



NOVEMBRE 2021

TS ENERGY 2 S.r.L.

IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 90 MW

COMUNE DI SAN GIOVANNI ROTONDO (FG)

Montagna

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Relazione Geologica e Geotecnica

Progettisti (o coordinamento)

Ing. Laura Maria Conti n. ordine Ing. Pavia 1726

Dott.ssa Geol. Giovanna Amedei, n. Ord. Geol. Puglia 438 – Sez. A

Codice elaborato

2748_4499_SG_PD_R03_Rev0_Relazione-geologica-e -geotecnica



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

INDICE

<i>1- Premessa</i>	<i>Pag. 2</i>
<i>2- Inquadramento geografico</i>	<i>Pag. 3</i>
<i>3- Riferimenti Geologici</i>	<i>Pag. 5</i>
<i>4- Aspetti Sismici</i>	<i>Pag. 12</i>
<i>5 – Caratterizzazione Idrologica</i>	<i>Pag. 15</i>
<i>6 – Caratteri Idrografici</i>	<i>Pag. 21</i>
<i>7 – Indagini Eseguite</i>	<i>Pag. 24</i>
<i>7.1 – Prove Penetrometriche Dinamiche</i>	<i>Pag. 24</i>
<i>7.2 – Prospezioni Sismiche MASW</i>	<i>Pag. 25</i>
<i>8 – Caratteristiche Litotecniche dei Terreni</i>	<i>Pag. 27</i>
<i>9 – Conclusioni</i>	<i>Pag. 31</i>



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

1 - PREMESSA

Su incarico della committente, Società TS ENERGY 11, con sede legale in Milano alla Via Albricci n. 7 – P. I-VA: 10680850962 - la scrivente, *Dott.ssa Giovanna Amedei*, geologa, iscritta all'O.R.G. della Puglia al n. 438 e con studio professionale in Rodi Garganico, alla Via Pietro Nenni n. 4, ha eseguito gli studi e redatto la presente relazione volta alla definizione di un preliminare quadro geologico, geologico-tecnico ed idrologici sui terreni interessati dal “*Progetto per un impianto di produzione agro - energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG), località “Villaggio Amendola”*”.

In relazione alle finalità progettuali, lo studio dell’area d’intervento si è articolato secondo le seguenti modalità:

1. ricerca bibliografica di pubblicazioni e studi di carattere geologico effettuati nell’area di interesse;
2. raccolta ed analisi di informazioni e dati provenienti da precedenti studi di carattere geologico;
3. Esecuzione di indagini sismiche indirette

Per i vincoli di interesse geologico, l’area in esame:



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

☒ ricade in zona sismicamente attiva e legalmente classificata come Zona 2 così come da Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/03.

2- INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio è localizzata nel Comune di San Giovanni Rotondo, a Sud dell'Aeroporto dell'Aeronautica Militare di Amendola, in prossimità della frazione di Villaggio Artigianale, al confine con il territorio comunale di Foggia (Fig. 1).



Fig. 1: Ubicazione area d'intervento



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

Dal punto di vista catastale i terreni direttamente interessati dal progetto sono individuabili nel seguente modo:
Fgl di Mappa n. 139, P.lle nn. 88, 120, 108, 168, 194, 241;
Fgl di Mappa n. 142, P.lle nn. 131, 474, 476, 478, 130, 471, 128, 74, 78, 75, 127, 67, 59, 129, 70, 386, 69, 64, 65, 63, 79, 98 e 99 (Fig. 2)

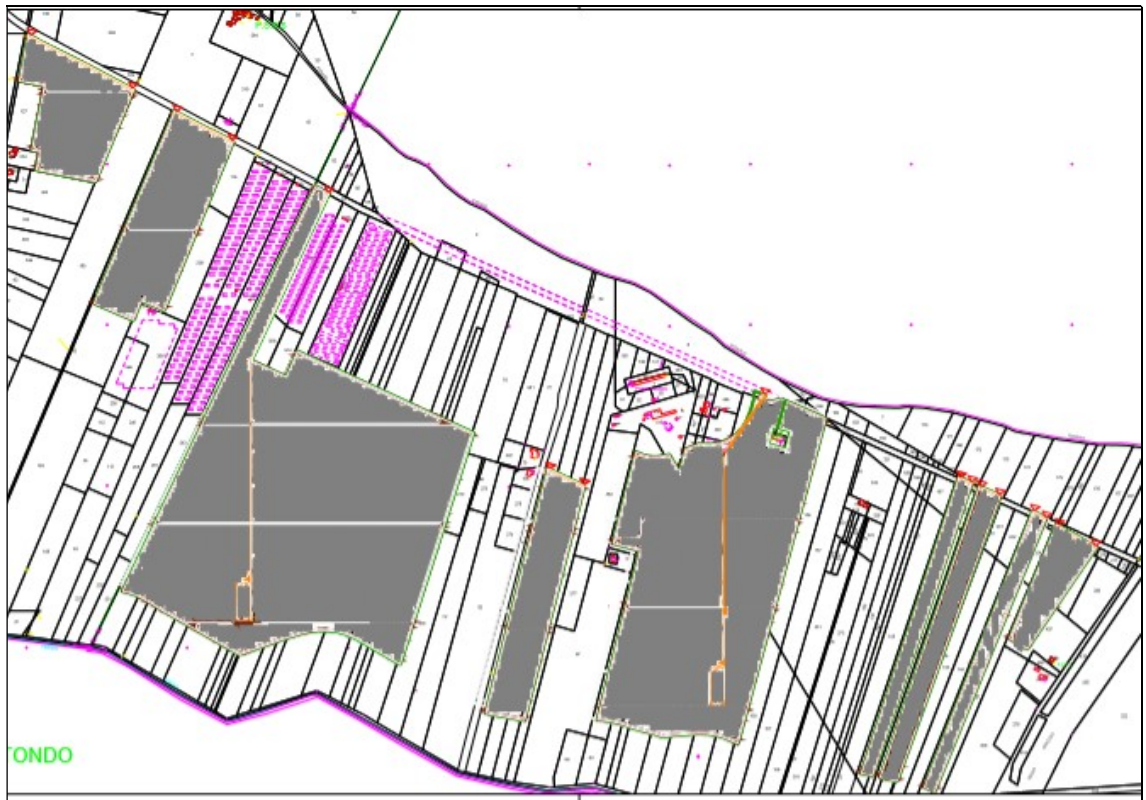


Fig. 2: Stralcio Catastale dell'area d'intervento



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

3 RIFERIMENTI GEOLOGICI

Dal punto di vista geologico l'area fa parte della regione garganica, la cui ossatura è costituita da una potente successione di sedimenti calcareo-dolomitici di età triassico-cretacea, poggianti direttamente su crosta di tipo continentale, sui quali si ritrovano localmente terreni calcarenitici paleocenici, biocalcareni neogeniche e coperture terrigene quaternarie.

Tutto ciò è il risultato della lunga evoluzione di un ambiente deposizionale di tipo retroscogliera - scogliera - avanscogliera, sostituito nel Cretaceo inferiore da un modello deposizionale del tipo: piattaforma, scarpata e bacino (Fig. 3).

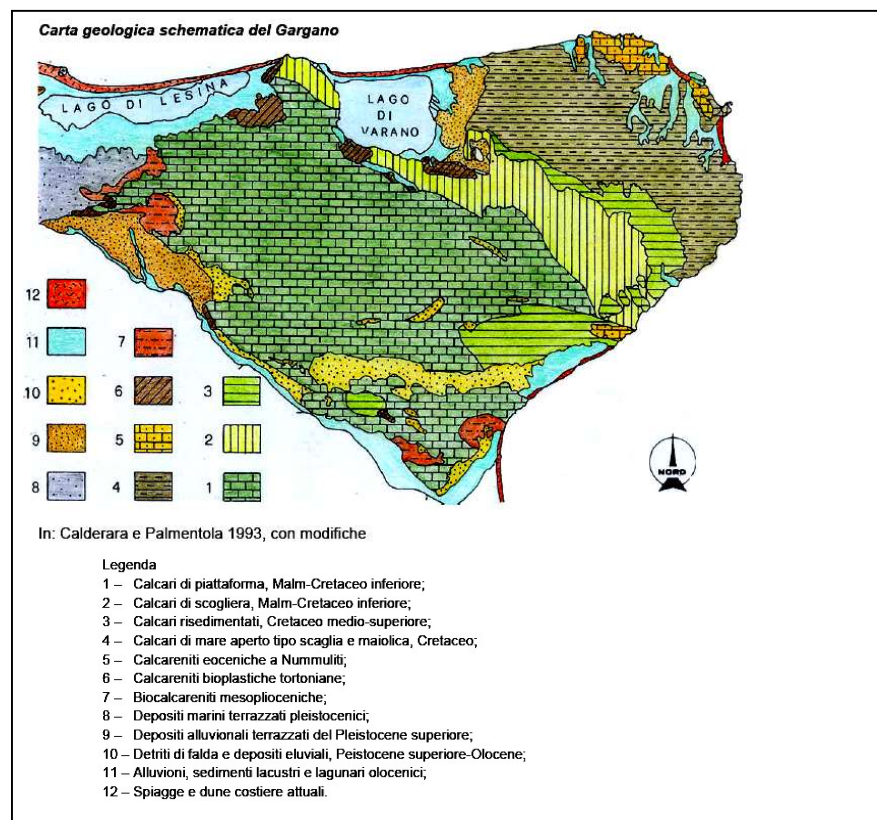


Fig. 3 - Stralcio Carta Geologica del Gargano



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

I terreni più antichi del Gargano, attribuibili al Trias superiore, fanno parte di una successione evaporitica costituita essenzialmente da gessi ed anidriti (Formazione delle Anidriti di Burano), il cui massimo spessore perforato è di circa 2700 metri. In affioramento è presente soltanto un lembo residuo, venuto a giorno per diapirismo nei pressi di Punta delle Pietre Nere dove, associati ai gessi, si rinvenivano anche lembi di rocce eruttive di tipo basaltico.

Alle formazioni del Trias, seguono nella serie stratigrafica le formazioni carbonatiche di età mesozoica e neogenica; nell'ultimo tratto la successione è interrotta dalle trasgressioni di età miocenica e pliocenica.

La serie è completata da depositi marini quaternari di avanfossa, rappresentati da limi argillosi, localmente affioranti in lembi residui sotto un'estesa copertura sabbiosa trasgressiva.

Su parte delle superfici abbandonate dal mare pleistocenico in regressione verso l'attuale linea di costa, si è impostata un'idrografia superficiale con bacini lacustri e fluviali i cui depositi costituiscono i termini più recenti della locale successione stratigrafica (Fig. 4).



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

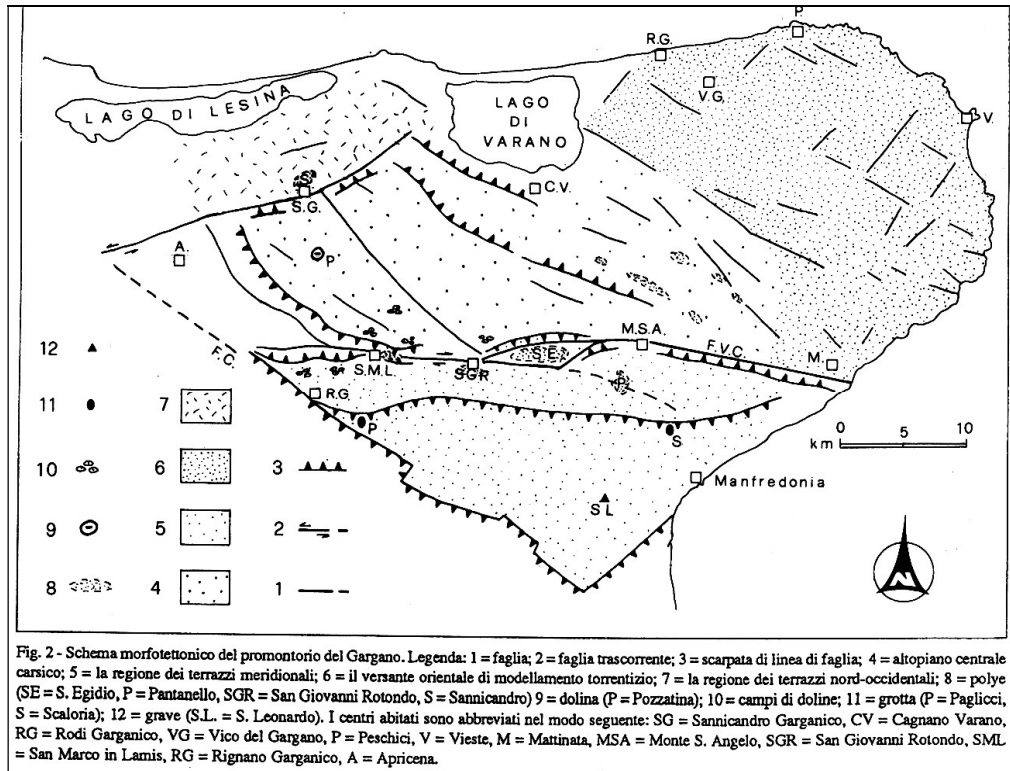


Fig. 4 - Schema morfotettonico

(Caldara & Palmentola in Bonifica n 3 -1993)

Sotto l'aspetto **tettonico** il Promontorio è paragonabile ad un Horst di grandi dimensioni il cui nucleo è rappresentato dai calcari di scogliera intorno al quale si sono depositati i sedimenti marini più recenti con assetto a periclinale.

La struttura geologica oggi visibile è il prodotto di fasi tettoniche distinte: la prima, di natura plicativa, si è verificata in seguito al fenomeno di sollevamento generale dando origine alla grossa anticlinale avente come centro l'antica scogliera; la seconda, di natura disgiuntiva, a carattere distensivo, ha prodotto due serie principali di dislocazioni, una ad andamento prevalente N0-SE, l'altra avente come direzione E-W.



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

Il territorio garganico è pertanto caratterizzato da numerose monoclinali, ad orientamento ed inclinazioni variabili, ove sono frequenti salti morfologici in prossimità di dislocazioni tettoniche (faglie) aventi orientamento prevalente in direzione NO-SE.

La **morfologia** della zona garganica meridionale è interessata da una serie di rilievi collinari tra i quali sono incisi profondi “solchi vallivi” corrispondenti a “Graben” stretti e allungati, prodotti da dislocazioni aventi direttrici prevalentemente NO-SE. La valle Carbonara, a nord dell’area, e la faglia del T. Candelaro, a sud, rappresentano gli elementi morfologici più evidenti. La prima corrisponde ad una “valle tettonica” formatasi come conseguenza di una serie di faglie trascorrenti, che hanno prodotto un “Graben” stretto e molto lungo secondo la direttrice O-E (S. Marco Lamis-S. Giovanni Rotondo-Monte S. Angelo). La seconda rappresenta un gradino morfologico, sopraelevato di circa 100 rispetto al tavoliere foggiano, con un terrazzo di abrasione marina delimitato superiormente da una falesia, che si eleva di circa 200 m.

Lo scorrimento idrico è poco sviluppato in superficie per la presenza di terreni ad alta permeabilità (per fessurazione e carsismo). Le acque meteoriche tendono ad infiltrarsi alimentando una complessa rete idrica sotterranea.



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

I corsi d’acqua hanno in generale un percorso breve con forti piene e magre molto prolungate; non presentano un reticolo organizzato ed hanno carattere stagionale. I notevoli dislivelli e i brevi percorsi fino al mare fanno sì che nella stagione piovosa le acque possano esercitare una forte azione erosiva, trascinando a valle notevoli quantità di sedimenti, dilavando porzioni di suolo ragguardevoli.

Dal punto di vista della geologia di dettaglio l’area rientra nel Foglio Geologico n. 408 della Carta Geologica d’Italia Scala 1:50.000 (Fig. 5) redatta dall’ISPRA nell’ambito del Progetto CARG

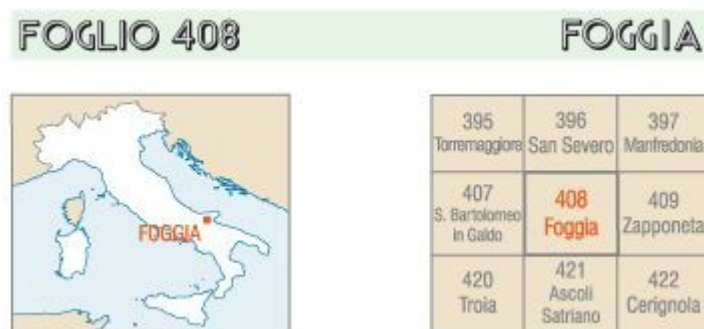


Fig. 5: Inquadramento geologico dell’area

Nel dettaglio i terreni dell’area d’intervento sono ascrivibili al **Sintema di Foggia (TGF)** – Fig.6- che occupa la vasta area pianeggiante dove è edificata la città di Foggia; Si tratta di depositi argilloso-siltoso-conglomeratici il cui spessore varia da circa 10-15 m nelle porzioni più occidentali, fino a 40 m al massimo nella porzione centrale della piana di Foggia. A di-



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

verse altezze stratigrafiche sono inoltre presenti lenti di conglomerati, di regola debolmente cementati, spesse da qualche metro a 10-15 m: questi corpi occupano aree allungate in direzione E-O larghe qualche decina di metri.

Gli orizzonti lenticolari di argille siltose sottilmente laminate o massive, con intercalazioni di sabbie siltose laminate e gradate, che sono riportate in numerose stratigrafi e del sottosuolo, sono state interpretati come depositi da decantazione con debole trazione in seguito a episodi di tracimazione o di piena calante; a luoghi in questi orizzonti sono stati rinvenuti frammenti di gasteropodi continentali. Questi depositi sono coperti da orizzonti discontinui di “crosta” che si sono sviluppati in prevalenza nelle aree di affioramento dei sedimenti a granulometria più fine.

Nel loro complesso l’ambiente deposizionale dei sedimenti riferiti al sistema di Foggia è riconducibile ad una piana alluvionale interessata episodicamente da piene.

Età: Pleistocene medio ?- Pleistocene superiore.



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

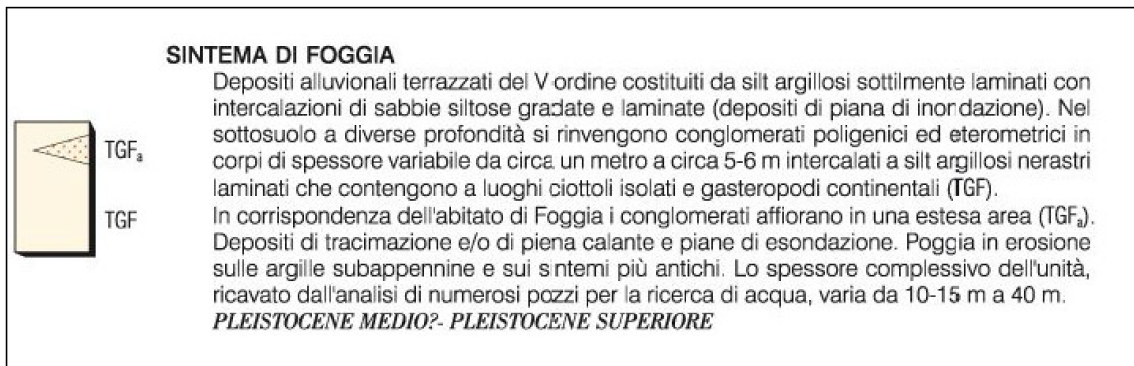
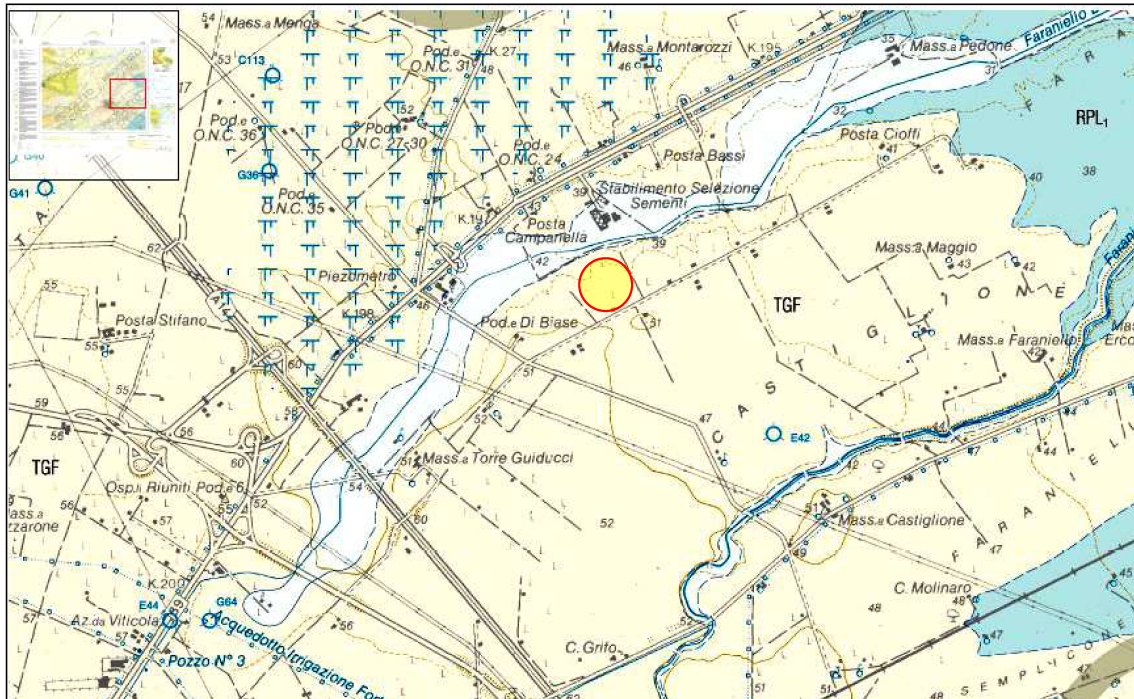


Fig. 6: Stralcio Carta Geologica

 Ubicazione Area d'intervento



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

4- ASPETTI SISMICI

Il Gargano è tra le zone italiane caratterizzate da notevoli attività sismica come si evince dall’immagine della Fig. 7.

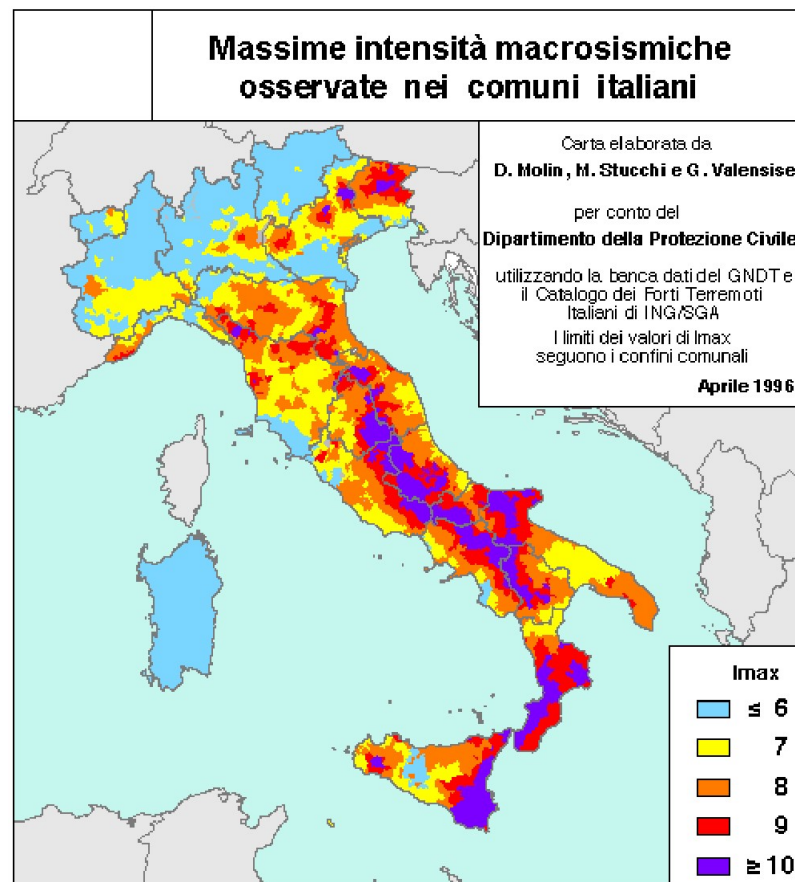


Fig. 7: Tavola della sismicità

Dal punto di vista **sismico** i dati riguardanti, l’area garganica, dall’anno 209 d.C. sino al 1985, sono stati desunti per la maggior parte dal Catalogo Sismico dell’Istituto Nazionale di Geofisica di Roma. Secondo questi dati, l’intera area garganica può essere suddivisa in tre settori sismogenetici: settentrionale, centrale e meridionale.



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

La più alta sismicità si ha lungo due fasce parallele orientate E-W, che attraversano la penisola garganica, e che corrispondono alle aree sismogenetiche settentrionale e centrale. Quasi tutto il Gargano è stato interessato da scuotimenti con intensità superiore a VIII.

In particolare, la Fig. 8 sottostante rappresenta il dettaglio riguardante l'area garganica. La Fig. 8a, che si riferisce al periodo 0 - 1892, riporta i sismi di classe superiore all'ottava; la Fig. 8b, relativa al periodo 1893 - 1974, quelli di classe superiore alla sesta.

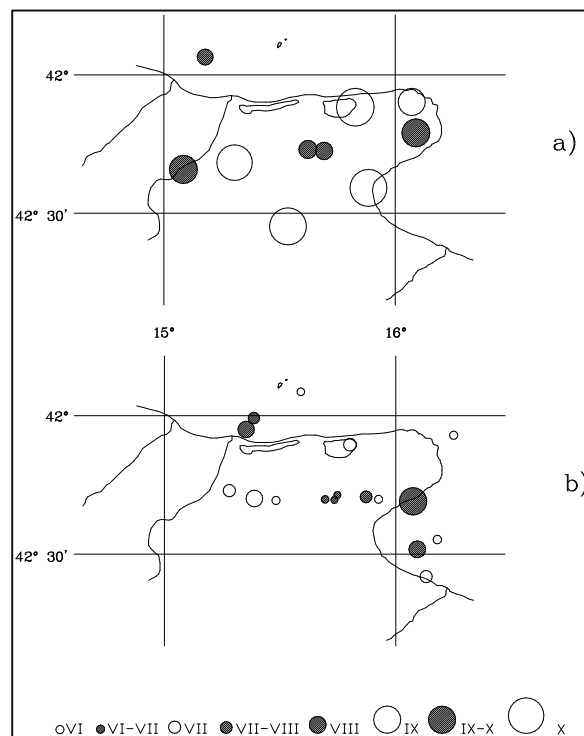


Fig. 8a Posizione degli epicentri di intensità $I \geq VI$ nell'area garganica



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

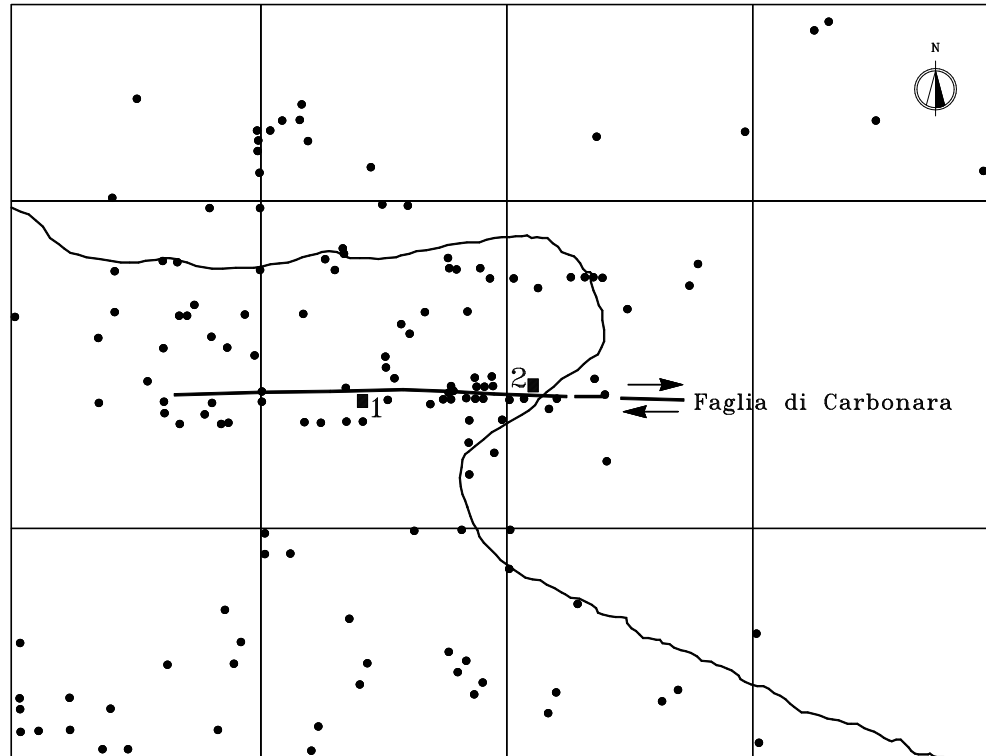


Fig. 8b: - Carta degli epicentri tra l'anno 1000 e 1994 nell'area garganica con magnitudo $M > 3.5$ e la faglia attiva trascorrente di Valle Carbonara. 1 - San Giovanni Rotondo; 2 - Mattinata (da Guerricchio e Pierri, modificata).

Tali eventi, in gran parte distruttivi nelle immediate vicinanze degli epicentri, hanno avuto influenza, e continueranno ad influire in maniera più o meno tangibile, sul territorio comunale di San Giovanni Rotondo.

Devono, pertanto, essere osservate le norme di sicurezza antisismica per la costruzione d'opere d'ingegneria civile, per prevenire attività sismiche intense che dovessero interessare l'area sismo-genetica del Gargano stesso.



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzare nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

Circa la categoria di suolo l'indagine geosismica effettuata ha consentito di ricavare i valori di $V_{s,30}$ sperimentali che ci permettono di attribuire i suoli indagati alla **categoria C**.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

5 CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA

Dalla definizione delle unità idrogeologiche pugliesi elaborata nel Piano di Tutela delle Acque –PTA della Regione Puglia, emerge che il territorio di San Giovanni Rotondo ricade per la sua parte settentrionale nell’acquifero del “Gargano” e per la parte più meridionale, a valle del torrente Candelaro, nell’acquifero del “Tavoliere”, come mostrano dalla Fig. 9.

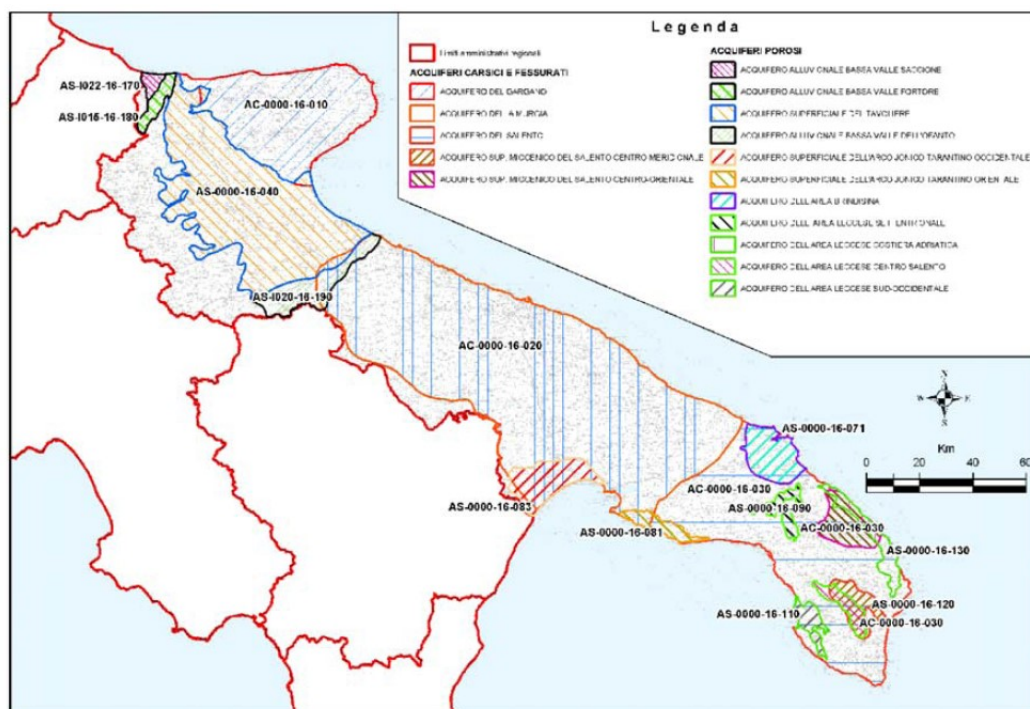


Fig. 9 - Campi di esistenza degli acquiferi significativi della Regione Puglia

(Fonte: PTA della Regione Puglia)

L’acquifero del Gargano, di tipo carsico, ha una falda idrica principale che circola quasi ovunque in pressione e al di sotto del livello marino, con carichi piezometrici apprezzabili



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

che, nelle aree più interne, raggiungono e superano, talora, i 50 m. Le principali direttrici di deflusso sono dirette verso la zona dei Laghi di Lesina e di Varano, come testimoniano le numerose e importanti manifestazioni sorgentizie ivi presenti. Le precipitazioni che insistono nelle porzioni centrali del promontorio raggiungono il sottosuolo attraverso i diffusi punti di infiltrazione preferenziale di origine carsica. Dal settore centrale dell’acquifero, il flusso idrico sotterraneo ha un movimento prevalentemente di tipo radiale verso la costa, ove i carichi si approssimano al livello del mare.

Nel Tavoliere sono riconoscibili tre sistemi acquiferi principali sovrapposti:

- l’acquifero superficiale, circolante nei depositi sabbioso-conglomeratici marini ed alluvionali pleistoceni;
- l’acquifero profondo, permeabile per fessurazione e carsismo; la circolazione idrica si esplica in pressione e le acque sotterranee sono caratterizzate da un elevato contenuto salino;
- orizzonti acquiferi intermedi, interposti tra i precedenti acquiferi, che si rinvergono nelle lenti sabbiose artesiane contenute all’interno delle argille grigio-azzurre del ciclo sedimentario plio-pleistocenico.



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

La falda superficiale ha una potenza variabile **tra i 25 ed i 50 m**. Si superano i 50 m solo in alcune aree a sud di Foggia e si hanno spessori minori di 25 m nelle zone più interne. I carichi piezometrici raggiungono valori di 200÷250 m s.l.m. nelle zone più interne, per poi ridursi spostandosi verso la costa, risultando sensibilmente inferiori al livello medio mare (fino a -25 m s.l.m.), nelle zone prossime alla costa, a causa dei sensibili attingimenti riscontrabili ormai in modo incontrovertibile. Va segnalato che, a seguito dei naturali processi di alimentazione e deflusso, nonché in relazione a massicci e incontrollati emungimenti (punti di prelievo oramai distribuiti su tutto il territorio di interesse), la superficie piezometrica subisce sensibili escursioni nell'arco dell'anno, raggiungendo oscillazioni stagionali dell'ordine anche della decina di metri.

La falda circola generalmente a pelo libero, ma in estese aree prospicienti la costa adriatica ed il finitimo Gargano (basso Tavoliere), la circolazione idrica si esplica in pressione. In tale porzione di territorio, l'acquifero è ricoperto con continuità da depositi argilloso-limosi praticamente impermeabili, la cui potenza aumenta progressivamente procedendo verso nord-est e la costa.

Come già accennato la falda profonda, circolante nei calcari di base, stante la notevole profondità a cui sono dislocate le formazioni acquifere, è generalmente interessata da acque ad elevato tenore salino; fanno eccezione le porzioni meri-



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

dionali dove gli apporti idrici dall’area murgiana e la limitata profondità dei calcari fanno rilevare acque a basso tenore salino intensamente utilizzate prevalentemente a scopi irrigui.

Le acque dell’acquifero intermedio del Tavoliere sono utilizzate nel Tavoliere centrale per uso irriguo, ancorché siano spesso inidonee a tale fine.

Dai dati a disposizione è possibile evidenziare gli aspetti seguenti:

- Condizioni di equilibrio idrologico: In base agli studi effettuati dal Piano di Tutela delle Acque con il modello di bilancio idrologico si deduce che il territorio di San Giovanni Rotondo non comprende aree in condizioni di stress (Fig. 10).



Fig. 10 - Aree sottoposte a stress idrologico (Fonte: Tav 7.5 del PTA)

- Presenza di aree strategiche di ricarica



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

dell’acquifero: La parte centrale del territorio di San Giovanni comprende una vasta area a forte bilancio positivo dell’acquifero carsico che, anche per le condizioni di bassa antropizzazione e la presenza di numerosi sistemi carsici complessi che facilitano la ricarica dell’acquifero, è individuato dal PTA come area strategica e vincolata come zone di protezione speciale idrogeologica di tipo A (Fig. 11).

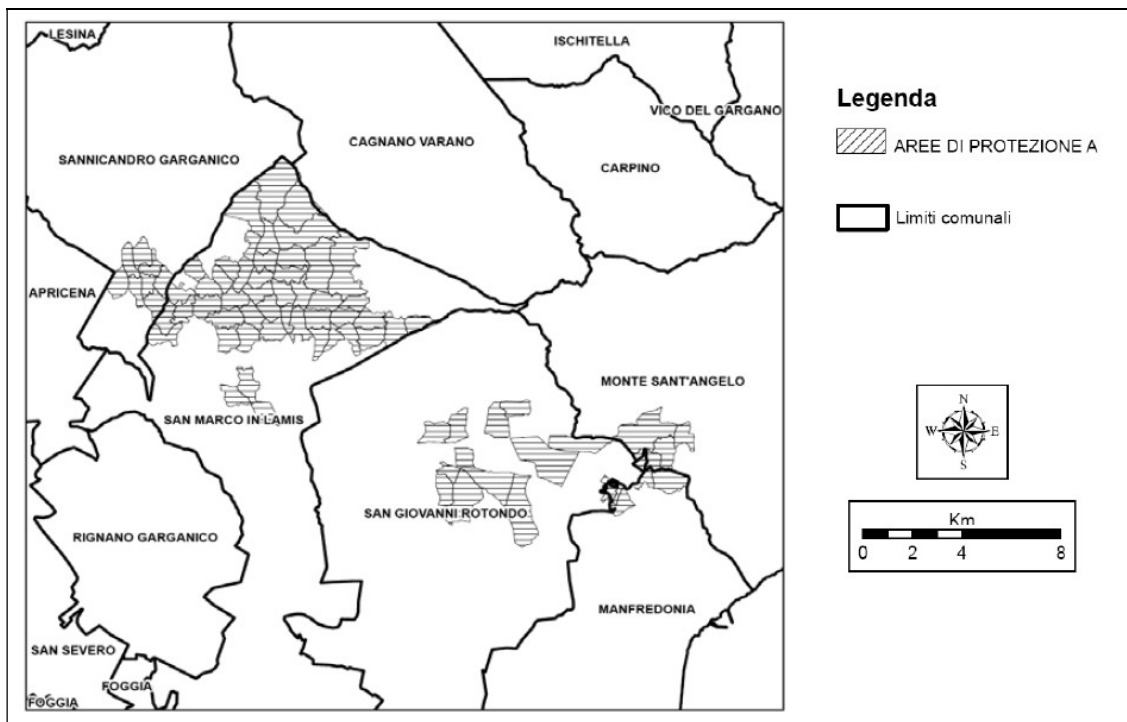


Fig.11- Zone di protezione speciale idrogeologica (Fonte: Tav. A del PTA)



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

6 - CARATTERI IDROGRAFICI

Nella maggior parte del territorio comunale, ad eccezione dell'estremità sud, la presenza di formazioni carbonatiche favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche e, di conseguenza, la costituzione di una ricca falda idrica che poggia sull'acqua marina di ingressione continentale. Nell'area pedegarganica, coincidente con l'estremità sud del territorio comunale, è possibile individuare due differenti tipi di acquiferi, quello profondo e quello superficiale. In corrispondenza del corso del torrente Candelaro la circolazione idrica profonda avviene nelle fessure e nelle fratture del basamento carbonatico, sormontato da uno strato di sedimenti impermeabili (argille grigio-azzurre); tale falda profonda è particolarmente ricca ma presenta un elevato grado di salinità a causa dell'ingressione marina. La circolazione idrica superficiale è strettamente connessa alla presenza di depositi ghiaiosi sabbiosi superiormente alle argille grigio-azzurre; dette falde risultano pertanto discontinue e, nella maggior parte dei casi, poco significative ai fini dell'emungimento.

Acque superficiali: Lo sviluppo della rete idrografica superficiale è strettamente connessa ai caratteri di permeabilità delle rocce, oltre che all'evoluzione del fenomeno carsico e alla tettonica. Gli studi geologici connessi alla formazione del PUG distinguono le formazioni geologiche pre-



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzare nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

senti nel territorio di San Giovanni Rotondo in funzione della permeabilità:

- complessi altamente permeabili (AP), che comprendono: le sabbie giallastre (nell’area più a sud del territorio comunale compresa nel Tavoliere), le calcareniti di Apricena (localizzate intorno alla conca di Sant’Egidio e nella parte più bassa del primo contrafforte), i calcari di Casa Lauriola e i calcari di Masseria Quadrone (concentrati nella parte centrale del territorio Comunale), i calcari di San Giovanni Rotondo (che occupano la parte più settentrionale del territorio comunale e la parte occidentale del ripiano occupato anche dal centro urbano), i calcari di Monte La Serra (che occupano la parte nord-occidentale del territorio comunale);

- complessi mediamente permeabili (MP), che comprendono, in particolare, i calcari di Monte Spigno (nella parte orientale del ripiano occupato anche dal centro urbano) e i calcari oolitici di Coppa Guardiola (presenti in un’estesa area più a sud della precedente) e le conoidi alluvionali a granulometria grossolana;

- complessi scarsamente permeabili (SP) che comprendono i depositi fluvio – lacustri e le conoidi alluvionali a granulometria fine (localizzati nell’area della conca di Sant’Egidio e, in genere, a valle dei gradini che caratterizzano il territorio di San Giovanni Rotondo, allo sbocco dei valloni che incidono tali gradini);



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

- complessi impermeabili (IM) che comprendono i depositi alluvionali e colluviali e le terre rosse (presenti in particolare intorno al corso del fiume Candelaro e in piccole aree diffuse nel territorio comunale, anche in corrispondenza del centro urbano).

Il territorio del Comune di San Giovanni Rotondo, relativamente all'assetto idrologico superficiale, è caratterizzato dalla presenza delle seguenti componenti:

- il torrente Candelaro, che nel tratto che attraversa il territorio di San Giovanni Rotondo, è interamente delimitato da rilevati artificiali; il torrente Candelabro è individuato dal PTA come corso idrico superficiale significativo.

- il Canale Farano, che segna il confine meridionale del territorio comunale;

- il sistema delle lame disposte in successione da est ad ovest: Valle del Surdo, Valle dei Falconi, Valle Maselli, Valle dell'Inferno, Valle Bramante, Valle Palumbo, Valle Trimitosi, Valle Grande, Valle Granara, Valle del Sorbo, Valle Cianna e Valle della Monaca;

- il Pantano di Sant'Egidio.



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

7 INDAGINI ESEGUITE

Ai fini della definizione del profilo stratigrafico dei terreni di fondazione e della determinazione delle caratteristiche geotecniche degli stessi sono state eseguite indagini in sito che hanno visto:

- la realizzazione di un due prove penetrometriche dinamiche eseguite con penetrometro dinamico leggero Penny 30, utile alla classificazione delle litologie affioranti.
- la realizzazione di uno stendimento sismico avente una lunghezza di 36 m per la determinazione delle V_{S30} ;
- la realizzazione di pozzetti geognostici.

7.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Nell'area di progetto sono state eseguite 2 Prove (attraverso l'ausilio del Penetrometro Dinamico Penny 30). L'utilità di queste prove risiede soprattutto nella possibilità di avere dei diagrammi continui lungo tutta la profondità in cui viene eseguita la prova, e quindi di avere delle indicazioni, per analogia e comparazione, sulla natura e sul comportamento meccanico d'insieme del terreno. Nel caso in esame, nota la litologia, le stesse hanno permesso di estrapolare, per correlazione con N_{spt} , i principali parametri geo-



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

tecniche che caratterizzano i terreni di fondazione. L'elaborazione delle prove effettuate ha consentito di catalogare e parametrizzare il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica ha permesso, infatti, di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato investigate e la consistenza media del terreno. L'utilizzo dei dati ottenuti, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento ai vari autori, è stato comunque vagliato alla luce delle esperienze lavorative acquisite nella zona medesima.

7.2 PROSPEZIONE SISMICA MASW

La prospezione sismica realizzata ha visto la realizzazione di un profilo sismico di tipo MASW, avente uno sviluppo di 24 m lineari.

E' stato utilizzato un sismometro a rifrazione tipo M.A.E.-A6000S, in configurazione a 24 canali con acquisizione computerizzata dei dati, massa battente di 10 kg quale sorgente generatrice di onde sismiche e sensori (geofoni) con frequenza di 4,5 Hz; questo ha permesso di caratterizzare elastomeccanicamente i terreni in posto. Il profilo ha a-



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

vuto una lunghezza complessiva di 24 m, con offset di 3 m e interdistanzageofonica pari a 1 m.

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio VS. Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali, simili alla tecnica SASW, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

E' stata parametrizzata la velocità delle onde Vs in profondità ricavando un “*modello di velocità del sottosuolo*” correlabile con i diversi litotipi presenti in profondità.

I risultati dell'indagine sismica sono riportati nella relazione sismica allegata.

La categoria di suolo così determinata ($V_{S30} \approx 350$ m/sec), ai sensi delle NTC 2018, risulta la **categoria C** ($180 \text{ m/s} < V_{S30} < 360 \text{ m/s}$).



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzare nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

8 - CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DEI TERRENI

Dai risultati di indagini eseguite in aree contermini e dai dati provenienti dall'indagine sismica e penetrometrica eseguita, è stato possibile raggruppare, nonostante una certa variabilità granulometrica locale, i diversi litotipi costituenti il sottosuolo in unità litotecniche (complessi) per ognuna delle quali si sono definite le principali caratteristiche geomeccaniche (modello geologico-geotecnico). Si individuano due litotipi principali, caoticamente disposti tra loro, aventi le seguenti caratteristiche:

<u>LITOTIPO A</u>	<i>LIMO LEGGERMENTE ARGILLOSO ROSSASTRO CON GHIAIETTO E ARGILLA LIMOSA CON A LUOGHI LIVELLI ARENACEI</i>
<u>LITOTIPO B</u>	<i>ALTERNANZA DI SABBIA FINE MARRONE ARGILLA LIMO SABBIOSA GRIGIO-AZZURRA.</i>

Si distinguono pertanto i seguenti valori geomeccanici:

<i>PRINCIPALI PARAMETRI FISICI E GEOMECCANICI DEL LITOTIPO A</i>	
<i>Analisi granulometrica</i>	<i>Limo con argilla sabbiosa</i>
<i>Descrizione campione (AGI)</i>	<i>di colore rossastro</i>
<i>Peso di volume (t/m³)</i>	<i>1.802</i>
<i>Peso di volume saturo (t/m³)</i>	<i>1.887</i>
<i>Contenuto d'acqua allo stato naturale W (%)</i>	<i>25.2</i>



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

<i>Limiti di Atterberg</i>	
<i>Limite Liquido Wl (%)</i>	37
<i>Limite Plastico Wp (%)</i>	23
<i>Indice di Plasticità Ip (%)</i>	14
<i>Coesione (kg/cm²)</i>	0.217
<i>Angolo di attrito (°)</i>	26.24
<i>Modulo edometrico (Kg/cm²)</i>	30-40
<i>Coefficiente di Poisson</i>	0.380
<i>Modulo di Young (kg/cm²)</i>	957.0
<i>Modulo di Taglio (kg/cm²)</i>	347
PRINCIPALI PARAMETRI FISICI E GEOMECCANICI DEL LITOTIPO B	
<i>Peso di volume (t/m³)</i>	1.880
<i>Peso di volume saturo (t/m³)</i>	1.932
<i>Coesione (kg/cm²)</i>	0.13
<i>Angolo di attrito (°)</i>	27.8
<i>Modulo edometrico (Kg/cm²)</i>	190.2
<i>Coefficiente di Poisson</i>	0.3750
<i>Modulo di Young (kg/cm²)</i>	4952
<i>Modulo di Taglio (kg/cm²)</i>	1803

Sulla base dei dati sopra riportati si considera sostanzialmente valida la ricostruzione litostratigrafica effettuata e



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

l’assegnazione dei parametri geomeccanici ai diversi litotipi, che peraltro trovano buona concordanza con dati ed analisi effettuate dalla scrivente in aree limitrofi, e che quindi viene restituita nello schema seguente (Fig. 12):



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

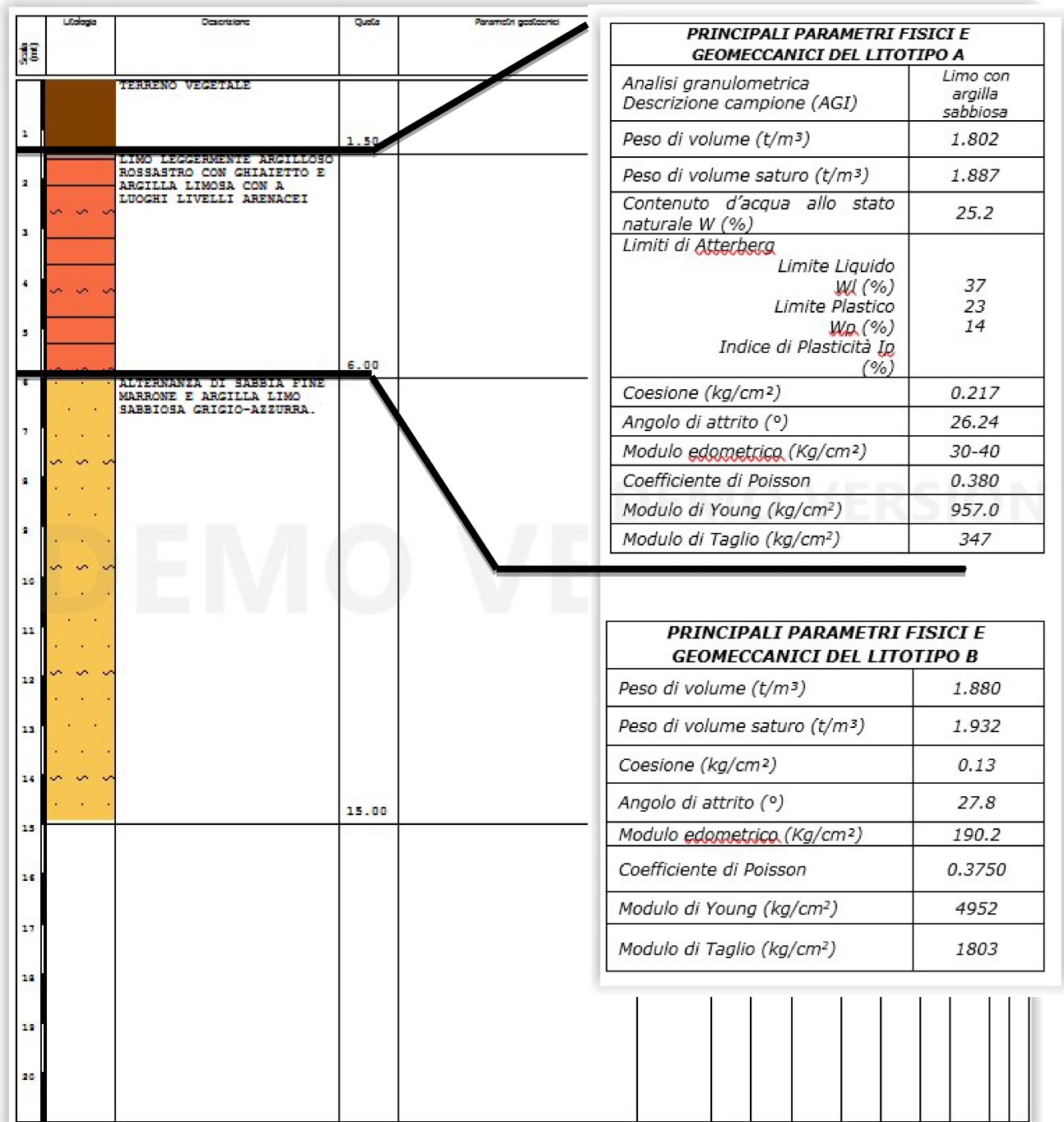


Fig. 12: Stratigrafia Area d'Intervento



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

9 - CONCLUSIONI

Considerate le risultanze dell'indagine e le finalità del presente studio geologico, teso a valutare le problematiche e le implicazioni geologiche connesse con le previsioni realizzative del progetto indicato in oggetto, è possibile affermare la piena compatibilità dell'opera con il quadro geomorfologico, idrogeomorfologico, geotecnico e geologico locale.

In particolare, alla luce di quanto illustrato nei capitoli precedenti a cui si rimanda per ogni utile approfondimento, è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive:

✚ In relazione agli aspetti geomorfologici relativi a possibili dissesti superficiali e profondi, non si evidenziano situazioni che possano modificare l'attuale stato di equilibrio dei luoghi ed è possibile affermare che l'area si presenta globalmente stabile;

✚ Dal punto di vista idrogeologico non sussistono fenomeni e processi morfoevolutivi di tipo erosivo in atto né potenziali;

✚ In relazione agli aspetti geomorfologici, non si evidenziano situazioni che possano modificare l'attuale stato di equilibrio dei luoghi;



Progetto per un impianto di produzione agro-energetico integrato da realizzarsi nel Comune di San Giovanni Rotondo (FG) – località “Villaggio Amendola”

✚ In merito alle caratteristiche geolitologiche e geomeccaniche dei terreni di fondazione si ritiene idonea la scelta di posizionare il piano fondale ad una profondità non inferiore ad 1 metro dal piano campagna, asportando il terreno di copertura e dimensionando le fondazioni in funzione dei carichi trasmessi;

✚ Per quanto riguarda la sismicità dell’area si tenga conto nei calcoli di verifica che l’area rientra in Zona 2 e che il terreno di fondazione è classificabile come Categoria C;

✚ In considerazione della puntualità delle indagini effettuate, si rende opportuno verificare in fase di realizzo la presenza di eventuali discordanze in relazione all’estensione areale del progetto.

Tanto in adempimento all’incarico conferitomi

Rodi Garganico Marzo 2020

