

REGIONE: PUGLIA

PROVINCIA: BAT

COMUNE: SPINAZZOLA

ELABORATO:

**RGEOL
01**

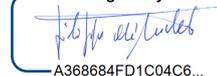
OGGETTO:

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 99,418 MWP
PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE GEOLOGICA**

PROPONENTE:

**FRV ALISEI SOCIETA' A RESPONSABILITA'
LIMITATA**
Via Assarotti,7
10122 Torino (TO)
frvalisei@pec.it

DocuSigned by:



A368684FD1C04C6...

Dott. geol. Luigi ButtiglioneOrdine Geologi puglia n.244
Via Generale Dalla Chiesa16/b
70124 Bari[PEC: studiobuttiglione@pec.epap.it](mailto:studiobuttiglione@pec.epap.it)

Dott. geol. Luigi Buttiglione




Note:

Febbraio 2023	1	Revisione	Dott. Luigi Buttiglione	Dott. Luigi Buttiglione
Giugno 2021	0	Emissione	Dott. Luigi Buttiglione	Dott. Luigi Buttiglione
DATA	REV	DESCRIZIONE	ELABORATO da:	APPROVATO da:

PROPRIETÀ ESCLUSIVA DELLE SOCIETÀ SOPRA INDICATE,
UTILIZZO E DUPLICAZIONE VIETATE SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

Sommario

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO GENERALE.....	4
3	INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO DI DETTAGLIO DELL'AREA.....	9
3.1	ASPETTI MORFOLOGICI.....	9
3.2	ASSETTO GEOLOGICO E STRATIGRAFICO.....	9
4	INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE	12
5	INQUADRAMENTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO	17
5.1	CIRCOLAZIONE IDRICA DI SUPERFICIE	17
5.2	CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA.....	18
5.2.1	POTENZIALE INTERAZIONE CON ACQUIFERO "MURGIA BRADANICA"	21
6	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	23
7	DETERMINAZIONE CLASSE DI SOTTOSUOLO.....	29
8	VALUTAZIONI EX ART.4 QUATER NTA P.A.I. BASILICATA.....	32
9	CONCLUSIONI	34

Allegati

Ubicazione Impianto in scala 1:25.000

Carta Litologica scala 1:25.000

Report indagini geosismiche

1 PREMESSA

FRV ALISEI s.r.l., con sede in Torino in Via Assarotti 7, ha in progetto la realizzazione di un impianto fotovoltaico da 99,418MWp in agro di Spinazzola (BAT).

Al riguardo, lo scrivente ha ricevuto l'incarico per la redazione della relazione geologica per il progetto definitivo.

Per l'espletamento dell'incarico ricevuto, lo scrivente ha eseguito una serie di studi e di indagini comprendenti:

- raccolta dei dati contenuti nella bibliografia geologica e geologico-tecnica;
- esecuzione di un rilevamento geologico di superficie dell'area d'intervento.
- esecuzione di indagine geosismica.

Nel corso della presente relazione, tenendo conto delle richieste di integrazione formulate dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino meridionale con nota n.2022/34726 del 20/12/2022 e con l'ausilio degli elaborati grafici allegati, si sintetizzeranno gli esiti delle indagini e degli studi condotti al fine della caratterizzazione geologica, sismica, morfologica ed idrogeologica dell'area di intervento.

2 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO GENERALE

L'area d'intervento è ubicata ad Est del centro abitato di Spinazzola.

La porzione di territorio prescelta per la realizzazione dell'impianto ricade in un ambito morfologico il cui assetto è condizionato dalla natura dei terreni affioranti, costituiti in prevalenza da depositi sciolti variamente coesi e/o argillosi. Le forme del rilievo, con particolare riferimento all'acclività dei versanti, risultano pertanto variabili a seconda dello stato di aggregazione e della stabilità dei terreni.

In linea generale l'andamento geomorfologico si caratterizza per l'alternanza di vaste aree pianeggianti ad assetto tabulare, attraversate da solchi erosivi con versanti molto ampi e variamente acclivi. L'assetto subpianeggiante delle aree di cresta è legato ai processi di modellamento avvenuti durante la fase di colmamento del bacino di sedimentazione. L'azione degli agenti erosivi, con particolare riferimento agli effetti del modellamento dovuti allo scorrimento delle acque superficiali, ha inciso profondamente sul territorio, generando avvallamenti con versanti a pendenza variabile a seconda dei litotipi affioranti. Forme locali di dissesto di modeste dimensioni interessano le parti sommitali dei versanti, laddove affiorano terreni più schiettamente sabbiosi.

Dal punto di vista geologico l'unità geostrutturale costituita dall'"Avanfossa bradanica", lungo il margine della quale ricade l'area d'intervento, si contraddistingue per l'affioramento di terreni che, nell'insieme, costituiscono la successione regressiva di colmamento del bacino di sedimentazione attivo dal Pliocene sino al Pleistocene, tra la Catena Appenninica e l'Avampaese Murgiano.

Tale successione è costituita da un'unità argillosa di base, di età Plio-Pleistocenica, spessa alcune centinaia di metri nella parte centrale del bacino e più sottile nelle zone di margine. Sull'unità argillosa di base poggiano, in continuità di sedimentazione, terreni sabbiosi con frequenti intercalazioni conglomeratiche, di spessore variabile ma non superiore a cento m. Il ciclo regressivo è chiuso da un'unità conglomeratica di origine continentale, con spessore oscillante intorno ad alcune decine di metri.

Lungo l'alveo e sulle sponde dei principali corsi d'acqua presenti in zona si rinvengono depositi alluvionali terrazzati di origine fluvio-lacustre costituiti da conglomerati poligenici, limi e sabbie.

Alla descrizione generale della geologia dell'area (Fig.1) possono, con maggiore dettaglio, riferirsi le unità litostratigrafiche di seguito indicate in successione.

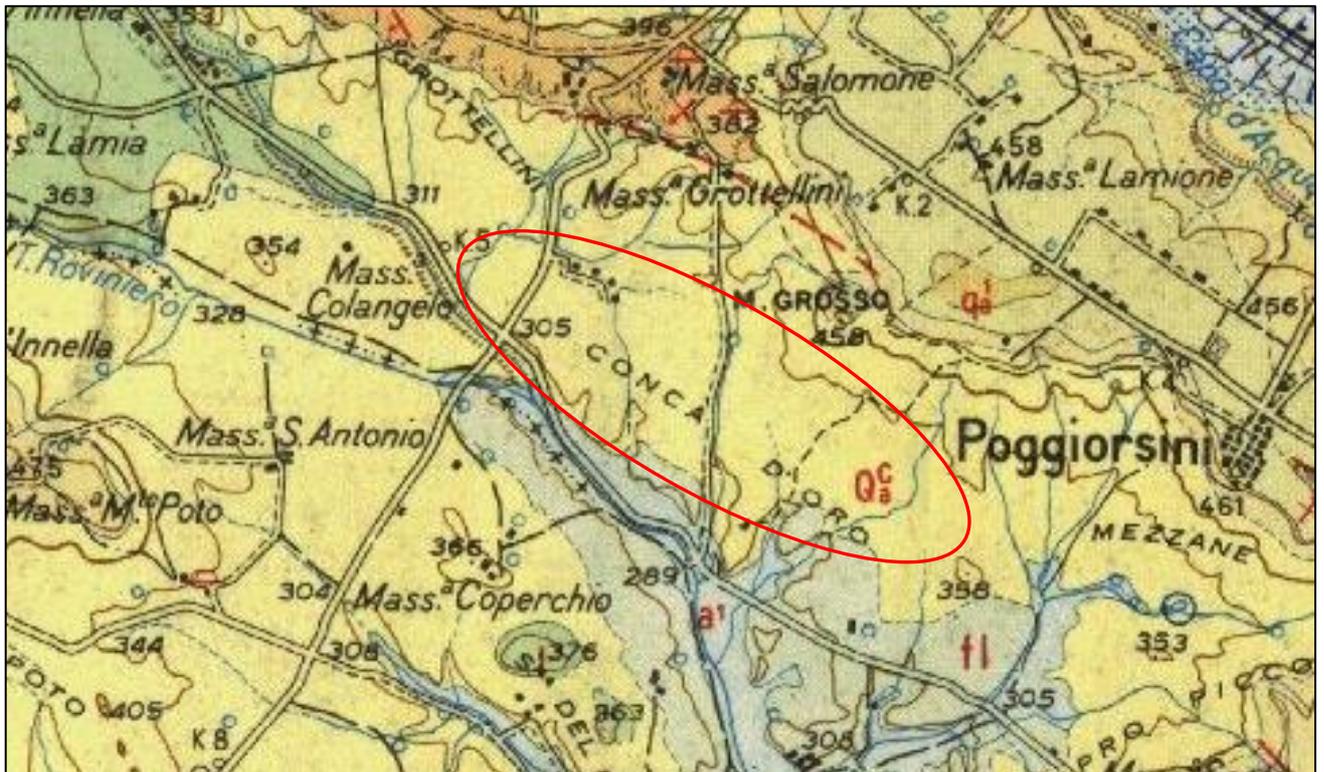


Figura 1: stralcio del Foglio n.188 "Gravina" della Carta Geologica d'Italia. In rosso il perimetro approssimativo dell'area oggetto di studio.

Argille subappennine

Costituiscono l'unità argillosa di base della successione regressiva precedentemente descritta.

Affiorano estesamente nell'area oggetto di studio, costituendo prevalentemente la parte medio-bassa dei versanti e degli avallamenti.

Sono costituite da argille ed argille marnose di colore grigio-azzurro con frequenti intercalazioni di lenti sabbiose e sabbioso-limose, presenti soprattutto nella parte sommitale della formazione.

A letto, lungo il margine murgiano dell' "Avanfossa", le "Argille subappennine" poggiano su unità calcarenitiche, mentre a tetto, nell'ambito dell'area studiata, passano per alternanze ed in continuità di sedimentazione, a depositi sabbiosi.

Lo spessore delle "Argille subappennine" varia a seconda della distanza dai margini del bacino di Avanfossa, raggiungendo un massimo di alcune centinaia di metri nella zona vicina al depocentro.

L'età della formazione viene fatta risalire al Pliocene superiore-basso Pleistocene, periodi durante i quali si depose in ambiente marino neritico.

Sabbie di Monte Marano

Sono costituite da sabbie quarzose calcaree debolmente cementate, di colore prevalentemente giallastro, con frequenti lenti conglomeratiche ed intercalazioni calcarenitiche, presenti maggiormente nella parte alta della formazione.

Nell'area in esame affiorano cospicuamente, costituendo la parte alta dei versanti e le superfici di cresta dei rilievi.

A letto poggiano sull'unità argillosa di base mentre a tetto passano, in continuità di sedimentazione e per alternanze, all'unità conglomeratica di chiusura del ciclo regressivo.

Lo spessore dell'unità non supera i cento metri.

L'età delle "Sabbie di Monte Marano" è ascrivibile al Pleistocene medio-inferiore, durante il quale si deposero in ambiente marino litorale.

Conglomerato di Irsina

Tale formazione costituisce l'unità di chiusura del ciclo regressivo che portò al colmamento del bacino bradanico.

Il "Conglomerato di Irsina" si rinviene in affioramento nelle zone di cresta dei rilievi tabulari dell'area di Avanfossa.

È costituito da ciottoli arrotondati poligenici con abbondante matrice sabbiosa. Frequenti risultano le intercalazioni di lenti sabbiose soprattutto nella parte bassa della formazione.

A letto il "Conglomerato di Irsina" poggia sulle "Sabbie di Monte Marano". Lo spessore formazionale, alquanto variabile da luogo a luogo, raggiunge al massimo alcune decine di metri.

La deposizione dell'unità conglomeratica è avvenuta durante il Pleistocene medio superiore in ambiente prevalentemente continentale.

Depositi alluvionali terrazzati

Tale unità non fa parte del ciclo regressivo di colmamento della "Fossa Bradanica".

Sono costituiti in prevalenza da conglomerati con alternanze di sabbie, argille e siltiti di origine lacustre. In particolare i ciottoli delle facies conglomeratiche derivano in parte dal disfacimento del

Dott. geol. Luigi Buttiglione

“Conglomerato di Irsina”, ed in parte traggono origine da frammenti di rocce vulcaniche provenienti dall’area del Vulture.

Poggiano direttamente ed in discordanza sulle unità in precedenza descritte, raggiungendo uno spessore massimo di circa 10 m.

Depositi alluvionali attuali

Si rinvencono lungo l’alveo e le sponde dei principali corsi d’acqua presenti nella zona in esame.

Sono costituiti da depositi siltosi più o meno argillosi con intercalazioni conglomeratiche.

La morfologia terrazzata di queste alluvioni non sempre è distinguibile sul terreno.

L’età di questa unità è ascrivibile all’Olocene.

3 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO DI DETTAGLIO DELL'AREA

3.1 ASPETTI MORFOLOGICI

Al piede della scarpata che delimita a Sud l'altipiano murgiano, si estende un'area di piana alluvionale con piano campagna disposto intorno alla quota media di 350 m s.l.m, all'interno della quale è ubicato il lotto dell'impianto in progetto.

Avvallamenti con versanti debolmente acclivi e maggiormente incisi nella zona di scarpata solcano l'area oggetto di studio. Nell'ambito dell'area di intervento non rilevano evidenze di fenomeni di instabilità geomorfologica potenziali o in atto.

3.2 ASSETTO GEOLOGICO E STRATIGRAFICO

Come descritto in precedenza, le aree di impianto ricadono nel contesto geologico dell'area di margine dell'Avanfossa Bradanica. La scarpata dell'altipiano delle Murge dista infatti pochi Km più a Nord.

L'assetto stratigrafico dell'area è caratterizzato dalla presenza di un'unità geologica di base costituita da argille ed argille limose e marnose grigio azzurre, compatte e sovraconsolidate. Tale unità costituisce l'unità basale del ciclo regressivo di colmamento del bacino dell'Avanfossa. Su tale substrato poggiano, in continuità di sedimentazione, depositi sabbiosi con intercalazioni calcarenitiche. Sulle unità bradaniche si rinvengono terreni di origine alluvionale terrazzati, sabbioso-ghiaiosi e limosi. Lungo l'alveo dei principali corsi d'acqua esistenti in zona, affiorano alluvioni recenti ed attuali.

Le unità appena indicate, vengono di seguito descritte in successione.

Argille subapennine

Si tratta di argille marnose grigio-azzurre con intercalazioni limoso-sabbiose che aumentano nella parte alta della formazione.

Tale unità costituisce parte del sottosuolo dell'area del sito occidentale dell'impianto di progetto.

Nell'ambito dell'area oggetto di studio il letto della formazione non affiora. Nelle zone di margine bradanico, come quella in esame, l'unità poggia su formazioni calcarenitiche pleistoceniche.

A tetto, nell'ambito della zona studiata, le "Argille subappennine" passano in continuità di sedimentazione e per alternanze a da depositi sabbiosi riferibili all'unità "della Sabbie di Monte Marano".

Lo spessore della formazione argillosa è elevato e raggiunge presso il depocentro i 600 m circa.

L'età della Argille subappennine, nella porzione affiorante, è riferibile al Pleistocene medio-inferiore, durante il quale si deposero in ambiente marino neritico.

Sabbie di Monte Marano

Sono costituite da sabbie quarzose calcaree debolmente cementate, di colore prevalentemente giallastro, con frequenti lenti conglomeratiche presenti maggiormente nella parte alta della formazione. Localmente, sempre nella porzione superiore dell'unità, si rinvengono intercalazioni di calcareniti compatte e ben cementate, più frequenti nella zona orientale dell'area d'intervento.

Nell'area in esame affiorano cospicuamente, costituendo la parte medio alta dei versanti e le superfici di cresta dei rilievi. Esse si rinvengono in affioramento nel lotto orientale dell'impianto in progetto ed in parte di quello occidentale

A letto poggiano sull'unità argillosa di base mentre a tetto passano, in continuità di sedimentazione e per alternanze, all'unità conglomeratica di chiusura del ciclo regressivo non affiorante in zona.

Lo spessore dell'unità non supera i cento metri.

L'età delle "Sabbie di Monte Marano" è ascrivibile al Pleistocene medio-inferiore, durante il quale si deposero in ambiente marino litorale.

Depositi alluvionali terrazzati

Formano vasti terrazzamenti disposti secondo più ordini, digradanti in quota verso Est.

Sono costituiti da sabbie e ciottoli variamente alternati, di spessore non superiore a 20 m.

Depositi alluvionali attuali

Affiorano limitatamente alle aree di pertinenza e contermini agli alvei delle principali linee di deflusso delle acque superficiali. Si tratta di terreni sabbiosi e ciottolosi con intercalazioni limose, di esiguo spessore.

L'assetto geologico dell'area è riportato nella carta ad indirizzo litologico in scala 1:25.000 contenuta nell'allegato n.2.

4 INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE

Al fine di ampliare la conoscenza dell'assetto geologico e sismostratigrafico del sottosuolo dell'area di intervento, sono state eseguite, dalla Apogeo s.r.l., ulteriori due indagini sismiche a rifrazione in onde P. L'ubicazione delle basi sismiche, entrambe della lunghezza di m 75 ed eseguite con 24 geofoni distanziati di m 3, è riportata nella figura seguente.



Figura 2: ubicazione basi sismiche da report Apogeo s.r.l.

Per una visione completa degli aspetti metodologici, si rimanda al report della Apogeo s.r.l. allegato.

Di seguito si riportano le dromocrone sperimentali delle onde P e le relative sezioni sismo-stratigrafiche.

Dott. geol. Luigi Buttiglione

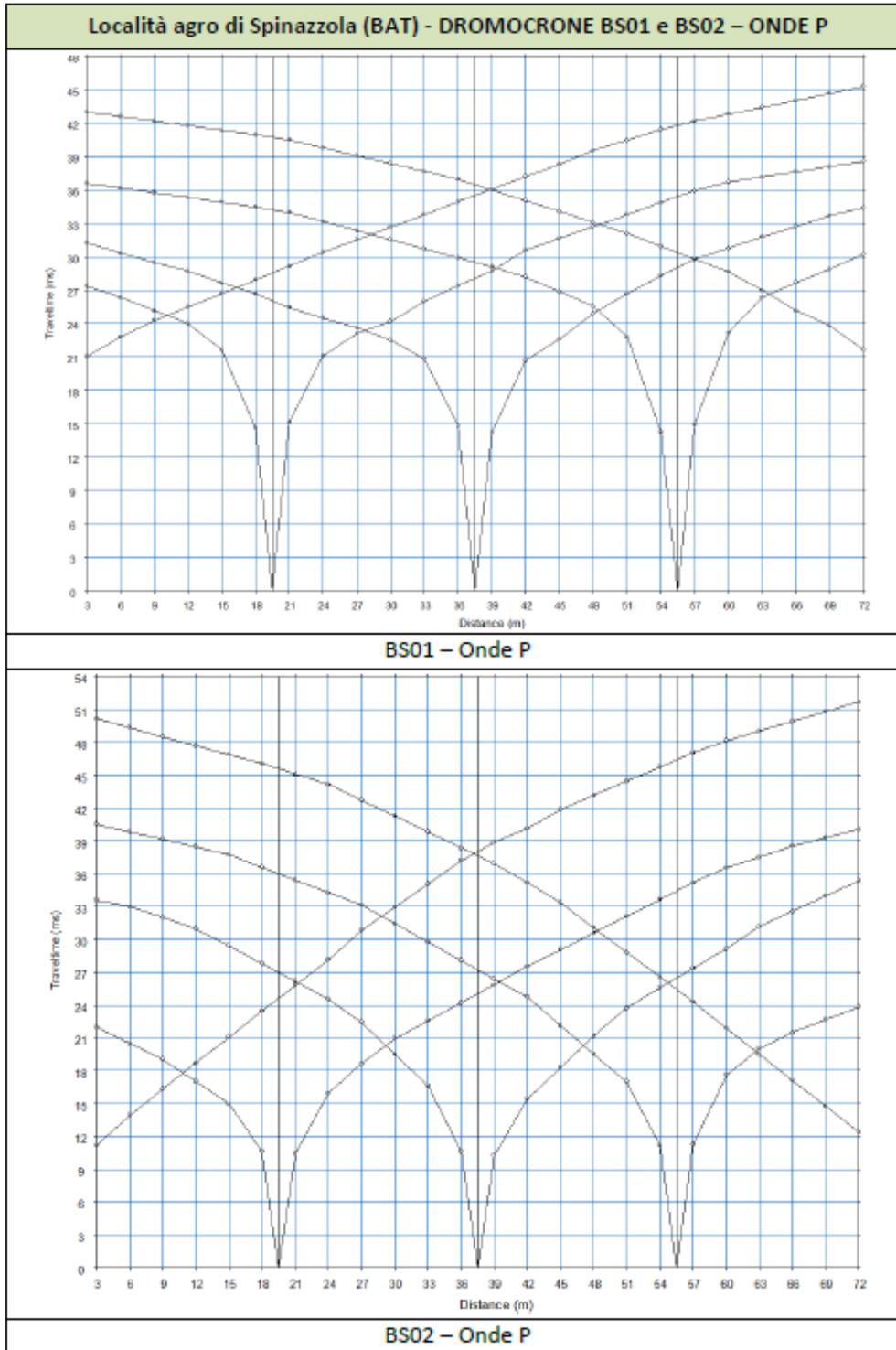


Figura 3: dromocrone sperimentali in onde P.

Dott. geol. Luigi Buttiglione

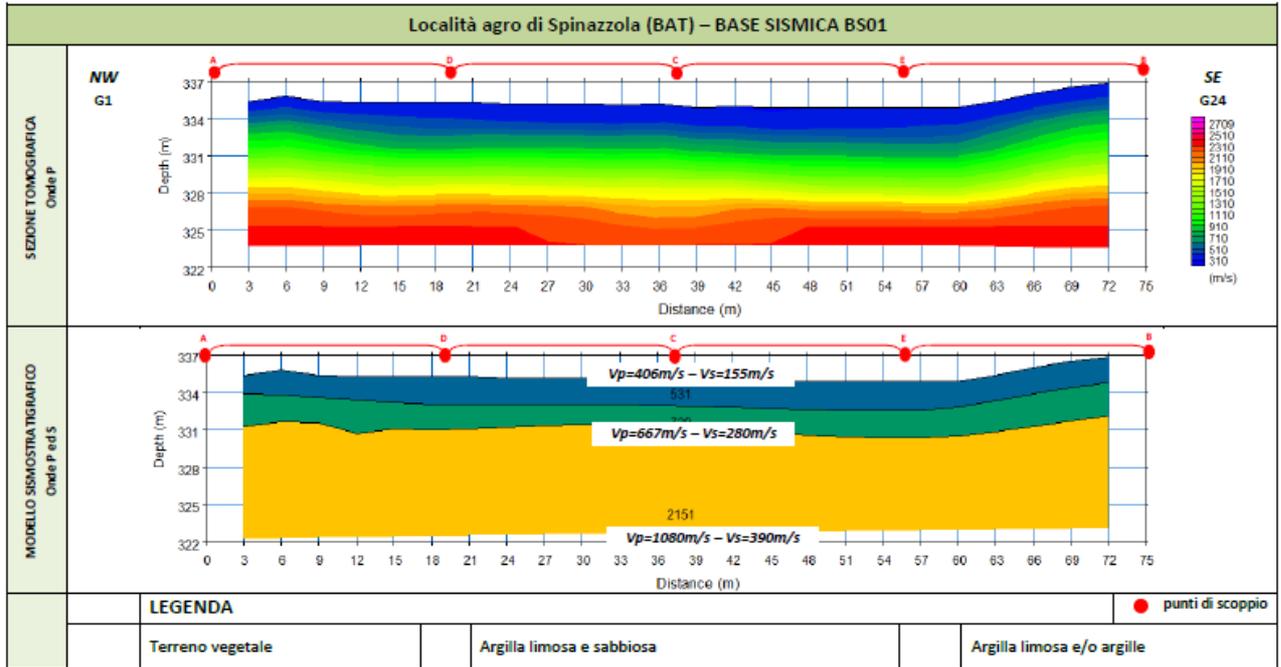


Figura 4: Base sismica n.1. Profili sismostratigrafici.

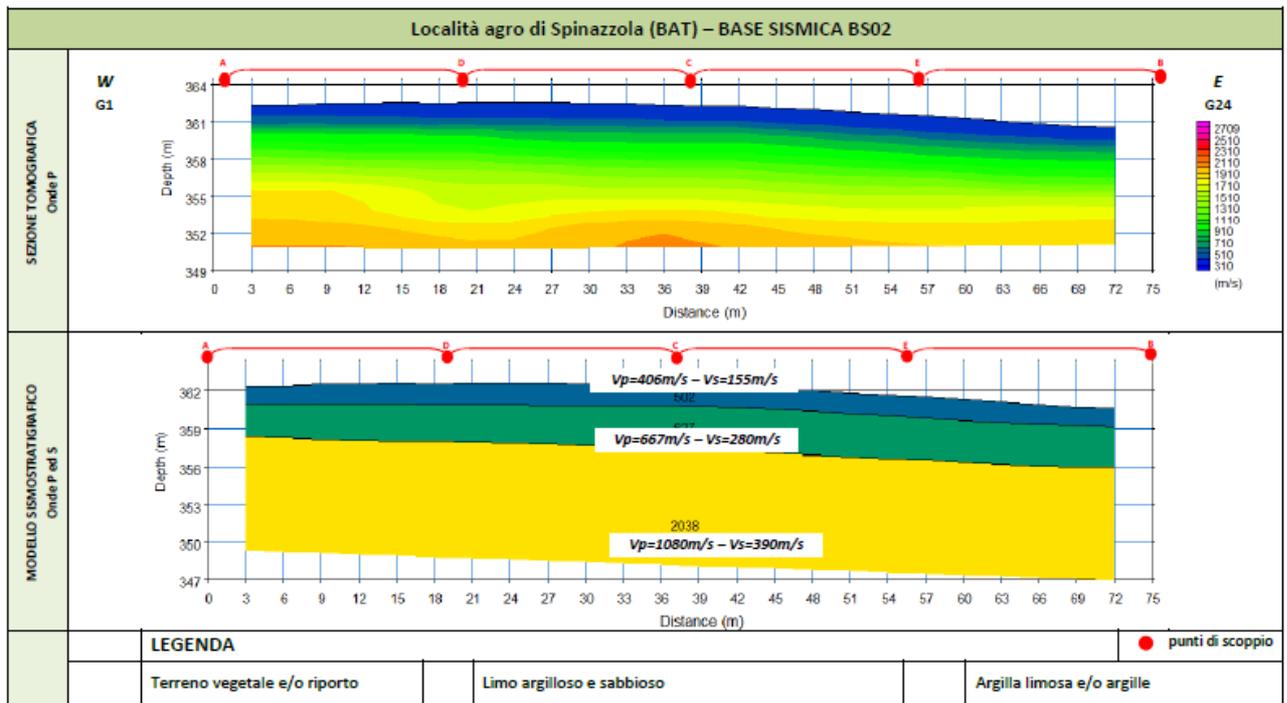


Figura 5: Base sismica n.2. Profili sismostratigrafici

✓ BS01 in onde P ed S (mediante MASW01): si individuano tre sismostrati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	531	141	0,00 ÷ 2,50	Terreno vegetale
2	729	248	2,50 ÷ 5,00	Argilla limosa e sabbiosa
3	2151	528	5,00 ÷ 10,00	Argilla limosa e/o argilla

Figura 6: profilo sismico n.1. Tabella dati sismostratigrafici.

✓ BS02 in onde P: si individuano tre sismostrati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	502	178	0,00 ÷ 2,00	Terreno vegetale
2	627	258	2,00 ÷ 5,50	Limo argilloso e sabbioso
3	2038	516	5.50 ÷ 10,00	Argille limose e/o argille

Figura 7: profilo sismico n.2. Tabella dati sismostratigrafici.

In base all'andamento delle Vp e delle Vs con la profondità, si ritiene confacente assegnare al sottosuolo investigato un modello a tre sismostrati, di seguito descritto.

Sismostrato n.1

Si estende dal piano campagna sino alla profondità massima di m 2.5 ca. E' caratterizzato da Vp 531÷502 m/s e Vs 141÷178 m/s. E' litologicamente associabile al terreno vegetale.

Sismostrato 2

Si sviluppa dalla profondità di m 2.5 ca sino alla profondità massima di ca m 5.5. E' caratterizzato da Vp 729÷627 m/s e Vs 248÷258 m/s. Litologicamente è associabile a limi argillosi con componente sabbiosa.

Sismostrato 3

Si sviluppa dalla profondità di m 5.5 ca sino alla profondità massima investigate (m 10.0 ca). E' caratterizzato da Vp 2151÷2038 m/s e Vs 528÷516 m/s. Litologicamente è associabile ad argille limose e argille compatte.

Nel complesso gli esiti delle indagini geosismiche integrative confermano i dati delle indagini di superficie, aggiungendo importanti elementi di dettaglio inerenti le litologie.

La struttura del sottosuolo dell'area oggetto di studio si conferma essere costituita da una successione regressiva che,

Dott. geol. Luigi Buttiglione

partendo dal substrato argilloso plio-pleistocenico, si sviluppa verso l'alto attraverso unità sabbioso-limose.

5 INQUADRAMENTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO

5.1 CIRCOLAZIONE IDRICA DI SUPERFICIE

La circolazione idrica di superficie dell'area in esame si sviluppa in alcune linee di deflusso a regime torrentizio.

Si tratta di corsi d'acqua caratterizzati da un regime idraulico segnato da prolungati periodi di magra o di secca, interrotti da improvvisi eventi di piena corrispondenti o immediatamente successivi agli eventi meteorici più cospicui.

Sulla base del più recente aggiornamento cartografico, il P.A.I. di riferimento (ex Autorità di Bacino della Basilicata) non individua nell'area di intervento aree caratterizzate da pericolosità idraulica per Tr 30, 200 e 500 anni (frequenza di inondazione alta, media e moderata ex art.7 NTA P.A.I Basilicata).



Figura 8: ortofoto stralcio P.A.I. Basilicata.

Più in dettaglio e per ciò che attiene il reticolo idrografico, l'area d'impianto ricade nel bacino imbrifero del Torrente Roviniero. Alcune linee di deflusso tributarie in sinistra del Torrente succitato giungono

a costeggiare l'area di intervento, senza intersecarne il perimetro. L'alveo del Torrente Roviniero dista oltre 150 m dal confine meridionale dell'area occidentale di impianto.

Le aree di impianto non ricadono tra quelle caratterizzate da pericolosità geomorfologica associata alla presenza di frane così come definite dal P.A.I Basilicata vigente. Alcune aree definite a rischio frana basso e moderato si rinvengono all'esterno e verso Sud dell'area di intervento, come riportato nella figura seguente.

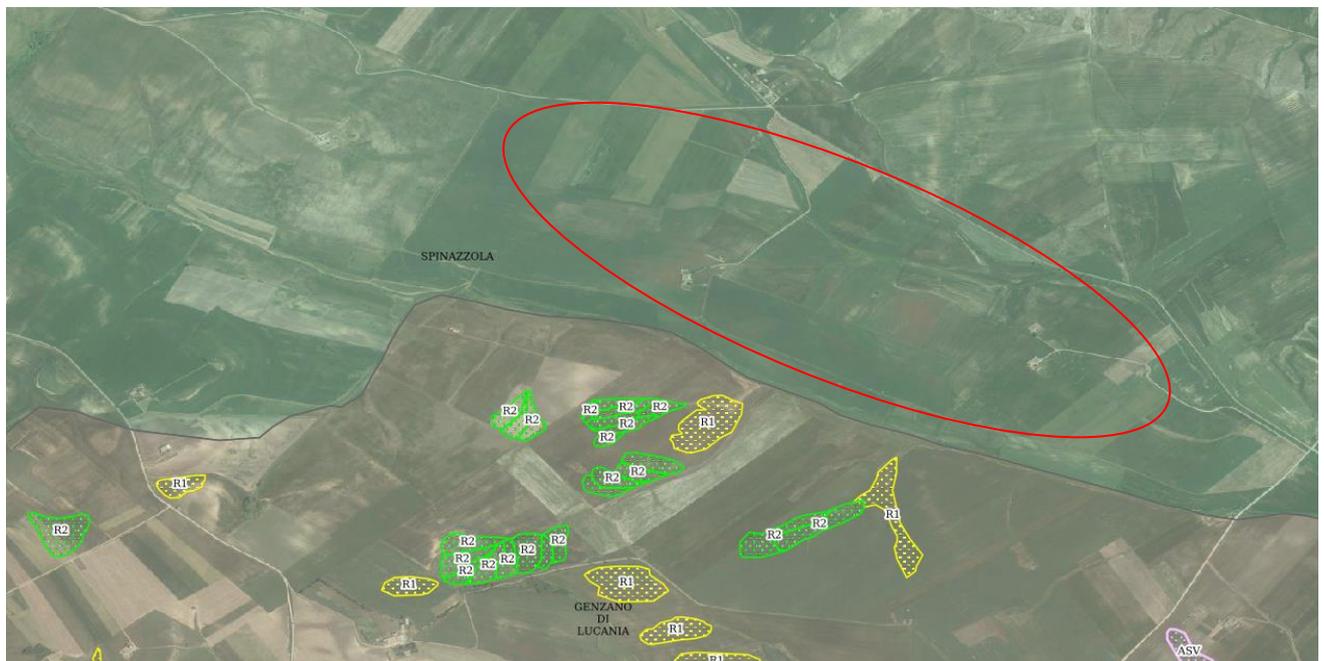


Figura 9: ortofoto stralcio PAI. Rischio frane.

5.2 CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

Per ciò che attiene la circolazione idrica sotterranea, è necessario distinguere i terreni affioranti nella zona oggetto di studio in base al loro grado di permeabilità come di seguito descritto:

Terreni impermeabili

Sono costituiti dalla formazione delle “Argille subappennine”.

Tale unità costituisce la superficie di fondo definita e fissa delle acque circolanti nelle formazioni sovrastanti nella successione regressiva bradanica.

Terreni a permeabilità variabile

Sono costituiti dall'unità delle "Sabbie di Monte Marano", dotate nell'insieme di una permeabilità primaria per porosità di grado estremamente variabile da luogo a luogo, sia verticalmente che lateralmente, per la presenza di frequenti intercalazioni limo-sabbiose.

Nell'unità sabbiosa ha sede una falda idrica sotterranea, con superficie di fondo definita e fissa costituita dal tetto dell'unità argillosa di base. Le acque circolano nelle sabbie a pelo libero con la superficie piezometrica disposta a quote non uniformi per la presenza già indicata di intercalazioni più schiettamente limose che ne interrompono la continuità.

La superficie di equilibrio della falda è interessata da importanti oscillazioni di quota stagionali, legate agli apporti meteorici.

Nell'area in esame le acque dell'acquifero descritto vengono intercettate con pozzi poco profondi. In corrispondenza del contatto stratigrafico tra le sabbie e le sottostanti argille si rinvennero scaturigini diffuse (sorgenti di strato) che localmente vengono intercettate e convogliate in un unico punto di sbocco.

Nell'insieme la falda presente nelle "Sabbie di Monte Marano", sebbene non particolarmente ricca oltre che discontinua a causa delle variazioni litologiche dell'acquifero, costituisce una delle principali fonti di approvvigionamento idrico della zona, soprattutto per quanto riguarda l'attività agricola.

Terreni ad alta permeabilità

Sono costituiti dai depositi alluvionali terrazzati, ciottolosi e sabbiosi. Tale formazione è dotata di un'alta permeabilità di tipo primario. Localmente si verificano condizioni favorevoli alla formazione di piccole falde idriche sotterranee contenute nella formazione conglomeratica. Tali falde, presenti durante o immediatamente dopo le stagioni più piovose, sono utilizzate per alimentare piccoli insediamenti agricoli attraverso la realizzazione di pozzi-cisterna o di bottini di presa.

Nell'ambito dei siti di intervento affiorano prevalentemente i terreni dell'unità delle "Sabbie di Monte Marano" e quelli riferibili alle "Argille subappennine".

Per ciò che attiene alle problematiche esecutive dell'intervento in progetto, con particolare riferimento alle strutture fondali, si ritiene che:

- nelle aree di affioramento dei terreni sabbiosi la profondità della superficie piezometrica della falda, laddove gli impianti saranno realizzati nelle zone di cresta dei rilievi, garantirà l'esistenza di un franco insaturo all'interno del quale attestare le opere fondali. Tale franco tenderà a diminuire in prossimità del contatto stratigrafico con la sottostante unità argillosa. Tale contatto costituisce il livello di base delle falde esistenti nei terreni sabbiosi.
- nelle aree di affioramento dei terreni argillosi non è da escludere la presenza di acque di ritenzione nella porzione sommitale della formazione, dove sono presenti orizzonti limosi con debole contenuto sabbioso.

Tali indicazioni dovranno trovare più precisa conferma in fase di esecuzione delle indagini geognostiche per la stesura del progetto esecutivo.

5.2.1 POTENZIALE INTERAZIONE CON ACQUIFERO "MURGIA BRADANICA"

Il Piano di Gestione delle Acque del Distretto Idrografico dell'Appennino meridionale (PGA), individua nel settore a Nord dell'area di intervento la presenza dell'acquifero di estensione regionale di tipo A denominato "Murgia Bradanica".

L'idrostruttura della "Murgia Bradanica" come indicato appartiene al "Sistema Acquifero di Tipo A – carbonatico", in quanto risulta costituita per la sua interezza dal complesso calcareo, contraddistinto da elevata permeabilità per fratturazione e per carsismo. La porzione orientale dell'idrostruttura appartiene alla regione Puglia, mentre la porzione occidentale appartiene alla regione Basilicata (circa il 31%). Ricade all'interno dei bacini dei fiumi Bradano, Lato e Lenne. L'acquifero carbonatico riceve alimentazione mediante travasi idrici sotterranei dall'acquifero delle Murge. Al di sopra della formazione di base è presente una copertura argillosa, che fa sì che le acque di falda circolino in pressione fino al recapito a mare, dove una discontinuità tettonica ha innalzato il substrato e l'acquifero carbonatico da origine ad emergenze sorgive (gruppo delle sorgenti Tara ubicate a nord-ovest di Taranto, utilizzate a scopo industriale ed agricolo).

La cartografia del P.T.A. inerente i carichi idraulici dell'acquifero carbonatico, dispone la superficie piezometrica, al di sotto dell'area di intervento, alla quota di 30 m ca s.l.m., corrispondente ad una profondità di m 320 dal piano campagna dell'area di intervento.

Pertanto, considerando la quota piezometrica, la profondità di circolazione delle acque nell'acquifero carbonatico di base e l'esistenza della potente coltre di copertura plio-pleistoceniche che ricopre il basamento calcareo, è possibile definire come nulla la potenziale interferenza tra le opere a farsi e la circolazione idrica sotterranea che caratterizza l'acquifero "Murgia bradanica".

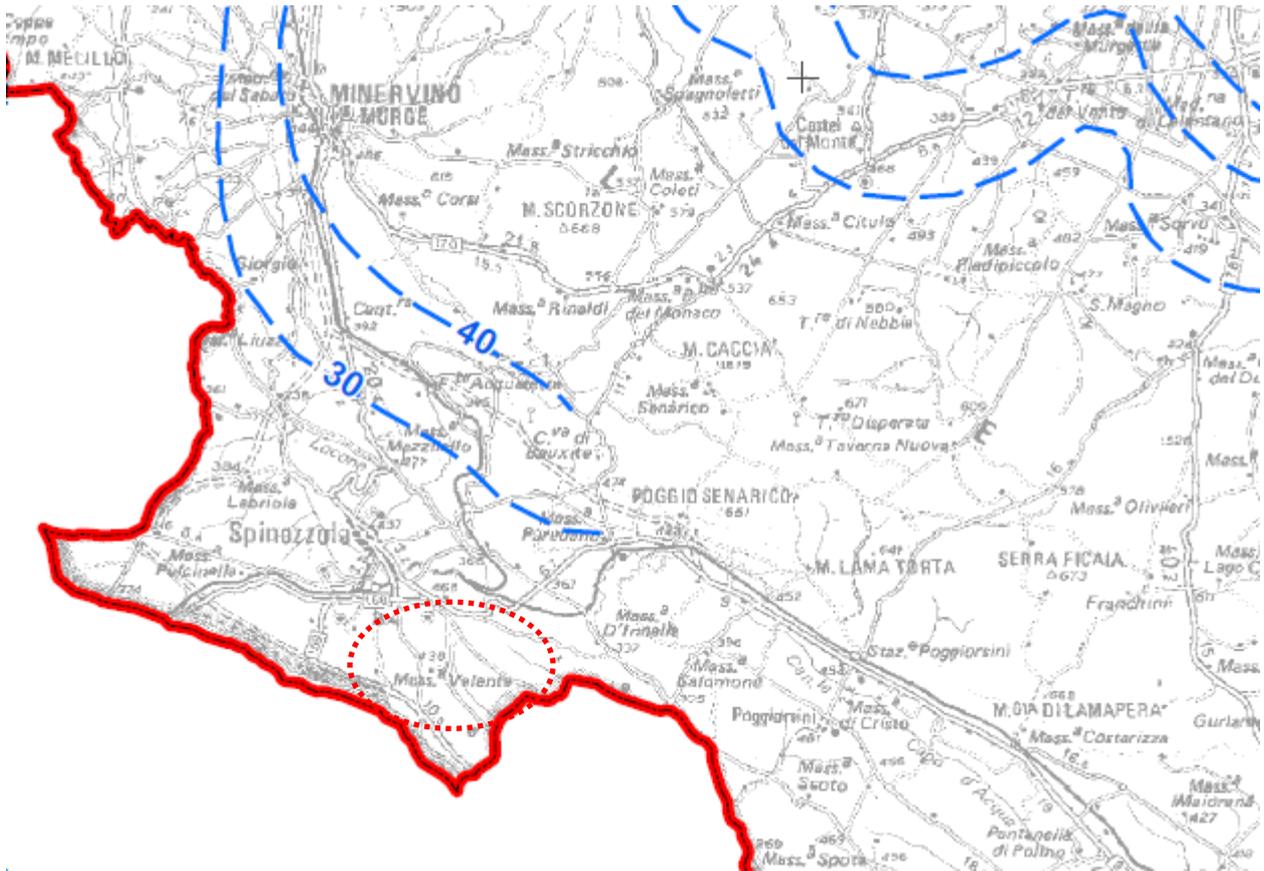


Figura 10: stralcio carta carichi idraulici acquifero carbonatico - PTA.

6 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La sismicità storica dell'area in esame è stata ricostruita esaminando i dati macrosismici forniti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

L'ultima versione del Database Macrosismico Italiano (DBMI15), è stata rilasciata a luglio 2016 ed aggiorna e sostituisce la precedente DBMI11(Locati et al., 2011). Essa fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2014.

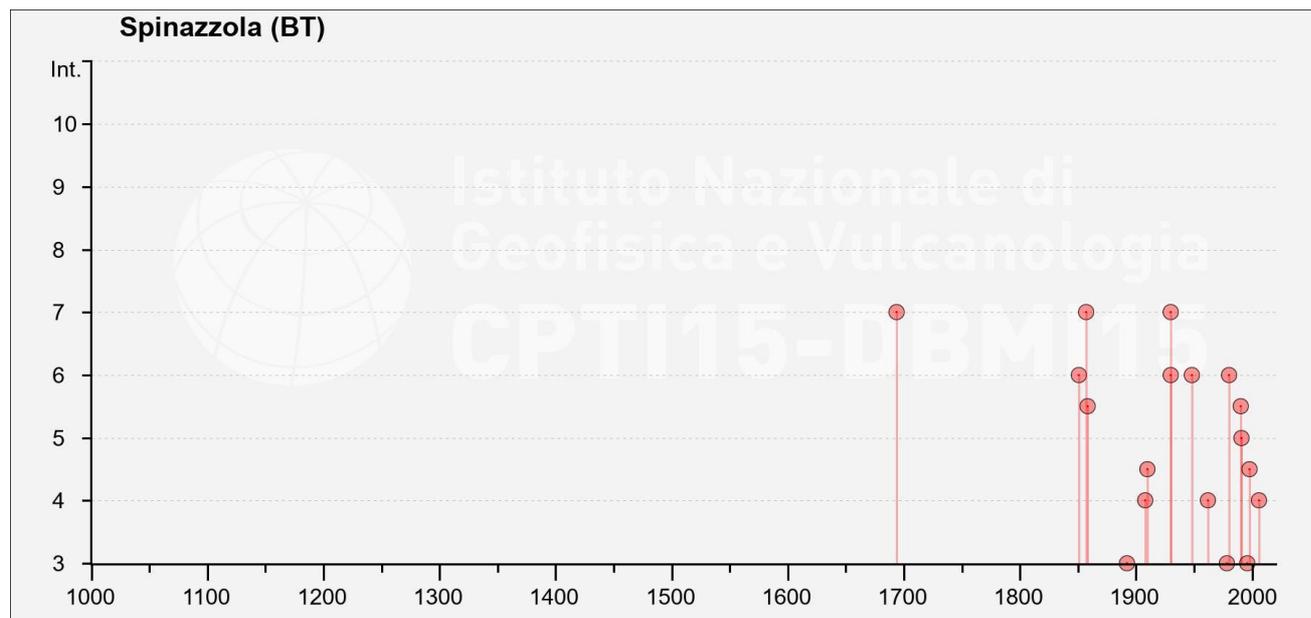
I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

Nella tabella seguente sono riportati gli eventi sismici per l'area d'interesse (Spinazzola) che hanno comportato effetti significativi nell'arco temporale dall'anno 1000 sino al 2014.

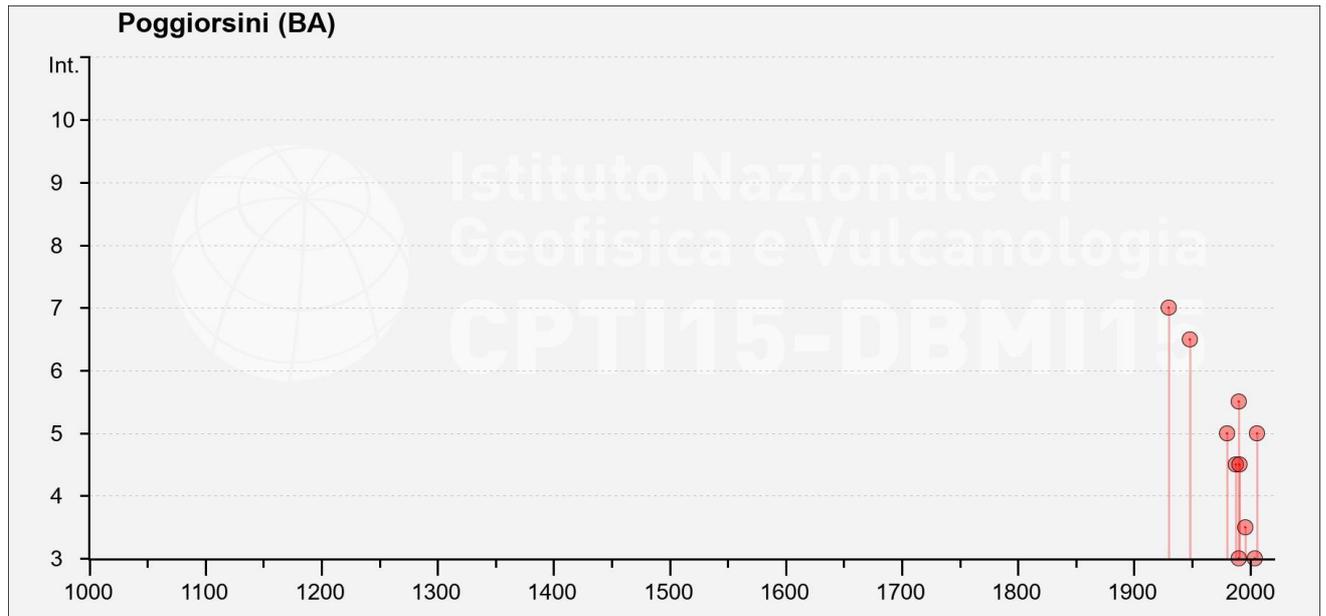
Int.	YearMo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	251	10	6,73
6	1851 08 14 13 20	Vulture	103	10	6,52
7	1857 12 16 21 15	Basilicata	340	11	7,12
5-6	1858 05 24 09 20	Tavoliere delle Puglie	13	4-5	4,35
3	1892 06 06	Isole Tremiti	68	6	4,88
2	1893 08 10 20 52	Gargano	69	8	5,39
NF	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6,95
4	1908 12 28 04 20 27.00	Stretto di Messina	772	11	7,1
4-5	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	376	8	5,76
2	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7,08
7	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6,67
6	1930 11 06 21 56	Alta Murgia	16	5	4,41
6	1948 08 18 21 12 20.00	Gargano	58	7-8	5,55
4	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6,15
3	1978 09 24 08 07 44.00	Materano	121	6	4,75
6	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
NF	1984 05 11 10 41 49.27	Monti della Meta	342	7	5,47
NF	1990 02 18 20 10 48.71	Adriatico centrale	46		4,24
5-6	1990 05 05 07 21 29.61	Potentino	1375		5,77
NF	1990 08 28 19 02 52.35	Potentino	84		4,21

Dott. geol. Luigi Buttiglione

5	1991 05 26 12 25 59.42	Potentino	597	7	5,08
3	1996 04 03 13 04 34.98	Irpinia	557	6	4,9
4-5	1998 04 07 21 36 55.30	Valle dell'Ofanto	45	5	4,31
NF	1998 04 26 05 38 05.59	Potentino	67	4-5	3,76
NF	2002 04 18 20 56 48.67	Appennino lucano	164	5	4,34
NF	2004 09 03 00 04 12.75	Potentino	156	5	4,41
4	2006 05 29 02 20 06.26	Gargano	384		4,64



Int.	YearMo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6,67
6-7	1948 08 18 21 12 20.00	Gargano	58	7-8	5,55
5	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
4-5	1988 04 26 00 53 43.83	Adriatico centrale	78		5,36
NF	1990 02 18 20 10 48.71	Adriatico centrale	46		4,24
5-6	1990 05 05 07 21 29.61	Potentino	1375		5,77
3	1990 08 28 19 02 52.35	Potentino	84		4,21
4-5	1991 05 26 12 25 59.42	Potentino	597	7	5,08
NF	1994 01 05 13 24 11.37	Tirreno meridionale	148		5,82
3-4	1996 04 03 13 04 34.98	Irpinia	557	6	4,9
3	2004 09 03 00 04 12.75	Potentino	156	5	4,41
5	2006 05 29 02 20 06.26	Gargano	384		4,64



I dati inerenti gli eventi sismici successivi al 2014 sono stati ricavati dal database *ISIDE* dell'INGV, tenendo conto di un raggio di influenza di 100 km rispetto al sito oggetto di studio ed una magnitudo minima pari a 2 (vedi figura seguente).

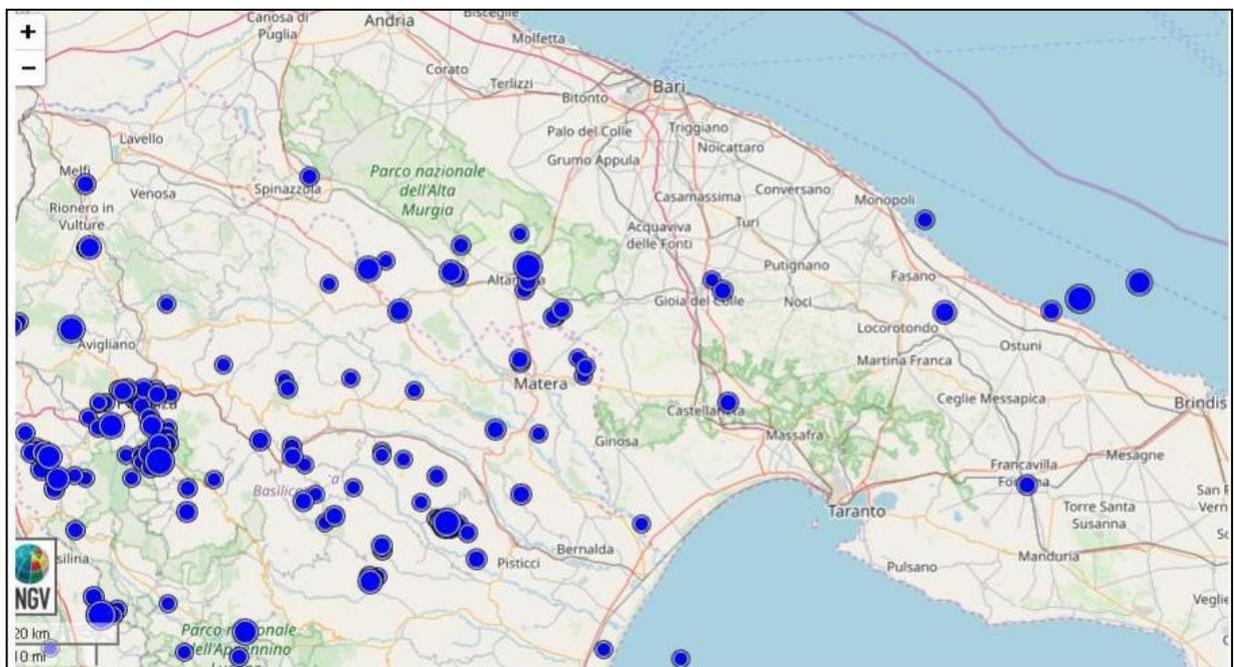


Figura 11: stralcio mappa *ISIDE*.

Gli eventi documentati hanno epicentri anche non distanti dall'area oggetto di studio.

Il database DISS3, messo a disposizione dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, identifica e caratterizza le sorgenti sismogenetiche sul territorio nazionale.

Tale sorgenti possono essere individuali (piani di faglia), o composite (ossia regioni allungate contenenti un certo numero di sorgenti allineate ma non identificabili singolarmente).

La sorgente sismogenetica più vicine all'area in esame è la seguente:

- “Rapolla - Spinazzola DISS ID ITCS089” distante 2.3 Km ad Nord-Ovest dall'area in esame . Si tratta di una sismozona, generata da un allineamento di faglia, caratterizzata da una magnitudo massima attesa (M_w) pari a 6.3.

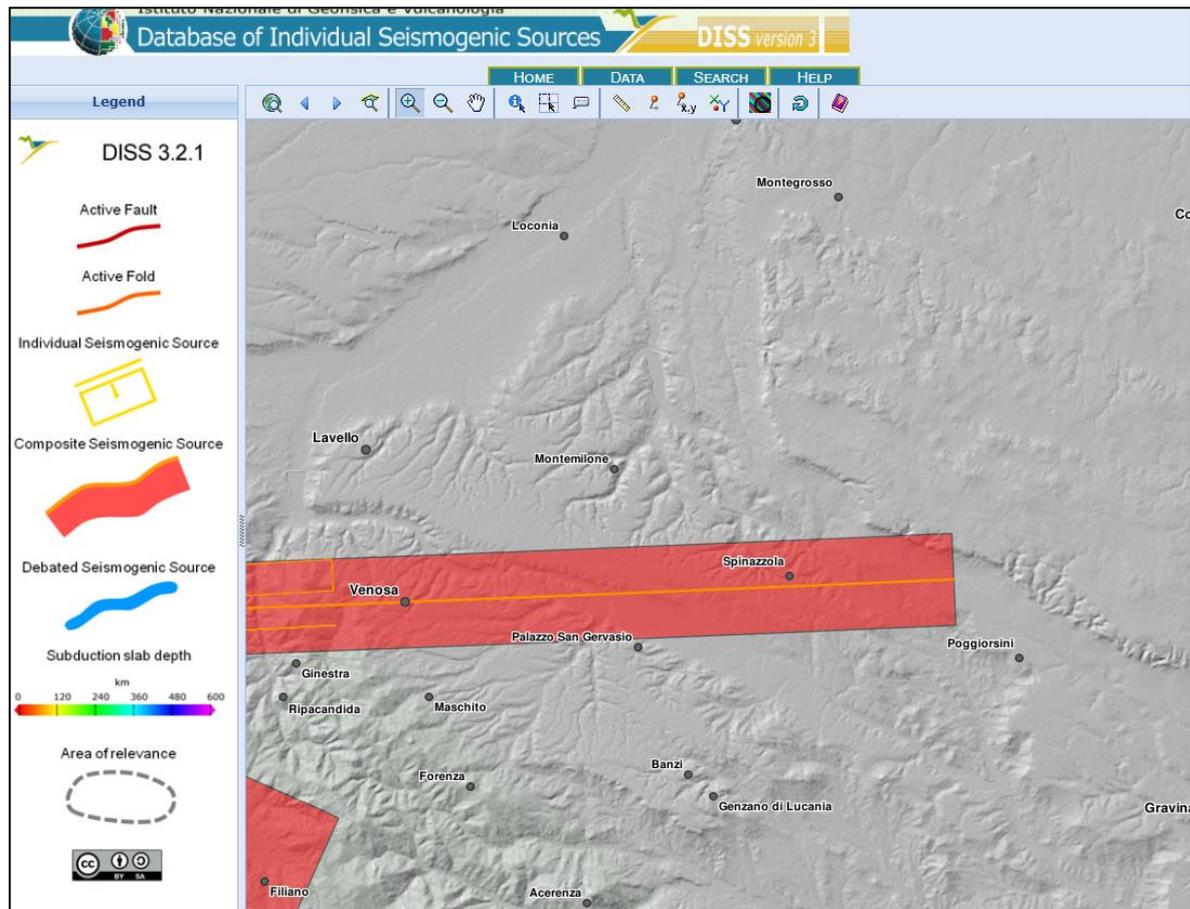


Figura 12: fonti sismogenetiche da DISS.

Utilizzando le mappe interattive di pericolosità sismica fornite da INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>), nel nodo del reticolo di riferimento più prossimo all'area in esame, caratterizzato da un'accelerazione compresa tra 0.125 e 0.150, la magnitudo media attesa per eventi sismici con probabilità di superamento del 10% in 50 anni – $T_r = 1000$ anni, è pari a 5.97Mw, ad una distanza di 23km dall'area in esame (vedi figure seguenti).

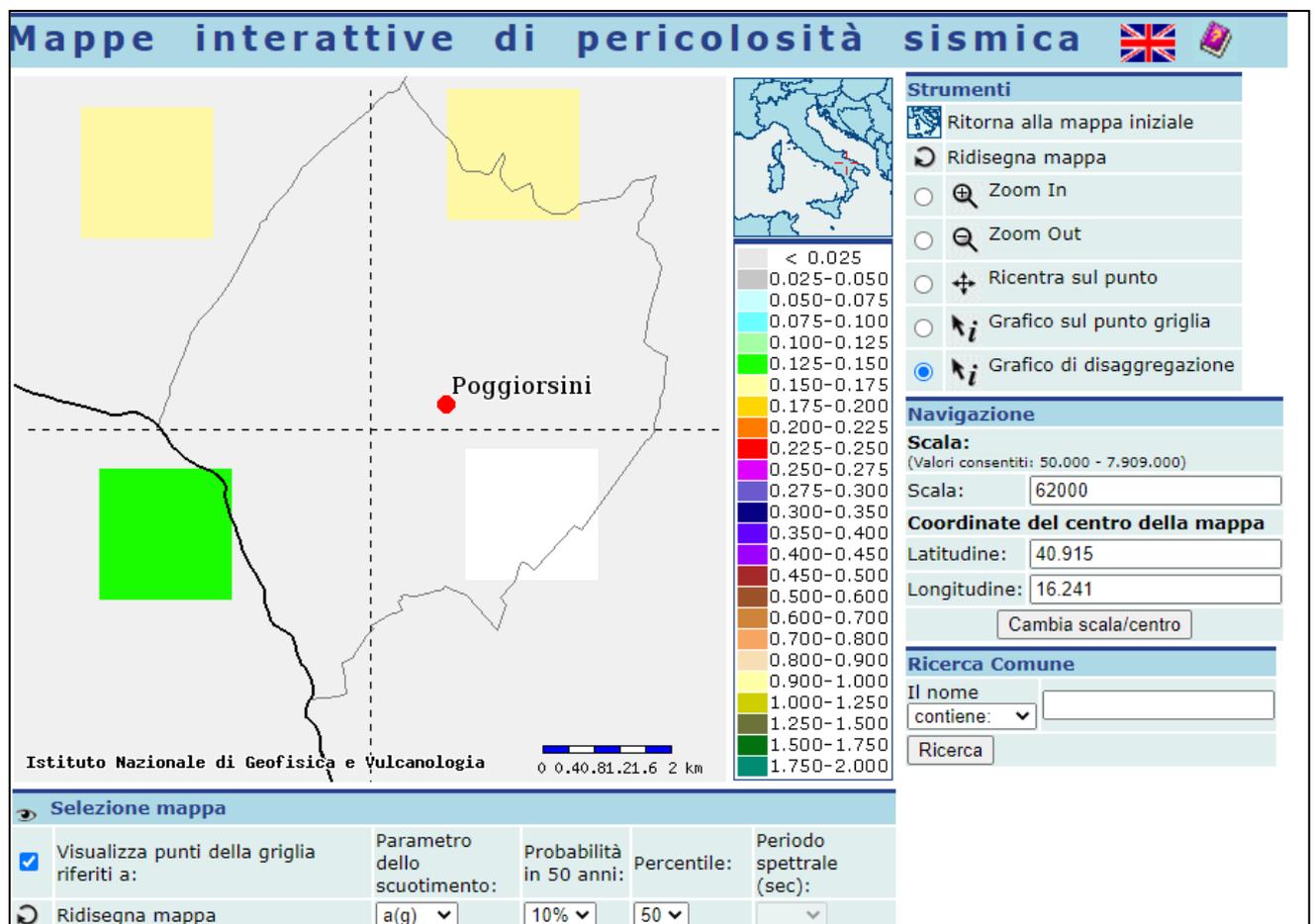


Figura 13: mappa di pericolosità sismica.

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 40.9009, lon: 16.2684, ID: 32787)										
	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	0.000	1.570	4.610	4.880	4.280	3.210	2.120	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.100	4.480	6.990	8.680	8.810	7.480	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.069	0.937	2.570	4.350	5.700	6.410	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.061	0.806	1.810	2.670	3.800	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.096	0.599	1.120	1.940	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.512	1.130	0.528	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.424	1.250	1.100	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.176	0.863	0.932	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	0.400	0.502	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.166	0.262	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.063	0.148	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.083	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.045	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.004	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.005	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.003	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.970	23.000	0.865

Figura 14: dati di pericolosità sismica.

La classificazione sismica del territorio nazionale, così come modificata dalla O.P.C.M. n.3274/03, inserisce il territorio in esame in **Zona 2 (Spinazzola)**. Trattasi quindi di una porzione di territorio caratterizzata da una pericolosità sismica significativa.

7 DETERMINAZIONE CLASSE DI SOTTOSUOLO

Il D.M. 17 Gennaio 2018 prescrive di valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Tali categorie sono indicate nella tabella seguente:

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Al fine della definizione dell'azione sismica locale, così come stabilito, si è proceduto alla individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento, attraverso la determinazione del parametro V_{seq} (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio) definito dalla seguente relazione

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ m/s (1)}$$

dove

h_i = spessore in metri dello strato (sismostrato) i -esimo;

Dott. geol. Luigi Buttiglione

$V_{s,1}$ = velocità dell'onda di taglio *i*-esima;

N = numero di strati (sismostrati);

H = profondità substrato definita come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per la determinazione della classe di sottosuolo è stata eseguita, da Apogeo s.r.l., un'ulteriore prospezione geosismica secondo la metodologia MASW 2D.

Lo stendimento MASW sono stati eseguiti lungo le basi sismiche precedentemente indicate.

I dettagli metodologici dell'indagine MASW sono riportati nel report specifico allegato, redatto da Apogeo s.r.l.

Basandosi sull'indagine sismica, è stata individuata la categoria del suolo di fondazione del sottosuolo in esame. Sino alla profondità investigata, pari a circa 20 m, non è stato individuato un substrato rigido caratterizzato da un $V_s \geq 800$ m/s e pertanto, così come enuncia la nuova norma, il valore del $V_{s,eq}$ è definito dal parametro V_{s30} ottenuto ponendo $H=30$ m nella attuale espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

In definitiva è stato osservato che l'area oggetto di indagine (secondo le NTC 2018) rientra nella categoria "B" avendo ottenuto valori di $V_{s,eq}$ compresi tra 360 e 800 m/s con un miglioramento delle caratteristiche meccaniche in profondità.

Dott. geol. Luigi Buttiglione

Per ciò che attiene la classificazione delle condizioni topografiche secondo quanto previsto nella tabella 3.2.III delle NTC, l'area d'intervento può essere classificata come appartenente alla

categoria 'T1':

“Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”.

8 VALUTAZIONI EX ART.4 QUATER NTA P.A.I. BASILICATA

L'art.4 quater delle N.T.A. Basilicata dispone che:

- 1. I progetti di opere e/o interventi che interessano versanti potenzialmente instabili non ancora oggetto di studio da parte dell'AdB, dovranno comprendere, obbligatoriamente, adeguati studi geomorfologici ed idrogeologici.*
- 2. I progetti di opere e/o interventi che interessano corsi d'acqua e/o aree limitrofe, non ancora oggetto di studio da parte dell'AdB, dovranno comprendere, obbligatoriamente, uno studio idrologico e idraulico che consideri una portata di piena avente periodo di ritorno pari a 200 anni. Il livello di approfondimento e dettaglio degli studi dovrà essere adeguato alle condizioni di pericolosità e di rischio idraulico esistenti sull'area ed alla tipologia ed importanza delle opere da realizzare.*
- 3. I progetti delle opere e degli interventi dovranno essere corredati da una dichiarazione, sottoscritta dal tecnico incaricato della redazione degli studi geomorfologici, idrogeologici, idrologici e idraulici, relativa all'esenzione delle opere progettate rispetto al rischio idrogeologico considerato.*
- 4. Gli Uffici Tecnici dei Comuni interessati dalla realizzazione delle opere o degli interventi oltre all'ottemperanza degli obblighi di cui al precedente art.3, c.4, sono tenuti alla verifica della completezza della documentazione di cui ai commi 1 e 2 ed alla conservazione della stessa. I progettisti delle opere sono tenuti a depositare anche presso gli Uffici dell'AdB copia degli studi geomorfologici, idrogeologici, idrologici e idraulici.*

Per ciò che attiene il progetto in esame si evidenzia che, come esposto in precedenza, le aree di impianto non ricadono tra quelle caratterizzate da pericolosità geomorfologica associata alla presenza

di frane così come definite dal P.A.I Basilicata vigente. Alcune aree definite a rischio frana basso e moderato si rinvencono all'esterno e verso Sud dell'area di intervento. Trattasi quindi di una porzione di territorio già oggetto di studio da parte dell'AdB.

Si evidenzia inoltre che l'area di progetto è priva di versanti potenzialmente instabili in virtù di un assetto blandamente ondulato della superficie topografica, privo di aree di cresta o di versante e di pendenze tali da poter innescare movimenti gravitativi di dissesto. Da ciò deriva la complessiva stabilità geomorfologica dell'area rilevata in situ oltre che sulla cartografia del P.A.I vigente. Si ritiene pertanto l'intervento proposto, anche per ciò che attiene gli aspetti legati alle condizioni di stabilità e sicurezza geomorfologica, conforme alle N.T.A. del P.A.I. Basilicata.

Per ciò che attiene l'assetto del reticolo idrografico che interessa l'area di intervento, anche in questo caso si rileva l'assenza di perimetrazioni inerenti aree caratterizzate da pericolosità idraulica per Tr 30, 200 e 500 anni (frequenza di inondazione alta, media e moderata ex art.7 NTA P.A.I Basilicata). Tuttavia si evidenzia che specifici studi di modellazione idrologica e idraulica sono stati condotti in riferimento alle aste fluviale prossime all'area di impianto. Tali studi hanno consenti di escludere qualsiasi interferenza tra gli interventi in progetto ed il deflusso delle acque superficiali, con particolare riferimento alle aree a pericolosità idraulica succitate.

9 CONCLUSIONI

La porzione di territorio prescelta per la realizzazione dell'impianto ricade in un ambito morfologico il cui assetto è condizionato dalla natura dei terreni affioranti, costituiti in prevalenza da depositi sciolti variamente coesi e/o argillosi. Le forme del rilievo, con particolare riferimento all'acclività dei versanti, risultano pertanto variabili a seconda dello stato di aggregazione e della stabilità dei terreni.

In linea generale l'andamento geomorfologico si caratterizza per l'alternanza di vaste aree pianeggianti ad assetto tabulare, attraversate da solchi erosivi con versanti molto ampi e variamente acclivi. L'assetto subpianeggiante delle aree di cresta è legato ai processi di modellamento avvenuti durante la fase di colmamento del bacino di sedimentazione. L'azione degli agenti erosivi, con particolare riferimento agli effetti del modellamento dovuti allo scorrimento delle acque superficiali, ha inciso profondamente sul territorio, generando avvallamenti con versanti a pendenza variabile a seconda dei litotipi affioranti. Forme locali di dissesto di modeste dimensioni interessano le parti sommitali dei versanti, laddove affiorano terreni più schiettamente sabbiosi.

Dal punto di vista geologico l'unità geostrutturale costituita dall'"Avanfossa bradanica", lungo il margine della quale ricade l'area d'intervento, si contraddistingue per l'affioramento di terreni che, nell'insieme, costituiscono la successione regressiva di colmamento del bacino di sedimentazione attivo dal Pliocene sino al Pleistocene, tra la Catena Appenninica e l'Avampaese Murgiano.

Tale successione è costituita da un'unità argillosa di base, di età Plio-Pleistocenica, spesso alcune centinaia di metri nella parte centrale del bacino e più sottile nelle zone di margine. Sull'unità

argillosa di base poggiano, in continuità di sedimentazione, terreni sabbiosi con frequenti intercalazioni conglomeratiche, di spessore variabile ma non superiore a cento m. Il ciclo regressivo è chiuso da un'unità conglomeratica di origine continentale, con spessore oscillante intorno ad alcune decine di metri. Lungo l'alveo e sulle sponde dei principali corsi d'acqua presenti in zona si rinvengono depositi alluvionali terrazzati di origine fluvio-lacustre costituiti da conglomerati poligenici, limi e sabbie.

La circolazione idrica di superficie dell'area in esame si sviluppa lungo alcune linee di deflusso a regime torrentizio. Si tratta di corsi d'acqua caratterizzati da un regime idraulico segnato da prolungati periodi di magra o di secca, interrotti da improvvisi eventi di piena corrispondenti o immediatamente successivi agli eventi meteorici più cospicui.

Sulla base del più recente aggiornamento cartografico, il P.A.I. di riferimento (ex Autorità di Bacino della Basilicata) non individua nell'area di intervento aree caratterizzate da pericolosità idraulica per Tr 30, 200 e 500 anni (frequenza di inondazione alta, media e moderata ex art.7 NTA P.A.I Basilicata).

Le aree di impianto non ricadono tra quelle caratterizzate da pericolosità geomorfologica associata alla presenza di frane così come definite dal P.A.I Basilicata vigente. Alcune aree definite a rischio frana basso e moderato si rinvengono all'esterno e verso Sud dell'area di intervento.

Per ciò che attiene la circolazione idrica sotterranea si evidenzia che essa è localizzata in maniera preponderante nei terreni sabbiosi, costituendo falde effimere a pelo libero e caratterizzate da importanti escursioni piezometriche stagionali. Non è da escludere la presenza di

Dott. geol. Luigi Buttiglione

acque sotterranee anche nella porzione superiore dell'unità argillosa, caratterizzata dalla presenza di livelli sabbioso-limosi.

Nessuna interazione potenziale, per le motivazioni in precedenza esposte, potrà avvenire tra i lavori in progetto e la circolazione idrica sotterranea localizzata nell'acquifero di base denominato "Murgia Bradanica".

Il sottosuolo investigato attraverso specifiche indagini Masw rientra, nella categoria di suolo "**B**" così definite nelle NTC 2018, corrispondente a "*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 393 m/s e 429 m/s*".

Per ciò che attiene la classificazione delle condizioni topografiche secondo quanto previsto nella tabella 3.2.III delle NTC, l'area d'intervento può essere classificata come appartenente alla

categoria 'T1':

"Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ".

Tanto si doveva in espletamento dell'incarico ricevuto.

Bari, febbraio 2023

Dott. geol. Luigi Buttiglione

Dott. geol. Luigi Buttiglione

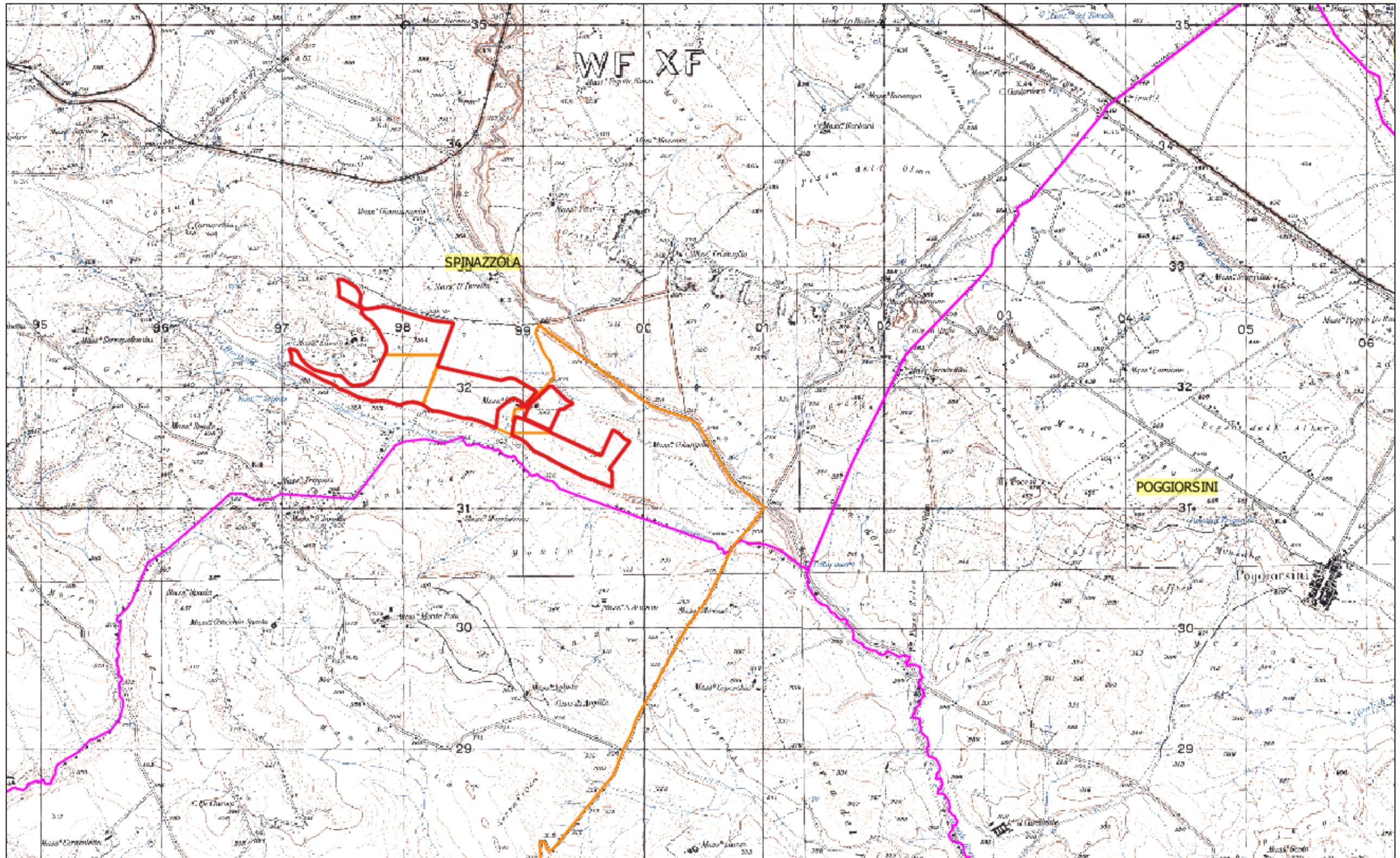
ALLEGATI

Ubicazione Impianto in scala 1:25.000

Carta Litologica scala 1:25.000

Report indagini geosismiche

ALL. 1 – UBICAZIONE IMPIANTO SCALA 1:25.000



ALL. 2 – CARTA LITOLOGICA - SCALA 1:25.000

