

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA  
COMUNE DI SAN GAVINO MONREALE



**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO  
DENOMINATO "SAN GAVINO"**  
DI POTENZA DI PICCO PARI A 31,58MW<sub>p</sub> E POTENZA  
NOMINALE PARI A 30,08 MW<sub>ac</sub> INTEGRATO CON UN  
SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW, DA REALIZZARSI NEL  
COMUNE DI SAN GAVINO MONREALE (SU).



**Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale  
ai sensi del D Lgs. 152/2006 e s.m.i.**

Società proponente

 **ICA SOLAR TRE SRL**

Via Giorgio Pitacco, 7  
00177 Roma (Italia)  
C.F. / P.IVA 17154741007



Codice	Scala	Titolo elaborato			
ICA_217_REL11	-	Relazione geologica			
Revisione	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato
0.0	13/05/2024	Prima emissione per procedura di VIA	MAA	IA	DLP

Le informazioni incluse in questo documento sono proprietà di Ingenium Capital Alliance, S.L. (Spain). Qualsiasi totale o parziale riproduzione è proibita senza il consenso scritto di Capital Alliance.

Codice elaborato ICA_217_REL11	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	 ICA SOLAR TRE SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 17154741007
Revisione 00 del 13/05/2024		

## 1 PREMESSA

In relazione al progetto per la realizzazione di un progetto di un impianto agrivoltaico denominato "San Gavino", di potenza di picco pari a 31,58 MWp e potenza nominale pari a 30,08 MWac integrato con un sistema di accumulo da 30 MW, da realizzarsi nel Comune di San Gavino Monreale (SU) è stata affidato dalla società ICA SOLAR TRE S.r.l. alla società Geofisica Sardegna S.r.l.s., l'incarico professionale per la redazione della presente Relazione geologico-tecnica completa della classificazione sismica del suolo in base alle norme vigenti e delle elaborazioni delle indagini in situ effettuate.

In considerazione alla tipologia di azioni progettuali previste all'interno del contesto geomorfologico/geologico e stratigrafico dell'area d'intervento, è stato, infatti, ritenuto significativo un rilevamento di dettaglio dell'area e la valutazione e l'analisi di dati bibliografici e di dati provenienti da una campagna di indagini geognostica effettuata nel mese di aprile. Tale campagna indagini è consistita in prove dirette mediante prove penetrometriche dinamiche e indagini non invasive di tipo geofisico, il cui dettaglio è maggiormente esplicitato all'interno del presente elaborato. Tali dati hanno permesso di fornire con ragionevole coerenza, indicazioni sulla caratterizzazione fisico meccanica e la definizione della categoria di sottosuolo delle aree agricole ai fini di una corretta valutazione delle interazioni geotecniche con i moduli fotovoltaici in progetto.

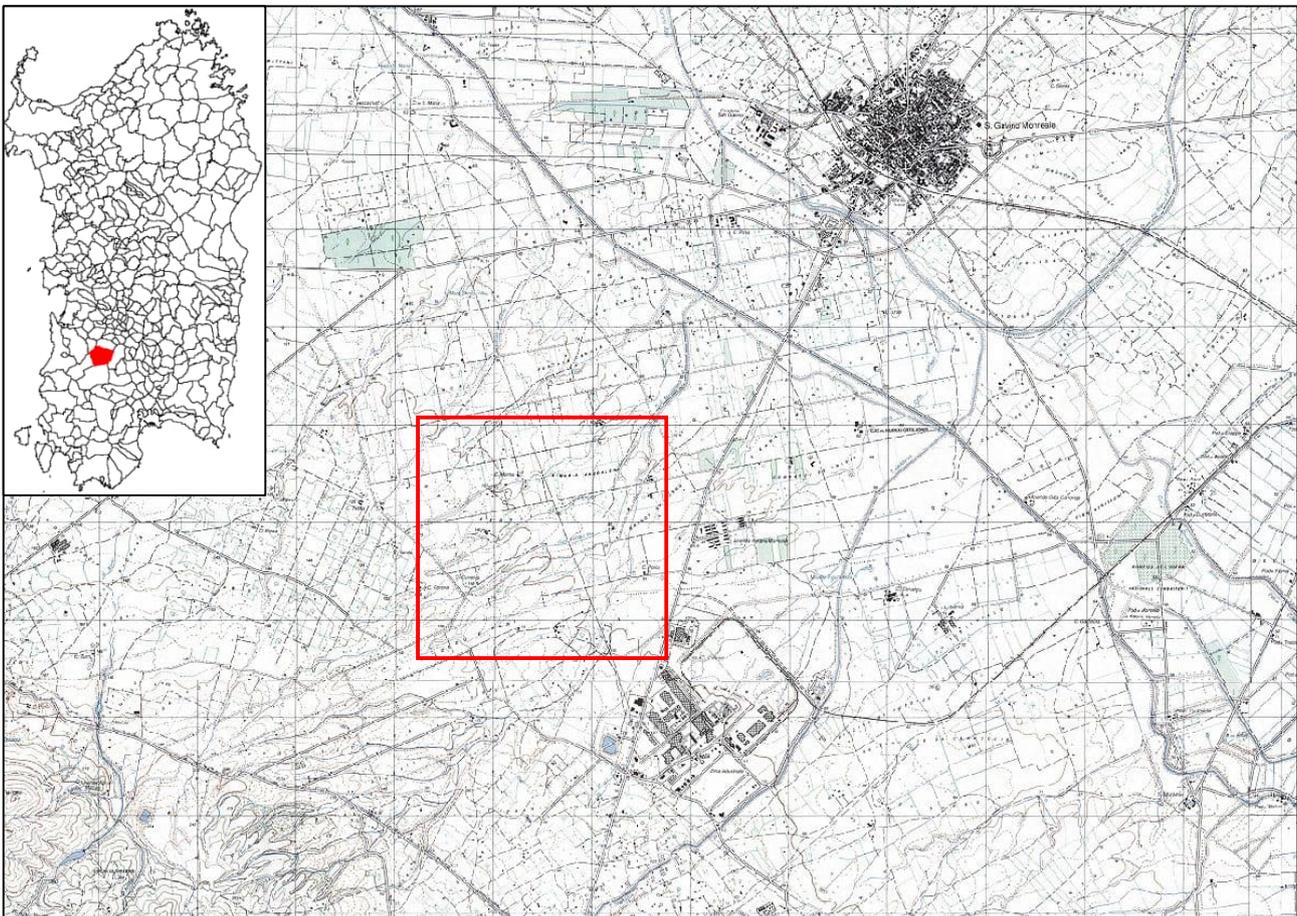
Il presente lavoro è stato elaborato in parziale ottemperanza al D.M. 11.03.1988 e ss.mm.ii, e secondo quanto stabilito nelle "Norme tecniche per le costruzioni" del D.M. del 17 gennaio 2018 e Circolare esplicativa 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP per la ricostruzione del modello geologico (§ 6.2.1 delle NTC 2018), del modello geotecnico dei terreni fondali (§ 6.2.2 delle NTC 2018) e sismostratigrafico del sottosuolo e la definizione del valore di  $V_{s,eq}$  per la determinazione della categoria di sottosuolo, in attinenza con prove geofisiche eseguite (§ 3.2.2 delle NTC 2018).

Sono state fatte inoltre valutazioni sulla generale stabilità geomorfologica delle aree interessate dagli interventi di progetto. Le aree in cui è prevista l'installazione dei moduli sono inquadrare nella cartografia del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico e sono ricadenti, come mostrato all'interno del presente lavoro, in zone priva di pericolosità geomorfologica o idraulica.

## 2 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Dal punto di vista geografico, l'impianto è ubicato in aree agricole e si sviluppa in 3 sottocampi, tutti all'interno del limite amministrativo del Comune di San Gavino Monreale. Le aree sono inquadrare e distinte come di seguito riportato. I lotti sono situati a circa 4,5 km a Sud rispetto al centro abitato di San Gavino Monreale (SU) e a circa 6 km a Est dal centro abitato di Gonnosfanadiga (SU).

- 1:25.000 nel foglio 547 Sez. IV – “San Gavino Monreale”,
- 1:25.000 Carta Geologica di Base – Regione Sardegna,
- 1:10.000, Carta Tecnica Regionale, fogli 547050 “S'Orcileddu” e 547060 “San Gavino Monreale Sud”.



Foglio IGM 547 Sez. IV – “San Gavino Monreale” – Area d'inquadrimento

Catastralmente i lotti sono individuabili al Comune di San Gavino Monreale, Fogli 61, 68, 69.

Le coordinate geografiche riferite al baricentro dei lotti sono le seguenti:

- Latitudine 39.5096°
- Longitudine 8.7460°

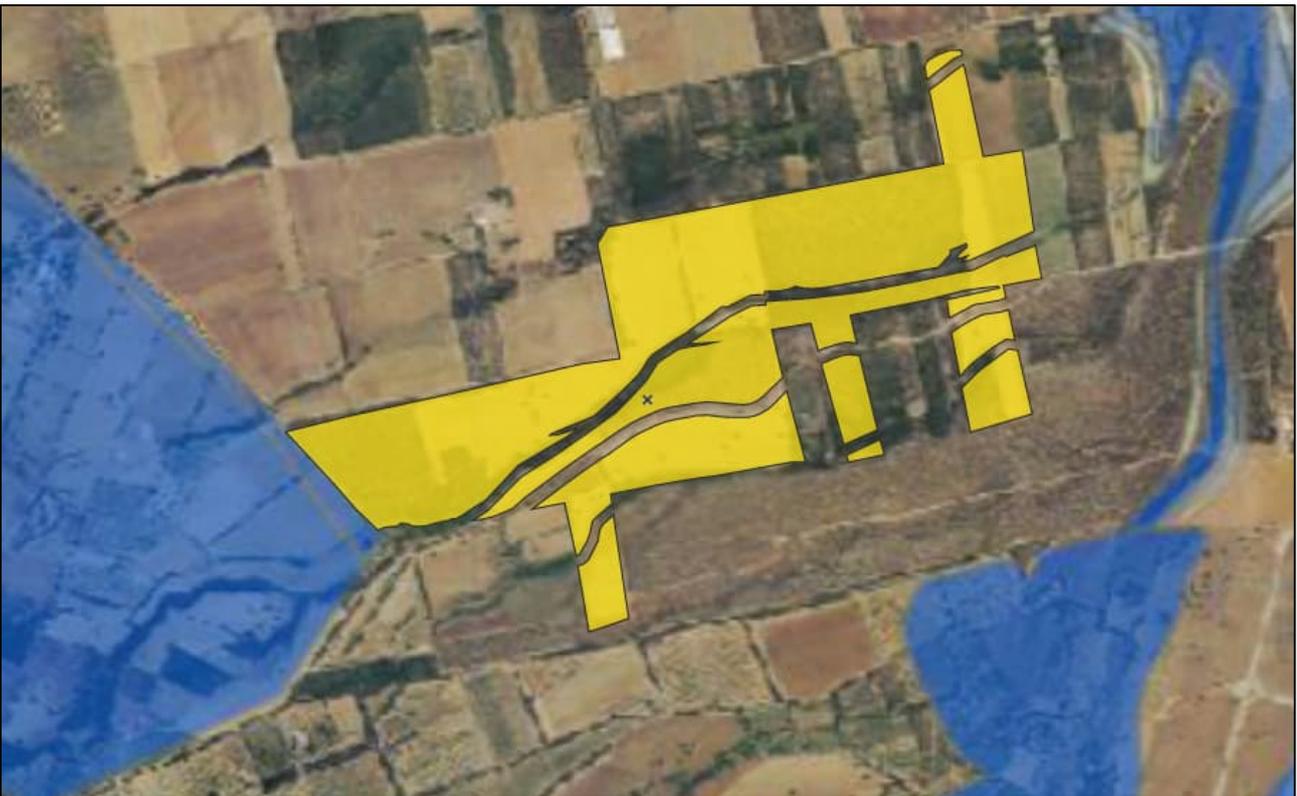
Codice elaborato ICA_217_REL11	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	<b>ICA SOLAR TRE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 17154741007
Revisione 00 del 13/05/2024		

### 3 ANALISI DISPOSIZIONI E VINCOLI

Al fine di valutare eventuali limitazioni alla fattibilità degli interventi in progetto e all'uso del territorio, si è verificato il regime vincolistico proposto dalle principali norme vigenti a tutela del territorio.

#### 3.1 PGRA – Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

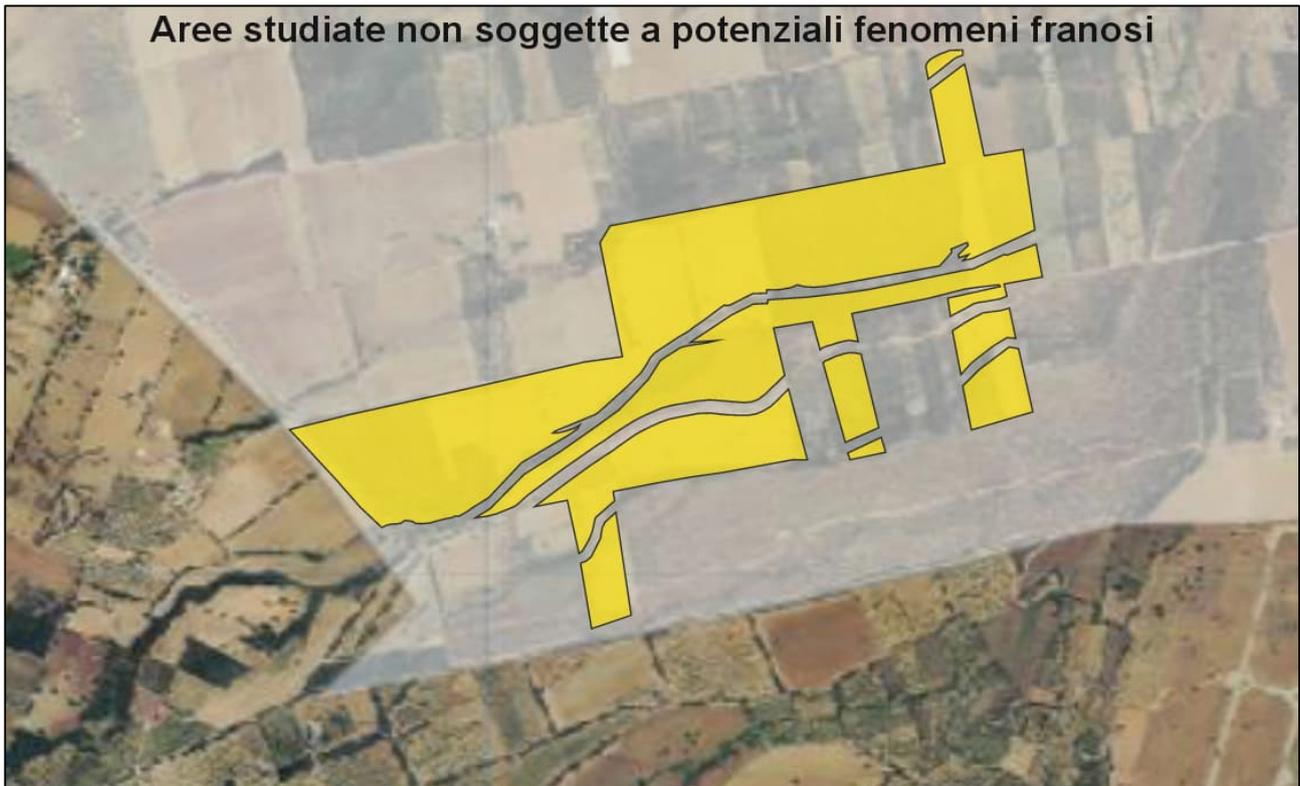
L'articolo 7 del D.lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 "Attuazione della Direttiva Comunitaria 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni", che recepisce in Italia la Direttiva comunitaria 2007/60/CE, prevede che in ogni distretto idrografico, di cui all'art. 64 del D.lgs. 152/2006, sia predisposto il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni. In tal senso il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni della Regione Sardegna è uno strumento trasversale di raccordo tra diversi piani e progetti, tra cui il PAI (per la Pericolosità idraulica) e il PSFF (Piano Stralcio Fasce Fluviali), di carattere pratico e operativo ma anche informativo, conoscitivo e divulgativo, per la gestione dei diversi aspetti organizzativi e pianificatori correlati con la gestione degli eventi alluvionali in senso lato. Si rileva che l'area in questione non risulta interessata dalle perimetrazioni all'interno della cartografia ufficiale del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni e, per quanto concerne il pericolo idraulico, il lotto oggetto di studio, non ricade in aree perimetrare dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, e dal Piano Stralcio Fasce Fluviali.



*Piano stralcio d'Assetto Idrogeologico Regione Sardegna – Pericolosità Idraulica Art. 8*

### 3.2 Piano stralcio d'Assetto Idrogeologico – Pericolosità da frana

Le perimetrazioni esistenti sono riferite all'adeguamento del PUC al PAI e al PPR e sono riferite all'intero territorio del Comune di San Gavino Monreale. Il territorio, per motivi morfologici, è povero di condizioni che facilitino l'avviarsi di fenomeni di instabilità nel suo settore orientale e centrale. Tutte le aree che ospiteranno gli impianti risultano inquadrare all'interno di "Aree prive di pericolosità geomorfologica".



*Piano stralcio d'Assetto Idrogeologico Regione Sardegna – Pericolosità Idraulica Art. 8*

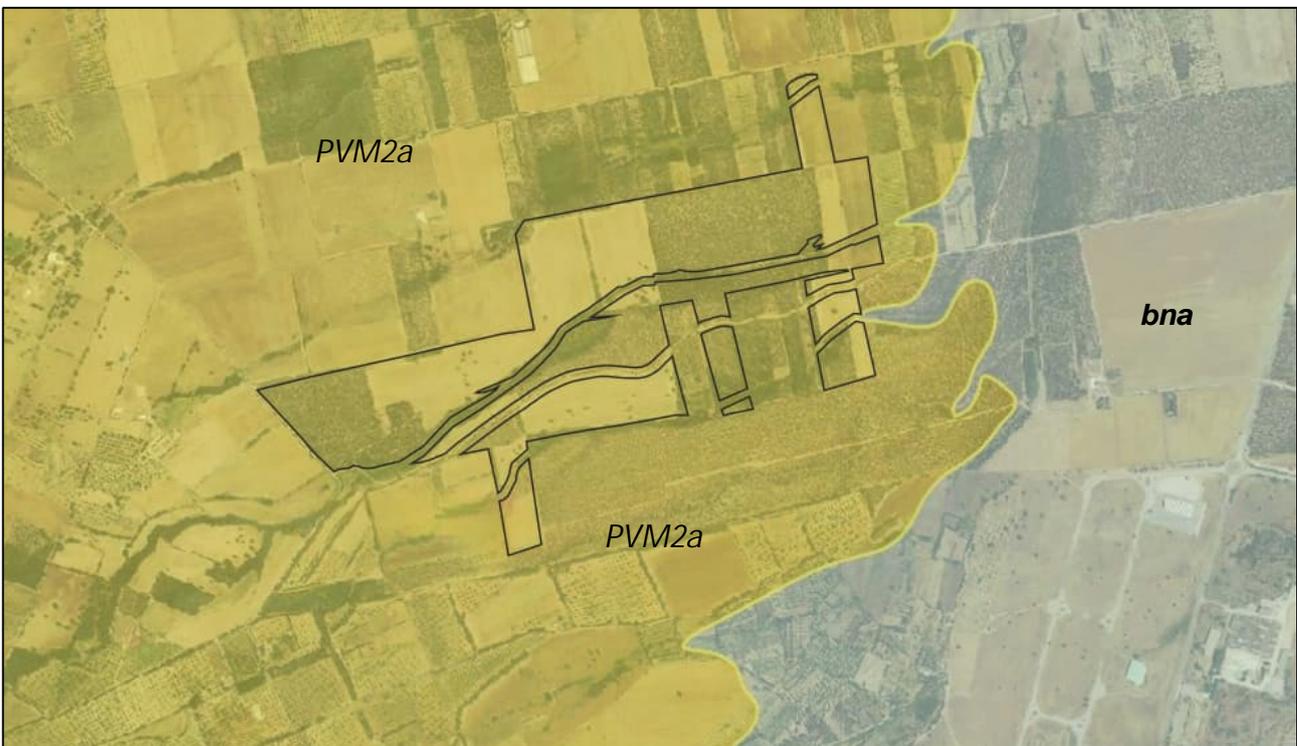
## 4 RELAZIONE GEOLOGICA

### 4.1 Finalità e metodologia di studio

L'inquadramento del contesto geologico, nel quale si inseriscono gli interventi progettuali definiti all'interno del progetto per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico nell'agro di San Gavino è finalizzato alla caratterizzazione degli eventuali suoli di copertura e dei litotipi geologici presenti ed è funzionale alla successiva definizione delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni interessati delle strutture per la definizione della capacità degli stessi a interagire con i carichi e con gli interventi previsti sui singoli inserimenti progettuali.

### 4.2 Inquadramento Geologico

Al fine di definire un inquadramento che risultasse adeguato alla scala di dettaglio del presente lavoro, è stata impiegata la Carta Geologica di Base della Sardegna in scala 1:25.000 che descrive, in maniera particolareggiata, i litotipi presenti nell'area di interesse. Tali dati bibliografici sono stati confermati in fase di campagna geognostica con le prove dirette e indirette.



*Inquadramento Geologico – Carta Geologica di Base – Regione Sardegna – Area d'inquadramento*

Codice elaborato ICA_217_REL11	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	 <b>ICA SOLAR TRE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 17154741007
Revisione 00 del 13/05/2024		

Le litologie riportate e di seguito descritte attraverso le loro caratteristiche sia petrografiche che stratigrafiche, dai litotipi più antichi, hanno ricostruito il dettaglio litostratigrafico che ha costituito la base del modello geologico proposto.

#### DEPOSITI QUATERNARI

Depositi Quaternari dell'area Continentale

*Depositi Pleistocenici dell'area Continentale*

*PVM2a - Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.*

*Depositi Olocenici dell'area Continentale*

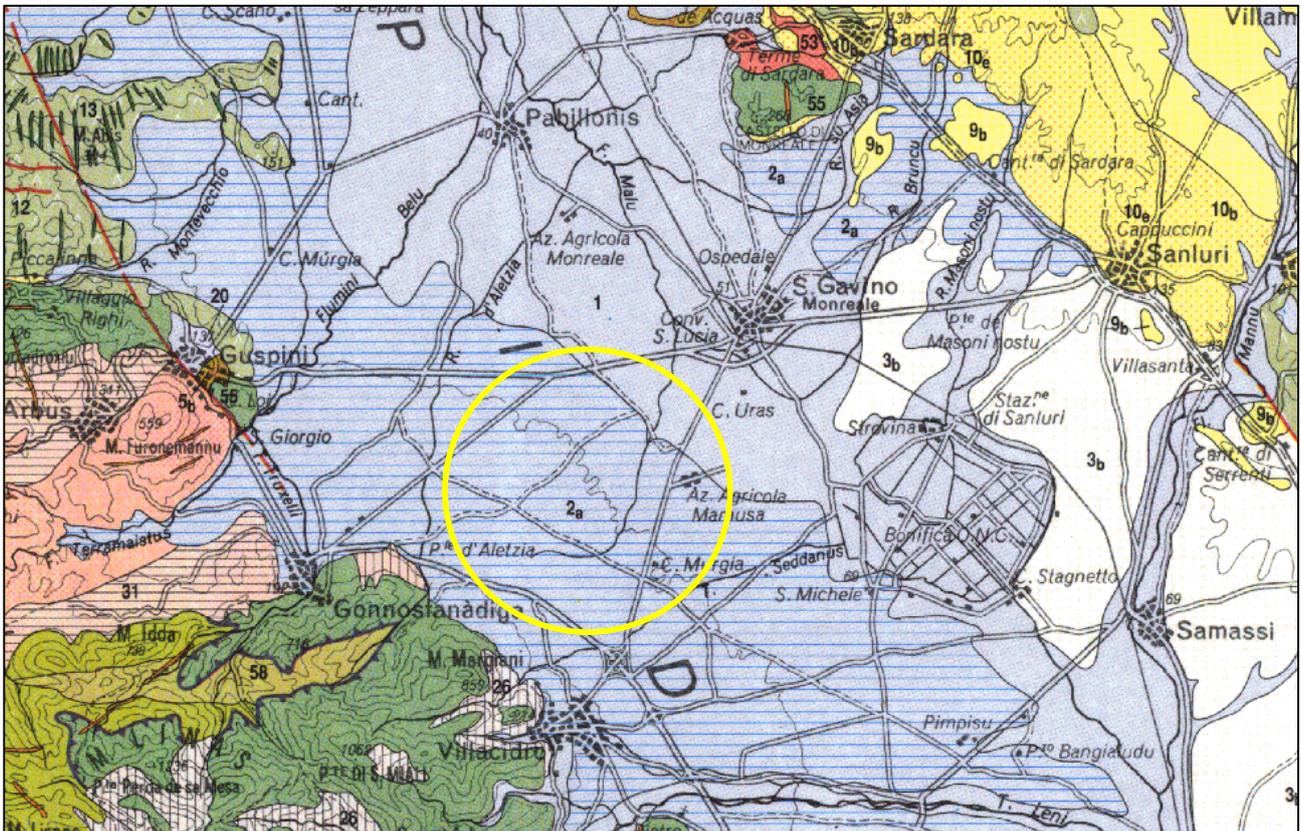
*Ambiente Continentale - Sedimenti alluvionali*

***bna*** – *Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE*

Le coperture più recenti sono rappresentate dai depositi quaternari pleistocenici dell'area continentali e sono presenti in maniera diffusa e, limitatamente ai corsi d'acqua più antichi e recenti, rispettivamente da depositi alluvionali e depositi alluvionali terrazzati a granulometria prevalentemente ghiaiosa.

### 4.3 Cenni strutturali

Dal punto di vista geologico strutturale, le aree destinate all'impianto agrivoltaico in progetto si colloca, in relazione alla tettonica del rift Sardo, nell'ambito del vasto Graben oligo-miocenico del Campidano. Esso rappresenta una depressione tettonica bordata a est e a ovest da una serie di faglie a direzione NNW-SSE di carattere regionale, che hanno prodotto uno smembramento del basamento Paleozoico con il successivo abbassamento della fossa del Campidano rispetto ai livelli laterali. Questi ultimi sono rappresentati dai rilievi dell'iglesiente in cui la falda tettonica dell'Arburese, costituita dalle Arenarie di San Vito (Cambriano medio - Ordoviciano inf.), mostra contatti di sovrascorrimento sulle successioni sedimentarie del Carbonifero - Ordoviciano medio. Tali unità sono state a loro volta interessate da intrusioni dei complessi plutonici carboniferi dell'Arburese. Il Graben tettonico Campidanese è stato poi colmato da sedimenti di ambiente prevalentemente marino e subordinatamente continentale, con età dall'Oligocene al Pliocene. Verso l'alto si passa quindi ai depositi continentali alluvionali terrazzati del Quaternario costituiti da ghiaie e sabbie in matrice argillosa, deposte dal Flumini Mannu di Pabillonis e dai suoi affluenti anche in facies di conoide alluvionale.

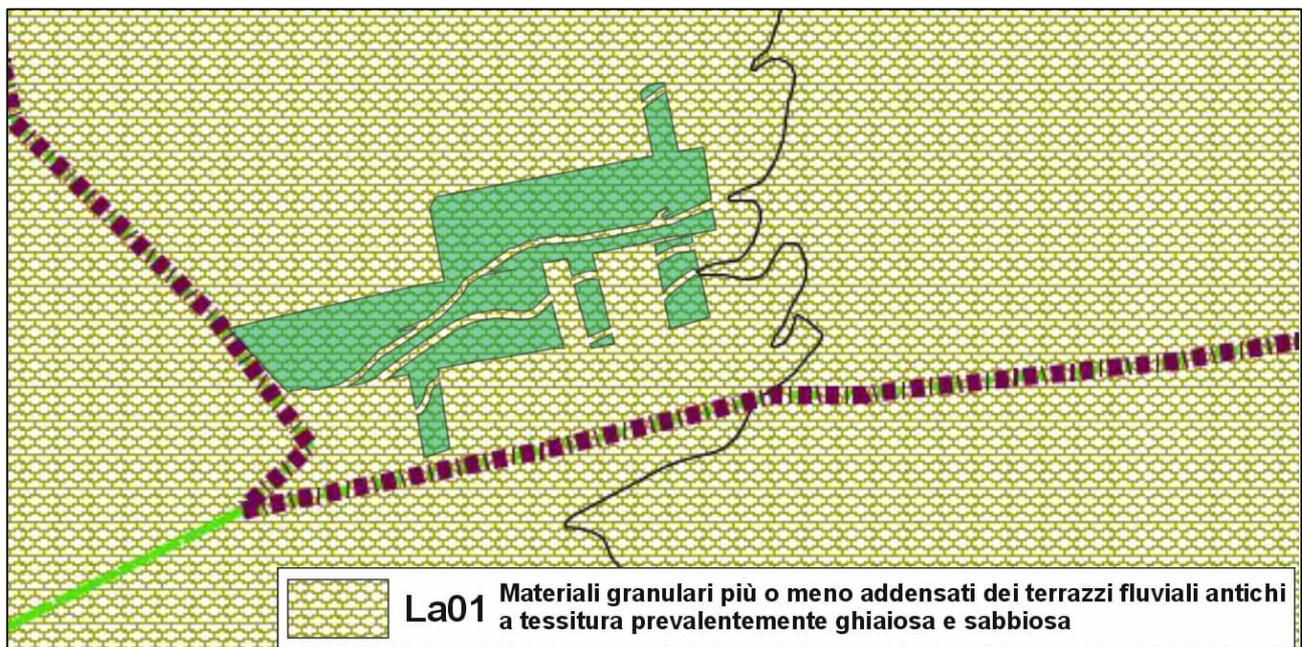


Stralcio della Carta Geologico-Strutturale Scala 1:200.000 – Foglio Sud – Area d'inquadramento

Nella ristretta area d'interesse non si evidenziano fenomeni strutturali importanti e i lineamenti tettonici evidenziati sono a carattere regionale.

#### 4.4 Inquadramento geomorfologico, idrologico e idrogeologico

Dal punto di vista della morfologia, la ristretta area inquadrata rappresenta l'unità geomorfologica costituita da una porzione della più vasta pianura del Campidano. Quest'ultima, bordata dalle fasce pedemontane, è caratterizzata da una vasta zona regolare, da sub-pianeggiante a debolmente ondulata, geologicamente contraddistinta da depositi alluvionali antichi e recenti dei principali corsi d'acqua che la attraversano. La pianura, che degrada con regolarità verso il mare, presenta pochi processi attivi rappresentati da modesti trasporti di suolo e materiali sabbiosi superficiali da parte delle acque dilavanti. Le pendenze non permettono azioni erosive importanti e il fattore morfogenetico più rilevante è costituito dagli interventi antropici e la loro intensa attività agricola, che talvolta, con lavori poco razionali, può determinare, limitatamente alle zone pedemontane di maggior acclività, accelerazione dell'erosione dei suoli, con arature non parallele alle curve di livello o eccessivo decespugliamento. L'unità geomorfologica della piana ospita una sub-unità costituita dalla fascia pedemontana, formata da terreni detritici mediamente acclivi, che fungono da raccordo tra i sistemi collinari-montani e la piana campidanese.



Carta geomorfologica PUC San Gavino Monreale - Aree d'inquadramento

In relazione alla morfologia dell'area ristretta, comunque inferiore al 15%, non sono stati rilevati fenomeni gravitativi o di dissesto in atto e tale valutazione è stata espressa anche in considerazione ai rilevamenti effettuati relativamente a elementi morfologici legati alle forme del territorio all'interno dei lotti oggetto del progetto e all'assenza di indicatori morfodinamici di rilievo in atto o incipienti.

Dal punto di vista idrologico, l'area è contraddistinta da un reticolo idrografico poco sviluppato con pattern sub paralleli che ricalcano la morfologia pianeggiante delle aree oggetto di studio e in cui la gran parte delle acque superficiali vi si disperde.



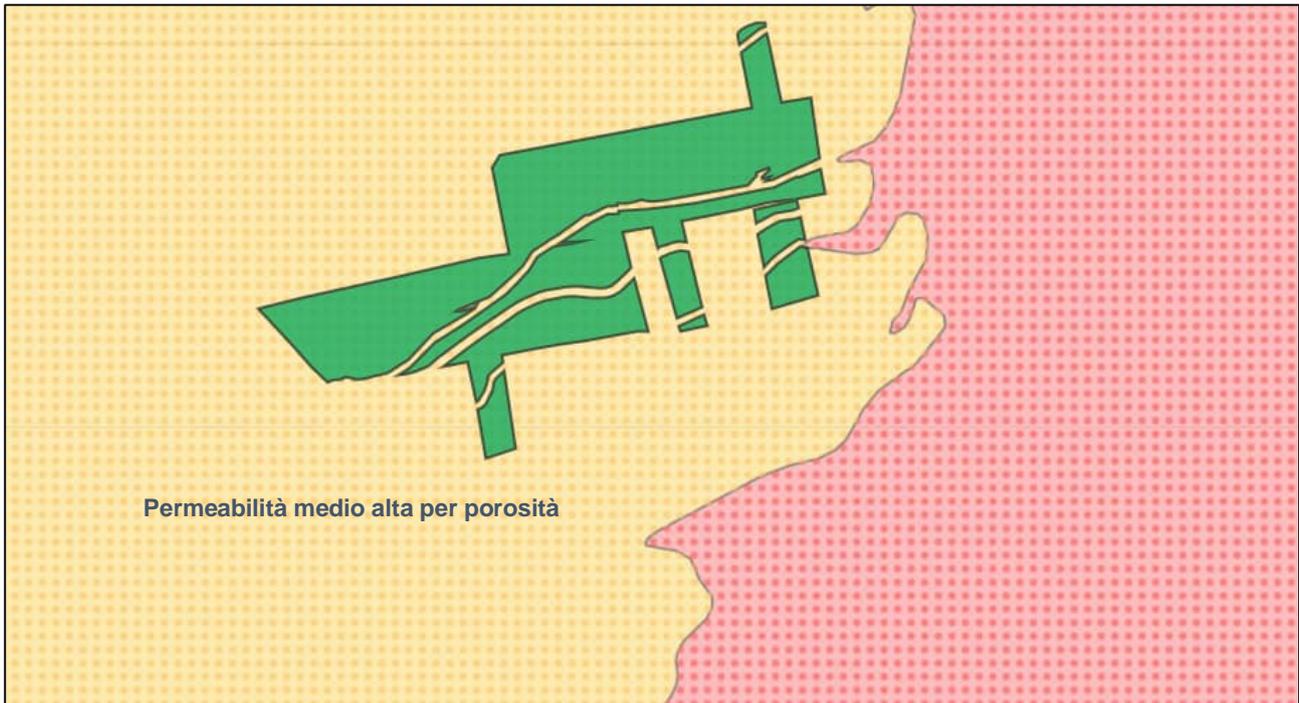
*Reticolo idrografico dell'area vasta*

In relazione alle caratteristiche litostratigrafiche delle formazioni geologiche descritte e alle conoscenze più o meno dirette delle coperture è possibile ricostruire un quadro della circolazione idrica sotterranea. Come evidenziato nel capitolo dedicato, la geologia dell'area è caratterizzata da depositi quaternari pleistocenici caratterizzati dalla presenza di materiali ghiaiosi alluvionali terrazzati con granulometrie da medie a grossolane, con subordinate sabbie e con matrice argillosa.

Al complesso sedimentario pleistocenico, può essere assegnato un grado di permeabilità complessivamente medio-alto. Risulta chiaro però che, al di là delle variazioni delle permeabilità all'interno dello stesso complesso in funzione delle continue variazioni che modificano, anche notevolmente, le condizioni di circolazione idrica, tali litotipi sono generalmente sede di falde da superficiali a mediamente profonde. Le evidenze dirette, in relazione all'esecuzione delle prove penetrometriche hanno comunque escluso la presenza di una falda acquifera sino alla profondità di 5 metri dal piano campagna.

Tuttavia, nell'area di sedime oggetto di studio, la presenza di acqua e la circolazione idrica che interessa gli orizzonti più superficiali è da ritenersi possibile per la presenza di strati maggiormente impermeabili che possono rappresentare *aquiclude* lenticolari o orizzonti su cui si possono impostare falde acquifere. Tale infiltrazione, temporanea e legata alle precipitazioni più intense, interessa gli strati superficiali dei depositi sabbiosi e ghiaiosi, anche se risulta importante la presenza di interdigitazioni costituite da intercalazioni di materiale granulometricamente più fine. Questo potrebbe comportare una maggior alterazione, nel tempo, dei primi livelli, con conseguente parziale indebolimento delle caratteristiche fisiche e meccaniche del substrato.

Di seguito si riporta uno stralcio della Carta della Permeabilità, sviluppata e prodotta dal Dipartimento Geologico dell'ARPAS. Tale cartografia è stata costruita a partire dalla Carta Geologica di base della Sardegna. Le litologie, raggruppate per affinità, sono state suddivise in 5 classi di permeabilità: B Bassa, MB Medio Bassa, M Media, MA Medio Alta e A Alta. All'interno di ciascuna sottoclasse, sono state distinte inoltre le 3 tipologie di permeabilità: P per porosità, F per fratturazione, giunti di strato etc. e CF per carsismo e fratturazione, giunti di strato etc.



Carta delle Permeabilità – Regione Sardegna

Codice elaborato ICA_217_REL11	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	 <b>ICA SOLAR TRE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 17154741007
Revisione 00 del 13/05/2024		

## 4.5 Campagna Indagini

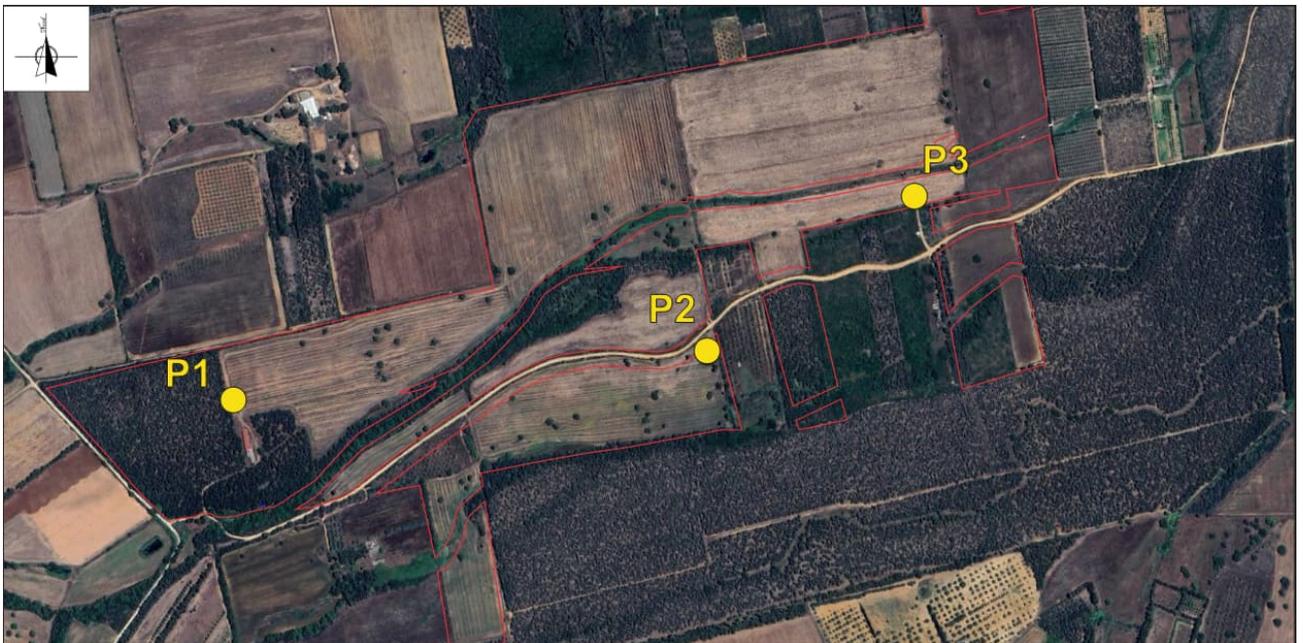
Come già riportato in premessa, nel mese di aprile 2024 è stata effettuata una campagna indagini geognostiche dirette e indirette che ha interessato alcune aree agricole di quelle interessate dal progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare. L'impianto si sviluppa su lotto di progetto con un'estensione dell'area recintata pari a circa 49,19 ettari e il numero e la tipologia di indagini è stata ritenuta sufficiente vista la tipologia tecnica degli interventi, l'assenza di criticità geomorfologiche e la grande omogeneità delle coperture quaternarie dal punto di vista litostratigrafico.

Tale campagna di geognostica è stata finalizzata alla definizione delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni e alla caratterizzazione sismica del sito di progetto tramite la ricostruzione del modello sismo-stratigrafico del sottosuolo e con la contestuale determinazione della Categoria di sottosuolo definita dal valore di  $V_{s,eq}$ , secondo quanto stabilito nelle "Norme tecniche per le costruzioni" del D.M. del 17 gennaio 2018.

Nello specifico sono state svolte le seguenti indagini geognostiche:

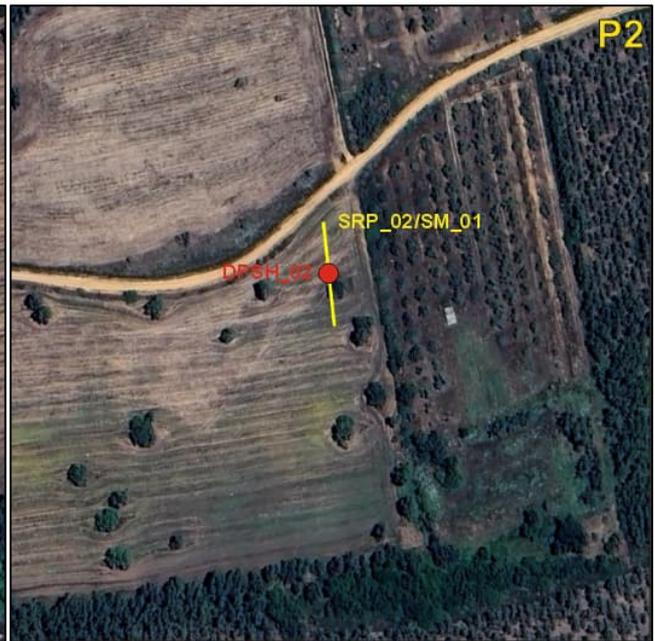
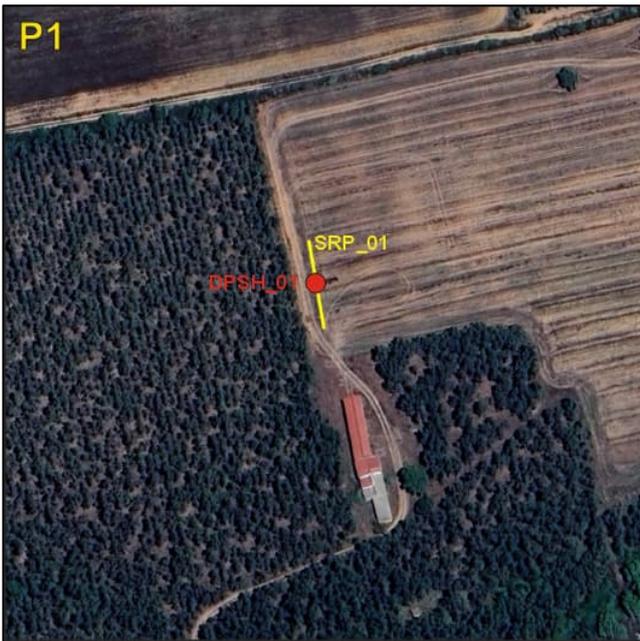
- N. 3 profili sismici a rifrazione in tecnica tomografica con acquisizione in onde P;
- N. 1 profili Masw (Multi-channel Analysis of Surface Waves).
- N. 3 prove penetrometriche DPSH.

L'ubicazione delle prove, all'interno del documento relativo al report delle indagini e allegate al presente elaborato, è di seguito riportata.



*Ubicazione prove geognostiche*

In ogni punto di prova è stata effettuata una prova penetrometrica dinamica e un profilo sismico a rifrazione. Nel punto di prova P2, al profilo in tomografia sismica, è stato sovrapposto un profilo sismico in tecnica MASW.



Ubicazione prove geognostiche – Dettaglio

#### 4.5.1 Prove Penetrometriche Superpesanti

L'attrezzatura impiegata per l'esecuzione delle indagini è un penetrometro dinamico superpesante auto-semovente prodotto dalla ditta Geo Deep Drill e contraddistinto dalla sigla DPSH63M. L'impianto consente la realizzazione di prove dinamiche DPSH-B, in conformità alla norma tecnica EN ISO 22476-2:2005/Amd 1:2011 e secondo lo standard ISSMFE. Le specifiche e i certificati di prova sono riportati all'interno del report delle indagini.

PROVA	Tipologia	Profondità raggiunta da p.c. (m)	Rifiuto	Profondità falda	Chiusura foro
PD_01	DPSH	0.8	SI	n.d	n.d
PD_02	DPSH	0.8	SI	n.d	n.d
PD_03	DPSH	6.0	SI	n.d	n.d

Tabella Prove Penetrometriche DPSH

Le elaborazioni geotecniche hanno contribuito alla costruzione dei modelli geologico e geotecnico riportati nei capitoli successivi.

#### Elaborazione DPSH

TABELLA RIASSUNTIVA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH_01										
TERRENI INCOERENTI										
Strato n°	Prof. (m)	Nspt	Classificazione AGI	$\phi$ (°)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )	Dr (%)	E Young (kg/cm <sup>2</sup> )	Ed Edom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Poisson
1	0.0÷0.8	31	Addensato	35.6	2.14	2.50	61	680	270	0.29

Prova Penetrometrica DPSH\_01

TABELLA RIASSUNTIVA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH_02										
TERRENI INCOERENTI										
Strato n°	Prof. (m)	Nspt	Classificazione AGI	$\phi$ (°)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )	Dr (%)	E Young (kg/cm <sup>2</sup> )	Ed Edom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Poisson
1	0.0÷0.8	48	Addensato	37.2	2.23	2.50	75	960	384	0.28

Prova Penetrometrica DPSH\_02

TABELLA RIASSUNTIVA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH_03										
TERRENI INCOERENTI										
Strato n°	Prof. (m)	Nspt	Classificazione AGI	$\phi$ (°)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )	Dr (%)	E Young (kg/cm <sup>2</sup> )	Ed Edom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Poisson
1	0.0÷1.8	5	Poco addensato	26.4	1.54	1.89	24	100	40	0.36
2	1.8÷4.0	18	Addensato	36.2	1.95	1.97	46	288	144	0.32
3	4.0÷5.2	8	Poco addensato	27.8	1.66	1.91	31	160	64	0.35
4	5.2÷6.0	34	Addensato	38.3	2.14	2.50	64	680	204	0.29

Prova Penetrometrica DPSH\_03

#### 4.5.2 Indagine Geofisica – Prove Sismiche

La campagna di indagini geofisiche è consistita in una caratterizzazione sismica del sito di progetto tramite la ricostruzione dei modelli sismo-stratigrafici del sottosuolo e la determinazione della Categoria di Sottosuolo definita dal valore di  $V_{s,eq}$ , secondo quanto stabilito nelle “Norme tecniche per le costruzioni” del D.M. del 17 gennaio 2018, oltre che la determinazione di profili 2D con il grado di addensamento dei materiali e degli orizzonti investigati necessari per confermare la modellazione geologica. Gli elaborati e gli spettri sono riportati all’interno del report delle prove in allegato alla presente relazione.

##### Elaborazione prove sismiche SRP e MASW

L’elaborazione dei profili sismici a rifrazione, integrata con i dati ottenuti dalle prove Masw, ha permesso di ricostruire i seguenti modelli interpretativi sismo-stratigrafici di riferimento validi per i terreni investigati nei vari punti di prova, P1 (SRP\_01), P2 (SRP\_02/SM\_01) e P3 (SRP\_03).

PROFILO SISMICO SRP_01				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITÀ $V_p$ min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	0,5 - 1.4 m	400-700 m/s	Depositi eluvio colluviali	Mediamente addensati
2	1.2 – 3.4 m	700-1000 m/s	Materiale granulare prevalente	Addensato
3	n.d.	> 1000 m/s	Materiale granulare prevalente	Molto addensato

Modello sismostratigrafico interpretativo – SRP\_01

Codice elaborato ICA_217_REL11	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	 <b>ICA SOLAR TRE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 17154741007
Revisione 00 del 13/05/2024		

PROFILO SISMICO SRP_02-SM_01					
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITÀ Vp min -max	VELOCITÀ Vs media	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	1.2 – 1.6 m	300-600 m/s	230 m/s	Depositi eluvio colluviali	Mediamente addensati
2	3.0- 4.1 m	600-1000 m/s	300 m/s	Materiale granulare prevalente	Addensato
3	8.0 m	> 1000 m/s	352 m/s	Materiale granulare prevalente	Molto addensato
4	10.0 m	n.d.	406 m/s		
5	n.d.	n.d.	550 m/s		

*Modello sismostratigrafico interpretativo – Correlazione profilo sismico SRP\_02 – SM\_01*

PROFILO SISMICO SRP_03				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITÀ Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	1.3 – 2.3 m	300-700 m/s	Depositi eluvio colluviali	Mediamente addensati
2	2.5- 5.1 m	700-1000 m/s	Materiale granulare prevalente	Addensato
3	n.d.	> 1000 m/s	Materiale granulare prevalente	Molto addensato

*Modello sismostratigrafico interpretativo – SRP\_03*

## 4.6 Modello geologico

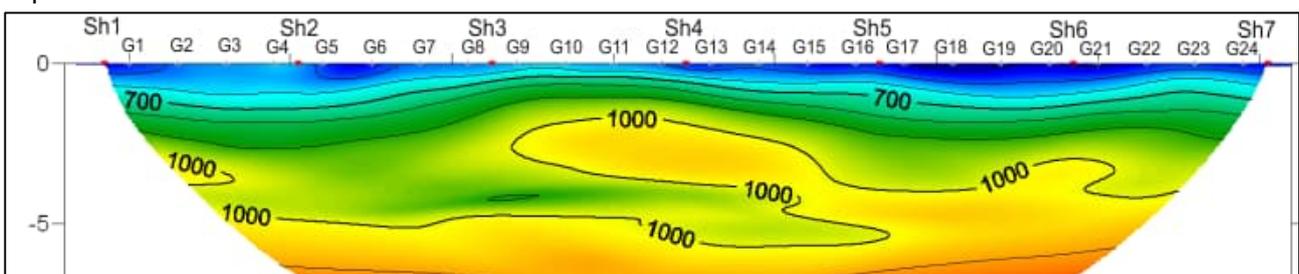
Lo studio del contesto geologico dell'agro di San Gavino Monreale, come già precedentemente riportato, è stato raffinato e maggiormente particolareggiato mediante un rilevamento geologico di dettaglio e da indagini dirette e indirette effettuate sui terreni oggetto del progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare. Le valutazioni derivate soprattutto dalle prove geognostiche in situ hanno reso possibile la ricostruzione del modello geologico del sottosuolo in riferimento all'opera in progetto. Le indicazioni delle profondità riferite al modello geologico sotto riportato fanno riferimento alle quote dal piano di campagna attribuite alle zone in cui sono state eseguite le prove geognostiche. Il modello derivante dalle prove penetrometriche e dalle informazioni sismiche sul grado di addensamento dei terreni, hanno permesso di restituire un modello geologico che è rappresentativo dei volumi di terreno interessati dall'installazione dei supporti dei pannelli.

Il modello analitico è sostanzialmente composto dalla presenza di uno spessore di circa 0,80 metri di depositi pleistocenici composti da depositi granulari eterogenei molto addensati rappresentati granulometrie tendenzialmente ghiaioso ciottolose e sabbiose con matrice limo argillosa in subordine. Questi livelli sono alternati a porzioni più fini dove la porzione grossolana risulta in subordine. Questi livelli con i contatti anche netti e molto spesso erosivi appaiono interdigerati, restituendo un modello geologico e stratigrafico assai variabile da punto a punto.



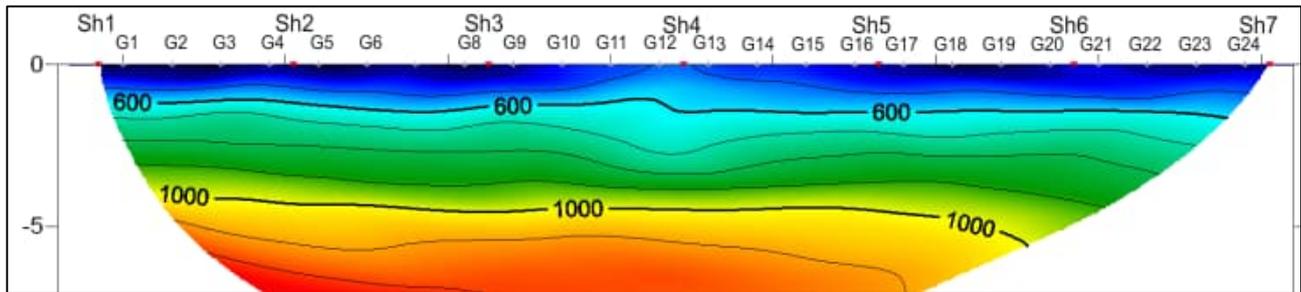
*Depositi alluvionali pleistocenici terrazzati*

Gli assetti generali scaturiti dalle prove sismiche e dalle prove penetrometriche per i punti di prova 1 e 2 restituiscono un modello tendenzialmente formato da strati addensati con l'intervallo delle velocità delle onde P tra 600/770 e 1000 abbastanza ampio. Il punto 1 mostra grosse variabilità laterali e il punto di prova DPSH\_01 è tra G12 e G13, zona in cui gli strati più addensati sono più in superficie.



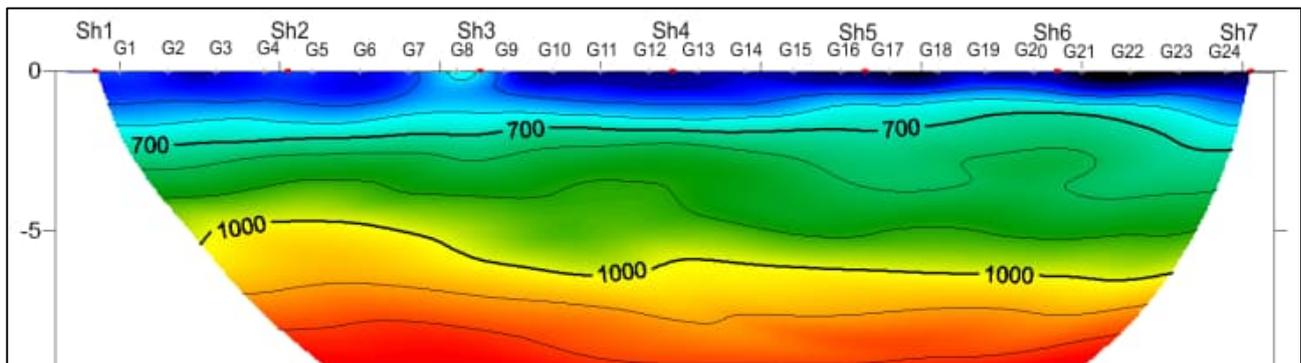
*Andamento delle velocità delle onde P in relazione al grado di addensamento – Punto di prova 1*

Anche nel punto di prova 2 le risultanze della DPSH restituisce addensamenti significativi entro il primo metro, ma l'andamento degli orizzonti appare più regolare.



Andamento delle velocità delle onde P in relazione al grado di addensamento – Punto di prova 2

Nel punto di prova 3 (immagine sottostante, la fascia di velocità tra i 700 e i 1000 m/s appare molto più ampia con molte irregolarità delle velocità intermedie. In questo punto la prova DPSH ha mostrato un'alternanza tra strati competenti e strati meno addensati.



Andamento delle velocità delle onde P in relazione al grado di addensamento – Punto di prova 3

Strato	Profondità (metri)	Litologia	Caratteristiche fisiche
1	0,60/0,90 – 6,00	Terreno granulare eterogeneo con intercalazioni più o meno grossolane	Addensato

Tabella modellazione geologica

Codice elaborato ICA_217_REL11	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	 <b>ICA SOLAR TRE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 17154741007
Revisione 00 del 13/05/2024		

## 5 AZIONE SISMICA

### 5.1 Sismicità storica

La sismicità della Regione Sardegna è assai bassa. Tali evidenze sono messe in rilievo da molti indicatori, quali l'evoluzione cinematica del Mediterraneo centrale, che secondo qualsiasi ricostruzione, ci dice che l'intero blocco sardo-corso è rimasto stabile negli ultimi 7 milioni di anni.

Il catalogo storico dei terremoti riporta, infatti, solo due eventi nel Nord della Sardegna, entrambi di magnitudo inferiore a 5 (nel 1924 e nel 1948); il catalogo strumentale (sismicità degli ultimi 25 anni registrata dalla rete nazionale) riporta solo alcuni eventi nel Tirreno e pochissimi eventi a Sud della Sardegna (come gli ultimi eventi del marzo 2006), tutti eventi di magnitudo inferiore a 5. L'evento sismico più forte in Sardegna, infatti, è stato registrato nel 1948 nella zona tra Castelsardo e Tempio Pausania; fu un terremoto che provocò solo qualche lieve danno. Nel 2006 alcune scosse avvennero nel Golfo di Cagliari, spaventando la popolazione senza danni.

Nella zona presa in esame la situazione è analoga: non è impossibile che si verifichi qualche scossa leggera ma la probabilità è molto bassa. Si tratta, insomma, di eventi di bassa energia, e infrequenti.

### 5.2 Pericolosità sismica di base

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) D.M. 14.01.2008 così come gli aggiornamenti relativi di cui al D.M. 17.01.2018, introducono il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

La "pericolosità sismica di base", di seguito chiamata semplicemente pericolosità sismica, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni e alle strutture. Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV, <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Le NTC introducono il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso l'intero territorio italiano. Le stesse NTC forniscono, per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno  $T_r$  considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri:

- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno (espressa in g/10);
- $F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito non è sintetizzata più dall'unico parametro ( $a_g$ ), ma dipende dalla posizione rispetto ai nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame (Tabella A1 delle NTC), dalla Vita Nominale e dalla Classe d'Uso dell'opera. I punti del reticolo di riferimento riportati nella Tabella A1 delle NTC hanno un passo di circa 10 km e sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine.

La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica di base dell'INGV, da cui è stata tratta la Tabella A1 delle NTC, è caratterizzata da una mappa di pericolosità Sismica del Territorio Nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo rigido (in g) in funzione della probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento considerato.

Per tutte le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri gli spettri di risposta sono definiti in base a valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  uniformi su tutto il territorio di ciascuna isola e per tali valori, necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B.

(Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti).

Per la Regione Sardegna, e quindi per il Comune di San Gavino Monreale, l'assegnazione dei parametri per i vari tempi di ritorno è semplificata dalle tabelle sottostanti che assegna i singoli valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$ .

TR=30			TR=50			TR=72			TR=101			TR=140		
$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$
0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,7	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313C

TR=201			TR=475			TR=975			TR=2475		
$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$
0,393	2,82	0,322	0,5	2,88	0,34	0,603	3	0,372	0,747	3,09	0,401

Tabella valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  per la Regione Sardegna

### 5.3 Azioni sismiche di progetto

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti. Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è quindi valutata da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC). L'azione sismica così individuata viene poi variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

### 5.4 Categoria di sottosuolo

In base a quanto attualmente esposto delle "Norme tecniche per le costruzioni" del D.M. 17 gennaio 2018, che aggiornano e sostituiscono il precedente D.M. del 14 gennaio 2008, è necessario determinare le azioni sismiche di progetto tramite specifiche analisi di sito o mediante un approccio semplificato che si basa sul calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ( $V_{s,eq}$ ) partendo dal piano di posa delle fondazioni.

Il valore di  $V_{s,eq}$  (in m/s) viene calcolato secondo la seguente espressione:

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

dove  $h_i$  e  $V_{s,i}$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti al disopra del substrato sismico (con  $V_{s,i} > 800$  m/s), fino a un  $H$  massimo di 30 m ( $V_{s30}$ ).

L'indagine sismica ha permesso quindi di ricostruire il seguente profilo sismostratigrafico necessario per il calcolo delle  $V_{s,eq}$ :

PROFILO MASW SM_01		
STRATO	SPESSORE medio (hi)	VELOCITÀ media ( $V_s$ )
1	1.20 m	230 m/s
2	3.30 m	300 m/s
3	8.00 m	352 m/s
4	10.00 m	406 m/s
5	7.50 m	550 m/s

Tabella profilo sismostratigrafico per il calcolo delle  $V_{s,eq}$  - MASW SM\_01

Dai dati sopra elencati si evince la presenza di un substrato sismico ( $V_s > 800$  m/s) affiorante entro i primi 30,0 m di profondità e quindi, considerando in via cautelativa il piano di posa delle fondazioni coincidente con il piano campagna, sono stati ricavati i seguenti valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio:

PROFILO SM\_01 (Punto di prova P2)

$V_{s,eq}$  (30 m) = 389 m/s

Secondo quanto stabilito dal DM del 17 gennaio 2018, è possibile quindi assegnare al terreno di progetto la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione secondo la seguente tabella:

		Descrizione
Categoria di Sottosuolo	A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
	B	<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.</b>
	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.

Tabella 3.2.II delle NTC

Codice elaborato ICA_217_REL11	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	 <b>ICA SOLAR TRE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 17154741007
Revisione 00 del 13/05/2024		

La categoria di sottosuolo qui riportata fa riferimento a "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".

Categoria di Sottosuolo "B"

## 5.5 Condizioni topografiche

Il sito in esame è ubicato in corrispondenza di una zona pressoché con inclinazione media inferiore di 15° e pertanto, in base a quanto previsto dal DM del 17 gennaio 2018, Tabella 3.2.III, l'area può essere classificata nella seguente categoria topografica:

Categoria Topografica "T1"

		Descrizione
Categorie Topografiche	T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione $i \leq 15^\circ$ ;
	T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ ;
	T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ ;
	T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ .

Tabella 3.2.III delle NTC2018

## 5.6 Liquefazione

Per liquefazione si intende generalmente una somma di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. 7.11.3.4.1 NTC 2018).

La perdita di resistenza dei terreni con determinate caratteristiche, sotto sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, e il conseguente raggiungimento di una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso, avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta fino ad arrivare al valore della pressione totale di confinamento, fino ad annullare gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio. Tali fenomeni di liquefazione dei terreni si verificano soprattutto in presenza di sabbie fini e nei limi saturi di densità da media a bassa e a granulometria piuttosto uniforme, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa.

Nel caso specifico, in relazione al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC 2018, la verifica a liquefazione può essere omessa poiché le accelerazioni massime attese al piano di campagna, circa 0,05g, inferiori perciò, a 0,1g.

## 6 CENNI PROGETTUALI

Il presente studio si riferisce al progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare, della potenza di picco di 31,58 MWp e potenza in immissione di 30,08 MWac integrato con un sistema di accumulo da 30 MW, da realizzarsi su aree agricole situate nel Comune di San Gavino Monreale (SU).

L'impianto si sviluppa su lotto di progetto con un'estensione dell'area recintata pari a circa 49,19 ettari e sarà installato a terra su terreni situati a circa 4,5 km a Sud rispetto al centro abitato di San Gavino Monreale (SU) e a circa 6 km ad Est dal centro abitato di Gonnosfanadiga (SU).

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture di supporto in acciaio del tipo tracker ad inseguimento monoassiale (inseguitori solari installati in direzione Nord-Sud, capaci di ruotare in direzione Est-Ovest, consentendo, pertanto, ai moduli di "seguire" il Sole lungo il suo moto diurno).

Saranno installati n° 45.120 moduli fotovoltaici bifacciali marcati *Canadian Solar di potenza unitaria di picco pari a 700 Wp*, disposti su tracker monoassiali ad inseguimento solare est-ovest.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) prevede che l'impianto sia collegato in antenna a 36 kV sulla nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 220/150/36 kV di "Sulcis – Oristano".

L'elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento alla citata stazione RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.



Insieme delle aree e dei pannelli

## 7 MODELLO GEOTECNICO

Le elaborazioni delle prove penetrometriche effettuate nelle aree agricole in cui è previsto l'impianto, ha permesso di fornire una modellazione in relazione alle qualità fisico meccaniche dei terreni investigati. Tale modello, coerentemente con i modelli sismostratigrafici generati dai profili sismici in onde P e dall'elaborazione anche in tecnica MASW per il punto di prova P2, ha permesso una correlazione con la successiva attribuzione di valori significativamente rappresentativi ai fini di una distribuzione areale degli attributi geotecnici dei volumi interessati. Tali correlazioni sono state necessarie per una ricostruzione del modello geotecnico di seguito riportato.

In coerenza con il modello geologico riportato nei capitoli precedenti che la presenza di depositi alluvionali con grosse eterogeneità laterali, le caratteristiche fisico meccaniche sono state riportate differenti dai punti di prova 1 e 2 dal punto 3.

Le seguenti caratteristiche geotecniche, ritenute proprie degli orizzonti investigati sono da considerarsi cautelative dal punto di vista numerico considerata, nell'elaborazione, la natura esclusivamente granulare dei terreni investigati. Le tabelle riportate rappresentano una sintesi delle prove effettuate ed è consigliabile considerare le caratteristiche peggiori per le aree in cui è previsto il progetto.

È doveroso ricordare che l'elaborazione geotecnica rimane comunque un modello interpretativo soggettivo proposto dallo scrivente e che per tale motivo si rimanda al progettista l'interpretazione ed elaborazione finale dei dati acquisiti.

Strato n°	Prof. (m)	Nspt	Classificazione AGI	$\phi$ (°)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )	Dr (%)	E Young (kg/cm <sup>2</sup> )	Ed Edom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Poisson
1	0.0÷0.8	31/48	Addensato	35/37	2.20	2.50	60/75	700/900	300/400	0.28

Modello geotecnico punti 1 e 2

Strato n°	Prof. (m)	Nspt	Classificazione AGI	$\phi$ (°)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )	Dr (%)	E Young (kg/cm <sup>2</sup> )	Ed Edom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Poisson
1	0.0÷1.8	5	Poco addensato	26,4	1.55	1.89	24	100	40	0.36
2	1.8÷4.0	18	Addensato	36.2	1.95	1.97	46	288	144	0.32
3	4.0÷5.2	8	Poco addensato	27.8	1.66	1.91	31	160	64	0.35
4	5.2÷6.0	34	Addensato	38.3	2.24	2.50	64	680	204	0.29

Modello geotecnico punto 3

Codice elaborato ICA_217_REL11	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	 <b>ICA SOLAR TRE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 17154741007
Revisione 00 del 13/05/2024		

## 8 CONCLUSIONI

Attraverso il rilevamento di campagna, le indagini geognostiche effettuate, i dati geotecnici ricavati e le considerazioni emerse è stato possibile determinare le caratteristiche stratigrafiche e strutturali dei terreni interessati dagli interventi previsti nell'ambito del progetto per la realizzazione dell'Impianto agrivoltaico denominato "San Gavino" della potenza di picco di 31,58 MWp e potenza in immissione di 30,08 MWac integrato con un sistema di accumulo da 30 MW, da realizzarsi nel Comune di San Gavino Monreale (SU). L'impianto si sviluppa su lotto di progetto con un'estensione dell'area recintata pari a circa 49,19 ettari e sarà installato a terra su terreni situati a circa 4,5 km a Sud rispetto al centro abitato di San Gavino Monreale (SU) e a circa 6 km ad Est dal centro abitato di Gonnosfanadiga (SU).

Unitamente alla relazione geologica e alla conseguente ricostruzione del modello geologico, è stata effettuata una valutazione sulle prove geotecniche effettuate durante la campagna geognostica con la restituzione del relativo modello con una parametrizzazione cautelativa dei terreni di sedime.

La situazione emersa dalle evidenze dell'indagine geofisica ha evidenziato una situazione geologica e litostratigrafica sito specifica contraddistinta da forte disomogeneità dei terreni che caratterizzano il settore oggetto di studio e che è situato nella zona in agro nel comune di San Gavino. Trattasi, nel ristretto contesto geologico, di coperture pleistoceniche classificate come depositi alluvionali terrazzati contraddistinti, in generale, da granulometrie grossolane ghiaioso sabbiose con matrici limo argillose in alternanza. Tali litologie presentano modesti spessori di coperture alterate. I depositi pleistocenici, mostrano forti eteropie laterali, legate ai modelli e alle energie deposizionali fluviali.

Non è stata rilevata la presenza di una vera e propria falda acquifera almeno nei primi 5 metri di terreno. Debole saturazione dai 5 ai 6 metri nel punto di prova numero 3. Non si escludono possibili interferenze in risalita in concomitanza con intense precipitazioni o in stagioni invernali.

Al di là delle perimetrazioni del PAI per gli aspetti geomorfologici, l'assenza di fattori ed elementi concorrenti all'aumento del livello di pericolo da frana, la natura dei terreni di sedime, le caratteristiche tecniche degli inserimenti progettuali e i loro relativi carichi di esercizio, restituiscono un quadro di assoluta compatibilità delle opere in progetto con il contesto geologico e litostratigrafico locale.

Si tenga presente che la tipologia, l'ampiezza dell'indagine e le relative considerazioni sono strettamente subordinate al tipo e alle dimensioni delle opere in progetto e pertanto non devono essere generalizzate per interventi di altra natura.

Dott. Geol. Mario Alberto Antonini



## REPORT INDAGINI



## REGIONE SARDEGNA

## COMUNE DI SAN GAVINO MONREALE

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "SAN GAVINO" DELLA POTENZA DI PICCO DI 31,58 MWP E POTENZA NOMINALE PARI A 30,08 MWAC INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SAN GAVINO MONREALE (SU)**

Codice Pratica GS_07_2024	<b>ICA SOLAR TRE SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 17154741007	Data  Maggio 2024
Pagine 10		
Tavole 4		
Allegati 1		

### **TOMOGRAFIA SISMICA IN ONDE P, PROFILO IN ONDE S CON METODO MASW E PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**

#### **DIRETTORE TECNICO**

***Dott. Geol. Stefano Bellaveglia***

#### **TECNICI SPERIMENTATORI**

***Dott. Geol. Lorenzo Falzoi***

***Dott. Geol. Mario Alberto Antonini***

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.  
Via Cavour, 59 - 07100 Sassari  
Codice Fiscale - Partita IVA 02778270906  
Cell. 347 5238011 - 320 5712144 - 339 2349655 - 349 5858305  
email: info@geofisicasardegna.it - PEC: geofisicasardegna@pec.it

## INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. INDAGINI PENETROMETRICHE.....	3
3. METODOLOGIA INDAGINE SISMICA .....	4
3.1 Specifiche tecniche di acquisizione e schema delle prove sismiche .....	4
3.1.1 Sismica attiva .....	4
3.2 Tecniche di indagine .....	5
3.2.1 Sismica a rifrazione .....	5
3.2.2 Tecnica Masw .....	6
3.3 Approccio analitico .....	6
3.3.1 Analisi tomografia sismica .....	6
3.3.2 Analisi Masw .....	7
4. ELABORAZIONE PROVE SISMICHE .....	8
4.1 Elaborazione prove sismica attiva.....	8
5. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO.....	9
5.1 Categoria di sottosuolo.....	9

### Tavole:

Tavola 1 .....	<b>Ubicazione delle indagini</b> Foto satellitare Google Earth
Tavola 2.....	<b>Certificati indagini sismica a rifrazione</b>
Tavola 3.....	<b>Certificati indagini MASW</b>
Tavola 4.....	<b>Certificati indagini penetrometriche</b>

### Allegati:

Allegato 1.....	<b>Specifiche tecniche strumentazione</b>
-----------------	---

## 1. PREMESSA

Su commissione di “ICA SOLAR TRE S.r.l.”, nell’ambito del “Progetto di un impianto agrivoltaico denominato “San Gavino” della potenza di picco di 31,58 MWp e potenza nominale pari a 30,08 Mwa integrato da un sistema di accumulo da 30 MW da realizzarsi nel comune di San Gavino Monreale (SU)”, è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche finalizzata alla caratterizzazione sismica del sito di progetto tramite la ricostruzione dei modelli sismostratigrafici del sottosuolo, secondo quanto stabilito nelle “Norme tecniche per le costruzioni” del D.M. del 17 gennaio 2018.

Nello specifico sono state svolte le seguenti indagini sismiche:

- N. 3 profilo sismico a rifrazione in tecnica tomografica con acquisizione in onde P;
- N. 1 profilo Masw (Multi-channel Analysis of Surface Waves);
- N. 3 prove penetrometriche dinamiche DPSH.

## 2. INDAGINI PENETROMETRICHE

L'attrezzatura impiegata per l'esecuzione delle indagini è un penetrometro dinamico superpesante prodotto dalla ditta Geo Deep Drill e contraddistinto dalla sigla DPSH63M.

L'impianto consente la realizzazione di prove dinamiche DPSH-B, in conformità alla norma tecnica EN ISO 22476-2:2005/Amd 1:2011 e secondo lo standard ISSMFE con le seguenti specifiche di configurazione:

- Massa del maglio (kg) 63,5
- Altezza caduta (cm) 75,0
- Lunghezza aste (m) 1,0
- Massa aste (kg/m) 6,2
- Diametro aste (mm) 32
- Diametro base punta conica (mm) 51
- Angolo apertura punta conica (°) 90
- Penetrazione standard (cm) 20,0

Sono state quindi eseguite n°3 prove penetrometriche come illustrato nella tabella seguente:

PROVA	Tipologia	Profondità raggiunta da p.c. (m)	Rifiuto	Profondità falda	Chiusura foro
<b>PD_01</b>	dinamica	0.8	SI	n.d	n.d
<b>PD_02</b>	dinamica	0.8	SI	n.d	n.d
<b>PD_03</b>	dinamica	6.0	SI	5.0	n.d.

I tabulati della prova e i diagrammi vengono riportati nei certificati di prova in Tav. 4, mentre le elaborazioni e i metodi di calcolo dei parametri geotecnici all'interno della relazione geologica. Si ricorda che l'elaborazione geotecnica rimane comunque un modello interpretativo soggettivo proposto dallo scrivente e che per tale motivo si rimanda al geologo progettista l'interpretazione ed elaborazione finale dei dati acquisiti.

### 3. METODOLOGIA INDAGINE SISMICA

Le prospezioni sismiche vengono utilizzate nell'ambito dell'esplorazione del sottosuolo tramite lo studio della propagazione di onde elastiche generate o artificialmente mediante esplosioni controllate, vibrazioni indotte sul terreno con intensità e frequenza note, masse battenti di vario peso e tipologia o con sorgenti naturali.

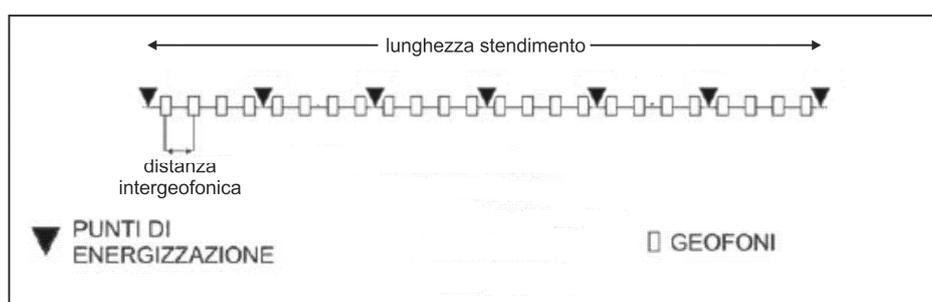
Nel caso di sorgenti artificiali si parlerà di sismica attiva e rientrano in questa categoria le indagini di sismica a rifrazione, a riflessione le indagini Masw, le Sasw e tutte le prove eseguite in foro (down-hole, cross-hole, up-hole) mentre nel caso di sorgenti naturali (*noise*) si parlerà di sismica passiva che comprendono le prove sismiche ReMi, Nakamura, Spac, Esac.

#### 3.1 Specifiche tecniche di acquisizione e schema delle prove sismiche

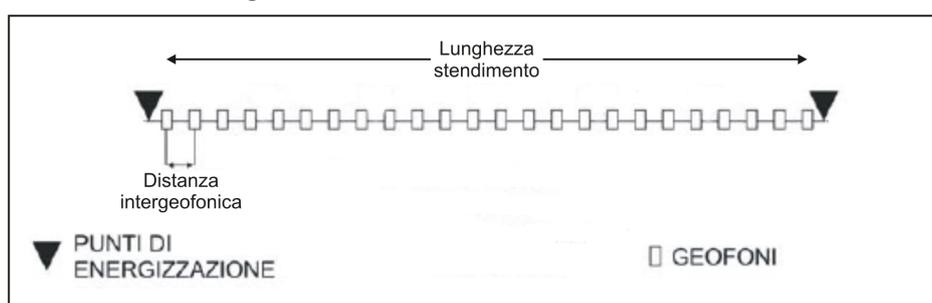
##### 3.1.1 Sismica attiva

I sismogrammi sono stati acquisiti con un sismografo PASI 16S24 (mod.2007) con risoluzione di acquisizione 16bit (24bit con sovracampionamento e post processing) collegato tramite cavo a 24 geofoni verticali di tipo elettromagnetico a bobina mobile, con frequenza propria di 4.5 Hz, utilizzati sia per il profilo sismico a rifrazione in onde P che per il profilo sismico con tecnica MASW.

Per il profilo a rifrazione sono stati eseguiti 7 punti di energizzazione (due agli estremi, posti ad una distanza pari alla metà della distanza intergeofonica, e cinque all'interno del profilo), mentre per il profilo Masw è stata eseguita una serie di punti di energizzazione (shot) a distanze variabili dai geofoni G1 e G24, selezionando poi, in fase di elaborazione, lo shot che presentava la migliore qualità del segnale. Come sistema di energizzazione è stata utilizzata una mazza da 8 Kg che si è dimostrata in grado di fornire energia sufficiente allo scopo prefissato (Fig. 3.1.1/A e Fig.3.1.1/B).



**Fig.3.1.1/A - schema sismica a rifrazione**



**Fig.3.1.1/B - schema sismica MASW**

Come sistema di trigger per fornire il tempo zero all'acquisitore, è stato utilizzato un geofono starter posto in corrispondenza della testa della mazza.

PROFILO	Tecnica di indagine	lunghezza stendimento (m)	distanza intergeofonica (m)	orientazione stendimento	durata acquisizione (s)	tempo di campionamento (ms)
<b>SRP_01</b>	Tomografia sismica in onde P	36.0	1.5	NNO-SSE	1.0	0.500
<b>SRP_02</b>	Tomografia sismica in onde P	36.0	1.5	NNO-SSE	1.0	0.500
<b>SRP_03</b>	Tomografia sismica in onde P	36.0	1.5	O-E	1.0	0.500
<b>SM_01</b>	Sismica in tecnica MASW	34.5	1.5	NNO-SSE	1.0	0.500

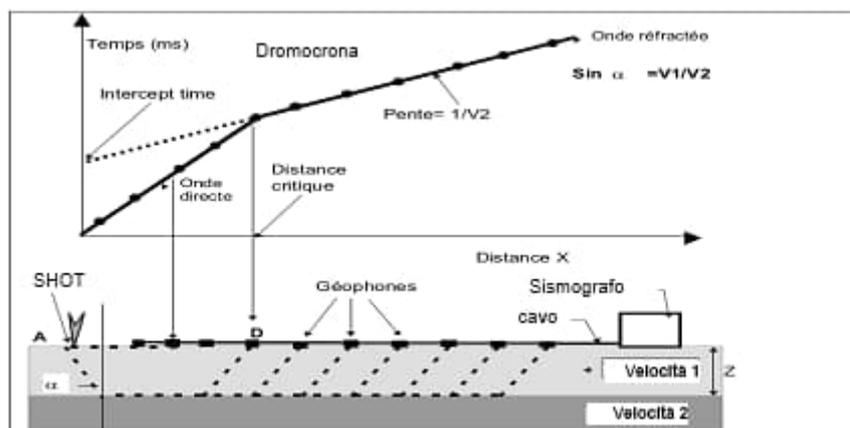
### 3.2 Tecniche di indagine

#### 3.2.1 Sismica a rifrazione

La metodologia di indagine a rifrazione consiste nel produrre una perturbazione elastica (*shot*) in un punto della superficie del terreno e nel rilevare e registrare in più punti distanti il tempo intercorso tra l'istante dell'energizzazione (*tempo zero*) e l'arrivo di un suo impulso rifratto dalle superfici di discontinuità presenti nel sottosuolo. Le registrazioni avvengono tramite l'utilizzo di sensori detti *geofoni*, allineati lungo uno stendimento a distanze reciproche (distanza intergeofonica) variabili in funzione dell'obiettivo e delle specifiche condizioni di sito.

I segnali più importanti che vengono registrati sono relativi a tre tipi di onde, di seguito indicati nel loro ordine di arrivo: onde di compressione o primarie (onde P), onde di taglio o secondarie (onde S) e onde di Rayleigh o superficiali. Le registrazioni a distanze crescenti dal punto di energizzazione vengono quindi riportate su di un grafico distanze/tempi di arrivo per ogni tipologia di onda che si propaga nel mezzo elastico, ottenendo così una retta di inclinazione variabile rispetto all'asse delle ascisse detta *dromocrona* (Fig.3.2.1).

I tempi di arrivo dei raggi rifratti si disporranno nel diagramma tempi-distanze secondo una serie di rette di pendenza diversa tra loro e inferiore a quella delle onde dirette; dal calcolo dei coefficienti angolari delle rette così individuate si è in grado quindi di determinare la velocità di propagazione dell'onda negli orizzonti attraversati e di conseguenza, noto il tempo intercetto, anche il loro spessore.



**Fig.3.2.1 - Indagine sismica a rifrazione**

### 3.2.2 Tecnica Masw

L'indagine MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) è una tecnica investigativa che consente una ricostruzione della distribuzione della velocità delle onde S nel sottosuolo, permettendo di ricavare il parametro  $V_{s,eq}$  necessario per la classificazione dei suoli in base alle NTC 2018 che stabiliscono le nuove norme tecniche in materia di progettazione antisismica.

Per quanto concerne la fase di acquisizione del dato di campo, l'indagine MASW non è troppo diversa da una comune acquisizione per un'indagine di sismica a rifrazione, in quanto le onde di superficie sono facilmente generabili da una qualsiasi sorgente sismica quale ad esempio una mazza. L'acquisizione del dato prevede di effettuare uno stendimento di 24 geofoni (preferibilmente da 4,5 Hz) allineati con la sorgente ad una distanza intergeofonica variabile in base alle condizioni di sito e di energizzare in un solo punto (off set) con una sorgente ad impatto verticale, ad una distanza dal geofono più esterno anch'essa variabile in un range prestabilito. I sismogrammi così ottenuti vengono poi selezionati in fase di elaborazione, utilizzando solamente lo shoot che presenta la migliore qualità del segnale.

## 3.3 Approccio analitico

### 3.3.1 Analisi tomografia sismica

Il software di elaborazione tomografico utilizzato (*Rayfract v 3.18*), elabora un modello teorico compiendo alcune migliaia di iterazioni sulla base dei primi arrivi delle onde sismiche. Tale modello viene affinato automaticamente fino a che i dati teorici coincidono il più possibile con quelli acquisiti direttamente nella campagna di indagini sismiche. Attraverso questo tipo di elaborazioni si riducono sensibilmente gli eventuali errori dovuti a fattori soggettivi di interpretazione. L'elaborato finale fornisce la velocità relativa a singole celle unitarie di piccole dimensioni, in maniera tale da individuare e discriminare le anomalie laterali di velocità.

### 3.3.2 Analisi Masw

Il profilo  $V_s$ ,eq con il metodo MASW viene ricavato tramite l'inversione delle curve di dispersione delle onde di superficie Rayleigh, che costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo e sono il risultato dell'interferenza tra onde di pressione P e onde di taglio verticali Sv. In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo guidato e dispersivo e vengono definite pseudo-Rayleigh; la dispersione è una deformazione di un treno di onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza, le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo e presentano normalmente più elevate velocità di fase. Il calcolo del profilo di velocità delle onde di Rayleigh,  $V(\text{fase})/\text{Frequenza}$ , viene quindi convertito nel profilo di  $V_s/\text{profondità}$ . La procedura utilizzata per la determinazione del profilo prevede quattro operazioni svolte in successione:

1. acquisizione delle onde superficiali (dati di campo);
2. determinazione dello spettro di velocità;
3. individuazione della curva di dispersione sullo spettro di velocità;
4. inversione della curva di dispersione attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

Gli algoritmi evolutivi rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (soft computing) e rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

Resta comunque sottinteso che il calcolo algoritmico non prevede un risultato univoco ma una serie di risultati attendibili in un range di modelli validi e per tale motivo i dati finali possono presentare discordanze rispetto ai modelli ottenuti con altre tecniche di indagine sismica (down hole, cross hole, ecc. Il fit tra il modello calcolato con tecnica MASW e il modello ottenuto con altri metodi di indagine sismica è quindi funzione delle conoscenze geologiche di sito e per tale motivo la presenza di dati ricavati da indagini integrative (sondaggi, penetrometrie, ecc) permette di restringere il campo di incertezza, ottimizzando il modello finale.

#### 4. ELABORAZIONE PROVE SISMICHE

##### 4.1 Elaborazione prove sismica attiva

L'elaborazione dei profili sismici a rifrazione SRP\_n, integrati con i dati ottenuti dalla prova Masw SM\_01, ha permesso di ricostruire i seguenti modelli sismostratigrafici validi per i terreni investigati:

<b>Profilo Sismico SRP_01</b>				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	0.5-1.4 m	400-700 m/s	Depositi eluvio colluviali	Mediamente addensati
2	1.2-3.4 m	700-1000 m/s	Terreni granulari prevalenti	Addensati
3	n.d	>1000 m/s	Terreni granulari prevalenti	Molto addensati

<b>Profilo Sismico SRP_02 e SM_01</b>					
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	VELOCITA' Vs media	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	1.2-1.6 m	300-600 m/s	230 m/s	Depositi eluvio colluviali	Mediamente addensati
2	3.0-4.1 m	600-1000 m/s	300 m/s	Terreni granulari prevalenti	Addensati
3	8.0 m	>1000 m/s	352 m/s	Terreni granulari prevalenti	Molto addensati
4	10.0 m	n.d.	406 m/s		
5	n.d.	n.d.	550 m/s		

<b>Profilo Sismico SRP_03</b>				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	1.3-2.3 m	300-700 m/s	Depositi eluvio colluviali	Mediamente addensati
2	2.5-5.1 m	700-1000 m/s	Terreni granulari prevalenti	Addensati
3	n.d	>1000 m/s	Terreni granulari prevalenti	Molto addensati

## 5. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti. Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è quindi valutata da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC). L'azione sismica così individuata viene poi variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

### 5.1 Categoria di sottosuolo

In base a quanto attualmente esposto delle "Norme tecniche per le costruzioni" del D.M. 17 gennaio 2018, che aggiornano e sostituiscono il precedente D.M. del 14 gennaio 2008, è necessario determinare le azioni sismiche di progetto tramite specifiche analisi di sito o mediante un approccio semplificato che si basa sul calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ( $V_{s,eq}$ ) partendo dal piano di posa delle fondazioni.

Il valore di  $V_{s,eq}$  (in m/s) viene calcolato secondo la seguente espressione:

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

dove  $h_i$  e  $V_{s,i}$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti al disopra del substrato sismico (con  $V_s > 800$  m/s), fino ad un  $H$  massimo di 30 m ( $V_{s30}$ ).

L'indagine sismica SM\_01 ha permesso quindi di ricostruire il seguente profilo sismostratigrafico necessario per il calcolo delle  $V_{s,eq}$ :

STRATO	SPESSORE medio ( $h_i$ )	VELOCITA' media ( $V_s$ )
1	1.20 m	230 m/s
2	3.30 m	300 m/s
3	8.00 m	352 m/s
4	10.00 m	406 m/s
5	7.50 m	550 m/s

Dai dati sopra elencati si evince l'assenza di un substrato sismico ( $V_s > 800$  m/s) affiorante entro i primi 30.0 m di profondità e quindi, considerando in via cautelativa il piano di posa delle fondazioni coincidente con il piano campagna, sono stati ricavati i seguenti valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio riferiti ai primi 30 m di profondità ( $H = 30$  nella precedente espressione):

**Profilo Sismico SM\_01:**  $V_{s,eq}(30m) = 389$  m/s

Pertanto, sulla base di questo valore e secondo quanto stabilito dal DM del 17 gennaio 2018, è possibile assegnare al terreno di progetto la seguente categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione:

**Categoria di sottosuolo 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.

Sassari, Maggio 2024

**GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.**

Il Direttore Tecnico

*Dott. Geol. Stefano Bellaveglia*



**COMUNE DI  
SAN GAVINO MONREALE**

**PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA**

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "SAN GAVINO"  
DELLA POTENZA DI PICCO DI 31,58 MWP E POTENZA NOMINALE PARI  
A 30,08 MWAC INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW  
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SAN GAVINO MONREALE (SU)**

**OGGETTO: UBICAZIONE DELLE INDAGINI**  
Foto satellitare

**TAVOLA N°**

**1**

**SCALA**

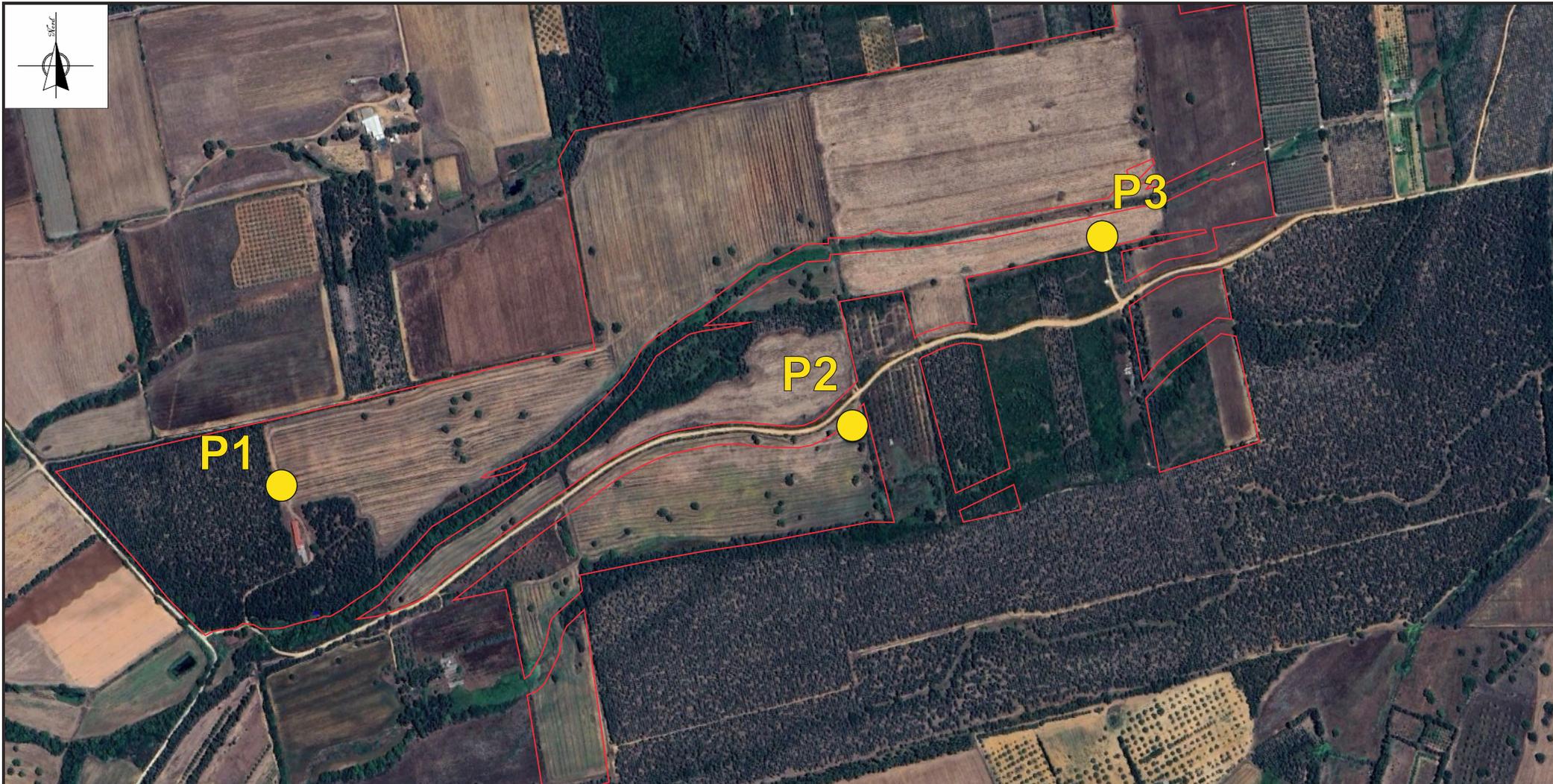
-

**GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.**

Via Cavour,59 - Sassari C.F.-P.I.: 02778270906

**DIRETTORE TECNICO:**

Dott. Geol. Bellaveglia Stefano



# TAVOLA 1 - UBICAZIONE INDAGINI - PUNTI DI INDAGINE

## LEGENDA

**P1**

PUNTO D'INDAGINE

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "SAN GAVINO»

DI POTENZA DI PICCO PARI A 31,58MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 30,08 Mwac

INTEGRATO CON UNSISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW,

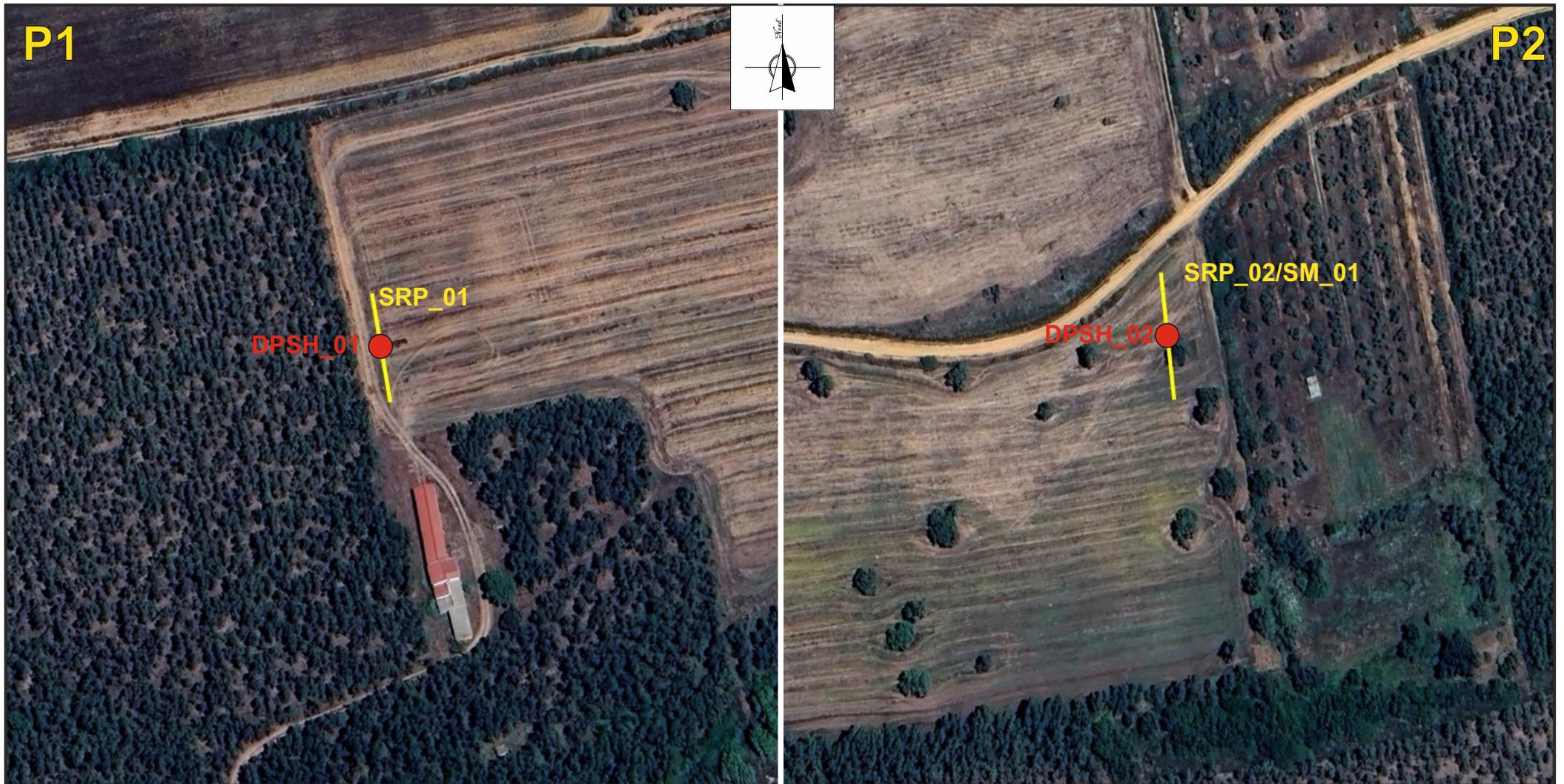
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SAN GAVINO MONREALE (SU).



GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.  
Via Cavour, 59 - 07100 Sassari

Codice Fiscale - Partita IVA 02778270906

Cell. 347 5238011 - 320 5712144 - 339 2349655 - 349 5858305  
email: info@geofisicasardegna.it - PEC: geofisicasardegna@pec.it



## TAVOLA 1a - UBICAZIONE INDAGINI - PUNTI DI INDAGINE

### LEGENDA

● **DPSH\_01** Prova penetrometrica dinamica

／ **SRP/SM\_01** Indagine Sismica

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "SAN GAVINO»

DI POTENZA DI PICCO PARI A 31,58MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 30,08 Mwac

INTEGRATO CON UNSISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW,

DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SAN GAVINO MONREALE (SU).



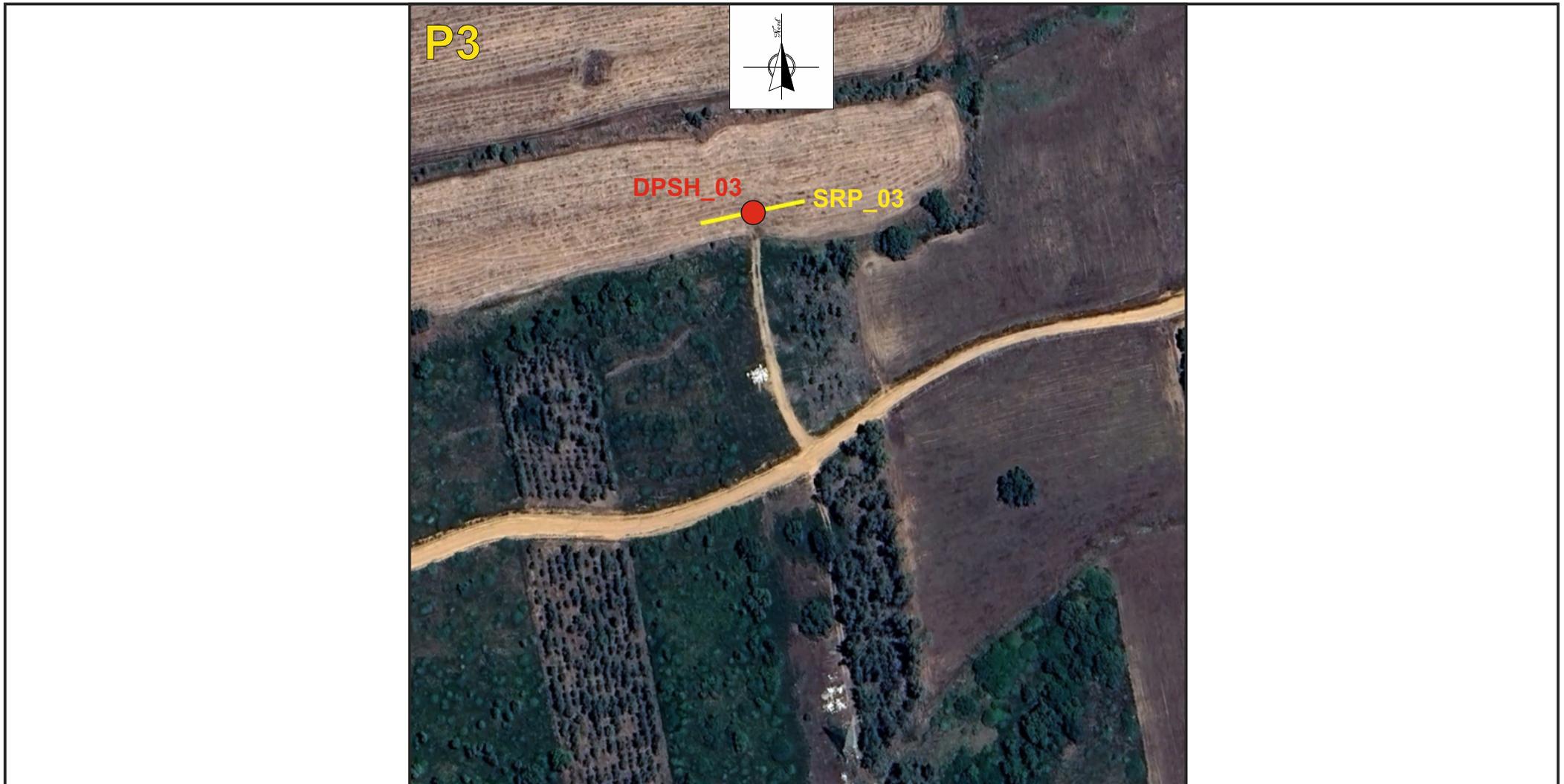
GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.

Via Cavour, 59 - 07100 Sassari

Codice Fiscale - Partita IVA 02778270906

Cell. 347 5238011 - 320 5712144 - 339 2349655 - 349 5858305

email: info@geofisicasardegna.it - PEC: geofisicasardegna@pec.it



## TAVOLA 1b - UBICAZIONE INDAGINI - PUNTI DI INDAGINE

### LEGENDA

● **DPSH\_01** Prova penetrometrica dinamica

／ **SRP/SM\_01** Indagine Sismica

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "SAN GAVINO»

DI POTENZA DI PICCO PARI A 31,58MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 30,08 Mwac

INTEGRATO CON UNSISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW,

DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SAN GAVINO MONREALE (SU).



GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.  
 Via Cavour, 59 - 07100 Sassari  
 Codice Fiscale - Partita IVA 02778270906  
 Cell. 347 5238011 - 320 5712144 - 339 2349655 - 349 5858305  
 email: info@geofisicasardegna.it - PEC: geofisicasardegna@pec.it

**COMUNE DI  
SAN GAVINO MONREALE**

**PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA**

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "SAN GAVINO"  
DELLA POTENZA DI PICCO DI 31,58 MWP E POTENZA NOMINALE PARI  
A 30,08 MWAC INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW  
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SAN GAVINO MONREALE (SU)**

**OGGETTO: CERTIFICATI INDAGINI SISMICA A RIFRAZIONE**

**TAVOLA N°**

**2**

**N° PROFILI**

**3**

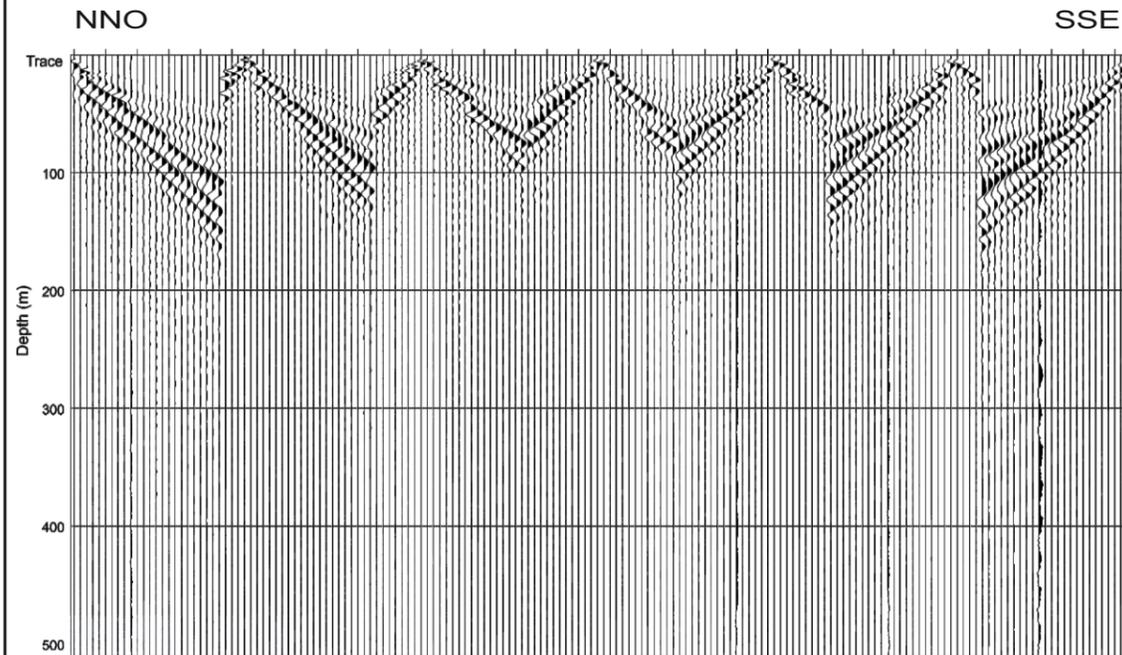
**GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.**

Via Cavour,59 - Sassari C.F.-P.I.: 02778270906

**DIRETTORE TECNICO:**

Dott. Geol. Bellaveglia Stefano

**SISMOGRAMMI**



**Codice Certificato di prova: GS\_07\_2024\_SRP\_01**

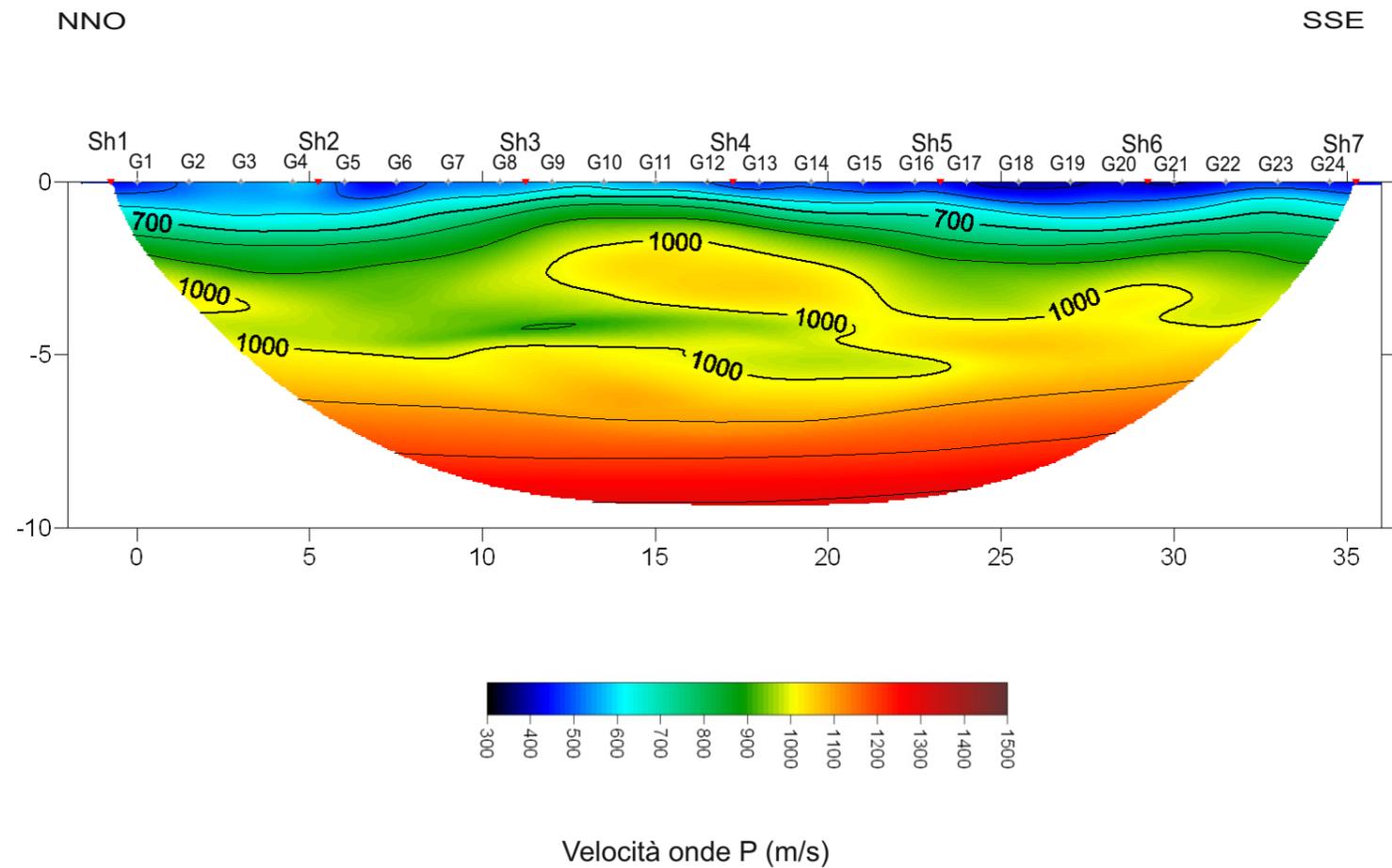
Committente: ICA SOLAR TRE S.r.l. - Data Esecuzione: 18/04/2024 - Località: Agro di San Gavino Monreale - Comune: San Gavino Monreale (SU)

**SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE**

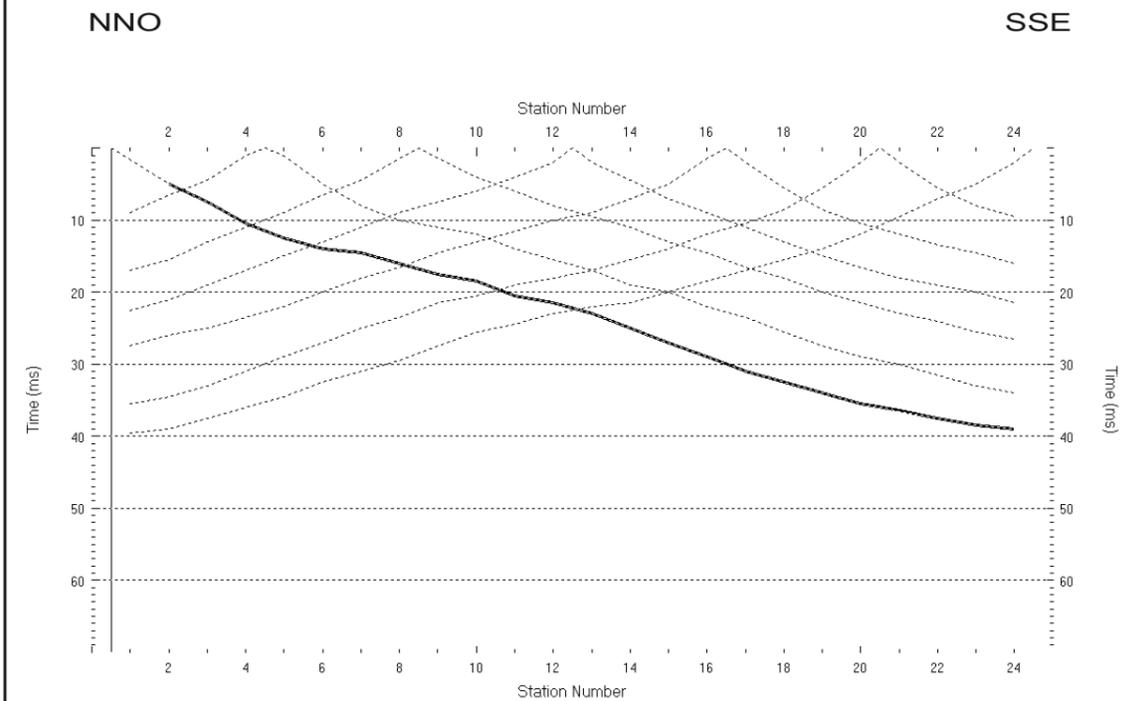
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	4.5 Hz
N° geofoni	24
N° scoppi	7
Lunghezza stendimento	36.0 m
Distanza intergeofonica	1.5 m
Orientazione stendimento	NNO - SSE
Coordinate estremi (WGS UTM 32 N)	Sh1: N 4373297; E 477708 Sh7: N 4373262; E 477715
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.500 ms



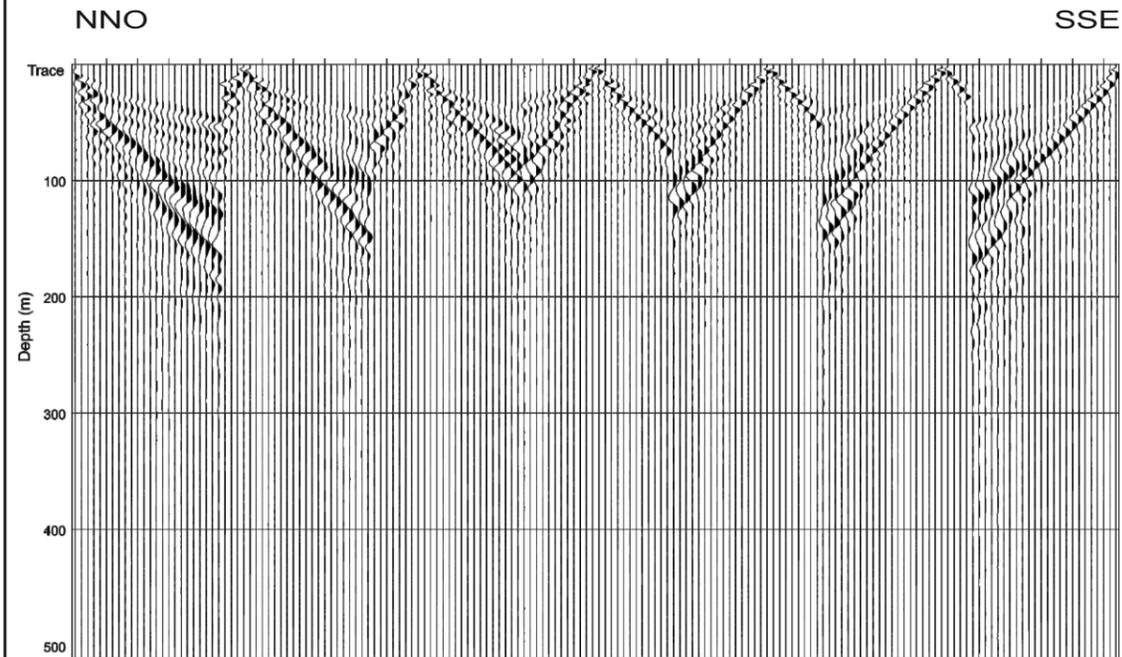
**PROFILO SISMICO 2D**



**DROMOCRONE**



**SISMOGRAMMI**



**Codice Certificato di prova: GS\_07\_2024\_SRP\_02**

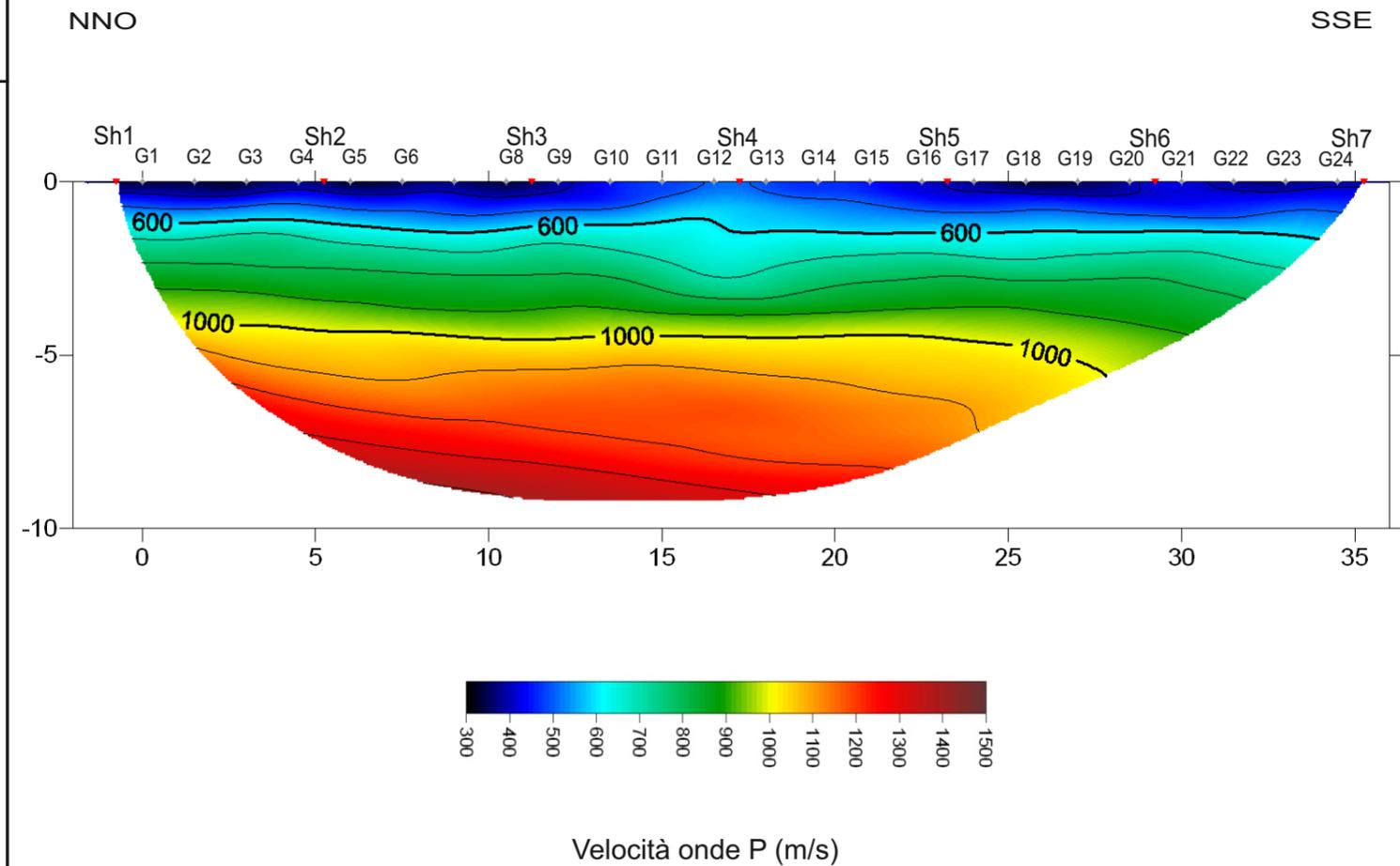
Committente: ICA SOLAR TRE S.r.l. - Data Esecuzione: 18/04/2024 - Località: Agro di San Gavino Monreale - Comune: San Gavino Monreale (SU)

**SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE**

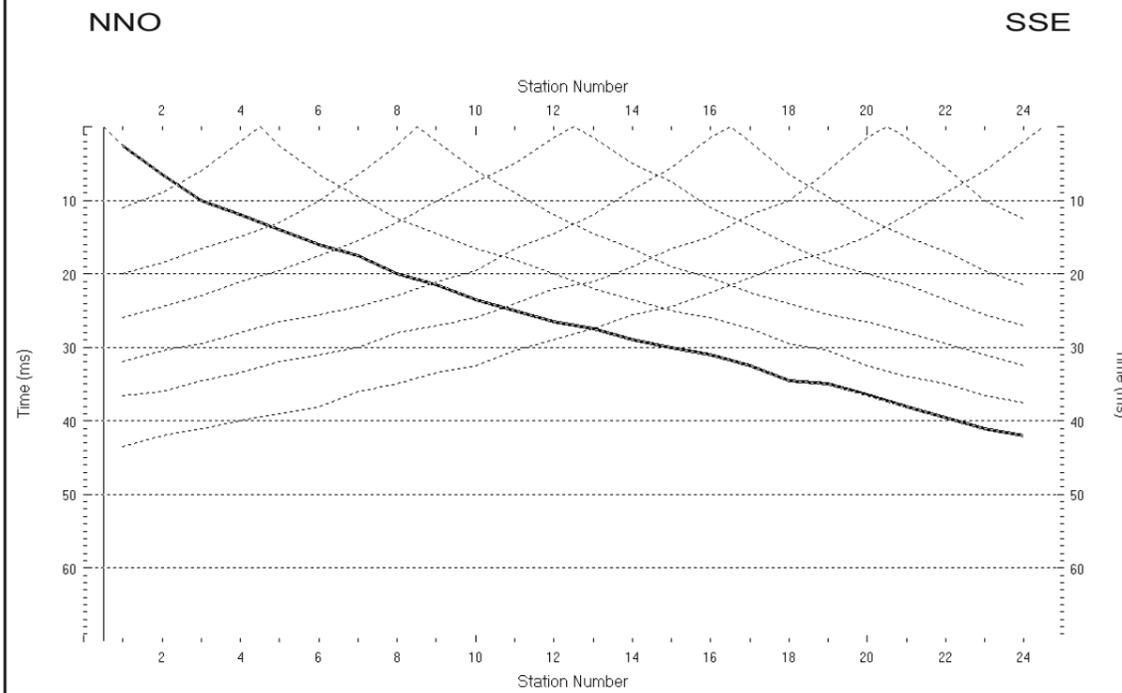
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	4.5 Hz
N° geofoni	24
N° scoppi	7
Lunghezza stendimento	36.0 m
Distanza intergeofonica	1.5 m
Orientazione stendimento	NNO - SSE
Coordinate estremi (WGS UTM 32 N)	Sh1: N 4373365; E 478411 Sh7: N 4373330; E 478415
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.500 ms



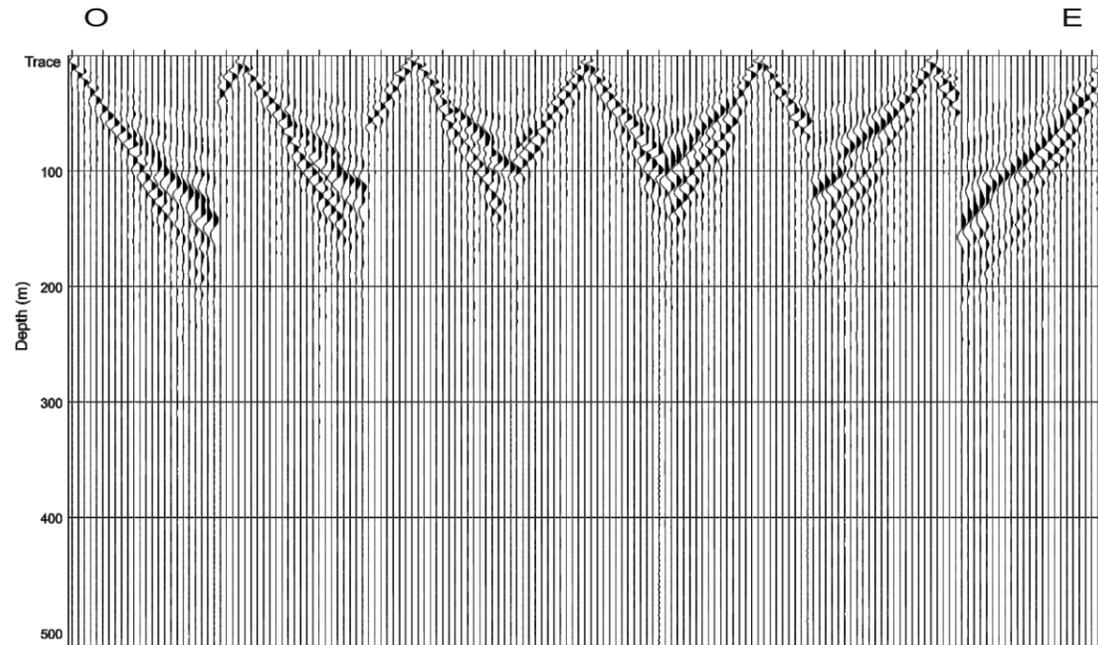
**PROFILO SISMICO 2D**



**DROMOCRONE**



**SISMOGRAMMI**



**Codice Certificato di prova: GS\_07\_2024\_SRP\_03**

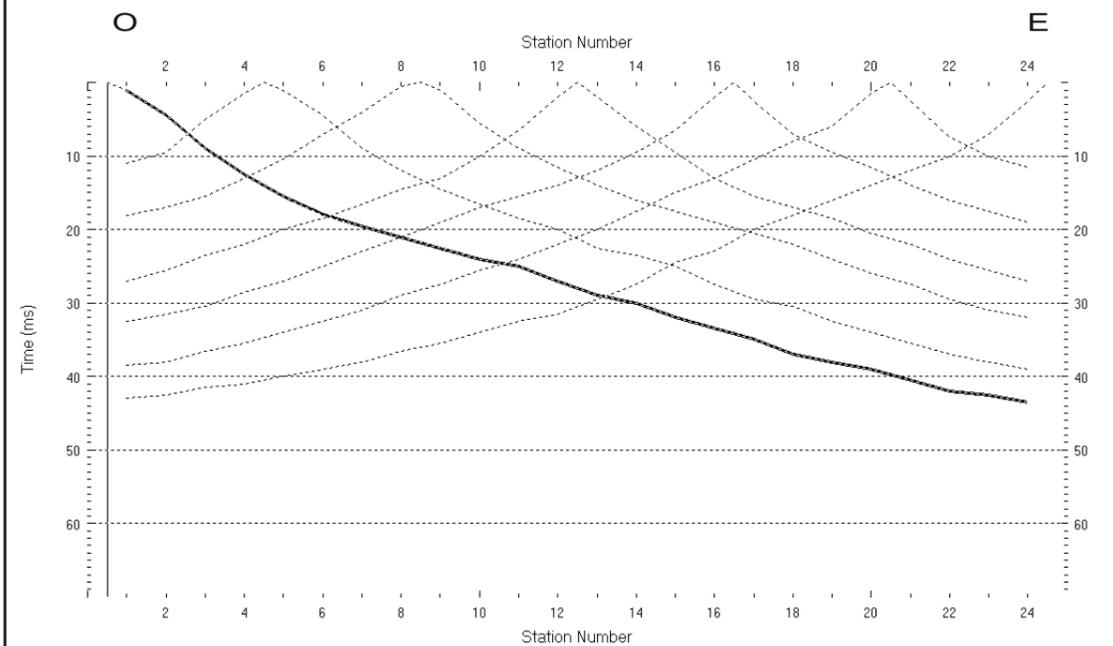
Committente: ICA SOLAR TRE S.r.l. - Data Esecuzione: 18/04/2024 - Località: Agro di San Gavino Monreale - Comune: San Gavino Monreale (SU)

**SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE**

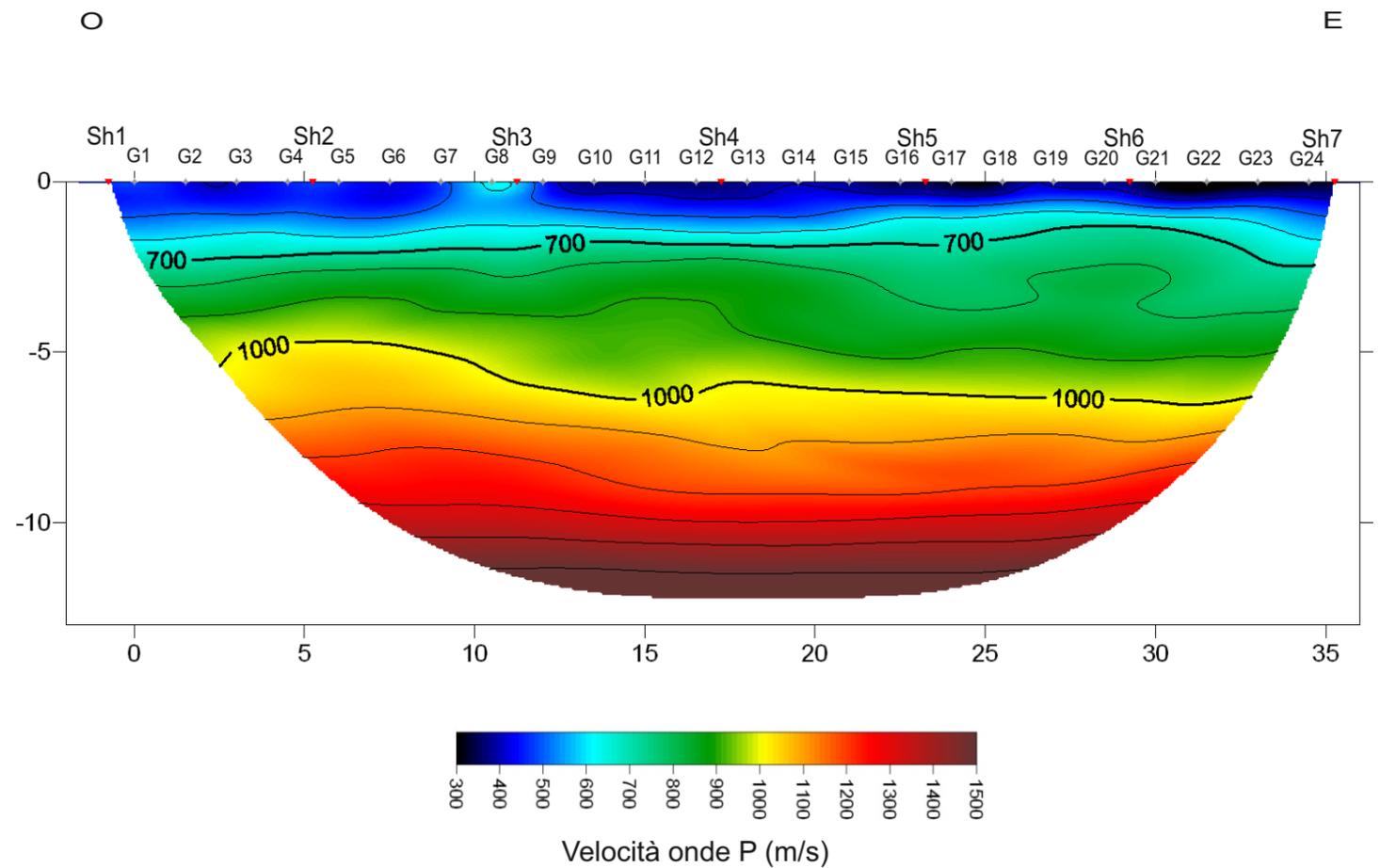
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	4.5 Hz
N° geofoni	24
N° scoppi	7
Lunghezza stendimento	36.0 m
Distanza intergeofonica	1.5 m
Orientazione stendimento	O - E
Coordinate estremi (WGS UTM 32 N)	Sh1: N 4373577; E 478708 Sh7: N 4373584; E 478743
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.500 ms



**DROMOCRONE**



**PROFILO SISMICO 2D**



**COMUNE DI  
SAN GAVINO MONREALE**

**PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA**

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "SAN GAVINO"  
DELLA POTENZA DI PICCO DI 31,58 MWP E POTENZA NOMINALE PARI  
A 30,08 MWAC INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW  
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SAN GAVINO MONREALE (SU)**

**OGGETTO: CERTIFICATI INDAGINI MASW**

**TAVOLA N°**

**3**

**N° PROFILI**

**1**

**GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.**

Via Cavour,59 - Sassari C.F.-P.I.: 02778270906

**DIRETTORE TECNICO:**

Dott. Geol. Bellaveglia Stefano



# CERTIFICATO DI PROVA INDAGINE SISMICA MASW

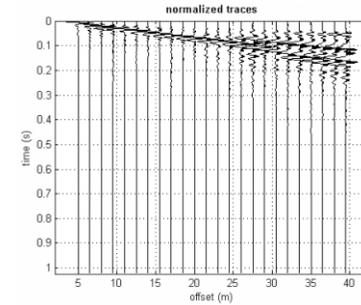
GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.  
Società di Servizi indagini geologiche, geofisiche, geotecniche e ambientali  
Via Cavour n°59, 07100 Sassari - C.F. e P.I. 02778270906  
Cell. 347 5238011 - 320 5712144 - 339 2349655 - 349 5858305  
email: info@geofisicasardegna.it - PEC: geofisicasardegna@pec.it

**Codice Certificato di prova: GS\_07\_2024\_SM\_01**  
Committente: ICA SOLAR TRE S.r.l. - Data Esecuzione: 18/04/2024 -  
Località: Agro di San Gavino Monreale - Comune: San Gavino Monreale (SU)

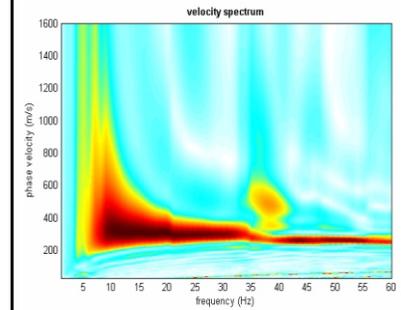


SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE	
Profilo	SM_01
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	4.5 Hz
N° geofoni	24
N° scoppi	7
Lunghezza stendimento	34.5 m
Distanza intergeofonica	1.5 m
Orientazione stendimento	NNO - SSE
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 32N)	Sh1: N 4373365; E 478411 Sh7: N 4373330; E 478415
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.500 ms
Superficie di esecuzione	Terreno

## SISMOGRAMMI



## SPETTRO



## DATI NUMERICI

### Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -16.4178 -5.75668
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -18.7285 -5.34386
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -17.3877 -5.34386
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -18.1298 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -16.5459 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -13.264 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -14.0458 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -11.3918 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -13.7588 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -14.1072 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -12.9616 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -14.666 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -12.7629 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -12.1079 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -16.3292 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -13.937 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -13.6316 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -15.6919 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -15.5978 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -14.6635 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -14.6964 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -16.6643 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -15.5655 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -14.301 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -14.4038 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -12.8613 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits: -16.3021 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits: -14.2051 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits: -13.8538 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits: -13.7822 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits: -13.8089 -1.66211

### Modello Medio

VS (m/s):	230	300	352	406	550
Spessore (m):	1.2	3.3	8.0	10.0	

### Fundamental mode

Mean model f(Hz)	VR(m/s)
6.75157	419.3692
8.8543	373.8074
10.957	346.1798
13.3071	329.1832
19.3679	307.3231
26.7893	291.4695
33.7159	280.3474
41.5084	271.2597
49.0535	264.5838
57.9591	257.6838

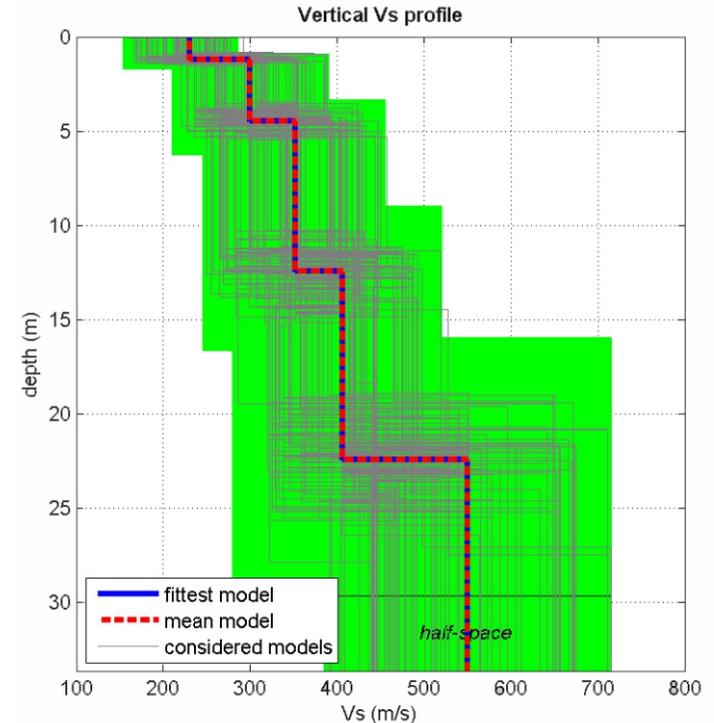
winMASW Pro  
Surface Wave Analysis  
www.eliosoft.it

Now a finer search around the most promising search space area

### Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -19.6707 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -19.6579 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -17.6596 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -18.0378 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -15.239 -1.66211
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -11.2295 -1.66211

## PROFILO DI VELOCITA' 1D Vs.eq (Vs30) = 389 m/s



**COMUNE DI  
SAN GAVINO MONREALE**

**PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA**

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "SAN GAVINO"  
DELLA POTENZA DI PICCO DI 31,58 MWP E POTENZA NOMINALE PARI  
A 30,08 MWAC INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW  
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SAN GAVINO MONREALE (SU)**

**OGGETTO: CERTIFICATI INDAGINI DPSH**

**TAVOLA N°**

**4**

**N° PROVE**

**3**

**GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.**

Via Cavour,59 - Sassari C.F.-P.I.: 02778270906

**DIRETTORE TECNICO:**

Dott. Geol. Bellaveglia Stefano



GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.  
Via Cavour, 59 / 07100 Sassari  
Codice Fiscale / P. IVA 02778270906

## CERTIFICATO DI PROVA INDAGINE PENETROMETRICA

**GEOFISICA SARDEGNA SRLS**  
Società di Servizi indagini geologiche, geofisiche, geotecniche ed ambientali  
Via Cavour n°59, 07100 Sassari - C.F. e P.I. 02778270906  
Cell. 3205712144 - 3475238011 - 3495858305 - 3392349655 - Mail: info@geofisicasardegna.it - PEC: geofisicasardegna@pec.it



**Codice certificato di prova: DPSH\_01**  
Committente: ICA SOLAR TRE S.r.l. - Data Esecuzione: 18/04/2024  
Località: Agro di San Gavino Monreale - Comune: S. Gavino Monreale (SU)

### SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

Tipo di prova	penetrometria dinamica
Configurazione strumento	DPSH
Profondità della prova	0.8 m
Rifiuto	SI
Livello piezometrico	N.D.
Chiusura foro	N.D.
Superficie prova	Piano Campagna

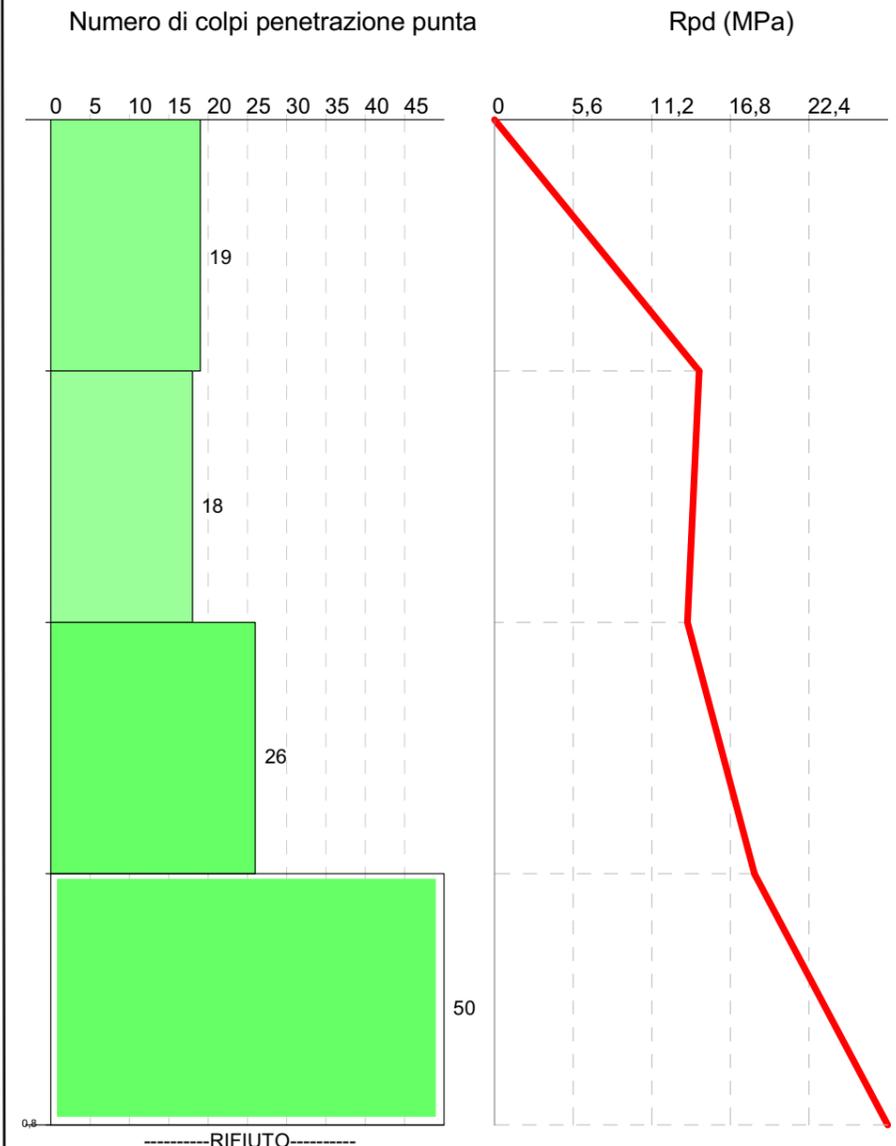
### SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE

Marca strumentazione	GEO DEEP DRILL
Modello strumentazione	DPSH 63
Norma tecnica di riferimento	EN ISO 22476-2:2005/Amd 1:2011
Massa del maglio	63.5 kg
Altezza di caduta	75 cm
Lunghezza delle aste	1 m
Massa aste	6.3 kg/m
Diametro aste	32 mm
Diametro base punta conica	51 mm
Angolo apertura punta conica	60°
Penetrazione standard	20 cm

### TABULATO DELLA PROVA

Prof. (m)	N° Colpi Misurato	Coeff. Riduzione	Resistenza dinamica ridotta Rpd (MPa)	Prof. (m)	N° Colpi Misurato	Coeff. Riduzione	Resistenza dinamica ridotta Rpd (MPa)	Prof. (m)	N° Colpi Misurato	Coeff. Riduzione	Resistenza dinamica ridotta Rpd (MPa)
0,20	19	0,805	14,57	5,40				10,60			
0,40	18	0,801	13,74	5,60				10,80			
0,60	26	0,747	18,51	5,80				11,00			
0,80	50	0,643	30,65	6,00				11,20			
1,00	RIFIUTO	---	---	6,20				11,40			
1,20				6,40				11,60			
1,40				6,60				11,80			
1,60				6,80				12,00			
1,80				7,00				12,20			
2,00				7,20				12,40			
2,20				7,40				12,60			
2,40				7,60				12,80			
2,60				7,80				13,00			
2,80				8,00				13,20			
3,00				8,20				13,40			
3,20				8,40				13,60			
3,40				8,60				13,80			
3,60				8,80				14,00			
3,80				9,00				14,20			
4,00				9,20				14,40			
4,20				9,40				14,60			
4,40				9,60				14,80			
4,60				9,80				15,00			
4,80				10,00				15,20			
5,00				10,20				15,40			
5,20				10,40				15,60			

### GRAFICO n.colpi-resistenza dinamica





GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.  
Via Cavour, 59 / 07100 Sassari  
Codice Fiscale / P. IVA 02778270906

## CERTIFICATO DI PROVA INDAGINE PENETROMETRICA

**GEOFISICA SARDEGNA SRLS**  
Società di Servizi indagini geologiche, geofisiche, geotecniche ed ambientali  
Via Cavour n°59, 07100 Sassari - C.F. e P.I. 02778270906  
Cell. 3205712144 - 3475238011 - 3495858305 - 3392349655 - Mail: info@geofisicasardegna.it - PEC: geofisicasardegna@pec.it



**Codice certificato di prova: DPHS\_02**  
Committente: ICA SOLAR TRE S.r.l. - Data Esecuzione: 18/04/2024  
Località: Agro di San Gavino Monreale - Comune: S. Gavino Monreale (SU)

### SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

Tipo di prova	penetrometria dinamica
Configurazione strumento	DPHS
Profondità della prova	0.8 m
Rifiuto	SI
Livello piezometrico	N.D.
Chiusura foro	N.D.
Superficie prova	Piano Campagna

### SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE

Marca strumentazione	GEO DEEP DRILL
Modello strumentazione	DPHS 63
Norma tecnica di riferimento	EN ISO 22476-2:2005/Amd 1:2011
Massa del maglio	63.5 kg
Altezza di caduta	75 cm
Lunghezza delle aste	1 m
Massa aste	6.3 kg/m
Diametro aste	32 mm
Diametro base punta conica	51 mm
Angolo apertura punta conica	60°
Penetrazione standard	20 cm

### TABULATO DELLA PROVA

Prof. (m)	N° Colpi Misurato	Coeff. Riduzione	Resistenza dinamica ridotta Rpd (MPa)	Prof. (m)	N° Colpi Misurato	Coeff. Riduzione	Resistenza dinamica ridotta Rpd (MPa)	Prof. (m)	N° Colpi Misurato	Coeff. Riduzione	Resistenza dinamica ridotta Rpd (MPa)
0,20	35	0,705	23,50	5,40				10,60			
0,40	25	0,751	17,89	5,60				10,80			
0,60	38	0,697	25,24	5,80				11,00			
0,80	48	0,643	29,43	6,00				11,20			
1,00	RIFIUTO	---	---	6,20				11,40			
1,20				6,40				11,60			
1,40				6,60				11,80			
1,60				6,80				12,00			
1,80				7,00				12,20			
2,00				7,20				12,40			
2,20				7,40				12,60			
2,40				7,60				12,80			
2,60				7,80				13,00			
2,80				8,00				13,20			
3,00				8,20				13,40			
3,20				8,40				13,60			
3,40				8,60				13,80			
3,60				8,80				14,00			
3,80				9,00				14,20			
4,00				9,20				14,40			
4,20				9,40				14,60			
4,40				9,60				14,80			
4,60				9,80				15,00			
4,80				10,00				15,20			
5,00				10,20				15,40			
5,20				10,40				15,60			

### GRAFICO n.colpi-resistenza dinamica





GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.  
Via Cavour, 59 / 07100 Sassari  
Codice Fiscale / P. IVA 02778270906

## CERTIFICATO DI PROVA INDAGINE PENETROMETRICA

**GEOFISICA SARDEGNA SRLS**  
Società di Servizi indagini geologiche, geofisiche, geotecniche ed ambientali  
Via Cavour n°59, 07100 Sassari - C.F. e P.I. 02778270906  
Cell. 3205712144 - 3475238011 - 3495858305 - 3392349655 - Mail: info@geofisicasardegna.it - PEC: geofisicasardegna@pec.it



**Codice certificato di prova: DPHS\_03**  
Committente: ICA SOLAR TRE S.r.l. - Data Esecuzione: 18/04/2024  
Località: Agro di San Gavino Monreale - Comune: S. Gavino Monreale (SU)

### SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

Tipo di prova	penetrometria dinamica
Configurazione strumento	DPSH
Profondità della prova	6.0 m
Rifiuto	SI
Livello piezometrico	5.0
Chiusura foro	N.D.
Superficie prova	Piano Campagna

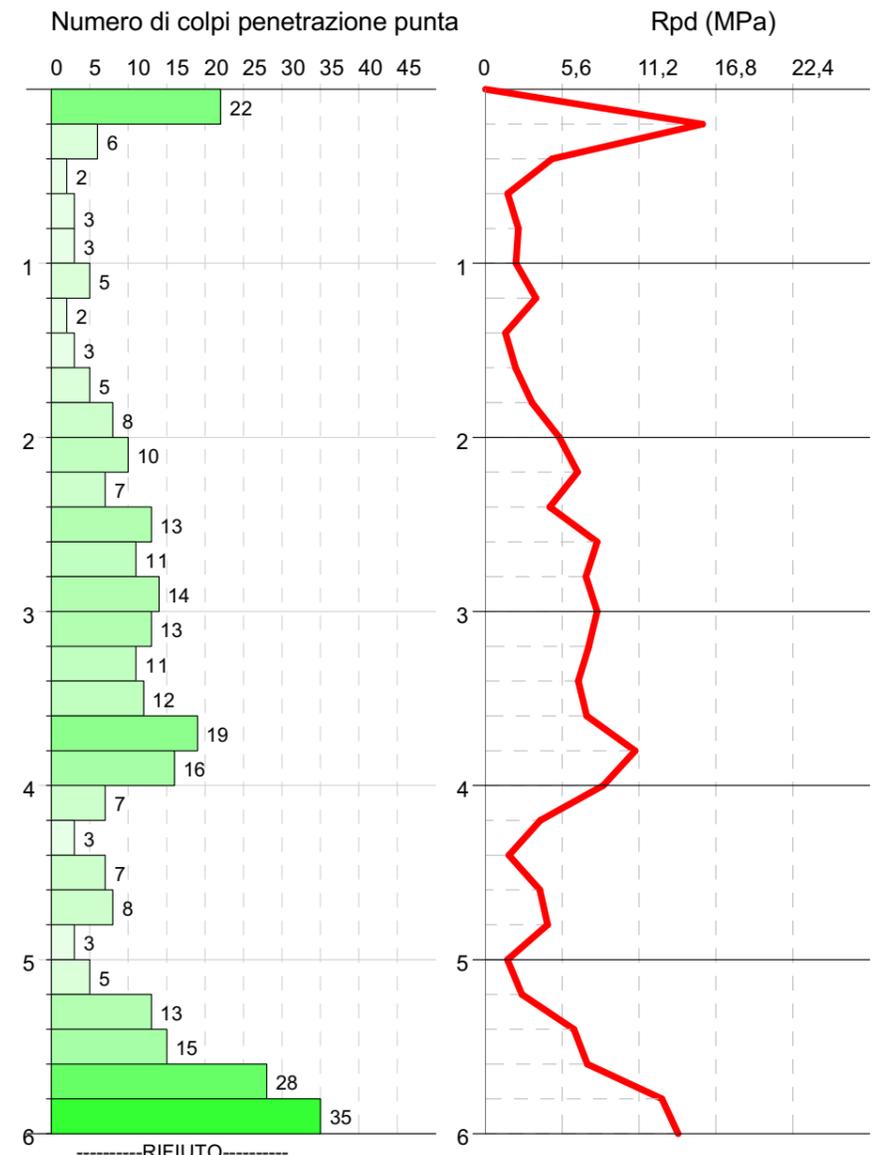
### SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE

Marca strumentazione	GEO DEEP DRILL
Modello strumentazione	DPSH 63
Norma tecnica di riferimento	EN ISO 22476-2:2005/Amd 1:2011
Massa del maglio	63.5 kg
Altezza di caduta	75 cm
Lunghezza delle aste	1 m
Massa aste	6.3 kg/m
Diametro aste	32 mm
Diametro base punta conica	51 mm
Angolo apertura punta conica	60°
Penetrazione standard	20 cm

### TABULATO DELLA PROVA

Prof. (m)	N° Colpi Misurato	Coeff. Riduzione	Resistenza dinamica ridotta Rpd (MPa)	Prof. (m)	N° Colpi Misurato	Coeff. Riduzione	Resistenza dinamica ridotta Rpd (MPa)	Prof. (m)	N° Colpi Misurato	Coeff. Riduzione	Resistenza dinamica ridotta Rpd (MPa)
0,20	22	0,755	15,82	5,40	13	0,731	6,45	10,60			
0,40	6	0,851	4,86	5,60	15	0,729	7,42	10,80			
0,60	2	0,847	1,61	5,80	28	0,677	12,86	11,00			
0,80	3	0,843	2,41	6,00	35	0,625	14,04	11,20			
1,00	3	0,840	2,22	6,20	RIFIUTO	---	----	11,40			
1,20	5	0,836	3,69	6,40				11,60			
1,40	2	0,833	1,47	6,60				11,80			
1,60	3	0,830	2,19	6,80				12,00			
1,80	5	0,826	3,64	7,00				12,20			
2,00	8	0,823	5,40	7,20				12,40			
2,20	10	0,820	6,73	7,40				12,60			
2,40	7	0,817	4,69	7,60				12,80			
2,60	13	0,764	8,15	7,80				13,00			
2,80	11	0,811	7,32	8,00				13,20			
3,00	14	0,759	8,14	8,20				13,40			
3,20	13	0,756	7,54	8,40				13,60			
3,40	11	0,803	6,78	8,60				13,80			
3,60	12	0,801	7,37	8,80				14,00			
3,80	19	0,748	10,90	9,00				14,20			
4,00	16	0,746	8,59	9,20				14,40			
4,20	7	0,794	4,00	9,40				14,60			
4,40	3	0,791	1,71	9,60				14,80			
4,60	7	0,789	3,98	9,80				15,00			
4,80	8	0,787	4,53	10,00				15,20			
5,00	3	0,785	1,60	10,20				15,40			
5,20	5	0,783	2,66	10,40				15,60			

### GRAFICO n.colpi-resistenza dinamica



**COMUNE DI  
SAN GAVINO MONREALE**

**PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA**

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "SAN GAVINO"  
DELLA POTENZA DI PICCO DI 31,58 MWP E POTENZA NOMINALE PARI  
A 30,08 MWAC INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW  
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SAN GAVINO MONREALE (SU)**

**OGGETTO: SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE**

**ALLEGATO N°**

**1**

**GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.**

Via Cavour,59 - Sassari C.F.-P.I.: 02778270906

**DIRETTORE TECNICO:**

Dott. Geol. Bellaveglia Stefano

## SPECIFICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE

### SISMOGRAFO PASI mod. 16S24

Processore	Pentium 233MMX Intel
Trattamento dati	Floating Point 32-bit
Ambiente operativo	Windows 3.11
Interfaccia multilingue	Italiano, Inglese Francese Spagnolo, ecc...
Numero canali	<b>24</b>
Puntamento	VersaPoint Mouse
Display	VGA a colori in LCD-TFT 10.4"
Supporto di memorizzazione	<b>Hard-Disk 4.3 Gb</b>
Risoluzione di acquisizione	<b>16 bit (24 bit con sovracampionamento e post Processing)</b>
Stampante (opzionale)	Seiko DPU-411 thermal printer
Porte dati esterne	Rs232, stampante, tastiera
Sonde ambiente interne	Temperatura e umidità relativa
Protezioni interne	Termiche prevenzione e controllo surriscaldamenti (Warning sul display e blocco)
Compatibilità dati acquisiti	SEG-2
Connettori geofoni 1 o 2	Standard NK-27-21C
Alimentazione	12Vdc (batteria o alimentatore, opz.)
Allarme	Di batteria scarica
Temperatura Funzionamento	0°C - 55°C
Immagazzinaggio	- 55°C - 150°C
Umidità	5% - 90% non condensante
Dimensioni fisiche	(482.6 x 355.6 x 196.8 mm)
Peso	da 14 a 20 Kg
Durata acquisizione	32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048 .... <b>16000,00 ms</b>
Tempi di campionamento	31, 62, 125, 250, 500, 1000, 2000 µs
Filtri in acquisizione e uscita:	
- <i>Passo alto</i>	25, 35, 50, 70, 100, 140, 200, 280, 400 Hz
- <i>Passo basso</i>	250, 500, 1000 Hz
- <i>Notch</i>	50, 60, 150, 180 Hz

### **FUNZIONI SPECIALI**

- Enhancement con/senza preview totale/parziale
- Marker per determinare posizione nel tempo dei punti video
- A.G.C.
- Delay
- Pre-trigger: 0 - 100 ms (step di 1 ms)
- Post-trigger: 0 - 16.000 ms (step di 1 ms)
- **Inversione di polarità**
- Noise-monitor con visualizzazione real time a cascata
- Visualizzazione vecchie acquisizioni (ordinate per ora e data)
- Visualizzazione in wiggle-trace o variable-area
- Funzione di determinazione risorse disponibili sullo strumento in funzione dello spazio libero su disco
- Trace-size automatica o manuale per ogni canale
- Le acquisizioni sono automaticamente registrate sullo strumento
- Massima acquisizione: 1.024.000 campioni/acquisizione
- Calibrazioni automatiche
- Doppia auto-taratura offset
- Taratura ingressi su tensioni di riferimento
- Taratura guadagno
- Massimo range di tensione in ingresso: +/- 5V

## **SPECIFICHE DI ACQUISIZIONE**

Risoluzione 16 Bit reali

Guadagno = 1 97 dB

Guadagno = 5 101 dB

Guadagno = 10 105 dB

Guadagno = 20 105 dB

Guadagno = 50 105 dB

Guadagno = 100 105 dB

Larghezza di Banda 5KHz (qualunque guadagno)

### **Rumore di sistema**

**GUADAGNO** RUMORE DI SISTEMA (Compreso quello di quantizzazione)

- da 2 a 10 0.6 LSBrms

- 20 0.7 LSBrms

- 50 1.1 LSBrms

- 100 2.0 LSBrms

## **GEOFONI**

**Sonde geofoniche da foro** n. 2 Geofoni triassiali 10 Hz collegati rigidamente a distanza di 1.0 m  
n. 1 geofono triassiale mod. GEOSTUFF. BHG-3 orientazione automatica

### **Geofoni verticali**

Quantità n. 25  
Marca OYO-Geospace  
Frequenza **14Hz**

### **Geofoni verticali**

Quantità n. 25  
Marca PASI CDJ - Z 4.5  
Frequenza **4.5 Hz**

### **Geofoni orizzontali**

Quantità n. 25  
Marca MARK  
Frequenza **14Hz**

### **Geofono starter**

## **ENERGIZZATORI**

### **Per onde P - SH**

Mazza da 8 Kg

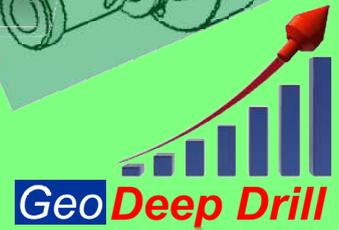
Sistema a caduta libera con massa da 100 Kg

Sistema idraulico con massa accelerata semovente



# GeoDeepDrill

strumenti per l'investigazione geotecnica del sottosuolo



PENETROMETRO DIN. SUPER PESANTE

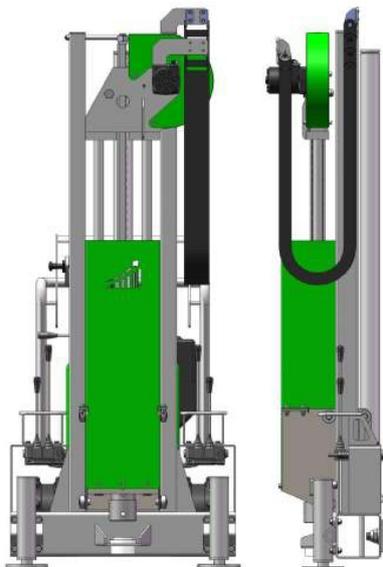
## DPSH63-73 M/SM

Massa battente 50,0 - 63,5 - 73,0 kg  
Altezza caduta 50 - 75 cm  
Avanzamento 10 - 20 - 30 cm

### DPSH73

evoluzione:

2011	acquisizione progetto
2012	Evo II - impianto idraulico nascosto
2013	Evo III - standard europeo
2014	Evo IV - elettronica applicata
2019	Adozione di 3 booster velocità



dotazione standard

15	aste $\varnothing 32 \times 1000$ M22
2	punte a recupero
5	punte a perdere
9	rivestimento (opt.)
1	terminale battuta
1	terminale per punta

modello	DPH50M - DPSH63M - DPSH73M
tipo	SUPER HEAVY CLASS. AGI - UNI
massa batt.	73 kg - $\varnothing$ : 208 mm x H: 263
altezza cad.	75,00 cm 536,5 Joule
avanzamento	acquisizione ogni 10 / 20 / 30 cm
punta	$\varnothing$ 50,50 mm - angle 90° - area 20,00 cm <sup>2</sup>
asta	acciaio 1000x35 mm 900x32 mm
rivestimento	48x1000 mm acciaio c40
freq. colpi	30/45 colpi per minuto
stabilizzatori	a martinetto idraulico
centralina	5,5 - 9.5 HP 1 litro olio motore
motore	Honda GX200 avviamento elettrico
carburante	benzina 6,00 litri
olio idraulico	20L OSO 40 (visc. 40° 41)
dimensioni	70x133x198 cm (>>> variabili <<<)
peso	620 kg (>>> variabili <<<)
parti rimuov.	nessuna
tipi di suolo	sabbie - ghiaie - tufi - lapidei disgreg.
max profund.	>20 sabbia
campionatore	fustella pvc $\varnothing$ 40x350mm 60x350mm
kit sonda	3 coclee $\varnothing 38/50 \times 1000$ + 3 aste
kit statico	non presente
dicono...	praticità d'uso ★★★★★
«	trasportabilità ★★★★★
«	capacità perforazione ★★★★★



Prove dinamiche con massa battente da 50/ 63 / 73kg altezza di caduta da 50 / 75 cm, con punta da  $\varnothing 50$  mm e 20cm<sup>2</sup>, aste graduate da 1000 mm asta con diametro 32/35mm; Campionatore ad infissione con fustella in PVC da  $\varnothing 40 \times 350$   $\varnothing 60 \times 350$   $\varnothing 80 \times 350$ ; Strumento predisposto per il montaggio su mezzi di trasporto propri: scavatori, fuoristrada, ecc. Accensione elettrica, conta colpi, faro per illuminazione. Nuovo sistema elettronico di controllo della caduta del maglio. Fino a 45 colpi al minuto, contattolpi elettronico con memoria.

(DPSH aeodeepdrill)



[https://www.youtube.com/watch?v=4Hli0Jbt\\_P4](https://www.youtube.com/watch?v=4Hli0Jbt_P4)



Via Virgiliana 130 - 44012 Bondeno (Fe) - Italy  
[info@geodeepdrill.it](mailto:info@geodeepdrill.it) [www.geodeepdrill.it](http://www.geodeepdrill.it)