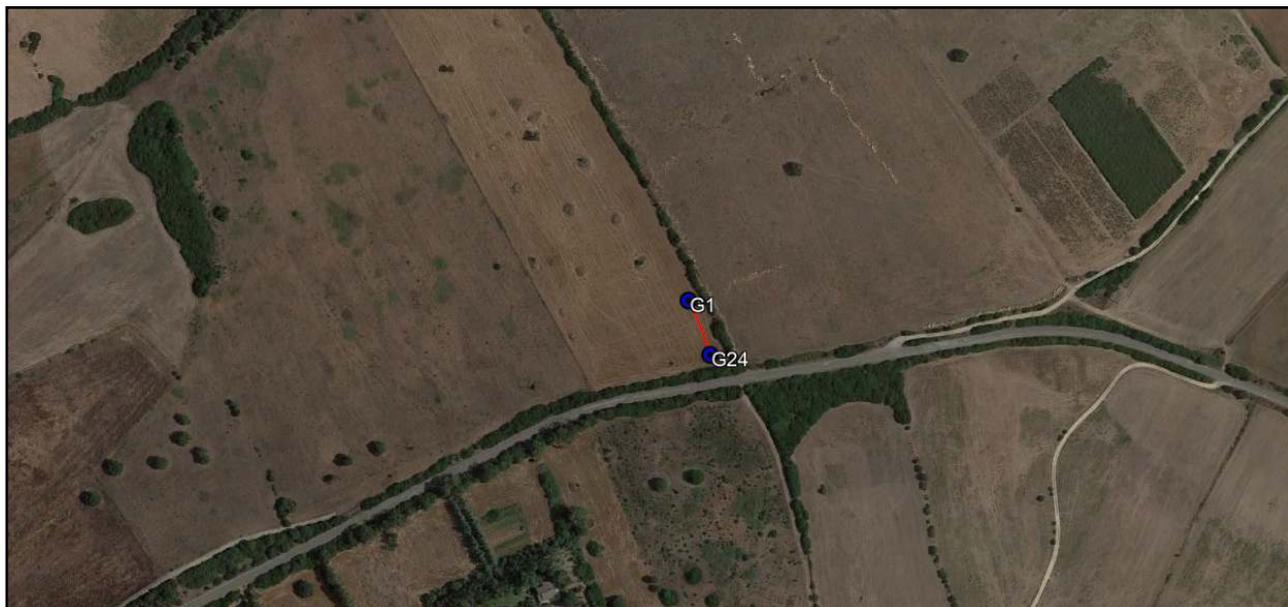


Figura 5.1 – Localizzazione MASW N°1



Figura 5.2 – Documentazione fotografica esecuzione MASW N. 1

L'analisi del profilo sismico per il calcolo delle Vs equivalenti è stata effettuata utilizzando un modello semplificato composto da 7 strati con il raggiungimento del substrato sismico a 3,6 metri dal p.c.

Tabella 5-3 – Vs equivalenti calcolate MASW N° 1

Strati	Profondità (m)	Spessore strato (m)	Vs (m/sec)
A	2,1	2,1	289
B	3,6	1,5	610
C	5,4	1,8	1480
D	6,6	1,2	1320
E	9,8	3,2	1700
F	13	3,2	1620
G	-	-	1620

Nel calcolo della "Velocità equivalente" Vseq si tiene conto di tutti gli strati rilevati al di sopra del basamento sismico con velocità minima di 800 m/sec. La Vseq rappresenta, dunque, la media ponderata della distribuzione delle velocità di taglio per una profondità H sotto il piano di fondazione e si ottiene applicando la seguente formula:

$$V_{S_{eq}} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h_{(strato)}}{V_{S_{(strato)}}}}$$

Dove:

- N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore h(strato) e dalla velocità delle onde S Vs(strato);
- H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Sulla base del valore calcolato di Vseq è possibile associare la classe di suolo corrispondente, in accordo a quanto stabilito dalle NTC del 2018, che individua 5 classi di suolo, dalla lettera A alla lettera E, come illustrato nella tabella successiva.

Tabella 5-4 – Classi di suolo definite dalle NTC del 2018

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	Depositati 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.

Di seguito si riportano i dati acquisiti con l'indagine MASW N. 1.

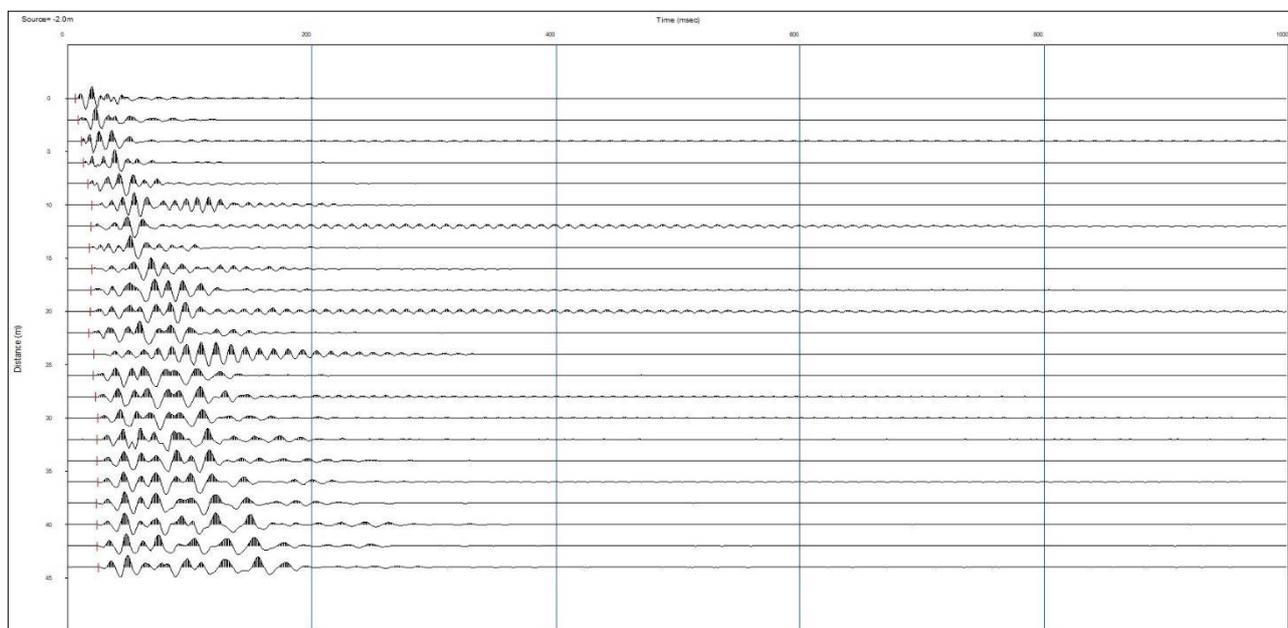


Figura 5.3 – Sismogramma in acquisizione

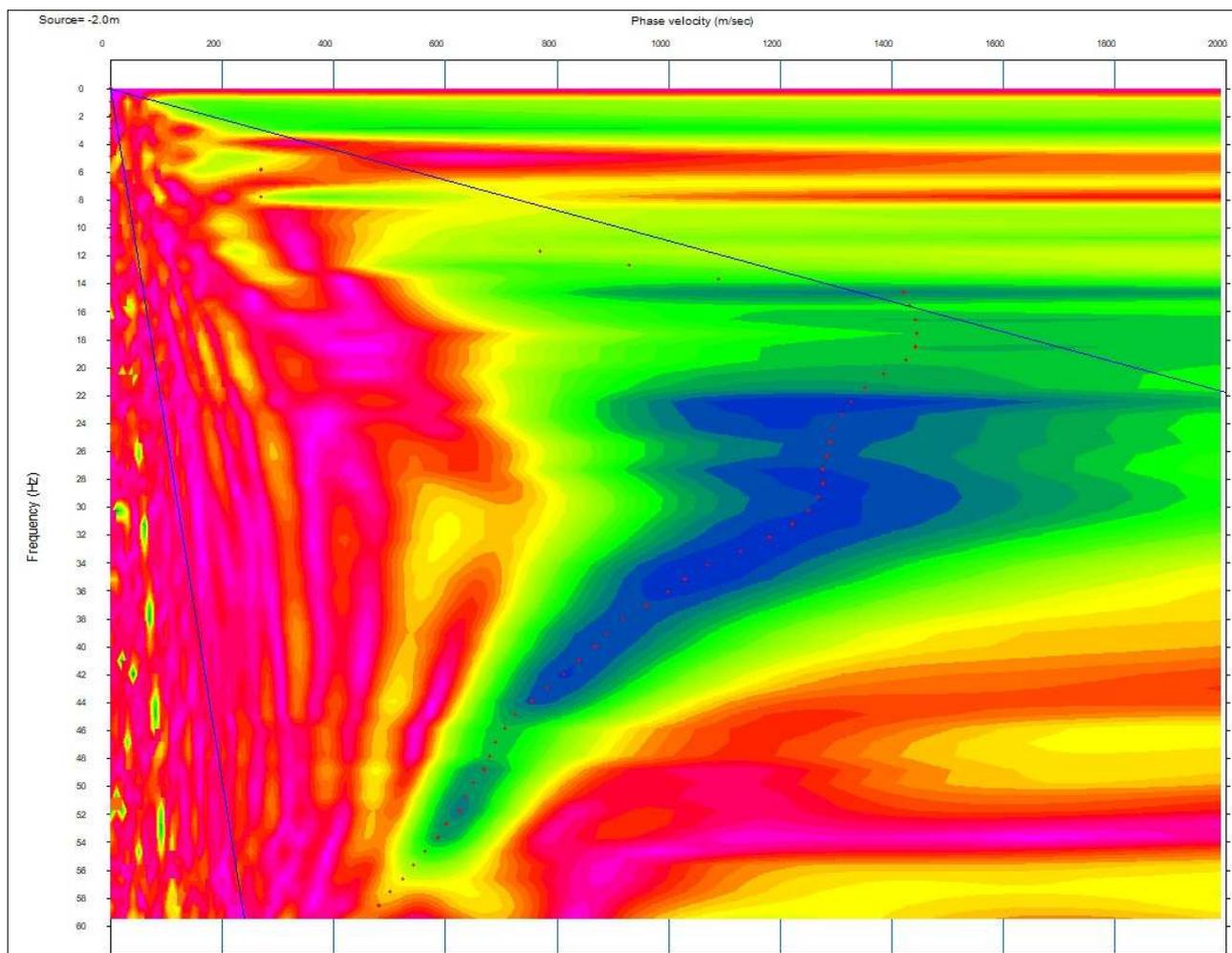


Figura 5.4 – Curva di dispersione

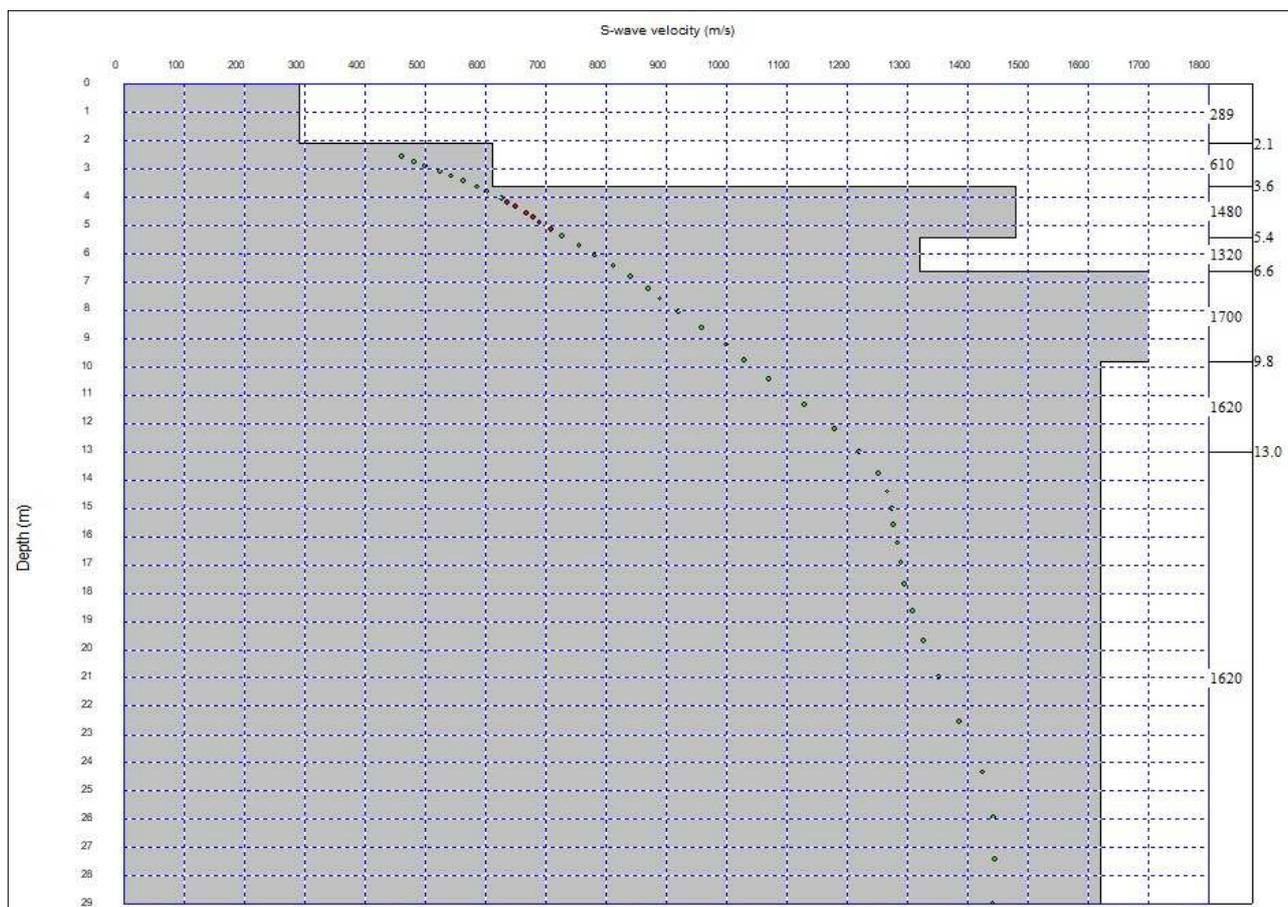


Figura 5.5 – Modello stratigrafico delle Vs

Sulla base della stratigrafia ottenuta, dal piano campagna, la Vseq (NTC 2018) risulta pari a **370,16 m/s**.

Tali caratteristiche classificano il terreno di fondazione (NTC 2018) nella **categoria B**, in accordo a quanto riportato alla precedente Tabella 5-4.

Resta sempre in capo al progettista l'utilizzo della categoria di sottosuolo di riferimento da utilizzare in funzione delle scelte progettuali.

5.2 Stendimento MASW N. 2 (settore orientale Impianto agro-fotovoltaico)

L'indagine ha visto l'esecuzione di uno stendimento in direzione Nord – Sud adottando la seguente configurazione:

- N° geofoni: 24 con frequenza propria di risonanza 4,5 Hz;
- Distanza intergeofonica: 2,0 m per complessivi 46 m di stendimento;
- Offset di battuta: disposta a 2, 4 e 6 metri esternamente dal geofono 1.

Per quanto riguarda l'acquisizione dei dati sono state utilizzate le seguenti impostazioni:

- Tempo di acquisizione: 1 s;
- Frequenza di campionamento: 1000 Hz;
- Periodo di campionamento: 1,0 ms.

I dati acquisiti sono stati elaborati attraverso le seguenti fasi:

- 1) Calcolo dello spettro di velocità;
- 2) Individuazione del modo fondamentale e degli eventuali superiori;
- 3) Calcolo della curva di dispersione mediante modellazione diretta, cioè attribuzione degli spessori e delle velocità relative, sulla base di dati riguardanti il sito acquisiti precedentemente tramite indagini dirette o bibliografia. In alternativa picking della curva di dispersione, cioè selezione dei punti che si ritengono appartenere ad un determinato modo;
- 4) Inversione della curva di dispersione e conseguente individuazione del profilo di velocità Vs.

Gli spettri di velocità risultano dominati dal modo fondamentale delle onde di Rayleigh.

Tabella 5-5 – Informazioni riassuntive della prova MASW eseguita

Località	Sassari – Loc. Padalazzu
Nome Prova	MASW2
Metodo indagine	MASW ZVF forza verticale
Strumentazione	Sismografo DAQLink III (Seismic Source U.S.A.), 24 canali, 24 bits
Geometria stendimento	24 geofoni interasse 2,0 m - sorgente esterna a 6,0 m da G1

Tabella 5-6 – Coordinate dello stendimento MASW N°2

STENDIMENTO MASW COORDINATE WGS		
Geofono 1	40.713284° N	8.414284° E
Geofono 24	40.713693° N	8.414405° E

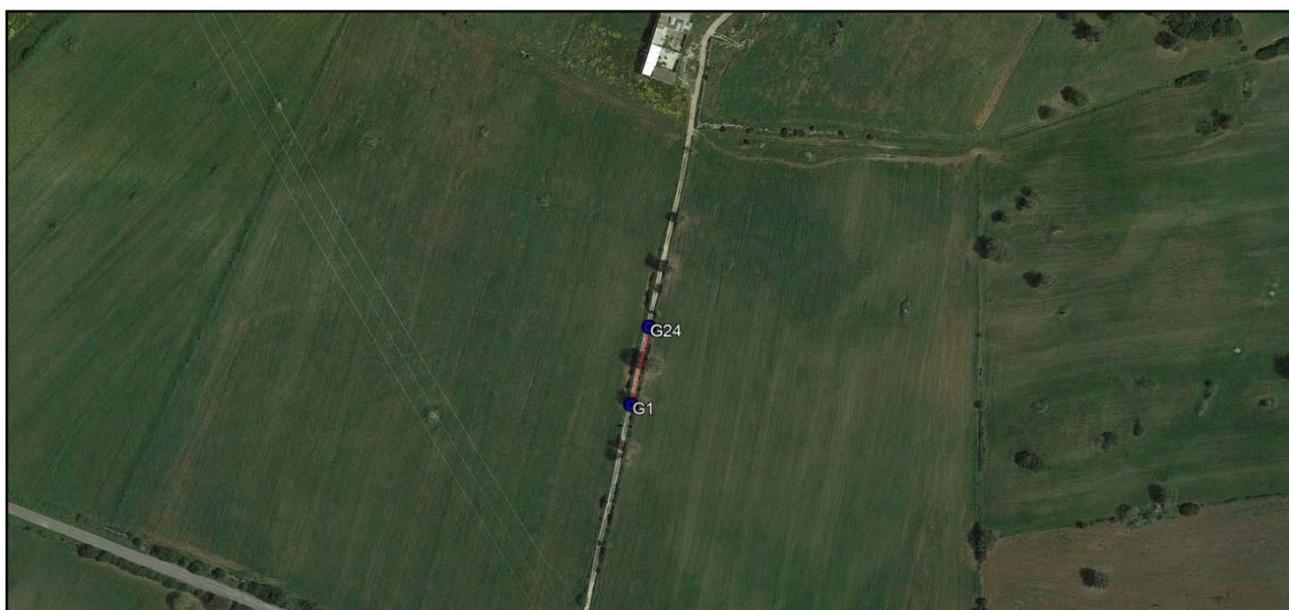


Figura 5.6 – Localizzazione MASW N° 2



Figura 5.7– Documentazione fotografica esecuzione MASW N. 2

L'analisi del profilo sismico per il calcolo delle V_s equivalenti è stata effettuata utilizzando un modello semplificato composto da 7 sismostrati con il raggiungimento del substrato sismico alla profondità di 6,8 metri dal p.c.

Tabella 5-7 – V_s equivalenti dello stendimento MASW N°2

Strati	Profondità (m)	Spessore strato (m)	V_s (m/sec)
A	1,3	1,3	319
B	2,9	1,6	361
C	4,7	1,8	484
D	6,8	2,1	672
E	8,6	1,8	1000
F	11,4	2,8	1299
G	-	-	1399

Sulla base del valore calcolato di V_{seq} , come già descritto al precedente paragrafo 5.1, è possibile associare la classe di suolo corrispondente, in accordo a quanto stabilito dalle NTC del 2018 e illustrato nella Tabella 5-4.

Di seguito si riportano i dati acquisiti con l'indagine MASW N. 2.

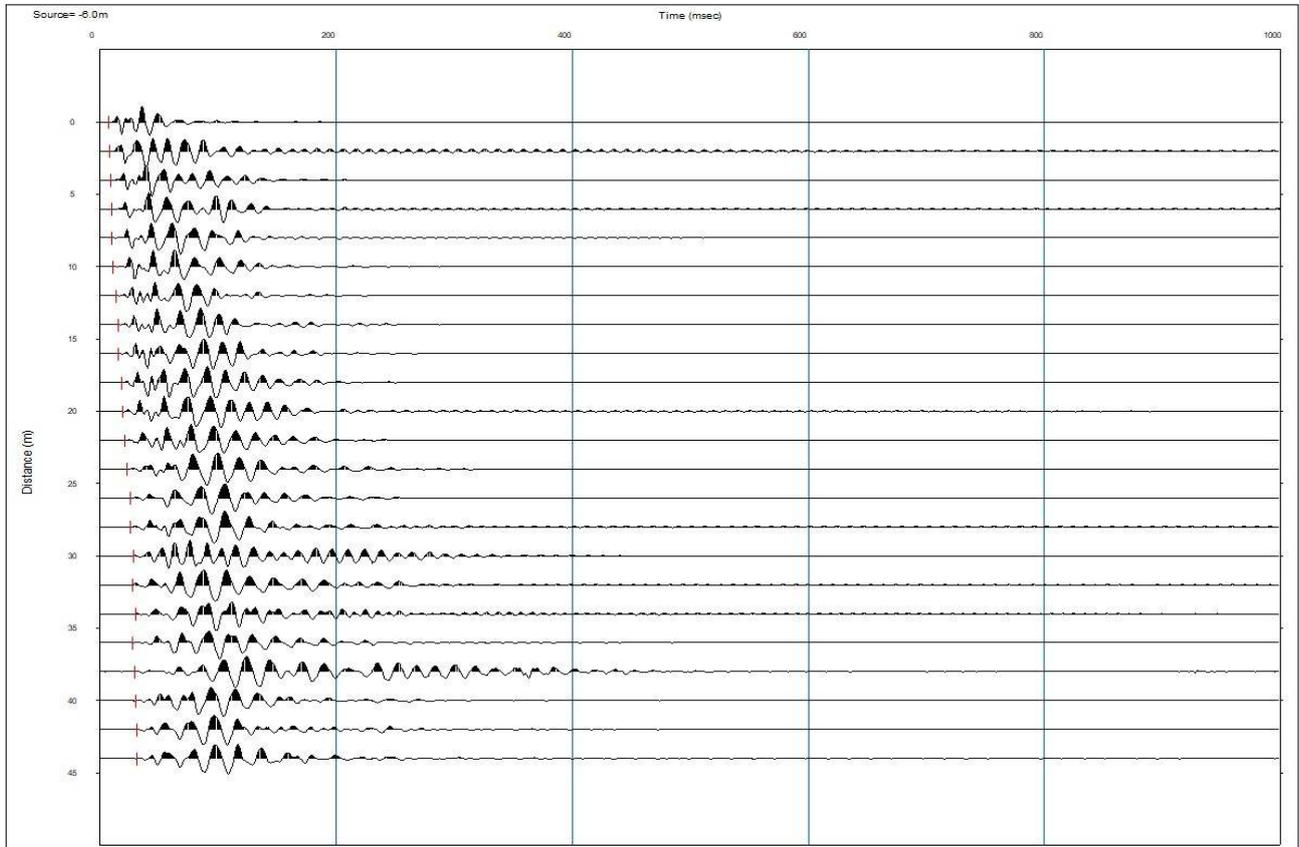


Figura 5.8 – Sismogramma in acquisizione

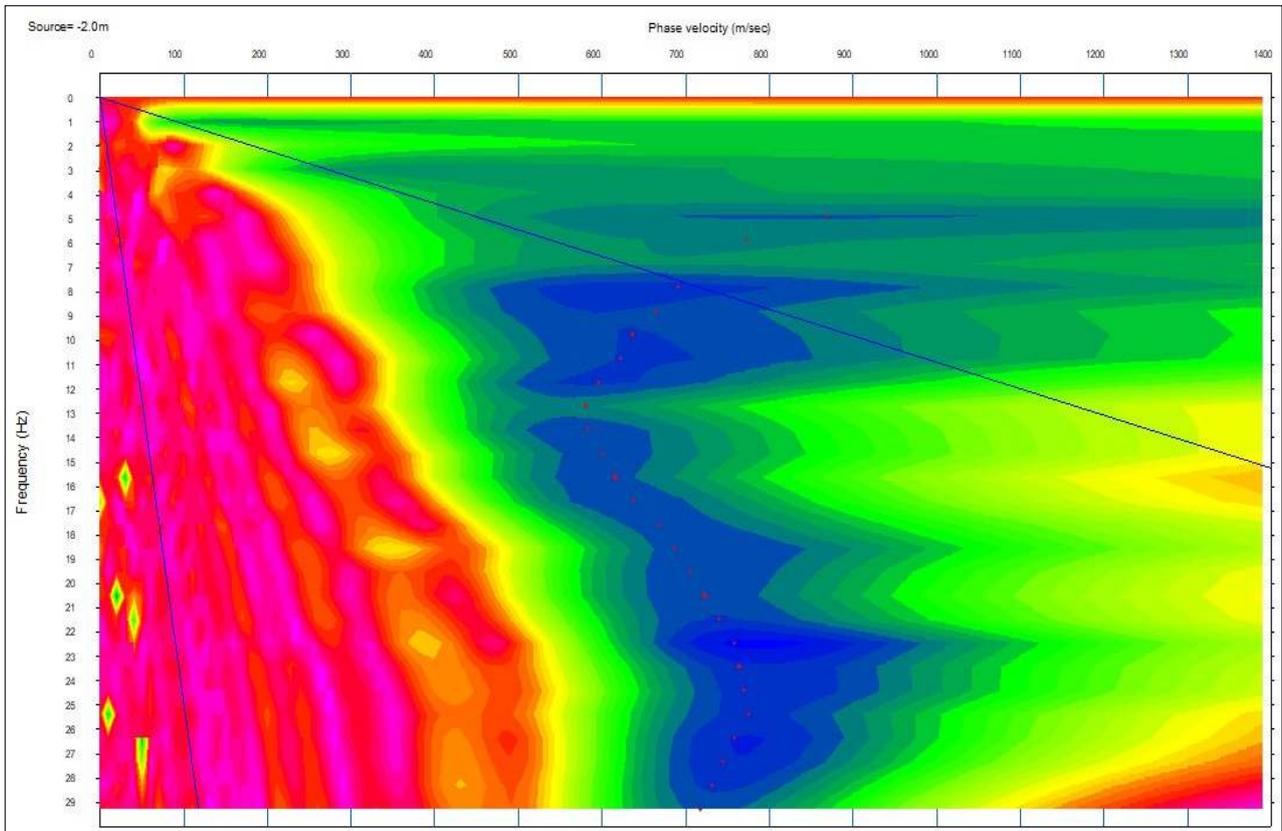


Figura 5.9 – Curva di dispersione

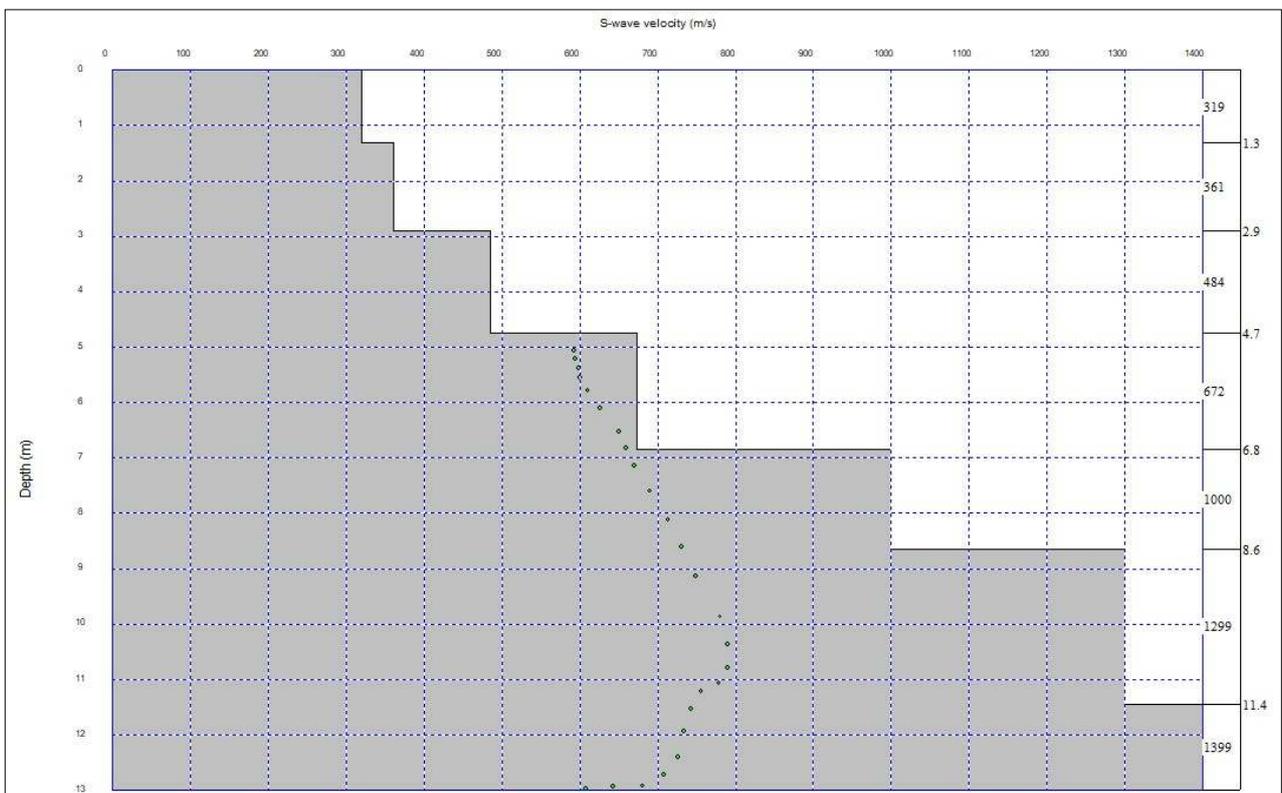


Figura 5.10 – Modello stratigrafico delle Vs

Sulla base della stratigrafia ottenuta, dal piano campagna, la Vseq (NTC 2018) risulta pari a **442,96 m/s**.

Tali caratteristiche classificano il terreno di fondazione (NTC 2018) nella **categoria B**, in accordo a quanto riportato alla precedente Tabella 5-4.

Resta sempre in capo al progettista l'utilizzo della categoria di sottosuolo di riferimento da utilizzare in funzione delle scelte progettuali.

5.3 Prova HVSR

La prova HVSR è stata eseguita in un settore prossimo allo stendimento MASW N. 1. La seguente figura identifica la posizione della HVSR su ortofoto, mentre la successiva tabella indica le coordinate del punto di esecuzione della prova.



Figura 5.11 – Localizzazione HVSR

Tabella 5-8 – Coordinate dello stendimento HVSR

PROVA HVSR COORDINATE WGS	
40.714135° N	8.402088° E

L'analisi HVSR è durata 30 minuti e il geofono triassiale è stato posizionato direttamente a contatto con il suolo. L'acquisizione è stata in minima parte disturbata dal traffico veicolare.

Nel complesso sono stati utilizzati microtremori per 10 minuti, un lasso di tempo che ha permesso l'utilizzo di frequenze sufficientemente basse, tali da poter raggiungere una adeguata profondità d'indagine.

Le condizioni meteo erano buone, con vento debole e assenza di pioggia.

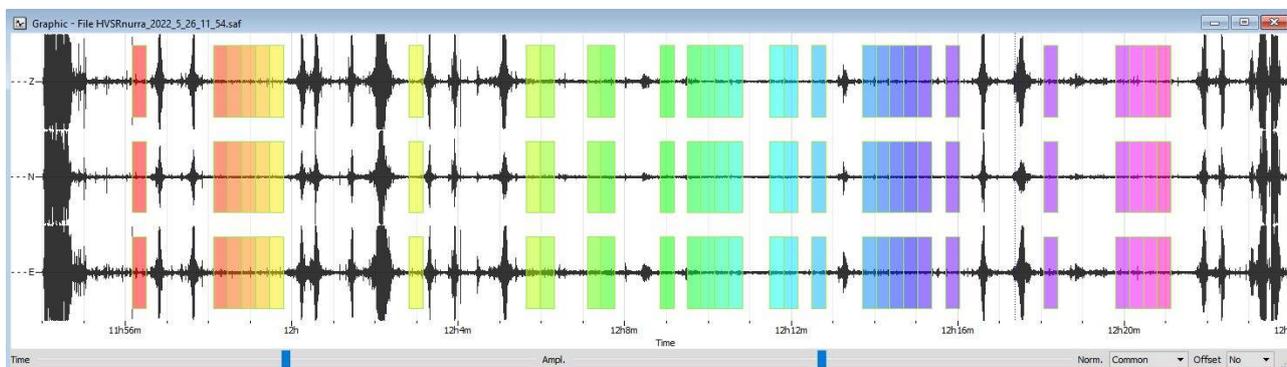


Figura 5.12 – Distribuzione frequenze misurate

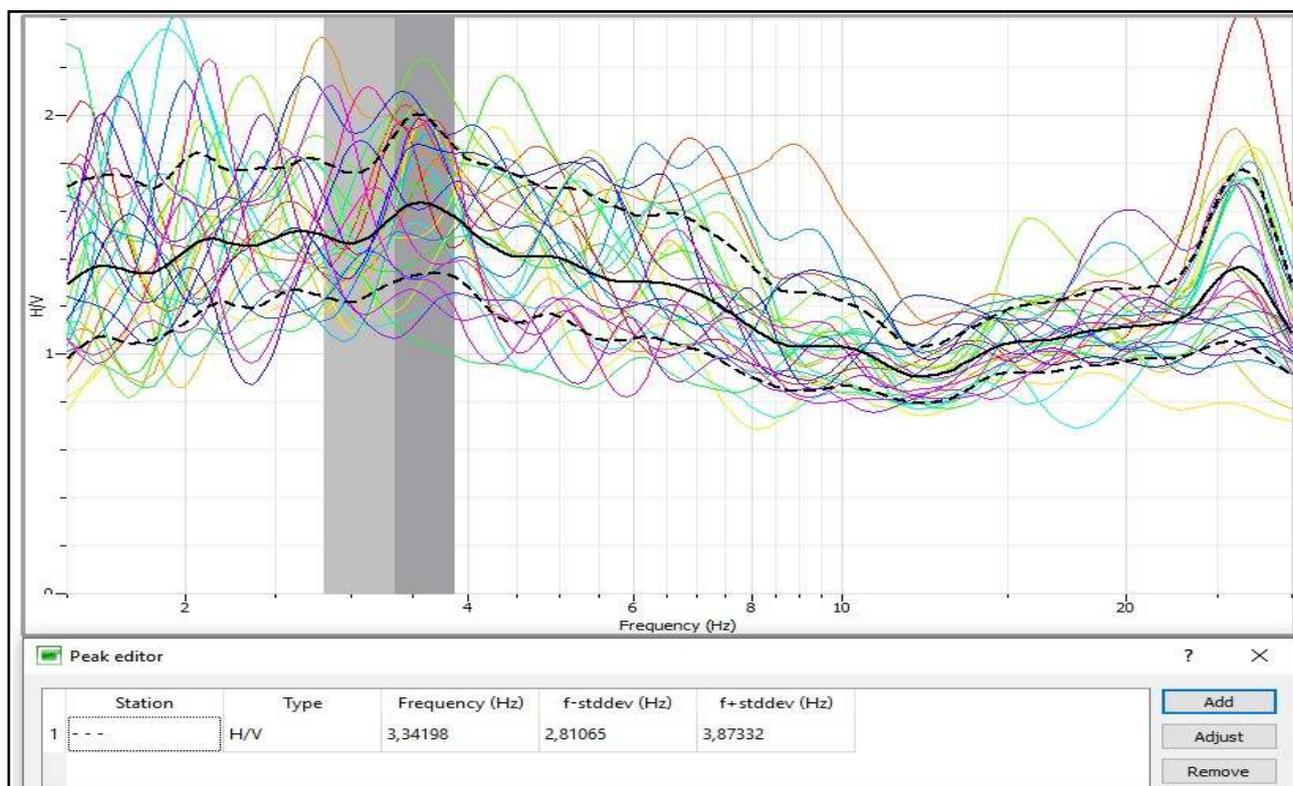


Figura 5.13 – Grafico del rapporto spettrale H/V

Dall'analisi del grafico nel rapporto H/V, si evidenzia un picco con rapporto H/V basso, ad indicare differenze sismostratigrafiche, così individuato:

- rapporto H/V 1,66 per frequenza di 3,342.

Si sono sovrapposti anche gli spettri di frequenza delle tre componenti (due orizzontali e una verticale), per confermare che il picco sia legato a fattori naturali e non sia di origine antropica. Questa condizione è confermata da ampiezze di frequenza della componente verticale (Z) più basse per i picchi segnalati, mentre per frequenze superiori a 12 Hz si notano dei disturbi di origine antropica.

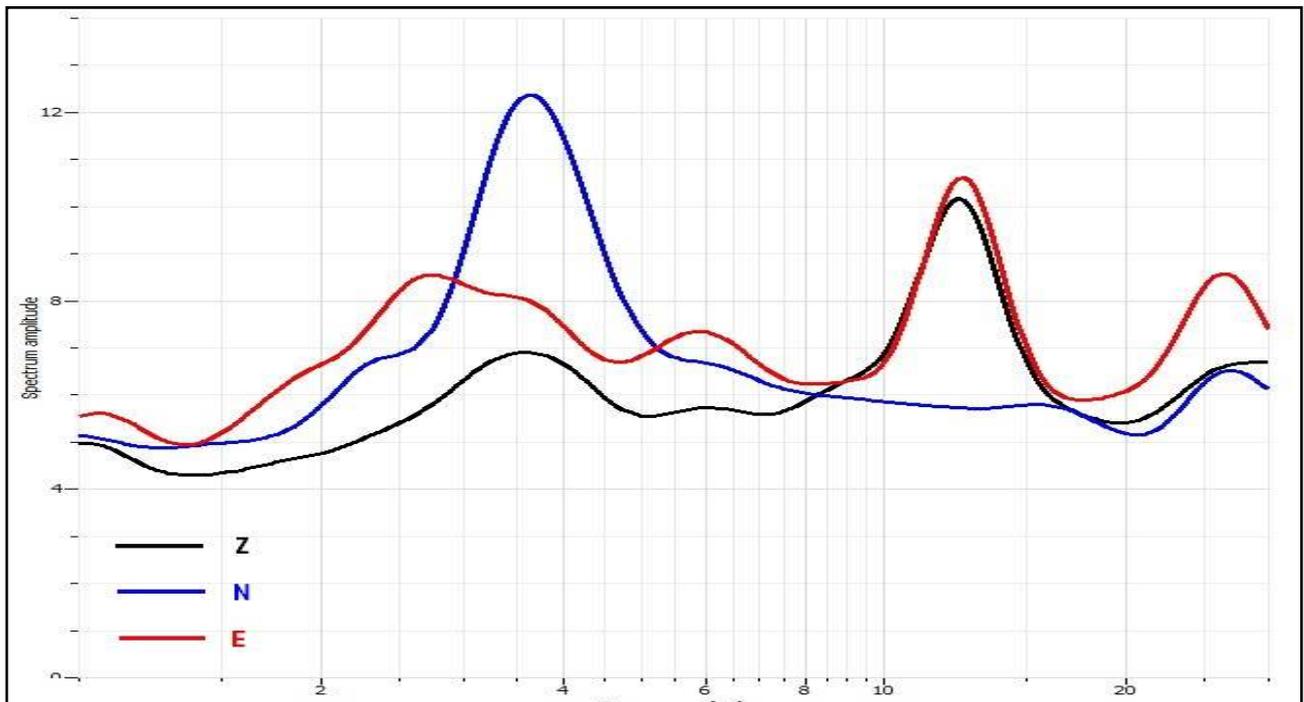


Figura 5.14 – Grafico frequenze ampiezza delle tre componenti

Questo picco è legato con probabilità a interfacce delle formazioni mesozoiche con fattore di rigidezza diverso e crescente con la profondità. Normalmente i picchi alle alte frequenze (>10 Hz) segnalano la presenza di passaggi stratigrafici superficiali.

L'applicazione della formula con approccio semi-quantitativo per il calcolo della profondità $h = V_s/4f$ mostra come, con una V_s pari a 1620 m/s, il picco corrisponda al livello stratigrafico di contrasto a 121 m di profondità.

Poiché a parità di velocità media delle onde S, a frequenze di risonanza minori corrispondono spessori maggiori, è possibile (in prima approssimazione e a fini esplorativi) utilizzare un abaco più generale per:

- stimare la profondità del contrasto di impedenza responsabile degli effetti osservati;
- valutare qualitativamente l'entità di questo contrasto.

Utilizzando questo strumento, le frequenze di risonanza possono approssimativamente essere convertite in spessori, permettendo una identificazione preliminare delle interfacce risonanti.

Questo tipo di indagine non sostituisce una analisi di dettaglio ma ha il solo scopo (sotto stretto controllo geologico) di fornire indicazioni preliminari sulla struttura del sottosuolo.

Pur con le necessarie approssimazioni si può vedere come l'abaco sotto riportato sia coerente con le frequenze di picco registrate.

f_0 (Hz)	h (m)	
< 1	> 100	Centinaia di metri
1 – 2	50 – 100	Decine di metri
2 – 3	30 – 50	
3 – 5	20 – 30	
5 – 8	10 – 20	
8 – 20	5 – 10	Qualche metro
> 20	< 5	
<p>$H/V > 3$ Alto contrasto</p> <p>$2 < H/V < 3$ Basso Contrasto</p>		

Figura 5.15 – Abaco per la stima la profondità della profondità del contrasto di impedenza

6 Modellazione sismica

6.1 La sismicità in sardegna

Attualmente la sismicità di una certa porzione di territorio italiano viene definita sulla base di determinati coefficienti organizzati e definiti sulla base della distribuzione geografica dei terremoti, frequenza, intensità, energia, natura e la loro correlazione con gli elementi geologici. L'acquisizione e l'elaborazione di tutti questi fattori rimane assai difficile e complessa, quindi l'elemento principale su cui ci si basa per definire la sismicità di un territorio è l'attitudine di una regione ad essere soggetta ai terremoti in relazione agli effetti prodotti dalle scosse.

Una ricostruzione su base storica della sismicità di una regione come la Sardegna presenta dei limiti tangibili, dove gli eventi tettonici si sono susseguiti su scale di tempo sicuramente molto più dilatate rispetto ad altre zone d'Italia.

La scarsità di fonti documentarie, legate essenzialmente all'uso della scrittura non testimoniata dai popoli nuragici, ha pertanto non lasciato traccia di eventuali eventi anche disastrosi. La sismologia storica in Sardegna si scontra quindi con difficoltà notevoli. La cartografia prodotta dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT), uno dei Gruppi Nazionali di ricerca scientifica di cui si avvale il Servizio Nazionale della Protezione Civile, in una carta prodotta nel 1996, sulla base degli eventi, sismici descritti nei cataloghi nazionali, indica parte della Sardegna settentrionale come soggetta a scosse del V grado M.C.S. con tempi di ritorno $T=475$ anni.

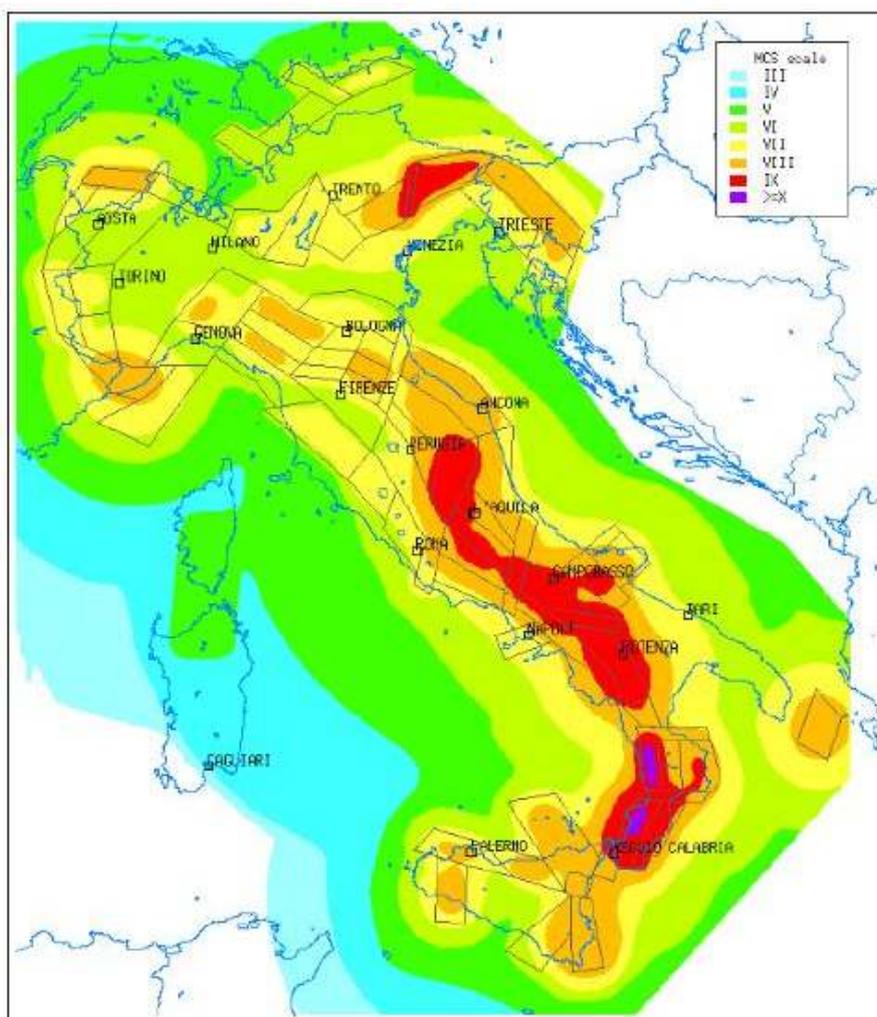


Figura 6.1 - Carta della macrosismicità in Italia (GNDT, 1996)

Anche la carta della “Massima intensità macrosismica risentita in Italia” del 1995 viene indicata parte della Gallura settentrionale come soggetta ad eventi sismici passati del VI grado M.C.S.

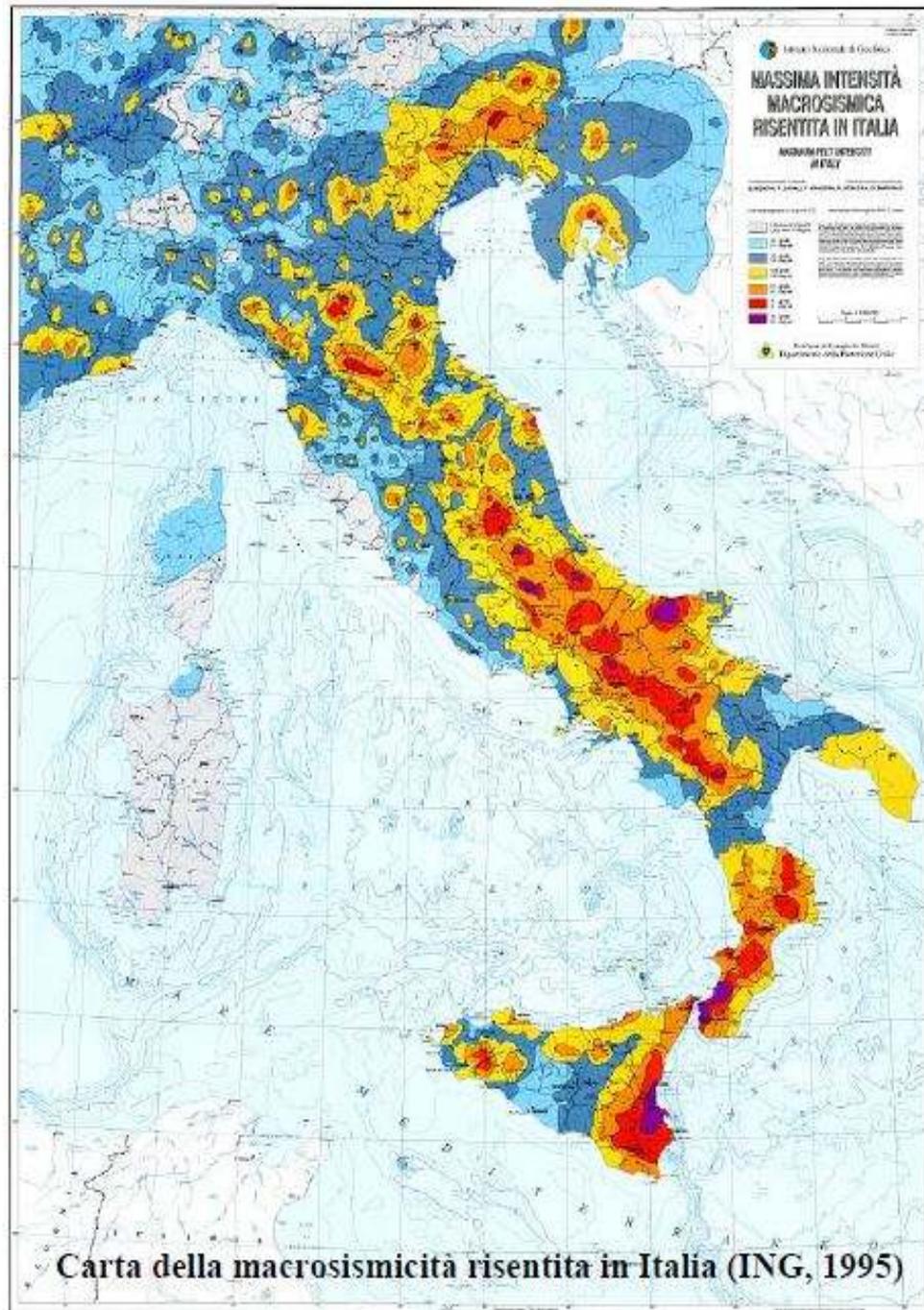


Figura 6.2 - Carta della macrosismicità in Italia (INGV, 1995)

Gli studi basati sulla sismicità storica della Sardegna, per quanto parziali e incompleti, individuano quantomeno nell'Isola settori soggetti a possibili eventi tellurici di una certa consistenza, ma in tempi più recenti sia con l'emanazione dell'O.P.C.M. 3274, e ora con il D.M. 14 gennaio 2008 la Sardegna viene nella sua totalità classificata in zona 4, pur non essendo stato effettuato uno studio specifico sul picco di accelerazione PGA atteso. Nella figura seguente si riportano gli epicentri degli eventi sismici registrati dagli anni 70 ad oggi entro un raggio di 300 km dal centro Sardegna.



Figura 6.3 - Carta della classificazione sismica in Italia (2010)

Di seguito si riportano gli eventi documentati dal 1970 ad oggi.

1977 – il 18 settembre del 1977, alle 11.45 viene percepita una scossa di terremoto classificata del 7° grado della scala Mercalli nella Sardegna meridionale, in particolare a Cagliari, ma la scossa viene ben percepita anche ad Oristano. Le cronache riferiscono che la scossa crea panico tra la popolazione, molte persone si riversano nelle strade e cinque malati di cuore finiscono all'ospedale per crisi cardiaca, i centralini dei vigili del fuoco e delle forze dell'ordine vengono intasati. L'epicentro viene individuato al largo dell'Isola di Sant'Antioco ed è legato all'attività di un vulcano sottomarino che si trova a 3000 metri di profondità, battezzato con il nome "Quirino".

2000 – il 26 Aprile 2000 alle 15.30 vengono percepite delle scosse sismiche nella Sardegna nord occidentale. Si tratta di due scosse in mare aperto con epicentro al largo di Posada, 20 miglia a est, di magnitudo 4.0 e 4.5.

2004 – tra il 12 e il 18 dicembre 2004, una sequenza sismica di moderata energia (con massima magnitudo pari a 4.5) ha interessato un'area posta al largo della costa nord-orientale sarda, di fronte ai comuni di Siniscola, San Teodoro e Olbia.

2006 – il 23 marzo 2006 alle 23,45 una scossa di terremoto è stata registrata a Cagliari e nei centri sud-occidentali dell'Isola, avvertita nella notte a Cagliari e nei centri limitrofi. La Rete Sismica Nazionale, INGV, ha registrato un sisma di magnitudo 3,4 sulla scala Richter. L'epicentro è stato localizzato al largo di Capo Spartivento. I comuni interessati sono stati Pula, Villa San Pietro, Domus de Maria, Sarroch, Teulada, Capoterra, Santadi, Sant'Anna Arresi, Piscinas, Nuxis, Cagliari, Masainas, Villaperuccio, Giba, Elmas, Quartu S.Elena, Quartucciu, Selargius, Narcao, Assemini.

2009 – il 5 febbraio 2009 è stata avvertita una scossa sismica dalla popolazione sulla costa nord occidentale della Sardegna. L'epicentro è stato localizzato nel Mar Tirreno centrale, circa a 50 km ad Ovest rispetto al comune di Olbia. Dalle verifiche effettuate dalla Sala Situazione Italia del Dipartimento della Protezione Civile non risultano danni a persone o cose. Secondo i rilievi l'evento sismico è stato registrato alle ore 16.02, con una magnitudo di 4.3 e si colloca ad una profondità di circa 30 km.

2010 – il 10 novembre 2010 è stata avvertita una scossa di terremoto di magnitudo 4.1 nelle città di Sassari e Porto Torres intorno alle 19. L'epicentro è stato localizzato a circa 200 chilometri dalla costa, fra Porto Torres e la Francia occidentale. La scossa è stata segnalata dal "Bureau central sismologique francais" ma non dall'Istituto nazionale di geofisica, essendo avvenuta in acque territoriali francesi. Secondo l'istituto il sisma si è verificato alle 19.23 al largo in mare a sud est di Tolone. L'onda sismica ha poi raggiunto anche la costa nord della Sardegna, facendosi sentire in particolare a Sassari e Porto Torres dove, a parte l'allarme della popolazione, non ha avuto nessuna ripercussione su persone o cose.

2011 - alle 19,21 del 7 luglio del 2011, a 100 chilometri a ovest di Ajaccio si era verificato un terremoto di magnitudo 5,3 che è stato avvertito anche nella Sardegna settentrionale. Non sono stati segnalati problemi alle persone o alle cose.

2012 – Un terremoto di magnitudo 4,6 è stato registrato alle ore 04,37 italiane del 4 marzo 2012, in mare, al largo della costa occidentale della Corsica a 88 chilometri al largo di Ajaccio. Il terremoto è stato rilevato a una profondità di due chilometri ed è stato avvertito distintamente anche in Sardegna. Le verifiche effettuate dalla sala situazione Italia del Dipartimento della Protezione civile hanno confermato che non ci sono stati danni. La scossa è stata avvertita anche in Corsica e a Marsiglia e nel sud della Francia.

6.2 Caratterizzazione sismogenetica

La caratterizzazione sismogenetica dell'area in studio è stata elaborata considerando la recente Zonazione Sismogenetica, denominata ZS9, prodotta dall'INGV (Meletti C. e Valensise G., 2004). Questa zonazione è considerata, nella recente letteratura scientifica, il lavoro più completo e aggiornato a livello nazionale. Dall'analisi dei risultati riportati nella ZS9 si può evidenziare che la regione interessata dai tracciati in progetto non è caratterizzata da nessuna area sorgente di particolare rilievo.

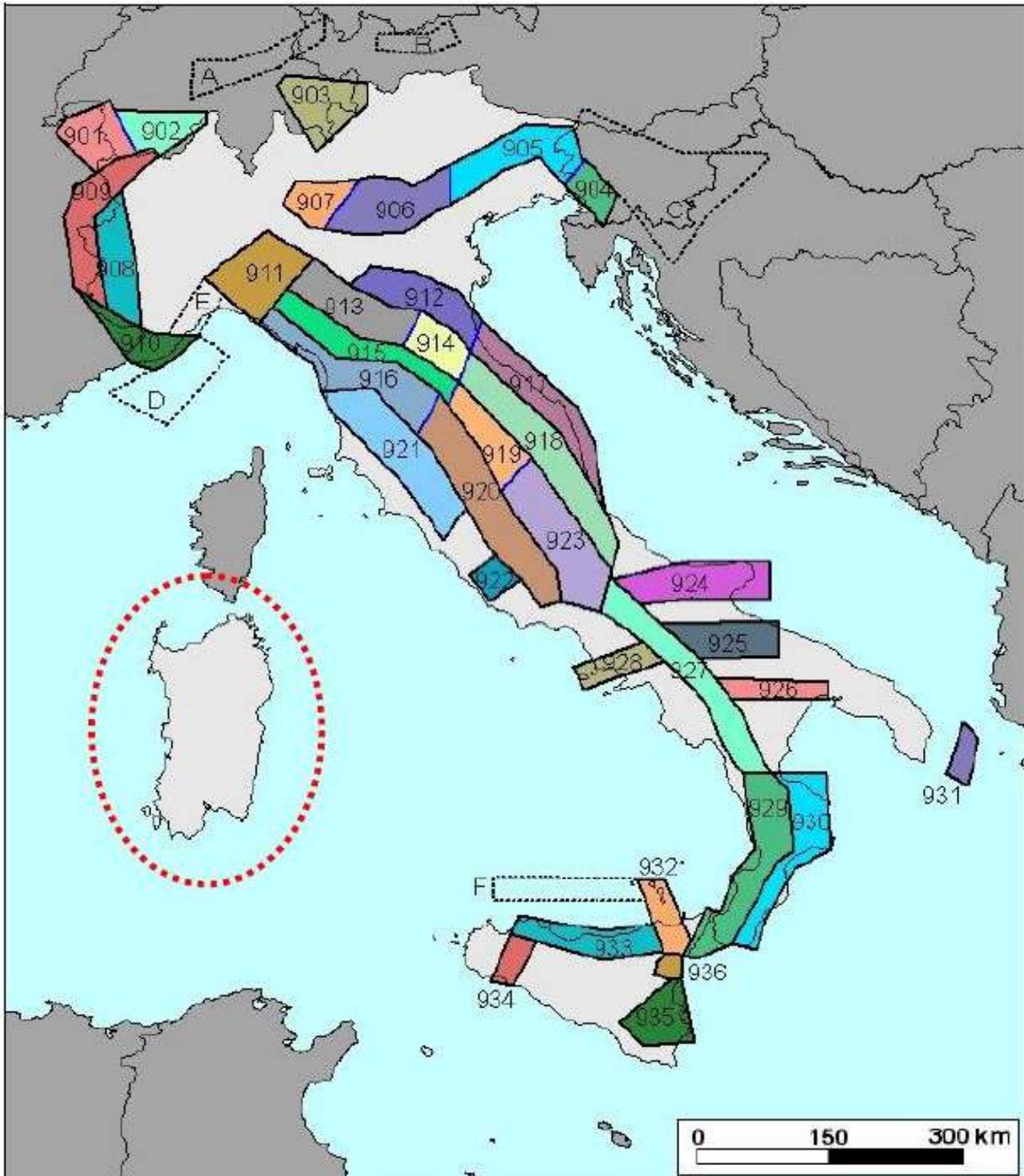


Figura 6.4 - Zonazione Sismogenetica, denominata ZS9, prodotta dall'INGV

6.3 Modellazione sismica del sito

A seguito della pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018 del D.M. 17 gennaio 2018 recante “*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*” (NTC – 2018), che ha sostituito il D.M. 14 gennaio 2008 (NTC – 2008), si progetta solamente con il metodo degli stati limite (§ 2.6 NTC – 2018). 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 – per cui le verifiche sismiche si possono omettere).

Nella RSL (§ 3.2.2. NTC – 2018), per quanto riguarda l’approccio semplificato, la classificazione del sottosuolo si effettua contestualmente in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della “generica” velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ (m/s) (in luogo della “precedente” $V_{S,30}$), definita dall’espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove H è ora la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s; per depositi, tuttavia, con profondità H del substrato superiore a 30 m, la $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$ ottenuto ponendo H=30 m nell’espressione generale.

6.3.1 Pericolosità sismica di base

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.

Le *azioni sismiche di progetto* in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche *morfologiche* e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale (RSL).

La pericolosità sismica è definita in termini di:

- **ag** accelerazione orizzontale massima attesa al bedrock con superficie topografica orizzontale (espressa in g/10);
- **Fo** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **Tc*** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (espresso in s).

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito dipende dalla posizione dell’opera rispetto ai nodi del reticolo di riferimento. Allo stato attuale infatti, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita su un reticolo di riferimento e per diversi intervalli di riferimento (periodo di ritorno). Il reticolo di riferimento delle NTC 2018, suddivide l’intero territorio italiano in maglie elementari di circa 10 Km per 10 Km, per un totale di 10751 nodi, definiti in termini di coordinate geografiche. Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno (Tr) considerati dalla pericolosità sismica, sono forniti i tre parametri ag , F_0 e Tc per la definizione dell’azione sismica di progetto ricavati riferendosi ai valori corrispondenti al 50-esimo percentile.

Le accelerazioni orizzontali massime attese al bedrock (ag) non sono più valutate genericamente sulla base dell’appartenenza del comune in cui realizzare l’opera ad una zona sismica, ma sono calcolate in funzione dell’effettiva posizione geografica del sito ove sarà realizzata l’opera. Per un qualunque punto del territorio, non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri di interesse per la definizione dell’azione sismica di progetto (ag , F_0 , Tc^*) possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Le NTC 2018 definiscono l’azione sismica considerando un periodo di ritorno (Tr) che è funzione della probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale (PVr) nel periodo di riferimento dell’opera (Vr). La probabilità che, in un fissato lasso di tempo (“periodo di riferimento” VR espresso in anni), in un determinato sito si verifichi un evento sismico

di entità almeno pari ad un valore prefissato, è denominata “Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” PVR .

Il periodo di riferimento dell’opera (Vr) si ottiene dal prodotto tra la Vita Nominale (Vn), intesa come il numero di anni nel quale l’opera è utilizzata allo scopo a cui è stata destinata, e il Coefficiente d’uso (Cu), funzione della Classe d’uso della costruzione.

- Vita Nominale (VN) di 50 anni;
- Classe d’uso IV, Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità; corrispondente ad un Coefficiente d’uso (Cu) pari a 2,0;

da cui si ottiene un periodo di riferimento per l’opera Vr pari a 100 anni.

Le probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale (Pvr) nel periodo di riferimento dell’opera (Vr) sono funzione dell’importanza dell’opera e dello stato limite considerato.

Data l’importanza dell’opera ed in accordo al paragrafo 7.1 delle NTC 2018, sono stati considerati due stati limite.

Tabella 6-1 - Probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale al bedrock in funzione dello stato limite considerato (Tabella 3.2.1 delle NTC 2018). In rosso sono evidenziati gli stati limite considerati

Stati Limite	P _{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V _R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Da tali assunzioni sono stati calcolati i valori dei periodi di ritorno (Tr) per i due stati limite considerati mediante la formula:

$$T_r = \frac{|V_r|}{\ln(1 - P_{V_r})}$$

da cui si ottengono i seguenti periodi di ritorno (TR):

- TR pari a 101 anni, per lo Stato Limite di Danno (**SLD**);
- TR pari a 949 anni, per lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (**SLV**).

Calcolati i periodi di ritorno per i due stati limite sono stati definiti, in accordo alle NTC 2018, i valori di accelerazione orizzontale massima (ag) attesi al bedrock con superficie topografica orizzontale validi per il territorio interessato dal progetto.

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	60	[anni]
ag:	0,025	g
Fo:	2,685	
Tc*:	0,299	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	101	[anni]
ag:	0,019	g
Fo:	2,730	
Tc*:	0,307	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	949	[anni]
ag:	0,060	g
Fo:	2,976	
Tc*:	0,371	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	1950	[anni]
ag:	0,071	g
Fo:	3,06	
Tc*:	0,393	[s]

Quindi i valori di accelerazione orizzontale massima attesi al bedrock (Ag) con superficie topografica orizzontale definiti per l'analisi dell'azione sismica nell'area in progetto risulta essere quelli indicati nella tabella successiva.

Tabella 6.2 – Valori di accelerazione orizzontale massima, attesi al bedrock

STATO LIMITE	Ag (g)
SLD (Tr 101 anni)	0,031
SLV (Tr 949 anni)	0,060

6.3.2 Risposta sismica locale

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale (RSL) si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 delle NTC 2018. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità Vs per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo*, di cui al § 6.2.2 delle NTC 2018.

Le norme di riferimento (NTC 2018) definiscono la risposta sismica locale (S) di un sito attraverso la stima di due parametri:

- Categoria di Sottosuolo;
- Condizione Topografica.

6.3.2.1 *Categorie di suolo di fondazione*

Il sottosuolo nelle NTC 2018 è suddiviso in cinque classi di riferimento, in funzione della natura e di specifici parametri di comportamento meccanico dei terreni. I diversi tipi di sottosuolo inducono modifiche sul segnale sismico con variazioni dell'accelerazione di picco e del contenuto in frequenza.

La categoria di sottosuolo per l'area di interesse è stata desunta con specifiche prove MASW. Le analisi condotte hanno indicato un valore di V_{seq} (NTC 2018) compreso tra **370,16 e 442,96 m/s**.

Tabella 6-3 - Risultati analisi geofisica campagna d'indagini anno 2022

N. indagine	Categoria sismica	V_{seq} (NTC 2018)
MASW 1	B	370,16
MASW 2	B	442,96

Tali caratteristiche permettono di classificare i siti (NTC 2018) secondo la seguente tabella:

Tabella 6-4 - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato (Tab. 3.2.11 NTC 2018)

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.

Per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di fondazione definite nel § 3.2.2, la forma spettrale su sottosuolo di categoria **A** è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico SS , il coefficiente topografico ST e il coefficiente CC che modifica il valore del periodo T_c .

6.3.2.2 Amplificazione stratigrafica

Definita la categoria del sottosuolo è possibile calcolare i coefficienti:

- Ss** coefficiente di amplificazione stratigrafica necessario per calcolare l'accelerazione di picco al suolo ags (o PGA);
- CC** coefficiente in funzione della categoria di sottosuolo necessario per il calcolo del periodo T_c e quindi la velocità orizzontale massima attesa al suolo V_g (o PGV).

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti SS e CC valgono 1.

Tabella 6-5 - Definizione dei parametri sismici SS e CC in accordo alla Tabella 3.2.IV, NTC 2018

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

Per le categorie di sottosuolo **B, C, D** ed **E** i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_o e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.IV, nelle quali $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ è l'accelerazione di gravità e T_c^* è espresso in secondi.

6.3.2.3 Amplificazione topografica

La classificazione del territorio in categorie avviene semplificando le caratteristiche della superficie topografica (pendenza media e morfologia) e considerando l'ubicazione del sito (base, sommità, ecc), rispetto a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali (creste o dorsali allungate), con altezze maggiori di 30 metri.

Le NTC 2018 assegnano a ciascuna Categoria Topografica un Coefficiente di amplificazione topografica (ST). Questo coefficiente, insieme al coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS), precedentemente descritto, è necessario per il calcolo del valore di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo (PGA).

La superficie topografica da considerare varierà in funzione del settore preso in considerazione sulla base della tabella di riferimento seguente.

Tabella 6-6 - Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST (Tab. 3.2.V delle NTC 2018)

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	ST
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1.0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

Sulla base della cartografia delle pendenze, tutte e due i siti indagati ricadono in una classe di pendenza in categoria T1.

Il coefficiente di amplificazione topografica ST e il coefficiente di amplificazione stratigrafica SS sono necessari per il calcolo del valore di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo (PGA). La stima dell'accelerazione di picco in superficie a_{gs} (PGA) per il sito in esame si ottiene dal prodotto tra il fattore di risposta sismica locale (S) e l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo rigido a_g :

$$A_{gs} = a_g * S$$

Il coefficiente S, che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche è calcolato mediante la relazione:

$$S = S_s * S_t$$

in cui S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica ed S_t è il coefficiente di amplificazione topografica. Nella tabella che segue sono riportati i coefficienti sismici per le aree interessate dalla realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico.

Tabella 6-7 - Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii e fondazioni

SLO:	
Ss:	1,200
Cc:	1,400
St:	1,000
Kh:	0,006
Kv:	0,003
Amax:	0,299
Beta:	0,200
SLD:	
Ss:	1,200
Cc:	1,390
St:	1,000
Kh:	0,008
Kv:	0,004
Amax:	0,370
Beta:	0,200
SLV:	
Ss:	1,200
Cc:	1,340
St:	1,000

Kh:	0,014
Kv:	0,007
Amax:	0,705
Beta:	0,200
SLC:	
Ss:	1,200
Cc:	1,330
St:	1,000
Kh:	0,017
Kv:	0,008
Amax:	0,832
Beta:	0,200

Sassari, Ottobre 2022

I professionisti

Dott. Geol. Domenico Praticò



Dott. Geologo Mario Nonne

