



ENEL CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.15235.12.009.05

PAGE

1 di/of 40

TITLE: RELAZIONE GEOLOGICA

AVAILABLE LANGUAGE: IT

IMPIANTO EOLICO ACQUAVIVA COLLECROCE**(Comuni di Acquaviva Collecroce (CB), Palata (CB), San Felice del Molise (CB), Castelmauro (CB), Tavenna (CB) e Montecilfone (CB))****RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**

Il Tecnico

Dott. Geol. Agostino Scalercio



File: GRE.EEC.R.73.IT.W.15235.12.009.05_Relazione geologica e sismica

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
05	18/12/2023	Emissione per variazione dimensione SSE	A. Scalercio	A. Scalercio	L. Sblendido
04	03/06/2022	Emissione per iter autorizzativo	A. Scalercio	A. Scalercio	L. Sblendido
03	03/11/2021	Quarta Emissione	A. Scalercio	A. Scalercio	L. Sblendido
02	14/06/2021	Terza Emissione	A. Scalercio	A. Scalercio	L. Sblendido
01	14/05/2021	Seconda Emissione	A. Scalercio	A. Scalercio	L. Sblendido
00	22/02/2021	Prima Emissione	A. Scalercio	A. Scalercio	L. Sblendido

ENEL VALIDATION

	Marco Tomei	Alessandro Puosi
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT ACQUAVIVA COLLECROCE EO	ENEL CODE																		
	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER		COUNTRY		TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION					
	GRE	EEC	R	7	3	I	T	W	1	5	2	3	5	1	2	0	0	9	0

CLASSIFICATION	UTILIZATION SCOPE
----------------	-------------------

This document is property of Enel Green Power Italia S.r.l. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power Italia S.r.l.

INDICE

1. PREMESSA.....	3
1.1 GENERALITÀ.....	3
1.2 SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIE DI INDAGINE	4
1.3 RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE.....	4
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO	7
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	10
3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE GENERALE	10
3.2. ASSETTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO LOCALE	14
4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	17
4.1. INQUADRAMENTO GENERALE E CARATTERI GEOMORFOLOGICI	17
5. VINCOLI TERRITORIALI	17
6. IDROGEOLOGIA	22
6.1. CLIMA.....	22
6.2. ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE	25
7. INDAGINI GEOGNOSTICHE	27
8. CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI	27
8.1. SISMICITÀ E TETTONICA ATTIVA	27
8.1.1. LE SORGENTI SISMOGENETICHE	27
8.1.2. ITHACA – DATABASE DELLE FAGLIE CAPACI	28
8.3 SISMICITÀ STORICA	29
8.4 MACROZONAZIONE SISMICA - PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	32
9. LIQUEFAZIONE.....	35
10. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	36
10.1 CATEGORIA TOPOGRAFICA	37
11. RICOSTRUZIONE LITOSTRATIGRAFICA LOCALE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	38
12. CONCLUSIONI.....	39

1. PREMESSA

1.1 GENERALITÀ

La presente relazione ha come finalità la caratterizzazione geologico-tecnica del sito interessato dal progetto dell'impianto Eolico "Acquaviva Collecroce" e relative opere di connessione, proposto da Enel Green Power Italia S.r.l. in un'area ricadente nei comuni di Palata, Castelmauro, San Felice del Molise, Acquaviva Collecroce, Tavenna e Montecilfone; tutti i comuni fanno parte della provincia di Campobasso.

L'energia elettrica prodotta sarà convogliata, dall'impianto, mediante cavi interrati di tensione 33 kV, alla Stazione multiutente di trasformazione 150/33 kV, ubicata nel Comune di Montecilfone, che in conformità alla STMG emessa con codice pratica 202002009 da Terna S.p.A. e fornita al proponente con numero di protocollo P20210012806 del 15/02/2021, sarà collegata in antenna a 150 kV con la sezione 150 kV di una nuova stazione di trasformazione 380/150 kV della RTN (ubicata nel Comune di Montecilfone) da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 380 kV "Larino - Gissi".

Ai sensi dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt 99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento della Stazione multiutente di trasformazione e la nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo a 150 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

La presente relazione si completa con i seguenti allegati ed elaborati grafici, cui si rimanda per maggiori dettagli:

PROGETTO DEFINITIVO	
Titolo	Scala
Carta Geologica	1:10.000
Carta Litotecnica	1:10.000
Carta Geomorfologica	1:10.000

Tabella 1.1 – Allegati alla Relazione Geologica

Nel corpo della relazione viene descritto l'assetto geologico-litostратigrafico-idrogeologico, geomorfologico e sismico del sito destinato agli interventi in progetto.

È stata verificata la compatibilità degli interventi da un punto di vista ambientale e nei confronti dell'assetto geomorfologico-idrogeologico del territorio, nonché con gli eventuali vincoli territoriali presenti, al fine di soddisfare gli adempimenti emergenti dalla normativa nazionale e regionale, ovvero in ottemperanza al "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, Ente territorialmente competente.

In fase esecutiva, le ipotesi e le prescrizioni contenute nella presente relazione dovranno essere necessariamente verificate. Se il confronto tra i dati forniti dalla presente relazione e quelli provenienti da osservazioni dirette dovesse evidenziare differenze sostanziali, nel pieno rispetto del D.M. 17/01/2018, le indagini dovranno essere necessariamente integrate e le opere adeguate alle eventuali criticità riscontrate.

1.2 SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIE DI INDAGINE

L'obiettivo del lavoro è stato quello di fornire una visione d'insieme delle caratteristiche generali del sito investigato ed un modello geologico-tecnico di dettaglio; in particolare, lo studio è stato impostato seguendo quelle che sono le direttive ministeriali e regionali, allo scopo di:

- definire le principali caratteristiche geologiche;
- definire i lineamenti geomorfologici del territorio e la loro tendenza evolutiva;
- definire le caratteristiche litostratigrafiche del sito in esame e le relative caratteristiche geotecniche;
- ricostruire lo schema di circolazione idrica sotterranea e superficiale, ovvero i caratteri idrogeologici e idraulici;
- definire il comportamento dei terreni nei confronti del rischio sismico.

Nella presente fase progettuale non vengono definite in maniera dettagliata le caratteristiche geometriche e geotecniche dei litotipi, dato che sarà approfondito nella successiva fase di progetto mediante una adeguata campagna di indagini geognostiche.

1.3 RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE

La presente relazione e gli studi ad essa associati sono redatti in conformità a quanto previsto dalla normativa tecnica, fra cui di seguito sono elencati i principali riferimenti:

- ✓ R.D.3267/23: "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani".
- ✓ L. 08/08/1985 n. 431: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale (G.U. 22 agosto 1985, n. 197)";
- ✓ Decreto Ministero dei Lavori Pubblici n. 47 (11 marzo 1988) "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- ✓ Circolare Min. LL.PP: 24 settembre 1988 n° 30483: "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i

criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

- ✓ L. 18/05/89 n. 183: "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".
- ✓ D.P.C.M. 23/03/1990: "Atto di indirizzo e coordinamento al fini della elaborazione e adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- ✓ L. 07/08/1990 n.253: "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- ✓ L. 06/12/91 n. 394: "Legge quadro sulle aree protette";
- ✓ Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, Strutture di contenimento ed Aspetti geotecnici (1998).
- ✓ Circolare Ministero Lavori Pubblici 24 settembre 1988 n.30483 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione". (Pres. Cons. Superiore — Servizio Tecnico Centrale).
- ✓ L. 05/01/1994 n. 37: "Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche L. 5 gennaio 1994, n. 36. Disposizioni in materia di risorse idriche";
- ✓ D.P.R. 14/04/1994: "Delimitazione bacini";
- ✓ D.P.R. 18/07/1995: "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino";
- ✓ D.M. 14/02/1997: "Direttive tecniche per l'individuazione perimetrazione, da parte delle regioni delle aree a rischio idrogeologico";
- ✓ D.L. 11/06/1998, n. 180: "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania";
- ✓ L. 03/08/1998 n. 267: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania";
- ✓ D.L. 11/05/99 n. 152: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva CEE 91/271 e 91/676";

- ✓ L. 13/07/1999 n. 226 (G.U. 14.07.1999, n. 112): "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto - legge 13 maggio 1999, n.132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile." (in vigore dal 15.7.1999);
- ✓ D.P.R 6 giugno 2001 n. 380: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
- ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (ordinanza n. 3274 – Allegati 1, 2 e 3);
- ✓ DGR n. 873 del 17/06/2003 Approvazione delle "Misure di Salvaguardia";
- ✓ Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14/01/2008 pubblicate sulla G.U. n° 29 del 04.02.2008;
- ✓ Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al DM 14/01/2008. Circolare 02/02/2009 n° 617 C.S.LL.PP;
- ✓ DM 17/01/2018: Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni;
- ✓ L. R. 16 dicembre 2014, n.23 - Misure urgenti in materia di energie rinnovabili;
- ✓ L. R. 23 dicembre 2010, n. 23 - Modifiche ed Integrazioni alla Legge Regionale 7 agosto 2009, n. 22 (Nuova Disciplina degli insediamenti degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili nel territorio della Regione Molise);
- ✓ D. G. R. 4 agosto 2011, n. 621 - Linee guida per lo svolgimento del procedimento unico di cui all'art. 12 del D. Lgs. n. 387/2003 per l'autorizzazione alla costruzione ed all'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili sul territorio della Regione Molise.
- ✓ Legge 221/2015, Istituzione delle Autorità di Bacino Distrettuali. Nell'ambito di tale riferimento normativo viene istituita anche l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, Ente territorialmente competente per la regione Molise.

È necessario ricordare che le norme stesse tengono conto del fatto che la fase di progetto non è sufficiente per definire nei dettagli la reale situazione geologico-tecnica. È necessario pertanto che, in base a quanto disposto dalle norme medesime, sia da eseguirsi, in relazione alle esigenze della fase costruttiva, il controllo delle ipotesi di progetto attraverso i dati ottenuti con verifiche nel corso dei lavori, adottando il cosiddetto "Metodo Osservazionale", volto al controllo e all'eventuale modifica di quelle variabili di progetto sensibili alle caratteristiche geologiche e geotecniche effettivamente riscontrate.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

L'area oggetto del presente studio ricade nel territorio comunale di Acquaviva Collecroce, Palata, San Felice del Molise, Castelmauro, Tavenna e Montecilfone nella provincia di Campobasso; le WTG sono poste a quote comprese fra circa 300 e circa 400 m.s.l.m.

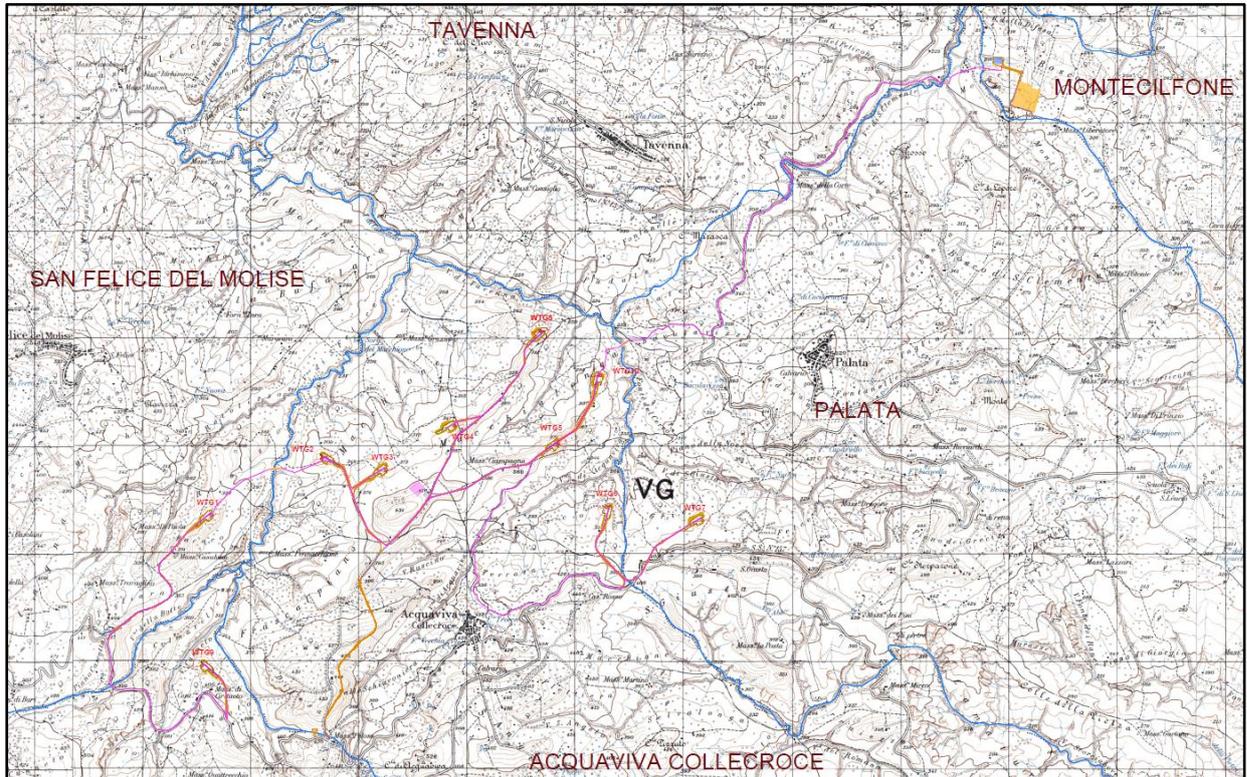
I riferimenti geografici più prossimi all'area di impianto sono il centro abitato di Acquaviva Collecroce a sud, il centro abitato di San Felice del Molise e Palata a nord-est, mentre lievemente più lontani sono i centri di Tavenna a nord e di Castelmauro a sud.

Nell'elaborazione del presente lavoro è stato necessario avvalersi di cartografia tecnica e tematica, reperita attraverso la consultazione di appositi portali, avvalendo dei servizi di consultazione WMS e di scaricamento WFS-WCS:

- GeoPortale Nazionale, servizi di consultazione WMS: [Servizio WMS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](http://www.minambiente.it)
- GeoPortale Nazionale, servizi di scaricamento dati vettoriali WFS: [Servizio di scaricamento WFS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](http://www.minambiente.it)
- GeoPortale Nazionale, servizi di scaricamento dati raster WCS: [Servizio di scaricamento WCS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](http://www.minambiente.it)

- ✓ Carta Geologica CARG 1:50.000: [Ispra: Carta Geologica d'Italia 1:50.000 \(isprambiente.gov.it\)](http://www.isprambiente.gov.it)
- ✓ Carta Geologica scala 1:100.000 [CartoWeb \(isprambiente.it\)](http://www.isprambiente.it)
- ✓ Elaborati PAI: [Autorità di Bacino Interregionale \(regione.molise.it\)](http://www.regione.molise.it)

Gli elaborati cartografici del Piano di Assetto Idrogeologico del Molise sono disponibili all'indirizzo [Autorità di Bacino Interregionale \(regione.molise.it\)](http://www.regione.molise.it); sono altresì disponibili i servizi di downloading dei file vettoriali sia relativamente al rischio alluvione sia relativamente al rischio frana.



LEGENDA DEI COLORI E SIMBOLI IN CARTA

-  Limiti amministrativi comunali
-  Aerogeneratore
(Diametro rotore= 170 m; Hhub=115 m; Htip=200 m)
-  Site camp
-  Stazione Multiutente 150/33 kV
-  Strada di nuova realizzazione
-  Strada esistente da adeguare
-  Edificio O&M
-  Cavidotto MT di impianto
-  Cavidotto MT di impianto in TOC
-  Cavidotto AT di connessione alla stazione RTN
-  Futura stazione RTN 380/150 kV

Figura 1: Inquadramento territoriale (non in scala) dell'area di studio su base Carta Topografica d'Italia in scala 1:25000, da Geoportale Nazionale.

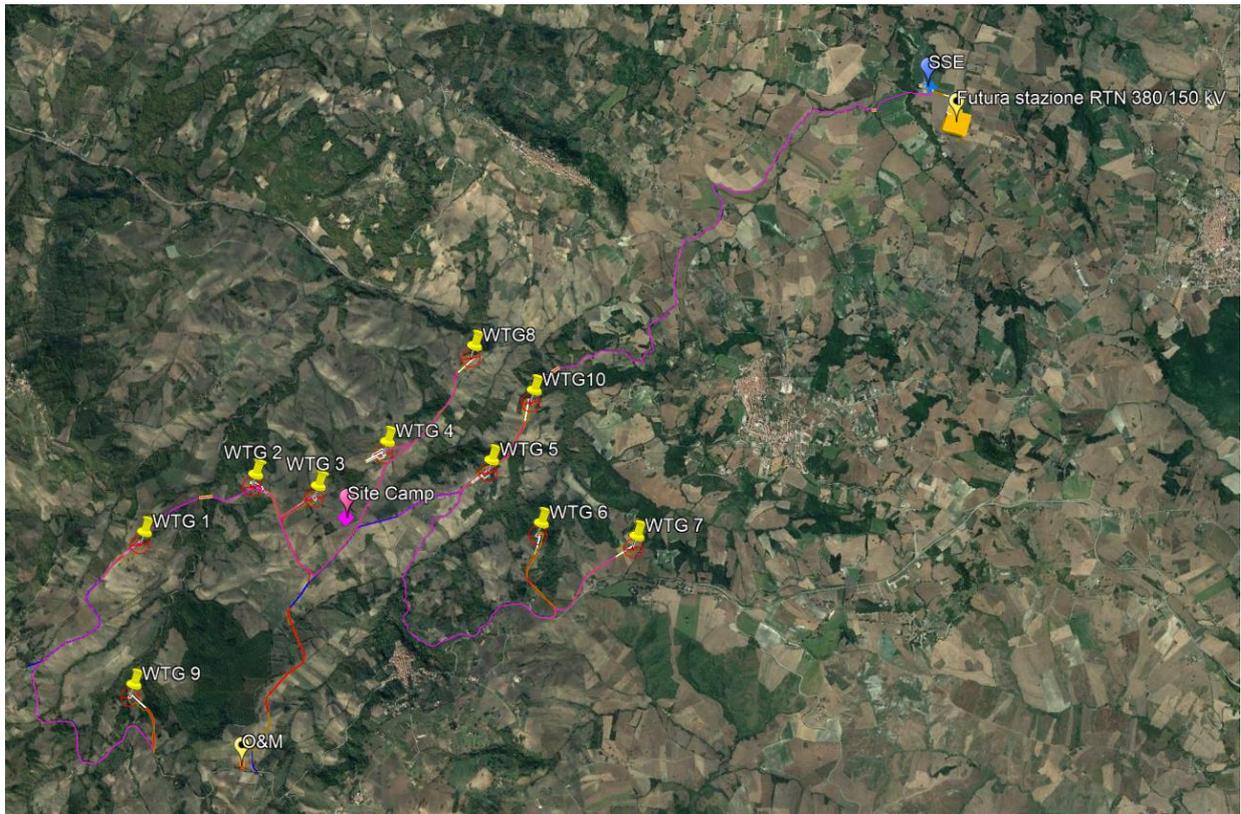


Figura 2: Inquadramento territoriale dell'area di studio (immagine tratta da Google Earth).

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE GENERALE

Le informazioni a seguire sono ampiamente tratte dall'inquadramento geologico del progetto EMIDIUS di INGV. Il territorio molisano è costituito esclusivamente da formazioni sedimentarie, gran parte delle quali, le più antiche, sono di ambiente marino, su di esse poggiano le più recenti formazioni di ambiente continentale.

Le formazioni marine antiche appartengono a cinque unità litostratigrafiche, riferibili alle diverse situazioni paleoambientali che si sono succedute nei tempi geologici, a partire dal Trias fino al Pleistocene:

- PIATTAFORMA ABRUZZESE-CAMPANA: corrispondente ad un ambiente di Piattaforma Carbonatica caratterizzato da sedimentazione calcareo-dolomitica di età Trias-Cretaceo (Matese - Mainarde);
- ZONA DI TRANSIZIONE: corrispondente ad un ambiente di scarpata e caratterizzato da sedimentazione calcareo-marnoso-selciosa, a partire dal Cretaceo fino al Miocene con notevoli apporti detritici della zona di piattaforma (M.ti di Venafro-Isernia; zona di Frosolone; zona di Sepino);
- BACINO MOLISANO: corrispondente ad un ambiente di sedimentazione di mare aperto e relativamente profondo, antistante la zona di scarpata e caratterizzato da una sedimentazione terrigena, prevalentemente argillitica alla base ed arenitica nella parte sommitale, che comprende la fascia delle medie valli del Trigno e del Biferno fino ai rilievi dei M.ti Frentani, di età Paleogene - Miocene superiore;
- AVANFOSSA PERIADRIATICA: corrispondente ad una profonda depressione allungata parallelamente alla linea di costa attuale, creatasi a partire dal Pliocene e caratterizzata da notevoli fenomeni di subsidenza, accompagnata da sedimentazione prevalentemente argilloso-sabbiosa, di età Plio-Pleistocene;
- PIATTAFORMA PUGLIESE: corrispondente alla zona di Avampaese e ad un ambiente neritico, con caratteri simili a quelli della Piattaforma Abruzzese-Campana; le formazioni carbonatiche della Piattaforma Pugliese non affiorano nel territorio molisano in quanto ricoperte dai sedimenti Plio-Pleistocenici di Avanfossa. Il contesto geologico-strutturale è particolarmente complesso e non sempre chiaro, poiché fortemente condizionato da imponenti stress tettonici per lo più a carattere compressivo che hanno determinato una serie di deformazioni, accavallamenti e traslazione di masse rocciose, anche di notevolissime proporzioni, verso l'Avampaese, con complessiva contrazione spaziale. L'azione di tali forze orogenetiche è riflesso nell'attuale assetto geostrutturale rilevabile in superficie e, ad esse, sono da imputare la complessità dei rapporti geometrici tra le diverse unità litostratigrafiche, la più o meno suddivisione in blocchi delle masse litoidi, il disordine giaciturale delle masse prevalentemente argillitiche, nonché i caratteri strutturali di locale dettaglio delle singole formazioni.

Lo schema tettonico regionale proposto nella “Carta tettonica d’Italia” in scala 1:1.500.000 (CNR, 1980, PROGETTO FINALIZZATO GEODINAMICA), evidenzia come il territorio molisano sia attraversato da alcune importanti linee di dislocazione, ad andamento appenninico (NW-SE), corrispondenti a fronti di sovrascorrimento che hanno prodotto, durante l’orogenesi della catena, la sovrapposizione dei sedimenti calcareo-dolomitici della Piattaforma Abruzzese-Campana sulle successioni calcareo-marnoso-selcirose della Zona di Transizione e, queste ultime, a loro volta si sono sovrapposte in contatto tettonico con i terreni flyschoidi alloctoni del complesso delle argille varicolori e con quelli dei flysch tardorogenici del Bacino Molisano. I terreni flyschoidi ricoprono in falda, almeno in parte, i più recenti sedimenti Plio-Pleistocenici dell’Avanfossa Periadriatica.

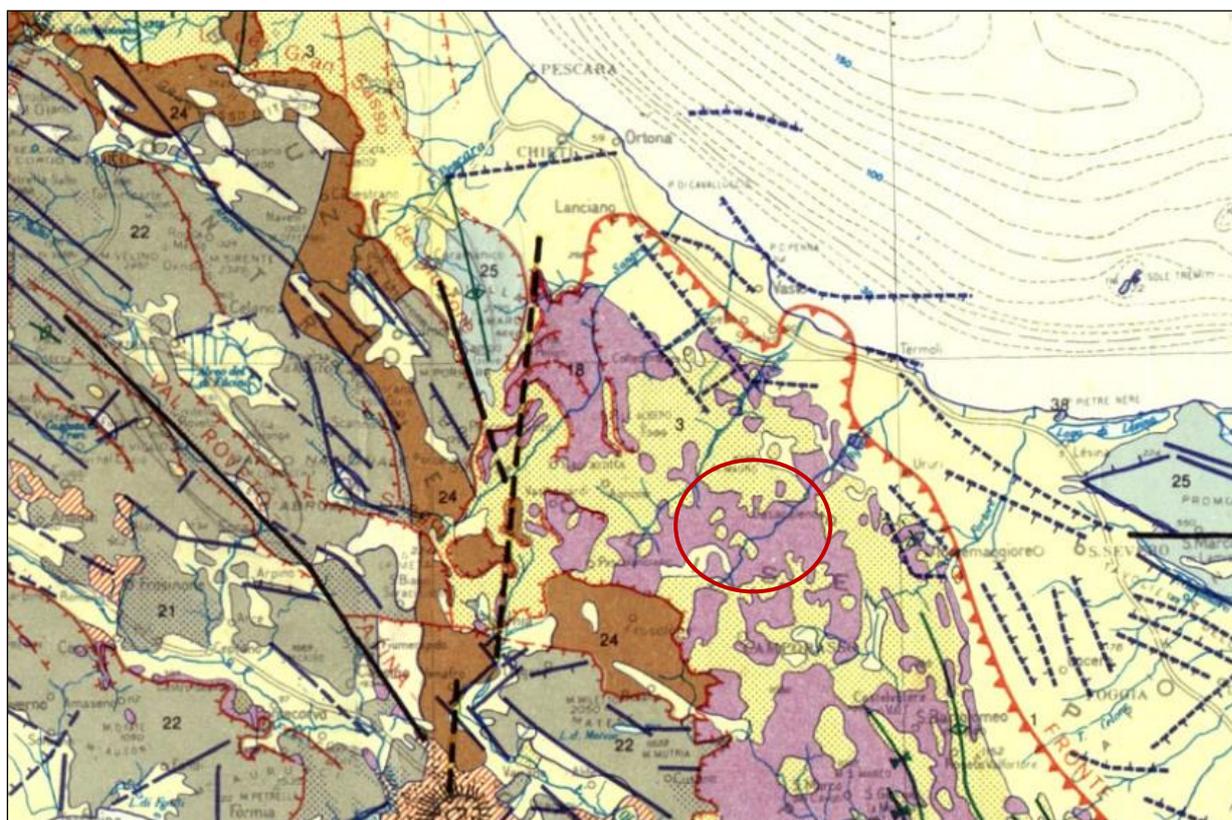
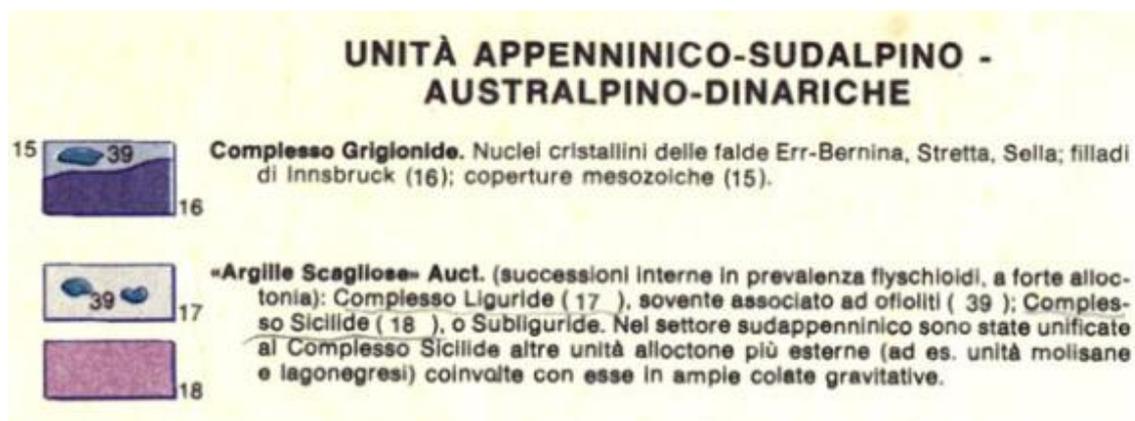


Figura 3: Carta Tettonica d’Italia – Progetto finalizzato GEODINAMICA CNR – sca 1:500.000



Sistemi «piattaforma carbonatica - bacino» via via più esterni

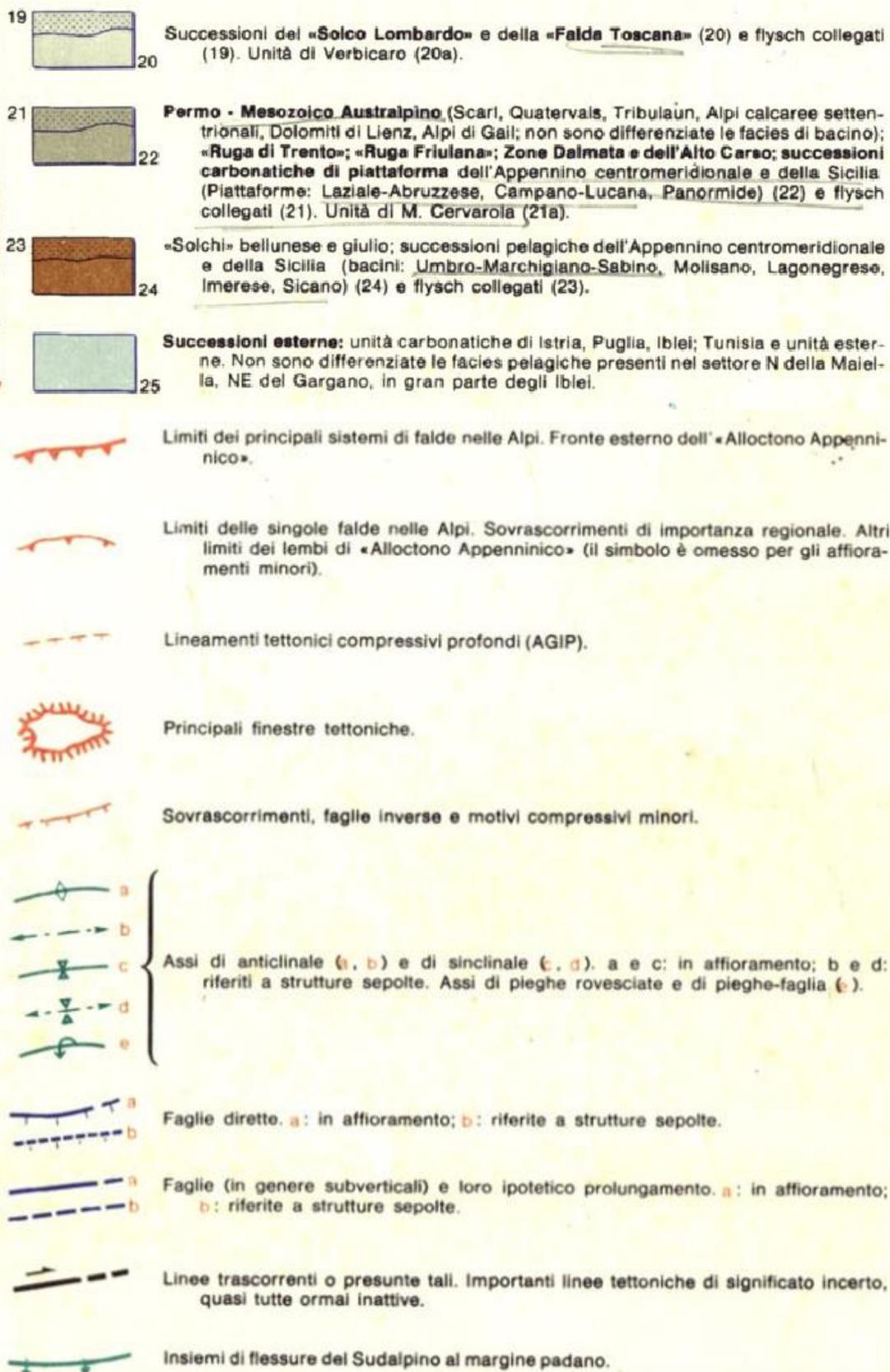


Figura 4: Legenda Carta Tettonica d'Italia – Progetto finalizzato GEODINAMICA CNR – sca 1:500.000

Informazioni più recenti sulle condizioni geologico-strutturali generali dell'area molisana possono essere tratti dal progetto CarG, Foglio 393 "Trivento", immediatamente a sud-ovest dell'area di studio, nel quale viene riportato uno schema strutturale generale dell'intera area molisana: è possibile osservare come l'area sia caratterizzata sostanzialmente dai terreni del bacino pelagico oligomiocenico (Unità Molisane) e in parte da depositi emipelagici a carattere torbiditico di età tortoniano-pleiocenica. Nella porzione più settentrionale sono presenti depositi continentali e marini plio-quadernari. È possibile inoltre osservare due grandi fronti di *thrust* principali, che rappresentano i fronti esterni della deformazione appenninica.

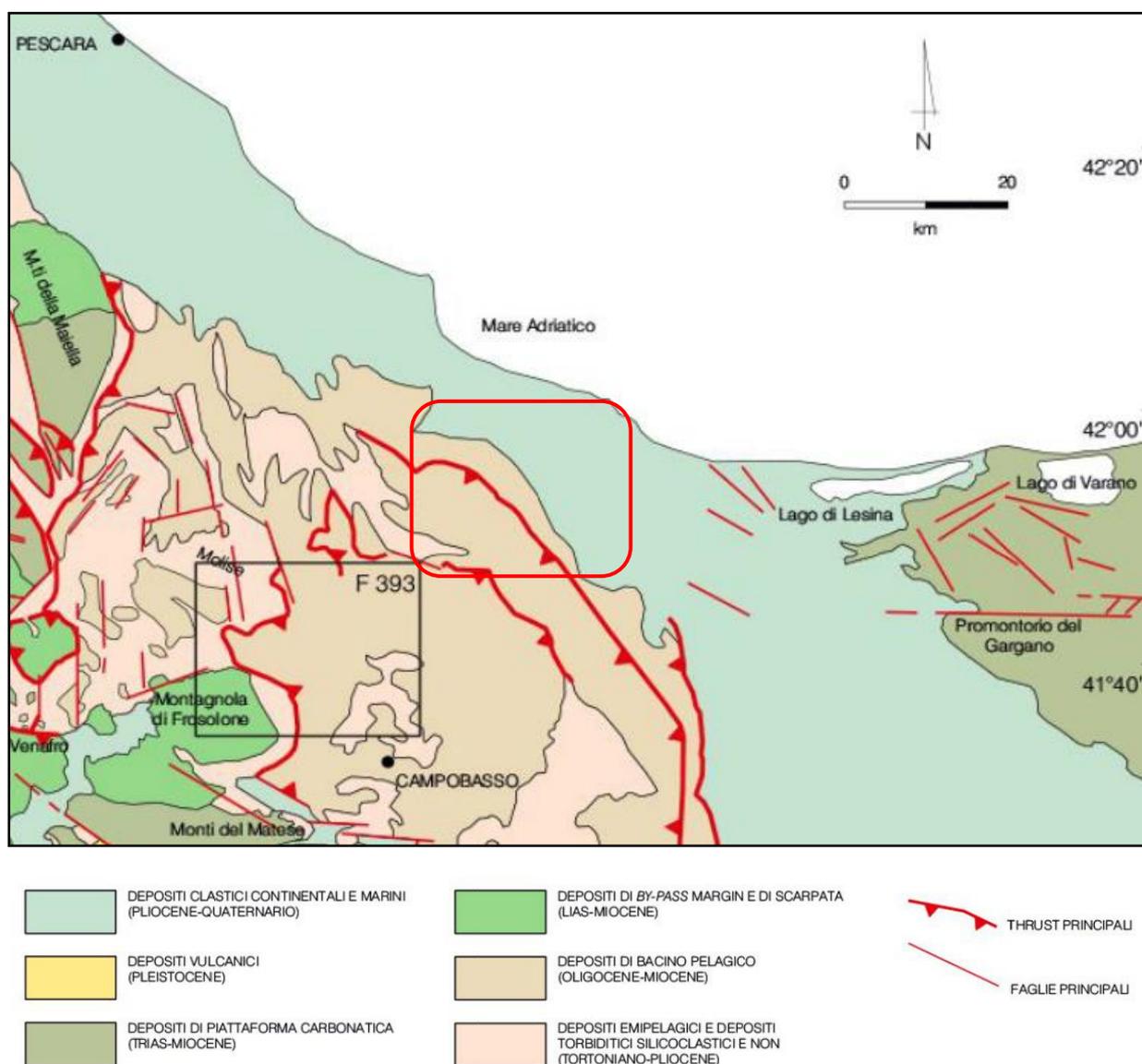


Figura 5: Schema strutturale generale dell'area molisana, tratto dal progetto CarG, Foglio 393 "Trivento". Con il rettangolo rosso smussato viene indicata la posizione del Foglio 381 "Larino", all'interno del quale rientra l'area di studio.

L'assetto geologico generale del settore, può essere sintetizzato, seguendo le linee del progetto CarG, secondo quattro grandi unità stratigrafico-strutturali:

- Unità della Piattaforma Carbonatica Apula sepolta

- Unità di Frosolone
- Unità Molisane
- Unità Sannitica s.l.

Tale strutturazione è conseguenza della migrazione est-vergente del sistema Catena-Avanfossa, con due principali grandi corpi clastici in pro gradazione nell'intervallo temporale che va dal Tortoniano al Messiniano inferiore. I corpi clastici sono rappresentati dal flysch di Pietraraja (I cuneo), il flysch del Torrente Torbido, il flysch di San Massimo-Castellone, il flysch di Sant'Elena-Cantalupo, il flysch di Agnone, la Formazione Olmi e la Formazione Treste (II cuneo). Al top delle falde si sviluppa un bacino di *piggy-back* (flysch di San Bartolomeo). La tettonica compressiva, con la formazione di sistemi di *thrusts* e pieghe interessa l'area dal Messiniano al Pliocene inferiore; successivamente, nel pliocene superiore, l'assetto tettonico viene complicato da una tettonica trascorrente, con scarsi o nulli rigetti, mentre a partire dal pliocene medio si instaura una tettonica distensiva, che rappresenta lo stile de formativo dominante anche nella tettonica tutt'ora attiva.

3.2. ASSETTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO LOCALE

Il dettaglio delle condizioni geologiche può essere desunto attraverso la cartografia geologica ufficiale disponibile. Per l'area di studio non è disponibile la cartografia CarG in scala 1:50.000 (Foglio 381 "Larino", non realizzato), per cui l'unica cartografia disponibile, mancando anche quella regionale, è la Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, cui di seguito si farà riferimento. Dall'alto verso il basso e quindi dai terreni più recenti quelli più antichi sono presenti le seguenti formazioni:

Pa Sabbie argillose chiare, argille azzurre e marne biancastre

Sabbie argillose giallastre chiare, talvolta debolmente cementate (cemento argilloso) e subordinate arenarie, riccamente fossilifere, grigio-azzurre, argille marnose biancastre. Presenti grosse lenti di argillocisti policromi, argille scaglio e materiali eterogenei (calcarei marnosi chari, calcari compatti bruni, calcaeri selciosi, selci policrome, arenarie, talora con elementi piritizzati, sabbie quarzoso-micacee (elementi esotici eocenico-oligocenici). *Pliocene medio e superiore.*

MP Argille grigio-verdastre e sabbie giallo-brune con lenti e banchi conglomeratici

Sabbie giallo-brune scarsamente cementate e marne biancastre, con livelli e lenti di argille sabbiose azzurre e verdastre, ricche in macrofossili. Al tetto conglomerati ben cementati a ciottoli marnoso-calcarei, mentre al tetto sono spesso presenti puddinghe minute. Argille varicolori. *Miocene superiore-Pliocene inferiore.*

All'interno di tale litologia ricade la sottostazione elettrica, al limite con la formazione sottostante dei gessi e dei calcari.

M_{3g} Gessi e calcari polverulenti

Gesso, perlopiù a grossi cristalli, talvolta granulare a arenaceo, calcari cariati, brecciati e selciosi; calcari polverulenti, argille sabbiose giallastre. *Miocene superiore*.

La Stazione Multiutente 150/33 kV ricade interamente in tali terreni.

M_{2a} Argille sabbiose e marne grigie con intercalazioni arenacee

Marne grigie, più o meno scagliose, stratificate e alternate ad arenarie ben cementate, di colore giallastro; verso l'alto diventa progressivamente più argilloso. Gli orizzonti arenacei, maggiormente resistenti e producono localmente oggetti morfoselettivi. *Miocene*.

M₂ Complesso del Miocene medio

Complesso flyscioide di calcareniti e brecciole, calcari compatti giallastri con lenti e noduli di selce policroma, arenarie calcaree, marne grigie, marne argillose, talvolta fetide, straterelli di argilla sabbiosa fogliettata. *Miocene*.

Ricadono in questa litologia le WTG1 (dubitativamente) e WTG7.

PA Complesso delle Argille Varicolori

Argille fogliettate policrome, con sottili livelli di arenaria bruna, prevalentemente silicoclastica e con intercalazioni di calcari grigi, calcari micro detritici e calcari marnosi, livelli manganesiferi e lenti di selce policroma. *Paleocene*.

Ricadono in questa litologia le WTG1 (dubitativamente), WTG2, WTG3, WTG4, WTG5, WTG6, WTG9, WTG10.

A seguire si riporta uno stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 con l'ubicazione delle WTG.

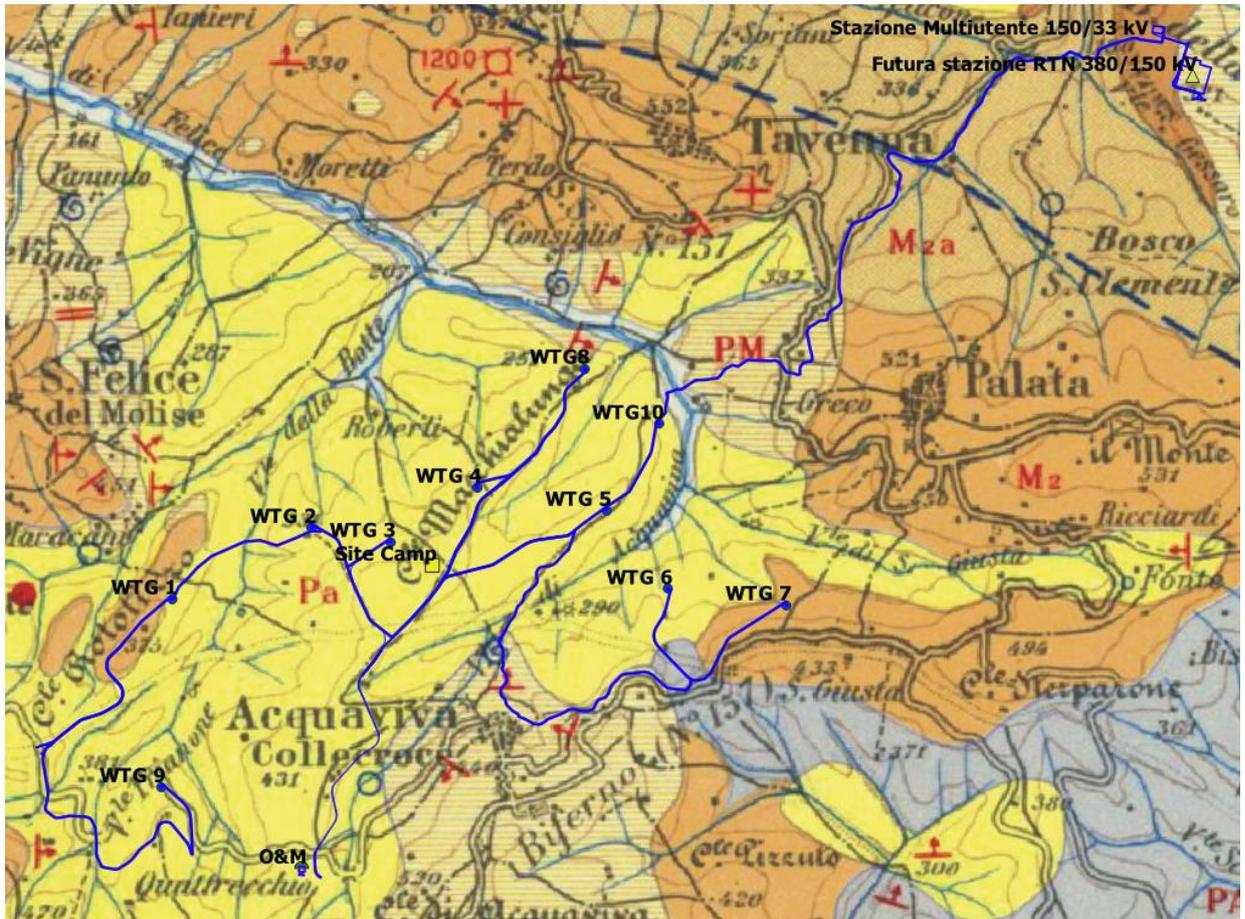


Figura 6: Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 con ubicazione delle WTG e delle opere di connessione

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

4.1. INQUADRAMENTO GENERALE E CARATTERI GEOMORFOLOGICI

5. VINCOLI TERRITORIALI

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (in seguito denominato PAI), del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni della L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa del rischio idrogeologico del territorio; esso ha valore di piano sovraordinato e prevale sullo strumento urbanistico locale.

Il PAI persegue l'obiettivo di garantire al territorio di competenza dell'Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale (che recepisce le cartografie delle preesistenti Autorità di Bacino Regionali) adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al pericolo di frana, all'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo di inondazione e all'assetto della costa, relativo alla dinamica delle linee di rive e al pericolo dell'erosione costiera.

Il vigente Piano stralcio di bacino del Fiume Trigno e le relative Norme di Attuazione sono state approvate con DPCM del 19/06/2019 e pubblicate in G.U., Serie Generale n.194 del 20/08/2019. Il Piano Stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del fiume Trigno, redatto ai sensi dell'art. 63, comma 10, lett. a), del decreto legislativo 152/2006 e s.m.i., come sostituito dall'art. 51, comma 2, della legge 221/2015 (cd collegato ambientale), riguarda il settore funzionale della pericolosità e del rischio idrogeologico, come richiesto dagli artt. 63 e 68 del d.lgs 152/2006 (articoli in cui sono trasferiti l'art. 1 del D.L. n. 180/1998 e l'art. 1 - bis del D.L. n.279/2000) definiscono la disciplina per le aree considerate a rischio esondazione, a rischio frana, a rischio valanga e a rischio di erosione costiera. Il rischio di erosione costiera e il rischio valanghivo non sono cogenti per la presente trattazione, essendo l'area di progetto non in prossimità della linea di costa o di aree montane; risultano invece di interesse il rischio frana.

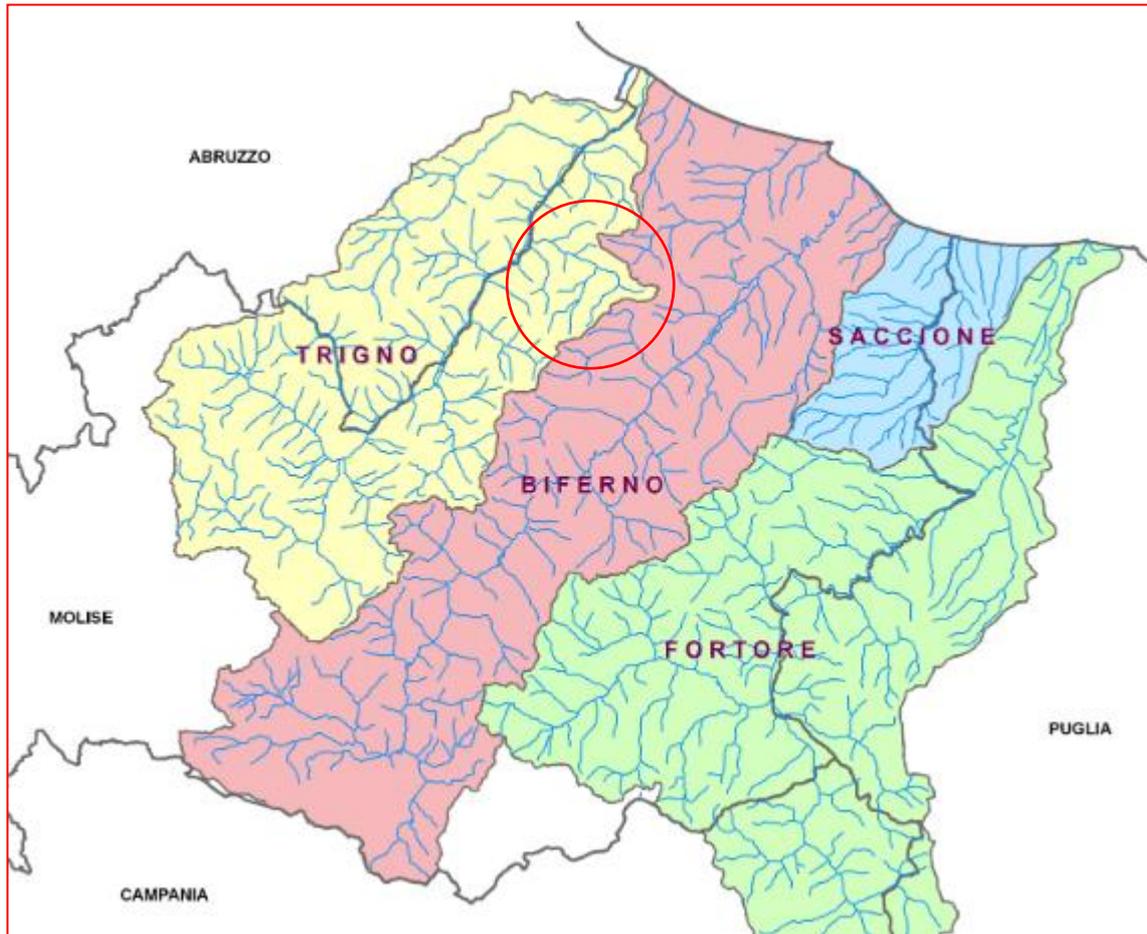


Figura 7: Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale, ex Autorità di Bacino dell'area molisana. L'area di studio ricade nel bacino del Trigno.

Le tavole sono consultabili presso il sito del sistema WebGIS della dell'Autorità di Bacino del Molise: [Autorità di Bacino Interregionale \(regione.molise.it\)](http://regione.molise.it) e presso il sito dell'Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale <http://www.distrettoappenninomeridionale.it/>.

A seguire si riporta stralcio con sovrapposizione fra i tematismi della pericolosità da frana e con il relativo livello di rischio sulla carta di base in scala 1:25.000.

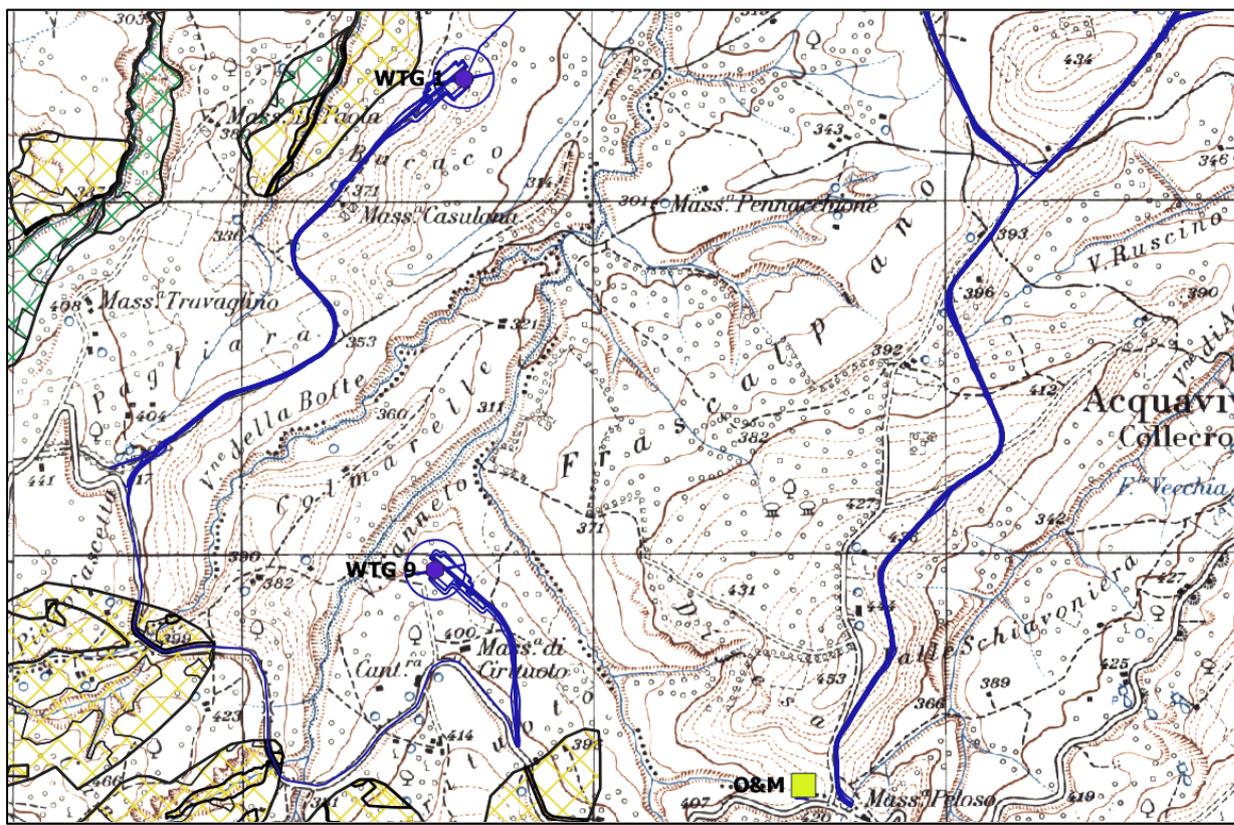


Figura 8: Pericolosità (da Pf1 a Pf3) e rischio da frana (da R1 a R4). I tematismi disponibili sono verificabili sulla pagina webgis http://adbpcn.regione.molise.it/mapserverPCFS/viewer.php?BBOX=-1&winwidth=1366&winheight=657&sysrif=&service=../maps/rit_peric_frana

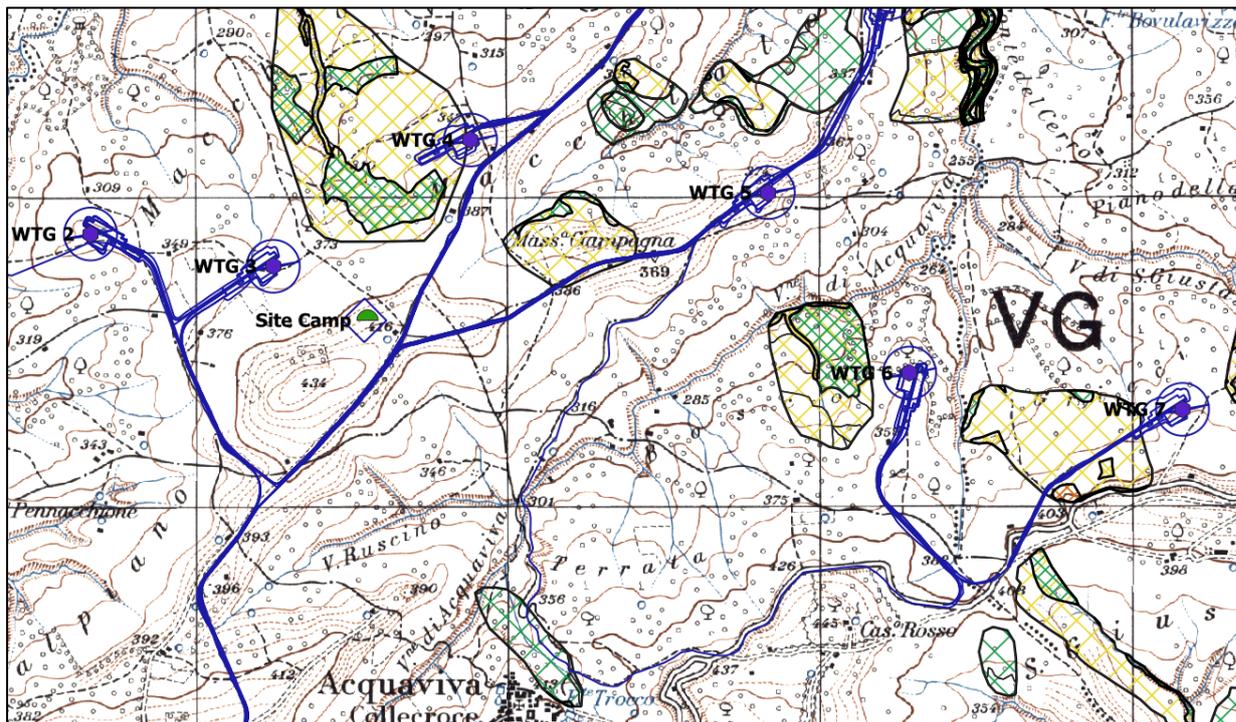


Figura 9: Pericolosità (da Pf1 a Pf3), rischio da frana (da R1 a R4), pericolosità (da P1 a P3) e rischio alluvione (da R1 a R4); tematismi disponibili verificabili sulla pagina webgis <http://adbpcn.regione.molise.it/mapserverPCFS/viewer.php?>

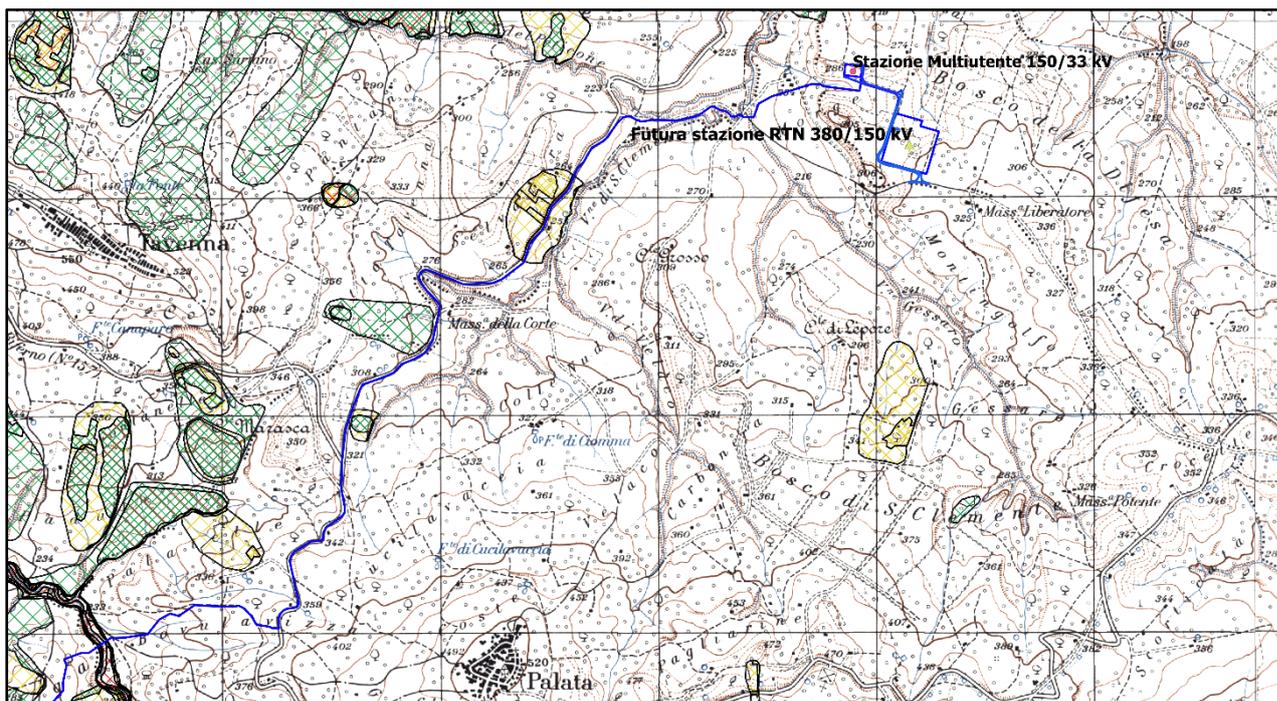




Figura 11: Pericolosità e rischio da frana e idraulico. (fonte [Autorità di Bacino Interregionale \(regione.molise.it\)](http://www.autorita-bacino-interregionale-regione-molise.it) <http://www.distrettoappenninomeridionale.it/>

e Geoportale Nazionale, servizi WMS).

A seguire si riporta una immagine di dettaglio dell'attraversamento del Vallone di Tavenna da parte del cavidotto, che intercetta un settore dell'asta fluviale caratterizzato da rischio variabile da R1 a R2. Inoltre l'Autorità di Bacino competente riporta per le aste fluviali una fascia di inedificabilità assoluta di 10 m (Norme di Attuazione, art. 10, comma 5); tali fattispecie implicano la realizzazione di interventi progettuali tali da non interessare le fasce alluvionabili o vincolate, realizzando quindi attraversamenti con tecnologie trenchless esternamente a tali fasce. Si sottolinea che tali soluzioni necessitano di un buon grado di conoscenza geologica e geotecnica e la realizzazione di appropriata campagna di indagini.

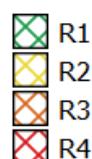


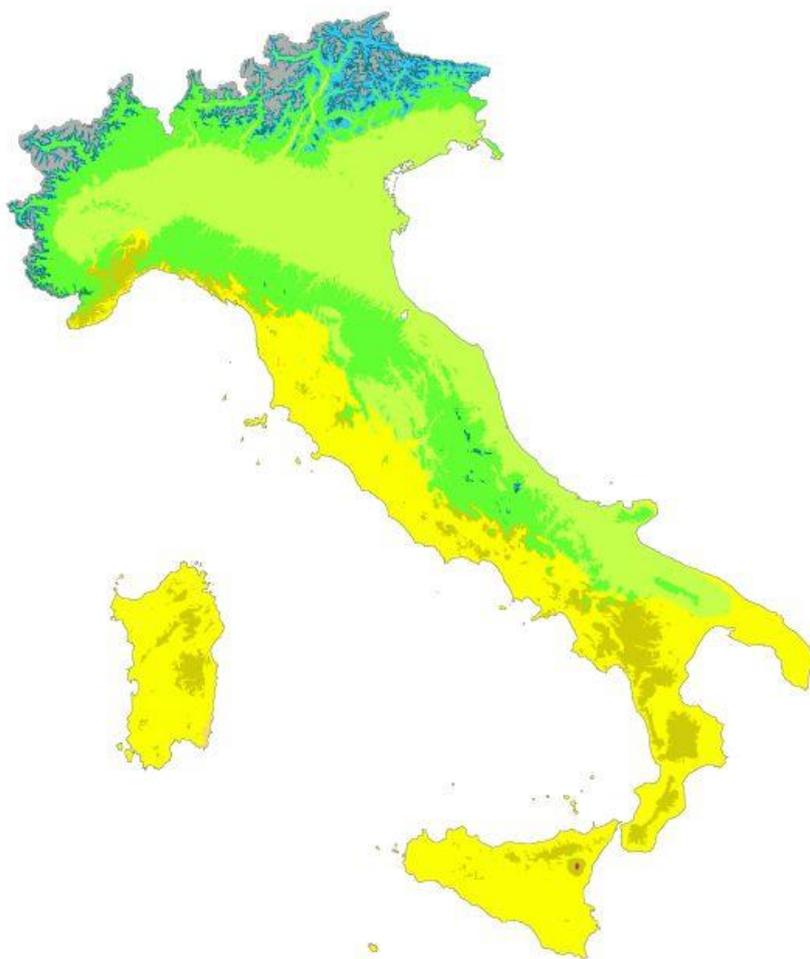
Figura 12: Dettaglio attraversamento cavidotto in corrispondenza del Vallone di Tavenna. (fonte [Autorità di Bacino Interregionale \(regione.molise.it\)](http://www.autorita-bacino-interregionale-regione-molise.it) <http://www.distrettoappenninomeridionale.it/>) elaborata in ambiente GIS.

6. IDROGEOLOGIA

6.1. CLIMA

L'area in esame presenta un tipico clima mediterraneo con inverno mite ed estate calda e secca, ma con una tendenza negli ultimi anni a una certa tropicalizzazione del clima; nella classificazione di Köppen attuale, desunta dalla pagina internet worldclim.org, l'area rientra nella Regione sub-litoranea interna, con clima umido sub-tropicale (Cfa).

Köppen climate types of Italy



Köppen climate type

 EF (Ice-cap)	 Cfb (Oceanic)
 ET (Tundra)	 Cfa (Humid subtropical)
 Dfc (Subarctic)	 Csb (Warm-summer mediterranean)
 Dfb (Warm-summer humid continental)	 Csa (Hot-summer mediterranean)
 Dsc (Dry-summer subarctic)	 BSk (Cold semi-arid)
 Dsb (Warm-summer mediterranean continental)	 BSh (Hot semi-arid)
 Cfc (Subpolar oceanic)	

*isotherm used to separate temperate (C) and continental (D) climates is -3°C

Data source: Climate types calculated from data from WorldClim.org

Figura 13 – Classificazione climatica dell'Italia secondo il metodo di Köppen (fonte worldclim.org).

Di seguito si riportano i dati pluviometrici storici per la stazione di Palata, molto prossima all'area di studio, che mostrano come la piovosità nell'area sia piuttosto contenuta, con una media annuale di 647,8 mm per il periodo 1951-2000. Curiosamente, in netta controtendenza con larghe zone della penisola italiana, l'area riferibile alla stazione Pluviometrica di Palata e anche quella di Castelmauro (vedi dati a seguire), hanno mostrato un aumento della piovosità nel periodo 1991-2000 rispetto al periodo 1951-2000.

ELABORAZIONI EFFETTUATE Stazione Pluviometrica di Palata													
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Precipitazione media periodo 1951 - 2000	63,1	56,5	54,7	59,8	43,5	37,0	33,1	41,0	53,9	71,2	84,7	69,1	647,8
Precipitazione media periodo 1951 - 1989	61,3	58,0	54,9	56,4	42,1	38,7	32,9	41,2	50,3	74,7	82,7	65,9	633,4
Precipitazione media periodo 1981 - 1990	40,4	60,2	66,9	44,7	44,6	50,2	28,3	42,5	55,6	53,5	115,4	58,7	621,5
Precipitazione media periodo 1991 - 2000	75,3	55,8	55,7	72,9	46,4	33,8	35,5	39,3	68,7	63,3	88,8	74,7	710,2
Precipitazione media periodo 1981 - 2000	57,9	57,9	61,0	58,8	45,5	41,6	32,1	40,8	62,2	58,4	102,1	67,1	665,9
Variazione percentuale periodo 1951 - 2000 rispetto al periodo 1951 - 1989	3,0	-2,5	-0,3	6,0	3,2	-4,4	0,7	-0,5	7,2	-4,7	2,4	4,9	2,3
Variazione percentuale periodo 1991 - 2000 rispetto al periodo 1951 - 2000	19,2	-1,3	1,9	21,9	6,7	-8,7	7,3	-4,0	27,5	-11,2	4,9	8,0	9,6
Variazione percentuale periodo 1991 - 2000 rispetto al periodo 1981 - 2000	30,1	-3,5	-8,6	23,9	1,9	-18,8	10,7	-3,5	10,6	8,4	-13,0	11,3	6,7
Variazione percentuale periodo 1991 - 2000 rispetto al periodo 1981 - 1990	86,2	-7,2	-16,6	63,0	4,1	-32,8	25,6	-7,5	23,6	18,3	-23,0	27,2	14,3

ELABORAZIONI EFFETTUATE Stazione Pluviometrica di Palata													
	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Anno
Precipitazione media periodo 1951 - 2000		188,8				158,0			111,0			209,8	647,8
Precipitazione media periodo 1951 - 1989		185,2				153,4			112,7			207,7	633,4
Precipitazione media periodo 1981 - 1990		159,3				156,2			121,0			224,5	621,5
Precipitazione media periodo 1991 - 2000		205,8				175,0			108,6			220,8	710,2
Variazione percentuale periodo 1951 - 2000 rispetto al periodo 1951 - 1989		1,9				3,0			-1,5			1,0	2,3
Variazione percentuale periodo 1991 - 2000 rispetto al periodo 1951 - 2000		9,0				10,8			-2,2			5,2	9,6
Variazione percentuale periodo 1991 - 2000 rispetto al periodo 1981 - 1990		29,2				12,1			-10,2			-1,6	14,3

Figura 14: Dati pluviometrici elaborati per la stazione pluviometrica di Palata (CB). Fonte http://www.regione.molise.it/schemiidrici/html/Tabelle/St_pluvi.htm

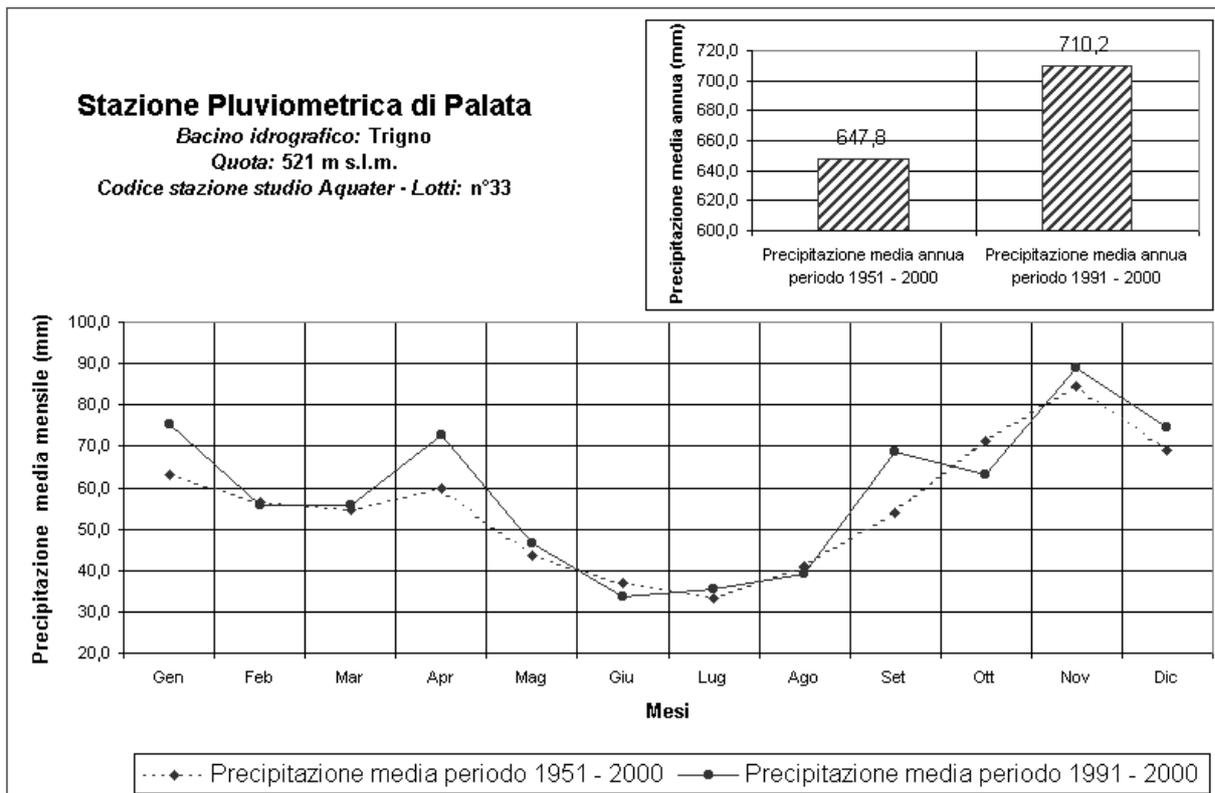


Figura 15: Dati pluviometrici Palata; confronto dati anni 1951-2000 vs anni 1991-2000.

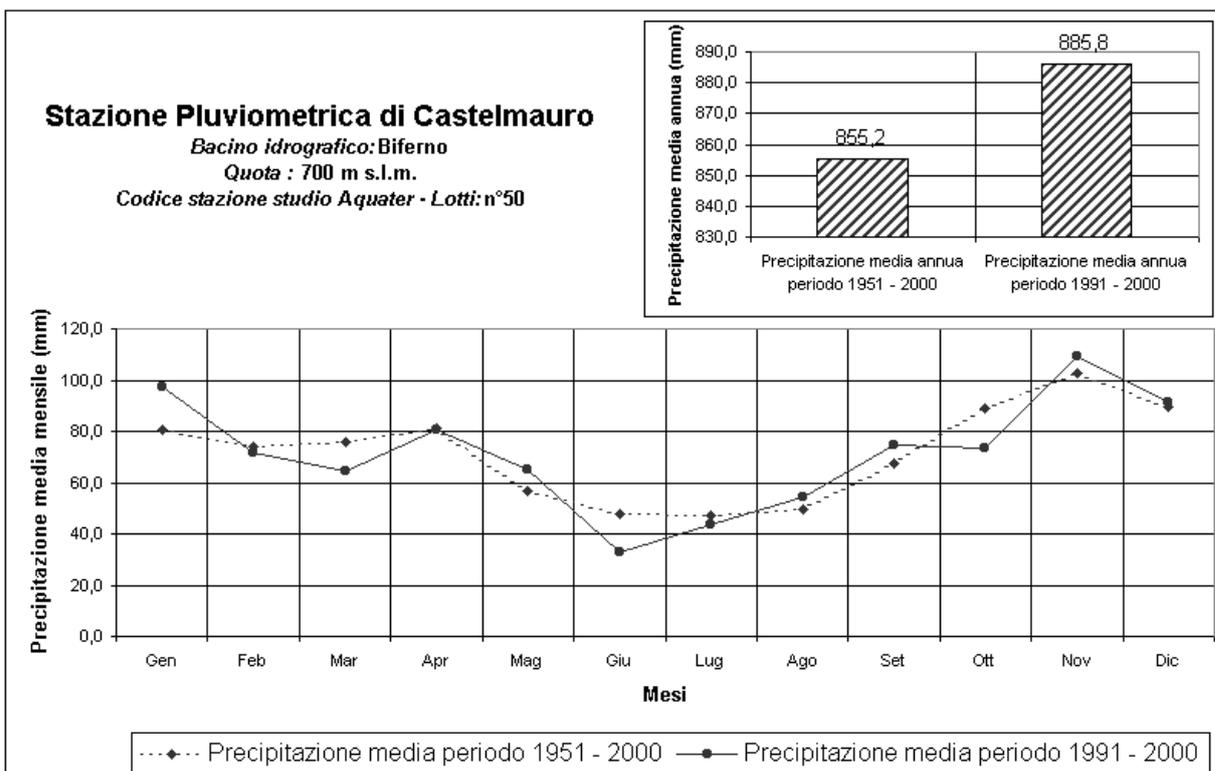


Figura 16: Dati pluviometrici Castelmauro; confronto dati anni 1951-2000 vs anni 1991-2000.

6.2. ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE

I fattori che condizionano la circolazione idrica sotterranea sono molteplici, ma tutti riconducibili alle caratteristiche idrologiche dei terreni; queste ultime sono stimate in fase di rilevamento in maniera qualitativa. Com'è noto le proprietà idrogeologiche dei terreni valutabili qualitativamente durante le fasi di rilevamento di campagna sono: il tipo di permeabilità, identificabile nella natura genetica dei meati (primaria o per porosità, e secondaria o per fessurazione, ed il grado di permeabilità relativa definibile in prima analisi attraverso le categorie elevato, medio, scarso e impermeabile a cui sono associabili ampi intervalli di variazione del valore della conducibilità idraulica.

Da un punto di vista dei complessi idrogeologici è possibile effettuare una semplificazione delle formazioni litologiche sulla base del comportamento nei confronti della circolazione idrica, distinguendo solamente tre complessi sulla base del litotipo dominante:

Complesso ad alta permeabilità

Si tratta dei terreni di origine alluvionale, che occupano esclusivamente le aree di fondovalle del reticolo idrografico maggiore e si tratta di ghiaie sabbia, ma localmente con frazione fine non trascurabile, che può deprimere la capacità di mobilitazione dei filetti fluidi. La permeabilità è primaria per porosità, essendo il movimento delle acque legato solo alla presenza dei pori intergranulari. Il comportamento è quello di un acquifero freatico a pelo libero; la trasmissività è media, localmente bassa a causa dello spessore piuttosto modesto dei materassi alluvionali.

Complesso a bassa permeabilità

Si tratta di un complesso caratterizzato da litotipi prevalentemente argilloso-marnosi e solo subordinatamente argilloso-limoso-sabbiosi. La permeabilità è prevalentemente primaria per porosità e con contributo di permeabilità secondaria per fratturazione/fessurazione/clivaggio molto modesto per la presenza di occasionali peliti, arenarie e argilliti in strati sottili. Il comportamento idrogeologico è piuttosto variabile, ma la permeabilità è sempre bassa. Il comportamento è quello di un aquitard e localmente di aquiclude; la trasmissività è bassa o molto bassa e tale complesso usualmente non è interessato dalla presenza di falde acquifere. Gli acquiferi, quando presenti, sono molto limitati, lentiformi, in pressione e in parte a discreta mineralizzazione.

Complesso flyschoide a bassa e media permeabilità

Si tratta di un complesso caratterizzato da calcareniti e breccie, calcari compatti giallastri con lenti e noduli di selce policroma, arenarie calcaree, marne grigie, marne argillose, talvolta fetide, straterelli di argilla sabbiosa fogliettata. La permeabilità è estremamente variabile per tipo e per

velocità di filtrazione: alla permeabilità primaria per porosità si affianca la permeabilità secondaria per fratturazione/fessurazione/clivaggio che interessa i litotipi calcarei, calcarenitici e le breccie. Il comportamento idrogeologico è molto variabile e la permeabilità è variabile da media a bassa. Il comportamento è quello di un acquifero da poco a mediamente trasmissivo, e localmente di aquitard; tale complesso è interessato dalla presenza di falde acquifere, comunque non troppo abbondanti e trasmissive. Gli acquiferi, quando presenti sono di estensione limitata, localmente freatici e in parte in pressione, con sistemi multifalda più o meno comunicanti.

Le cartografie geologiche indicano un certo numero di sorgenti, sovente al contatto fra litotipi a elevato contrasto di permeabilità (sorgenti per soglia di permeabilità).

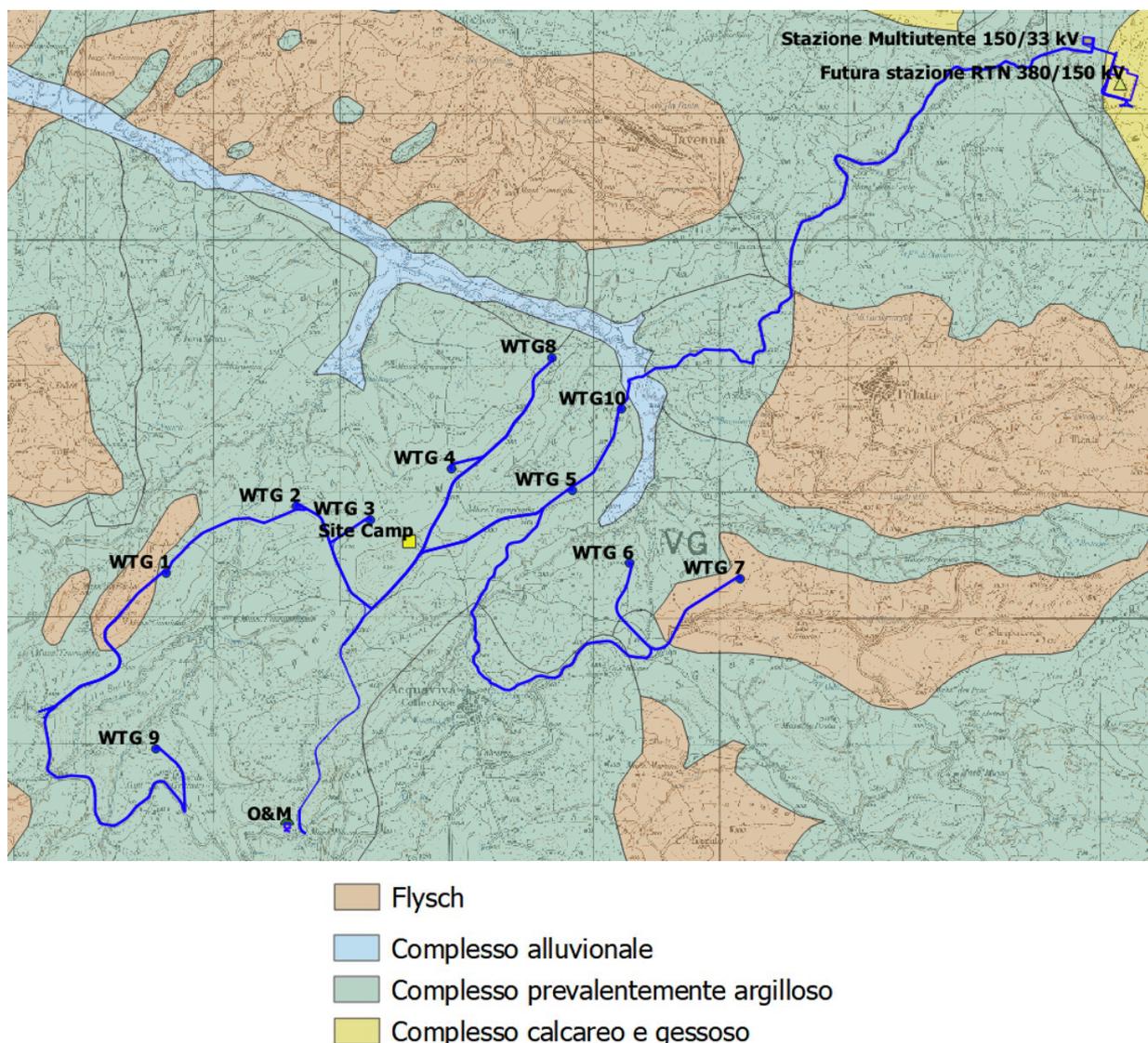


Figura 17: Carta dei complessi idrogeologici, ricostruita sulla base delle litologie riportate nel GeoPortale Nazionale.

7. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nella presente fase progettuale non sono disponibili indagini geognostiche, demandate alla fase successiva.

8. CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI

8.1. SISMICITÀ E TETTONICA ATTIVA

La sismicità di questo territorio è associata a strutture sismogenetiche costituite da un sistema di faglie normali con orientazione circa NNE-SSW.

8.1.1. LE SORGENTI SISMOGENETICHE

Il primo passo per la definizione dell'azione sismica è quella di individuare le "sorgenti sismiche capaci" caratterizzanti l'area di studio. Per il presente studio si è fatto riferimento al DISS 3.2.1 (Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy) che individua per l'area oggetto del presente studio le sorgenti sismogenetiche.

Dall'osservazione della cartografia su WebGis è possibile osservare che l'area di diretto interesse non è caratterizzata dalla presenza di sorgenti sismogenetiche e che quindi il risentimento sismico è dovuto a sismi in aree prossime. Le sorgenti sismiche più prossime sono la **Deep Abruzzo Citeriore Basal Thrust**, con magnitudo massima attesa 6,8, la **Frosolone**, con magnitudo massima 7,0, la **Ripabottoni-San Severo**, con magnitudo massima 6,7, la **Tocco Casauria-Tremiti**, con magnitudo massima di 6,0.

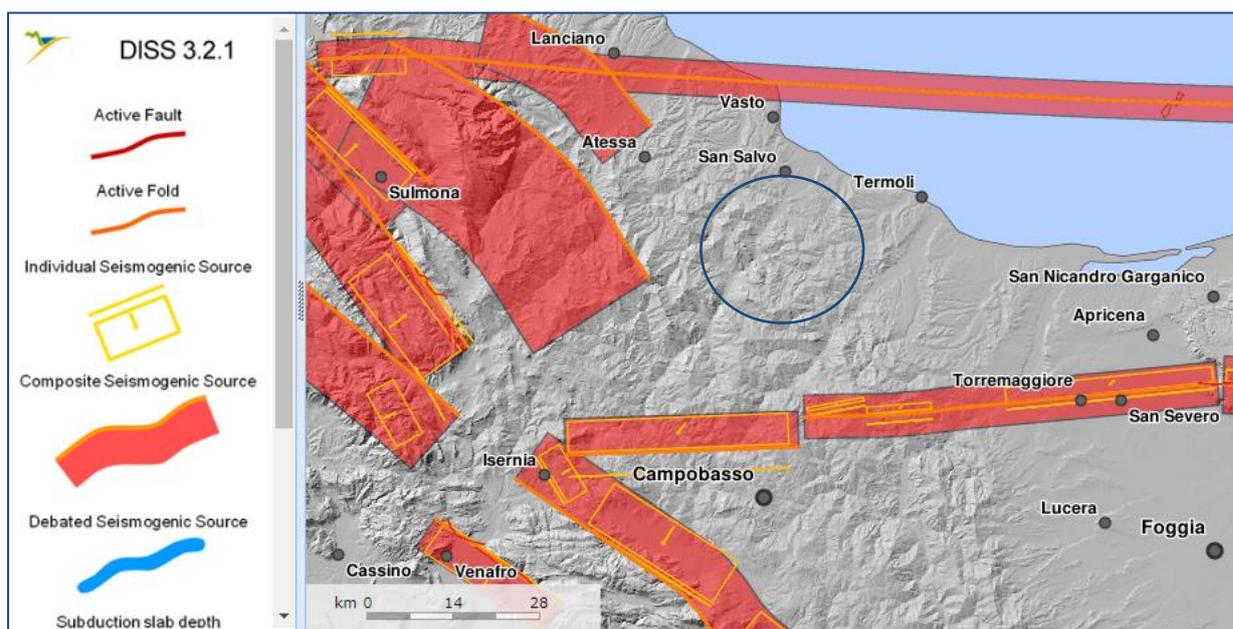
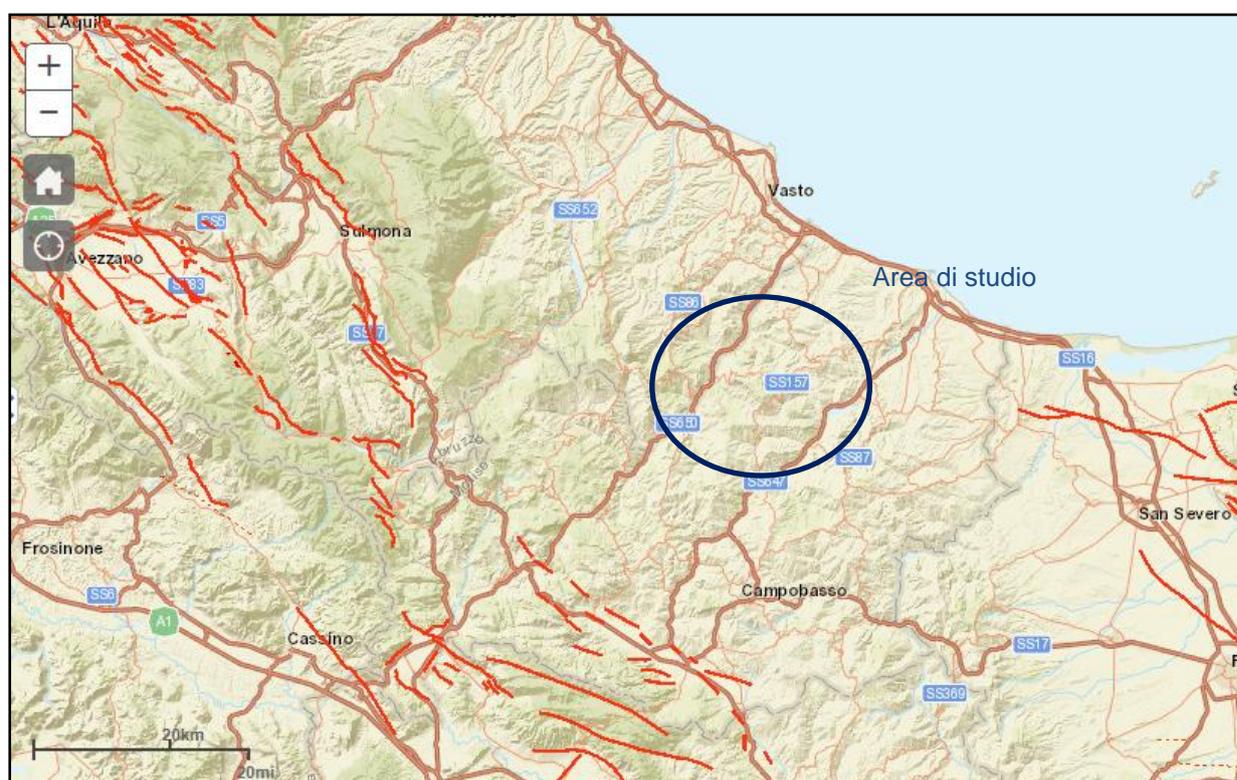


Figura 18 - Le Sorgenti Sismogenetiche dell'area molisano-abruzzese, contenute nella nuova versione del "Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy"; per l'ubicazione dell'area in esame (progetto DISS - <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>).

8.1.2. ITHACA – DATABASE DELLE FAGLIE CAPACI

Il catalogo ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults) colleziona le informazioni disponibili sulle faglie capaci, cioè le faglie che potenzialmente possono creare deformazione tettonica permanente in superficie, che interessano il territorio italiano. ITHACA è uno strumento fondamentale per l'analisi di pericolosità ambientale e sismica, per la comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio, per la pianificazione territoriale e per la gestione delle emergenze di Protezione Civile.

Lo stralcio che di seguito si riporta conferma l'assenza di segmenti di faglia capace nell'intorno dell'area di realizzazione dell'impianto.



Kinematics

- Unknown
- Normal Fault
- Oblique Fault
- Reverse Fault
- Strike Slip

Figura 19 - Le faglie capaci presenti all'intorno dell'area di studio, contenute nel database ITHACA (GeoMapView, ISPRA - <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/>).

8.3 SISMICITÀ STORICA

L'area di impianto si estende su più territori comunali, ma nelle ricerche degli archivi storici ci si focalizza sulle notizie relative ai comuni di Palata e di Castelmauro, che nelle fonti risultano meglio e più abbondantemente documentate.

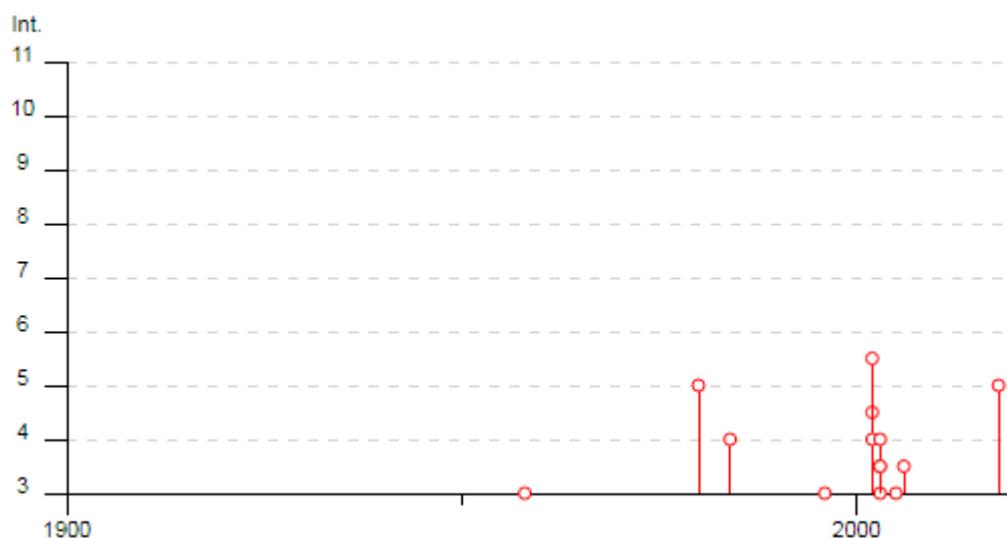
Sono disponibili le informazioni reperibili nel database INGV del progetto Emidius (https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/), nel quale vengono riportati i terremoti per ciascuna località italiana.

Palata



PlaceID	IT_58774
Coordinate (lat, lon)	41.890, 14.785
Comune (ISTAT 2015)	Palata
Provincia	Campobasso
Regione	Molise
Numero di eventi riportati	24

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
NF	1912	07	02	07	34		Tavoliere delle Puglie	49	5	4.55
NC	1937	12	15	21	25		Tavoliere delle Puglie	16	4-5	4.58
NF	1951	01	16	01	11		Gargano	73	7	5.22
NF	1956	09	22	03	19	39	Gargano	57	6	4.64
3	1958	06	24	06	07		Aquilano	222	7	5.04
5	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
NF	1988	04	26	00	53	4	Adriatico centrale	78		5.36
NF	1989	03	11	21	05		Gargano	61	5	4.34
2	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
3	1996	11	10	23	23	1	Tavoliere delle Puglie	55	5-6	4.35
NF	1997	03	19	23	10	5	Sannio-Matese	284	6	4.52
NF	2001	07	02	10	04	4	Tavoliere delle Puglie	60	5	4.26
4-5	2002	10	31	10	32	5	Molise	51	7-8	5.74
5-6	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
4	2002	11	12	09	27	4	Molise	174	5-6	4.57
3-4	2003	01	27	04	03	4	Molise	60	5	3.84
3	2003	04	28	20	12	3	Molise	33	4-5	3.64
4	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44
3-4	2003	12	30	05	31	3	Molise	326	4-5	4.53
3	2005	03	01	05	41	3	Molise	136	4	3.68
3-4	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64
NF	2006	10	04	17	34	0	Adriatico centrale	98	4-5	4.30
5	2018	08	16	18	19	4	Molise	15	5	5.29



Castelmauro



PlaceID IT_58637
 Coordinate (lat, lon) 41.828, 14.710
 Comune (ISTAT 2015) Castelmauro
 Provincia Campobasso
 Regione Molise
 Numero di eventi riportati 14

Effetti	In occasione del terremoto del						NMDP	Io	Mw
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale		
8	🔗	1456	12	05			Appennino centro-meridionale	199	11 7.19
3	🔗	1948	08	18	21	12 20	Gargano	58	7-8 5.55
5	🔗	1980	11	23	18	34 52	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.81
5	🔗	1984	05	07	17	50	Monti della Meta	911	8 5.86
5	🔗	1984	05	11	10	41 4	Monti della Meta	342	7 5.47
4-5	🔗	2002	10	31	10	32 5	Molise	51	7-8 5.74
4-5	🔗	2002	11	01	15	09 0	Molise	638	7 5.72
4	🔗	2002	11	12	09	27 4	Molise	174	5-6 4.57
4	🔗	2003	01	27	04	03 4	Molise	60	5 3.84
3-4	🔗	2003	04	28	20	12 3	Molise	33	4-5 3.64
3-4	🔗	2003	06	01	15	45 1	Molise	501	5 4.44
4	🔗	2003	12	30	05	31 3	Molise	326	4-5 4.53
NF	🔗	2006	10	04	17	34 0	Adriatico centrale	98	4-5 4.30
5	🔗	2018	08	16	18	19 4	Molise	15	5 5.29

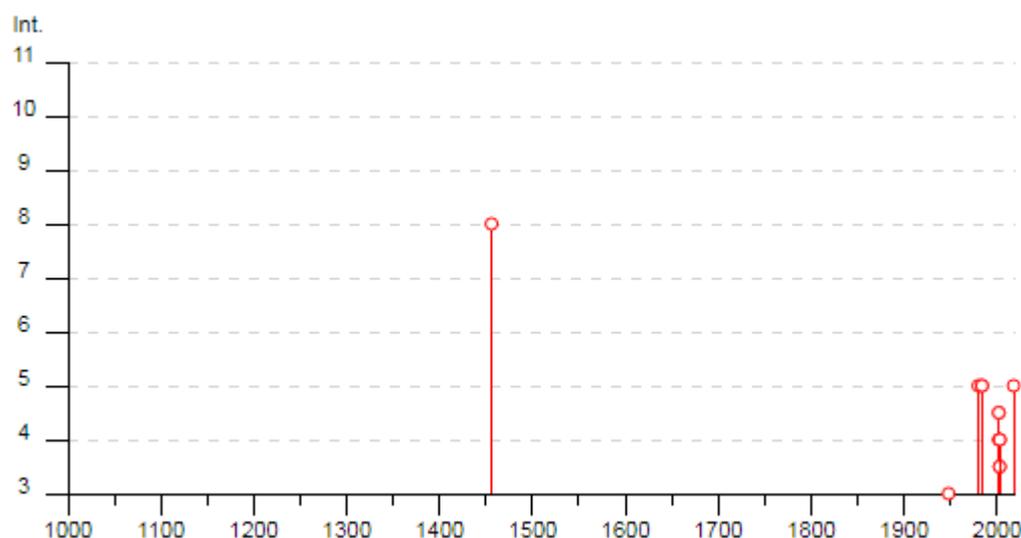


Figura 20 - Storia sismica di Castelmauro; in ordinata: Intensità al sito (Is); in ascissa: anni; in alto in formato tabellare

Le intensità macrosismiche registrate sono tutte molto contenute, inferiori a 5-6 di risentimento locale, eccetto il forte sisma del 1456, registrato negli archivi per Castelmauro, intensità epicentrale I_0 11 e magnitudo stimata 7,19 Mw, con epicentro non determinato precisamente.

8.4 MACROZONAZIONE SISMICA - PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

In data 24 ottobre 2005 entra in vigore il D.M. 14/09/2005 "Norme Tecniche per le Costruzioni". La norma suddivide il territorio in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore di parametro a_g , che rappresenta l'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A. La norma afferma che le zone 1, 2 e 3 possono essere suddivise in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto ai massimi di ciascuna zona e intervallati da valori non minori di 0,025. In tal caso i vari territori saranno assegnati alle sottozone in base ai valori di a_g con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni".

Con l'OPCM 3519 del 28/04/2006 viene proposta una nuova zonizzazione con suddivisione degli intervalli di accelerazione più dettagliati, pari a 0,025. La figura successiva è tratta dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/sec; cat. A). Come si può notare, l'area in esame ricade in un settore caratterizzato da valori di accelerazione massima del suolo compresi tra 0,175g fino a 0,200g.



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)
 espressa in termini di accelerazione massima del suolo
 con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
 riferita a suoli rigidi ($V_{s,0} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

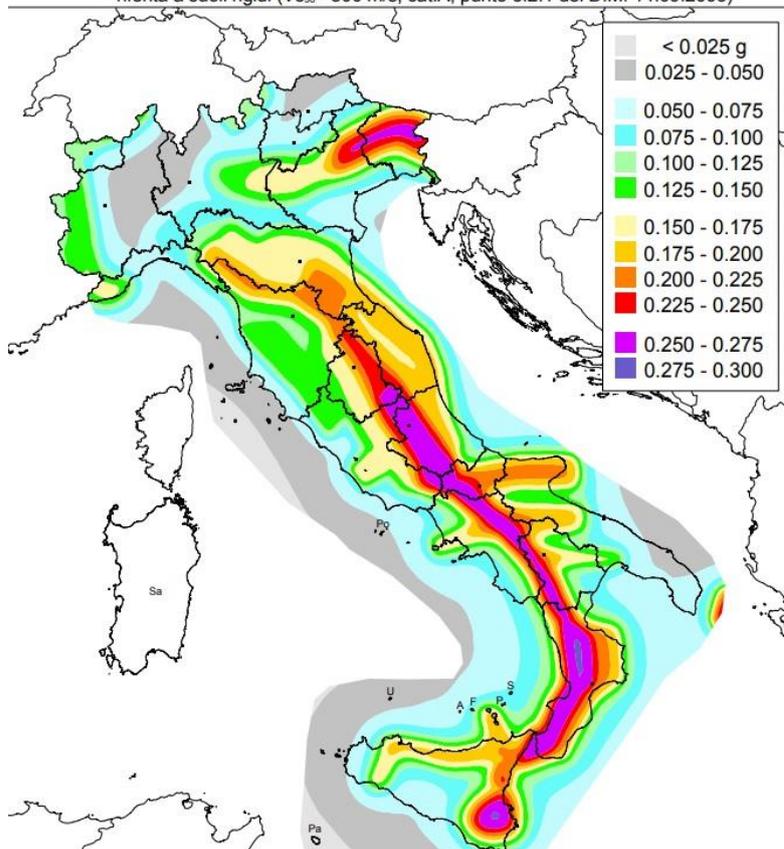


Figura 21 - Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale (OPCM n.3519/2006), con indicazione dell'area di studio.

8.2 Macrozonazione sismica

Il sito in studio ricade in differenti territori comunali e risulta quindi caratterizzato da valori di accelerazione massima del suolo differenti; l'accelerazione massima prevista fa riferimento ai nodi della griglia di riferimento di Palata e Acquaviva Collecroce; secondo la mappa di classificazione sismica del territorio nazionale (Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003 - OPCM n.3519/2006) aggiornata al 2015, San Felice del Molise e Acquaviva Collecroce, comuni nei quali ricadono le WTG, sono classificati rispettivamente in zona 3 (0,150 g) e in Zona 2 (0,175 g).

Zona sismica	Fenomeni riscontrati	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
1	Zona con pericolosità sismica alta . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$a_g \geq 0,25g$
2	Zona con pericolosità sismica media , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq a_g < 0,25g$
3	Zona con pericolosità sismica bassa , che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq a_g < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa . E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g < 0,05g$

Figura 22 - Livello di pericolosità delle zone sismiche suddivise in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06).

Dalla mappa di pericolosità sismica della figura seguente è confermato quanto detto a precedentemente; visualizzando i valori corrispondenti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni) della PGA (Peak Ground Acceleration, ovvero accelerazione massima al suolo).

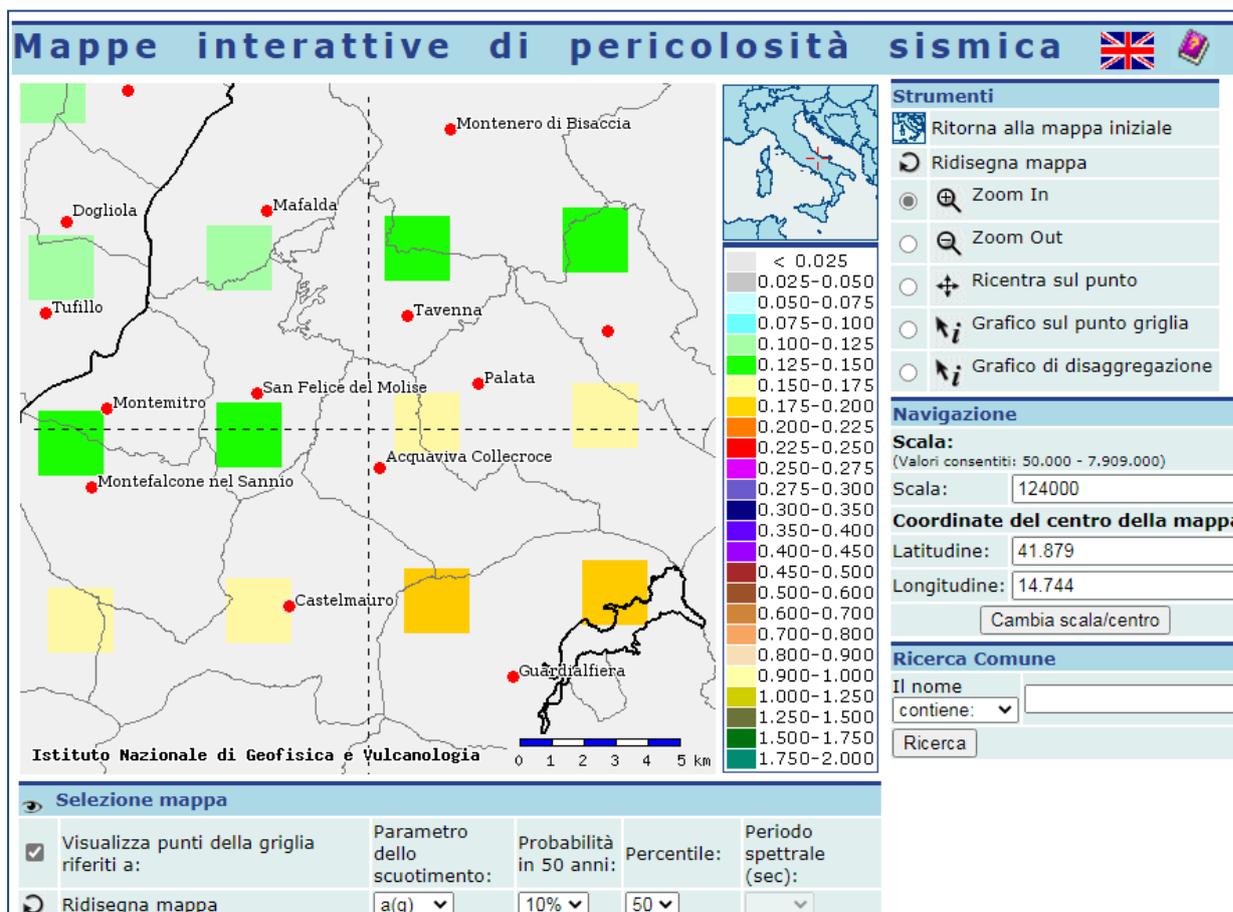


Figura 23 - Mappa di pericolosità sismica di base (Fonte INGV)

9. LIQUEFAZIONE

Valutazioni circa la possibilità o meno di sviluppo di fenomeni di liquefazione durante eventuali attività sismiche vanno svolte in presenza di terreni granulari saturi, con fuso granulometrico a dominanza sabbiosa. La liquefazione denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o rigidezza causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo, durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

L'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni (NTC2018), così come già indicato nelle NTC 2008, indica che le verifiche alla liquefazione per le opere possono essere omesse quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- eventi sismici di magnitudo M inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di campo libero inferiori a $0.1g$;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e per strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ 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 qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 23(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 23(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

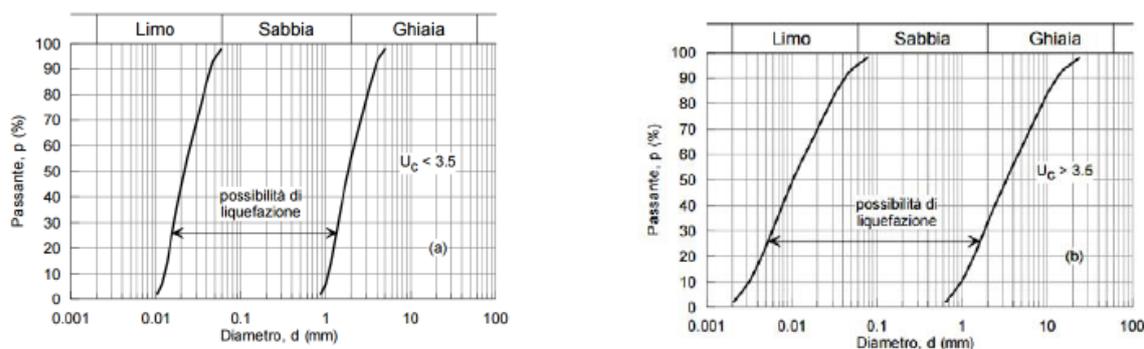


Figura 24 - Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione ai sensi delle NTC

Alla luce delle caratteristiche litologiche dei terreni, prevalentemente argilloso-marnosi e subordinatamente calcareo-calcarenitici e raramente sabbioso-arenitici, di età mio-pliocenica, si può escludere a priori la possibilità di liquefazione dei sottofondi.

10. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella tabella seguente, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio "VS". I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

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

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite

nella tabella seguente.

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 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.

Tabella 1 - Categorie di sottosuolo ai sensi delle NTC vigenti

La caratterizzazione di tale importante parametro di progetto è demandata alla successiva fase progettuale. Situazioni geologiche similari conducono solitamente a categoria di tipo C, talvolta B nelle aree con litotipi litificati, asserzione presuntiva da verificare mediante opportune tecniche geofisiche.

10.1 CATEGORIA TOPOGRAFICA

Per quanto attiene la categoria topografica, l'area ricade in un contesto collinare a moderata pendenza; diverse WTG sono posizionate in zona di cresta o dorsale e quindi ricadono in categoria T3.

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

Figura 25 – Categori topografiche ai sensi delle NTC 2018

Di seguito si riportano le categorie di suolo per ciascuna WTG.

WTG1	T3
WTG2	T1
WTG3	T1
WTG4	T3
WTG5	T3
WTG6	T3

WTG7 T1
 WTG8 T3
 WTG9 T3
 WTG10 T2
 Stazione multiutente T1

11. RICOSTRUZIONE LITOSTRATIGRAFICA LOCALE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Non essendo disponibili in tale fase progettuale indagini geognostiche, è possibile fornire per i terreni in oggetto solamente delle valutazioni di larga massima delle caratteristiche geotecniche. In linea generale sono presenti due categorie di suolo differenti, una prevalentemente argilloso-marnosa e una prevalentemente flyschoidale, calcareo-calcarenitica, arenitico-sabbiosa e argilloso-marnosa. Di seguito si riportano parametri di riferimento, puramente indicativi. Non si riportano caratteristiche geotecniche di eventuali coltri superficiali più o meno pedogenizzate, che in ogni caso dovranno essere rimosse dal piano di fondazione.

Complesso	Descrizione	ϕ (°)	C (kPa)	c_u (kPa)	γ kN/m ³
Argilloso-marnoso pliocenico	Argille marnose e sabbie argillose	24	15	50	19-20
Flyschoidale miocenico	Orizzonte eterogeneo calcareo-calcarenitico, arenitico-sabbioso e argilloso-marnoso	26-32	0-5	10-80	20-21

Tabella 2 – Parametri geotecnici preliminari

12. CONCLUSIONI

La presente relazione ha come finalità la caratterizzazione geologico-tecnica preliminare del sito interessato dal progetto dell'impianto eolico e delle relative opere di connessione, proposto da Enel Green Power Italia S.r.l. e denominato Civitampomarano, nei comuni di Castelmauro, Acquaviva Collecroce, Palata, San Felice del Molise, Tavenna e Montecilfone; tutti i comuni appartengono alla provincia di Campobasso.

Inoltre, è stato preso in esame il P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico) relativo all'area in esame, da cui si evince che l'area è interessata parzialmente da vincoli per fenomeni franosi e per rischio di esondazione, che non interessano comunque le WTG.

Litologicamente le aree sono caratterizzate prevalentemente da terreni argilloso-marnosi e sabbioso-argillosi e più raramente da terreni flyschoidi estremamente eterogenei; le indagini geognostiche dei futuri livelli progettuali definiranno accuratamente la caratterizzazione litologica e geotecnica. Presuntivamente la categoria di suolo di fondazione è la categoria C, mentre la categoria topografica varia da T3 (posizione in cresta) a T1, essendo l'area con pendii generalmente inferiori a 15° e T2 per la sola WTG10.

Da un punto di vista geomorfologico si sottolinea che nonostante siano presenti un gran numero di fenomeni franosi, solo alcuni di essi lambiscono le attuali posizioni delle WTG, o interessano parzialmente alcune piazzole e/o strade di accesso.

Gli elementi di progetto, a meno di un tratto del cavidotto MT di impianto (cavidotto di interconnessione tra la WTG6 e la WTG5), non ricadono in aree considerate a rischio geomorfologico nelle tavole dell'Autorità di Distretto, ma alcune zone di viabilità e piazzole rientrano nella perimetrazione di aree a pericolosità Pf1 e Pf2.

Nelle successive fasi progettuali dovranno essere effettuati opportuni rilievi di campagna per la verifica delle condizioni geomorfiche nell'intorno degli aerogeneratori e di tutti gli altri elementi progettuali (sottostazione, viabilità, piazzole, cavidotti, ecc..).

Nelle successive fasi progettuali saranno definite puntualmente anche le caratteristiche geolitologiche e geotecniche.

In considerazione delle caratteristiche morfologiche generali, caratterizzate da notevole suscettibilità al franamento, alla scarsa conoscenza geotecnica dei terreni, che in ogni caso risultano scadenti in larghi settori, si consiglia in fase esecutiva di valutare con attenzione l'opportunità di adottare fondazioni profonde.

L'attraversamento del Vallone di Tavenna da parte del cavidotto intercetta un settore dell'asta fluviale caratterizzato da rischio variabile da R1 a R2 e inoltre l'Autorità di Bacino competente riporta per le aste fluviali una fascia di inedificabilità assoluta di 10 m; tali fattispecie implicano

la realizzazione di interventi progettuali tali da non interessare le fasce alluvionabili e/o vincolate, realizzando quindi attraversamenti con tecnologie trenchless esternamente a tali fasce (perforazioni tipo T.O.C.-Trivellazione Orizzontale Controllata). Si sottolinea che tali soluzioni necessitano di un buon grado di conoscenza geologica e geotecnica e la realizzazione di appropriata campagna di indagini. Per quanto riguarda la realizzazione della Sottostazione Elettrica, nelle successive fasi di progettazione andrà confermata l'effettiva geometria dei volumi di scavo e delle relative scarpate, con l'adozione di geometrie dei fronti tali da garantirne la stabilità, con rapporto H/L frutto della verifica delle condizioni litologiche. La geometria H/L degli scavi dovrà essere verificata anche per le aree delle piazzole delle WTG. In casi eccezionali possono prevedersi protezioni prodromiche alla realizzazione degli scavi. Tale eventualità deve essere valutata a valle di un accurato rilievo topografico e di una campagna di indagini geognostiche

Il Tecnico

Dott. Geol. Agostino Scalercio