



**REGIONE  
PUGLIA**

# COMUNE DI SAN SEVERO (FG)

Progettazione Centrale Solare " Energia dell'olio del Tavoliere " da 50.859 kW



Proponente:



**Peridot Solar Blue s.r.l.**

Via Alberico Albricci, 7 - 20122 Milano (MI) - Italia

Investitore agricolo  
superintensivo :



**OXY CAPITAL**

Largo Donegani, 2 - 20121 Milano (MI) - Italia

Partner:



**Titolo: Relazione geologica-idrogeologica e sismica**

N° Elaborato: 09

**Progetto dell'inserimento paesaggistico  
e mitigazione**

**Progettista:**

Agr. Fabrizio Cembalo Sambiasi  
Arch. Alessandro Visalli

**Collaboratori:**

Agr. Rosa Verde  
Arch. Anna Sirica  
Urb. Enrico Borrelli  
Urb. Daniela Marrone  
Urb. Patrizia Ruggiero



Progettazione:

Cod: VR\_05



Scala:

**Progettazione elettrica e civile**

**Progettista:**

Ing. Rolando Roberto  
Ing. Marco Balzano

**Collaboratori:**

Ing. Simone Bonacini  
Ing. Giselle Roberto

**Consulenza geologia**  
Geol. Gaetano Ciccarelli

**Consulenza archeologia**  
Archeol. Concetta C. Costa



**tipo di progetto:**

- RILIEVO
- PRELIMINARE
- DEFINITIVO
- ESECUTIVO

Rev.	Descrizione	Data	Formato	Elaborato da	Controllato da	Approvato da
00	Consegna	Dicembre 2022	A4	Gaetano Ciccarelli	Alessandro Visalli	Fabrizio Cembalo Sambiasi

## SOMMARIO

1. Premessa.....	1
2. Scopo del documento .....	2
3. Normativa e documenti di riferimento.....	2
4. Localizzazione geografica.....	2
4.1. Strutture di supporto dei moduli fotovoltaici .....	3
5. Inquadramento geostrutturale del territorio .....	4
5.1. Assetto geologico generale .....	4
5.1.1. Unità stratigrafiche .....	5
5.2. Assetto stratigrafico locale.....	7
5.2.1. Sintema di Masseria Finamondo (TPF) (Pleistocene Superiore) .....	7
5.2.2. Sintema di Motta del Lupo TLP (Pleistocene Superiore).....	7
6. Lineamenti geomorfologici .....	9
7. Inquadramento idrogeologico .....	10
7.1. Assetto idrogeologico locale .....	11
7.1.1. Complessi idrogeologici .....	11
7.2. Valutazione vulnerabilità acquifero .....	12
8. CAMPAGNA D'INDAGINE E MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO .....	14
9. SISMICITÀ DELL'AREA.....	15
9.1. Classificazione sismica e pericolosità sismica di base .....	16
9.2. Sismicità storica.....	16
9.3. Sorgenti sismogenetiche .....	19
9.4. Magnitudo di riferimento.....	20
9.5. risposta sismica locale .....	21
9.6. Valutazione preliminare della suscettività alla liquefazione .....	24
9.6.1. Potenziale di liquefazione .....	25
10. Criticità geologiche e geomorfologiche .....	27
11. Conclusioni .....	30

---

## 1. PREMESSA

La società “Peridot Solar Blue” r.l. per la proposta di realizzazione di un impianto fotovoltaico da ubicarsi in San Severo (FG), localizzazione 41°39'59.96"N, 15°29'55.12"E, si è dotato del presente studio geologico a supporto del progetto in linea con gli obiettivi della Strategia Elettrica Nazionale e del Piano Nazionale integrato per l'Energia e il Clima.

Il presente documento illustra le risultanze degli studi geologici, di compatibilità geomorfologica, idrologici ed idrogeologici e di caratterizzazione sismica.

Lo studio raccoglie e sintetizza le informazioni attualmente disponibili derivanti sia da fonti bibliografiche che indagini eseguite nell'area in esame.

In sintesi, nei paragrafi seguenti, verranno approfondite le seguenti tematiche:

- Inquadramento Geografico;
- Inquadramento generale dell'area di studio comprendente gli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici;
- Inquadramento sismico dell'area, definizione dell'azione sismica di riferimento e della magnitudo di riferimento, analisi del rischio liquefazione;
- Studio di compatibilità geomorfologica comprendente il controllo dei vincoli dell'Autorità di Bacino aggiornato al PAI vigente.

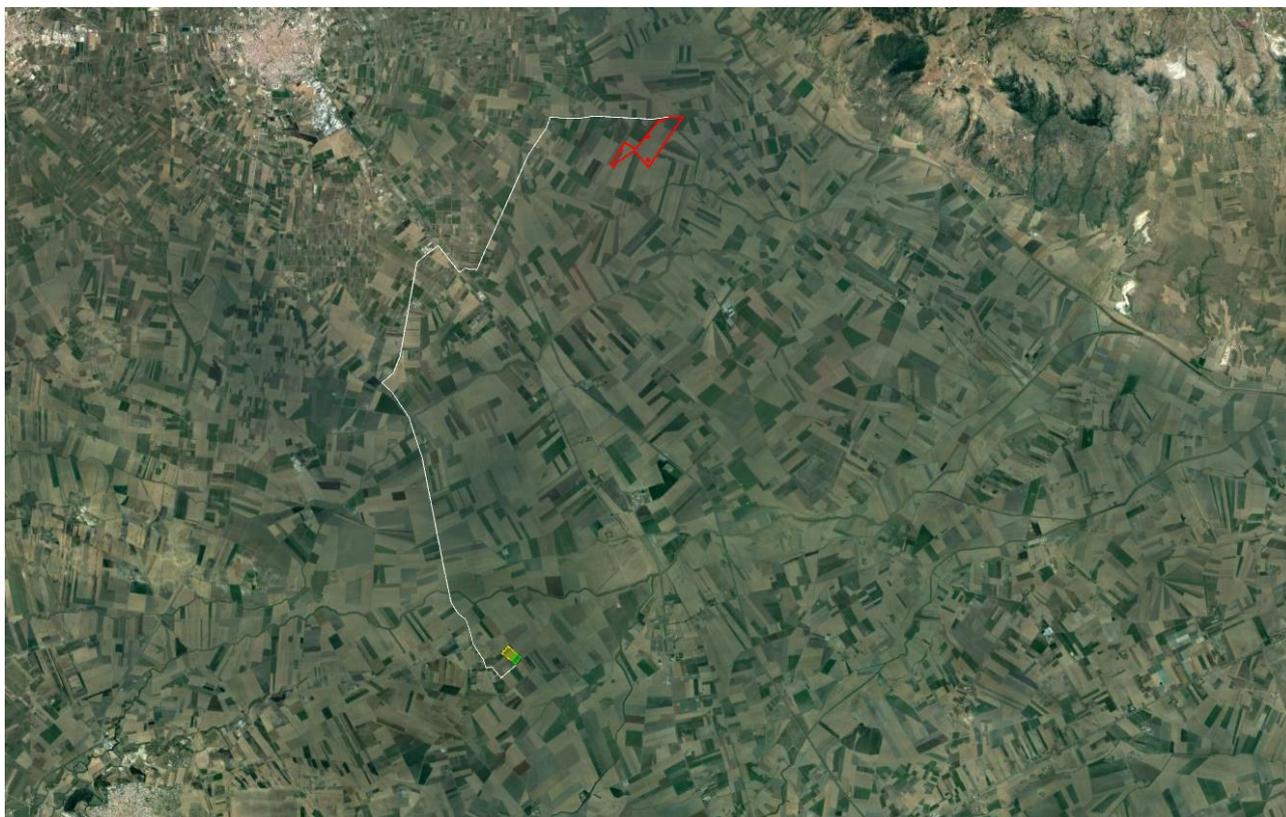


Figura n. 1-1 Ubicazione dell'area della proposta dell'impianto e traccia del cavidotto – Google Earth Kmz -

## 2. SCOPO DEL DOCUMENTO

Le presenti note contengono la sintesi dello studio effettuato, chiariscono gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente geologica in cui si colloca il settore di studio e affrontano gli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico e sono state redatte secondo gli standard metodologici più diffusi in ambito scientifico.

L'obiettivo del progetto è la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza di picco pari a 50.859 kWp costituito da 83.376 moduli fotovoltaici in silicio cristallino. In campo saranno installati n. 143 inverter di stringa di potenza nominale 320 kW. La potenza nominale dell'intero impianto sarà di 45.760 kW.

La Soluzione Tecnica Minima Generale prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV "Foggia – San Severo".

## 3. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Dal punto di vista normativo sono stati presi in riferimento

- UNI EN 1997-1 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1997-2 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.
- O.P.C.M. n.3274 del 20/03/2003 e s.m.i., "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modifiche ed integrazioni.
- O.P.C.M. n.3519 del 28/04/2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- Circ. Min. II.TT. 21/01/2019 n. 7, "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17/01/2018".

## 4. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

La centrale fotovoltaica, di potenza di picco pari a 50.859 kWp, sarà ubicata nel Comune di San Severo in provincia di Foggia (FG). Il soggetto proponente è la società Peridot Solar Blue (P.IVA: 12556090962). E' prevista l'installazione a terra di moduli fotovoltaici in silicio cristallino della potenza specifica di 610 Wp. La superficie riporta un'estensione totale pari a 65,8 ha attualmente a destinazione agricola.

Sarà realizzata una cabina di raccolta da cui partirà un cavidotto MT verso nuova Stazione Elettrica.

In tabella 1 si riportano i dati di localizzazione dell'impianto.

Tabella 4.1- Dati geografici e climatici della località

Comune	San Severo (FG)
Latitudine	41°39'59.96"N
Longitudine	15°29'55.12"E
Zona altimetrica	Pianura
Zona climatica	D
GG convenzionali	1.494
Aree di progetto (ha)	65,8

La centrale fotovoltaica in oggetto sarà composta sostanzialmente da tre componenti principali: il generatore fotovoltaico, i gruppi di conversione di energia elettrica e la stazione di elevazione MT/AT. Il generatore sarà costituito dai moduli fotovoltaici, connessi in serie/parallelo per ottenere livelli di tensione e corrente idonei all'accoppiamento con i gruppi di conversione.

È prevista l'installazione a terra di moduli fotovoltaici in silicio cristallino della potenza specifica di 610 Wp, da intendersi come potenza di picco espressa nelle condizioni standard meglio descritte nelle normative di riferimento (IEC 61215). In relazione alla morfologia del territorio si ritiene di dover suddividere l'impianto in n. 2 sotto-piastre come definito in Tabella 2.

Piastra	Tipologia struttura	n. Strutture	n. moduli	Potenza DC (kWp)
1	TR_2P_48X610	1.494	71.712	43.744
2	TR_2P_48X610	243	11.664	7.115
TOT		1.737	83.376	50.859

Tabella 4.2- Dati piastre impianto

La soluzione elaborata prevede che la Vs. centrale venga collegata in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV "Foggia – San Severo". L'area individuata è identificata al N.C.T. di San Severo (FG) nel foglio di mappa 38 particella 163, 164.

L'area oggetto di studio è localizzata in corrispondenza della Strada Provinciale 47b situata a sud est del centro abitato del Comune di San Severo. L'intero territorio comunale è caratterizzato da un'area agricola, essenzialmente pianeggiante o con versanti a bassa pendenza. L'elevazione altimetrica varia da poco oltre i 39 m.s.l.m. nella parte più a sud dell'area dell'impianto ad arrivare a poco oltre i 31 m.s.l.m. nella sua porzione più a nord. Per quanto riguarda la localizzazione cartografica, il territorio dell'area di progetto è compreso all'interno del Foglio 155 "San Severo" della Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, NEL Foglio 396 della Carta Geologica in scala 1:50.000 , C.T.R. Puglia 396102 e 396113.

Geograficamente l'area è individuata dalle seguenti coordinate:

- latitudine 41°39'59.96" N
- longitudine 15°29'55.12" E

#### 4.1. STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Il sistema di supporto dei moduli fotovoltaici sarà del tipo ad inseguitore monoassiale. La massimizzazione degli spazi a disposizione e della produttività è frutto del posizionamento dei moduli, che saranno ad asse orizzontale con asse di rotazione posto lungo la direttrice nord - sud. Durante la giornata il sistema, con l'ausilio di attuatori elettromeccanici, ruota i componenti fotovoltaici seguendo la traiettoria est - ovest.

Le strutture di sostegno saranno realizzate tramite profili a omega infissi direttamente nel terreno, senza l'uso di cemento. Si rimanda agli elaborati di dettaglio per le caratteristiche meccaniche complete.



Figura n. 4-1-Ubicazione dell'area di progetto (da Google Earth).

## 5. INQUADRAMENTO GEOSTRUTTURALE DEL TERRITORIO

### 5.1. ASSETTO GEOLOGICO GENERALE

Nel presente paragrafo e nei seguenti si riporta l'inquadramento tettonico e strutturale, l'inquadramento geologico regionale, l'inquadramento geomorfologico e l'inquadramento idrogeologico dell'area di studio. Per quanto riguarda la bibliografia si è fatto riferimento alle note illustrative del Foglio 396 San Severo della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 e ad altri studi geologici riferiti all'area in esame in particolare lo studio delle caratteristiche dell'acquifero e valutazione di vulnerabilità condotto nella stessa area di studio.

La storia geologica di questa regione si incentra attorno a due diversi contesti geodinamici, prima quello di margine passivo, poi di margine attivo.

Nel Mesozoico, in luogo dell'attuale area pugliese e sud-adriatica, è esistito un estesissimo dominio di piattaforma carbonatica (Piattaforma apula), soggetto ad una persistente subsidenza con tassi sostanzialmente costanti e congruenti con un contesto geodinamico di margine passivo maturo. A partire dal Trias, l'area ha subito anche gli effetti di un progressivo block faulting che ha determinato la strutturazione verso est (attuale Mare Adriatico) di un complesso sistema di transizione da margine di piattaforma a bacino, e nel Cretaceo superiore verso ovest di un bacino intracratonico (Bacino apulo di MOSTARDINI & MERLINI, 1986). Sotto il profilo geodinamico, l'area nel suo complesso era parte di una ben più ampia porzione di litosfera continentale con i caratteri tipici dei cratoni, di paternità africana (promontorio africano o microplacca adriatica).

In corrispondenza dell'area pugliese la microplacca adriatica presenta una struttura uniforme con un basamento cristallino Variscano ed una copertura sedimentaria spessa circa 6 km (RICCHETTI et alii, 1988; BOSELLINI et alii, 1993a). Tale successione è stratigraficamente contrassegnata da facies terrigene fluvio-deltizie (red beds) permo-triassiche (Verrucano), da evaporiti triassiche (Anidriti di Burano) e da una potente impalcatura carbonatica di piattaforma di età giurassico-cretacea. Non è superfluo osservare che la successione che costituisce la copertura sedimentaria poggiate sul basamento cristallino presenta i tipici caratteri delle aree di margine passivo.

La successione del Calcere di Bari (Giurassico superiore - Cretacico inferiore) è costituita massimamente da calcari micritici organizzati in associazioni di facies riferibili ad ambienti ristretti di un ampio dominio di piattaforma interna costituente parte della Piattaforma apula (D'ARGENIO, 1974). Nel Gargano orientale (fuori dall'area considerata) i termini di margine costituiti da calcareniti oolitico-bioclatiche e da calcari organogeni di scogliera e gli apron carbonatici di pendio e base pendio di età variabile dal Giurassico superiore all'Eocene medio (PAVAN & PIRINI, 1965; MARTINIS & PAVAN, 1967; BOSELLINI et alii, 1993a; b; 1999; GRAZIANO, 2000) segnano verso est la transizione a bacino.



Figura n. 5-1 Distinzione dei domini geologici (Bruno G. et alii, 2006).

---

### 5.1.1. Unità stratigrafiche

L'assetto stratigrafico-strutturale dell'area di stretto interesse progettuale è stato ricostruito integrando i dati ottenuti dal rilevamento geologico effettuato con tutte le informazioni ricavate dalla fotointerpretazione appositamente condotta, dalle fonti bibliografiche disponibili e dalle indagini di sito esistenti o appositamente realizzate per il presente studio.

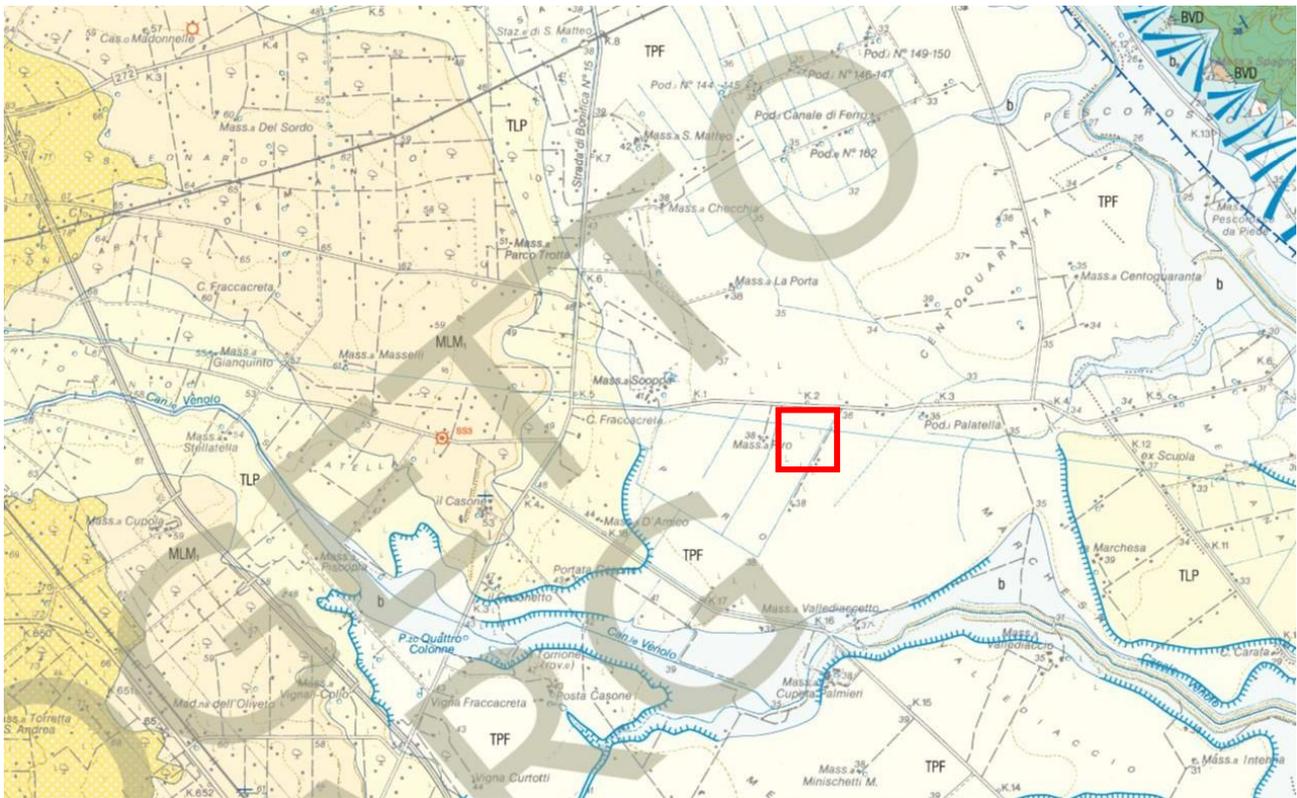
In particolare, si è fatto riferimento al Foglio 396 San Severo della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.

In Figura 5-2 è riportato uno stralcio della Carta Geologica d'Italia – Scala 1:50.000 Foglio 396 “San Severo”.

In riferimento alle Note illustrative dello stesso foglio della cartografia geologica (ISPRA, 2010b), le formazioni affioranti sono così descritte, partendo dalla più giovane.

#### **Supersistema del Tavoliere di Puglia**

- *Subsistema di San Severo (TPB1)*: sabbie e arenarie giallastre ed argille grigie e verdastre. Si tratta di una successione marina e di transizione con un chiaro trend regressivo. La base trasgressiva è rappresentata da circa 5 m di alternanze argilloso-siltoso-sabbiose deposte in una laguna costiera. Verso l'alto si passa repentinamente a sabbie da grossolane a fini di ambienti marini relativamente profondi in un contesto di baia aperta. Verso l'alto si torna a condizioni di baia ristretta e ad ambienti via via più prossimali fino a sabbie a laminazione incrociata ed argille brunastre superiori che rappresentano già ambienti di transizione al continentale. Spessore circa 40 m;
- *Subsistema di Masseria Pallante (TPB2)*: depositi ghiaiosi incoerenti con abbondante matrice sabbiosa giallastra a luoghi granulo-sostenuta; presenza di croste calcaree. L'ambiente di sedimentazione è riferibile ad una piana braided. In discordanza sia sulle argille subappennine che sul subsistema di San Severo. Spessore di circa 15 m);
- *Subsistema di Amendola (MLM1)*: sabbie giallastre e silt argillosi. Si tratta di una successione marina con un chiaro trend regressivo. È rappresentata da un complesso sabbioso depositatosi quasi interamente in una shoreface inferiore al passaggio all'offshore dominata solo episodicamente dall'azione delle onde. Solo in porzione superiore (circa 10 m) possiede caratteri di maggiore prossimalità espressi dall'azione di intensa rielaborazione ad opera delle onde di tempesta. La parte superiore (4 m) completamente affiorante è rappresentata da depositi sabbiosi fossiliferi di shoreface superiore. Spessore circa 35 m).
- *Sistema di Motta del Lupo (TLP)*: alternanze di silt brunastri ed argille verdastre. È costituito dal basso verso l'alto da argille e silt di colore verdastro a laminazione piano parallela (8 m); argille brune e verdi con rare lamine siltose (circa 22 m di spessore). È interpretabile come un deposito di piana alluvionale; nella porzione inferiore dominano argille, sabbie e subordinatamente ghiaie di ambiente alluvionale con condizioni idrodinamiche anche di moderata energia; verso l'alto si rinvergono argille brune e verdi di ambienti alluvionali associati ad aree marginali di esondazioni o paludose con acqua stagnante. Spessore di circa 30 m;
- *Sistema di Masseria Finamondo (TPF)*: argille grigie e nerastre. È costituito, dal basso verso l'alto da sabbie ben selezionate a laminazione piano parallela ed incrociata a basso angolo (2 m); alternanze ghiaioso sabbiose (circa 2 m di spessore); argille brune ben laminate con abbondante contenuto in terra rossa (circa 8 metri di spessore); argille brune (13 m) con livelli sabbiosi e siltosi presenza di materia organica; argille nerastre commentatissime e silt con abbondanti concrezioni calcaree di origine diagenetica. Dal punto di vista paleoambientale, la base (primi 2 m) è ascrivibile ad ambienti marini di transizione (tipo baia). In erosione si rinvergono sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale che passano via via verso l'alto prima di argille nerastre di palude con abbondante contenuto in materia organica ed infine ad argille e silt di ambiente alluvionale. Spessore di circa 27 m.



**SUPERSISTEMA DEL TAVOLIERE DI PUGLIA (TP)**

**SISTEMA DI MASSERIA FINAMONDO**

Argille grigie e nerastre. E' costituito, dal basso verso l'alto, da: - sabbie ben selezionate a laminazione piano parallela ed incrociata a basso angolo (2 m); - alternanze ghiaioso-sabbiose (circa 2 m di spessore); - argille brune ben laminate con abbondante contenuto in terra rossa (circa 8 m di spessore); - argille brune (13 m) con livelli sabbiosi e siltosi presenza di materia organica; - argille nerastre cementatissime e silt con abbondanti concrezioni calcaree di origine diagenetica. Dal punto di vista paleoambientale, la base (primi 2 m) è ascrivibile ad ambienti marini di transizione (tipo baia). In erosione, si rinvergono sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale che passano via via verso l'alto prima ad argille nerastre di palude con abbondante contenuto in materia organica ed infine ad argille e silt di ambiente alluvionale (probabilmente connessi ad aree marginali di esondazione). In erosione sul sistema di Motta del Lupo, sui sistemi e sui depositi più antichi (formazioni di Masseria Belvedere e probabilmente argille subappennine). Spessore di circa 27 m.

**PLEISTOCENE SUPERIORE**

**SISTEMA DI MOTTA DEL LUPO**

Alternanze di silt brunastri ed argille verdastre. E' costituito, dal basso verso l'alto da: - argille e silt di colore verdastro a laminazione piano-parallela (8 m); - argille brune e verdi con rare lamine siltose (circa 22 m di spessore). E' interpretabile come un deposito di piana alluvionale; nella porzione inferiore dominano argille, sabbie e subordinatamente ghiaie di ambiente alluvionale con condizioni idrodinamiche anche di moderata energia; verso l'alto si rinvergono argille brune e verdi di ambienti alluvionali associati ad aree marginali di esondazione o paludose con acqua stagnante. In discordanza sulle seguenti unità: Calcarei di Monte Acuto, formazione di Masseria Belvedere, Calcareni di Gravina, sistema di Cava Petriili, sistema di Vigna Boccola, sistema di Masseria la Motticella e sistema di Foggia. Spessore di circa 30 m.

**PLEISTOCENE SUPERIORE**

**SISTEMA DI FOGGIA**

Sabbie medie e grossolane con rari ciottoli. Si tratta probabilmente di depositi riferibili ad una piana alluvionale. Poggia in erosione sulle argille subappennine e sul subsistema di Masseria De Grossi. Spessore di circa 10 m.

**PLEISTOCENE SUPERIORE**

**SISTEMA DI MASSERIA LA MOTTICELLA**

**Subsistema di Masseria De Grossi**

Ghiaie e conglomerati poligenici in lenti metriche e sabbie grossolane grigie a laminazione incrociata; presenza di croste calcaree (1.5 m). In discordanza sia sulle argille subappennine che sul subsistema di San Severo. L'ambiente di sedimentazione è riferibile ad una piana braided. Spessore di circa 10 m.

**PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE?**

**Subsistema di Amendola**

Sabbie giallastre e silt argillosi. Si tratta di una successione marina con un chiaro trend regressivo. E' rappresentata da un complesso sabbioso depositatosi quasi interamente in una shoreface inferiore al passaggio all'offshore dominata solo episodicamente dall'azione delle onde. Solo la porzione superiore (circa 10 m) possiede caratteri di maggiore prossimità (shoreface media e superiore) espressi dall'azione di intensa rielaborazione ad opera delle onde di tempesta. La parte superiore (4 m), completamente affiorante, è rappresentata da depositi sabbiosi fossiliferi di shoreface superiore. Si rinviene in erosione sulle argille subappennine e sul subsistema di San Severo a circa 23-25 m s. l. m. Spessore circa 35 m.

**PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE?**



	direzione, immersione e inclinazione degli strati: strati dritti		conoide alluvionale
	strati orizzontali		principale cavità ipogea
	contatto stratigrafico		cava attiva e inattiva
	contatto stratigrafico inconforme		pozzo per acqua
	faglia		sondaggio geognostico
	faglia diretta		sondaggio per idrocarburi
	sovrascorrimento principale		località fossilifera ad invertebrati
	faglia trascorrente sinistra		località fossilifera a vertebrati
	faglia con cinematica trascorrente sinistra riattivata destra		zona cataclastica
	traccia di superficie assiale di anticlinale		deposito antropico/accumulo di origine antropica
	traccia di superficie assiale di sinclinale		traccia di sezione geologica
	orlo di terrazzo		

Figura n. 5-2 Stralcio con legenda della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 foglio n.396 "San Severo" (non in scala). Il poligono rosso indica l'area di studio (ISPRA, 2010).

## 5.2. ASSETTO STRATIGRAFICO LOCALE

Le unità geologiche che interessano esclusivamente l'area oggetto di studio, cartografate nella Carta Geologica d'Italia (Foglio 396, scala 1:50.000) vengono descritte secondo la bibliografia relativa alle note illustrative del foglio sopracitato; nell'area in esame è presente il sintema di "Masseria Finamondo" (TPF) formato da sabbie e ghiaie e in continuità laterale il sintema di "Motta del Lupo" (TLP), costituito da depositi argillosi e subordinatamente, siltosi e sabbiosi, lo spessore di questi depositi va da 20 a 30m, si tratta di depositi di piana alluvionale caratterizzati alla base da argille e subordinati silt e sabbie che passano verso l'alto ad argille brune e verdi di ambiente paludoso.

### 5.2.1. Sintema di Masseria Finamondo (TPF) (Pleistocene Superiore)

Il sintema è formato da argille grigie e nerastre. Si rilevano, dal basso verso l'alto da sabbie ben selezionate a laminazione piano parallela ed incrociata a basso angolo (2 m); alternanze ghiaioso sabbiose (circa 2 m di spessore); argille brune ben laminate con abbondante contenuto in terra rossa (circa 8 metri di spessore); argille brune (13 m) con livelli sabbiosi e siltosi presenza di materia organica; argille nerastre commentatissime e silt con abbondanti concrezioni calcaree di origine diagenetica. Dal punto di vista paleoambientale, la base (primi 2 m) è ascrivibile ad ambienti marini di transizione (tipo baia). In erosione si rinvencono sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale che passano via via verso l'alto prima di argille nerastre di palude con abbondante contenuto in materia organica ed infine ad argille e silt di ambiente alluvionale. Spessore di circa 27 m.

### 5.2.2. Sintema di Motta del Lupo TLP (Pleistocene Superiore)

Il Sintema di Motta del Lupo è il Sintema più rappresentato in termini areali all'interno del settore di avanfossa dell'area in esame. Affiora diffusamente in un ampio settore pianeggiante compreso fra quote prossime ai 75 m fino a circa 30 m s.l.m. L'unica sezione osservata in affioramento è situata in località Motta del Lupo: si tratta di circa 2 m di fitte alternanze argilloso-siltose. I silt sono brunastri mentre le argille di colore verdastro, la laminazione è sottile (lamine sempre al di sotto del cm di spessore) e sempre piano-parallela.

Il sintema di Motta del Lupo, costituito quindi essenzialmente da depositi continentali, è spesso circa 30 m; si tratta di depositi argillosi e subordinatamente sabbiosi e siltosi; i principali caratteri stratigrafici e sedimentologici desunti dall'osservazione di prove in situ possono essere così riassunti:

- In erosione su sabbie ed arenarie marine si rinvencono i primi 8 m di successione, costituiti da argille e silt di colore verdastro a laminazione piano-parallela; sono molto abbondanti croste calcaree di origine diagenetica e lamine siltose di colore rossastro. Verso l'alto si rinvencono livelli sabbiosi a laminazione incrociata ed un livello di ghiaie poligeniche con abbondante matrice sabbiosa arrossata. Il contenuto micropaleontologico presente nei residui di lavato è poco abbondante e rappresentato da rari individui di *Ammonia beccarii* ed *Elphidium crispum*, spesso rotti ed abrasati, frustoli vegetali e rari ostracodi.

- 
- Verso l'alto si passa ad argille brune e verdi con rare lamine siltose (circa 22 m di spessore). La laminazione, ben visibile, è sempre piano-parallela; abbondante presenza di materia organica e di bioturbazioni di scala centimetrica e millimetrica. A circa - 12,3 m s.l.m. si rinviene un livello di circa 10 cm di silt nerastri con un alto contenuto in minerali femici. Il contenuto micropaleontologico è spesso rappresentato da comuni o abbondanti ostracodi, frammenti di gasteropodi, e in alcuni casi rarissimi esemplari di *Ammonia beccarii*. Verso l'alto si rinvergono inoltre oogoni di Carofite.

Il sintema di Motta del Lupo è interpretabile come un deposito di piana alluvionale; nella porzione inferiore dominano argille, sabbie e subordinatamente ghiaie di ambiente alluvionale con condizioni idrodinamiche anche di moderata energia; verso l'alto si rinvergono argille brune e verdi di ambienti alluvionali associati ad aree marginali di esondazione o paludose con acqua stagnante.

Il sintema di Motta del Lupo si rinviene in discordanza su tutte le unità più antiche: i Calcari di Monte Acuto, formazione di Masseria Belvedere, Calcarenite di Gravina, sintema di Cava Petrilli, sintema di Vigna Bocola, sintema di Masseria la Motticella e sintema di Foggia. Il limite superiore, di tipo inconforme, è rappresentato da una superficie di erosione al di sopra della quale si rinviene il sintema di Masseria Finamondo.

Lo spessore aumenta da ovest verso est, passando da circa 20 m ad un massimo di 30 m. Pleistocene superiore.

## 6. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

L'area di studio si sviluppa a sud est del centro abitato di San Severo in una zona con un andamento morfologico del paesaggio sub-pianeggiante.

Il centro abitato di San Severo è situato a ridosso di una collina che dolcemente si raccorda con la pianura del tavoliere delle Puglie. Il reticolo idrografico non ancora ha raggiunto un corso ben definito e le acque di ruscellamento superficiale scorrono in maniera selvaggia scavando solchi e rimodellando continuamente l'attuale forma dei versanti costituenti il comprensorio di San Severo.

La morfologia del territorio di San Severo, è condizionata sia da eventi naturali che antropici. Tra i fenomeni naturali sono da ricordare i movimenti di versante che determinano aree a volte mediamente instabili ed in continua evoluzione mentre tra i fenomeni di origine antropica sono da considerare le famose fosse granarie.

Il settore collinare è costituito per la massima parte da argille e argille marnose e superiormente da depositi sabbioso-conglomeratici disposti secondo una monoclinale inclinata verso est. In tale fascia collinare, pertanto, il modellamento è legato principalmente ai processi di erosione lineare ed areale con lo sviluppo di morfologie calanchive e di fenomeni franosi a cui si affiancano lenti movimenti di versante; questi fenomeni sono generalmente innescati dall'approfondimento delle incisioni vallive laddove affiorano formazioni argillose tra i lembi alluvionali (D'Alessandro et al., 2007).

Alcune delle caratteristiche geomorfologiche generali appena descritte si possono ritrovare anche nell'area oggetto di studio; infatti, tra le più caratteristiche si osserva come l'area di studio è composta da un terreno sub-pianeggiante, si ha la presenza di un corso d'acqua secondario immediatamente ad est e a sud si notano in corrispondenza di un corso d'acqua orli di scarpata di erosione fluviale attiva e inattiva.

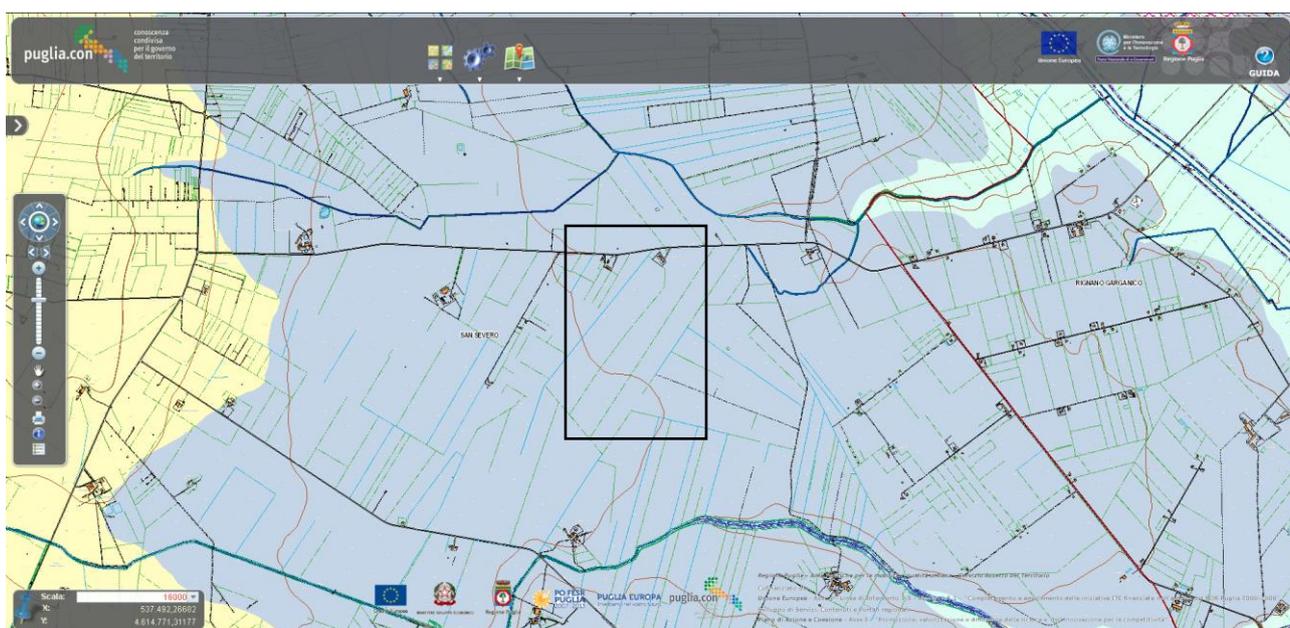


Figura n. 6-1 Stralcio della "Carta idrogeomorfologica" tratta da [webapps.sit.puglia.it](http://webapps.sit.puglia.it)

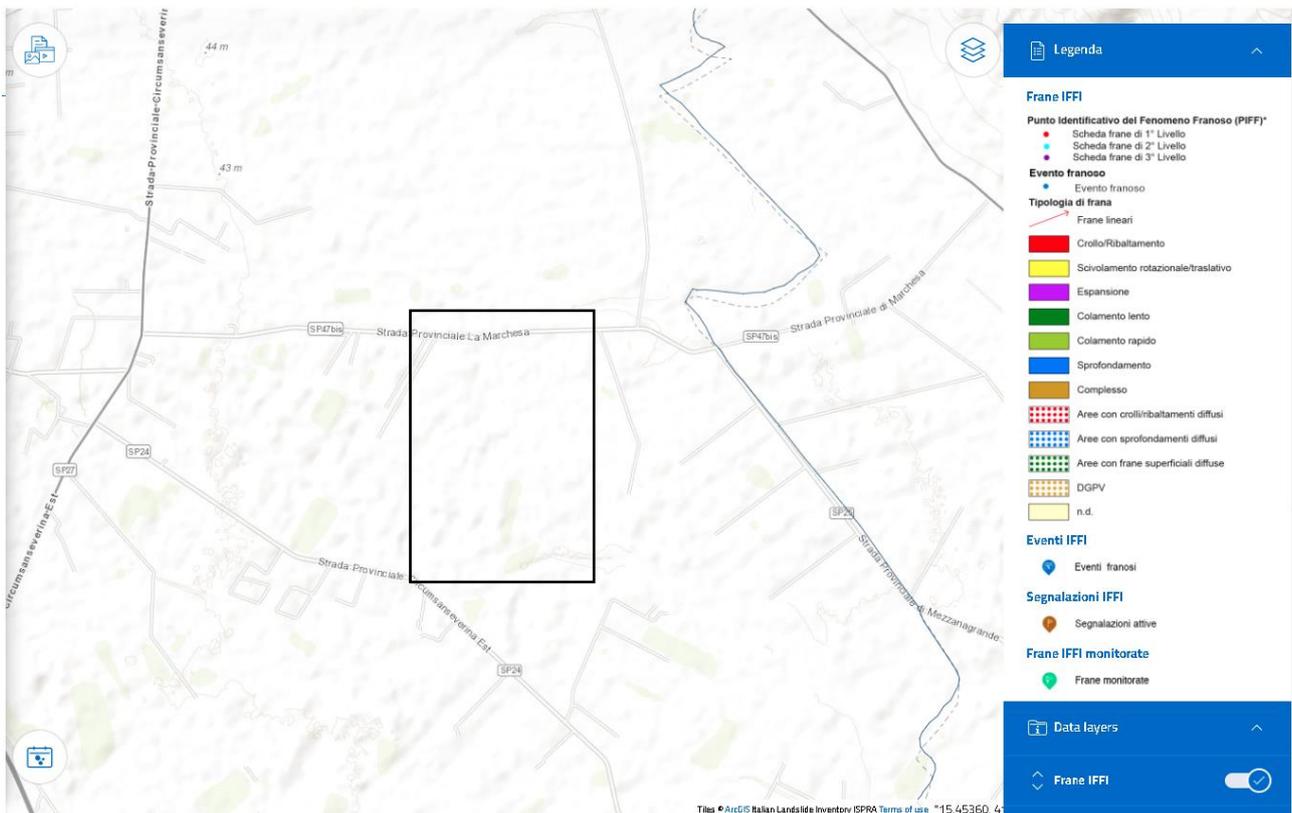


Figura n. 6-2 Stralcio della Carta delle frane del Progetto IFFI (portale <http://www.progettoiffi.isprambiente.it/cartanetiffi/carto3.asp?cat=2&lang=IT#>). In rosso l'area di studio

## 7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda l'inquadramento idrogeologico e idrografico dell'area in esame si è fatto riferimento allo studio eseguito per un sito posto a circa sei km di distanza dall'area di progetto e che presenta una conformazione geologica e idrogeologica analoga all'area di studio (si veda la Figura 7.1).

L'accurata conoscenza delle caratteristiche geolitologiche sono intimamente legate alle caratteristiche dell'acquifero, giacché le modalità di circolazione delle acque ipogee dipendono precipuamente dalla porosità, o meglio dalla permeabilità dei terreni che le ospitano. L'inquadramento prima effettuato è fondamentale e con le osservazioni effettuate durante i sondaggi permette di definire e valutare il quadro idrogeologico vigente nell'area.

I depositi di copertura del Tavoliere ospitano una estesa falda idrica, generalmente frazionata su più livelli, acquifero multifalda. Le stratigrafie dei pozzi per acqua esistenti in zona evidenziano l'esistenza di una successione di terreni ghiaioso – sabbiosi, permeabili con ruolo di acquiferi, interstratificati con livelli limoso-argillosi, a minore permeabilità, con ruolo di acquitardi (strati semipermeabili) o acquicludi (strati impermeabili). L'acquifero ha una potenza variabile da poche decine di metri, lungo il settore occidentale del Tavoliere; ad oltre 100 m, nel settore centrale e orientale, ed è delimitato inferiormente da un substrato impermeabile, rappresentato dalle argille grigio-azzurre (Argille subappennine). Procedendo dall'entroterra verso la costa, la quota del tetto del substrato impermeabile decresce gradualmente; nelle immediate vicinanze della linea di costa scende al di sotto del livello del mare.

L'acqua può rinvenirsi in condizioni di falda libera, generalmente nei livelli idrici più superficiali, ma anche in pressione, generalmente in quelli più profondi.

I diversi livelli idrici sono comunque idraulicamente interconnessi e, in condizioni di flusso indisturbato, le quote piezometriche risultano coincidenti sia nei pozzi poco profondi, a scavo, che intercettano i soli livelli idrici superficiali, che nei pozzi perforati, profondi diverse decine di metri, attestati nei livelli acquiferi sottostanti.

Le diverse falde possono essere dunque ricondotte ad un'unica circolazione idrica sotterranea perché il particolare tipo di deposizione lenticolare dei sedimenti determina l'esistenza di soluzioni di continuità tra i depositi permeabili e i depositi relativamente meno permeabili. A ciò bisogna aggiungere gli scambi di acqua in senso verticale dovuti al

fenomeno di drenanza, attraverso strati semipermeabili (acquitardi) che su una somma di superfici vasta fa sentire il suo contributo. A tale sistema acquifero, nel suo complesso, si dà il nome di “falda superficiale del Tavoliere”. Trattandosi di un acquifero costituito da una successione di terreni di diversa granulometria e spessore, la trasmissività idraulica varia da zona a zona; la situazione più favorevole, per permeabilità e/o spessore dei terreni acquiferi, si riscontra in corrispondenza dell’area sud del tavoliere.

L’andamento delle isopieze, ricostruite sulla base di recenti studi, mostra una generale corrispondenza con la topografia: le quote piezometriche, infatti, tendono a diminuire procedendo da SO verso NE consentendo di definire una direttrice di deflusso preferenziale in tal senso (MAGGIORE et al., 2005 b) come evidenziato dalla seguente figura.).

La falda è alimentata dalle precipitazioni che ricadono in tutta l’area del Tavoliere. Trattandosi di un’area costituita in affioramento da litotipi comunque permeabili, l’infiltrazione delle acque meteoriche è diffusa su tutto il territorio, ma le caratteristiche climatiche dell’area determinano rilevanti perdite per evapotraspirazione. L’aliquota che si infila non è quindi molto elevata.

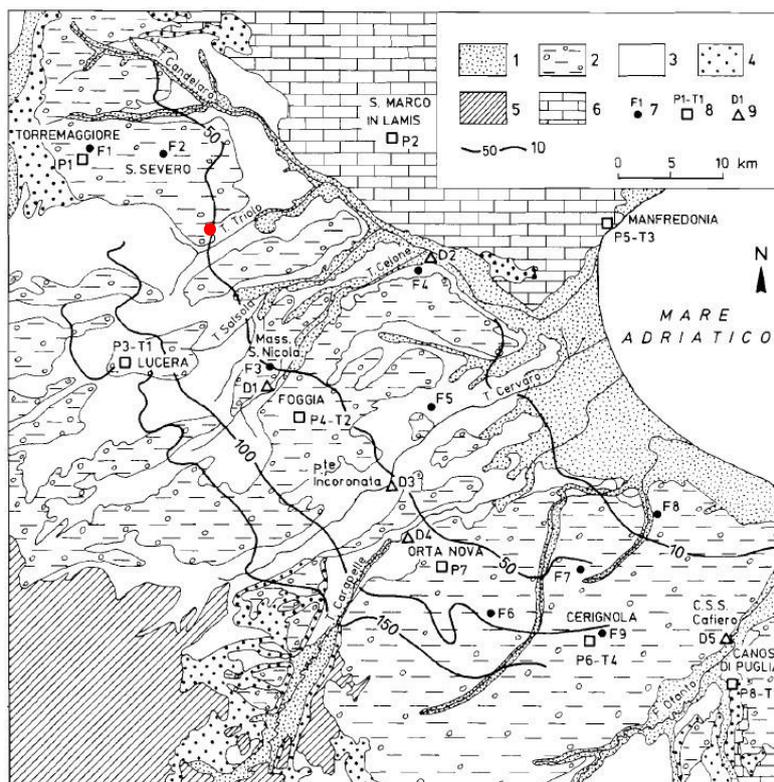


Figura n. 7-1 Carta geologica schematica del Tavoliere con indicazione delle piezometriche (in rosso l’area di intervento)

## 7.1. ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE

L’approfondimento idrogeologico realizzato per il presente studio ha consentito di definire, con il dovuto grado di dettaglio, le principali caratteristiche dell’area e lo schema di deflusso idrico sotterraneo relativo a tale settore. Le analisi sono state basate, in particolare, sui dati geologico-strutturali a disposizione e sulle informazioni idrogeologiche presenti nella vasta letteratura scientifica riguardante l’area.

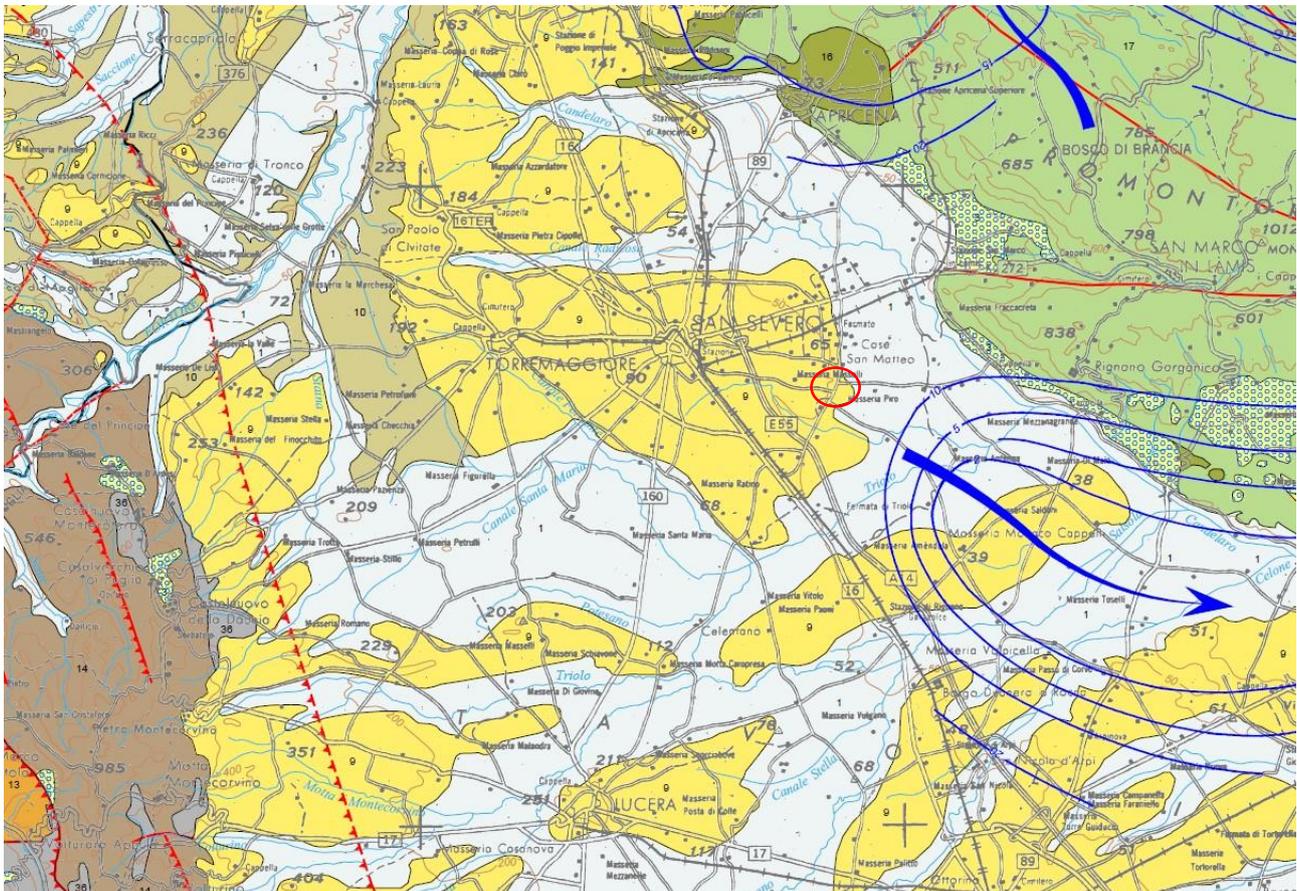
### 7.1.1. Complessi idrogeologici

Nell’area in esame è stato individuato principalmente un unico complesso idrogeologico, distinti sulla base delle differenti caratteristiche di permeabilità e del tipo di circolazione idrica che li caratterizza. Di seguito, vengono descritti i caratteri peculiari del complesso individuato.

#### Complesso sabbioso-conglomeratico

Depositi clastici sabbioso-ghiaiosi da incoerenti a scarsamente cementati, riconducibili alle fasi regressive iniziate nel Pleistocene inferiore; a questi depositi sono ascrivibili le sabbie ed i conglomerati marini terrazzati e i depositi del ciclo

bradanico. Costituiscono acquiferi eterogenei ed anisotropi, localmente contraddistinti anche da una buona trasmissività, ma in genere, per il frazionamento della circolazione idrica sotterranea, danno luogo a sorgenti di modesta portata, in corrispondenza di limiti di permeabilità indefiniti o definiti con i sottostanti terreni argillosi. Il tipo di permeabilità è per porosità ed il grado di permeabilità è medio.



#### PLIOCENE-QUATERNARY MARINE COMPLEXES

9	<p><b>Sandy gravel clastic complex:</b> Sandy gravel clastic deposits, from loose to scarcely cemented, formed during the marine regression of the Lower Pleistocene (Bradano Trough sedimentary cycle: Mount Marano sands, Mount Castiglione calcarenites, Irsina conglomerates). Sometimes these deposits can form aquifers with relevant transmissivity, but feeding small springs due to spatial variability of the permeability boundary to the underlying clayey complex, which determines groundwater flow partitioning.</p>	
---	---	--

Figura n. 7-2 Stralcio della carta "Hydrogeology of Continental Southern Italy", con relativa legenda con descrizione dei depositi alluvionali (De Vita et al., 2018).

## 7.2. VALUTAZIONE VULNERABILITÀ ACQUIFERO

Con vulnerabilità dell'acquifero si definisce la suscettibilità dello stesso ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato in grado di produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea. In letteratura, così come anche richiamato nell'Allegato 7 alla Parte Terza del D.lgs. 152/06, è possibile valutare due tipi di vulnerabilità: una vulnerabilità intrinseca (o naturale), definita come suscettibilità degli acquiferi nei confronti di un generico inquinante fluido od idroveicolato e, quindi, dipendente dalle sole caratteristiche geologiche, idrologiche e idrogeologiche degli acquiferi ed una vulnerabilità specifica, definita come suscettibilità nei confronti di uno specifico inquinante e, pertanto, dipendente anche dai meccanismi di interazione dello specifico inquinante con l'acquifero, ossia dalle caratteristiche chemio-dinamiche dell'inquinante stesso.

In conformità ai criteri e agli indirizzi previsti dall'allegato 7 alla Parte Terza del D.lgs. 152/06, la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi della regione Puglia è stata espletata nel PTA costruendo mappe di vulnerabilità intrinseca (TAV.8.5 e TAV.8.6 dell'acquifero superficiale del Tavoliere). A tal fine, appunto, si è deciso di studiare in modo separato la suscettibilità degli acquiferi ad ingerire un inquinante idroveicolato rispetto alla suscettività degli stessi alla diffusione dell'inquinante stesso. Tali processi, infatti, rappresentano due momenti nettamente differenziati nel processo di

---

contaminazione, per cui una loro valutazione separata risulta utile nell'ottica di favorire un legame immediato tra modelli descrittivi e misure di tutela. In fase di redazione del Piano di Tutela si è, quindi, deciso di valutare la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi della regione Puglia rispetto alla loro suscettibilità all'ingerimento di inquinanti fluidi o idroportati.

La vulnerabilità intrinseca degli acquiferi porosi dell'area fisico-geografica del Tavoliere è stata calcolata sulla base del metodo SINTACS modificato e messo a punto da Civita e De Maio (1997) nell'ambito del progetto VAZAR del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del CNR. I parametri presi in considerazione dal modello sono:

- Soggiacenza
- Infiltrazione efficace
- Effetto di autodepurazione del Non-saturo
- Tipologia della copertura
- Acclività della Superficie topografica

Applicando la stessa metodologia del SINTACS è stata calcolata la vulnerabilità per la zona di progetto con i dati acquisiti, come di seguito esposto.

#### **1 – Soggiacenza**

La soggiacenza rappresenta lo spessore tra il piano campagna ed il livello piezometrico, in caso di falda libera, mentre nel caso, qui in esame, di falda in pressione, è rappresentato dallo spessore tra il piano campagna e il tetto impermeabile della falda in pressione. A parità di altri parametri tanto maggiore è e tanto maggiore risulterà il potere di autodepurazione che un inquinante idroveicolato avrà prima di raggiungere la falda. Ne nostro caso risulta di non meno di 5m. In considerazione che è stato attribuito un punteggio di 1 per soggiacenze maggiori di 20m e di 10 per soggiacenze inferiori a 2m, proporzionalmente possiamo valutare il punteggio del caso 6.5

#### **2 - Infiltrazione efficace**

L'infiltrazione efficace può essere valutata in base al bilancio idrico. Sicuramente per la zona in esame, non avendo dati specifici, rimane cautelativo considerare una infiltrazione efficace media del Tavoliere che risulta del 17% (De Girolamo et alii -2002). In base a questo valore possiamo valutare il punteggio del parametro anche in considerazione della bassa permeabilità in loco, pari a 2.

#### **3 - Effetto di autodepurazione del Non-saturo**

Tale parametro contribuisce a definire, insieme alla soggiacenza, il potere auto depurante degli strati soprastanti la falda: a litologie molto permeabili, rocce fratturate, discontinuità beanti ecc. corrispondono punteggi elevati del parametro, per contro terreni poco permeabili o impermeabili rappresentano un alto potere di attenuazione sia in ordine alla velocità di diffusione dell'inquinanti sia alla capacità di filtrazione e scambio chimico.

Considerato i valori di permeabilità riscontrati e le litologie che all'interno dello spessore di soggiacenza comprendono spessori impermeabili tra terreni comunque a bassissima permeabilità possiamo valutare il punteggio in 1.50.

#### **4 - Tipologia della copertura**

È il parametro che descrive le proprietà attenuanti del manto di copertura, dipende dalla granulometria e tessitura. Nel nostro caso avendo unna copertura di terreno limo sabbioso fortemente umico e di alto spessore, circa 1 m, possiamo valutare il punteggio del parametro pari a 2.5

#### **5 - Acclività della Superficie topografica**

Rappresenta la tendenza al ruscellamento dell'acqua che precipita sulla superficie del terreno. A pendenze elevate l'inquinante idroveicolato tenderà a ruscellare e quindi avremo un'esposizione alla vulnerabilità dei corpi idrici superficiali, ma bassa infiltrazione e quindi bassa esposizione della falda. Avendo nel nostro caso una superficie pressoché pianeggiante il valore del parametro risulta elevato e possiamo porlo pari a 8.

Il punteggio totale risulta pertanto a 20 per una vulnerabilità nettamente rientrando nella definizione del PTA, vulnerabilità media.

Va sottolineato che il valore ottenuto è determinato principalmente dai parametri geometrici: assenza di acclività e moderata soggiacenza, al contrario i parametri geologici sono altamente favorevoli alla protezione della falda e quindi, a prescindere da metodologie come la SINTACS che trova impiego per la redazione di carte di vulnerabilità potenziale, in una valutazione puramente geologica e contestualizzata, come la nostra, indicano una bassissima vulnerabilità dell'acquifero.

Del resto, lo si può facilmente comprendere analizzando da solo l'elemento "manto impermeabile" a tetto della falda qui presente e responsabile della sua artesianità: un potenziale fluido inquinante per attraversarne 1 m (in tutti i tre sondaggi si è mostrato con uno spessore maggiore) impiegherebbe, sotto una spinta idrostatica unitaria, oltre 50 anni.

## 8. CAMPAGNA D'INDAGINE E MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

Per quanto riguarda la campagna d'indagine si è fatto riferimento a studi geologici effettuati in precedenza su porzioni di territorio limitrofe e geologicamente affini all'area in esame.

Data l'omogeneità dei dati ricavati nella presente relazione per la definizione di un modello litologico dell'area in esame è stato preso come riferimento:

1. N. 1 Sondaggio a carotaggio continuo a rotazione spinto a -15 m dal p.c.;
2. Prelievo di n. 2 campioni indisturbati di terreno successivamente sottoposti a prove di laboratorio.

Il sondaggio S1 è stato realizzato con un sistema di carotaggio continuo a rotazione. La quota di partenza è di 50.60 m s.l.m. e la profondità raggiunta è stata di 15,00 m.

. Nella tabella n. 1 si riporta in sintesi la stratigrafia; come si nota, la sequenza investigata fino a - 1.45 m. dal b.f. (bocca foro) è formata principalmente da riporto. Dai 1.45 m fino a 4.7 m si ha la presenza di inizialmente silt argilloso ed in seguito argille siltose; dai 4.7 ai 8.1 m si osserva invece un livello di sabbie siltose per poi avere un'alternanza fino ai 15 m di silt sabbiosi e argille limose

Profondità dal p.c. (m)	Potenza	Descrizione litologica
0,3	0,3	misto stabilizzato di sottofondo
1,45	1,15	terreno vegetale ad impasto limo-sabbioso.
3,6	2,15	silt argilloso a tratti sabbioso, a 3.10 livello centimetrico sabbioso.
4,7	1,1	argille siltose avana- rossastr e con frustoli vegetali nerastri e calcinelli sia compatti che polverulenti.
8,1	3,4	sabbie siltose debolmente ghiaiose gialle con abbondanti concrezioni calcaree polverulente; tra 6.30 e 6.70 livello ghiaioso sabbioso.
10,2	2,1	da silt sabbiosi si passa ad argille limose da avana bruno a tratti grigio azzurre in livelli quasi totalmente argillosi.
12,6	2,4	silt sabbiosi avana rossastr con livello sabbioso ricco di concrezioni calcaree a 12.60 di spessore 15 cm
15	2,4	da silt sabbiosi si passa ad argille limose da avana bruno a tratti grigio azzurre in livelli quasi totalmente argillosi

**Tabella 8.1** Descrizione stratigrafica e profondità dei livelli indagati durante la perforazione del sondaggio S1

Durante la perforazione del foro, sono stati prelevati n. 2 campioni indisturbati di terreni alle seguenti profondità:

- Campione S1C1, profondità 1.30 – 1.70 metri;
- Campione S1C2, profondità 2.50 – 3.00 metri.

I due campioni sono stati sottoposti a prove di laboratorio dove sono state definite le caratteristiche generali (Tabella 2), le caratteristiche granulometriche (Tabella 3) e la permeabilità dei terreni analizzati.

campione	profondità (m)	terreno (class.)	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	w (%)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	Sr (%)	e	WL (%)	Wp(%)	Ic	prova effettuata
S1C1	1,30 - 1,70	sabbia limo e ghiaia	20,40	18,31	15,05	72,32	0,76					GRA
S1C2	2,50 - 3,00	sabbia ghiaiosa	20,86	9,25	7,69	22,86	2,47					GRA

Tabella n. 8-1 Prove eseguite e sintesi dei valori determinati – parametri indici e fisici

	z (m)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
S1C1	1,3	36,00	33,00	20,00	11,00
S1C2	2,5	39,00	61,00	0,00	0,00

Tabella n. 8-2 Sintesi delle caratteristiche granulometriche dei campioni analizzati

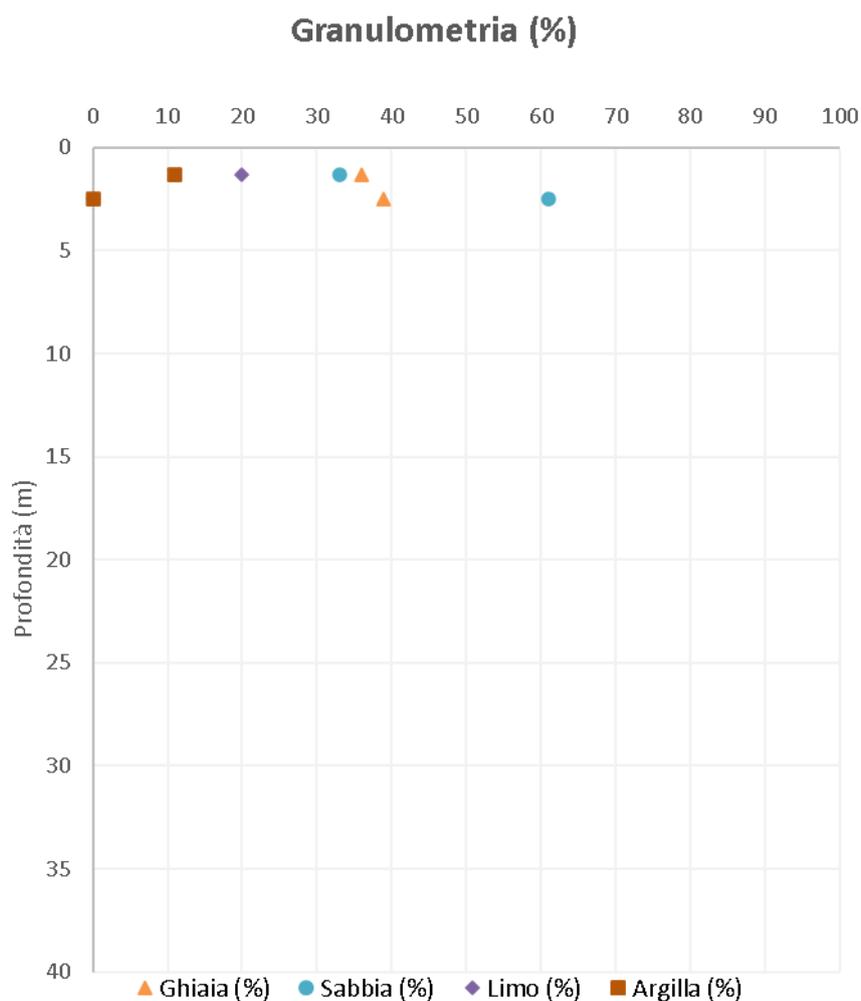


Figura n. 8-1 Grafico delle distribuzioni granulometriche dei campioni analizzati

## 9. SISMICITÀ DELL'AREA

Sulla base di quanto riportato dalle NTC '18 nel seguente capitolo verranno riportate la classificazione sismica e la microzonazione sismica del comune interessato dall'area di progetto e quindi quello di San Severo.

## 9.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La classificazione sismica del territorio nazionale è stata elaborata e rivisitata in seguito ai principali terremoti; tra questi, in particolare, quelli verificatisi in Irpinia nel 1980 ed in Molise nel 2002.

Fino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità. I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale, nel qualerisiede il 40% della popolazione; la sismicità era definita attraverso il grado di sismicità S.

Per quanto concerne la classificazione sismica del territorio in esame, trova attuazione la classificazione sismica stabilita dall'Allegato 1, punto 3 dell'Ordinanza n.3274/2003, la quale ha introdotto una nuova classificazione sismica, suddividendo il territorio nazionale in quattro zone caratterizzate da diverso grado di sismicità e sottoposte alle normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Le zone sono definite rispettivamente ad alta sismicità la zona 1, a media sismicità la zona 2 e a bassa sismicità la zona 3, mentre nella zona 4 viene demandata alle regioni la facoltà di imporre o meno l'obbligo della normativa. Il Comune di San Severo risulta classificato in zona "2".

Rispetto alla classificazione sismica del comune di San Severo ed in base alla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. 28/04/2006 n.3519), il range di accelerazione massima del suolo, con probabile eccedenza del 10% in 50 anni, nell'area in studio è compresa tra 0.05 e 0.15 g (Tabella 9-1).

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche, ag/g)
1	>0.25	0.35
2	0.15 ÷ 0.25	0.25
3	0.05 ÷ 0.15	0.15
4	<0.05	0.05

**Tabella 9-1 Valori di accelerazione massima del suolo ag con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferito asuoli rigidi caratterizzati da Vs,30>800 m/s**

## 9.2. SISMICITÀ STORICA

Al fine di inquadrare dal punto di vista della sismicità storica l'area in esame, si riporta di seguito un riepilogo delle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno che hanno interessato storicamente il Comune di San Severo.

Nello specifico, le informazioni riportate di seguito derivano dalla consultazione del DBMI15 (Locati et al., 2016), il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 (Rovida et al., 2016, consultabile on-line al sito <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>).

Nella successiva tabella sono indicati con i seguenti simboli: Is = intensità in sito (MCS);

- Anno = anno Me = mese Gi = giorno Or = ora;
- NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto; Io = intensità massima (MCS);
- Mw = magnitudo momento.

<b>Effetti</b>	<b>In occasione del terremoto del</b>									
<b>Int.</b>	<b>Anno</b>	<b>Me</b>	<b>Gi</b>	<b>Ho</b>	<b>Mi</b>	<b>Se</b>	<b>Area epicentrale</b>	<b>NMDP</b>	<b>Io</b>	<b>Mw</b>
10	<a href="#">🔗</a>	1627	07	30	10	50	Capitanata	64	10	6.66
8-9	<a href="#">🔗</a>	1627	07	30	11	05	Capitanata	1	8-9	5.80
9	<a href="#">🔗</a>	1627	08	07	16	40	Capitanata	5	9	6.03
8-9	<a href="#">🔗</a>	1627	09	06	15	50	Capitanata	2	8-9	5.80
5-6	<a href="#">🔗</a>	1628	07	12			Capitanata	1	5-6	4.40
7-8	<a href="#">🔗</a>	1646	05	31			Gargano	35	10	6.72
6-7	<a href="#">🔗</a>	1647	05	05	12	30	Gargano	5	7-8	5.69
8-9	<a href="#">🔗</a>	1657	01	29	02		Capitanata	12	8-9	5.96
7	<a href="#">🔗</a>	1688	06	05	15	30	Sannio	215	11	7.06
7-8	<a href="#">🔗</a>	1688	07	23			Capitanata	3	7-8	5.33
6	<a href="#">🔗</a>	1694	09	08	11	40	Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
7-8	<a href="#">🔗</a>	1731	03	20	03		Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
7	<a href="#">🔗</a>	1805	07	26	21		Molise	220	10	6.68
F	<a href="#">🔗</a>	1829	07	03	13		Gargano	2	4-5	3.93
6-7	<a href="#">🔗</a>	1851	08	14	13	20	Vulture	103	10	6.52
4-5	<a href="#">🔗</a>	1852	12	09	21	15	Gargano	12	5	4.31
2	<a href="#">🔗</a>	1873	03	12	20	04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
7	<a href="#">🔗</a>	1875	12	06			Gargano	97	8	5.86
3	<a href="#">🔗</a>	1882	06	06	05	40	Isernino	50	7	5.20
5-6	<a href="#">🔗</a>	1889	12	08			Gargano	122	7	5.47
3	<a href="#">🔗</a>	1892	04	20			Gargano	15	6-7	5.02
3-4	<a href="#">🔗</a>	1892	06	06			Isole Tremiti	68	6	4.88
3	<a href="#">🔗</a>	1893	08	10	20	52	Gargano	69	8	5.39
5	<a href="#">🔗</a>	1894	03	25			Gargano	27	6-7	4.90
3	<a href="#">🔗</a>	1897	05	28	22	40 02	Ionio	132	6	5.46
4-5	<a href="#">🔗</a>	1900	12	23	22	30	Gargano	20	5	4.37
4	<a href="#">🔗</a>	1904	04	08	08	22	Gargano	27	6	4.75
3	<a href="#">🔗</a>	1908	09	16	20	15	Gargano	14	3-4	3.72
5	<a href="#">🔗</a>	1910	06	07	02	04	Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
4-5	<a href="#">🔗</a>	1913	10	04	18	26	Molise	205	7-8	5.35
4-5	<a href="#">🔗</a>	1915	01	13	06	52 43	Marsica	1041	11	7.08
5-6	<a href="#">🔗</a>	1919	10	21	00	24	Gargano	24	5-6	5.03
3	<a href="#">🔗</a>	1925	08	25	05	10	Gargano	14	5	4.92
3-4	<a href="#">🔗</a>	1927	05	25	02	50	Sannio	54	6	4.98
6-7	<a href="#">🔗</a>	1930	07	23	00	08	Irpinia	547	10	6.67
NF	<a href="#">🔗</a>	1930	10	30	07	13	Senigallia	268	8	5.83
2	<a href="#">🔗</a>	1931	05	10	10	48 55	Irpinia	43	5-6	4.64

7	<a href="#">🔗</a>	1937	07	17	17	11	Tavoliere delle Puglie	40	6	4.96
4	<a href="#">🔗</a>	1937	12	15	21	25	Tavoliere delle Puglie	16	4-5	4.58
6-7	<a href="#">🔗</a>	1948	08	18	21	12 20	Gargano	58	7-8	5.55
4	<a href="#">🔗</a>	1951	01	16	01	11	Gargano	73	7	5.22
3-4	<a href="#">🔗</a>	1954	10	26	02	25	Gargano	8	4-5	4.72
NF	<a href="#">🔗</a>	1955	07	12	04	02	Gargano	8	5	4.16
5	<a href="#">🔗</a>	1956	09	22	03	19 39	Gargano	57	6	4.64
NF	<a href="#">🔗</a>	1958	06	24	06	07	Aquilano	222	7	5.04
4	<a href="#">🔗</a>	1962	01	19	05	01 25	Gargano	31	5	4.42
6	<a href="#">🔗</a>	1962	08	21	18	19	Irpinia	562	9	6.15
F	<a href="#">🔗</a>	1967	12	09	03	09 56	Adriatico centrale	22		4.36
3	<a href="#">🔗</a>	1970	01	21	18	36 25	Gargano	14	5	4.34
4	<a href="#">🔗</a>	1972	02	29	20	54 1	Gargano	21	6	4.71
6	<a href="#">🔗</a>	1980	11	23	18	34 52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4	<a href="#">🔗</a>	1984	05	07	17	50	Monti della Meta	911	8	5.86
4	<a href="#">🔗</a>	1984	05	11	10	41 4	Monti della Meta	342	7	5.47
3-4	<a href="#">🔗</a>	1988	04	26	00	53 4	Adriatico centrale	78		5.36
4	<a href="#">🔗</a>	1989	03	11	21	05	Gargano	61	5	4.34
3-4	<a href="#">🔗</a>	1990	05	05	07	21 2	Potentino	1375		5.77
5	<a href="#">🔗</a>	1995	09	30	10	14 3	Gargano	145	6	5.15
NF	<a href="#">🔗</a>	1995	10	05	23	51 0	Gargano	20	5	3.95
5	<a href="#">🔗</a>	1996	11	10	23	23 1	Tavoliere delle Puglie	55	5-6	4.35
4-5	<a href="#">🔗</a>	2001	07	02	10	04 4	Tavoliere delle Puglie	60	5	4.26
3-4	<a href="#">🔗</a>	2002	11	01	15	09 0	Molise	638	7	5.72
4	<a href="#">🔗</a>	2002	11	12	09	27 4	Molise	174	5-6	4.57
5	<a href="#">🔗</a>	2003	06	01	15	45 1	Molise	501	5	4.44
3-4	<a href="#">🔗</a>	2003	12	30	05	31 3	Molise	326	4-5	4.53
NF	<a href="#">🔗</a>	2005	03	01	05	41 3	Molise	136	4	3.68
4-5	<a href="#">🔗</a>	2006	05	29	02	20 0	Gargano	384		4.64
3-4	<a href="#">🔗</a>	2006	10	04	17	34 0	Adriatico centrale	98	4-5	4.30
3	<a href="#">🔗</a>	2006	12	10	11	03 4	Adriatico centrale	54		4.48

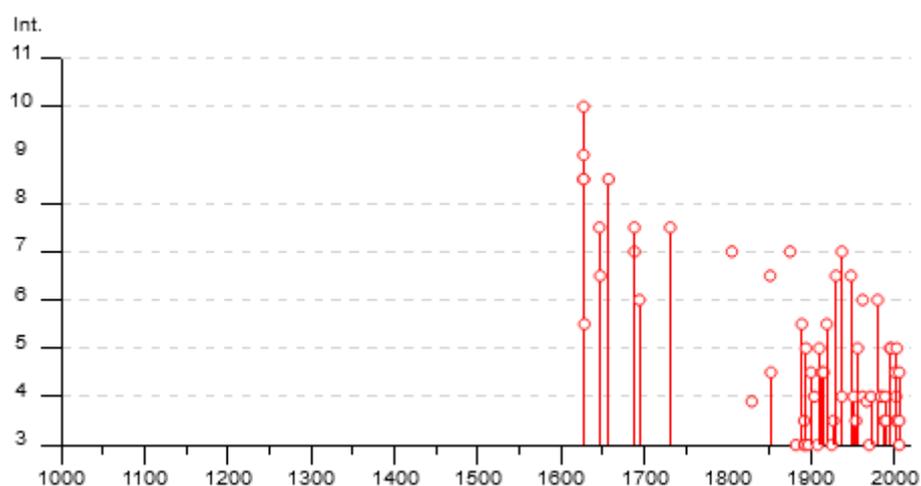


Figura 9-1 Storia sismica del Comune di San Severo.

### 9.3. SORGENTI SIMOGENETICHE

Recentemente è stata presentata la nuova versione (vers. 3.3.0) del database “A compilation of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas”, inizialmente divulgato in forma preliminare nel luglio 2000 come versione 1.0 e quindi pubblicato nel 2001 come versione 2.0 (Valensise & Pantosti, 2001).

Il Database contiene sorgenti sismogenetiche individuali e composite ritenute in grado di generare grandi terremoti. La nuova versione del Database contiene oltre 100 sorgenti sismogenetiche identificate attraverso studi geologico-geofisici (70% in più rispetto alla precedente versione). Tali sorgenti ricadono sull'intero territorio italiano e su alcune regioni confinanti.

L'assetto di queste sorgenti fornisce informazioni sull'andamento dei maggiori sistemi di faglie attive, consentendo in alcuni casi di individuare aree di potenziale gap sismico.

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

Dall'esame del Database, pur non ricadendo entro alcuna zona sismo genetica, il sito si colloca nelle vicinanze delle zone ITCS003.

Di seguito si riportano le indicazioni di dettaglio e le caratteristiche riguardanti le zone sismogenetiche appena citate.

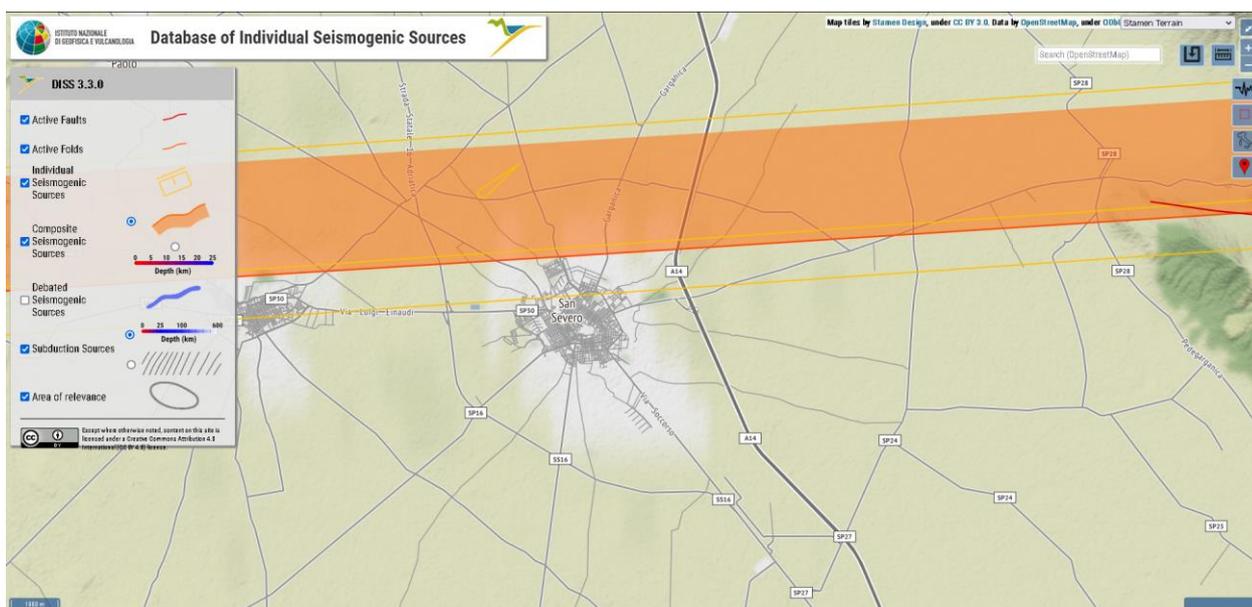


Figura 9-2 Sorgenti sismogenetiche contenute nella nuova versione del “Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy” per l’area in oggetto.

## ITCS003 (Ripabottoni-San Severo)

PARAMETRIC INFORMATION			
Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	6.0	EJ	Inferred from upper depth of instrumental major earthquakes in the region.
Max depth [km]	25.0	EJ	Inferred from lower depth of instrumental major earthquakes in the region.
Strike [deg] min_ max	250...270	OD	Based on seismological, macroseismic and geophysical data.
Dip [deg] min_ max	75...90	OD	Based on seismological, macroseismic and geophysical data.
Rake [deg] min_ max	180...220	OD	Based on seismological data and on regional literature data.
Slip Rate [mm/y] min_ max	0.1000... 0.5000	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	7.1	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

Figura 9-3 Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica Ripabottoni-San Severo (ITCS003).

### 9.4. MAGNITUDO DI RIFERIMENTO

Sulla base delle originali elaborazioni relative alla definizione delle sorgenti sismogenetiche (DISS2.0-2001) è stato elaborato un modello sintetico che descrive la localizzazione delle sorgenti di futuri terremoti, la magnitudo massima che questi potranno raggiungere ed i rate di sismicità attesa zona per zona. Questo modello, che si pone come base per la redazione della carta di pericolosità sismica è rappresentato dalla mappa delle zone sismogenetiche ZS9 (Meletti & Valensise, 2004).

In base alla zonazione sismogenetica ZS9 del territorio nazionale, la sismicità in Italia può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una legge di ricorrenza della magnitudo, espressa in termini di magnitudo momento Mw.

Nel caso di siti che ricadono al di fuori di tali zone si dovrà eseguire un'analisi accoppiata magnitudo distanza per il calcolo del valore di magnitudo in relazione alla distanza minima di ogni sito dalle zone sismogenetiche circostanti.

Il territorio in oggetto ricade all'interno della zona sismogenetica 924 "Molise-Gargano", caratterizzata da Mw=6.83 (Figura 9-4).

Appennino Emiliano-Romagn.	913		5.85	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Forlivese	914		5.97	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Garfagnana-Mugello	915	6.4	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Versilia-Chianti	916		5.52	5.45	5.45	+1(c)	5.68	+3(d)	6.14
Rimini-Ancona	917	6.1	5.94	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzz.	918		6.23	6.14	6.14	+1(a)	6.37	+1(a)	6.37
Appennino Umbro	919	6.0	6.33	6.37	6.37		6.37		6.37
Val di Chiana-Ciociaria	920		5.57	5.68	5.45	+1(b)	5.68	+3(d)	6.14
Etruria	921		5.91	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Colli Albani	922		5.53	5.45	5.45		5.45		5.45
Appennino Abruzzese	923	6.7	6.99	7.06	7.06		7.06		7.06
Molise Gargano	924	6.7	6.73	6.83	6.83		6.83		6.83
Ofanto	925		6.72	6.83	6.83		6.83		6.83
Basento	926	5.8	5.84	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Sannio-Ipinia -Basilicata	927	6.8	6.96	7.06	7.06		7.06		7.06
Ischia-Vesuvio	928		5.78	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+1(a)	5.91
Calabria Tirrenica	929	7.0	7.24	7.29	7.29		7.29		7.29
Calabria Ionica	930	6.0	6.60	6.60	6.60		6.60		6.60
Canale d'Otranto	931		6.90	6.83	6.83		6.83		6.83
Eolie-Patti	932	6.1	6.06	6.14	6.14		6.14		6.14
Sicilia settentrionale	933		5.89	5.91	5.91	+1(c)	6.14	+1(c)	6.14
Belice	934		6.12	6.14	6.14		6.14		6.14
Iblei	935		7.41	7.29	7.29		7.29		7.29
Etna	936		5.30	5.22	5.22	+1(a)	5.45	+1(a)	5.45

Figura 9-4 Valori di  $M_{wmax}$  per le zone sismogenetiche di ZS9.

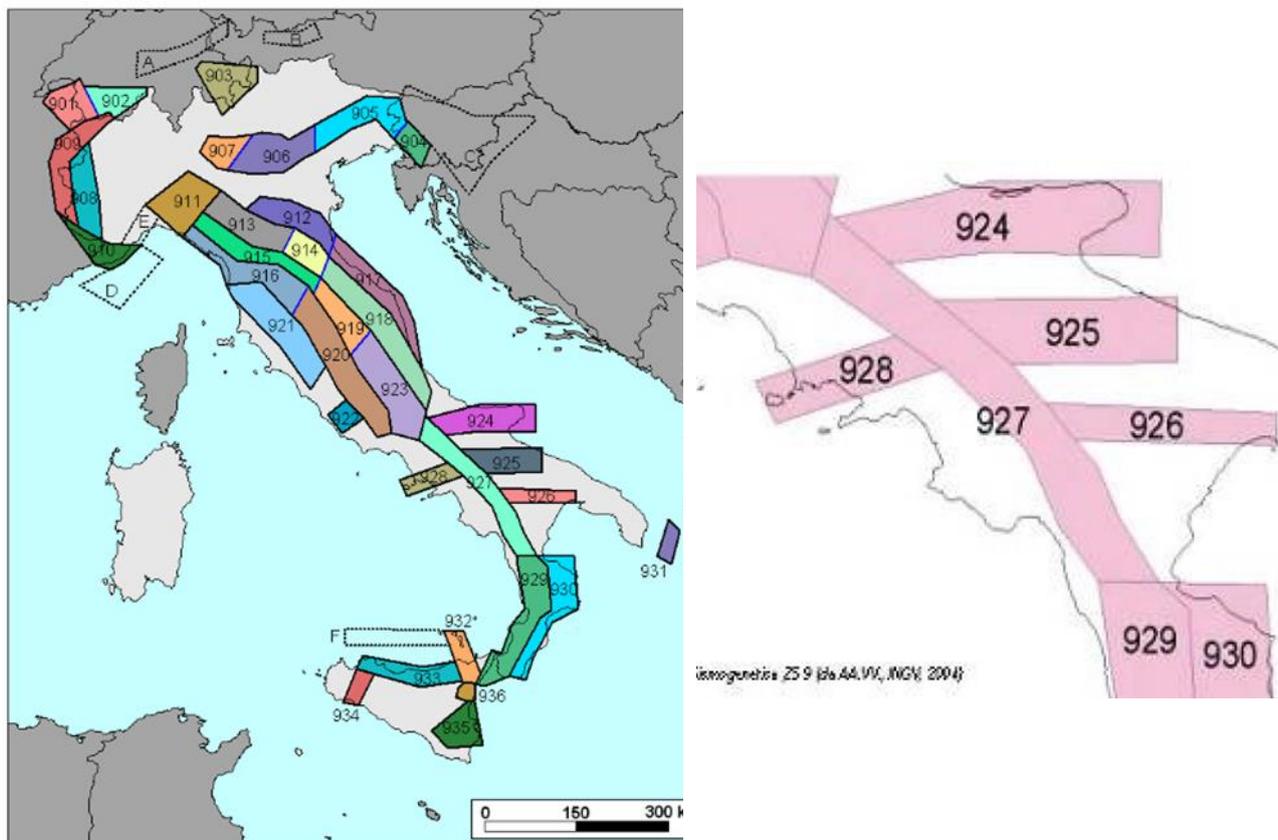


Figura 9-5 Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento.

## 9.5. RISPOSTA SIMICA LOCALE

Secondo le direttive riportate nell'allegato A del D.M. del 14/01/2008 ed in seguito alla definizione del progetto S1 (Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista

dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, sono state ridefinite le azioni sismiche di riferimento dell'intero territorio nazionale. Di seguito si riporta (figura 9.1 - fonte INGV), in particolare, le mappe del Comune di San Severo dalle quali si può risalire ai range delle azioni sismiche di riferimento. Si specifica, inoltre, che al seguente link <http://esse1.mi.ingv.it/> è possibile visualizzare, ricercando per coordinate o per comune, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento (nodi non superiori ai 10 Km) nell'intervallo di riferimento (30 e 2475 anni) si noti quindi che i valori di PGA (acronimo di Peak Ground Acceleration) corrispondenti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno 475 anni) sono compresi tra 0.200 e 0.225 g.

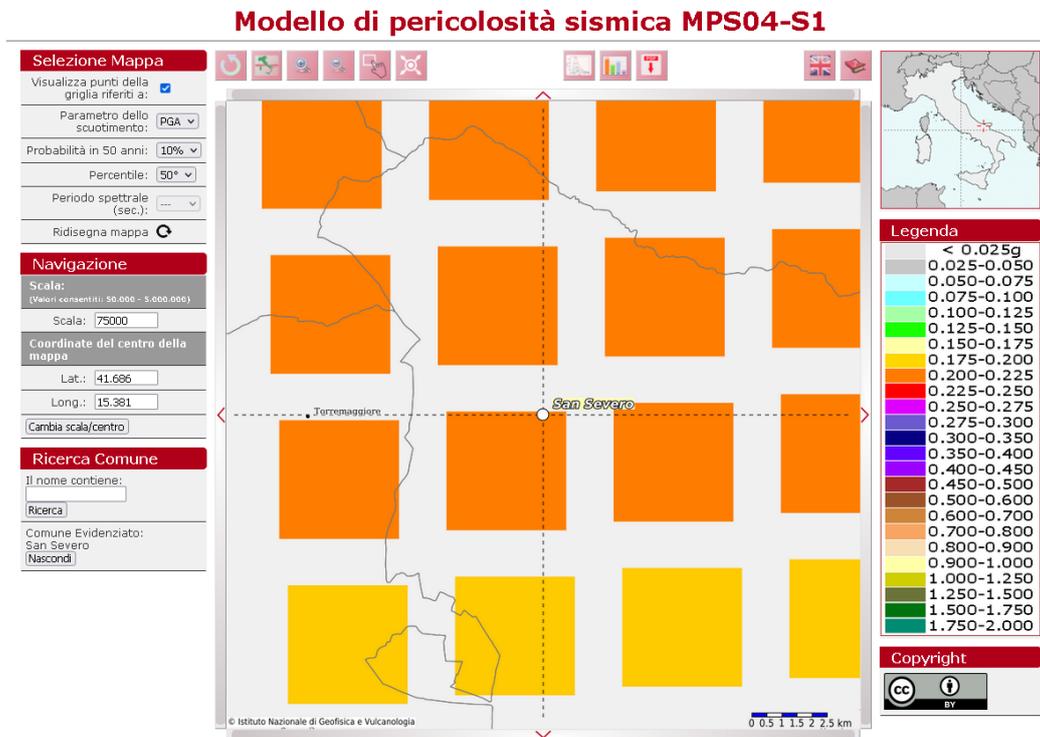
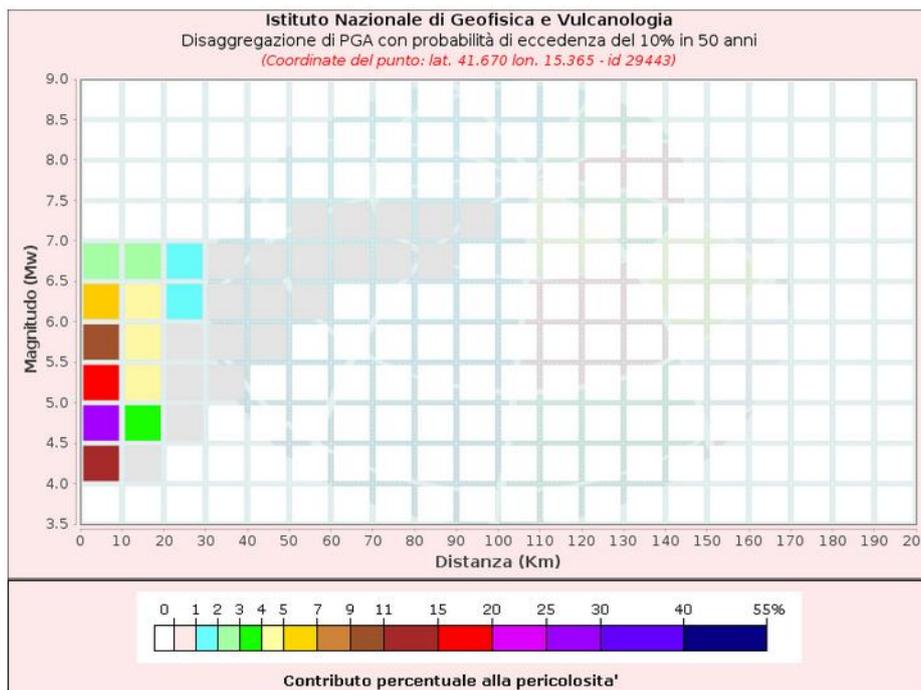


Figura n. 9-1 Accelerazioni massime attese Comune di Capri (valori compresi tra 0,075 e 0,100)

Si riportano in seguito i grafici di disaggregazione e magnitudo media riferiti all'area di studio ricavati sito dell'INGV <http://esse1.mi.ingv.it/>.



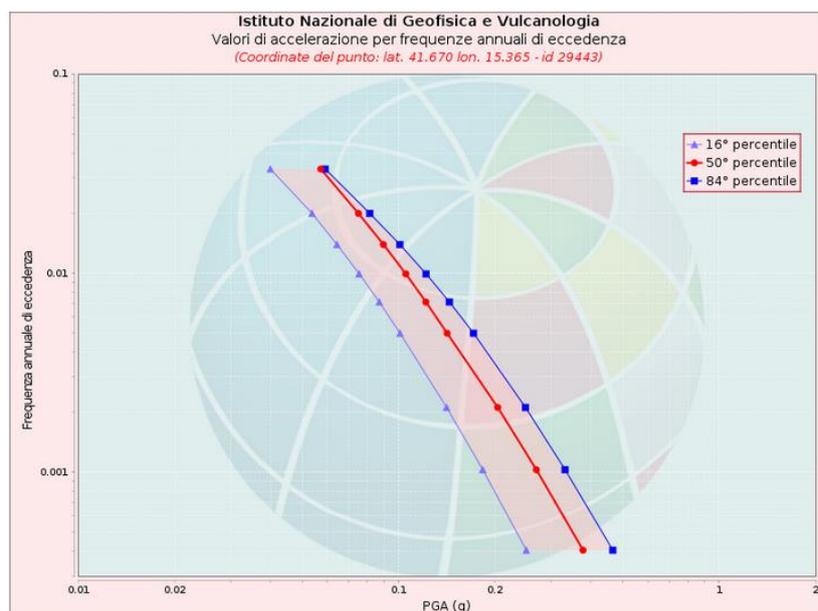


Figura n. 9-2 Grafici di disaggregazione e magnitudo media, fonte <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 41.669 lon. 15.431 - id 29444)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	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	11.6000	25.4000	18.2000	11.0000	5.6500	2.5400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.6330	3.1500	4.7500	4.9800	4.0700	2.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0105	0.3420	0.9160	1.2100	1.1600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.1070	0.3090	0.4090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0896	0.2680	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0178	0.1910	0.0119	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0970	0.1280	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0208	0.0956	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0406	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	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	Distanza	Epsilon
5.31	8.11	0.904

Tabella n. 9-1 – Analisi di disaggregazione del dato di pericolosità al sito di progetto, da elaborazioni DPC-INGV S1 per  $T_R = 475$  anni.

Il risultato dell'analisi di disaggregazione della pericolosità sismica svolta per il punto di griglia più prossimo all'area di studio, mostra come siano dominanti terremoti con valori di magnitudo bassi (compresi tra 4.0 e 6.5) ed epicentro a distanza ridotta (0-20 km). Il valore medio di magnitudo da analisi di disaggregazione è pari a 5.31, con distanza 8.11 km.

La Macrozonazione Sismica, tuttavia, non tenendo in considerazione i possibili effetti di amplificazione dovuti al passaggio del moto sismico attraverso la copertura sedimentaria superficiale, può risultare inadatta a rappresentare situazioni locali che, per caratteristiche peculiari, possono presentare gradi di pericolosità sismica assai diversi, pertanto, l'analisi successiva, Microzonazione Sismica, ha la finalità di prevedere la distribuzione degli effetti di un terremoto in un'area urbana e di individuare criteri di gestione del territorio (geotecnici, strutturali, urbanistici) volti a mitigare, in futuro, i danni di un terremoto. La microzonazione sismica implica quindi la stima sia della pericolosità che della vulnerabilità sismica dell'area di studio, e quindi non può prescindere da una valutazione della risposta sismica locale, vale a dire del modo in cui la struttura geologica superficiale influisce sulla propagazione delle onde sismiche. Effetti locali d'amplificazione dell'ampiezza e d'incremento della durata del moto sismico (effetti di sito) caratterizzano generalmente le coperture di terreni superficiali poggianti su un substrato roccioso.

A tal riguardo, la nuova normativa sismica italiana, Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 e D.M. 17/01/2018 prevede una classificazione del sito in 5 classi (Tab. 3.2.II – Tab. 1) in funzione valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ( $v_{s,eq}$ ). Da indagini bibliografiche condotte su lavori effettuati nel territorio di San Severo si attribuisce la classificazione del sottosuolo la categoria "C".

Per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica, essendo le aree in oggetto localizzate in ambito di pianura e non essendovi particolari emergenze topografiche che possano dar luogo ad effetti di amplificazione sismica locale, le morfologie possono essere ricondotte ad una delle configurazioni superficiali semplici previste nel D.M. 17/01/2018 in Tabella 3.2.IV. In particolare, i siti in oggetto possono essere classificati di categoria T1, "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ", caratterizzata da un coefficiente di amplificazione topografica  $ST = 1,0$ .

In aggiunta a quanto sopra riportato, le magnitudo massime delle sorgenti sismogenetiche identificate nel progetto DISS3.2.1 e i dati macrosismici, portano a considerare cautelativamente il valore di magnitudo per le verifiche a liquefazione a 6.

Categoria	Descrizione
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 di 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 di 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 di equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella n. 9-2 Categorie Suoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018)

## 9.6. VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

La liquefazione è un particolare processo che causa la temporanea perdita di resistenza di un sedimento che si trova al di sotto del livello di falda, portandolo a comportarsi come un fluido viscoso a causa di un aumento della avviene, cioè, quando la pressione dei pori aumenta fino ad eguagliare la pressione inter-granulare.

L'incremento di pressione neutra è causato, principalmente, dalla progressiva diminuzione di volume che si registra in un materiale granulare sciolto o poco addensato soggetto alle azioni cicliche di un sisma. Ovviamente, per quanto detto in precedenza, sono suscettibili di liquefazione terreni granulari, da poco a mediamente addensati, aventi granulometria compresa tra le sabbie ed i limi, con contenuto in fine nullo o piuttosto basso. Tali terreni devono essere altresì posti al di sotto del livello di falda e a profondità relativamente basse, generalmente inferiori ai 15 m dal p.c..

Al fine di verificare la possibile suscettività a liquefazione dei terreni costituenti il sottosuolo del sito in esame sono state condotte una serie di analisi qualitative basate sia sugli studi bibliografici di maggior rilievo a livello internazionale. I metodi qualitativi si basano sulla conoscenza di parametri di studio come il contesto geologico-stratigrafico-geomorfologico, topografia dell'area e livello di falda. Esistono diversi criteri di classificazione in termini qualitativi, di seguito si riportano quelli più diffusi.

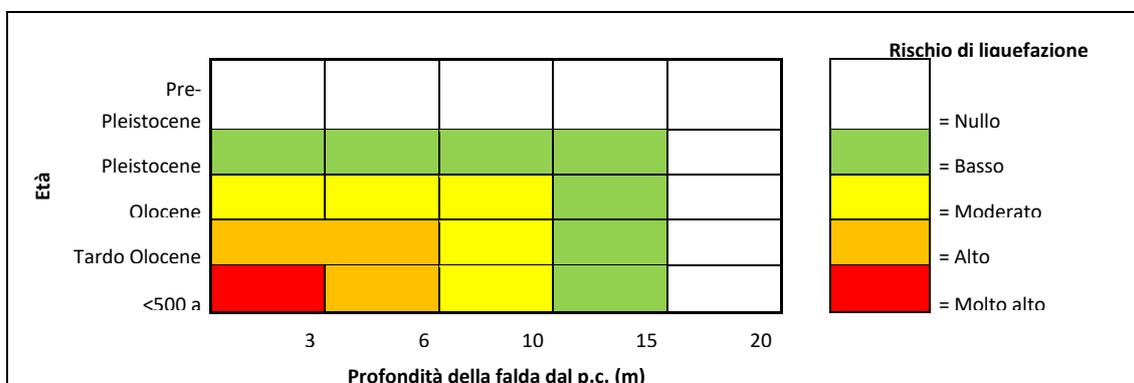
Classe	Unità geomorfologica	Potenziale di liquefazione
A	Letti di fiumi recenti, paleoalvei, paludi, zone bonificate, zone interdunari.	Probabile
B	Conoidi, argini naturali, dune di sabbia, pianure di esondazione, spiagge, altre pianure.	Possibile
C	Terrazzi, colline, montagne.	Non probabile

**Tabella n. 9-3 - Unità geomorfologiche e suscettività alla liquefazione (Iwasaki e al. 1982), tratta da "La liquefazione dei terreni" Giulio Riga 2007 – Dario Flaccovio Editore**

Fattore	Peso	Suscettibilità alla liquefazione				
		Molto alta	Alta	Media	Bassa	Molto bassa
Profondità del livello della falda	Molto importante	< 1,5 m	< 1,5 - 3 m	3 - 6 m	6 - 10 m	> 10,0
Dimensione dei grani	Molto importante	0,075 - 1 mm	1 - 3 mm	> 3 mm	< 0,075 mm	-
Profondità del deposito	Molto importante	1,5 - 3 m	3 - 6 m	6 - 10 m	< 1,5 m	> 10 m
Strato ricoprente	Molto importante	-	-	Ricoprimento buono	Ricoprimento discreto	Ricoprimento assente
Età del deposito	Importante	< 500 anni	Tardo Olocene <sup>(1)</sup>	Olocene	Pleistocene <sup>(2)</sup>	Pre-Pleistocene
Spessore dello strato liquefacibile	Importante	> 2 m	1,2 - 2,5 m	0,6 - 1,2 m	< 0,6 m	-

Note: <sup>(1)</sup> ≤ 10.000 anni; <sup>(2)</sup> 10.000 - 1,6 milioni di anni

**Figura n. 9-3 - Fattori, pesi e criterio per valutare la suscettività alla liquefazione di un sito (Juang & Elton 1991), tratta da "La liquefazione dei terreni" Giulio Riga, 2007 – Dario Flaccovio Editore.**



**Figura n. 9-4 - Rischio liquefazione in funzione dell'età del deposito e della profondità della falda, tratta da "La liquefazione dei terreni" Giulio Riga, 2007, ridisegnata – Dario Flaccovio Editore.**

### 9.6.1. Potenziale di liquefazione

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto in esame deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in

terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate (NTC 2018 7.11.3.4).

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

Età del deposito	Profondità della falda dal p.c. (m)		
	0-3 m	3-10 m	> 10 m
Tardo Olocene	Alta	Bassa	Nulla
Primo Olocene	Moderata	Bassa	Nulla
Tardo Pleistocene	Bassa	Nulla	Nulla

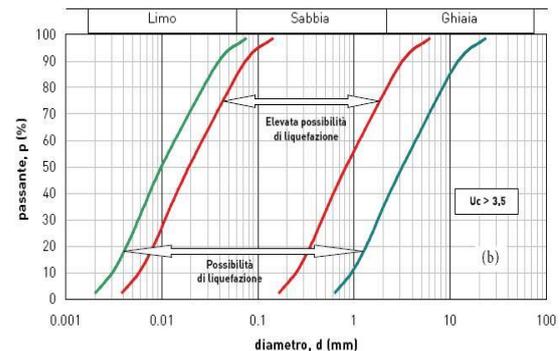
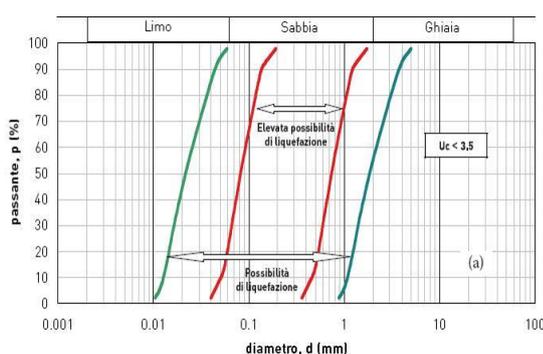
Figura n. 9-5- Suscettività alla liquefazione (Obermeier 1996), tratta da "La liquefazione dei terreni" Giulio Riga 2007 – Dario Flaccovio Editore.

Le analisi qualitative in questione sono state condotte, pertanto, in riferimento alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche dell'area di intervento. In tal modo, sono state condotte una serie di valutazioni speditive e di carattere puramente qualitativo circa la possibilità di liquefazione dei terreni interessati il sottosuolo del sito. Sulla base dei dati stratigrafici dedotti dalle prove eseguite, dei criteri riportati, che considerano la genesi, la natura e l'età assoluta dei depositi, risulta che in assenza di una vera e propria falda idrica e per la natura prevalentemente argillosa dei terreni presenti nell'area di riferimento, essi sono poco suscettibili alla liquefazione. Tale considerazione deriva, in particolare, sia dalle condizioni geologiche e stratigrafiche dell'area in esame che dall'assenza di una circolazione idrica posta entro i primi 15 m dal piano campagna.

In relazione alla diffusa presenza di depositi alluvionali, transizionali e marini caratterizzati di frequente da una granulometria sabbiosa e sabbioso-limoso, di età compresa tra il Pleistocene medio-superiore e l'Olocene-Attuale, alcuni settori specifici della piana ove ricade il sito in esame, possono essere considerati come potenzialmente liquefacibili nel caso di terremoti di una certa intensità. I depositi più antichi presentano una bassa o nulla suscettività alla liquefazione, mentre i depositi recenti ed attuali presentano una suscettività variabile da moderata ad alta. Tali considerazioni valgono ovviamente per i terreni granulari con limitato contenuto della frazione ghiaiosa, mentre non valgono per gli orizzonti prevalentemente pelitici che localmente si rinvengono in queste unità.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)60 > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)60$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura n. 34 e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in figura n. 35 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



---

- A

B -

**Figura n. 9-6 A Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con  $U < 3.5$**

**Figura n. 9-7 B Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con  $U > 3.5$**

Data la natura dei terreni addensata e la non presenza di falda nei primi 15 m, la verifica alla liquefazione può essere omessa; tuttavia, per la verifica puntuale del rischio di liquefazione si rimanda agli studi di seconda fase da basare su specifiche indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche.

## 10. CRITICITÀ GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale l'Autorità di Bacino, nell'ambito del territorio di propria competenza, pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate a minimizzare i possibili danni connessi ai rischi idrogeologici, per la tutela e la difesa delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture, del suolo e del sottosuolo e lo sviluppo compatibile delle attività future.

In particolare, il PAI riguarda sia l'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al pericolo di frana e di valanga, sia l'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo d'inondazione, nonché la definizione delle esigenze di manutenzione, completamento ed integrazione dei sistemi di difesa esistenti in funzione del grado di sicurezza compatibile e del loro livello di efficienza ed efficacia. Il PAI è fortemente correlato con tutti gli altri aspetti della pianificazione e della tutela delle acque, nonché della programmazione degli interventi prioritari.

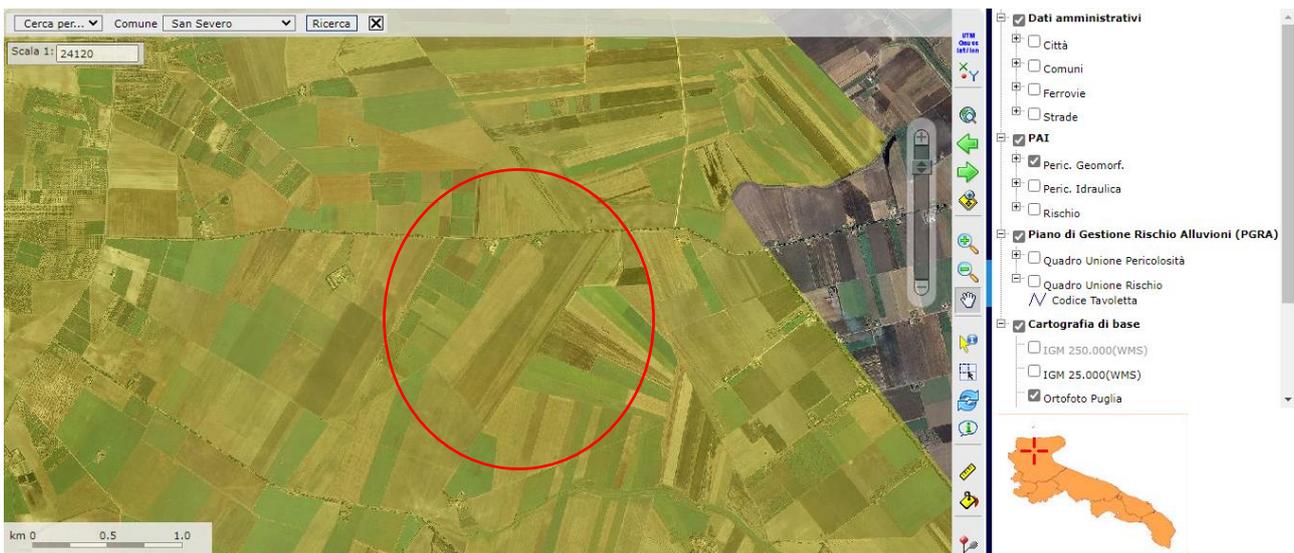
Le prescrizioni contenute nel PAI approvato, ai sensi dell'art. 17, comma 5 della L. 18 maggio 1989, n. 183 e ss.mm.ii., hanno carattere immediatamente vincolante per le Amministrazioni e per gli Enti Pubblici, nonché per i soggetti privati. Il territorio laziale è attualmente ricompreso nei seguenti distretti idrografici:

- Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale, relativamente alla limitata porzione del territorio dell'ex Autorità Bacino Idrografico del fiume Fiora (bacino interregionale);
- Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, che interessa la maggior parte del territorio regionale compreso nei bacini idrografici dell'ex Autorità di Bacino del fiume Tevere (bacino nazionale), dell'ex Autorità di Bacino del fiume Tronto (bacino interregionale) nonché dell'ex Autorità dei Bacini Regionali;
- Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, relativamente al bacino idrografico dei fiumi Liri-Garigliano (bacino nazionale).

Nelle aree classificate a pericolosità e a rischio idraulico e di frana, le normative attuative definiscono i livelli di tutela e di salvaguardia relativi agli usi e alle attività di trasformazione di suolo ammissibili.

In considerazione sia del continuo mutare del quadro territoriale, in virtù del dinamismo della fenomenologia afferente al dissesto idrogeologico e dei connessi interventi di mitigazione e di messa in sicurezza, sia conseguentemente ad ulteriori approfondimenti conoscitivi di settore, l'Autorità di Bacino competente provvede alla successiva tempestiva corrispondenza tra il P.A.I. e le suddette dinamicità del territorio, mediante l'aggiornamento dei Piani stessi.

Per quanto riguarda l'area in esame, situata a sud est del Comune di San Severo, è stato analizzato al PAI distribuito tramite WebGIS dall'AdB Puglia con parametri aggiornati il 19/11/2019 dove sono state analizzate la pericolosità geomorfologica, pericolosità idraulica ed il rischio.



**Figura n. 10-1 PAI stralcio carta Pericolosità Geomorfologica, in rosso l'area di studio**

L'area in esame non ricade in nessuna zona classificata a rischio per quanto riguarda la Pericolosità Geomorfologica.

Per quanto riguarda la prossimità alle aste fluviali si noti che, come indicato negli artt. 6 e 10 delle Norme tecniche di attuazione del PAI Puglia, di cui si riporta a seguire uno stralcio. La distanza minima indicata per la quale si applicano gli artt. 6 e 7 è di 75 m dal corso d'acqua (comma 8 dell'art. 6)

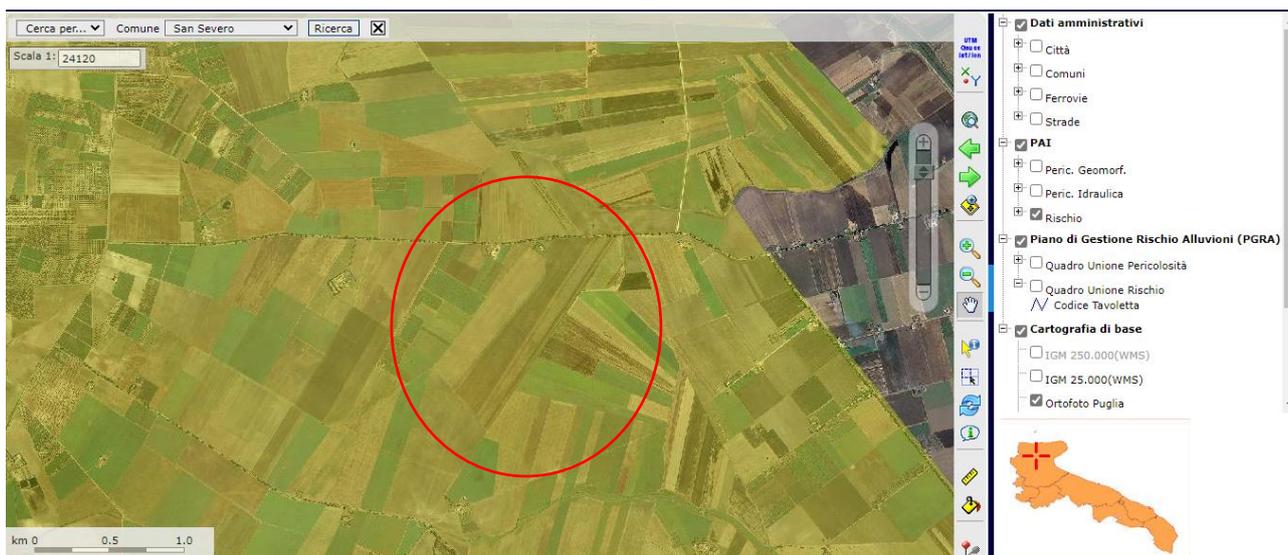
Art. 6 comma 7: "Per tutti gli interventi consentiti nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata

Art. 10 comma 2. All'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino".



**Figura n. 10-2 PAI stralcio della carta della Pericolosità Idraulica, in rosso è indicato il tratto di studio.**

Per quanto riguarda la Pericolosità Idraulica l'area in esame non ricade in nessuna porzione di territorio posta a vincolo.



**Figura n. 10-3 PAI carta del rischio, in rosso è indicata l'area di studio.**

Per quanto riguarda la Carta del Rischio l'area in esame non ricade in nessuna porzione di territorio classificata a rischio. Si riporta l'articolo 9 delle Norme di Attuazione riguardante gli "Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica"

1. Nelle aree a bassa probabilità di inondazione sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti del governo del territorio, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.
2. Per tutti gli interventi nelle aree di cui al comma 1 AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi completamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.
3. In tali aree, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, il PAI persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti, ai sensi della legge 225/92, di programmi di previsione e prevenzione.

---

## 11. CONCLUSIONI

Il presente documento ha illustrato gli esiti degli studi geologici, di compatibilità geomorfologica idraulica e sismica per l'impianto fotovoltaico situato in una porzione di territorio a sud est del centro abitato di San Severo (Puglia).

Dal punto di vista geologico e stratigrafico nell'area in esame si ha la presenza del sintema "Masseria Finimondo" e in continuità il sintema "Motta del lupo", costituiti da sabbie e ghiaie e depositi argillosi e subordinatamente, siltosi e sabbiosi, rispettivamente; lo spessore di questi depositi va da 20 a 30m, si tratta di depositi di piana alluvionale e di transizione caratterizzati alla base da argille e subordinati silt e sabbie che passano verso l'alto ad argille brune e verdi di ambiente paludoso

Dal punto di vista geomorfologico il terreno dall'area di progetto si sviluppa a sud est del centro abitato di San Severo in un'area prevalentemente agricola e pianeggiante.

Dal punto di vista sismico il sito risulta classificato in zona sismica 2 (Media Sismicità), zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti. La sottozona 2 indica un valore dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico  $a_g$  compreso tra  $0.15 > a_g > 0,25 g$  (dove  $g$  è l'accelerazione di gravità).

Dall'analisi della cartografia del vigente PAI il sito in esame per quanto riguarda la Carta del Pericolo Geomorfologico e del Rischio, non ricade in nessuna zona delimitata a rischio. Per quanto riguarda invece la Carta del Pericolo Idraulico l'area in esame non ricade in una porzione di territorio classificata a pericolosità. Nel capitolo relativo al PAI sono elencate le normative di riferimento per i progetti ricadenti nella presente zona.

Dr. Gaetano Ciccarelli