

COMUNE
San Severo



PROVINCIA
Foggia



REGIONE
Puglia



Ubicazione

Comune di San Severo, S. Antonino da Capo
Provincia di Foggia

Oggetto

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI TIPO AVANZATO
CON POTENZA NOMINALE PARI 45,56 MWp e 44,16 MW ac
DENOMINATO "SAN SEVERO 1"**

Autorizzazione Unica Art.12, D.Lgs 387/2003 - V.I.A Ministeriale artt.23 e 25 D.Lgs 152/2006

Elaborato

RELAZIONE GEOLOGICA

Progettazione



GVC
INGEGNERIA

Via Nazario Sauro 126 - 85100 - Potenza

email: info@gvcingegneria.it
website: www.gvcingegneria.it
P.E.C: gvcsrl@gigopec.it
P. IVA 01737760767

Direttore Tecnico:
ing. MICHELE RESTAINO

TEAM DI PROGETTO

- ing. GIORGIO MARIA RESTAINO
- ing. CARLO RESTAINO
- ing. MICHELE RESTAINO
- ing. ATTILIO ZOLFANELLI
- arch. SERENA MASI
- arch. EMANUELA CIUFFI
- ing. FRANCESCO VOTTA
- dott. GIOVANNI RICCIARDI
- ing. DONATO MAURO

Geologia

Geol. ANTONIO DI BIASE
Montescaglioso, 75024
P.zza Padre Prosperino Galgoli, 9
P.IVA 00706320777



Studi agronomici

dott. Agr. PAOLO CASTELLI
Palermo, 90144
Via Croce Rossa, 25
P.IVA 0546509826



Indagini in sito

Geological & Geophysical Investigation Service
Geol. Galileo Potenza
Potenza, 85100
Via dei Gerani, 59
P.IVA 01677920764



Studi archeologici

dott. ssa MARTA POLLIO
Caopri, 80073 INA)

DOTT.SSA MARTA POLLIO
- Archeologa Specializzata -
VIA MARINA PICCOLA, 87
80073 CAOPRI (NA)
P.I. 09581841270 - C.F. P1118RT90H668696A

Committente

SOLAR DG S.r.l.
via Cavour, 23C
Bolzano, 39100
C.F. e P. iva 03216720213
solarogsr@legalmail.it

Progetto

PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato **G19701A01PD**

Scala elaborato **NESSUNA**

Revisione	Redatto da:	Data	Verificato da:	Data	Note
00	AD	04/24	GMR	04/24	

GEO-00

Questo disegno é di nostra proprietà riservata a termine di legge e ne é vietata la riproduzione anche parziale senza nostra autorizzazione scritta

STUDIO GEOLOGICO

RELAZIONE GEOLOGICA

Impianto agrivoltaico

Regione Puglia, comune di San Severo

PROGETTO DEFINITIVO

Progetto per la realizzazione di un impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile di tipo agrivoltaico avanzato di potenza nominale pari a 45,562 MWp in d.c. e 44,160 MW in a.c.

CODICE PROGETTO: G19701A01



Sommario

1.	PREMESSA	3
2.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO TERRITORIALE	5
3.	P.A.I.: RISCHIO GEOMORFOLOGICO ED IDRAULICO	6
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO TETTONICO	8
4.1.	Geologia Regionale	8
4.2.	Stratigrafia	10
4.3.	Tettonica	18
5.	GEOLOGIA DEL SITO	20
5.1.	Serie Presenti In Area:	20
6.	INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO	21
7.	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	23
8.	ASSETTO IDROGEOLOGICO	24
8.1	Idrostruttura del Tavoliere	24
8.2	Idrologia superficiale	25
9.	COMPATIBILITA' SISMICA	26
9.1	Sismicità Storica	26
9.2	Sorgenti Sismiche di Progetto	27
9.3	Pericolosità Sismica di Base	30
9.4	Pericolosità Sismica del Sito	31
9.5	Parametri sismici	36
10.	MODELLO GEOLOGICO DELL'AREALE DI SEDIME	39
11.	CONCLUSIONI	41

1. PREMESSA

Eseguita su incarico della **GVC s.r.l.**, società di ingegneria con sede in Potenza, P. IVA 01737760767, proponente del progetto **SOLAR DG s.r.l.**, questa relazione riferisce i risultati di un'indagine condotta in agro di "San Severo (Foggia), finalizzata alla caratterizzazione delle successioni litologiche affioranti nell'area, sulla quale si intende realizzare un **impianto agrivoltaico avanzato di potenza nominale** pari a **45,562 MWp in d.c. e 44,160 MWp in c.a..**

Lo studio è stato finalizzato a perseguire i seguenti obiettivi:

- individuare i litotipi presenti e le loro caratteristiche giacitureali;
- individuare i fenomeni geomorfologici, con specifico riguardo alla stabilità dell'area;
- determinare la situazione idrogeologica locale, con particolare riguardo per l'infiltrazione e la
- circolazione delle acque nel sottosuolo;
- caratterizzazione geotecnica e sismica del sito in relazione alle opere previste di progetto.

A tale scopo si è proceduto al rilievo geologico di dettaglio dell'area di sedime interessata dagli interventi, allargando opportunamente il raggio dell'indagine, al fine di ricostruire l'assetto geolitologico e idrogeologico delle successioni che affiorano in loco. Per la definizione degli assetti stratigrafici e i rapporti tra le litologie costituenti il substrato si è provveduto a recuperare i dati geognostici provenienti dalla bibliografia ed è stata eseguita una indagine geofisica (Allegato GEO 08) consistente in:

- N° 2 profili sismici con metodologia MASW da 60 m in onde P e S;
- N° 2 prove penetrometriche DPSH continue eseguite con penetrometro provvisto di massa battente 63.5 kg

L'esame delle caratteristiche sopra descritte consente di esprimere una serie di considerazioni sui terreni di sedime interessati dalle opere in progetto, in modo da valutare il loro comportamento in relazione con le lavorazioni che il committente intende realizzare.

L'acquisizione dei dati tiene conto della vigente normativa tecnica D.M. 11.03.1988, della L.R. n.38 del 06/08/1997, dell'Ordinanza del P.C.M n. 3274/2003 modificata dall'Ordinanza del P.C.M n. 3431 del 03/05/05 ed in ottemperanza alle norme dell'Autorità di Bacino Regionale Campania sud ed interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele riguardanti le Aree a Rischio Idrogeologico, nonché il succitato R.D.L. 2367/23 e la Legge regionale 10 novembre 1998 n. 42 "Norme in materia forestale, art. 16 comma 2. Lo studio inoltre esamina i problemi geologico tecnici connessi con la fattibilità dell'intervento di progetto, con particolare riferimento a:

- Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii notevoli e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle terre e delle opere di fondazione (D.M. 11.03.1988)
- Norme tecniche per la costruzione in zona sismica, disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica (D.M. 24.01.1986);

- Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture (GU n.29 del 04/02/2008)
- (NTC 2018) di cui al DECRETO 17 gennaio 2018 "Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni" (GU n. 42 del 20-03-2018- Suppl. Ordinario).

Le risultanze delle indagini condotte, di seguito esposte, sono sintetizzate e visualizzate negli allegati grafici prodotti:

ALLEGATO GEO 01	Planimetria ubicazione intervento scala 1:5.000;
ALLEGATO GEO 02	Carta della pericolosità idraulica e geomorfologica scala 1:5.000;
ALLEGATO GEO 03	Carta ubicazione indagine scala 1:5.000;
ALLEGATO GEO 04	Carta geolitologica scala 1:5.000;
ALLEGATO GEO 05	Sezioni geologiche scala 1:500;
ALLEGATO GEO 06	Carta delle pendenze scala 1:500;
ALLEGATO GEO 07	Carta idrogeologica scala 1:5.000;
ALLEGATO GEO 08	Indagini indirette;
ALLEGATO GEO 09	Sezione litotecnica scala 1:500;

Nei paragrafi successivi si riportano le risultanze dello studio eseguito su un'area più estesa di quella interessata dal progetto, ai fini della definizione del quadro geologico generale di riferimento in fase di progettazione esecutiva, con un rilevamento geologico di dettaglio ed acquisizione di informazioni di carattere bibliografico disponibile per la zona oggetto di studio.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO TERITORIALE

L'area d'interesse è ubicata tra circa 8,3 Km a S-W dal centro abitato di Apricena ed a circa 8,5 Km a N-W dal centro abitato di san Severo (Allegato GEO 01).

La quota dell'impianto e delle relative opere di connessione è compresa tra i 60 e i 72 m s.l.m. (Figura 1).



Figura 1 - Inquadramento su CTR ubicazione impianto

Il territorio presenta una morfologia tipica dell'alta pianura foggiana, al margine con il rilievo garganico che, a partire da queste zone, si erge nella sua parte più occidentale.

In particolare ci troviamo alle pendici del rilievo garganico occidentale, dove il basamento carbonatico mesozoico comincia ad essere sottomesso ai depositi marini e poi alluvionali della parte alta del bacino del T. Candelaro che borda poi il rilievo lungo tutta la fascia occidentale e meridionale.

In questa zona infatti sono presenti basamenti carbonatici affioranti come estensione del rilievo garganico, in corrispondenza dell'Horst di Apricena (alto strutturale – Bacino Marmifero di Apricena), ribassato poi progressivamente verso sud e mascherato da formazioni sabbiose calcarenitiche ed alluvionali.

La principale linea d'impiuvio della zona è rappresentata T. Candelaro, che scorre in direzione N/N-W/S-E, rispetto all'area di interesse su cui verrà posizionato l'impianto agrivoltaico.

3. P.A.I.: RISCHIO GEOMORFOLOGICO ED IDRAULICO

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) è finalizzato al miglioramento delle condizioni del regime idraulico e della stabilità geomorfologica necessario a ridurre i livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Esso è finalizzato al raggiungimento della migliore relazione di compatibilità tra la naturale dinamica idrogeomorfologica di bacino e le aspettative di utilizzo del territorio, nel rispetto della tutela ambientale, della sicurezza delle popolazioni, degli insediamenti e delle infrastrutture. Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia, adottato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 25 del 15 dicembre 2004, è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 39 del 30 novembre 2005.

Il Piano, sulla base delle conoscenze acquisite e dei principi generali contenuti nella normativa vigente, suddivide il territorio in Assetto Idraulico ed Assetto Geomorfologico classificandolo in funzione delle diverse condizioni di pericolosità.

Per quanto riguarda la Pericolosità Idraulica, il PAI ha proceduto alla individuazione dei tratti del reticolo idraulico principale in cui la sezione idraulica non è sufficiente a smaltire la portata attesa, e quindi alla perimetrazione delle aree allagabili per diversi tempi di ritorno. Il tracciamento delle aree inondabili è avvenuto sulla base dei livelli di piena stimati con la modellazione idrologica ed idraulica ha consentito di identificare le seguenti classi di pericolosità:

- A.P. (alta pericolosità idraulica);
- M.P. (media pericolosità idraulica);
- B.P. (bassa pericolosità idraulica).

Allo stesso modo, per quanto concerne la Pericolosità Geomorfologica, il PAI ha proceduto alla individuazione di quelle porzioni di territorio che per caratteristiche geologico-strutturali e le condizioni meteo-climatiche, è fortemente soggetto alla pericolosità geomorfologica per frana.

Tali territori sono stati classificati secondo le seguenti classi:

- P.G.3 (pericolosità geomorfologica molto elevata);
- P.G.2 (pericolosità geomorfologica elevata);
- P.G.1 (pericolosità geomorfologica media e moderata).

Per ciascuna categoria di rischio, sono definiti quattro livelli:

- R1-Moderato (per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali);
- R2-Medio (per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche);
- R3-Elevato (per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la

interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale);

- R4-Molto Elevato (per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche).

Sotto il profilo del rischio geomorfologico del P.A.I., l'area di insediamento del campo agrivoltaico, risultano essere tutta esterne a qualsiasi area individuata dal Piano sia per quanto riguarda il rischio geomorfologico, sia per quanto riguarda il rischio alluvionamento (Allegato GEO 02).

Il P.A.I. di riferimento è quello dell'Autorità di Bacino Competente (Autorità di Bacini Distrettuale dell'Appennino Meridionale – zona di competenza AdB Puglia) (Figura 2).

Trovandoci in presenza di litotipi consistenti, sabbie, limi ed argille, non sono segnalate aree né sottoposte a rischio idraulico, né a rischio geomorfologico.

Con riferimento al reticolo idrografico riportato nella cartografia idrogeomorfologica, risulterebbe interessata da una linea d'impluvio secondaria, che attualmente risulta essere già stata modificata dalla realizzazione di opere di drenaggio pertanto non più coincidente con il reticolo cartografato; Per gli attraversamenti, delle opere strutturali di collegamento (Cavidotti), in corrispondenza degli assi stradali ed il reticolo idraulico secondario, verrà preferita la tecnica di posizionamento dei cavi di tipo TOC, in sottopasso dell'elemento lineare da superare, invece dello scavo a cielo aperto in trincea.

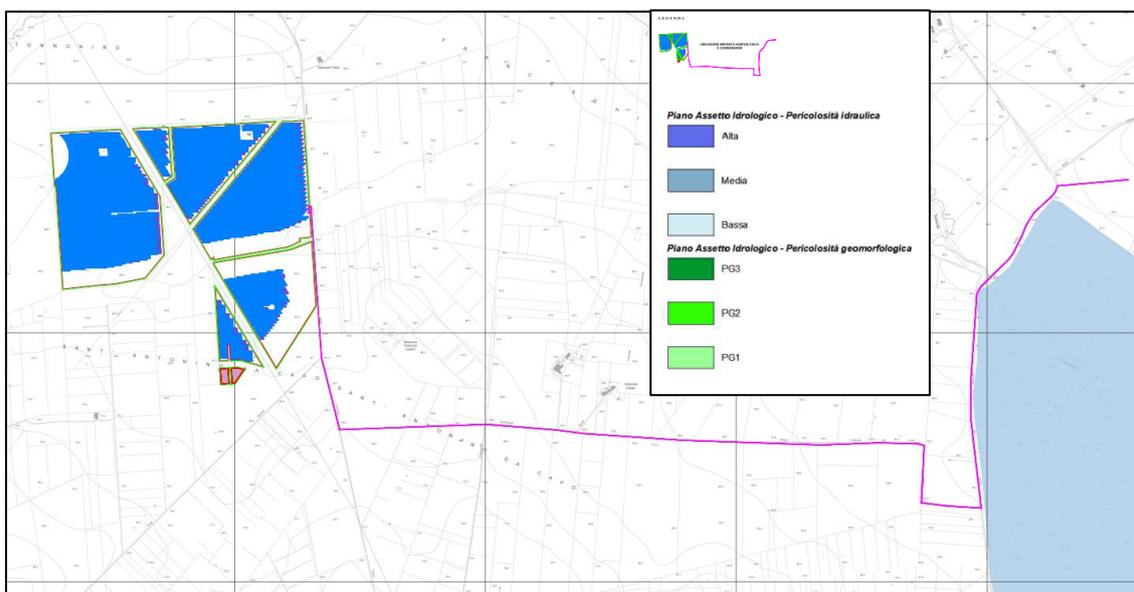


Figura 2 – Carta della pericolosità idrogeomorfologica con ubicazione impianto

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO TETTONICO

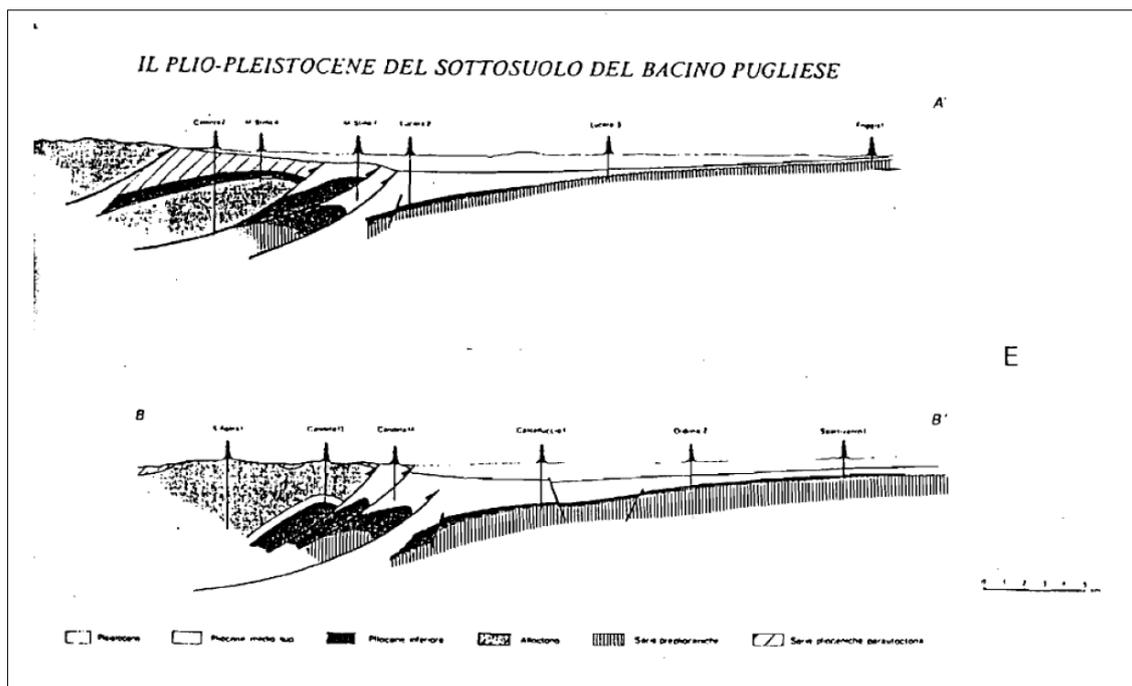
4.1. Geologia su scala regionale

Nel territorio della provincia di Foggia affiorano successioni carbonatiche e terrigene appartenenti alle tre unità Stratigrafico-Strutturali:

- Catena;
- Avanfossa Appenninica;
- Avampaese Apulo-Garganico.

Il Settore più occidentale, Catena, è costituito da terreni di età compresa tra il Mesozoico ed il Pliocene, in contatto tettonico di sovrascorrimento con i termini del Miocene sup. dell'Avampaese deformato.

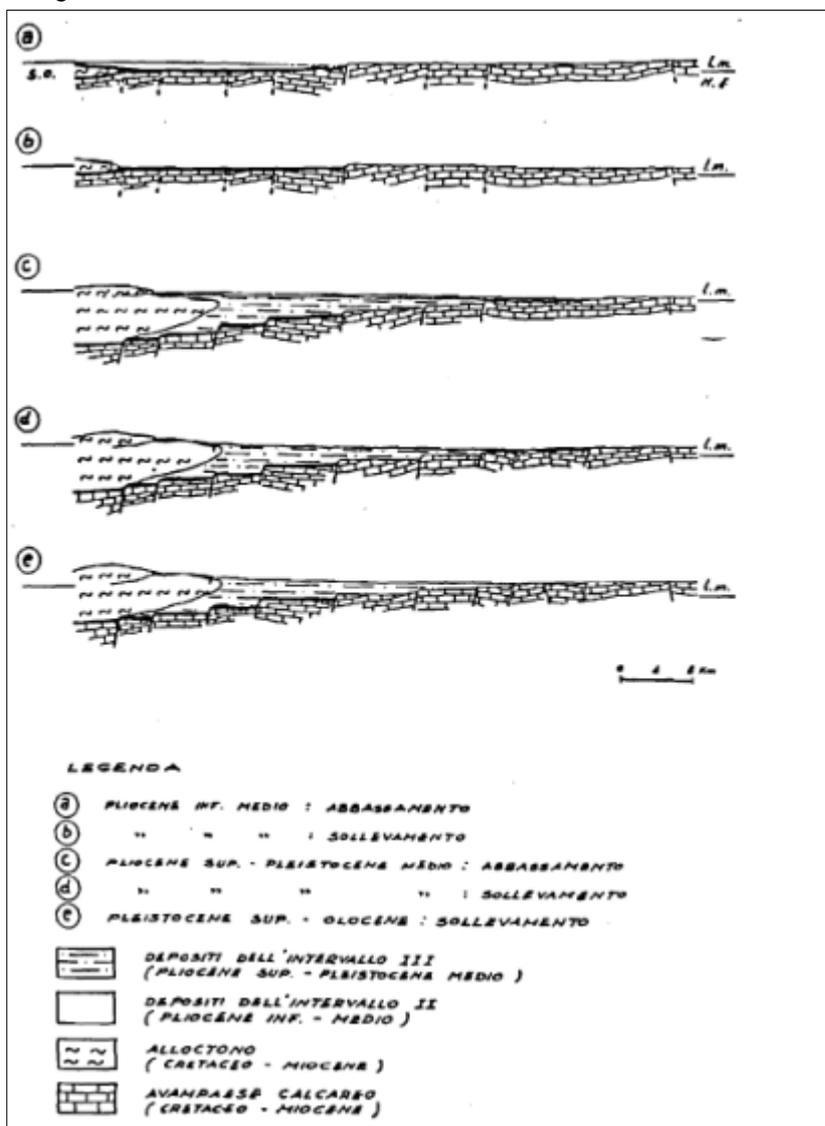
Tali terreni rappresentano una potente coltre di ricoprimento costituita da formazioni alquanto eterogenee come litologia, indicate in letteratura con il termine generico di "Alloctono".



Attraverso dati provenienti da perforazioni Agip e sondaggi Sismici profondi, evidenziano come tale coltre aumenti di spessore procedendo verso SW.

La parte centrale, Avanfossa appenninica, è costituita da depositi plio-pleistocenici poggiati in trasgressione sui calcari pre-pliocenici della Piattaforma apula ribassati a gradinata verso SW da un sistema di faglie dirette a direzione appenninica.

Alcuni Autori interpretano tale area come bacino subsidente, compreso tra il paleomargine dell'Appennino e dell'Avampaese nel quale si sono deposti, a partire dal Pliocene Inf., sedimenti terrigeni.



Alla fine del Pliocene medio, per tutto il Pliocene superiore e parte del Pleistocene, una importante fase tettonica di abbassamento del substrato carbonatico provocò una estesa migrazione del bacino e della linea di costa verso NE.

Nello stesso tempo, dal margine della catena appenninica, in via di sollevamento, scivolarono per gravità verso il bacino, cospicue masse "alloctone".

Seguì poi, alla fine del Pleistocene inferiore, un generale sollevamento della regione, più pronunciato sul lato appenninico, determinando la migrazione del mare pleistocenico verso l'attuale linea di costa.

4.2. Stratigrafia

I terreni affioranti nell'area del foggiano sono riferibili a tre unità strutturali distinte secondo il seguente schema:

Unità dell'Avampaese:

- ✓ Calcari e gessi delle Pietre Nere Trias (Raibliano)
- ✓ Calcari di piattaforma (Creta inf-Giura sup.)
- ✓ Calcareniti bioclastiche e Calcari massicci di scogliera Miocene (Tortoniano)
- ✓ Rocce ignee delle Pietre Nere (Miocene).

Unità dell'Avanfossa:

- ✓ Argille e sabbie basali (Pliocene medio-inf.)
- ✓ Calcareniti di Gravina
- ✓ Argille subappennine e Sabbie di Serra Capriola (Pleistocene inf.-Pliocene sup.)
- ✓ Depositi marini e alluvionali terrazzati (Olocene-Pleistocene sup.)

Unità della Catena:

- ✓ Argilliti Vari colori (Miocene inf. – Oligocene)
- ✓ Flysh di Faeto (Miocene, Serravalliano-Langhiano)
- ✓ Marne argillose di Toppo Capuana (Messiniano-Tortoniano)

La serie è completata da termini più recenti rappresentati da sabbie di spiaggia, detriti di falda e depositi fluvio-lacustri.

Unità dell'Avampaese Apulo-Garganico

Il Promontorio del Gargano risulta essere costituito da una serie calcareo-dolomitica dello spessore complessivo di oltre 4.000 m., di età compresa tra il Giurassico e il Cretaceo superiore. Questa serie poggia su depositi evaporitici, mentre superiormente è limitata, con contatto trasgressivo, da successioni mioceniche e plio-pleistoceniche.

Significato piuttosto singolare e ancora oggi controverso assumono gli affioramenti Triassici di Punta delle Pietre Nere, In corrispondenza del canale emissario del lago di Lesina.

corrispondenti rispettivamente ad ambienti di "Piattaforma, Scarpata e Bacino".

Le aree di affioramento sono distribuite secondo fasce subparallele con andamento NW-SE, corrispondenti al bordo di rift (Alto Topografico della piattaforma di San Giovanni Rotondo) ed al margine continentale passivo (scarpata-bacino di Monte S. Angelo – Vieste), secondo lo schema di fig. 1.8.



fig. 1.6- Schema stratigrafico del Cretaceo inferiore e medio del Promontorio del Gargano (da Masse & Luperto Sinni, 1987).



Fig. 1.7- Distribuzione delle principali unità e loro significato paleoambientale (da Masse e Luperto Sinni, 1987).

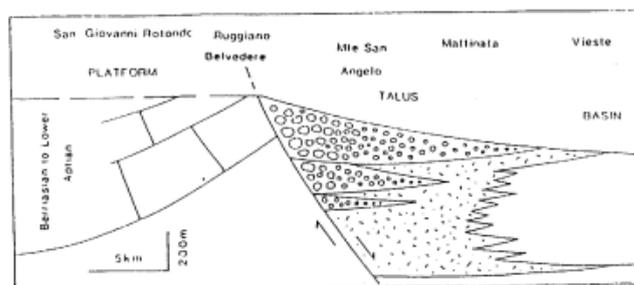


Fig. 1.8 - Modello strutturale sedimentario nel Cretaceo inferiore della piattaforma, scarpata e bacino di transizione del Promontorio del Gargano (da Masse e Luperto Sinni, 1987).

I Calcari di San Giovanni Rotondo affiorano nella parte occidentale del Promontorio garganico e sono ben esposti in corrispondenza dell'Horst di Apricena dove sono interessati da una intensa attività estrattiva (Pietra di Apricena).

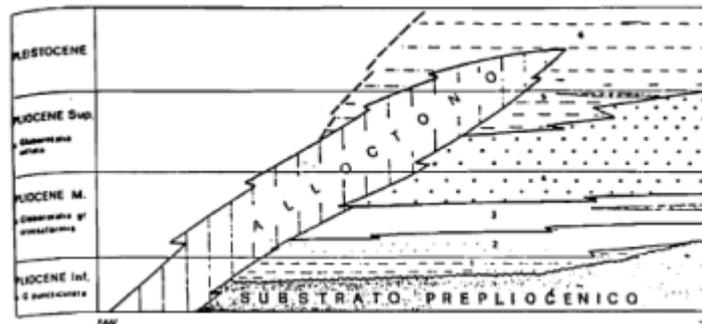
Si tratta di calcari micritici biancastri con venature rosate disposte a letti, compatti, tenaci, stratificati in grossi banchi di qualche metro, con frequenti strutture stilolitiche di colorazione rosso-violetto e rare intercalazioni di argille verdastre, particolarmente apprezzati come pietra ornamentale per pavimentazione interna e rivestimento di esterni.

La potenza degli strati varia da 1 a 4 metri, con giacitura prevalente verso S e una inclinazione di 5° circa. Nell'ambito dell'unità sono stati riconosciuti differenti tipi litologici; nella zona di Apricena e Poggio Imperiale, la successione è costituita da cinque membri (Luperto Sinni & Masse, Op. cit.)

✓ **Unità dell'Avanfossa Appenninica**

La parte di Avanfossa Periadriatica che va a sud dell'allineamento dei pozzi per idrocarburi M. Rotaro 1, Colle d'Armi 1, San Severo 1, è nota in letteratura come Bacino Pugliese.

In tale parte dell'avanfossa si rinviene una spessa successione di età plio-pleistocenica prevalentemente argillosa, ben descritta dagli autori attraverso l'analisi di numerosi sondaggi perforati per ricerche di idrocarburi; verso il margine appenninico, potenti coltri alloctone si rinvengono in questi ultimi depositi



La successione litostratigrafica del bacino pugliese comprende dal basso verso l'alto i seguenti intervalli stratigrafici:

- ✓ intervallo argilloso-marnoso di base
- ✓ intervallo sabbioso-argilloso inferiore
- ✓ intervallo prevalentemente argilloso/intermedio
- ✓ intervallo sabbioso-argilloso superiore
- ✓ intervallo prevalentemente argilloso superiore
- ✓ argille e sabbie sommitali.

L'intervallo argilloso-marnoso di base è formato da argille-marnose per uno spessore di 100 m che in situazioni di paleoalto può essere notevolmente ridotto o assente. Questo intervallo, del Pliocene inferiore nella fascia interna, ringiovanisce verso l'esterno, includendo termini del Pliocene medio.

L'intervallo sabbioso-argilloso inferiore è rappresentato da intercalazioni sabbiose dapprima sottili e poi più spesse. Questi corpi mostrano una notevole irregolarità di sviluppo, inoltre gli intervalli sabbiosi si assottigliano verso NE

Tale intervallo risulta assente a nord dell'allineamento M. Rotaro - Colle d'Armi 1 - S. Severo l e caratterizza così il bacino pugliese.

L'intervallo prevalentemente argilloso intermedio è formato da argille di mare poco profondo, Pliocene medio, cui segue l'intervallo sabbioso-argilloso superiore attribuito al Pliocene medio e superiore.

L'intervallo prevalentemente argilloso superiore è caratterizzato dalla presenza di irregolari intercalazioni sabbiose molto subordinate rispetto alla parte pelitica.

La successione termina con argille prevalenti, cui si intercalano, in modo irregolare e disordinatamente, sottili livelli di sabbie a luoghi ciottolose, a trend di carattere regressivo (argille e sabbie sommitali). In affioramento, nel Tavoliere si trova quasi esclusivamente la parte alta della successione plio-pleistocenica. Le unità stratigrafiche regressive sono rappresentate dalle Sabbie di Serra Capriola (= Sabbie di Monte Marano), in sinistra Fortore, e dai conglomerati di chiusura. Depositi terrazzati quaternari, riferibili a più cicli sedimentari marini e/o a fasi continentali di alluvionamento, sono posti a quote via via decrescenti.

Per quanto riguarda l'"Alloctono" esso è costituito da un complesso di formazioni molto eterogenee come litologia ed età; il suo spessore cresce rapidamente verso SO.

La base dell'alloctono è costituita da Argille varicolori che formano orizzonti plastici di sovrascorrimento di masse più coerenti. Seguono calcari e marne detritiche associate a calcari organogeni a briozoi e litotamni.

- **Unità del Fortore (Miocene inferiore-Cretaceo)**

costituita dalle formazioni delle "Argille Varicolori" che constano di due diversi membri (argilloso-marnoso e calcareo-marnoso) attribuiti rispettivamente all'Aquitano sup. - Burdigaliano e all'Eocene medio.

Seguono le "Tufiti di Tusa", vulcanoclastiti marroni con intercalazioni pelitiche, calcarenitiche e calcareo-marnose indicative del Miocene inferiore.

Chiudono la serie la formazione del "Flysh Numidico", riferita al Langhiano, costituita da quarzoareniti risedimentate, con intercalazioni pelitiche grigio-verdastre e localmente calcarenitiche.

- **Unità Irpine (Langhiano-Tortoniano)**

costituite dal "Flysh di San Bartolomeo", noto nella zona di

Anzano di Puglia come "Formazione di Anzano"; presenta facies arenaceo-conglomeratica e arenaceo-pelitica di età compresa tra il Langhiano-Serravalliano medio-superiore. Seguono in continuità stratigrafica le "Marne Argillose di Topo Capuana", costituite da marne argillose e argille marnose grigie sottilmente stratificate, di età compresa tra il Serravalliano medio-superiore e il Tortoniano medio-superiore

- **Unità di Villamaina (Tortoniano sup. - Messiniano)**

costituita da arenarie litiche in basso, mentre superiormente segue una alternanza di arenarie e argille, e depositi gessosi laminati, gessareniti, brecce gessose e calcari evaporitici, tipici di un passaggio da ambiente euxinico ad una condizione evaporitica.

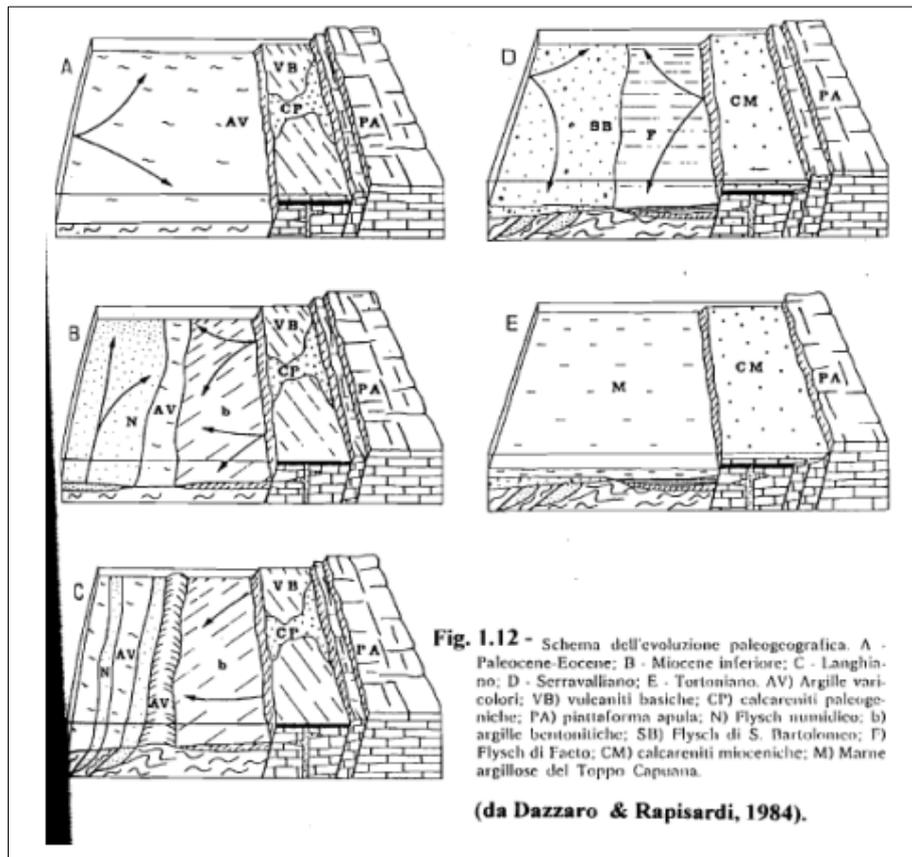
Il settore centrale costituisce il margine della catena appenninica e segna il passaggio tra le Unità Alloctone e i depositi della Unità Bradanica.

4.3. Tettonica

I settori di Catena, Avanfossa e Avampaese, oltre che per caratteri litostratigrafici delle successioni affioranti differiscono anche per caratteri tettonici.

La zona più occidentale, costituita in prevalenza da terreni Flyshoidi, risulta interessata da una tettonica molto complessa, caratterizzata da strutture plicative e di accavallamento legate alla fase tettonogenetica langhiano-tortoniana che ha portato alla formazione di più scaglie con vergenza a NE (Dazzaro & Rapisardi).

Ai raccorciamenti dovuti a tali fasi tettoniche si sono aggiunti quelli delle fasi pliocenica e pleistocenica. Gli effetti più evidenti di questa ultima fase compressiva si riscontrano al bordo appenninico, dove unità flyscioidi sono accavallate per faglie inverse su sedimenti dell'Avanfossa.



Le strutture distensive, infine, rappresentate da faglie dirette e verticali, allungate circa N-S, sono l'effetto delle fasi di sollevamento medio-supra pleistoceniche che hanno interessato la parte esterna della catena. La zona centrale, ove affiora la serie plio-quadernaria dell'Avanfossa, è caratterizzata da un assetto tranquillo con giacitura degli strati pressoché orizzontale. La tettonica profonda, ricostruita attraverso i pozzi dell'Agip Mineraria, evidenzia l'esistenza di un substrato

carbonatico pre-pliocenico suddiviso in più blocchi, dislocati da faglie dirette, progressivamente abbassati a NE (Sella et al, 1988). La zona più orientale corrisponde al Rilievo del Gargano che, dal punto di vista strutturale, assume nel complesso l'aspetto di un horst, leggermente piegato in direzione NO-SE, delimitato nettamente su tre lati (a SO, a N ed a S) da faglie dirette (Martinis, 1964). Le principali direttrici Tettoniche che interessano il Gargano presentano seguenti andamenti: NO-SE appenninico; NE-SO antiappenninico; E-O garganico. Il sistema di faglie a direzione appenninica è predominante; ad esso appartiene la "Faglia del Candelaro" che segna il contatto tra depositi plio-pleistocenici del Tavoliere e le rocce carbonatiche del Gargano.

Il sistema antiappenninico, meno diffuso del precedente, determina una ulteriore suddivisione a zolle dell'Horst garganico. Le discontinuità ad andamento E-O sono le meno frequenti ma orientamenti analoghi si osservano anche in faglie minori e diaclasi. A questo sistema appartiene la faglia trascorrente della Valle Carbonara, che oltre ad individuare un graben, interrompe il fianco sud- occidentale dell'Horst delineando due zone strutturalmente diverse.

Un altro importante elemento tettonico è rappresentato dall'Horst di Apricena, delimitato verso N e verso S da faglie dirette a notevole rigetto (oltre 200 m) e ad andamento NE-SW. L'esistenza di tale faglia oltre che dalle stratigrafie di alcuni pozzi, è anche provata da evidenze di superficie, risultando essere la prosecuzione delle faglie che bordano il rilievo garganico, mettendo bruscamente a contatto calcari mesozoici con le formazioni clastiche plio-quadernarie.

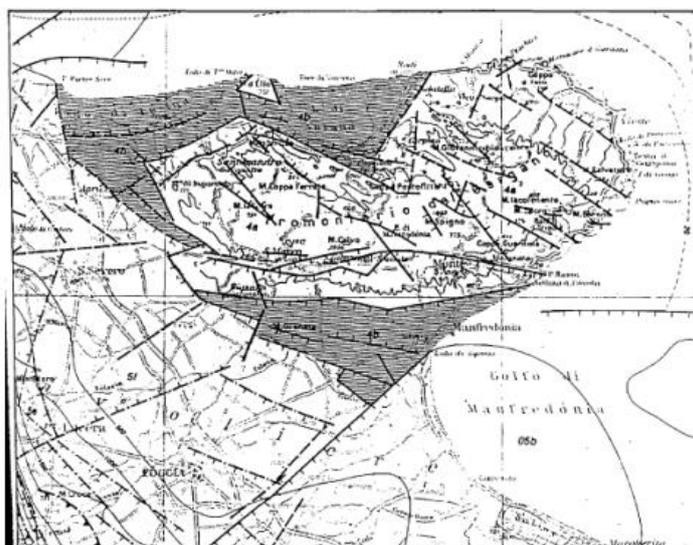


Fig. 1.13 - Schema tettonico del Gargano: 4a, stabile o in sollevamento nel Pliocene e nel Quaternario; 4b, stabile o in sollevamento nel Pliocene medio-superiore; in abbassamento nel Pleistocene inferiore e in sollevamento fino al Pleistocene medio (da Funicello et al., 1981).

5. GEOLOGIA DEL SITO

Il sito d'insediamento, sulla base di quanto riportato nella Carta Geologica d'Italia 1:50.000 (F. 396 San Severo), ricadono nella fascia di affioramento dei "b – Depositi alluvionali recenti ed attuali" e nella fascia di affioramento del SUBSISTEMA DEL TAVOLIERE DELLE PUGLIE "TLP - SISTEMA DI MOTTA DEL LUPO" e "MLM1 SISTEMA DI MASSERIA LA MOTTICELLA (Subsistema di Amendola)". Allegati GEO 03 e GEO 04 e Figura 3

5.1. Serie Presenti In Area:

b - Depositi alluvionali recenti ed attuali: Depositi sciolti a prevalente componente pelitica. Sabbie, limi ed argille nerastre all'interno delle principali incisioni. Poggiano sui depositi alluvionali di conoide terrazzati ed in copertura sulle unità più antiche. Spessore massimo 5 metri.
OLOCENE

TLP - SISTEMA DI MOTTA DEL LUPO. Deposito di piana alluvionale a prevalente componente pelitica. Sabbie ed argille e subordinatamente ghiaie di ambiente alluvionale con condizioni idrodinamiche anche di moderata energia. Spessore di circa 30 metri.
PLEISTOCENE SUPERIORE

MLM1 SISTEMA DI MASSERIA LA MOTTICELLA (Subsistema di Amendola)

Sabbie giallastre e silt argillosi. Si rinviene in erosione sulle argille subappennine e sul subsistema di San Severo. Spessore di circa 35 metri.
PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE?

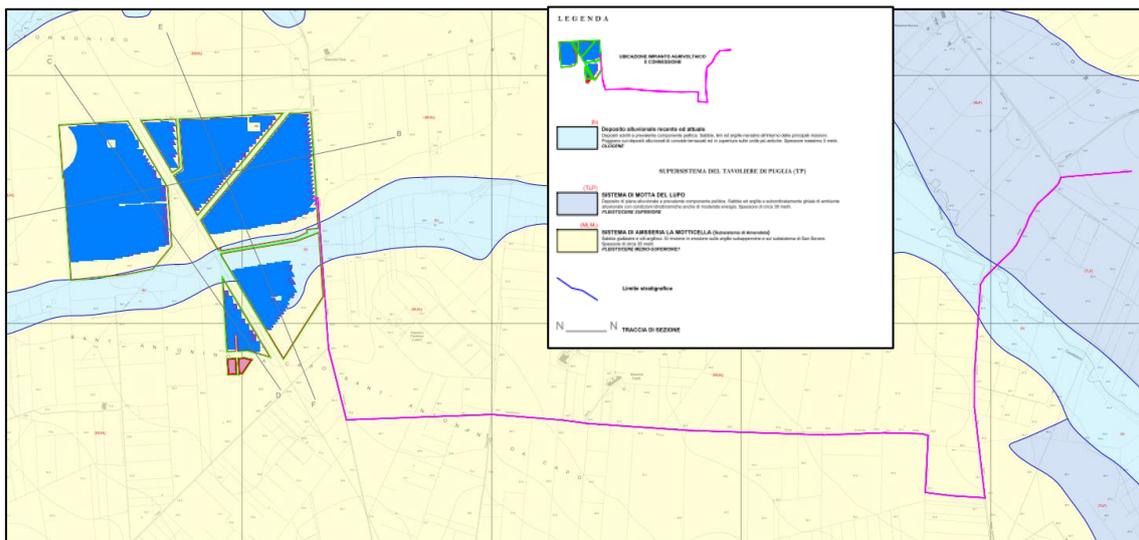


Figura 3 – Stralcio Carta Geolitologica

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO

Per ottenere la situazione litostratigrafica locale dell'area di insediamento del campo agrivoltaico, oltre alla esecuzione di un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio, che ha evidenziato una sostanziale congruità in presenza dei litotipi riportati in cartografia geologica (depositi sabbioso-limosi ed argillosi), si è proceduto alla esecuzione di indagini geofisiche in corrispondenza dell'area del campo (Allegato GEO 03) (Figura 4)

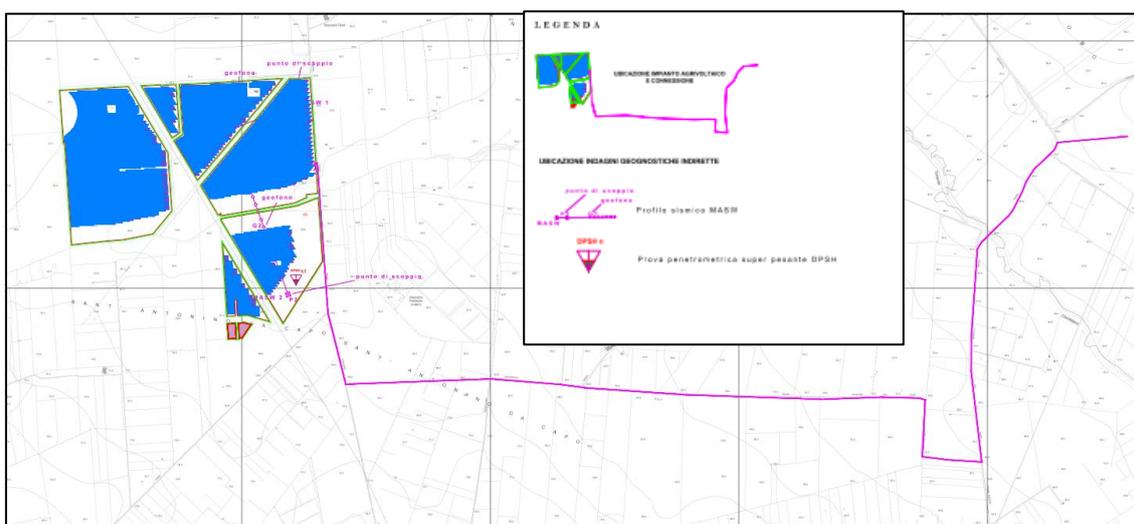


Figura 4 – Stralcio Ubicazione Indagini Geognostiche Indirette

Nel sito oggetto di studio si è proceduto ad analisi e confronti di inversioni con metodi di array sismico e prove penetrometriche dinamiche continue mediante l'acquisizione di:

- **N. 2** stendimenti sismici MASW, per la determinazione della curva di dispersione Multichannel Analysis of Surface Waves metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle Vs, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh e Love;
- **N. 2** Prove penetrometriche dinamiche continue eseguite con penetrometro provvisto di massa battente 63.5 kg., corredato di dispositivo per lo sganciamento automatico, con altezza di caduta pari a cm 75, realizzate con le prescrizioni e gli oneri di cui alle "Modalità tecnologiche" e "Norme di misurazione ANISIG" e restituzione dei risultati e degli elaborati grafici e del rapporto esplicativo.

Le misure geognostiche effettuate ed i parametri calcolati con la strumentazione utilizzata in questo lavoro, il "Sismografo multicanale digitale SoilSpy Rosina e penetrometro DPSH TG 63-200 PAGANI", utilizzando tecniche di registrazione passive e attive, possono essere utilizzati nell'ambito della nuova normativa vigente in materia di costruzioni ("Nuove Norme tecniche per le costruzioni", **D.M. 17 gennaio 2018**), anche per quanto riguarda le opere di fondazione, sostegno e scavo.

Per la caratterizzazione di tutti gli elementi utili alla esatta interpretazione dei requisiti **sismo-stratigrafici** e di **amplificazione** di sito, si è proceduto ad una campagna di indagini che ha consentito, attraverso la correlazione dei diversi dati, di limitare il numero di incertezze e di delineare un modello di sottosuolo affidabile.

Maggiori approfondimenti sono riportati nell'Allegato GEO 08

7. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area di progetto è interessata principalmente dal corso d'acqua del Torrente Candelaro posto nelle vicinanze del sito d'interesse e che scorre in direzione N/N-W/S-E. L'ossatura dei rilievi collinari è costituita da sedimenti essenzialmente argillosi, la morfologia è piatta con incisioni secondari e di scarsa rilevanza così come dimostrato dalla figura 5 e dall'Allegato GEO 06 in cui la rappresentazione delle pendenze dimostra la totale assenza di fenomenologie di dissesto.

Si fa presente che l'area d'impianto non ricade all'interno di aree alluvionabili definite dall'Autorità di Bacino della Puglia.

Inoltre dalla consultazione dell'atlante IFFI risulta che l'area di progetto non è interessata da fenomeni franosi di alcuna tipologia.

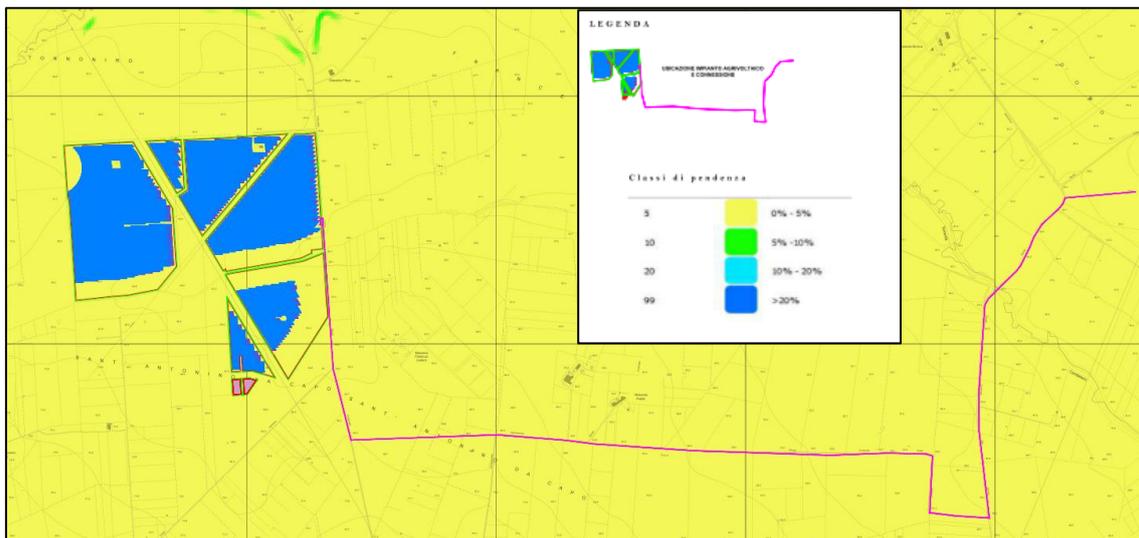


Figura 5 - Stralcio Carta delle Pendenze

8. ASSETTO IDROGEOLOGICO

8.1 Idrostruttura del Tavoliere

L' Idrostruttura risulta composta da due acquiferi sovrapposti, isolati idraulicamente tra di loro, corrispondenti ognuno alle sequenze deposizionali che si sono succedute in tale bacino.

Data l'indipendenza dei due acquiferi presenti, si è giunti a classificarli e denominarli con nomi di "Acquifero Pleistocenico" e di "Acquifero Pliocenico" (Tesi di Laurea Di Lella Nazario 1993).

- **Acquifero Pleistocenico**

La falda è localizzata nei materiali clastici alluvionali sovrastanti le argille grigio-azzurre del Pliocene superiore e del Calabriano. Tale sistema idrologico assume caratteri diversi a seconda delle caratteristiche giaciture e tessiture dei vari livelli (Cotecchia, 1957). La falda, quasi ovunque multistrato è libera sia nelle zone alte, ove giace a 20-30 m sotto il p.c., sia nel medio Tavoliere, ove le quote diminuiscono in direzione della costa e il tetto della falda si avvicina più alla superficie del suolo; nel basso Tavoliere invece si rinviene in pressione, al di sotto di formazioni argillose giallastre come citato da Di Leonardo (1935):

"Le acque artesiane del Tavoliere altro non sarebbero che le acque freatiche della media e alta pianura, le quali iniziano il loro corso forzato verso il mare sotto la coltre argillosa".

La superficie piezometrica segue grosso modo l'andamento del substrato argilloso; le quote più elevate si riscontrano nelle parti più interne (alto Tavoliere) dove superano anche 250 m s.l.m., diminuendo sensibilmente in direzione della costa. La falda defluisce verso il mare in direzione SO-NE con gradienti elevati (3 %-8 %); in prossimità della costa, dove marcata è l'influenza dell'acqua marina, gradienti sono notevolmente più bassi (Maggiore, Op.cit.).

Gli spessori maggiori dell'acquifero, e quindi la maggior produttività, si osserva laddove il substrato argilloso impermeabile è più depresso e forma dei veri e propri impluvi.

L'alimentazione è dovuta alle precipitazioni del luogo, anche se si ha un notevole ravvenamento da parte dei principali corsi d'acqua (Cervaro, Candelaro ecc).

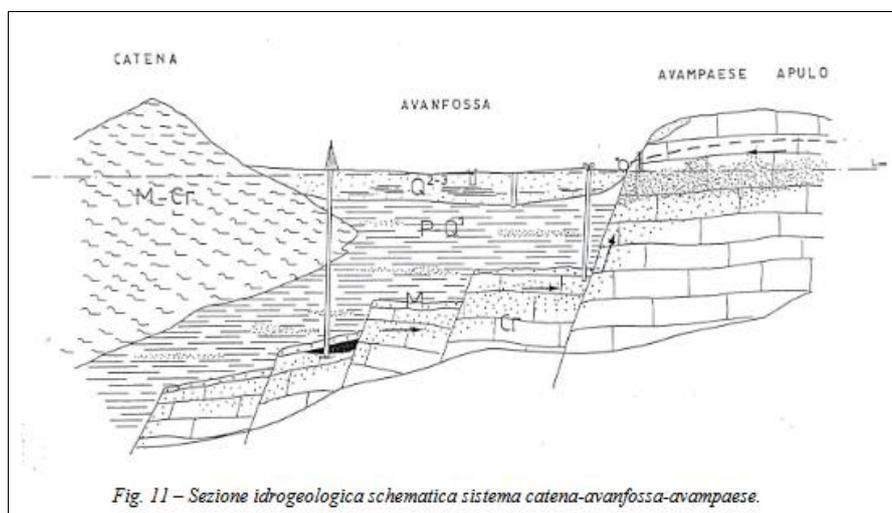


Fig. 11 - Sezione idrogeologica schematica sistema catena-avanfossa-avampaese.

- **Acquifero Pliocenico**

L'acquifero pliocenico risulta localizzato in corrispondenza dei livelli sabbioso-limosi intercalati ai depositi argillosi dell'unità delle argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche. Le perforazioni, per lo sfruttamento di tali livelli, sono state spinte fino alla profondità di 500 m con risultati soddisfacenti, anche se spesso insorgono problemi di insabbiamento del pozzo e le portate sono modeste (2-3 l/s). Il livello statico è sempre a quota superiore al livello del mare e in qualche caso l'acqua trabocca dal pozzo per artesianità (Maggiore, Op.cit.).

8.2 Idrologia superficiale

L'idrografia superficiale a grande scala è rappresentata dalla rete drenante del T. Candelaro, mentre l'idrologia secondaria risulta modesta nell'area in esame ed è essenzialmente determinata dal regime pluviometrico. Il clima tipicamente mediterraneo, è caratterizzato da precipitazioni concentrate nel periodo autunno-inverno e praticamente assenti nel periodo estivo.

Orograficamente si presenta con alcuni piccoli canali superficiali artificiali aventi caratteristiche torrentizie stagionali. Ad esclusione della percentuale di acqua meteorica evapotraspirata o che si aggota in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, il resto, lì dove non trova uno strato impermeabile nei primi metri di sottosuolo, si infiltra nel terreno alimentando direttamente la falda profonda. L'irregolare distribuzione delle piogge determina il regime esclusivamente torrentizio dei corsi d'acqua della zona esaminata con fasi di piena nei mesi di novembre e dicembre e di magre, se non addirittura di siccità nei mesi estivi.

Questo regime è anche dovuto alle caratteristiche geologiche dell'area esaminata, in quanto la natura prevalentemente sabbioso-limoso delle formazioni superficiali implica una buona permeabilità, che cala bruscamente in corrispondenza delle zone argillose dove si creano, durante i rovesci, veri e propri dei ristagni di acqua.

Segue Figura 6, Stralcio Carta Idrogeologica, per approfondimenti si rimanda all'Allegato GEO 07.

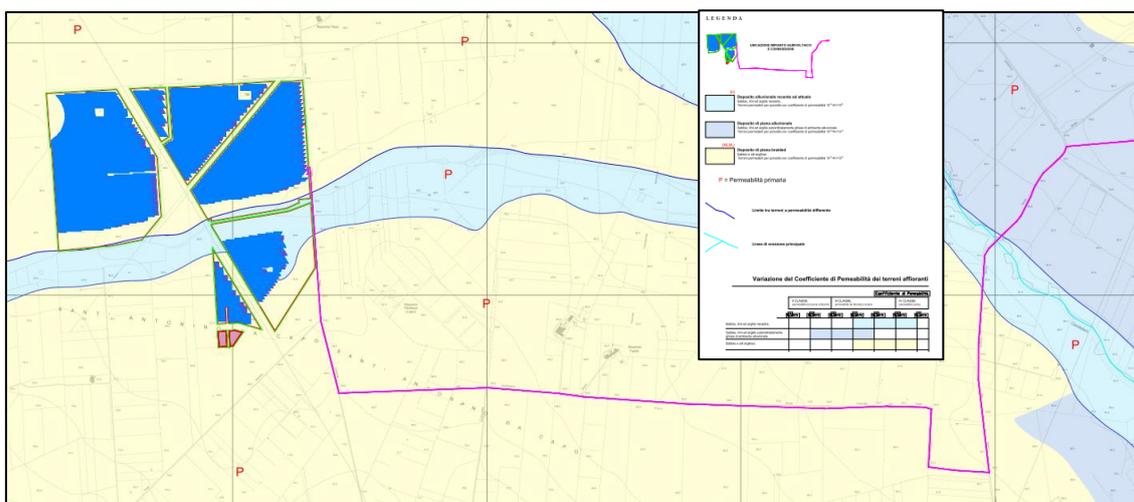


Figura 6 – Stralcio Carta Idrogeologica

9. COMPATIBILITA' SISMICA

9.1 Sismicità Storica

Prendendo a riferimento il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI v3.0 dal 1000 al 2019 – (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., Antonucci A. 2021 – INGV) è possibile elencare nella tabella che segue tutti i terremoti storici che hanno colpito la Regione Puglia con una magnitudo $\geq 5Mw$.

	DATA	AREA MASSIMI EFFETTI	MW
1	31 maggio 1646	Gargano	6.72
2	20 febbraio 1743	Ionio settentrionale	6.68
3	30 luglio 1627, ora 10:50	Capitanata	6.66
4	20 marzo 1731, ora 03:00	Tavoliere delle puglie	6.33
5	17 luglio 1361, ora 17:15	Subappennino dauno	6.03
6	7 agosto 1627, ora 16:40	Capitanata	6.03
7	29 gennaio 1657, ora 02:00	Capitanata	5.96
8	6 dicembre 1875	Gargano	5.86
9	anno 1414	Gargano	5.8
10	30 luglio 1627, ora 11:05	Capitanata	5.8
11	6 settembre 1627, ora 15:50	Capitanata	5.8
12	5 maggio 1647, ora 12:30	Gargano	5.69
13	11 maggio 1560, ora 04:40	Costa pugliese centrale	5.66
14	18 agosto 1948, ora 21:12	Gargano	5.55
15	8 dicembre 1889	Gargano	5.47
16	21 agosto 1948, ora 08:44	Gargano	5.4
17	10 agosto 1893, ora 20:52	Gargano	5.39
18	22 agosto 1948, ora 23:16	Gargano	5.37
19	23 luglio 1688	Capitanata	5.33
20	7 giugno 1720	Tavoliere delle puglie	5.22
21	26 ottobre 1826, ora 18:00	Salento	5.22
22	16 gennaio 1951, ora 01:11	Gargano	5.22
23	18 marzo 1955, ora 06:49	Gargano	5.22
24	21 febbraio 1841	Gargano	5.17
25	30 settembre 1995, ora 10:14	Gargano	5.15
26	9 febbraio 1955, ora 10:06	Gargano	5.05
27	21 ottobre 1919, ora 00:24	Gargano	5.03
28	19 giugno 1975, ora 10:11	Gargano	5.02

9.2 Sorgenti sismiche di progetto

La pericolosità sismica in Puglia è molto variabile a causa del suo allungamento obliquo rispetto alle maggiori strutture sismogenetiche.

I dati di sismicità storica indicano che terremoti di magnitudo pari o superiore a 6.0 con centinaia o migliaia di vittime hanno avuto luogo in più occasioni nel territorio pugliese, soprattutto nella sua parte settentrionale (zona Garganica).

La pericolosità non dipende solo dall'attività sismica che ha origine all'interno della Puglia, ma anche dai terremoti che possono verificarsi in aree contigue, come ad esempio si verifica con i sismi localizzati lungo la catena appenninica.

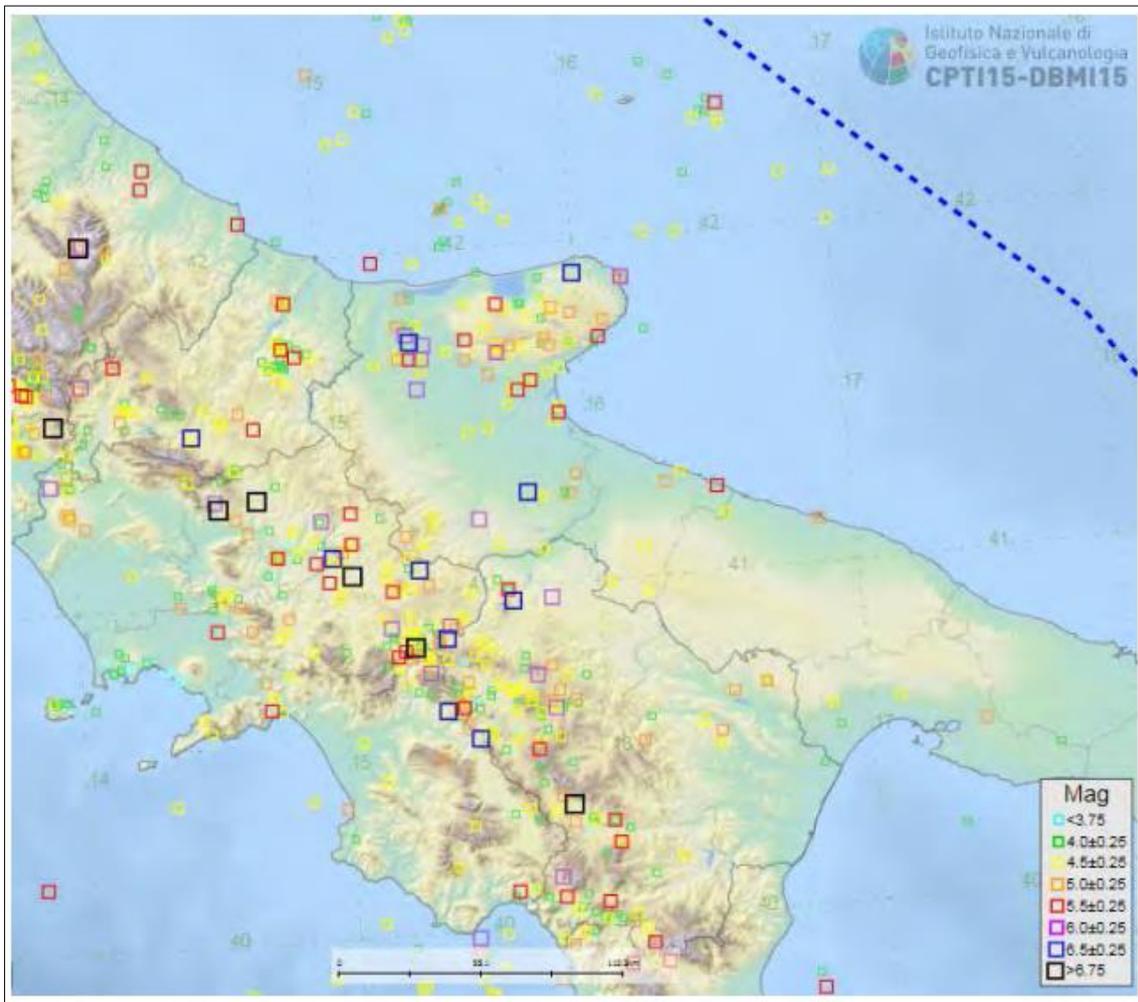


Figura 6 – Geolocalizzazione del Database Macrosismico Italiano (CPTIv3.0)

Di seguito vengono riportati i principali cataloghi e studi tematici sulle potenziali sorgenti sismogenetiche presenti nella dorsale appenninica campana ed in particolare: il progetto DISS e la banca dati ITHACA.

- **PROGETTO DISS**

Il Database of Individual Seismogenetic Sources (DISS) (INGV, Database of Individual Seismogenetic Sources, 2015) è un database georeferenziato della INGV che raccoglie tutti i dati, i testi, la bibliografia e le prove della presenza di elementi tettonici, faglie, evidenze plaeosismologiche e sismiche, presenti sul territorio italiano. I dati sono stati elaborati in modo da individuare tre tipologie di sorgenti sismogenetiche:

- **Le sorgenti sismogenetiche individuali** hanno evidenze chiare, dati molto dettagliati, già individuate in letteratura, mappate in campagna e sono individuate in base a un set completo di caratteristiche: geometriche (direzione, immersione, lunghezza, larghezza e profondità), cinematiche (direzione di moto) e sismologiche (spostamento del singolo evento, magnitudine attesa, tasso di slip, intervallo di ricorrenza);
- **Le sorgenti sismogenetiche composite** sono regioni di forma allungata che contengono un non specificato numero di sorgenti lineari sismogenetiche che non possono essere individuate singolarmente, poiché non hanno un set caratteristico di evidenze geometriche, cinematiche e sismologiche e non sono associate con una specifica distribuzione di terremoti;
- **Le sorgenti sismogenetiche dubbie** sono faglie attive proposte in letteratura scientifica come potenziali sorgenti sismogenetiche ma che, con i dati a disposizione, non sono state ancora considerate abbastanza attendibili da poter essere inserite nel database.

La porzione più meridionale del comune di Apricena è attraversata dalla sorgente sismogenetica Ripabottoni-San Severo (in verde) e dista 2.7 km dalla sorgente sismogenetica San Marco in Lamis – Mattinata (in giallo), caratterizzate rispettivamente da magnitudine massima attesa di 7.1 e 7.0 Mw.



- **PROGETTO ITHACA**

Nel progetto ITaly HAzard from CApable faults ((ISPRA, il Catalogo delle faglie capaci, 2011) vengono raccolti tutti i dati e le informazioni relative alle strutture tettoniche attive in Italia, in particolare ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. In ITHACA pertanto vengono raccolti i sistemi fagliativi attivi e capaci: faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie. Nell'intorno di Apricena è possibile evidenziare le seguenti faglie capaci:



- 1) Faglia Capace 44200 "Apricena" Segmentation: Single - Direzione Media: 120° - Dip Direction: SW - Media Affidabilità
- 2) Faglia Capace 33805 "Lago di Varano - Stignano" Segmentation: Single - Direzione Media: 135° - Dip Direction: SW - Alta Affidabilità
- 3) Faglia Capace 33700 "Mattinata" Segmentation: Single - Direzione Media: 270° - Dip Direction: N - Alta Affidabilità

9.3 Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono calcolati i seguenti parametri:

ag = accelerazione orizzontale massima;

Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Da parametri vengono poi ricavati gli spettri di risposta elastica per ogni stato limite.

Le NTC2018 mettono a disposizione nell'allegato B una tabella contenente i valori di ag Fo T^*c per i 10751 punti del reticolo di riferimento del territorio nazionale continentale in funzione quindi delle coordinate geografiche e del tempo di riferimento:

concettualmente si tratta di un enorme database in cui è possibile ricercare la maglia di riferimento che racchiude il punto di coordinate note.

La procedura viene finalizzata grazie a numerosi applicativi web che permettono questa ricerca in tempi rapidi (nel prosieguo viene preso a riferimento il portale "Parametri Sismici Geostru").

Trovati i tre parametri di riferimento, impostando successivamente ulteriori parametri di input (la classe d'uso dell'opera da realizzare, la vita nominale, la categoria di sottosuolo, la scelta dello stato limite di riferimento), si andranno a definire i coefficienti sismici utili per la futura progettazione dell'opera.

In ultimo la definizione della Magnitudo di Riferimento e della distanza epicentrale viene ricavata dal metodo della disaggregazione, prendendo a riferimento le Mappe Interattive della Pericolosità Sismica, messe a disposizione dall'INGV.

Di seguito la pericolosità sismica di base della zona di studio, ipotizzando una classe di edificio II (affollamento normale, assenza di funzioni pubbliche e sociali) e una vita nominale pari a 50.

- **INDAGINE SISMICA MASW REALIZZATA**

Per la caratterizzazione sismica dell'area sono state realizzate n. prove sismiche MASW. Nella tabella seguente si riportano i valori della $V_{s,eq}$ scaturiti da ciascuna prova e la relativa categoria di sottosuolo.

PROVA SISMICA	VELOCITA' EQUIVALENTE (m/s)	CATEGORIA DI SUOLO
MW1	352	C
MW2	354	C

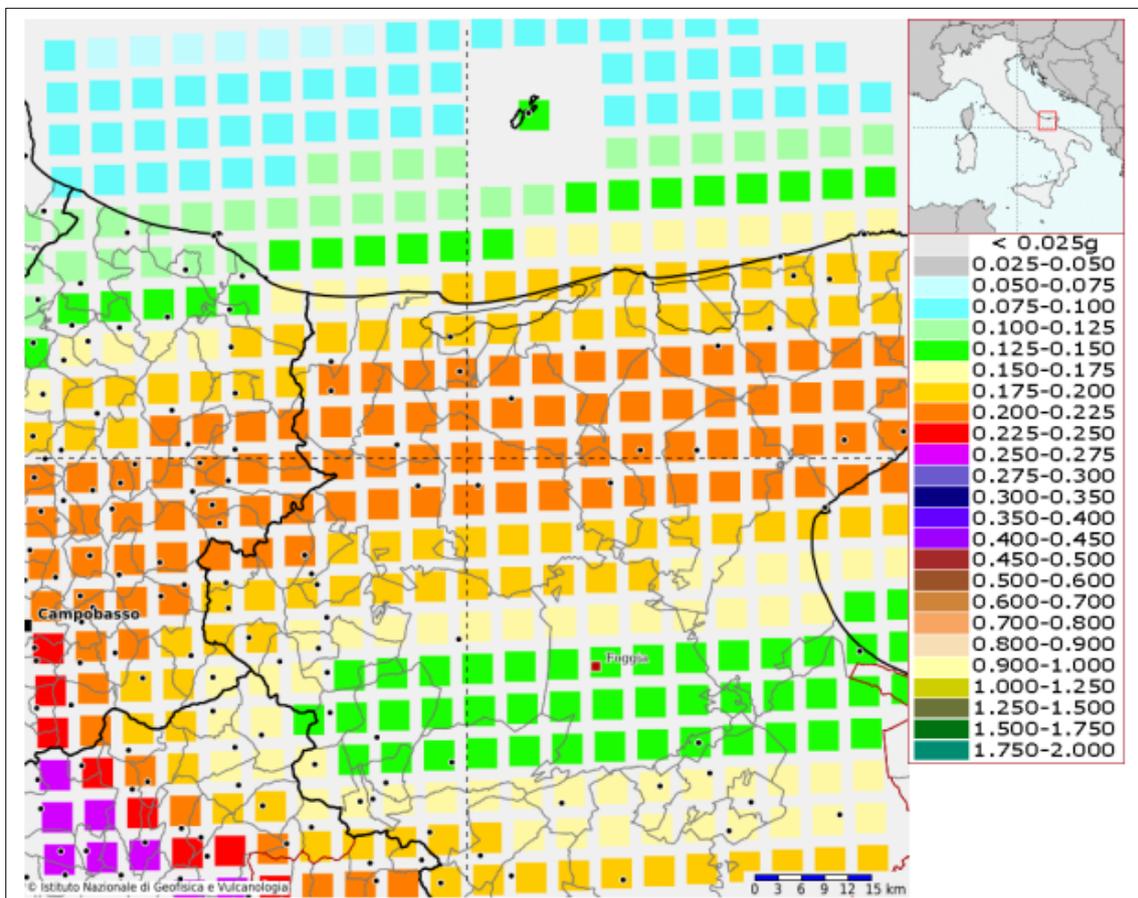
Pertanto, i terreni n esame possono rientrare nella categoria di sottosuolo C, definita dalle NTC2018 come *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.”*

9.4 Pericolosità sismica del sito

Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004) Informazioni sul nodo con ID: 34332 - Latitudine: 41.720- Longitudine: 15.366.

La pericolosità sismica di un territorio è rappresentata dalla frequenza e dalla forza dei terremoti che lo interessano, ovvero dalla sua sismicità. Viene definita come la probabilità che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un terremoto che superi una soglia di intensità, magnitudo o accelerazione di picco (Pga) di nostro interesse.

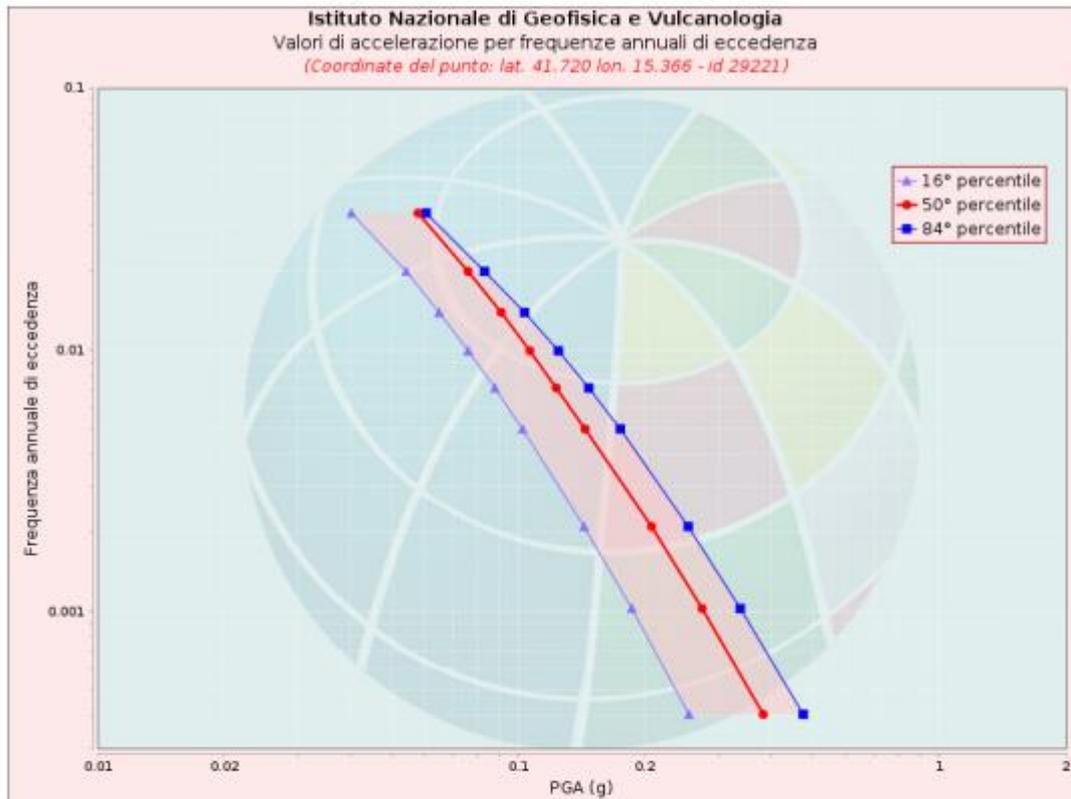
Per la determinazione dei valori della pericolosità sismica, il territorio nazionale è stato suddiviso in molteplici griglie aventi passo di 0.05°.



Nelle figure e nelle tabelle riprodotte le mappe e i parametri caratteristici dell'areale in cui si colloca il sedime di intervento con i valori di pericolosità sismica (dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.

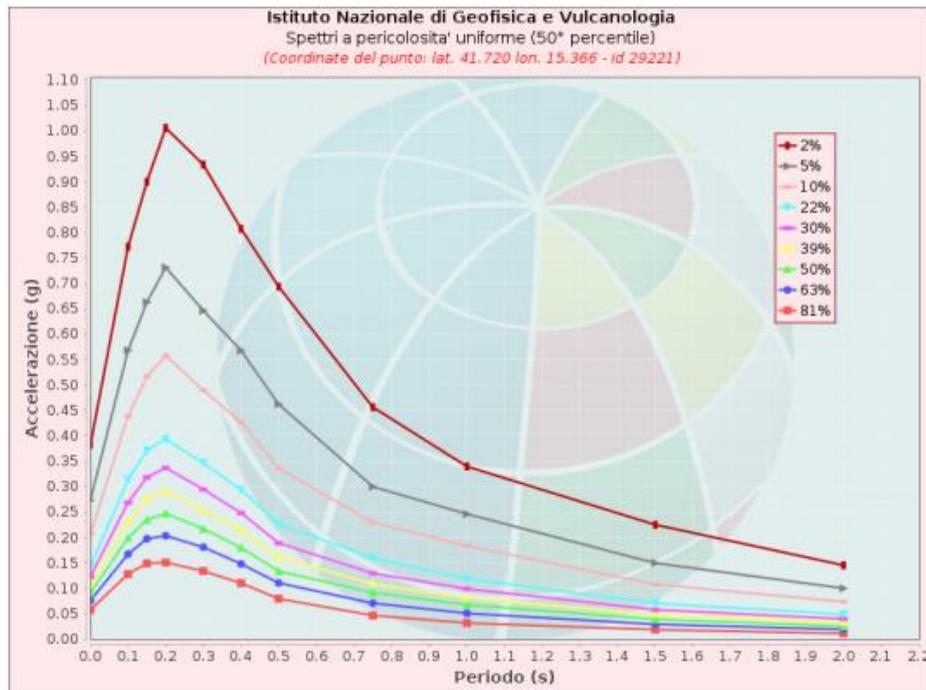


Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.254	0.382	0.476
0.0010	0.186	0.274	0.337
0.0021	0.143	0.207	0.254
0.0050	0.102	0.144	0.175
0.0071	0.088	0.123	0.147
0.0099	0.076	0.107	0.125
0.0139	0.065	0.091	0.104
0.0199	0.054	0.076	0.083
0.0332	0.040	0.058	0.060

Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità.

I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.

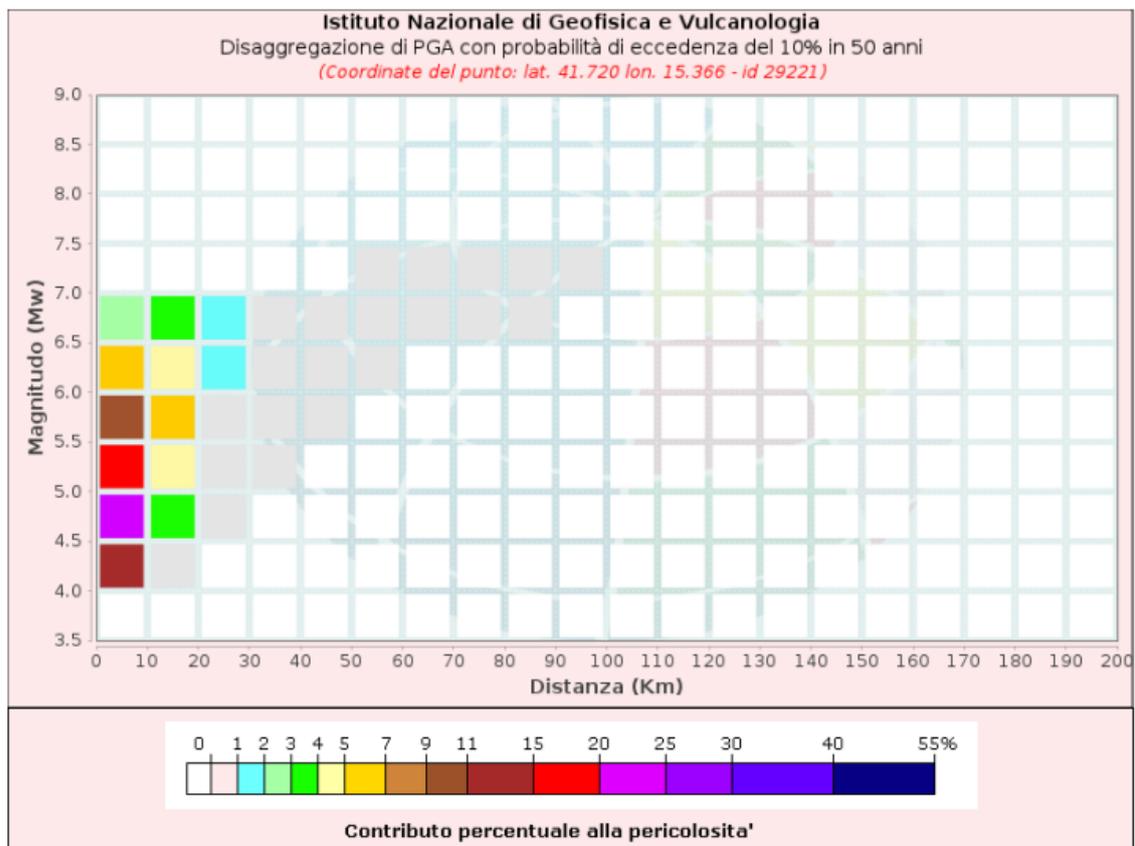


Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE	Accelerazione (g)										
in 50	Periodo (s)										
anni	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.382	0.772	0.900	1.006	0.934	0.808	0.694	0.457	0.340	0.225	0.146
5%	0.274	0.568	0.663	0.731	0.647	0.568	0.462	0.300	0.246	0.150	0.100
10%	0.207	0.439	0.517	0.558	0.490	0.428	0.336	0.230	0.184	0.108	0.074
22%	0.144	0.314	0.371	0.394	0.347	0.294	0.226	0.160	0.119	0.071	0.049
30%	0.123	0.269	0.318	0.337	0.295	0.249	0.189	0.130	0.099	0.058	0.040
39%	0.107	0.233	0.275	0.292	0.254	0.214	0.161	0.109	0.081	0.048	0.033
50%	0.091	0.199	0.235	0.248	0.217	0.180	0.134	0.092	0.068	0.039	0.025
63%	0.076	0.167	0.198	0.204	0.181	0.148	0.111	0.071	0.051	0.029	0.019
81%	0.058	0.128	0.149	0.151	0.134	0.110	0.080	0.047	0.032	0.019	0.011

Grafico di disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.

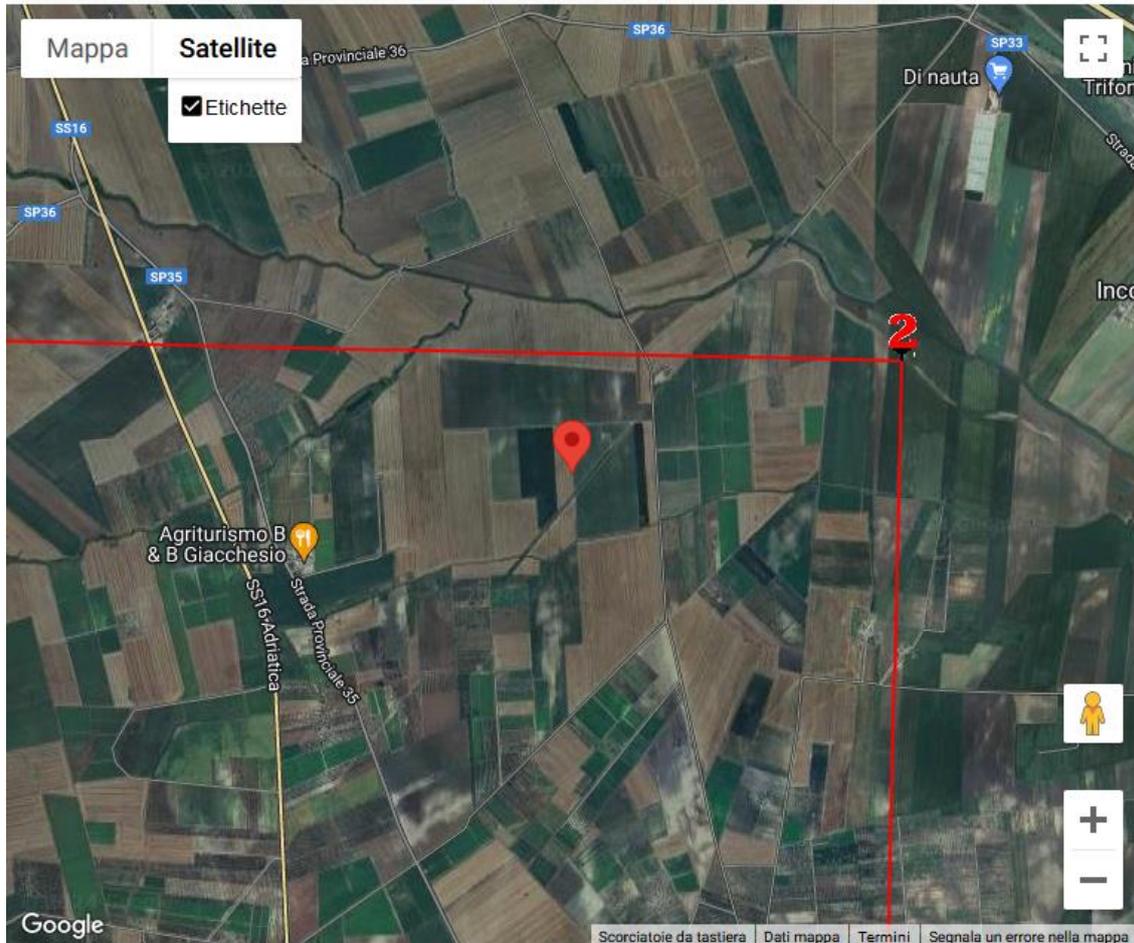


Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	11.2000	24.8000	18.0000	10.9000	5.6800	2.5700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.5770	3.1200	4.9900	5.4000	4.5300	3.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0074	0.3430	0.9500	1.2600	1.2200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0765	0.2470	0.3370	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0488	0.1290	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0104	0.1390	0.0085	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0770	0.1150	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0142	0.0837	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0331	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0040	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 5.32 ; distanza = 8.09 ; epsilon = 0.928

9.5 Parametri sismici

Sulla base delle (NTC 2018) di cui al DECRETO 17 gennaio 2018 "Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni" (GU n. 42 del 20-03-2018- Suppl. Ordinario), l'area in questione risulta caratterizzata dai seguenti parametri di risposta sismica locale:



Sito in esame.

WGS84:	Lat 41.763749	Lng 15.347571
ED50:	Lat 41.764720	Lng 15.348431

Stati limite



Classe Edificio

I. Presenza occasionale di persone, edifici agricoli...



Vita Nominale

50



Interpolazione

Media ponderata

CU = 0.7

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.058	2.464	0.281
Danno (SLD)	35	0.062	2.472	0.284
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.178	2.471	0.328
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.238	2.443	0.338
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

Coefficienti sismici



Tipo

Stabilità dei pendii e fondazioni

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

H (m)

us (m)



1



0.1



Cat. Sottosuolo

C



Cat. Topografica

T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,44	1,35
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,59	1,52	1,50
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

 Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]


0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.017	0.019	0.062	0.090
0.009	0.009	0.031	0.045	
Amax [m/s ²]	0.846	0.919	2.516	3.156
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

10. MODELLO GEOLOGICO DELL'AREALE DI SEDIME

Anche se le lavorazioni previste nel progetto non implicano importanti interazioni con i terreni costituenti il substrato, si ritiene opportuno descrivere i parametri geotecnici di riferimento, utili alla determinazione della scelta tipologico-dimensionale delle opere. Questi sono stati estratti dai dati in possesso dallo scrivente, ricavati da analisi geotecniche eseguite su campioni similari analizzati per aree limitrofe e da dati bibliografici della letteratura ufficiale.

I valori derivanti dalle analisi dei campioni consultati non si discostano in maniera indicativa dai valori medi prelevati dalla bibliografia ufficiale, pertanto risultano sicuramente adottabili per i calcoli geotecnici eventualmente occorrenti (Allegato GEO 09).

Di seguito, si riportano i valori dei parametri geotecnici dei terreni costituenti la porzione superficiale del substrato franoso stabilizzato, pur rappresentando in minima parte la porzione dei terreni interessati dall'intervento di progetto.

SABBIE GIALLASTRE E SILT ARGILLOSI

Peso di volume naturale	$\gamma = 18.50 \text{ KN/m}^3$
Angolo d'attrito interno	$\phi' = 26^\circ$
Coesione	$c' = 10.00 \text{ kN/m}^2$
K'(Winkler)	$= 4.0 \text{ kg/cm}^3$

Mentre di seguito si riportano i valori geotecnici dei terreni che saranno direttamente oggetto dell'intervento. I valori ricavati sono i seguenti:

SABBIE LIMI ED ARGILLE

Peso di volume naturale	$\gamma = 19.50 \text{ KN/m}^3$
Angolo d'attrito interno	$\phi' = 22^\circ$
Coesione	$c' = 20.00 \text{ kN/m}^2$
K'(Winkler)	$= 2.0 \text{ kg/cm}^3$

Per quanto riguarda l'attitudine al cedimento dei terreni, l'uso del metodo di Winkler, tra i metodi più diffusi per lo studio dell'interazione tra fondazione e terreno, richiede un'attenta valutazione del valore di K da utilizzare a seconda dei casi.

Il tipo di indagine più semplice e più indicativo per indagare sul comportamento di una fondazione superficiale, ed in particolare sul valore del coefficiente di reazione K, è la prova di carico su modello in scala ridotta, ovvero la cosiddetta prova di carico su piastra. Tuttavia, dall'applicazione

delle prove di carico su piastra si possono ottenere indicazioni, oltre che su K, anche sul valore del modulo elastico equivalente per la fondazione in vera grandezza, ovvero del rapporto tra i cedimenti della fondazione reale ed i cedimenti relativi alla prova. Quindi in un terreno reale il cedimento dipende, oltre che dal carico applicato, dalle proprietà del terreno medesimo, nonché dalla forma e dalle dimensioni della fondazione. Ne consegue, pertanto, che il coefficiente di reazione non è una proprietà del terreno, e quindi ha un senso solamente indicativo fornire valori tipici per terreni tipici. Per completezza di informazione si riporta una tabella di riferimento di valori indicativi della costante di Winkler – K (Kg/cm³):

Terreno	Min	Max
Sabbia sciolta	0.48	1.60
Sabbia mediamente compatta	0.96	8.00
Sabbia compatta	6.40	12.80
Sabbia argillosa mediamente compatta	2.40	4.80
Sabbia limosa mediamente compatta	2.40	4.80
Sabbia e ghiaia compatta	10.00	30.00
Terreno argilloso con $q_u < 2$ Kg/cm ²	1.20	2.40
Terreno argilloso con $2 < q_u < 4$ Kg/cm ²	2.20	4.80
Terreno argilloso con $q_u > 4$ Kg/cm ²	>4.80	

Per il caso in esame, non conoscendo la distribuzione degli scarichi conseguenti agli interventi di progetto né le dimensioni e forma degli eventuali interventi sulle fondazioni, ma solo i terreni di sottofondazione (assimilabili a sabbie mediamente compatte) è impossibile definire in maniera esatta il valore di K, ma si può individuare solamente un range bibliografico che è quello riprodotto in tabella.

Lo stato di alterazione caratterizzante la porzione superficiale della successione litologica studiate non permette di poter acquisire un modello matematico che descriva appieno il comportamento tecnico e quindi i dati a disposizione sono necessariamente interpretativi nonché incompleti per le note difficoltà che si hanno per la interpretazione delle risultanze rivenienti dalle convenzionali analisi geotecniche per queste tipologie litologiche.

11. CONCLUSIONI

La presente relazione riferisce sulla situazione geologica-geotecnica di un'area ubicata in agro di San Severo sulla quale è prevista la realizzazione di un **"Impianto agrivoltaico avanzato di potenza nominale pari a 44 MWp.**

A tal fine è stata effettuata una raccolta dei dati bibliografici disponibili ed è stato eseguito un rilevamento geologico dell'area, completato dalla esecuzione di una campagna d'indagine geofisica per la ricostruzione della situazione stratigrafica e per una prima caratterizzazione geomeccanica dei litotipi presenti in sito, giungendo a determinare la classe di appartenenza ai sensi delle NTC 2018.

Dal punto di vista litologico, il sito è ubicato in corrispondenza delle aree di affioramento di formazioni appartenenti al ciclo deposizionale Quaternario e Pliopleistocenico.

Nell'ambito delle profondità di interesse non sono presenti falde superficiali e l'area d'insediamento si presenta stabili, privo di dissesto in atto e fuori da ogni area a vincolo irdogeomorfologico.

Ai sensi delle NTC 2018, il sito può essere classificato come Profilo di Tipo "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 tutto quanto considerato nel presente Studio, si può affermare che, per quanto di competenza, non sussistono impedimenti di natura Geologica – Geotecnica alla realizzazione delle opere di progetto.

Il Geologo
Dott. Antonio DIBIASE

