



AGROVOLTAICO CELENTANO

PROGETTO DEFINITIVO

Autorizzazione Unica ai sensi del D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 per un impianto agrovoltaico di superficie pari a 126 ha costituito da oliveto superintensivo, piante officinali, asparagiaia e apicoltura integrati ad un impianto fotovoltaico con tracker monoassiali (78,2 MWp) sito in località Celentano nel Comune di San Severo (FG)

CODICE ELABORATO: A.5		TITOLO ELABORATO: Relazione geologica e idrogeologica
SCALA: -	FORMATO: A4	

PROPONENTE:
SIRINO SOLAR ITALY S.R.L.
Via Guido d'Arezzo 15 - 20145 Milano
C.F. e P.IVA 10813400966 -
sirinosolar@legalmail.it

AMMINISTRATORI
Lopez Francesch Jordi
Lawrence Stephen Scott

PROGETTISTA:

SERVIZI PROFESSIONALI DI CONSULENZA
Geol. Roberto Tommaselli
Via Castello n.24 - 75100 Matera (MT)
r.tommaselli@gmail.com
Cell. +39 349 75 83 295

Geologo Roberto Tommaselli
Ordine dei Geologi di Basilicata n.273



REV.	DATA	STATO	PREPARATO	RIESAMINATO	APPROVATO
00	06-06-2022	PRIMA EMISSIONE	R. TOMMASELLI	R. TOMMASELLI	R. TOMMASELLI

Questo documento o parte di esso non può essere riprodotto, salvato, trasmesso, riutilizzato in altri progetti in alcuna forma sia essa elettronica, meccanica, fotografica senza la preventiva autorizzazione di Studio Santi srl. Le informazioni contenute nel presente documento sono da intendersi valide limitatamente all'oggetto del documento stesso. Altre informazioni sono da ritenersi non valide ai fini dell'esecuzione. Le informazioni riportate nel presente documento non sono da intendersi "shop drawing" e pertanto l'esecutore delle opere dovrà verificare in campo quanto necessario per l'acquisto dei materiali.

1.	PREMESSA.....	2
1.1.	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	4
2.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	6
2.1.	GEOLOGIA DI AREA VASTA	6
3.	MODELLO GEOLOGICO	9
4.	GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA.....	11
4.1.	ELEMENTI GEOMORFOLOGICI	11
4.1.1.	ANALISI DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO	12
4.2.	IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA	15
5.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	20
5.1.	INDAGINI PREGRESSE	20
5.2.	CAMPAGNA DI INDAGINI	23
5.3.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	30
6.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	32
6.1.	PREMESSA	32
6.1.1.	STORIA SISMICA DEL SITO.....	33
6.1.2.	SORGENTI SISMOGENETICHE LIMITROFE.....	35
6.2.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA SITO DI PROGETTO	36
6.3.	AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO DEL SITO.....	39
6.4.	RISCHIO LIQUEFAZIONE.....	42
7.	CONCLUSIONI	44

Allegati alla relazione:

- A.5.1 – Certificati analisi geotecniche di laboratorio;
- A.5.2 – Relazione prospezioni sismiche;
- A.5.3 – Carta Geologica in scala 1:5.000;
- A.5.4 – Sezione geologica in scala 1:1.000;
- A.5.5 – Carta geomorfologica in scala 1:5.000;
- A.5.6 – Carta idrogeologica in scala 1:5.000;
- A.5.7 – Carta ubicazione indagini in scala 1:2.000.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 1 di 45

1. PREMESSA

Il presente elaborato è redatto a corredo della campagna di indagini geognostiche e sismiche per un progetto inerente all'installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare denominato "Celentano" di tipo agrovoltaico, da realizzare in agro del Comune di San Severo (FG), su una superficie di circa 124 Ha. L'impianto è proposto dalla società SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. di Milano.



Figura 1 – ubicazione dell'impianto su immagine satellitare google

Il presente studio volto a definire il modello geologico-geotecnico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici e fisici, con lo scopo di valutare il conseguente livello di pericolosità geologica ed il comportamento dei terreni interessati dall'opera e sottoposti al carico della struttura prevista, in conformità con quanto previsto Decreto 17 gennaio 2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e della Circolare Esplicativa "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" n. 7 del 21/01/20019.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 2 di 45

In seguito alla pubblicazione dell'O.P.C.M. n. 3274/2003, aggiornato con la Delibera della Giunta Regionale della Puglia n. 153 del 2.03.2004, il Comune di San Severo viene classificato come zona sismica 2 (*Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti*). Tale condizione rende necessario la caratterizzazione sismica dell'area, al fine di verificare le caratteristiche della stessa alla luce della nuova normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica.

Le informazioni sui caratteri litologico-stratigrafici del sottosuolo e le principali caratteristiche geologiche, morfologiche ed idrogeologiche sono state acquisite mediante ricognizioni di superficie condotte nella zona interessata ed in quelle limitrofe, confrontando i dati acquisiti con quelli desunti dalla bibliografia e dalla cartografia ufficiale. Nel presente elaborato sono stati considerati i dati di indagini pregresse, sia quelle censite dal Servizio Geologico Nazionale, quelle realizzate per l'ammmodernamento e messa in sicurezza del tronco stradale tra i comuni di San Severo e Lucera dal km. 2+900 al km. 10+100" della S.P. n. 109 "di Lucera (marzo 2007) e quelle realizzate per il Progetto Definitivo a corredo dei "Lavori di risanamento e difesa del suolo per mitigazione della pericolosità idraulica sulla S.P. n.109 San Severo – Lucera, I° Lotto Funzionale: Canale Santa Maria".

A completamento dei dati, per una corretta caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni i sedime, è stata condotta in sito una campagna di indagini mediante la realizzazione n.2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo realizzati fino ad una profondità di 20,00 m e n.1 profilo sismico di tipo attivo MASW. Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati complessivamente prelevati n.4 campioni di cui tre indisturbati ed uno rimaneggiato.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 3 di 45

Cartograficamente l'area di studio ricade nel settore nord-orientale della Tavoletta I.G.M. in scala 1:25.000 I S.E. "Lucera" del Foglio 163 della Carta d'Italia.

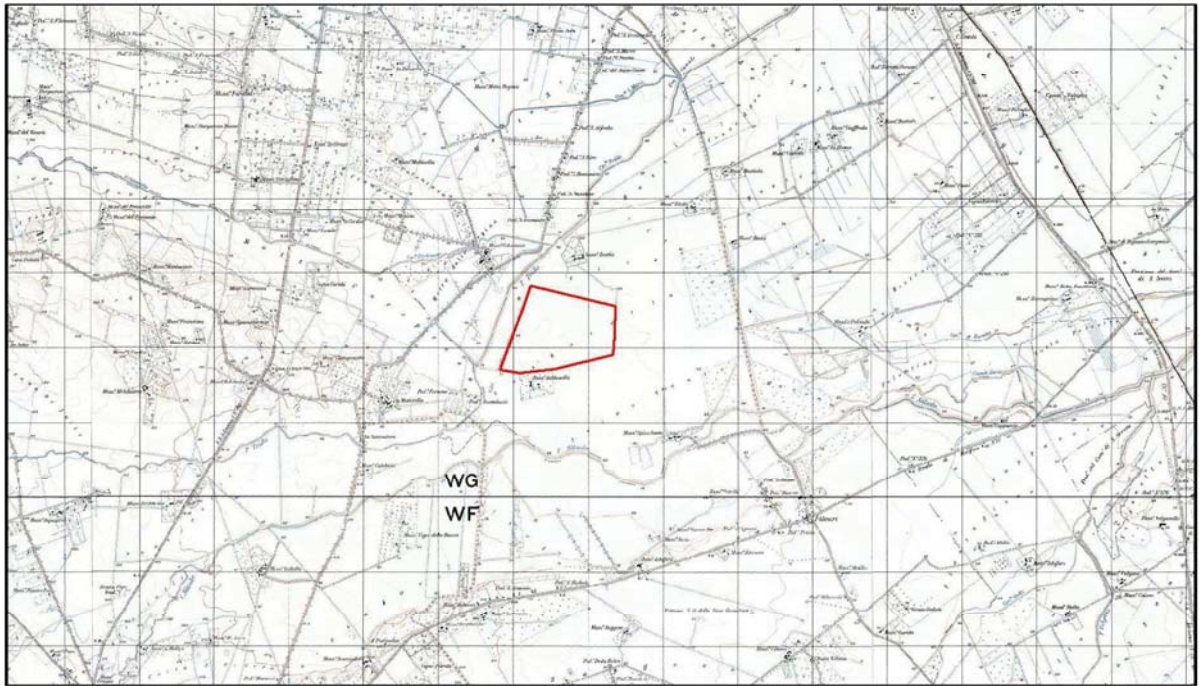



Figura 2 – Stralcio I.G.M. I S.E. "Lucera" del Foglio 163 della Carta d'Italia.

1.1. INQUADRAMENTO NORMATIVO

- Legge 2.02.1974 n.64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. 11.03.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali ecc...";
- Circolare LL.PP: 24.09.1988 n.30483 "Norme tecniche per terreni e fondazioni: istruzioni applicative";
- Circolare Ministero Lavori Pubblici 9 gennaio 1996 n. 218/24/3. Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988. "Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica";
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988. "Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica";
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003 "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici";

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 4 di 45

- D.M. LL. PP. del 14.01.2008 - Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare del C.S. LL. PP. n.617 del 02.02.2009 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Autorità di Bacino della Puglia - Deliberazione del Comitato Istituzionale del 15.12.2004 - "Adozione del Piano di Bacino della Puglia, stralcio "assetto idrogeologico" e delle relative misure di salvaguardia
- Norme tecniche di attuazione del P.A.I. dell'AdB Puglia approvato dal Comitato Istituzionale con Delibera n.° 39 del 30-11-2005;
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle « Norme Tecniche per le Costruzioni ».
- D.G.R. 153/2014 Normativa regionale di classificazione sismica.
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 1435 del 02/08/2013 – Adozione del Piano Paesaggistico Territoriale della Regione Puglia (PPTR);
- Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".
- Ds n.540 del 13/10/2020 Adozione misure di salvaguardia – Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale;

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 5 di 45

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il quadro d'insieme necessario per comprendere i rapporti stratigrafici dei terreni localmente affioranti, rende necessario un inquadramento geologico di carattere regionale.

2.1. GEOLOGIA DI AREA VASTA

Il Tavoliere di Puglia rappresenta la parte settentrionale dell'Avanfossa adriatica meridionale, nota in letteratura anche come Fossa Bradanica. La sua storia geologica è strettamente collegata all'evoluzione paleogeografica dell'Avampaese apulo. Essa, infatti, inizia a delinearsi agli inizi del Terziario nel corso dell'orogenesi appenninico – dinarica contestualmente all'avanzare delle falde appenniniche verso est (Ricchetti et al., 1988).

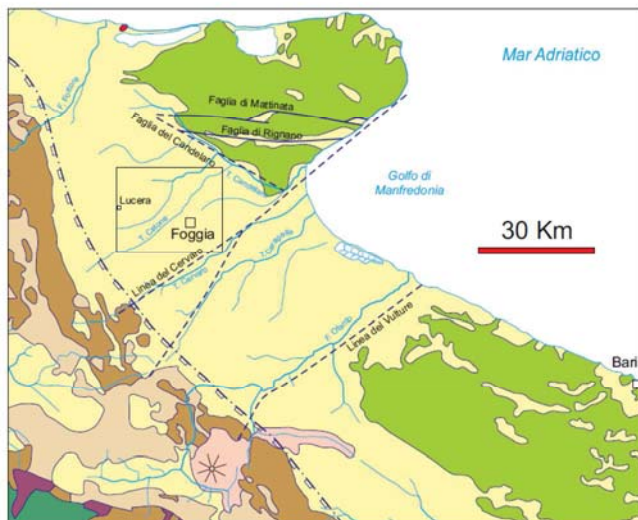



Figura 3 - Ubicazione del Foglio 408 "Foggia" nel quadro di riferimento geologico generale

Con il Pliocene, la Fossa Bradanica viene a costituire l'avanfossa della Catena Appenninica; il carico della catena determina infatti l'abbassamento della Fossa e l'inarcamento delle Murge che assumono la struttura di un'ampia piega anticlinale a cui il sistema di faglie distensive, con trend NO-SE, ha dato l'aspetto di un ampio "horst". A

seguito della subsidenza, la Fossa è sede di un'intensa attività sedimentaria con l'accumulo di potenti corpi sabbioso-

argillosi. Nel Pleistocene inferiore, ha inizio una fase di generale sollevamento testimoniata dall'esistenza di depositi sommitali di carattere regressivo (Balduzzi et al., 1982). A questa tendenza regressiva, si sovrappongono le oscillazioni glacio-eustatiche quaternarie che portano alla formazione dei depositi marini terrazzati (Caldara & Pennetta, 1993) e dei depositi alluvionali.

Nel Tavoliere affiorano litotipi di diversa natura ed età. Sulla base dei caratteri litostratigrafici e in considerazione dell'area geografica di appartenenza, i terreni localmente affioranti sono stati riferiti a più complessi stratigrafici:

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 6 di 45

- Complesso delle unità della Catena Appenninica (Cretaceo – Pliocene medio);
- Complesso delle unità dell'Avampaese Apulo (Cretaceo – Pleistocene sup.);
- Complesso delle unità del Tavoliere (Pliocene – Olocene).

La sezione geologica di seguito riportata illustra, schematicamente, i rapporti di posizione delle diverse unità.

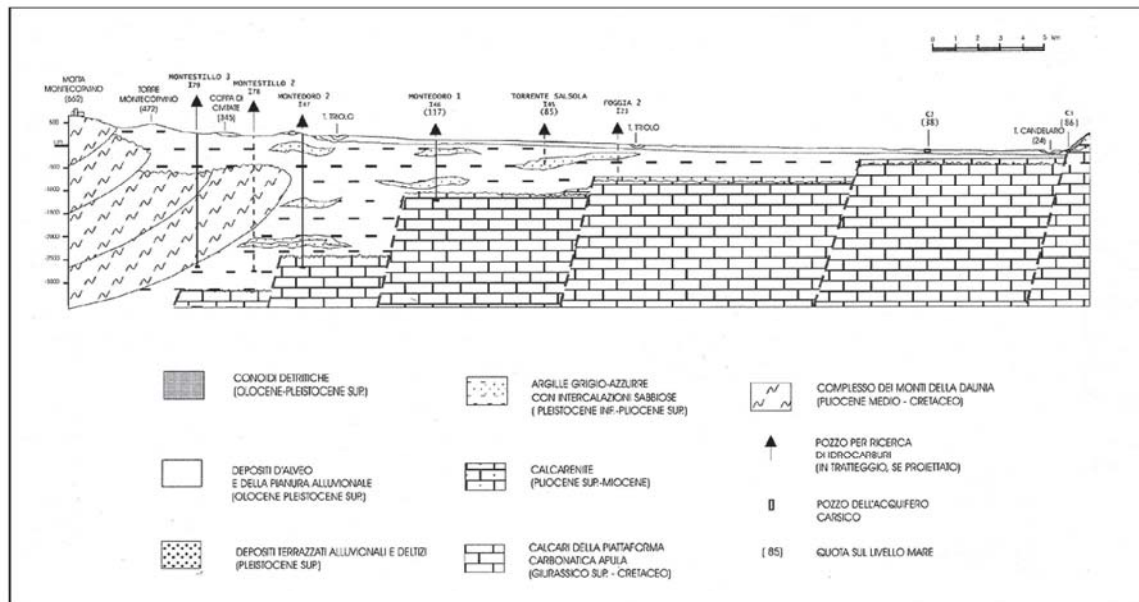


Figura 4 - Sezione geologica schematica dei rapporti stratigrafici.

Tralasciando, per sintetizzare, la descrizione dei Complessi stratigrafici della Catena Appenninica e dell'Avampaese Apulo, si ritiene opportuno spendere alcune parole per descrivere il Complesso stratigrafico del Tavoliere, complesso affiorante nell'area di nostro interesse.

Le unità del Tavoliere sono costituite dai depositi di riempimento, di età pliocenica e infrapleistocenica, dell'Avanfossa appenninica e dai depositi marini e alluvionali delle coperture medio-suprapleistoceniche e oloceniche della piana. Tali depositi, rinvenuti nel sottosuolo nel corso delle numerose perforazioni eseguite per la ricerca di idrocarburi, sono il prodotto dell'intensa attività sedimentaria, tipica di un bacino subsidente, che ha interessato l'Avanfossa appenninica a partire dal Pliocene inferiore (Ciaranfi et alii, 1979; Ricchetti et alii, 1988). Si tratta di argille, indicate con il generico termine di "Argille grigio azzurre" per via del loro colore tipico che, nella parte più superficiale, tende al giallastro a causa dei fenomeni di alterazione; stratigraficamente, risultano sovrapposte ad un substrato di rocce carbonatiche di età

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 7 di 45

prepliocenica. All'interno della successione argillosa, sono presenti, a diverse altezze stratigrafiche, interstrati sabbiosi formanti corpi lenticolari di modesto spessore.

La sezione geologica riportata in Fig. 5, ricostruita attraverso le stratigrafie dei pozzi per la ricerca di idrocarburi e dei pozzi attestati nel substrato pre-pliocenico, mostra chiaramente come lo spessore di questa unità diminuisca passando da circa 2000 m (pozzo I 47), sul bordo dell'Appennino, a circa 140 m (pozzo C2), in corrispondenza del T. Candelaro.

Nella parte medio bassa della piana le Argille grigio azzurre sottostanno alla copertura alluvionale. La serie si chiude con i terreni sabbiosi e sabbioso-conglomeratici del Pleistocene inferiore affioranti in un'estesa zona compresa tra Ascoli Satriano e Lavello, in una sottile fascia lungo il F. Fortore e nei pressi di Serracapriola dove risultano prevalentemente sabbiosi ("Sabbie di Serracapriola").

La giacitura di tali depositi è data da strati orizzontali o con deboli inclinazioni; in profondità il loro assetto risulta condizionato dalla morfologia del substrato pre-pliocenico, dislocato da faglie, formante una struttura a blocchi nel quale si individuano numerosi «alti» e «bassi» tettonici. Gli alti tettonici del substrato, assieme alle sovrastanti anticlinali dei livelli sabbiosi pliocenici depositati «a drappeggio» su tali blocchi, costituiscono le numerose trappole dei giacimenti gassiferi presenti nella zona.

La storia geologica dell'intera area può essere così sintetizzata:

1. formazione di una estesa piattaforma carbonatica mesozoica;
2. frammentazione della piastra Apula e individuazione dell'Avanfossa a partire dal Miocene;
3. riempimento di questo bacino subsidente nel Plio-pleistocene;
4. sollevamento regionale concomitante con oscillazioni glacio-eustatiche del livello del mare e conseguente importante fase di terrazzamento pleistocenico-olocenico.


 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 8 di 45

3. MODELLO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico, con riferimento alla letteratura ufficiale della zona, il sottosuolo dell'area in esame è parte integrante dei terreni quaternari sommitali che formano la pianura della Capitanata, costituiti in prevalenza di facies alluvionale. Tra questi prevale argilla più o meno marnosa, di probabile origine lagunare, ricoperta a luoghi da lenti di conglomerati e da straterelli di calcare evaporitico (crosta). Al di sotto dell'argilla si rinviene in generale un deposito clastico sabbioso-ghiaioso cui fa da basamento impermeabile il complesso delle argille azzurre pliocenico-calabriere che costituisce il ciclo sedimentario più recente delle argille subappennine. Queste, che sono trasgressive sulle argille azzurre infra medio-plioceniche (ciclo più antico), costituiscono i principali affioramenti argillosi. I suddetti terreni hanno assetto sub-orizzontale e rappresentano il risultato dello smantellamento delle falde tettoniche dell'Appennino Dauno e della sedimentazione nell'Avanfossa Bradanica.

La potenza di questi depositi varia sensibilmente da punto a punto con spessori massimi dell'ordine di centinaia di metri. Il ciclo argilloso plio-pleistocenico a luoghi poggia, in continuità di sedimentazione, su depositi calcarenitici trasgressivi sul basamento mesozoico. Le argille sub-appennine grigio-azzurre formano lembi discontinui, anche se talora vasti, venuti a giorno (soprattutto in aree a NW) là dove l'erosione ha asportato la copertura post-calabriana. Spesso al di sotto di quest'ultima, le argille giacciono a pochi metri di profondità. I sedimenti post-calabrieri sono essenzialmente di origine continentale e poggiano generalmente in discordanza sui sottostanti depositi marini.

La geologica dell'area in esame è stata ricavata dall'analisi della Carta Geologica 1:50.000 Foglio n° 408 Foggia (2011) del Progetto CARG.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 9 di 45

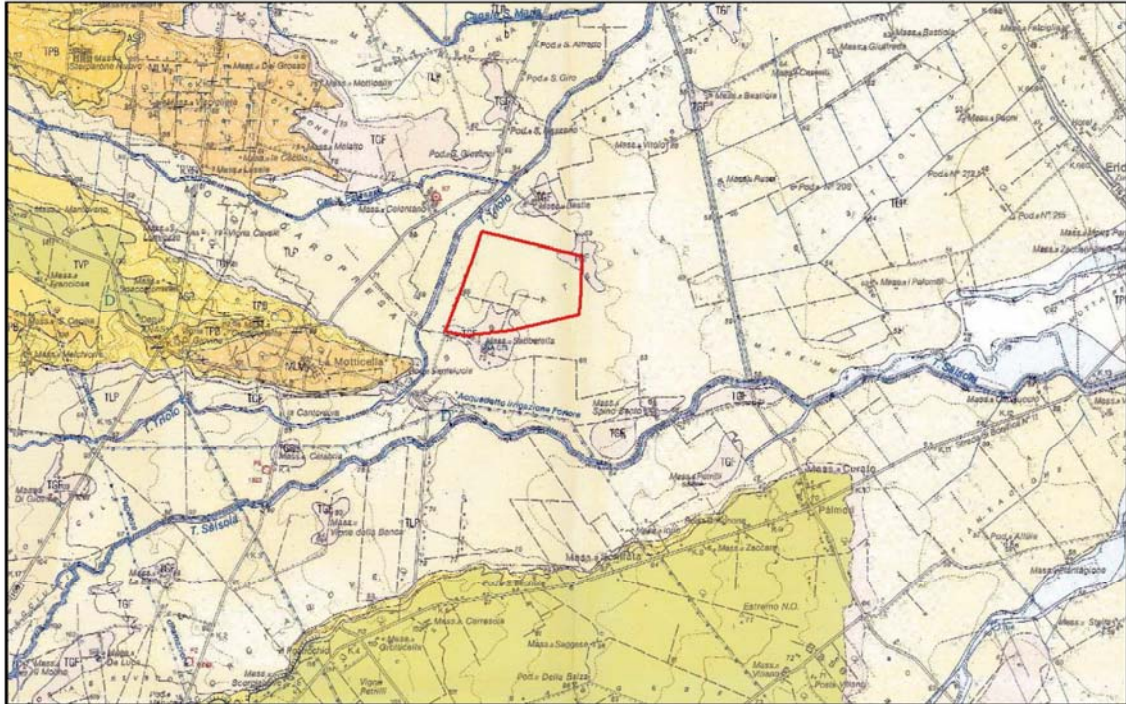



Figura 5 – Stralcio del Foglio 408 "Foggia" del progetto CARG.

Di seguito vengono descritte le formazioni geologiche affioranti nell'area di indagine dall'alto verso il basso:

Sintema di Motta del Lupo (TLP) - depositi alluvionali terrazzati del VI ordine costituiti da sabbie fini alternate a peliti sottilmente stratificate, interpretabili come depositi di decantazione con debole trazione in un ambiente di piana alluvionale. L'unità poggia attraverso una superficie di erosione sia sulle argille subappennine che sul sintema di Foggia. Lo spessore varia da pochi metri ad un massimo di 10 m. (Pleistocene Superiore)

Sintema di foggia (TGF) – depositi argilloso-siltoso conglomeratici. Si tratta di depositi riferibili ad una piana alluvionale terrazzata del V ordine. Lungo le valli dei torrenti Celone e Salsola, a tetto di questo sintema, in contatto erosivo poggia il sintema di Motta del Lupo e poggia in discordanza erosiva sulle argille subappennine. Spessore di circa 10-15 m. (Pleistocene Superiore)

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 10 di 45

4. GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

4.1. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

La morfologia dello specifico areale nel complesso è condizionata da numerosi fattori quali litologia, assetto strutturale, natura e tipologia del reticolo idrografico, entità dell'antropizzazione del sito ecc... Morfologicamente l'intero areale studiato, su larga scala, si presenta con vaste spianate inclinate debolmente verso il mare, interrotte da valli ampie, ma con fianchi molto acclivi. La zona risulta incisa dal Torrente Triolo, che ha un deflusso esclusivamente stagionale. Nel complesso tutta l'idrografia rivela una fase di maturità assai avanzata. Le valli principali della regione presentano vasti depositi terrazzati delle ultime fasi del Pleistocene. La morfologia pianeggiante del Tavoliere dipende essenzialmente dalla giacitura orizzontale o appena inclinata delle formazioni plio-pleistoceniche. Per la presenza, nella parte alta di una serie di livelli conglomeratici e di crostoni calcarei, che proteggono in parte dal dilavamento le sottostanti formazioni sabbiose, si determinano, laddove l'incisione è più attiva, fianchi scoscesi o a gradinata. La generale pendenza verso oriente della spianata del Tavoliere coincide probabilmente con l'originaria inclinazione della superficie di regressione del mare pleistocenico e dei depositi fluviali che su di essa si adagiarono.

L'area si trova nel settore centrale del Tavoliere di Puglia. Tale settore, perfettamente racchiuso fra il Subappennino Dauno e il promontorio del Gargano, può essere diviso a sua volta in due aree per le quali l'azione modellatrice degli agenti esogeni risente delle condizioni geologiche e tettoniche locali specifiche.

La prima, a ridosso dei rilievi del Subappennino Dauno e delimitata altimetricamente tra i 500 m e i 100 m, è caratterizzata da aree montuose che si sviluppano con direttrice nord-sud in corrispondenza di sedimenti più antichi che conferiscono ai rilievi forme più acclivi; l'altra, parte dai 100 m e si raccorda con la piana costiera attuale. Questa area, che costituisce il settore pedemontano della capitanata a morfologia subpianeggiante, si raccorda all'area montuosa con una zona centrale di medie ed alte colline a forme dolci e blande pendenze.

Nello specifico l'area di intervento è caratterizzata da un assetto subpianeggiante con lievissime ondulazioni a quote comprese tra 64 e 69 m.s.l.m.; le pendenze non sono superiori al 2 %.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 11 di 45

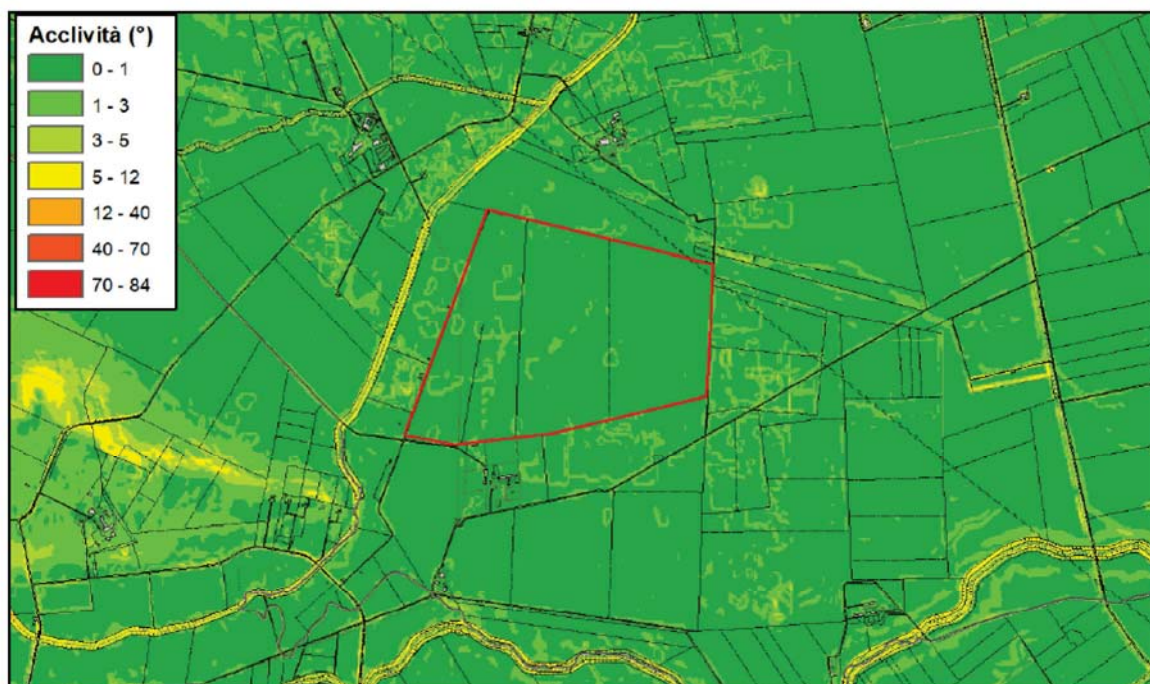





Figura 6 - Elaborazione GIS delle acclività

4.1.1. ANALISI DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Nella valutazione globale delle opere da realizzare è opportuno nonché necessario verificare quale è il rapporto esistente fra l'area in studio ed il Piano di Bacino per l'assetto idrogeologico, realizzato dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia che è finalizzato alla individuazione delle aree di rischio ed al successivo miglioramento delle condizioni del regime idraulico e della stabilità geomorfologica, con lo scopo finale della riduzione dei livelli di pericolosità rilevati sul territorio, consentendo anche uno sviluppo sostenibile del territorio rispetto agli assesti naturali ed alla loro tendenza evolutiva.

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Puglia per il rischio geomorfologico individua con colorazioni differenti il grado di pericolosità geomorfologica.

Pericolosità geomorfologica	
	Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3): porzione di territorio interessata da fenomeni franosi attivi o quiescenti
	Aree a pericolosità geomorfologica elevata (P.G.2): porzione del territorio caratterizzata dalla presenza di due o più fattori predisponenti l'occorrenza di instabilità di versante e/o sede di frana stabilizzata
	Aree a pericolosità geomorfologica media e bassa (P.G.1): porzione di territorio caratterizzata da bassa suscettività geomorfologia alla instabilità

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 12 di 45

Oltre alla suddivisione del grado di pericolosità, sulla base del DPCM del 29 settembre 1998 sono individuate le aree a rischio:


Aree a rischio	
	R1 – Rischio moderato
	R1 – Rischio moderato
	R1 – Rischio moderato
	R1 – Rischio moderato



Figura 7 – stralcio Carta pericolosità geomorfologico (AdB Puglia) in rosso l'area di progetto

Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)

La Direttiva 2007/60/CE del 23 ottobre 2007 individua il quadro dell'azione comunitaria per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvione e per la predisposizione del Piano di Gestione del

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 13 di 45

Rischio di Alluvioni (PGR). Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGR), a partire dalle caratteristiche del bacino idrografico interessato riguarda tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni. Il PGR individua gli obiettivi di gestione del rischio di alluvioni ed il sistema di misure di tipo strutturale e non strutturale, in cui le azioni di mitigazioni dei rischi connessi alle esondazioni dei corsi d'acqua, alle mareggiate e più in generale al deflusso delle acque, si interfacciano con le forme di urbanizzazione e infrastrutturazione del territorio, con le attività economiche, con l'insieme dei sistemi ambientali, paesaggistici e con il patrimonio storico-culturale. L'ambito territoriale di riferimento è quello dei Distretti Idrografici, individuati in Italia dal D.Lgs 152/2006 (art. 64); quello dell'AdB della Basilicata ricade nel Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale.

Le Mappe della pericolosità da alluvioni individua le aree geografiche che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo tre scenari di pericolosità idraulica:

1. alluvioni rare di estrema intensità – tempi di ritorno degli eventi alluvionali fino a 500 anni dall'evento (bassa probabilità di accadimento - Livello di Pericolosità P1);
2. alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno degli eventi alluvionali fra 100 e 200 anni (media probabilità di accadimento - Livello di Pericolosità P2);
3. alluvioni frequenti: tempo di ritorno degli eventi alluvionali fra 20 e 50 anni (elevata probabilità di accadimento- Livello di Pericolosità P3).

L'area in oggetto interferisce con il PGR, a tal fine in fase di progettazione si è provveduto a redigere uno studio per la compatibilità idraulica.

Di seguito lo stralcio con l'ubicazione del sito di Progetto conforme al DS n.540 del 13.10.2020 dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 14 di 45

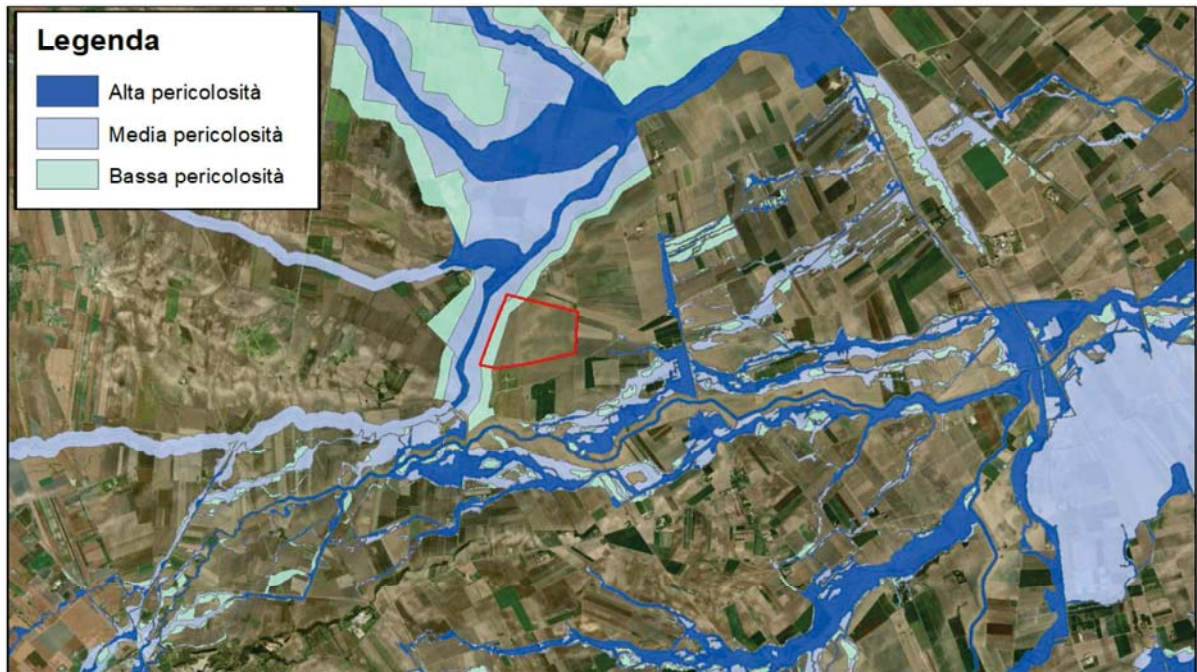



Figura 8 - Stralcio carta della pericolosità idraulica (da Distretto dell'Appennino meridionale)

4.2.IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrografico l'area è situata nella parte del Tavoliere nord-occidentale, ed è attraversata in destra idrografica dal Torrente Triolo. Il Triolo è un corso d'acqua della lunghezza di circa 50 km, caratterizzato da un regime idrologico di tipo torrentizio.

Questo corso d'acqua viene intercettato dal Torrente Candelaro, che scorre da NW verso SE costeggiando il Promontorio del Gargano e riversa le proprie acque nel Golfo di Manfredonia. I principali tributari sono: Canale Venolo, Canale Ferrante e Canale S. Maria.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 15 di 45

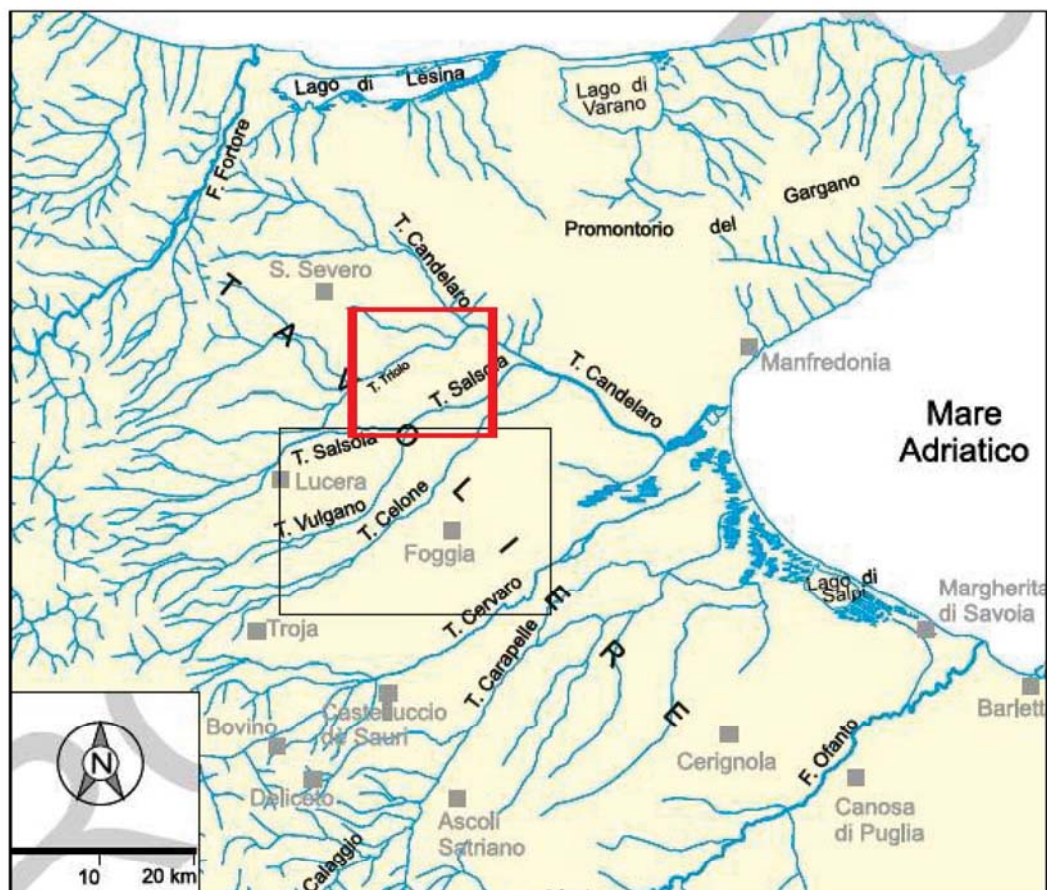


Figura 9 - Bacino idrografico T. Triolo (da Note illustrative CARG F°408).

I corsi d'acqua sono l'elemento caratterizzante di questa porzione del Tavoliere. Essi nascono dall'Appennino e, nel settore più occidentale, a ridosso dei rilievi del Subappennino Dauno, scorrono in direzione ONO-ENE per poi subire una piccola deviazione verso NE ed immettersi, per la maggior parte, nel torrente Candelaro. Nella porzione più orientale del Tavoliere centrale, che parte dai 100 m di quota e si raccorda con la piana costiera attuale, i corsi d'acqua che oggi la solcano, nel passato dovevano divagare a lungo prima di immettersi nel torrente Candelaro, come testimoniano i numerosi tratti di paleo alvei con andamento meandriforme. Nel corso degli ultimi due secoli le variazioni di percorso di questi torrenti sono state anche determinate dalle numerose opere di sistemazione idraulica, che si sono succedute, a volte, con effetti contrastanti. Generalmente le prime precipitazioni intense autunnali non determinano deflussi idrici di interesse, tante è che l'alveo resta asciutto a volte fino a dicembre. Soltanto quando i terreni affioranti nel bacino imbrifero risultano saturati dalle precipitazioni liquide e solide stagionali,

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 16 di 45


allora improvvisamente si formano piene caratterizzate da portate e coefficienti di deflusso elevati e di durata contenuta.

Idrogeologia dell'area

La definizione e la perimetrazione dei complessi idrogeologici sono intimamente correlati con le caratteristiche litogenetiche delle rocce e dei terreni che sono sede di circolazione idrica sotterranea. Gran parte del territorio pugliese è costituito da una potente successione di rocce calcaree e calcareo-dolomitiche mesozoiche, che formano una delle unità strutturali del sistema orogenico appenninico, ossia l'avampaese apulo. Queste successioni calcaree, che presentano differenze di natura compositiva e tessitura in relazione ai diversi paleo-ambienti di formazione, oggi affiorano estesamente sul Promontorio del Gargano, Sull'Altopiano delle Murge e nella Penisola Salentina. Le successioni carbonatiche mesozoiche che formano l'Avampaese Apulo costituiscono delle strutture idrogeologiche molto estese che rappresentano la più cospicua risorsa idrica di tutta la regione. Sebbene la circolazione di base di queste strutture idrogeologiche può ritenersi comune (Maggiore & Pagliarulo, 2003), considerando le diverse collocazioni geografiche e la differente conformazione morfo-strutturale rende opportuno distinguere due diversi complessi idrogeologici di natura calcarea:

1. Complesso idrogeologico del Gargano, comprendente la falda carsica del Gargano e la falda sospesa di Vico-Ischitella;
2. Complesso idrogeologico delle Murge e del Salento: comprendente i due acquiferi delle Murge e del Salento.

L'acquifero carsico del Gargano, da studi recenti (ZEZZAF., MACRI F., POLEMIO M. (1996): *Nuove conoscenze sul Gargano centrale*. Atti del Conv. Naz. della Soc. Geol. It., Mem. Soc. Geol. It, v. 51.), hanno condotto ad una caratterizzazione quantitativa delle diverse facies litologiche affioranti sul Gargano. I livelli idrici della falda principale si rinvergono talora a profondità di oltre 100 m sotto il livello del mare e, comunque, a profondità differenti da zona a zona, da poche decine di metri lungo le fasce costiere fino a circa 700 - 800 m nella parte centrale del Gargano, in corrispondenza degli alti morfologici.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 17 di 45

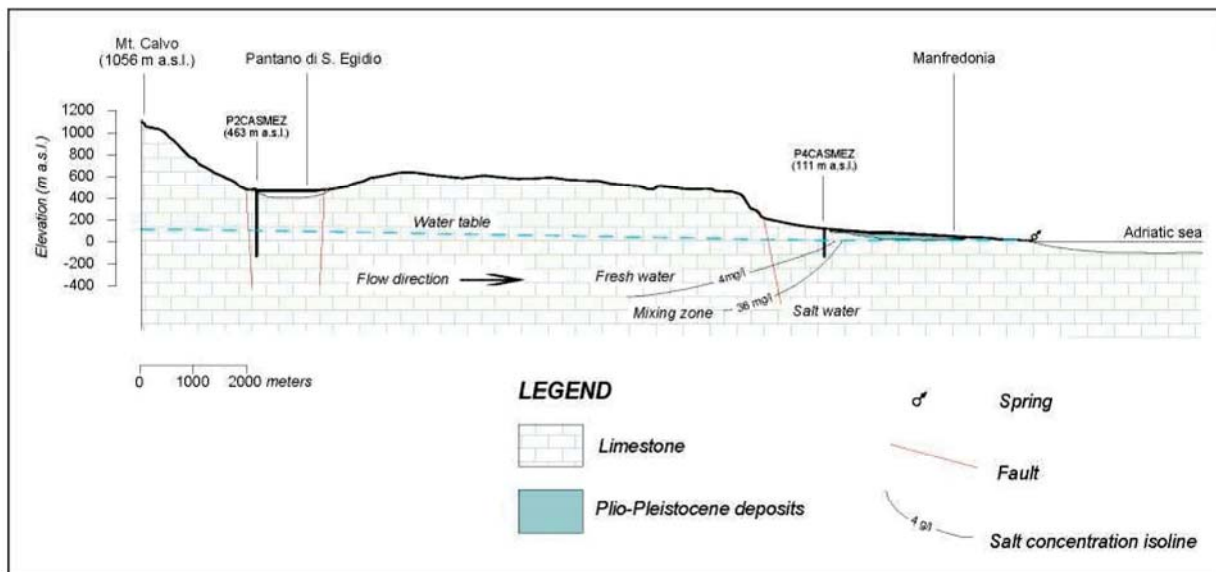


Figura 10 - Sezione idrogeologica schematica del settore costiero meridionale dell'acquifero carsico del Gargano [da Chieco et al., 2005 mod.]

Risorse idriche sotterranee meno cospicue ma ugualmente importanti per la regione sono anche localizzate nei depositi plio-pleistocenici di chiusura dell'Avanfossa Bradanica, di cui quello di interesse per lo studio in oggetto è rappresentato dal Complesso idrogeologico del Tavoliere, comprendente le acque circolanti nella copertura plio-pleistocenica della piana del Tavoliere di Puglia e del margine settentrionale delle Murge.

L'acquifero poroso superficiale del Tavoliere risiede nei depositi marini e alluvionali quaternari, che nell'area del Tavoliere ricoprono con continuità le argille grigio - azzurre plio-pleistoceniche. Questa estesa falda idrica frazionata su più livelli si rinviene a modeste profondità, variabili da zona a zona. Essa presenta una struttura piuttosto eterogenea, essendo costituita da un'alternanza di strati ghiaiosi, sabbiosi, argillosi e limo-argillosi. Tuttavia i caratteri della circolazione idrica sono riconducibili ad un'unica falda, in cui i diversi livelli sono in connessione idraulica tra loro, e si rinviene a modeste profondità variabili da zona a zona. Le ghiaie e i conglomerati sabbiosi rappresentano i termini maggiormente permeabili e costituiscono la maggior parte dell'acquifero, con uno spessore che aumenta notevolmente procedendo da monte verso valle, variabile tra i 25 ed i 50 m. Si superano i 50 m solo in alcune aree e si hanno spessori minori di 25 m nelle zone più interne, invece, lo spessore totale dei livelli ghiaiosi risulta fortemente ridotto per la presenza delle numerose intercalazioni argillose e argilloso-limose. Sulla base di alcune considerazioni idrodinamiche, come le modalità di circolazione idrica

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 18 di 45

sotterranea, la direzione delle linee di flusso e il recapito finale delle acque di falda, e di alcune pressioni ambientali che determinano condizioni di vulnerabilità della falda ai nitrati, sono stati delimitati cinque diversi corpi idrici nell'ambito della falda superficiale del Tavoliere.

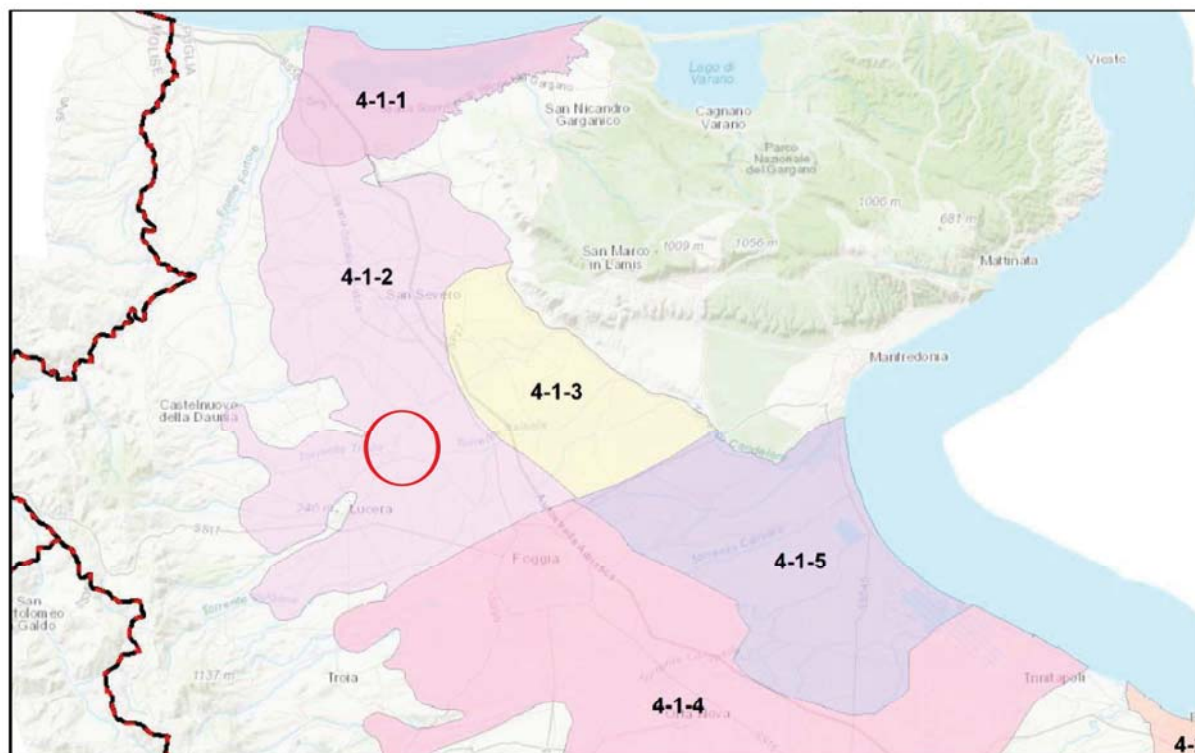



Figura 11 - Corpi Idrici Sotterranei del Complesso Idrogeologico detritico del Tavoliere delle Puglie (da P.T.A. Puglia Agg.2015-2021)

La valutazione della vulnerabilità intrinseca ha portato ad associare a ciascun corpo idrico sotterraneo regionale una classe di appartenenza. In particolare nell'area di studio, che ricade nel corpo 4-1-2, è stata attribuita la classe "A" ovvero quella con un bassissimo grado di antropizzazione e che sono definite su aree di prevalente ricarica, inglobando una marcata ridondanza di sistemi carsici complessi e sono aree a bilancio idrogeologico positivo.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 19 di 45

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

5.1.INDAGINI PREGRESSE

Come accennato in premessa, nel presente elaborato sono stati raccolti e riordinati tutti i dati a disposizione, anche quelli riguardanti studi preliminari, i quali hanno permesso di avere un quadro geologico-geotecnico lungo il tracciato significativo, potendo calibrare e ben integrare le nuove indagini previste in questa nuova fase progettuale.

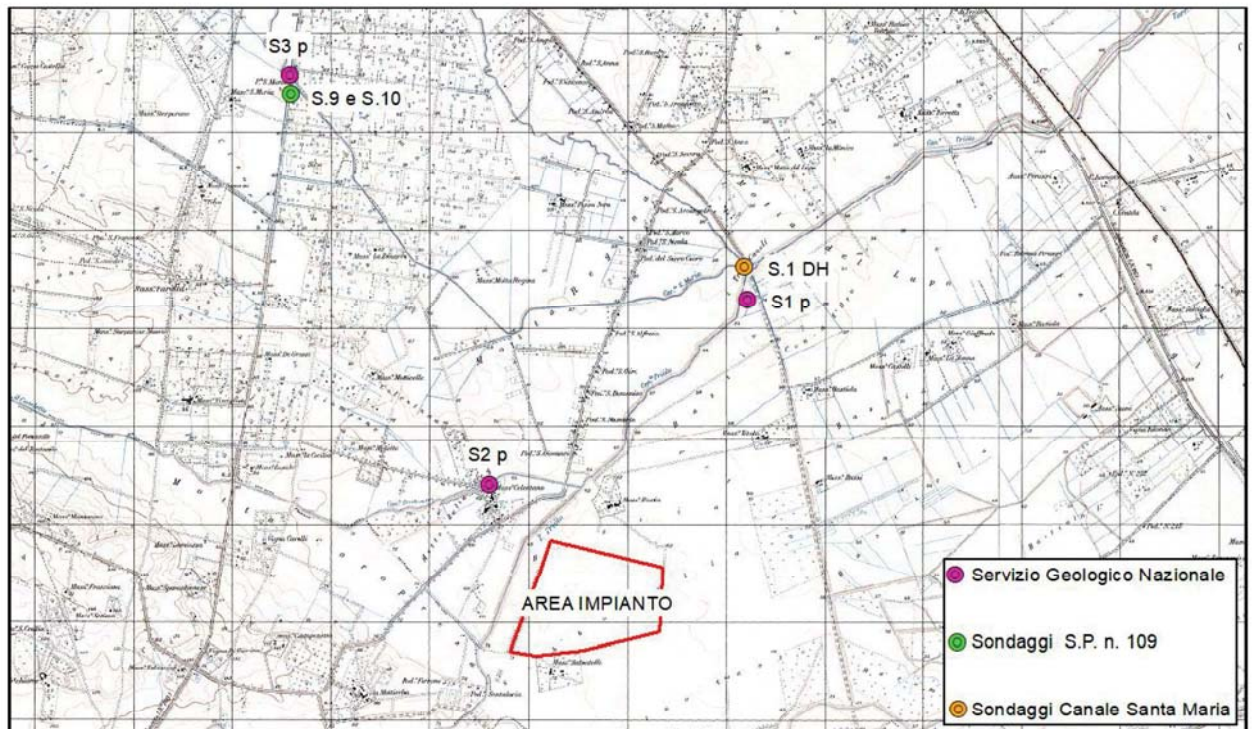



Figura 12 – Ubicazione indagini pregresse

Le indagini effettuate sul sito S1_p, S2_p e S3_p sono state censite dal Servizio Geologico Nazionale. In generale i terreni sono ascrivibili alle unità quaternarie del tavoliere delle puglie, nel sistema di Motta del Lupo, caratterizzato da depositi alluvionali terrazzati del VI ordine costituiti da sabbie fini alternate a peliti sottilmente stratificate. Questa stratificazione è attribuibile ad aree di piana alluvionale o ad aree di esondazione e poggia in erosione sulle argille subappenniniche della Fossa Bradanica, costituite da silt argillosi e marne siltose grigie a stratificazione poco evidente, con intercalazioni di argille siltose e, verso l'alto, di sottili strati di sabbia medio fine.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 20 di 45

Altri dati consultati sono sondaggi geognostici condotti nel marzo 2007 ove è stata realizzata dal Servizio Geologico una relazione tecnica per "l'Ammodernamento e messa in sicurezza del tronco stradale tra i comuni di San Severo e Lucera dal km. 2+900 al km. 10+100" della S.P. n. 109 "di Lucera". Lungo questo tratto sono state condotte n.16 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità massima di 30 m e analisi di laboratorio sui campioni più rappresentativi atte ad individuare i parametri relativi alle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni.

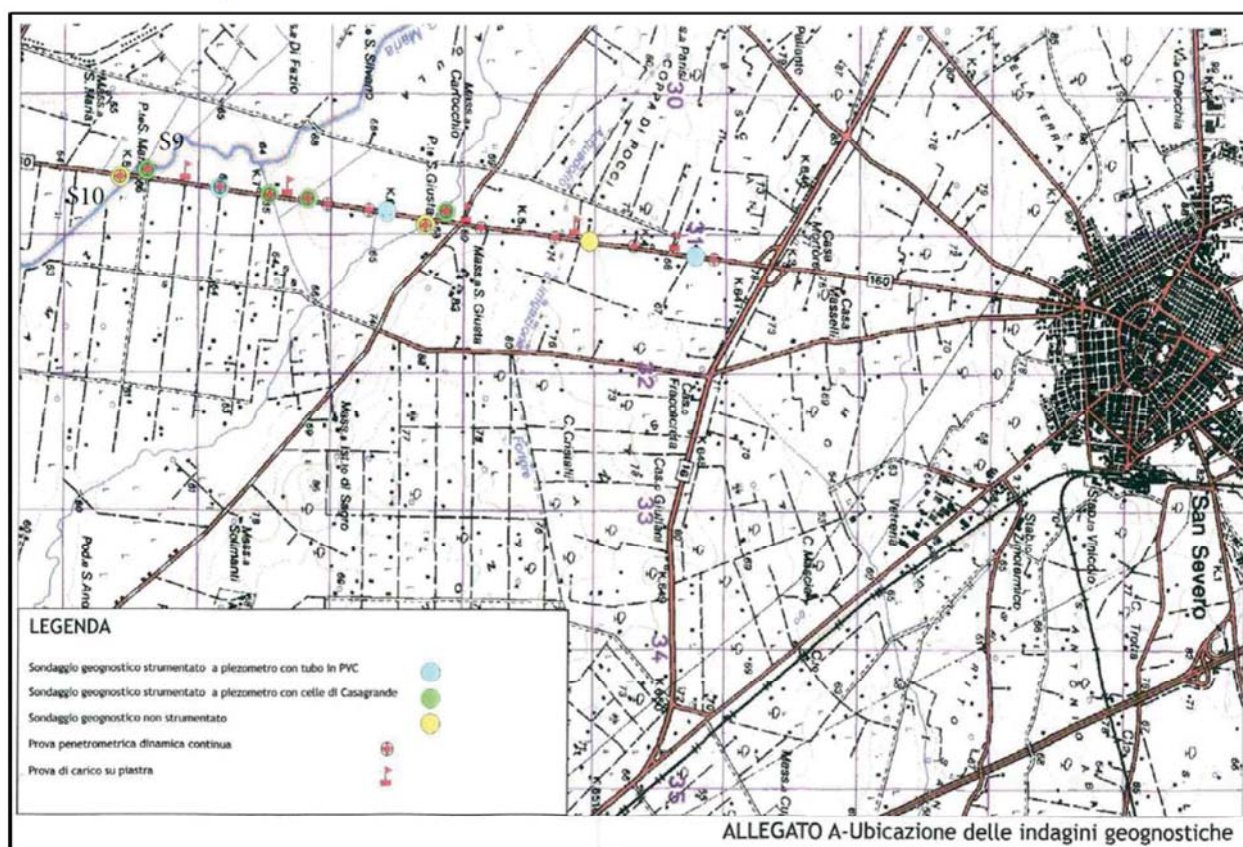


Figura 13 – Stralcio ubicazione indagini l'Ammodernamento e messa in sicurezza del tronco stradale tra i comuni di San Severo e Lucera dal km. 2+900 al km. 10+100" della S.P. n. 109 "di Lucera".

In particolare due di questi sondaggi (S9-S10) sono quelli considerati nel presente elaborato, in quanto i più prossimi al sito in oggetto.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 21 di 45

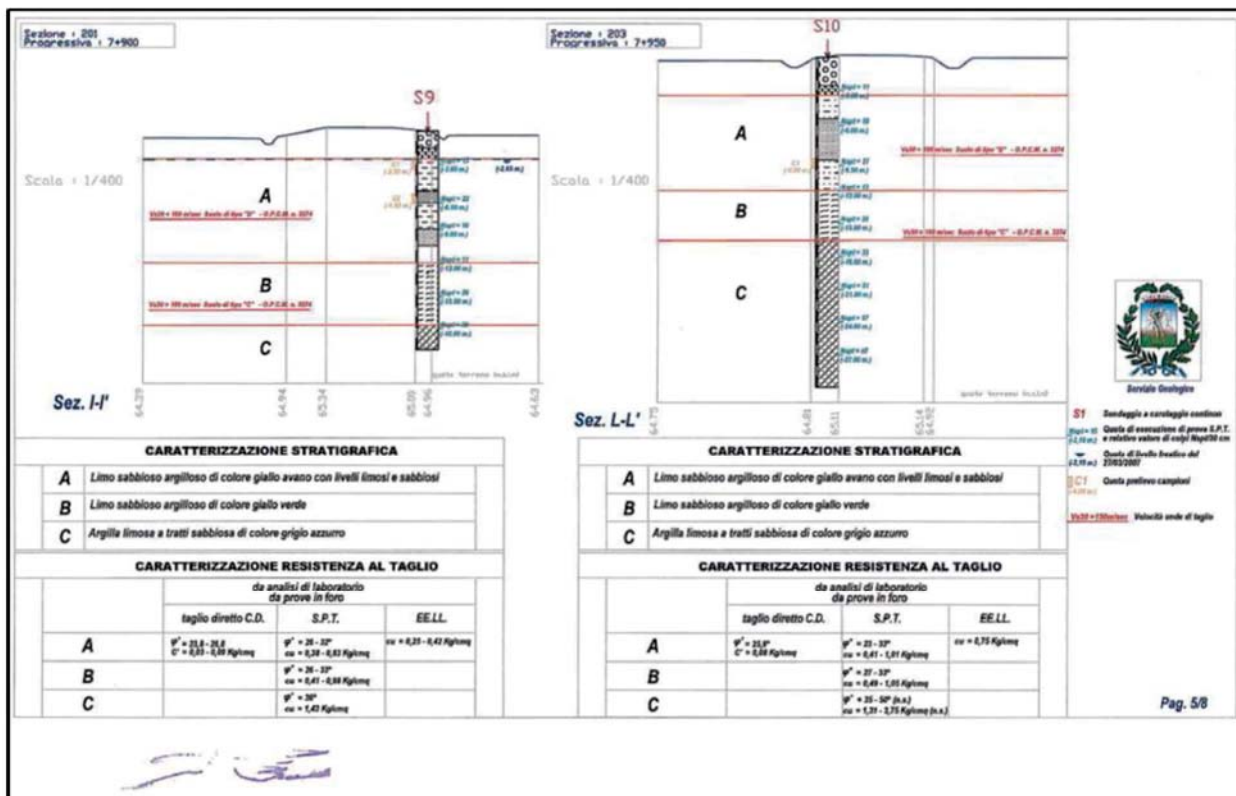


Figura 14 - schematizzazione dei profili stratigrafici

In ultimo i dati di un sondaggio con prova sismica down hole realizzato nel mese di ottobre 2020, a corredo del Progetto Definitivo a corredo dei "Lavori di risanamento e difesa del suolo per mitigazione della pericolosità idraulica sulla S.P. n.109 San Severo – Lucera, I° Lotto Funzionale: Canale Santa Maria".



Figura 15 – Ubicazione sondaggio (2020)

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 22 di 45

5.2. CAMPAGNA DI INDAGINI

Come già anticipato in premessa, sul sito di progetto, col fine di definire il modello geologico-geotecnico e sismico del sottosuolo e con lo scopo di valutare la compatibilità geologica dell'area con quanto previsto in progetto, è stata condotta una campagna di indagini geognostiche e sismiche.

In conformità a quanto previsto dalle N.T.C.2018 e D.G.R. Puglia 153/2014 "Normativa regionale di classificazione sismica", sono state condotte le seguenti indagini:

Caratterizzazione stratigrafica – geotecnica:

N. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, della profondità dal P.C. di 20.0 metri, di cui uno attrezzato a piezometro per la misura del livello piezometrico.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati complessivamente prelevati n.4 campioni di cui tre indisturbati ed uno rimaneggiato.

Sono state eseguite in totale n.3 prove penetrometriche in foro di tipo SPT.

Caratterizzazione sismica:

n.1 profilo sismico di tipo attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), per ricostruire il profilo delle onde di taglio Vs e quindi la categoria di sottosuolo attraverso il parametro $V_{s,eq}$ come da D.M. 17/01/2018


Le analisi geotecniche di laboratorio da eseguire su tutti i campioni sono di seguito sintetizzate:

Determinazione delle proprietà fisiche:

- Determinazione del contenuto d'acqua allo stato naturale (ASTM D2216);
- Determinazione della massa volumica allo stato naturale mediante fustella tarata (BS1377T15/e);
- Determinazione del peso specifico dei granuli (media di almeno due misurazioni) (ASTM D854);
- Analisi granulometrica - Per vagliatura per via secca con un massimo di 8 vagli (ASTM D422) e Analisi granulometrica per sedimentazione con areometro (ASTM D422);
- Limiti di Atterberg.

caratteristiche meccaniche:

- Prove di taglio diretto consolidata drenata con velocità di deformazione stabilita in base ai valori CD calcolati in fase di consolidazione (procedura standard 3 provini) (ASTM

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 23 di 45

D3080), compreso il calcolo e la preparazione del diagramma cedimento-tempo relativi alla fase di consolidazione (ASTM D3080);



Figura 16 – Ubicazione indagini su foto satellitare Google.

Nelle pagine seguenti si riportano le stratigrafie dei sondaggi geognostici e le risultanze dell'indagine sismica.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 24 di 45

Committente SIRINO SOLAR ITALY S.R.L.		Indagine Geognostica	Tipo Carotaggio Carotaggio continuo	Operatore SICES S.R.L.U. - Foggia	Responsabile Geol. Roberto Tommaselli						
Sondaggio S.1		Quota Ass. P.C. 68.0 m.s.l.m.	Profondità raggiunta -20.0 mt	Coordinate UTM - WGS84 fuso 33 N = 4601521.46; E = 533376.58							
Oggetto: Impianto agrovoltaico Loc. Celentano - Comune di S. Severo (FG)				Inizio Esecuzione 21/02/2022	Termine Esecuzione 21/02/2022						
Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carotaggio	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Fl. foro (mm)	Metodo Perforaz.	Metodo Stabilizzaz.	Falda	Pz
1		Terreno vegetale	1.00								
2		Limo sabbioso di colore bruno-marroncino co a luoghi concrezioni biancastre									
3											
4											
5			5.50		11/15/19 5.00 PC		4.50 O 5.00				
6		Limo con sabbia di colore marroncino chiaro con presenza di concrezioni biancastre									
7											
8			7.80								
9		Sabbie fini con limo di colore avana marrocino					8.60 O 8.90				
10											
11		Sabbie grissilane mista a ciottoli centimetrici	10.50		35/R 10.70 PC						
12											
13			12.50								
14		Sabbie fini con limo di colore avana marrocino con presenza di concrezioni biancastre					13.00 O 13.50				
15			15.00								
16		Alternanza di lieldi di sabbie con ciottoli centimetrici e ghiaie in matrice sabbiosa									
17											
18											
19											
20			20.00								

Figura 17 - Stratigrafia sondaggio geognostico S.1

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 25 di 45

Sondaggio a carotaggio continuo S.1
 Data: 21/02/2022
 Quota: 68.0 m.s.l.m.
 Profondità raggiunta dal PC: -20.0 metri
 Campioni prelevati: n.3
 Prove penetrometriche eseguite: n.2



Foto 1 - Ubicazione sondaggio geognostico S.1



Foto 2 - Sondaggio S1 da 0.00 a 5.00 metri



Foto 3 - Sondaggio S1 da 5.00 a 10.00 metri



Foto 4 - Sondaggio S1 da 10.00 a 15.00 metri



Foto 5 - Sondaggio S1 da 15.00 a 20.00 metri

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 26 di 45

Committente SIRINO SOLAR ITALY S.R.L.		Indagine Geognostica	Tipo Carotaggio Carotaggio continuo	Operatore SICES S.R.L.U. - Foggia	Responsabile Geol. Roberto Tommaselli						
Sondaggio S.2-PZ.		Quota Ass. P.C. 66.0 m.s.l.m.	Profondità raggiunta -20.0 mt	Coordinate UTM - WGS84 fuso 33 N = 4602276.77; E = 533038.66							
Oggetto: Impianto agrovoltaico Loc. Celentano - Comune di S. Severo (FG)				Inizio Esecuzione 23/02/2022	Termine Esecuzione 23/02/2022						
Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carotaggio	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Fl. foro (mm)	Metodo Perforaz.	Metodo Stabilizzaz.	Falda	Pz P-(1)
1		Terreno vegetale									
2			2.60								
3		Limo sabbioso di colore bruno-marroncino con a luoghi concrezioni biancastre					4.80 O 5.30				
4											
5											
6											
7											
8			8.50								
9		Sabbie limose e limi sabbiosi di colore avana con a luoghi presenza di ciottoli centimetrici									
10					9/15/21 10.00 PC						
11										11.50	
12											
13											
14											
15			15.40								
16		Alternanza di lieldi di sabbie con ciottoli centimetrici e ghiaie in matrice sabbiosa									
17											
18											
19											
20			20.00								A 20.00

Figura 18- Stratigrafia sondaggio geognostico S.2-PZ

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 27 di 45

Sondaggio a carotaggio continuo S.1
 Data: 21/02/2022
 Quota: 68.0 m.s.l.m.
 Profondità raggiunta dal PC: -20.0 metri
 Campioni prelevati: n.1
 Prove penetrometriche eseguite: n.1
 Attrezzato con piezometro



Foto 6 - Ubicazione sondaggio geognostico S.2



Foto 7 - Sondaggio S.2-Pz da 0.00 a 5.00 metri



Foto 8 - Sondaggio S.2-Pz da 5.00 a 10.00 metri

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 28 di 45



Foto 9 - Sondaggio S.2-Pz da 10.00 a 15.00 metri Foto 10 - Sondaggio S.2-Pz da 15.00 a 20.00 metri

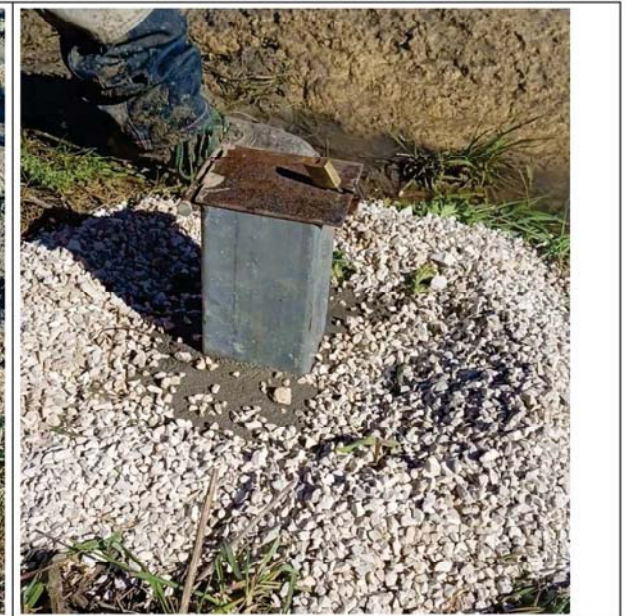



Foto 11 – Piezometro installato nel sondaggio S.2-Pz

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 29 di 45

5.3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono stati prelevati n.4 campioni, di cui n.3 indisturbati e n.1 rimaneggiato. Nella tabella di riepilogo sottostante si riportano i risultati dei parametri fisico-meccanici.

Sond. / Camp.	Prof. (m)	W (%)	γ_v (KN/m ³)	γ_d (KN/m ³)	γ_{sat} (KN/m ³)	γ_s (KN/m ³)	Sr (%)	IP (%)	C (KN/m ²)	φ (°)
1 1	4.50-5.00	21.30	17.90	14.80	19.10	26.50	72.80	13.0	18.40	22.6
1 2	8.60-8.90	22.50	19.10	15.60	19.60	26.30	87.50	9.0	3.20	21.1
1 3	13.00-13.50	30.20	18.30	14.10	18.70	26.50	91.90	22.0	18.50	22.5
2PZ 1	4.80-5.30	20.70	19.90	16.50	20.20	26.40	92.50	7.6	7.10	21.4

Tabella 1 – Riepilogo parametri geotecnici

Ad esclusione del terreno vegetale (spessore medio circa 2.00 m), con riferimento alle analisi geotecniche è stato possibile discretizzare i terreni di sedime in tre differenti unità geotecniche, dall'alto verso il basso così definite:

- Unità geotecnica **LS**: limo con sabbia argilloso con spessore medio di circa 5.00 metri;
- Unità geotecnica **LG**: limo argilloso sabbioso con spessore medio di circa 8.00 metri;
- Unità geotecnica **GH**: ghiaie in matrice sabbiosa con spessore di oltre 10.00 metri;

Unità geotecnica LS

- Contenuto d'acqua naturale: $W = 21\%$
- Peso di volume: $\gamma_v = 18.90 \text{ kN/m}^3$
- Peso di volume saturo: $\gamma_s = 19.65 \text{ kN/m}^3$
- Grado di saturazione: $Sr = 82.5\%$
- Indice di plasticità: $Ip = 10.3 \%$
- Coesione: $C = 12.75 \text{ kN/m}^2$
- Angolo di attrito: $\varphi = 22^\circ$

Unità geotecnica LG

- Contenuto d'acqua naturale: $W = 26.35\%$
- Peso di volume: $\gamma_v = 18.70 \text{ kN/m}^3$
- Peso di volume saturo: $\gamma_s = 19.15 \text{ kN/m}^3$

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 30 di 45

- Grado di saturazione Sr = 89.7%
- Indice di plasticità: Ip = 15.5 %
- Coesione: C = 10.85 kN/m²
- Angolo di attrito: φ = 21.8°

Unità geotecnica GH

- Peso di volume: γ_v = 18.00/19.00 kN/m³
- Coesione: C = 0.00 kN/m²
- Angolo di attrito: φ = 33°/35°

Si segnala la presenza di un liello piezometrico medio a circa -11.50 metri dal PC.

Per una visione di dettaglio dei parametri geotecnici si rimanda ai certificati in allegato.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 31 di 45

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

6.1.PREMESSA

Sulla base della normativa sismica che fa riferimento alla Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.3.2003 ed in particolare le N.T.C.2018, di seguito sono esaminati i caratteri di sismicità della zona direttamente interessata dal progetto.

La Regione Puglia con Deliberazione della Giunta Regionale n. 153 del 02.03.2004 in attuazione dell'OPCM 3274 del 2003, ha classificato sismicamente il territorio comunale di San Severo in zona 2 (*Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti*).

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni. Già con l'entrata in vigore delle NTC 2008, attualmente N.T.C. 2018 è stata realizzata una mappa della pericolosità sismica che copre l'intero territorio nazionale. Dall'analisi di tale mappa messa a disposizione dall'INGV si evince che l'area in studio rientra nel Comune di San Severo è caratterizzata da una accelerazione orizzontale al bedrock calcolata con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresa tra $0,175 a_g(g)$ e $0,200 a_g(g)$.

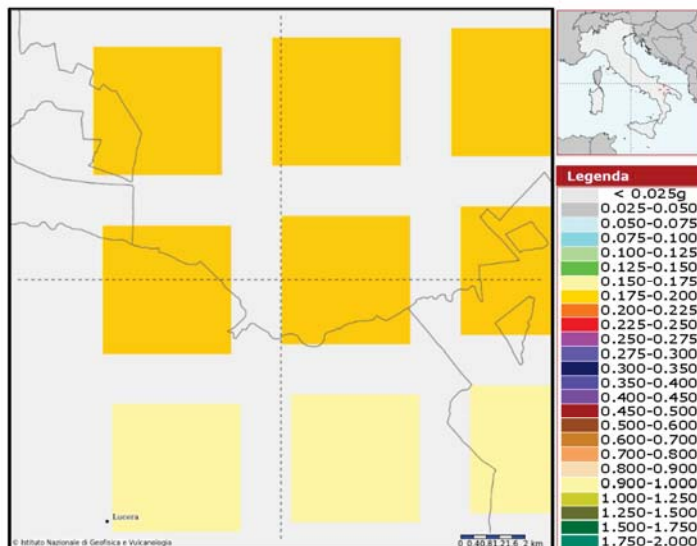



Figura 19 - Valori di pericolosità sismica espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s cat.). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 32 di 45

Tale discretizzazione sismica del territorio nazionale è stata recepita anche dalle NTC 2018. La normativa vigente prevede la verifica diretta della Risposta Sismica Locale con relativa identificazione dei parametri spettrali caratteristici del sito in studio, ovvero da la possibilità di eseguire una analisi semplificata utilizzando spettri di risposta sismica sintetici legati a specifiche categorie di suolo elencate nella tabella 2, legati alle caratteristiche topografiche del sito secondo quanto inserito in tabella 3.

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

Tabella 2 - Classi di suolo (TAB 3.2.II NTC 2018)

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

Tabella 3 - Categorie topografiche (TAB 3.2.III NTC 2018)

6.1.1. STORIA SISMICA DEL SITO

Il terremoto è uno dei fenomeni che possono contribuire a innescare episodi di dissesto nel tessuto urbano, risulta necessario un esame puntuale della storia sismica di sito, per verificare se in passato si sono avuti effetti di danneggiamento nell'area di San Severo. Attraverso la consultazione del Database Macrosismico Italiano DBMI15 messo a disposizione dall'INGV è stato possibile individuare gli eventi sismici che hanno interessato il Comune di San Severo a partire dall'anno 1000 fino al 2017. Dalla consultazione si osserva la presenza di alcuni eventi sismici particolarmente significativi, spesso riferiti alla stessa area epicentrale, tra questi si segnala quello del 1627 "Capitanata" e 1657 "Capitanata" che hanno colpito con intensità stimata di MCS

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 33 di 45

da 8 a 9; seguono altri eventi nel tempo con intensità MCS da 7 a 8 come quella del 1646 "Gargano", 1688 "Capitanata" e 1731 "Tavoliere delle Puglie"; quelli con MCS da 6 a 7 del 1647 "Gargano", 1851 "Vulture", 1930 "Irpinia", 1948 "Gargano" e altri diversi eventi con minori intensità.

Effetti		In occasione del terremoto del								
Int.	Anno Me Gi Mo Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw					
10	1627 07 30 10 50	Capitanata	64	10	6.66	3	1908 09 16 20 15	Gargano	14	3-4 3.72
8-9	1627 07 30 11 05	Capitanata	1	8-9	5.80	5	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	376	8 5.76
9	1627 08 07 16 40	Capitanata	5	9	6.03	4-5	1913 10 04 18 26	Molise	205	7-8 5.35
8-9	1627 09 06 15 50	Capitanata	2	8-9	5.80	4-5	1915 01 13 06 52 4	Marsica	1041	11 7.08
5-6	1628 07 12	Capitanata	1	5-6	4.40	5-6	1919 10 21 00 24	Gargano	24	5-6 5.03
7-8	1646 05 31	Gargano	35	10	6.72	3	1925 08 25 05 10	Gargano	14	5 4.92
6-7	1647 05 05 12 30	Gargano	5	7-8	5.69	3-4	1927 05 25 02 50	Sannio	54	6 4.98
8-9	1657 01 29 02	Capitanata	12	8-9	5.96	6-7	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10 6.67
7	1688 06 05 15 30	Sannio	215	11	7.06	NF	1930 10 30 07 13	Benigallia	268	8 5.83
7-8	1688 07 23	Capitanata	3	7-8	5.33	2	1931 05 10 10 48 5	Irpinia	43	5-6 4.64
6	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	251	10	6.73	7	1937 07 17 17 11	Tavoliere delle Puglie	40	6 4.86
7-8	1731 03 20 03	Tavoliere delle Puglie	45	9	6.33	4	1937 12 15 21 25	Tavoliere delle Puglie	16	4-5 4.58
7	1805 07 26 21	Molise	220	10	6.68	6-7	1948 08 18 21 12 2	Gargano	58	7-8 5.55
F	1829 07 03 13	Gargano	2	4-5	3.93	4	1951 01 16 01 11	Gargano	73	7 5.22
6-7	1831 08 14 13 20	Vulture	103	10	6.32	3-4	1954 10 26 02 25	Gargano	8	4-5 4.72
4-5	1852 12 09 21 15	Gargano	12	5	4.21	5	1955 07 12 04 02	Gargano	8	5 4.16
2	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85	NF	1956 09 22 03 19 3	Gargano	57	6 4.64
7	1875 12 06	Gargano	97	8	5.86	5	1958 06 24 06 07	Aquilano	222	7 5.04
3	1882 06 06 05 40	Isernino	50	7	5.20	4	1962 01 19 05 01 2	Gargano	31	5 4.42
5-6	1889 12 08	Gargano	122	7	5.47	6	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9 6.15
3	1892 04 20	Gargano	15	6-7	5.02	F	1967 12 09 03 09 5	Adriatico centrale	22	4 3.36
3-4	1892 06 06	Isole Tremiti	68	6	4.88	3	1970 01 21 18 36 2	Gargano	14	5 4.34
3	1893 08 10 20 52	Gargano	69	8	5.39	4	1972 02 29 20 54 1	Gargano	21	6 4.71
5	1894 03 25	Gargano	27	6-7	4.90	6	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.81
3	1897 05 28 22 40 0	Ionio	132	6	5.46	4	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	911	8 5.86
4-5	1900 12 23 22 30	Gargano	20	5	4.37	4	1984 05 11 10 41 4	Monti della Meta	342	7 5.47
4	1904 04 08 08 22	Gargano	27	6	4.75	3-4	1988 04 26 00 53 4	Adriatico centrale	78	5 3.36
NF	1955 10 05 23 51 5	Gargano	20	5	3.95	4	1989 03 11 21 05	Gargano	61	5 4.34
5	1996 11 10 23 23 1	Tavoliere delle Puglie	55	5-6	4.35	3-4	1990 05 05 07 21 2	Potentino	1375	5 7.77
4-5	2001 07 02 10 04 4	Tavoliere delle Puglie	60	5	4.26	5	1995 09 30 10 14 3	Gargano	145	6 5.15
3-4	2002 11 01 15 09 0	Molise	638	7	5.72					
4	2002 11 12 09 27 4	Molise	174	5-6	4.57					
5	2003 06 01 15 45 1	Molise	301	5	4.44					
3-4	2003 12 30 05 31 3	Molise	326	4-5	4.53					
NF	2005 03 01 05 41 3	Molise	136	4	3.68					
4-5	2006 05 29 02 20 0	Gargano	384	4	4.64					
3-4	2006 10 04 17 34 2	Adriatico centrale	98	4-5	4.30					
3	2006 12 10 11 03 4	Adriatico centrale	54	4	4.48					

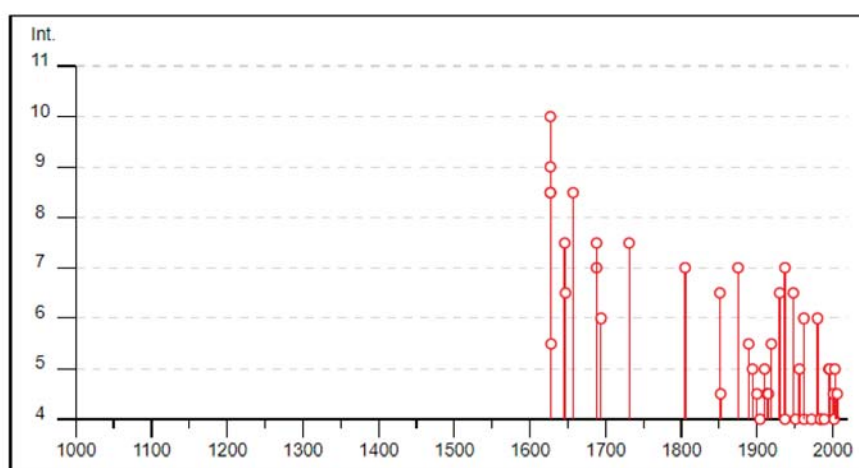


Figura 20 - Storia sismica abitato di San Severo da INGV

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 34 di 45

6.1.2. SORGENTI SISMOGENETICHE LIMITROFE

La versione attuale (3.2.1) del "Database of Individual Seismogenic Sources – A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas" (DISS INGV, 2015. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>), contiene sorgenti sismogenetiche individuali e composite ritenute in grado di generare grandi terremoti.

Obiettivo del Database è quello di rendere quanto più possibile completa l'informazione sulle sorgenti sismogenetiche potenziali del territorio nazionale; per questa ragione, oltre ad un numero maggiore di sorgenti individuali, viene proposta una forma di rappresentazione e caratterizzazione di tutte le aree che, pur essendo certamente in grado di generare forti terremoti, sono ancora poco comprese. È stata pertanto istituita una nuova categoria di aree sismogenetiche per le quali, in analogia con quanto proposto dalla nuova zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti & Valensise, 2004), viene fornita la localizzazione geografica, la stima del meccanismo di fagliazione, la profondità efficace e la magnitudo massima attesa.

Tra le sorgenti sismogenetiche per l'area in oggetto le più vicine sono la Ripabottoni-San Severo (ITCS003) e la San Marco in Lamis-Mattinata (ITCS058).

Le principali informazioni di riferimento per le suddette sorgenti sono di seguito riportate.

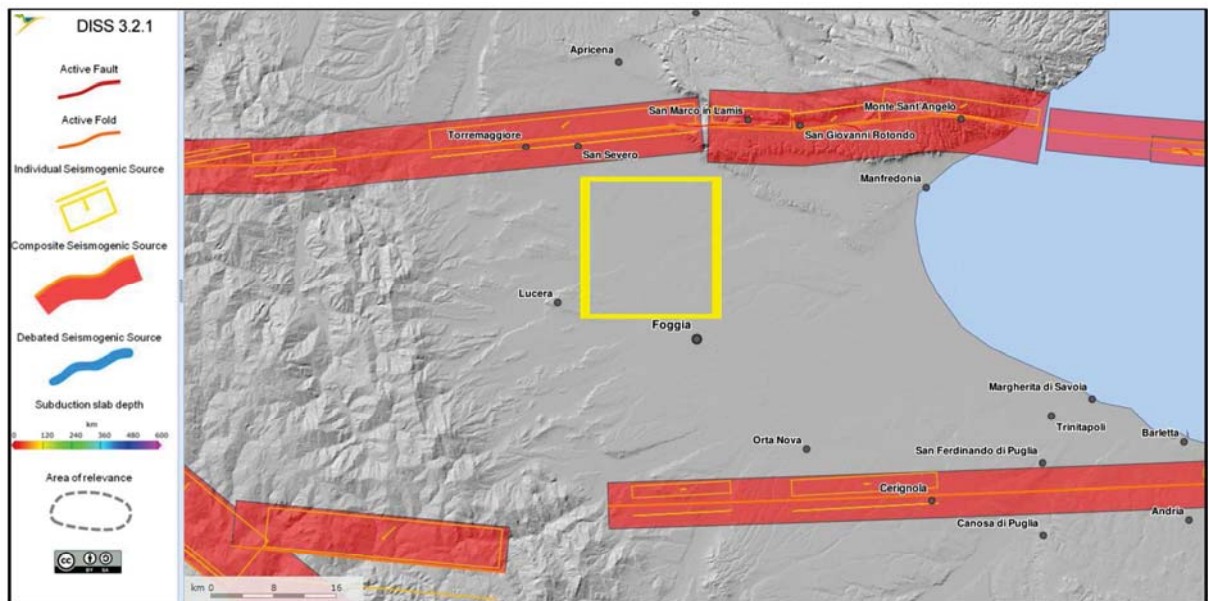



Figura 21 - Sorgenti sismogenetiche contenute nel DISS 3.2 per l'area in oggetto (indicata in giallo)

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 35 di 45

GENERAL INFORMATION		
DISS-ID	ITCS003	
Name	Ripabottoni-San Severo	
Compiler(s)	Fracassi U (1)	
Contributor(s)	Vannoli P (1), Valensise G (1), Basili R (1), Pantosti D (1)	
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sismologia e Tettonofisica, Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy	
Created	24-Sep-2007	
Updated	15-Jun-2015	
Display map ...		
Related sources	ITIS052 ITIS053 ITIS054	
PARAMETRIC INFORMATION		
PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	6.0	EJ Inferred from upper depth of instrumental major earthquakes in the region.
Max depth [km]	25.0	EJ Inferred from lower depth of instrumental major earthquakes in the region.
Strike [deg] min... max	250...270	OD Based on seismological, macroseismic and geophysical data.
Dip [deg] min... max	75...90	OD Based on seismological, macroseismic and geophysical data.
Rake [deg] min... max	180...220	OD Based on seismological data and on regional literature data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.7	OD Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA, OD=ORIGINAL DATA, ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP, AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP, EJ=EXPERT JUDGEMENT.

ACTIVE FAULTS

ACTIVE FOLDS

GENERAL INFORMATION		
DISS-ID	ITCS058	
Name	San Marco in Lamis-Mattinata	
Compiler(s)	Fracassi U (1)	
Contributor(s)	Barba S (1), Basili R (1), Burrato P (1), Fracassi U (1), Tiberti M.M (1), Valensise G (1), Vannoli P (1), Pantosti D (1), Piccardi L (2)	
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sismologia e Tettonofisica, Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) CNR, Istituto di Geoscienze e Georisorse, 50121 Firenze, Italy	
Created	03-Aug-2006	
Updated	15-Jun-2015	
Display map ...		
Related sources	ITIS020 ITIS021 ITIS022	
PARAMETRIC INFORMATION		
PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	0.0	LD Based on geological data.
Max depth [km]	25.0	EJ Inferred from lower depth of instrumental major earthquakes in the region.
Strike [deg] min... max	260...290	LD Based on geological data.
Dip [deg] min... max	75...90	LD Based on geological data.
Rake [deg] min... max	200...230	LD Based on geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...1.2	LD Based on long-term geological markers
Max Magnitude [Mw]	6.4	OD Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA, OD=ORIGINAL DATA, ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP, AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP, EJ=EXPERT JUDGEMENT.

ACTIVE FAULTS

ID	NAME	REFERENCES
53	Monte Sant'Angelo	Piccardi [1998]
54	San Giovanni Rotondo 1	Piccardi [1998]
55	San Giovanni Rotondo 2	Piccardi [1998]
56	San Giovanni Rotondo 3	Piccardi [1998]
57	San Giovanni Rotondo 4	Piccardi [1998]
58	San Giovanni Rotondo 5	Piccardi [1998]
59	San Giovanni Rotondo 6	Piccardi [1998]
60	San Marco in Lamis 1	Piccardi [1998]
61	San Marco in Lamis 2	Piccardi [1998]
62	San Marco in Lamis 3	Piccardi [1998]
63	San Marco in Lamis 4	Piccardi [1998]
64	San Marco in Lamis 5	Piccardi [1998]

Figura 22 - Schede sorgenti sismogenetiche

6.2. CARATTERIZZAZIONE SISMICA SITO DI PROGETTO

Per la caratterizzazione di un sito, il D.M. 14/01/2008 prevedeva la determinazione della Vs30, dall'entrata in vigore delle nuove N.T.C./2018 (D.M. 17 gennaio 2018), ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo di fondazione, la classificazione può effettuarsi in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità dal piano di posa delle fondazioni.

La velocità equivalente delle onde di taglio è definita dalla seguente espressione:

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

Dove:

- h_i : spessore (in metri) dell' i -esimo strato;
- $V_{s,i}$: velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- N : numero di strati;
- H : profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Nel caso in esame, al fine di ottenere il dato della $V_{s,eq}$ è stato eseguito sul sito n.1 indagine sismica con metodologia MASW. Questa tipologia di indagine permette di stimare la velocità

<p>Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli</p> <p>Ordine Geologi di Basilicata n.273</p>	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 36 di 45

equivalente delle onde S relativamente al volume di suolo sotteso dallo stendimento realizzato, analizzando la velocità delle onde di Rayleigh.

L'indagine MASW in oggetto è stata condotta, utilizzando 24 geofoni da 4,5 Hz con distanza intergeofonica di 2,00 m per una lunghezza pari a 46,0 m ed una distanza di scoppio dal primo geofono pari a 10,0 m. L'analisi dei dati ha consentito di stimare un valore di circa 284.0 m/s, ciò porta a classificare il suolo di fondazione come suolo di categoria **C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*).

MASW

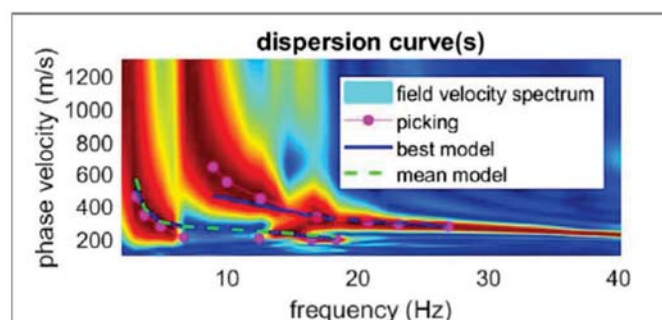


Figura 23 - Spettro di velocità e curva di dispersione

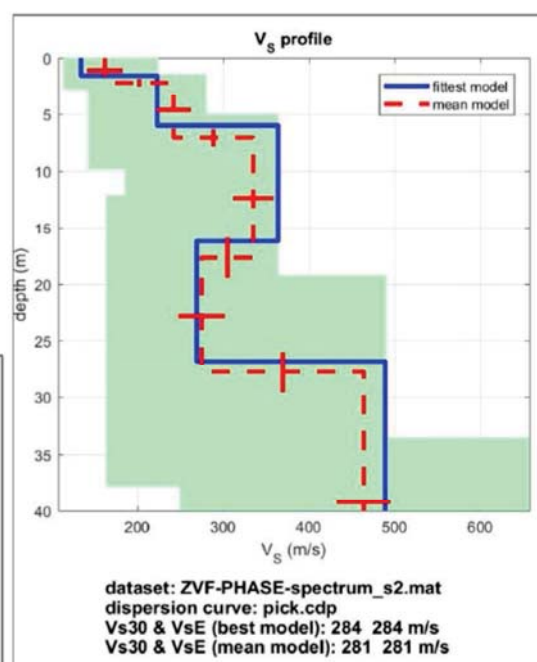


Figura 24 - Profilo delle velocità delle onde S

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 37 di 45



Foto 12 - Esecuzione indagine MASW - lato Nord

Di seguito si riporta il dettaglio del profilo di velocità delle onde S:

Profondità dal piano campagna (m)	Spessore del sismostrato (m)	Velocità onde S (m/s)
1,5	1,5	134
6,0	4,5	223
16,2	10,2	364
26,8	10,6	269
indefinito	indefinito	489

Tabella 4 - Sismostratigrafia delle onde S

L'analisi dei dati ha consentito di stimare un valore di $V_{s_{eq}}$, per i primi 30 m dal piano campagna, pari a **284 m/s**.

In conformità alla normativa vigente, di seguito, si riporta l'azione sismica di riferimento del sito in oggetto.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 38 di 45

6.3.AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO DEL SITO

Lo studio dell'azione sismica locale ha permesso di definire importanti parametri, necessari per caratterizzare sismicamente il sito di progetto. L'area di progetto è stata individuata attraverso le seguenti coordinate ED50: latitudine: 41,570353; longitudine: 15,404133. Di seguito si riportano i parametri caratteristici del sito:

Zona sismica	Zona 2	
Vita nominale della struttura	50 anni	
Classe d'uso	I. – Presenza occasionale di persone, edifici agricoli	
Coefficiente C_u	1,0	
Periodo di riferimento per l'azione sismica – $V_R = V_N * C_u$	50 anni	
Categoria suolo di fondazione	C ($V_{seq} = 284$ m/s)	
Categoria topografica	T1 (pianeggianti e subpianeggianti)	
Tabella 5 - Parametri caratteristici del sito di progetto		

La normativa vigente in materia di tecniche per le Costruzioni prevede la verifica della sicurezza e delle prestazioni di tutte le strutture agli Stati Limite durante la propria Vita Nominale.

Gli Stati Limite da valutare sono: SLU Stato Limite Ultimo – che ha un carattere irreversibile e SLE Stato Limite di Esercizio – che può avere carattere sia reversibile che irreversibile.

In presenza di una azione sismica gli Stati Limite da considerare sono:

per lo Stato Limite Ultimo SLU:

SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita; SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso.

per lo Stato Limite di Esercizio SLE

SLO – Stato Limite di Operatività; SLD - Stato Limite del Danno

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella tabella sottostante.

Stati Limite	PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 6 - Stati limite e probabilità di superamento.

<p>Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli</p> <p>Ordine Geologi di Basilicata n.273</p>	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 39 di 45

Di seguito sono forniti i dati e i grafici inerenti la Pericolosità Sismica del Sito nonché i parametri sismici normativi.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,053	2,422	0,290
50	0,069	2,493	0,297
72	0,082	2,523	0,313
101	0,095	2,524	0,325
140	0,110	2,521	0,331
201	0,129	2,517	0,340
475	0,182	2,498	0,353
975	0,239	2,489	0,359
2475	0,334	2,470	0,367

Tabella 7 - Individuazione dei parametri a_g , F_o e T_C^* per differenti periodi di ritorno (TR)

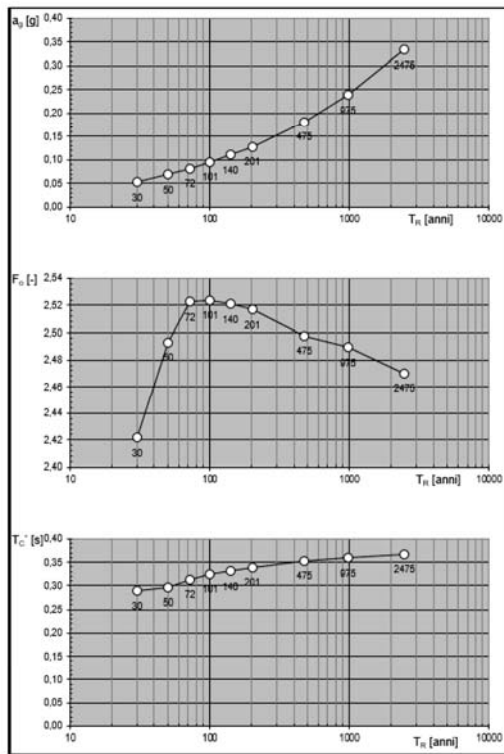


Figura 25 - Distribuzione dei parametri a_g , F_o e T_C^* per differenti periodi di ritorno (TR) elaborati mediante il programma Excel "Spettri-NTC (ver. 1.0.3).

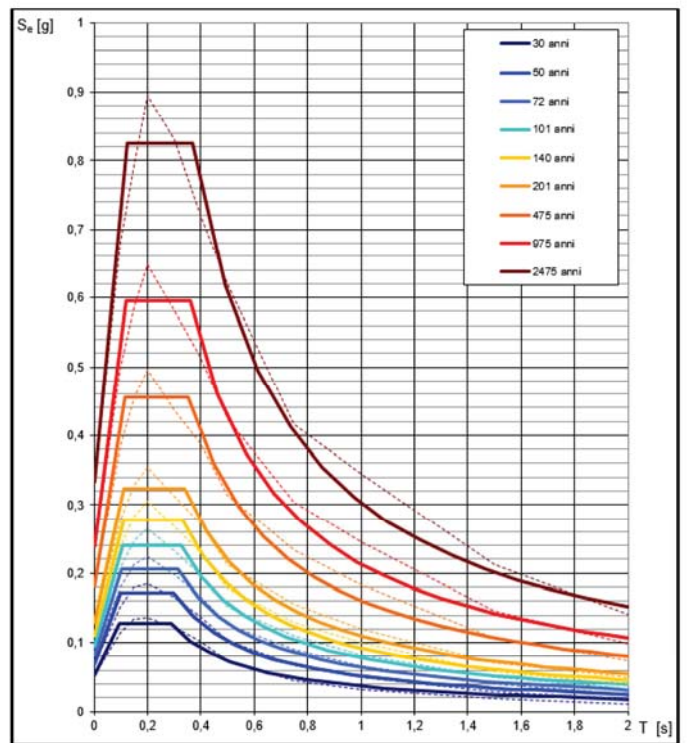



Figura 26 - Spettri di risposta elastici per differenti periodi di ritorno (TR) elaborati mediante il programma Excel "Spettri-NTC (ver. 1.0.3). Si evidenzia che con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

L'analisi dei dati caratteristici elencati in precedenza ha permesso il calcolo dell'accelerazione orizzontale massima al sito di riferimento a_g , del valore massimo del fattore di amplificazione

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 40 di 45

dello spettro in accelerazione orizzontale F_0 e del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale T_c^* . Ogni valore è riferito ad tempo di ritorno T_R associato ad uno stato limite. Il tempo di ritorno è calcolato sulla base della Probabilità di superamento del periodo di riferimento VR per i diversi Stati Limite.

Stati limite		PVR	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
Stati limite di esercizio	SLO	81%	30	0,053	2,422	0,290
	SLD	63%	50	0,058	2,444	0,292
Stati limite ultimi	SLV	10%	475	0,158	2,506	0,348
	SLC	5%	975	0,209	2,493	0,356

Tabella 8 - Valori di progetto parametri a_g , F_0 e T_c in funzione dei i periodi di ritorno associati a ciascuno Stato Limite

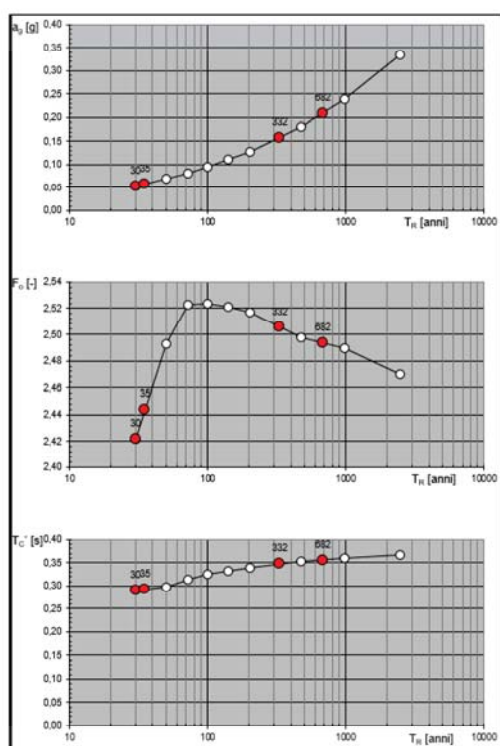


Figura 27 - distribuzione dei parametri a_g , F_0 e T_c^* per differenti periodi di ritorno (T_R) per i diversi Stati Limite

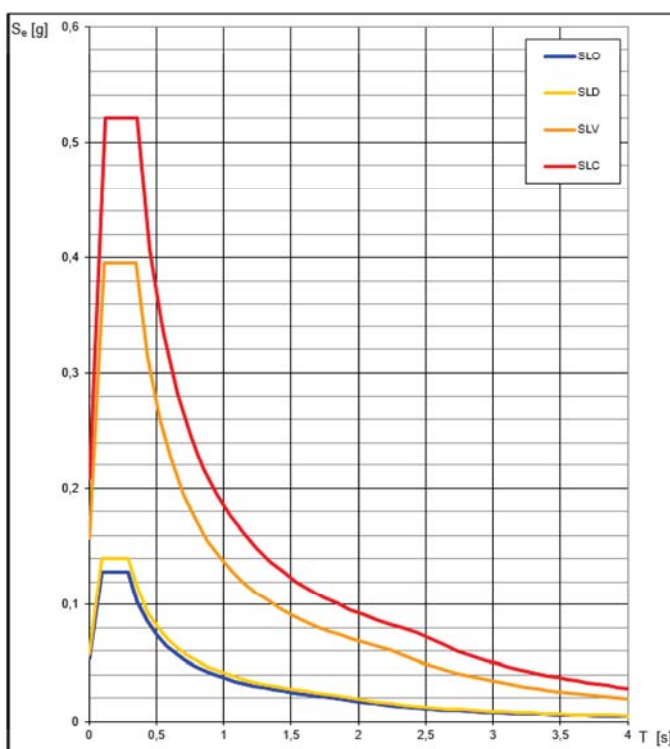


Figura 28 - Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

STATO LIMITE	S_s	C_c	S_t	K_h	K_v	A_{max}	β
SLO	1,500	1,580	1,000	0,016	0,008	0,778	0,200
SLD	1,500	1,580	1,000	0,017	0,009	0,844	0,200
SLV	1,460	1,490	1,000	0,055	0,028	2,255	0,240
SLC	1,390	1,480	1,000	0,081	0,041	2,844	0,280

Tabella 9 - Coefficienti sismici associati a ciascuno Stato Limite.

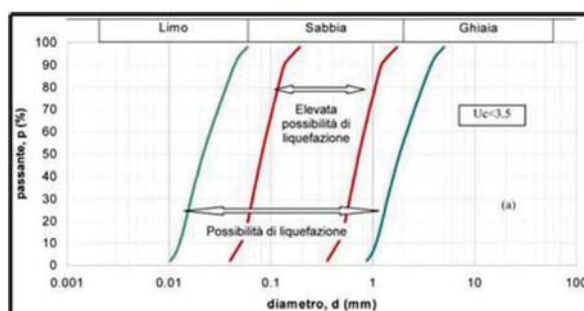
 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 41 di 45

6.4. RISCHIO LIQUEFAZIONE

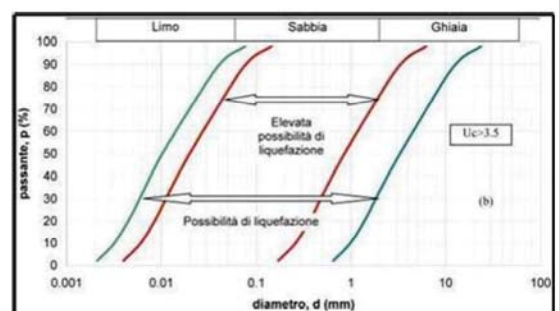
In terreni saturi sabbiosi sollecitati, in condizioni non drenate, da azioni cicliche dinamiche, con il termine liquefazione si comprendono una serie di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche. L'avvenuta liquefazione si manifesta, in presenza di manufatti, attraverso la perdita di capacità portante e/o lo sviluppo di elevati cedimenti e rotazioni. Le NTC 2018, al § 7.11.3.4.2 - "Esclusione della verifica a liquefazione", individuano le condizioni per le quali è possibile omettere la verifica a liquefazione.

In particolare, la verifica a liquefazione può non effettuarsi quando si verificano una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel grafico a), nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e nel grafico b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.



a)



b)

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 42 di 45

Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

Con riferimento specifico alle condizioni geologiche e sismiche del sito di progetto, sono così sintetizzate:

- è presente un livello piezometrico nei primi 15 metri dal piano campagna (-11.50 mt);
- i terreni di sedime hanno percentuali di fini (limo e argille) maggiori del 50%;

La presenza di terreni di natura argillosa e limo argillosa porta ad escludere fenomeni di liquefazione in caso di forti eventi sismici.

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaiico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 43 di 45

7. CONCLUSIONI

L'oggetto del presente studio è stato quello di fornire un quadro completo delle caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche sismiche e geotecniche dell'area interessata da un progetto di installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare denominato "Celentano" di tipo agrovoltaico, da realizzare in agro del Comune di San Severo (FG), su una superficie di circa 124 Ha. L'impianto è proposto dalla società SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. di Milano.

Dalle risultanze ottenute, sulla base degli elementi a disposizione, considerando quanto scaturito dal rilevamento geologico di superficie e dall'analisi geotecnica e sismica, si ritiene l'area geologicamente idonea e compatibile con quanto previsto in progetto.

Con riferimento alle aree a rischio individuate dall'ex Autorità Interregionale di Bacino della Puglia, attualmente Distretto dell'Appennino Meridionale, parte del lotto di progetto interferisce con il PGRA, a tal fine in fase di progettazione si è provveduto a redigere uno studio per la compatibilità idraulica.

Ad esclusione del terreno vegetale (spessore medio circa 2.00 m), con riferimento alle analisi geotecniche è stato possibile discretizzare i terreni di sedime in tre differenti unità geotecniche, dall'alto verso il basso così definite:


- Unità geotecnica **LS**: limo con sabbia argilloso con spessore medio di circa 5.00 metri;
- Unità geotecnica **LG**: limo argilloso sabbioso con spessore medio di circa 8.00 metri;
- Unità geotecnica **GH**: ghiaie in matrice sabbiosa con spessore di oltre 10.00 metri;

Unità geotecnica LS

- Contenuto d'acqua naturale: $W = 21\%$
- Peso di volume: $\gamma_v = 18.90 \text{ kN/m}^3$
- Peso di volume saturo: $\gamma_s = 19.65 \text{ kN/m}^3$
- Grado di saturazione: $S_r = 82.5\%$
- Indice di plasticità: $I_p = 10.3 \%$
- Coesione: $C = 12.75 \text{ kN/m}^2$
- Angolo di attrito: $\varphi = 22^\circ$

Unità geotecnica LG

- Contenuto d'acqua naturale: $W = 26.35\%$

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltaico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 44 di 45

- Peso di volume: $\gamma_v = 18.70 \text{ kN/m}^3$
- Peso di volume saturo: $\gamma_s = 19.15 \text{ kN/m}^3$
- Grado di saturazione: $S_r = 89.7\%$
- Indice di plasticità: $I_p = 15.5 \%$
- Coesione: $C = 10.85 \text{ kN/m}^2$
- Angolo di attrito: $\varphi = 21.8^\circ$

Unità geotecnica GH

- Peso di volume: $\gamma_v = 18.00/19.00 \text{ kN/m}^3$
- Coesione: $C = 0.00 \text{ kN/m}^2$
- Angolo di attrito: $\varphi = 33^\circ/35^\circ$

Si segnala la presenza di un liello piezometrico medio a circa -11.50 metri dal PC.

Il Comune di San Severo è sismicamente classificato in zona 2, ciò rende necessario la caratterizzazione sismica dell'area, al fine di verificare le caratteristiche della stessa alla luce della nuova normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica (N.T.C. 2018).

L'analisi dei dati consente di stimare un valore di $V_{s,eq} = 284.0 \text{ m/s}$, ciò porta a classificare il suolo di fondazione come suolo di categoria **C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*).


Per una visione dettagliata dei parametri relativi all'azione sismica di riferimento si rimanda a quanto descritto nel paragrafo (Par.6.3).

In ultimo, indipendentemente dalla tipologia e geometria di fondazione che andrà adottata, è necessario provvedere ad allontanare tutte le acque di qualsiasi origine e natura.

Matera, Maggio 2022

IL GRUPPO DI LAVORO:

Il Geologo Geol. Roberto Tommaselli
 Il collaboratore Geol. Giusy Dimola

 Il tecnico: Geol. Roberto Tommaselli Ordine Geologi di Basilicata n.273	Proponente:	SIRINO SOLAR ITALY S.R.L. - Milano					
	Titolo:	Installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di tipo agrovoltico "Celentano" - Comune di San Severo (FG).					
	Data:	Maggio 2022	Elaborato	A.5	Rev.	0.0	Pag. 45 di 45