REGIONE PUGLIA	PROVINCIA DI FOGGIA	COMUNE DI TORREMAGGIORE

Denominazione Impianto:	**TORREMAGGIORE**	
Ubicazione:	**Comune di Torremaggiore (FG)** **Località "Voiragni-Stella Nuova"**	Fogli Torremaggiore: 16/72/73/75/76/77 Particelle: varie

PROGETTO DEFINITIVO

di un Parco Eolico composto da n. 12 aerogeneratori di potenza nominale pari a 6,0 MW,
da ubicarsi in agro del comune di Torremaggiore (FG) - località "Voiragni-Stella Nuova"
e delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili da ubicarsi in agro del comune di Torremaggiore (FG)

PROPONENTE

RAVANO POWER
Green energy for a better life

RAVANO WIND
VIA XII OTTOBRE, 2/91
GENOVA (GE) - 16121
P.IVA 02815210998
ravanowind@pec.it

ELABORATO

Relazione geologica, geomorfologica, sismica, geotecnica, idrogeologica e idraulica preliminare

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Luglio 2023	Istanza VIA art. 23 D.Lgs 152/06 - Istanza Autorizzazione Unica art.12 D.Lgs 387/03			

PROGETTAZIONE GENERALE
STUDIO DI INGEGNERIA Ing. Michele R.G. CURTOTTI
Viale II Giugno n. 385
71016 San Severo (FG)
Ordine degli Ingegneri di Foggia n. 1704
mail: ing.curtotti@alice.it
pec: ing.curtotti@pec.it
Cell:339/8220246

PROGETTAZIONE SPECIALISTICA
*geol. Antonella **Marinelli***

MARINELLI ANTONELLA
2023.07.20 17:48:27
geol. Antonella Marinelli
CN=MARINELLI ANTONELLA
C=IT
2.5.4.4=MARINELLI
2.5.4.42=ANTONELLA
RSA/2048 bits

Spazio Riservato agli Enti

Tutti i diritti sono riservati, la riproduzione anche parziale del disegno è vietata.

INDICE

1. PREMESSA....2
2. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO....3
3.UBICAZIONE DELL'AREA....3
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E STRUTTURALE REGIONALE....8
4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE E REGIONALE....8
4.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO....13
5. CARATTERI DEL RETICOLO IDROGRAFICO....16
6. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO....18
7. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI AFFIORANTI....24
8. INDAGINI GEOFISICHE MEDIANTE PROSPEZIONE MASW E SISMICA A RIFRAZIONE....25
9. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE LOCALI....38
9.1 Acquifero fessurato carsico profondo....38
9.2 Acquifero poroso profondo....39
9.3 Acquifero poroso superficiale....40
10. INTERFERENZA CON IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE....42
11. ASSETTO IDROGEOLOGICO....44
12. PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)....48
13. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA....50
14. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO ALL'INTERNO DEL PARCO EOLICO....59
15. GESTIONE DI TERRE E ROCCE DA SCAVO....61
16. CONCLUSIONI....62

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

1. PREMESSA

La RAVANO WIND Srl ha affidato alla scrivente dott.ssa geol. Antonella Marinelli, regolarmente iscritta all'Albo regionale dei Geologi di Puglia al n. 879, l'incarico di eseguire uno studio geologico, geomorfologico, sismico, geotecnico, idrogeologico e idraulico relativo al progetto: ***"****Progetto definitivo di un Parco Eolico composto da n. 12 aereogeneratori di potenza nominale pari a 6,0 MW, da ubicarsi in agro del comune di Torremaggiore (FG) – località "Voiragni - Stella Nuova" e delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili da ubicarsi in agro****"***.

Scopo dello studio è quello di accertare le caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche, strutturali, nonché le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni, al fine di verificare la stabilità e la vulnerabilità sismica dell'area in cui verrà realizzato un parco eolico costituito da n. 12 aerogeneratori, oltre alla messa in posa di un cavidotto di collegamento del parco con la sottostazione elettrica. Tale studio è stato svolto in ottemperanza alle disposizioni legislative di seguito riportate:

Norme tecniche per le Costruzioni 2018
Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018. Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20/2/2018.
Norme tecniche per le Costruzioni
Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008. Gazzetta Ufficiale n. 29 del 04/02/2008.
Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Circolare 2 febbraio 2009, n. 617
Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. - Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007.
D.G.R. N. 39 del 30/11/2005 - Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).
D.G.R. 02/03/2004 N. 153 - "Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e delle tipologie degli edifici ed opere strategici e rilevanti".
OPCM 20/03/2003 N. 3274 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
D.M. 11.3.88 - "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".

2. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Per la stesura del presente rapporto si è fatto riferimento, oltre a quanto dettato dalla normativa vigente in materia, alla documentazione seguente:

- Specifiche fornite dal committente
- Piano Urbanistico Generale PUG del comune di Torremaggiore (FG);
- Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Fogli 155 – San Severo e 163 – Lucera;
- Carta Topografica d' Italia foglio 395 dell'I.G.M (1946);
- Web Gis PAI dell'autorità di Bacino della Puglia; pagina web: webgis.adb.puglia.it (perimetri aggiornati il 27- 02 - 2017);
- Cartografia di base e tematica disponibile sul Sistema Informativo Territoriale della Regione Puglia; pagina web: http://www.sit.puglia.it ;
- Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia; pagina web: http://old.regione.puglia.it/index.php?page=documenti&opz=getdoc&id=29 .

3. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area oggetto di studio ospiterà un parco eolico costituito da n. 12 aereogeneratori in grado di sviluppare ognuno una potenza di 6.0 MW. Tale area ricade nella porzione orientale del comune di Torremaggiore (Fig. 1).

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

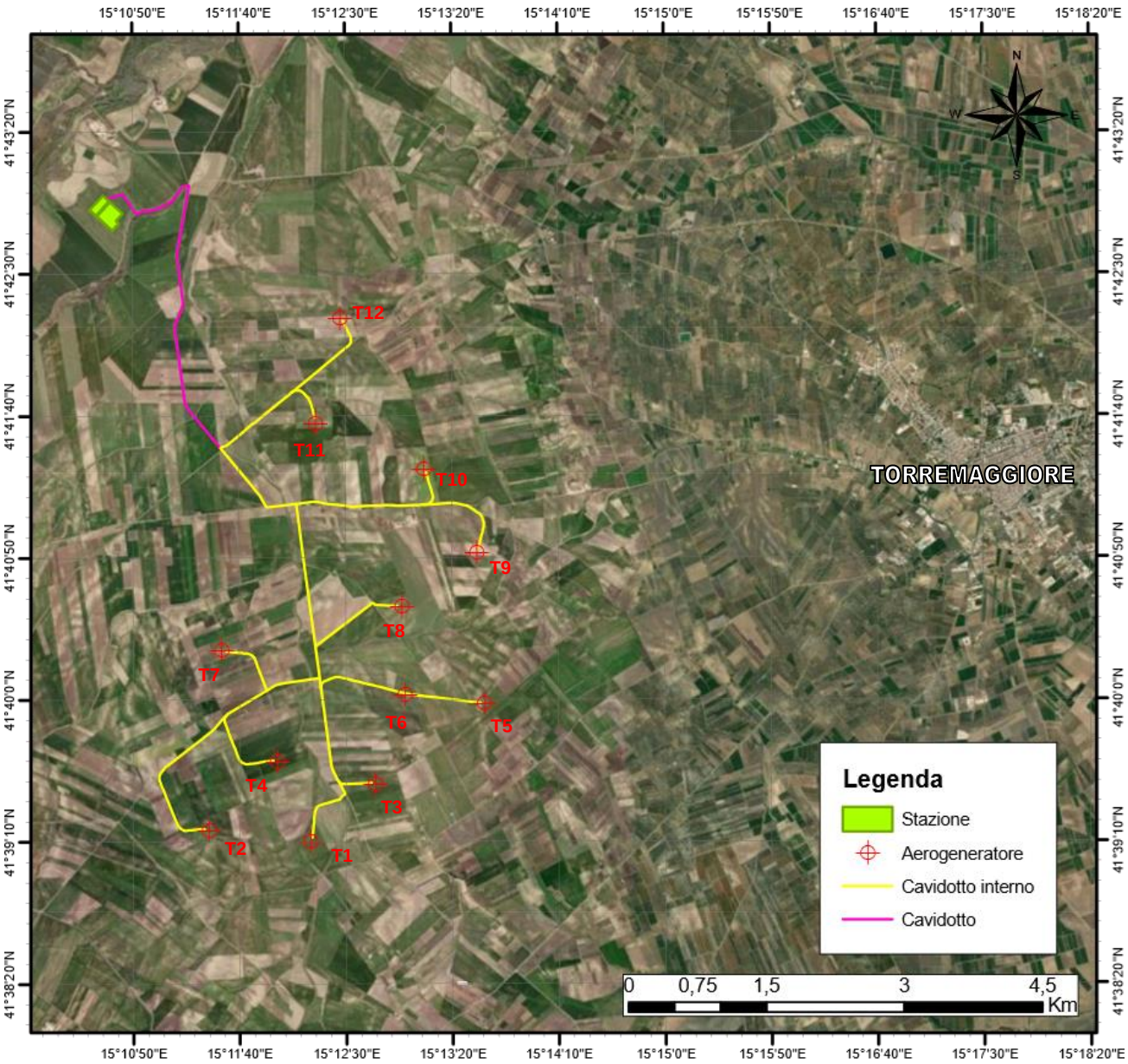


Fig. 1 – Ubicazione intervento su Ortofoto

Di seguito si riportano le coordinate piane (WGS 1984 UTM Zone 33 N), relative alla posizione di installazione dei singoli aerogeneratori:

	E	N	POTENZA
T1	516961	4611254	6.0 MW
T2	517666	4611879	6.0 MW
T3	517666	4611879	6.0 MW
T4	516601	4612127	6.0 MW
T5	518851	4612766	6.0 MW
T6	517983	4612852	6.0 MW
T7	515856	4611378	6.0 MW
T8	517952	4613815	6.0 MW
T9	518760	4614402	6.0 MW
T10	518184.32	4615302.93	6.0 MW
T11	517004.86	4615795.69	6.0 MW
T12	517272	4616943	6.0 MW

Dal punto di vista cartografico la zona ricade nella Tavoletta IGM F° 395 "Torremaggiore" n. 5 in scala 1:25.000 (Fig. 2) e negli elementi nn. 395073 – 395072 – 395111 – 395112 – 395113 – 395114 della Carta Tecnica Regionale in scala 1: 5.000 (Fig. 3).

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

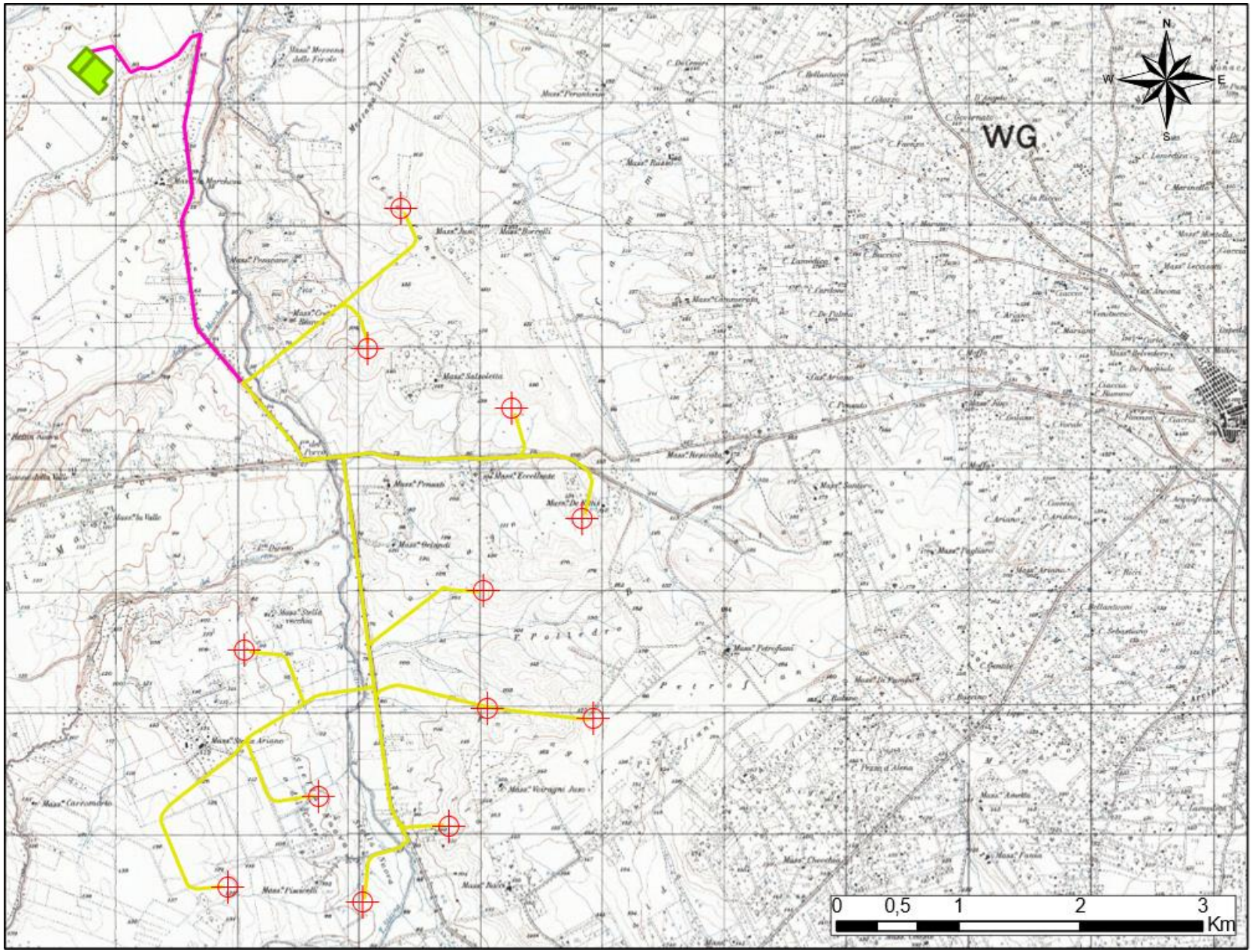


Fig. 2 – Stralcio Tavoletta IGM F.395 I N.E. "Torremaggiore"

Scala 1:50 000

Legenda

- Stazione
- Aerogeneratore
- Cavidotto interno
- Cavidotto

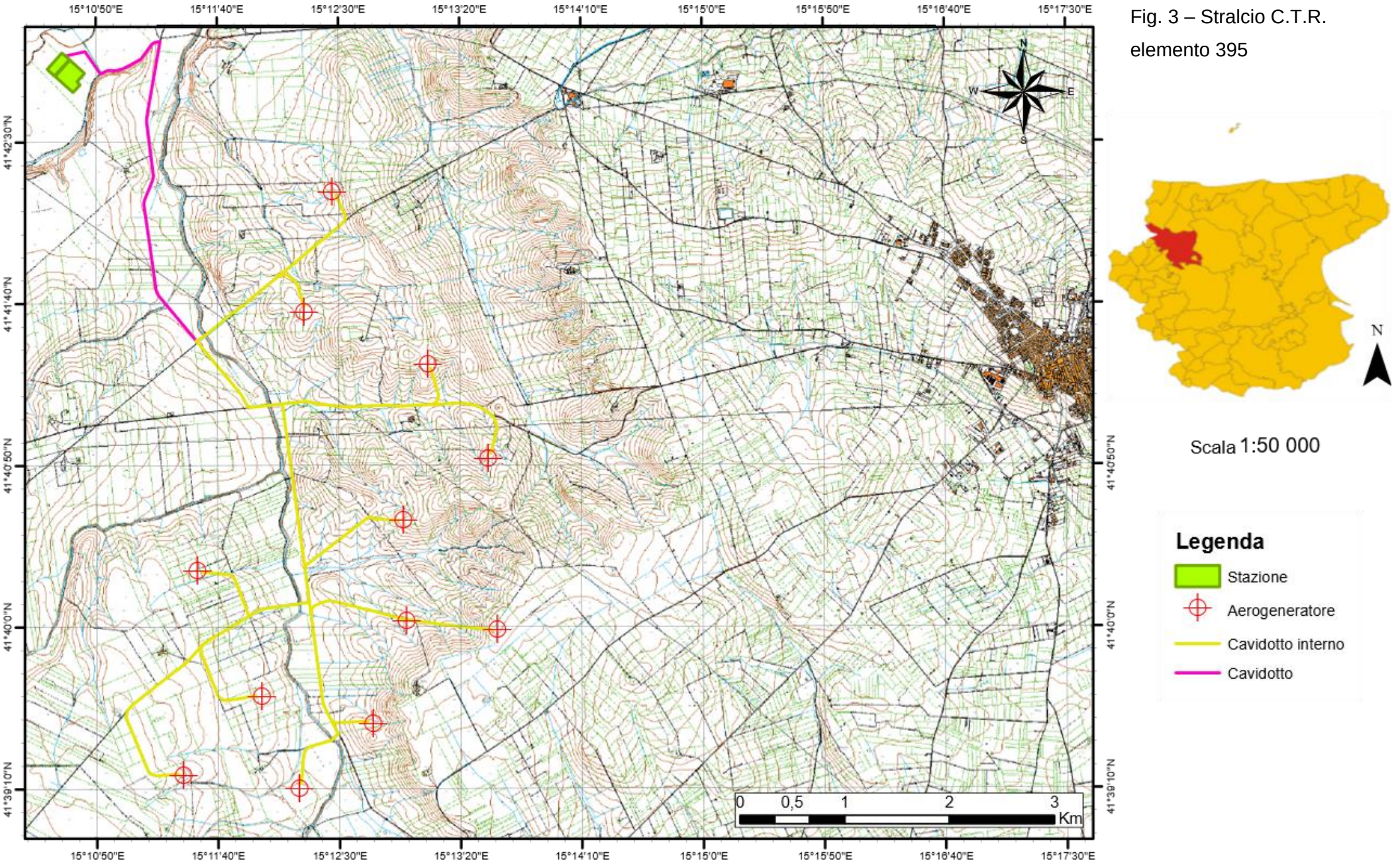


Fig. 3 – Stralcio C.T.R. elemento 395

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E STRUTTURALE REGIONALE

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE REGIONALE

Il territorio del Comune di Torremaggiore ricade in sovrapposizione ai fogli n°155 "San Severo" e n°163 "Lucera" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000. Esso si colloca nel settore settentrionale dell'estesa piana del Tavoliere, caratterizzata da depositi della pianura alluvionale che poggiano sul substrato argilloso costituito dalle "Argille subappennine" di età calabriana (Fig.4).

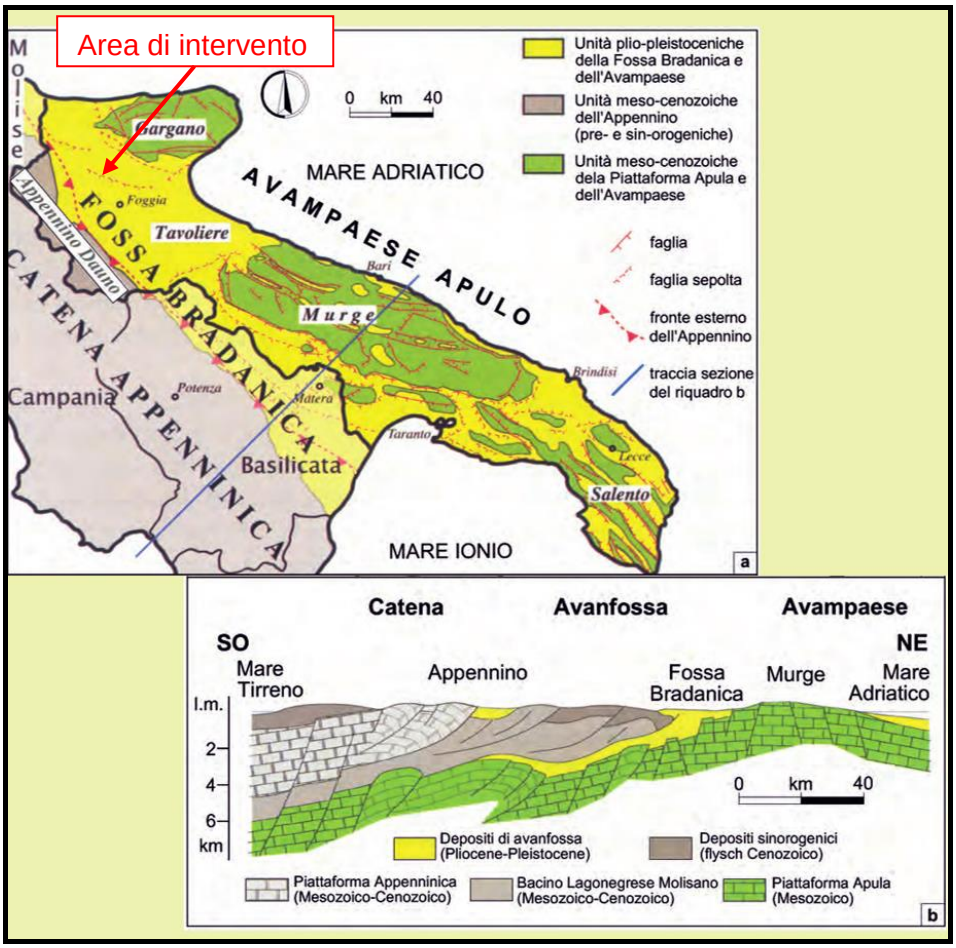


Fig. 4 – a) Carta geologica schematica (mod., da PIERI et alii, 1997); b) sezione geologica dell'Italia meridionale (mod., da SELLA et alii, 1988)

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

Dal punto di vista geologico, il Tavoliere rappresenta un elemento morfologico di rilevanza regionale, la cui origine è diversa da quella del Gargano e della dorsale subappenninica.

Il Tavoliere, che rappresenta una parte della cosiddetta "Fossa Bradanica", è una vasta depressione interposta tra la dorsale appenninica ed i rilievi dell'avampaese, caratterizzata da affioramenti di depositi continentali terrazzati olocenici, presenti alla quota di pochi metri al disopra di quella degli alvei attuali e poggianti sulle formazioni argillose marine Plio-Pleistocenlche.

Il Gargano è invece formato da un basamento calcareo - dolomitico di età Giurassico - Cretacica e da una copertura di sedimentari terziari e quaternari in facies detritico - organogena, si origina infatti per sollevamento di una struttura relativamente stabile, frutto di una sedimentazione in un mare profondo e, successivamente, in ambiente con caratteristiche più litoranee.

I rilievi dell'Appennino Dauno rappresentano, infine, il settore di catena. Si tratta di una

fascia che si sviluppa in senso appenninico nell'estrema parte nord - occidentale della Puglia in cui affiorano essenzialmente formazioni cenozoiche terrigene in facies di flysch, ricoperte limitatamente da depositi clastici Plio – Pleistocenici.

In particolare, il sottosuolo del territorio di Torremaggiore è costituito da una complessa sovrapposizione di terreni di origine marina e continentale che, in riferimento alla Carta Geologica d'Italia F.155 "San Severo" e F.163 "Lucera" (Fig. 5), dal più antico al più recente si possono distinguere in:

a) Argille grigio-azzurre ("Argille di Montesecco")

trattasi di argille siltoso-sabbiose, giallastre in superficie per alterazione, con intercalazioni sabbiose più frequenti alla sommità della formazione. Nella parte media della formazione è possibile la presenza di banche di sabbia potenti qualche decina di metri. Il loro spessore è di difficile valutazione per la mancanza del letto o del tetto: dai dati di perforazione si desume che sia pari circa a 700 metri. Esse formano il substrato impermeabile di tutto il territorio e sono affioranti lungo le valli del F.Fortore e del T.Staina; inoltre sono state rilevate anche alla base delle dorsali di Fiorentino e Montedoro. Il contenuto dei minerali argillosi è del 40%, mentre il

valore medio dei carbonati è del 31%. Presentano una plasticità medio-alta e forte impermeabilità. Tale formazione nella parte superiore presenta abbondante macrofauna prevalentemente a lamellibranchi. La formazione è databile al Pliocene medio – Calabriano.

b) Sabbie giallastre ("Sabbie di Serracapriola")

trattasi di grossi banchi di sabbie giallastre quarzose a grana fine che occupano tutta la zona nord-orientale del territorio torremaggiorese. Sono caratterizzate da intercalazioni di arenarie abbastanza cementate, di argille biancastre e non mancano livelli lentiformi di conglomerati ad elementi prevalentemente calcareo-marnosi. Tali sedimenti presentano, nei pressi di Torremaggiore, la componente limosa molto elevata ed in tale zona occupano un intervallo stratigrafico più esteso che in altre (> 30 m). Essi poggiano in concordanza sulle Argille di Montesecco, alle quali passano gradualmente per alternanza, con locali fenomeni di eteropia. Fra i macrofossili rinvenuti prevalgono i lamellibranchi a guscio più spesso (Ostrea, Pecten). La loro età è riferibile al Pliocene Sup. – Calabriano.

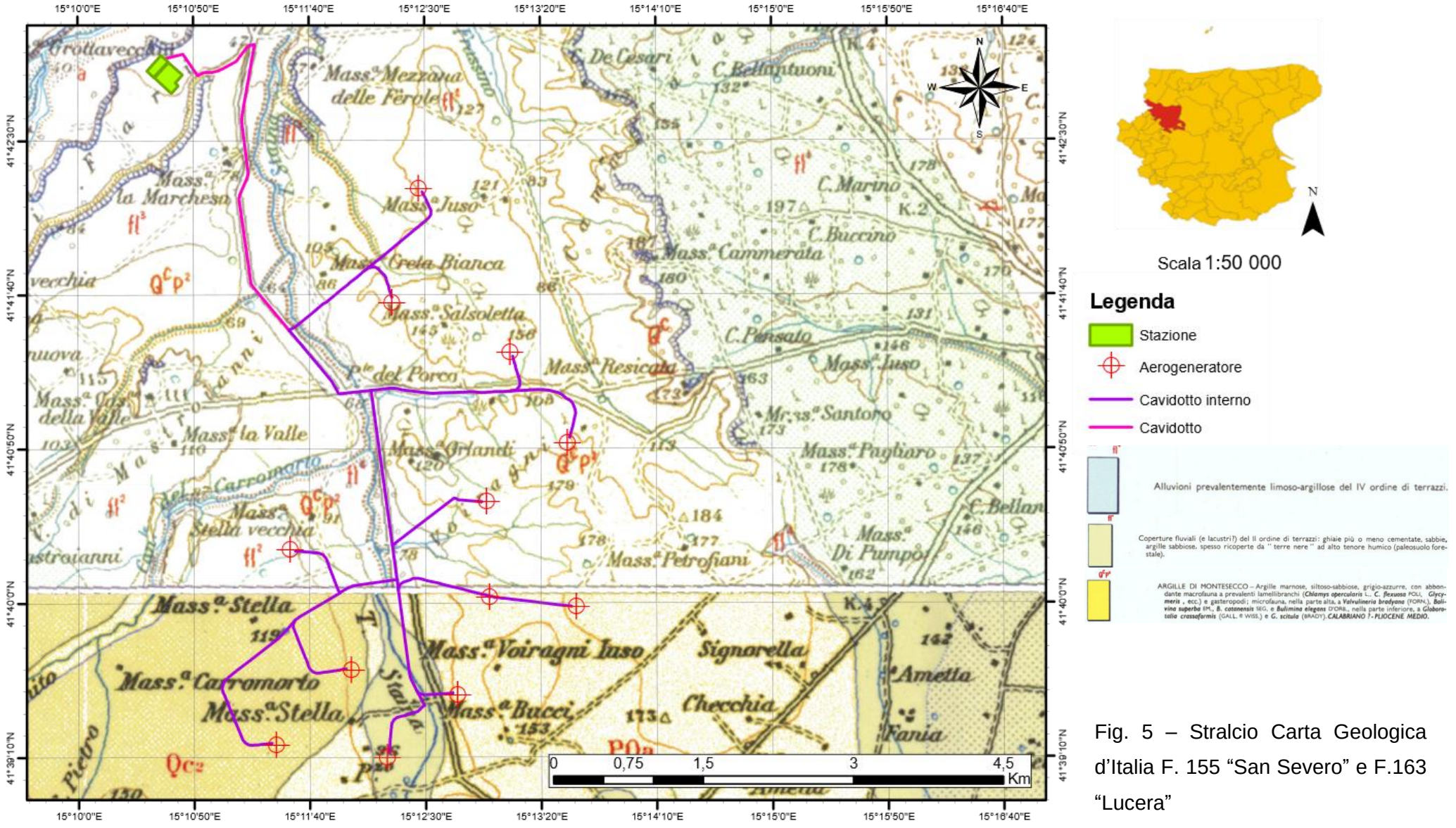
c) depositi alluvionali ("Coperture fluvio-lacustri terrazzate")

trattasi di depositi costituiti da argille sabbiose e da sabbie con intercalazioni calcaree pulverulenti biancastre e di ghiaie in matrice sabbiosa a luoghi cementata, legati al probabile alternarsi di episodi di accumulo sia in facies lacustre sia in facies fluviale; essi sono coperti da suolo agrario di colore nerastro. Questo litotipo affiora ad O di Torremaggiore lungo una fascia che si sviluppa parallelamente al T. Staina e al F.Fortore con la base dei terrazzi posta ad una quota di diverse decine di metri superiore rispetto al fondovalle. Permeabili per porosità, dove la frazione argillosa è assente, possono ospitare delle falde acquifere sospese. Il litotipo sopra descritto, appartenente al Pleistocene medio, poggia sopra i termini della serie marina pliocenico-calabriana;

d) ghiaia, sabbia e argille dei fondovalle attuali.

È da sottolineare, inoltre, la presenza qua e là di crostoni calcarei e/o di ciottolate incoerente, costituito da elementi di arenaria e di calcare detritico, di dimensioni medie tra 10 e 30 cm di diametro, alternato con sabbie talora a stratificazione incrociata. Questi depositi vengono interpretati come accumuli deltizi formatisi in corrispondenza di fasi pluviali durante le quali le capacità di trasporto dei corsi d'acqua ed i processi di denudamento sarebbero stati molto attivi.

Il sito di interesse ricade principalmente sulla formazione denominata **"*Argille di Montesecco – $Q^c p^2/PQ_a$*"** e sulle **coperture fluviali terrazzate "$f^2/Qc_2/Qt$"**.



Scala 1:50 000

Legenda

- Stazione
- Aerogeneratore
- Cavidotto interno
- Cavidotto

Alluvioni prevalentemente limoso-argillose del IV ordine di terrazzi.

Coperture fluviali (e lacustri?) del II ordine di terrazzi: ghiaie più o meno cementate, sabbie, argille sabbiose, spesso ricoperte da " terre nere " ad alto tenore humico (paleosuolo forestale).

ARGILLE DI MONTESECCO – Argille marnose, siltoso-sabbiose, grigio-azzurre, con abbondante macrofauna a prevalenti lamellibranchi (*Chlamys opercularis* L., *C. flexuosa* POLI, *Glycymeris* , ecc.) e gasteropodi; microfauna, nella parte alta, a *Valvulineria bradyana* (FORN.), *Bolivina superba* EM., *B. catanensis* SEG. e *Bulimina elegans* D'ORB., nella parte inferiore, a *Globorotalia crassaformis* (GALL. e WISS.) e *G. scitula* (BRADY). *CALABRIANO ? - PLIOCENE MEDIO.*

Fig. 5 – Stralcio Carta Geologica d'Italia F. 155 "San Severo" e F.163 "Lucera"

4.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio del comune di Torremaggiore, situato nella parte nord-orientale del Tavoliere di Puglia, presenta un paesaggio tipicamente collinare, con il centro abitato situato su un'altura (169 m s.l.m.), che degrada più o meno dolcemente, a seconda delle direzioni, verso la periferia. In particolare, le aree oggetto di studio sono si presentano quote variabili da circa 95 m s.l.m. (in corrispondenza della turbina T2 e T4) a 170 m s.l.m. (in corrispondenza della turbina T5).

Come noto, la morfologia del paesaggio è fortemente influenzata dalla litologia dei terreni affioranti: lì dove il substrato è composto da terreni pelitici-argillosi prevalgono le forme addolcite e basso pendenti, rispetto a terreni sabbio-conglomeratici che possono pure presentare salti di pendenza. Nello specifico, dalla Carta delle Pendenze (Fig. 6) si osserva che i macchinari si dispongono prevalentemente in aree con una pendenza minore del 10%, ad eccetto delle turbine T3, T9 e T11 che invece si collocano in corrispondenza di una pendenza maggiore del 15%.

Nel complesso, dalla Carta geomorfologica (Fig. 7) si evince che l'area di progetto è interessata dalla presenza di fenomeni morfologici del tutto trascurabile ai fini degli interventi previsti.

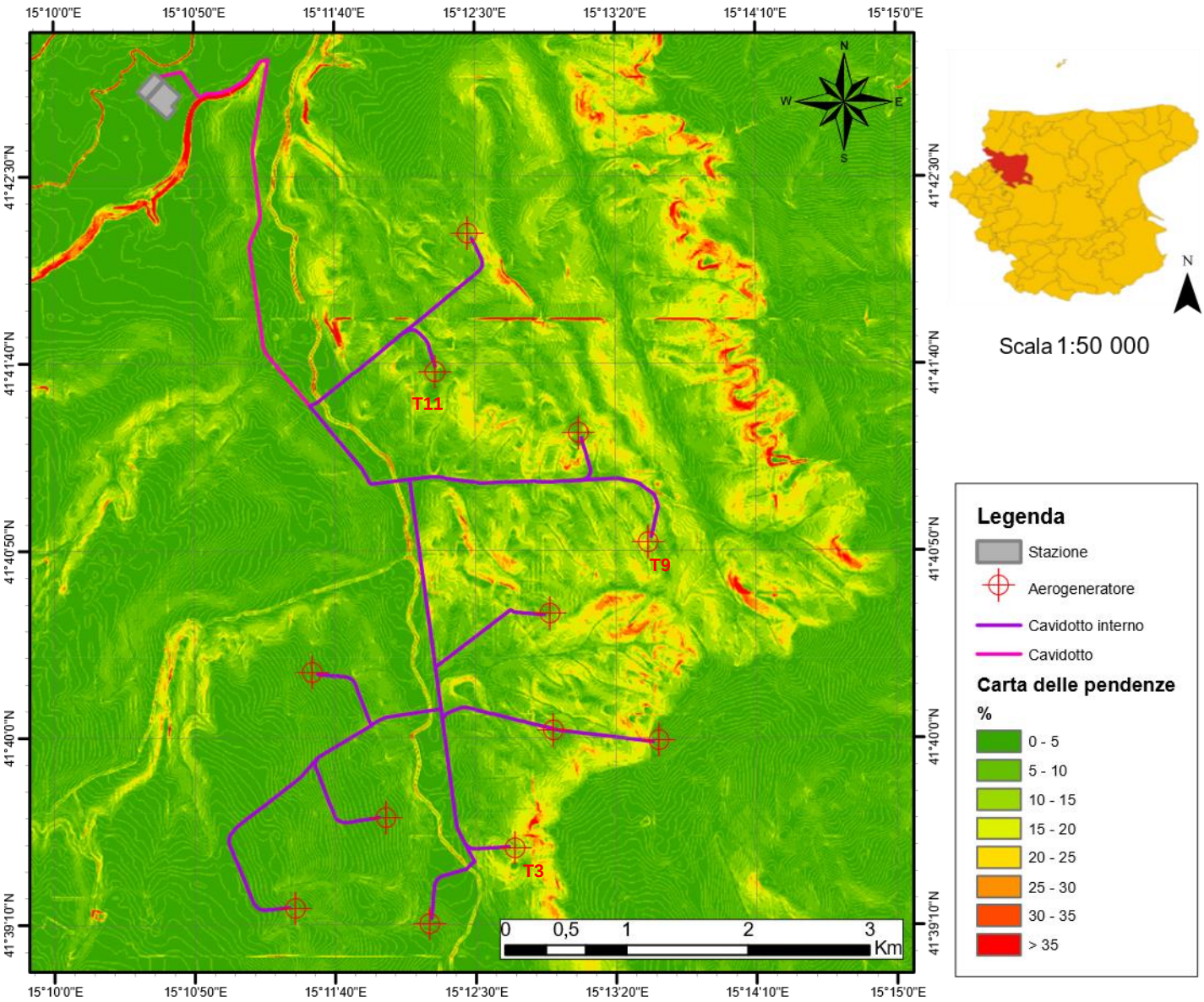


Fig. 6 – Stralcio Carta delle pendenze in scala 1: 50.000

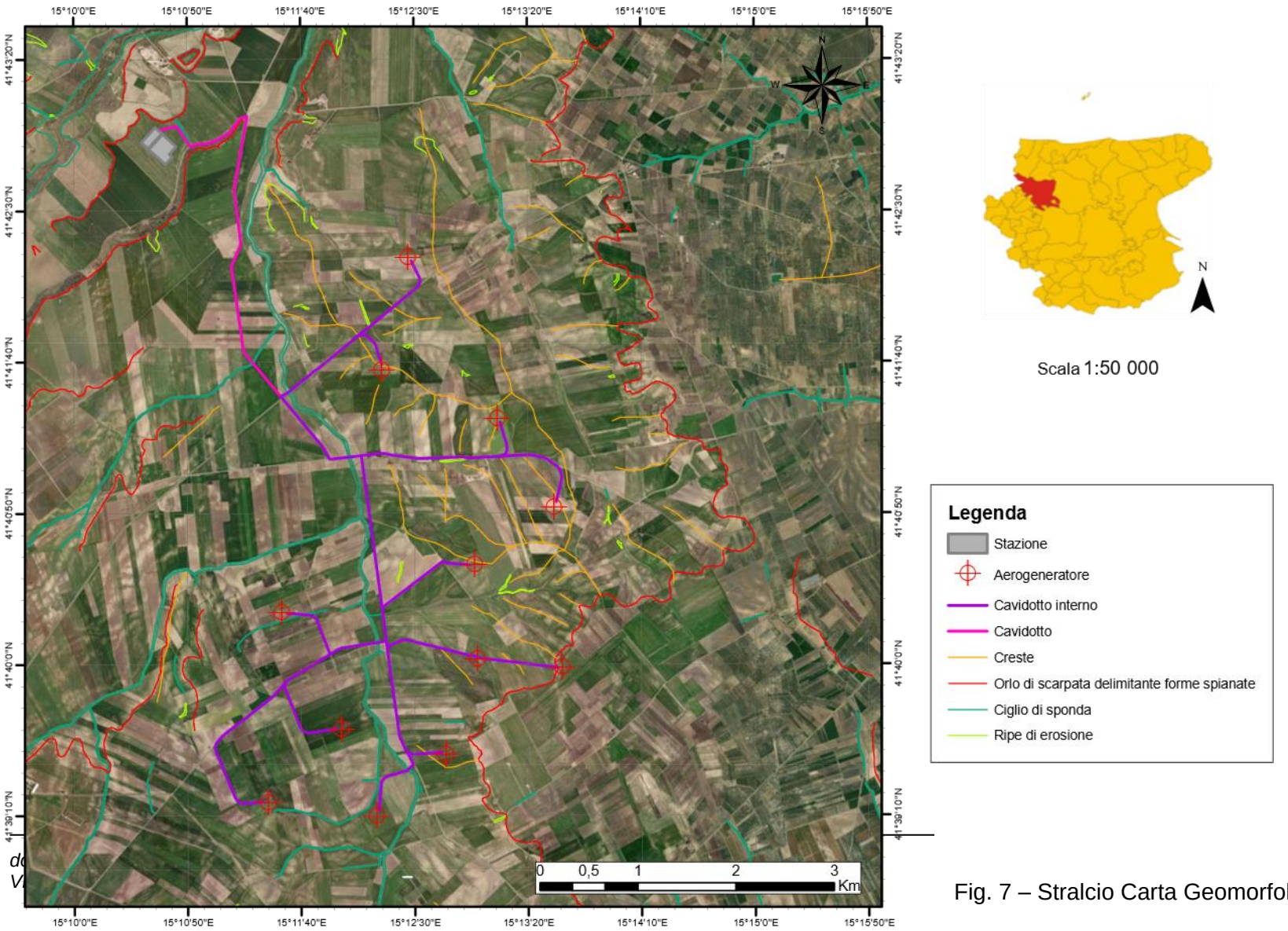


Fig. 7 – Stralcio Carta Geomorfologica

5. CARATTERI DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Il comune di Torremaggiore, facendo parte del Tavoliere, è dotato di corsi d'acqua superficiali e di particolari condizioni geologiche che hanno reso possibile l'esistenza, nei depositi quaternari, di una cospicua circolazione di acque sotterranee. Nello specifico, questo territorio è attraversato da un crinale orografico nord-sud, che lo ripartisce nei due versanti: a est con i compluvii dei canali Radiosa, Ferrante, Figurella, Macchione, che recapitano nel bacino imbrifero del Candelaro; e ad ovest con quelli dei torrenti Frassino e Staina, che recapitano nel bacino del F. Fortore.

In particolare, l'area oggetto di studio è situata a circa 6 Km ad ovest dal centro abitato di Torremaggiore (FG) e, pertanto, tale area ricade nel bacino del F. Fortore. Il fiume in questione prende origine dal Monte Vento (1050 metri s.l.m.) e dal Monte della Difesa S. Luca (981 m s.l.m.) che fanno parte dell'Appennino Sannita, cioè di quella parte dell'Appennino che occupa il Molise meridionale. Esso è un fiume a carattere torrentizio caratterizzato da lunghi periodi di magra interrotti da piene che, in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, possono assumere un carattere rovinoso.

La figura seguente (Fig. 8), mostra il reticolo idrografico che intercetta in alcuni punti i cavidotti che dovranno essere realizzati per il funzionamento del Parco. A tale riguardo, durante la fase successiva **dovrà essere condotto uno studio idraulico nelle aree di intersezione cavidotto-reticolo.**

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

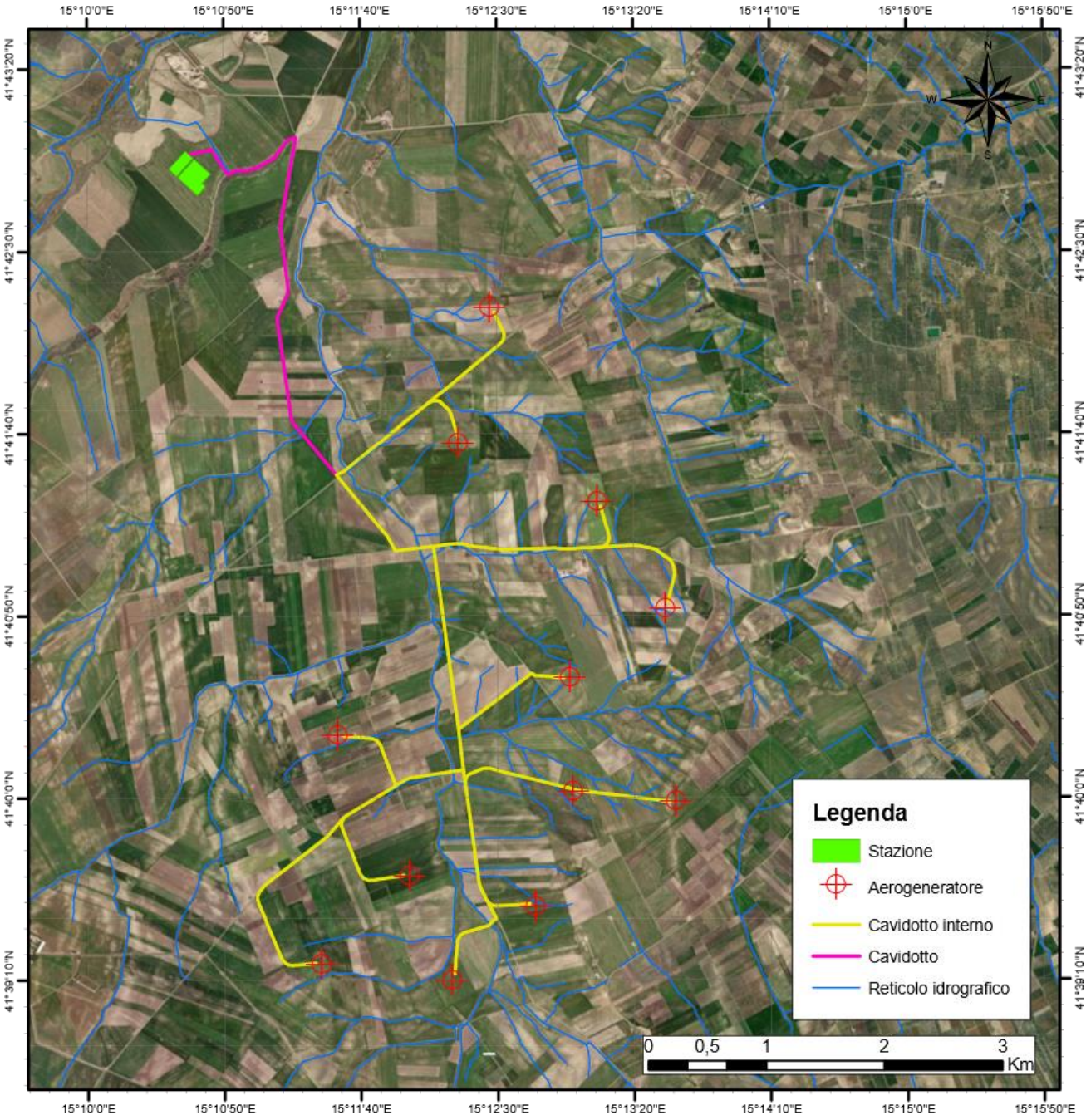


Fig. 8 – Stralcio reticolo idrografico

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

6. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO

Per la caratterizzazione dell'area di studio, sono state prese in considerazione n.4 perforazioni (da fonte ISPRA – codice: 206848, 206849, 206850, 206852) ubicate nel Comune di San Paolo di Civitate (F. 9), territorio confinante a nord da Torremaggiore, ed i sondaggi pregressi raccolti in occasione del Piano Urbanistico di Torremaggiore.

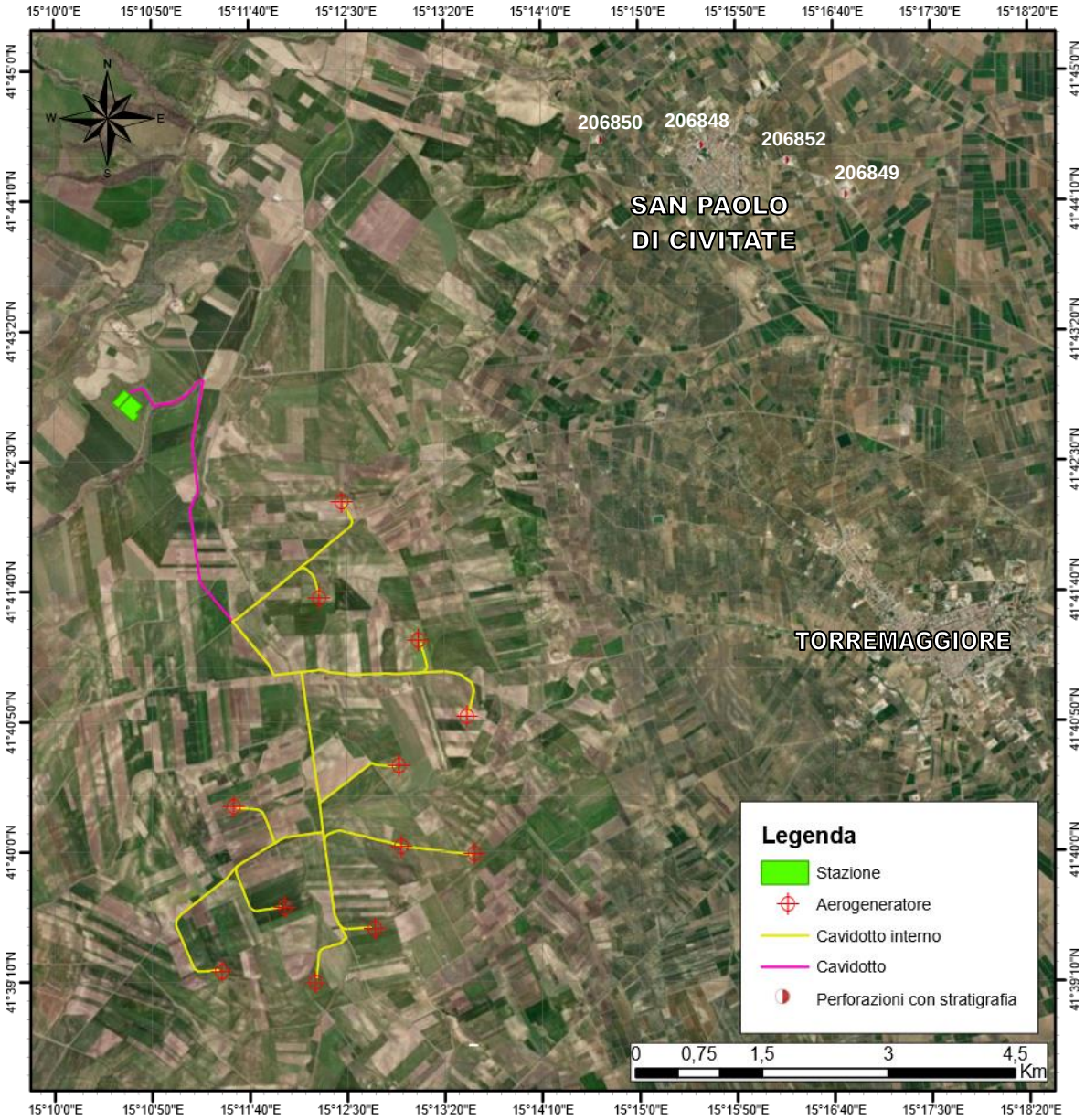


Fig. 9 – Ubicazione perforazioni ISPRA (Legge 464/1984)

ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 206848
Regione: PUGLIA
Provincia: FOGGIA
Comune: SAN PAOLO DI CIVITATE
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 30,00
Quota pc slm (m): 160,00
Anno realizzazione: 2004
Numero diametri: 0
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 15,000
Portata esercizio (l/s): 0,500
Numero falde: 0
Numero filtri: 0
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 4
Longitudine WGS84 (dd): 15,258889
Latitudine WGS84 (dd): 41,742061
Longitudine WGS84 (dms): 15° 15' 31.100" E
Latitudine WGS84 (dms): 41° 44' 31.43" N

(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mar/2004	13,00	14,00	1,00	0,500

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	3,00	3,00		TERRENO SABBIOSO
2	3,00	10,00	7,00		ARENARIA
3	10,00	15,00	5,00		ARENARIA CON FALDA
4	15,00	30,00	15,00		ARGILLA BLU

ISPRA - Copyright 2018

ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 206849
Regione: PUGLIA
Provincia: FOGGIA
Comune: SAN PAOLO DI CIVITATE
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 36,00
Quota pc slm (m): 160,00
Anno realizzazione: 2000
Numero diametri: 0
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 4,000
Portata esercizio (l/s): 1,500
Numero falde: 1
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 0
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): SI
Numero strati: 8
Longitudine WGS84 (dd): 15,279439
Latitudine WGS84 (dd): 41,736781
Longitudine WGS84 (dms): 15° 16' 45.99" E
Latitudine WGS84 (dms): 41° 44' 12.41" N

(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	5,00	13,20	8,20

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	36,00	36,00	ND

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,80	0,80		TERRENO VEGETALE
2	0,80	5,00	4,20		SABBIA GIALLASTRA CON INTERCALAZIONI DI LIVELLI CARBONATICI BIANCASTRI
3	5,00	9,70	4,70		SABBIA FINA GIALLASTRA CON INTERCALAZIONI ARENACEE E MARNOSE
4	9,70	13,20	3,50		SABBIA LIMOSA CON LIVELLI DI ARGILLE VERDASTRE
5	13,20	17,40	4,20		SABBIA ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO
6	17,40	23,50	6,10		LIMI ARGILLOSI GIALLASTRI
7	23,50	28,30	4,80		LIMI ARGILLOSI GIALLASTRI CON LIVELLI E STRATI DI ARGILLE GRIGIASTRE
8	28,30	35,00	6,70		ARGILLE GRIGIO-AZZURRE

ISPRA - Copyright 2018

ISPRA — Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 206850
Regione: PUGLIA
Provincia: FOGGIA
Comune: SAN PAOLO DI CIVITATE
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 63,50
Quota pc slm (m): 170,00
Anno realizzazione: 1993
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 2,270
Portata esercizio (l/s): 0,300
Numero falde: 2
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): SI
Numero strati: 3
Longitudine WGS84 (dd): 15,244439
Latitudine WGS84 (dd): 41,742611
Longitudine WGS84 (dms): 15° 14' 39.98" E
Latitudine WGS84 (dms): 41° 44' 33.40" N

(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	63,50	63,50	500

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	6,80	14,60	7,80
2	40,00	63,50	23,50

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	58,50	60,00	1,50	200

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
gen/1993	6,00	11,60	5,60	2,270

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	14,60	14,60		SABBIA A GRANULOMETRIA GROSSOLANA CON LIVELLI GHIAIOSI DI COLORE GIALLO-OCRA - IL GRADO DI CEMENTAZIONE E' MODESTO
2	14,60	40,00	25,40		ARGILLE GRIGIO-AZZURRE INTERROTTE DA PARTIMENTI SABBIOSI ANCHE ESSI DI COLORE AZZURRO, RICCHE DI INCLUSIONI CALCIGNE
3	40,00	63,50	23,50		SABBIA A GRANULOMETRIA GROSSOLANA CON LIVELLI GHIAIOSI DI COLORE GIALLO-OCRA. IL GRADO DI CEMENTAZIONE E' NULLO

ISPRA — Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

Codice: 206852
Regione: PUGLIA
Provincia: FOGGIA
Comune: SAN PAOLO DI CIVITATE
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 36,00
Quota pc slm (m): ND
Anno realizzazione: 1988
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 12,000
Portata esercizio (l/s): 10,000
Numero falde: 1
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 6
Longitudine WGS84 (dd): 15,271108
Latitudine WGS84 (dd): 41,740389
Longitudine WGS84 (dms): 15° 16' 15.100" E
Latitudine WGS84 (dms): 41° 44' 25.40" N

(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	36,00	36,00	500

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	23,00	27,00	4,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	23,00	27,00	4,00	300

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mar/1988	9,00	22,00	13,00	10,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,40	0,40		TERRENO VEGETALE
2	0,40	8,50	8,10		SABBIA GIALLASTRA IN MATRICE ARGILLOSA
3	8,50	18,00	9,50		ARGILLA GIALLA
4	18,00	23,00	5,00		ARGILLA GIALLA SABBIOSA
5	23,00	27,00	4,00		SABBIA GIALLA ARGILLOSA
6	27,00	36,00	9,00		LIMI ARGILLOSI GRIGIO SCURI

ISPRA - Copyright 2018

Dalle perforazioni dell'ISPRA (Legge 464/1984) è possibile dedurre un **livello della falda rinvenibile entro i 13m**; tuttavia; non avendo a disposizione delle serie storiche, tale livello può variare periodicamente.

Per quanto concerne i caratteri litostratigrafici del primo sottosuolo, in mancanza di prove puntuali nell'area oggetto di studio, è stato tenuto conto delle esplorazioni dirette pregresse menzionate nel Piano Urbanistico Comunale di Torremaggiore. Nello specifico, questi sondaggi fanno riferimento a lavori eseguiti per:

- L'ampliamento del Cimitero Comunale (1999)
- L'ampliamento dell'Ospedale "San Giacomo" (1995)
- L'ampliamento della Scuola Elementare "San Giovanni Bosco"
- Progetto di consolidamento di Palazzo di Sangro
- Costruzione della Scuola Materna ubicata in Via Togliatti
- Serie di sondaggi pregressi realizzati da privati posizionati nel distretto occidentale del comune di Torremaggiore
- Palestra comunale

In particolare, da tale elaborato si evince che nel distretto occidentale del comune di Torremaggiore, si osserva una successione stratigrafica costituita da **Limi Argillosi**, mediamente addensati, che sovrastano le Argille grigio-azzurre appartenenti alla formazione denominata "**Argille di Montesecco**".

7. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI AFFIORANTI

Come menzionato precedentemente, non si hanno a disposizione indagini o prove geotecniche direttamente eseguite in corrispondenza dei terreni che ospiteranno le previste strutture; pertanto, in assenza di dati provenienti da indagini di laboratorio, i principali parametri geotecnici possono essere preliminarmente ed in modo cautelativo definiti sulla base delle prove sismiche eseguite nell'area oggetto di studio (vedere elaborato "Relazione geofisica"), della natura dei terreni affioranti e dei risultati di indagini condotte in contesti geologici similari nelle stesse aree.

Sulla base di quanto detto, il sottosuolo può considerarsi costituito dalle seguenti unità geotecniche principali:

U.G.1: TERRENO VEGETALE – da 0 a 2m

È costituito da terreno organico e/o di riporto. Si tratta di terreno caratterizzato da caratteristiche meccaniche molto scadenti. Dalle prove sismiche si osservano spessori che partono dal p.c. ad una profondità di circa **2 m**. Per questo "complesso" geotecnico possono essere attribuiti i seguenti parametri:

Parametri fisico-meccanici	Terreno vegetale
Peso di volume	17,5 KN/m^3 *(prove sismiche)*
Angolo di attrito interno	25° *(litologie similari)*
Coesione drenata/non drenata	0 Kg/cm^2 *(litologie similari)*

U.G.2: ARGILLA LIMOSA – da 2m a 7m

In base a quanto detto in precedenza, si tratta di **depositi alluvionali** con una componente limosa-argillosa. Dalle prove sismiche si osservano spessori di circa 5 m che partono **da una profondità di circa 2 m a circa 7 m**. Di seguito, i valori dei principali parametri geotecnici:

Parametri fisico-meccanici	Depositi Alluvionali
Peso di volume	18,5 KN/m^3 *(prove sismiche)*
Angolo di attrito interno	20° *(litologie similari)*
Coesione	0,20 Kg/cm^2 *(litologie similari)*
Modulo edometrico *(per una pressione tra 1-2 Kg/cm^2)*	55 Kg/cm^2 *(litologie similari)*

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

U.G.3: ARGILLE – da 7m a *indefinito*

Per quanto riguarda questa unità, si tratta di argille facenti parte della formazione denominata **"Argille di Montesecco"**, ossia argille di origine subappennina, quali presentano i seguenti valori geotecnici principali:

Parametri fisico-meccanici	Argille Subappennine
Peso di volume	19,6 KN/m^3 *(prove sismiche)*
Angolo di attrito interno	22° *(litologie similari)*
Coesione non drenata	0,30 Kg/cm^2 *(litologie similari)*
Modulo edometrico *(per una pressione tra 1-2 Kg/cm^2)*	60 Kg/cm^2 *(litologie similari)*

8. INDAGINI GEOFISICHE MEDIANTE PROSPEZIONE MASW E SISMICA A RIFRAZIONE

Ai fini della caratterizzazione geologica e sismostratigrafica del terreno, interessato dall'intervento, è stata condotta una campagna geofisica consistente nell'esecuzione di:
- n. 4 prospezioni Masw;
- n. 4 Prospezioni sismiche a rifrazione.

I rilievi geofisici, ubicati come da planimetria sotto riportata (Fig. 10), sono finalizzati a valutare le caratteristiche sismostratigrafiche dei terreni e la categoria sismica del sottosuolo di fondazione. Nello specifico:

Prospezione Masw 1

L'indagine Masw, eseguita ai sensi delle NTC 2018, ha restituito un valore di Vs_{30}=312 m/s, coincidente dal valore della Vs,eq, in quanto non è stato intercettato il bedrock (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, con Vs>800 m/sec) ad una profondità H = 30.00 m dal p.c..
Di seguito si riportano i valori delle Vs in funzione delle profondità considerate:

Valore del Vs30 = 312 m/sec
Valore del Vs,eq = 312 m/sec

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

MASW	Velocità onde di taglio (m/sec)	Spessori (m)	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	**143**	**2.4**	**0.00 – 2.40**
SISMOSTRATO II	**213**	**4.6**	**2.40 – 7.00**
SISMOSTRATO III	**288**	**8.3**	**7.00 – 15.30**
SISMOSTRATO IV	**510**	***Semispazio***	***Semispazio***
Vs,eq = 312 m/sec			

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	**Terreno vegetale; inferiormente limo;**	**0.00 – 2.40**
SISMOSTRATO II	**Argilla limosa;**	**2.40 – 7.00**
SISMOSTRATO III	**Argilla;**	**7.00 – 15.30**
SISMOSTRATO IV	**Argilla con migliori proprietà tecniche;**	***Semispazio***

Prospezione Masw 2

L'indagine Masw, eseguita ai sensi delle NTC 2018, ha restituito un valore di Vs_{30}=314 m/s, coincidente col valore della Vs,eq, in quanto non è stato intercettato il bedrock (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, con Vs>800 m/sec) ad una profondità H = 30.00 m dal p.c..

Di seguito si riportano i valori delle Vs in funzione delle profondità considerate:

Valore del Vs30 = 314 m/sec
Valore del Vs,eq = 314 m/sec

MASW	Velocità onde di taglio (m/sec)	Spessori (m)	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	**159**	**1.90**	**0.00 – 1.90**
SISMOSTRATO II	**200**	**4.00**	**1.90 – 5.90**
SISMOSTRATO III	**325**	**11.80**	**5.90 – 17.70**
SISMOSTRATO IV	**449**	***Semispazio***	***Semispazio***
Vs,eq = 314 m/sec			

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	**Terreno vegetale; inferiormente limo;**	**0.00 – 1.90**
SISMOSTRATO II	**Argilla limosa;**	**1.90 – 5.90**
SISMOSTRATO III	**Argilla;**	**5.90 – 17.70**
SISMOSTRATO IV	**Argilla con migliori proprietà tecniche;**	***Semispazio***

Prospezione Masw 3

L'indagine Masw, eseguita ai sensi delle NTC 2018, ha restituito un valore di Vs_{30}=262 m/s, coincidente col valore della Vs,eq, in quanto non è stato intercettato il bedrock (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, con Vs>800 m/sec) ad una profondità H = 30.00 m dal p.c..

Di seguito si riportano i valori delle Vs in funzione delle profondità considerate:

Valore del Vs30 = 262 m/sec
Valore del Vs,eq = 262 m/sec

MASW	Velocità onde di taglio (m/sec)	Spessori (m)	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	**138**	**2.10**	**0.00 – 2.10**
SISMOSTRATO II	**181**	**6.30**	**2.10 – 8.40**
SISMOSTRATO III	**251**	**9.70**	**8.40 – 18.10**
SISMOSTRATO IV	**455**	***Semispazio***	***Semispazio***
Vs,eq = 262 m/sec			

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	**Terreno vegetale; inferiormente limo;**	**0.00 – 2.10**
SISMOSTRATO II	**Argilla limosa;**	**2.10 – 8.40**
SISMOSTRATO III	**Argilla;**	**8.40 – 18.10**
SISMOSTRATO IV	**Argilla con migliori proprietà tecniche;**	***Semispazio***

Prospezione Masw 4

L'indagine Masw, eseguita ai sensi delle NTC 2018, ha restituito un valore di Vs_{30}=279 m/s, coincidente col valore della Vs,eq, in quanto non è stato intercettato il bedrock

(definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, con Vs>800 m/sec) ad una profondità H = 30.00 m dal p.c..

Di seguito si riportano i valori delle Vs in funzione delle profondità considerate:

Valore del Vs30 = 279 m/sec
Valore del Vs,eq = 279 m/sec

MASW	Velocità onde di taglio (m/sec)	Spessori (m)	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	**108**	**1.00**	**0.00 – 1.00**
SISMOSTRATO II	**186**	**4.00**	**1.00 – 5.00**
SISMOSTRATO III	**234**	**10.40**	**5.00 – 15.40**
SISMOSTRATO IV	**452**	***Semispazio***	***Semispazio***
Vs,eq = 279 m/sec			

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	**Terreno vegetale; inferiormente limo;**	**0.00 – 1.00**
SISMOSTRATO II	**Limo sabbioso;**	**1.00 – 5.00**
SISMOSTRATO III	**Argilla;**	**5.00 – 15.40**
SISMOSTRATO IV	**Argilla con migliori proprietà tecniche;**	***Semispazio***

Profilo sismico a rifrazione 1

Sismica a Rifrazione	Velocità Onde P (m/sec)	Velocità Onde S (m/sec)	Profondità	
			Da (m)	a (m)
SISMOSTRATO I	**348**	**143**	**0.00**	**1.80 – 2.50**
SISMOSTRATO II	**1432**	**213**	**1.80 – 2.50**	**5.90 – 8.70**
SISMOSTRATO III	**1957**	**288**	***indefinito***	

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata
SISMOSTRATO I	**Terreno vegetale; inferiormente limo;**
SISMOSTRATO II	**Argilla limosa;**
SISMOSTRATO III	**Argilla;**

Nella tabella sottostante sono indicati i principali parametri elastici ricavati dall'indagine sismica, dove si è indicato con E (modulo di Young), G (modulo di taglio) e K (modulo di incompressibilità) espressi in Kg/cm^2, γ (peso di volume) è espresso in kN/m^3, mentre ν (coefficiente di Poisson) rappresenta un numero adimensionale.

MODULI DINAMICI PROFILO 1			
	Strato 1	**Strato 2**	**Strato 3**
Velocità Onde P (m/s):	**348**	**1432**	**1957**
Velocità Onde S (m/s):	**143**	**213**	**288**
Modulo di Poisson:	**0.40**	**0.49**	**0.49**
Peso di volume (KN/m^3):	**16.70**	**18.86**	**19.91**
Peso di volume (g/cm^3):	**1.70**	**1.92**	**2.03**
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	**2.40**	**4.60**	**8.30**
MODULO DI YOUNG DINAMICO E_{din} (Kg/cm^2)	**994**	**2651**	**5118**
MODULO DI YOUNG DINAMICO Edin (Mpa o Nmm^2)	**97**	**260**	**502**
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G_{din} (Kg/cm^2)	**35**	**87**	**168**
MODULO DI TAGLIO DINAMICO Gdin (Mpa o Nmm^2)	**3**	**9**	**17**
MODULO DI BULK (K) (Kg/cm^2) (mod. di incompressibilità di volume)	**1630**	**39063**	**77066**
MODULO DI BULK (K) (Mpa o Nmm^2)	**160**	**3831**	**7558**

MODULO DI YOUNG STATICO E_{stat} (Kg/cm^2)	**120**	**319**	**617**
POROSITA' % (correlazione Rzhesvky e Novik (1971) (%)	**47.50**	**37.36**	**32.46**
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm^2) (valido per le terre)	**206**	**3945**	**7777**
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm^2) (Relazione di Navier)	**253**	**4848**	**9559**
RIGIDITA' SISMICA (m/sec · KN/m^3)	**2388**	**4018**	**5735**
Frequenza dello strato	**14.90**	**11.58**	**8.67**
Periodo dello strato	**0.07**	**0.086**	**0.115**
B (Larghezza fondazione in m.)	**1.0**	**1.0**	**1.0**
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in Kg/cm^3)	**3.79**	**9.87**	**20.36**
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in N/cm^3)	**37.20**	**96.81**	**199.68**
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in Kg/cm^3)	**1.90**	**4.94**	**10.18**
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in N/cm^3)	**18.60**	**48.40**	**99.84**

Profilo sismico a rifrazione 2

Sismica a Rifrazione	Velocità Onde P (m/sec)	Velocità Onde S (m/sec)	Profondità	
			Da (m)	a (m)
SISMOSTRATO I	**633**	**159**	**0.00**	**1,70 - 2,20**
SISMOSTRATO II	**1655**	**200**	**1.70 – 2.20**	**4.30 – 6.50**
SISMOSTRATO III	**1902**	**325**	***indefinito***	

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata
SISMOSTRATO I	**Terreno vegetale; inferiormente limo;**
SISMOSTRATO II	**Argilla limosa;**
SISMOSTRATO III	**Argilla;**

Nella tabella sottostante sono indicati i principali parametri elastici ricavati dall'indagine sismica, dove si è indicato con E (modulo di Young), G (modulo di taglio) e K (modulo di incompressibilità) espressi in Kg/cm^2, γ (peso di volume) è espresso in kN/m^3, mentre ν (coefficiente di Poisson) rappresenta un numero adimensionale.

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

MODULI DINAMICI PROFILO 2			
	Strato 1	Strato 2	Strato 3
Velocità Onde P (m/s):	633	1655	1902
Velocità Onde S (m/s):	159	200	325
Modulo di Poisson:	0.47	0.49	0.48
Peso di volume (KN/m^3):	18.27	19.31	19.80
Peso di volume (g/cm^3):	1.86	1.97	2.02
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	1.90	4.00	11.80
MODULO DI YOUNG DINAMICO E_{din} (Kg/cm^2)	1409	2399	6464
MODULO DI YOUNG DINAMICO Edin (Mpa o Nmm^2)	138	235	634
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G_{din} (Kg/cm^2)	47	79	213
MODULO DI TAGLIO DINAMICO Gdin (Mpa o Nmm^2)	5	8	21
MODULO DI BULK (K) (Kg/cm^2) (mod. di incompressibilità di volume)	6975	53962	71643
MODULO DI BULK (K) (Mpa o Nmm^2)	684	5292	7026
MODULO DI YOUNG STATICO E_{stat} (Kg/cm^2)	170	289	779
POROSITA' % (correlazione Rzhesvky e Novik (1971) (%)	44.83	35.28	32.97
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm^2) (valido per le terre)	746	5393	7305
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm^2) (Relazione di Navier)	917	6628	8980

RIGIDITA' SISMICA (m/sec · KN/m^3)	**2904**	**3862**	**6436**
Frequenza dello strato	**20.92**	**12.50**	**6.89**
Periodo dello strato	**0.05**	**0.080**	**0.145**
B (Larghezza fondazione in m.)	**1.0**	**1.0**	**1.0**
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in Kg/cm^3)	**4.89**	**8.49**	**27.21**
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in N/cm^3)	**47.99**	**83.23**	**266.88**
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in Kg/cm^3)	**2.45**	**4.24**	**13.61**
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in N/cm^3)	**23.99**	**41.61**	**133.44**

Profilo sismico a rifrazione 3

Sismica a Rifrazione	Velocità Onde P (m/sec)	Velocità Onde S (m/sec)	Profondità	
			Da (m)	a (m)
SISMOSTRATO I	**432**	**138**	**0.00**	**1.60 – 2.60**
SISMOSTRATO II	**1475**	**181**	**1.60 – 2.60**	**5.50 – 8.50**
SISMOSTRATO III	**2008**	**251**	***indefinito***	

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata
SISMOSTRATO I	**Terreno vegetale; inferiormente limo;**
SISMOSTRATO II	**Argilla limosa;**
SISMOSTRATO III	**Argilla;**

Nella tabella sottostante sono indicati i principali parametri elastici ricavati dall'indagine sismica, dove si è indicato con E (modulo di Young), G (modulo di taglio) e K (modulo di incompressibilità) espressi in Kg/cm^2, γ (peso di volume) è espresso in kN/m^3, mentre ν (coefficiente di Poisson) rappresenta un numero adimensionale.

MODULI DINAMICI PROFILO 3			
	Strato 1	Strato 2	Strato 3
Velocità Onde P (m/s):	432	1475	2008
Velocità Onde S (m/s):	138	181	251
Modulo di Poisson:	0.44	0.49	0.49
Peso di volume (KN/m^3):	17.86	18.95	20.02
Peso di volume (g/cm^3):	1.82	1.93	2.04
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	2.10	6.30	9.70
MODULO DI YOUNG DINAMICO E_{din} (Kg/cm^2)	1022	1928	3916
MODULO DI YOUNG DINAMICO Edin (Mpa o Nmm^2)	100	189	384
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G_{din} (Kg/cm^2)	35	63	129
MODULO DI TAGLIO DINAMICO Gdin (Mpa o Nmm^2)	3	6	13
MODULO DI BULK (K) (Kg/cm^2) (mod. di incompressibilità di volume)	2997	42037	82226
MODULO DI BULK (K) (Mpa o Nmm^2)	294	4122	8064
MODULO DI YOUNG STATICO E_{stat} (Kg/cm^2)	123	232	472
POROSITA' % (correlazione Rzhesvky e Novik (1971) (%)	46.71	36.96	31.98
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm^2) (valido per le terre)	340	4204	8230
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm^2) (Relazione di Navier)	418	5166	10115
RIGIDITA' SISMICA (m/sec · KN/m^3)	2465	3430	5024

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

Frequenza dello strato	**16.43**	**7.18**	**6.47**
Periodo dello strato	**0.06**	**0.139**	**0.155**
B (Larghezza fondazione in m.)	**1.0**	**1.0**	**1.0**
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in Kg/cm^3)	**3.48**	**6.68**	**14.64**
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in N/cm^3)	**34.16**	**65.50**	**143.55**
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in Kg/cm^3)	**1.74**	**3.34**	**7.32**
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in N/cm^3)	**17.08**	**32.75**	**71.78**

Profilo sismico a rifrazione 4

Sismica a Rifrazione	Velocità Onde P (m/sec)	Velocità Onde S (m/sec)	Profondità	
			Da (m)	a (m)
SISMOSTRATO I	**472**	**108**	**0.00**	**0.90 – 1.50**
SISMOSTRATO II	**648**	**186**	**0.90 – 1.50**	**4.10 – 5.10**
SISMOSTRATO III	**1627**	**234**	***indefinito***	

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata
SISMOSTRATO I	**Terreno vegetale; inferiormente limo;**
SISMOSTRATO II	**Limo sabbioso;**
SISMOSTRATO III	**Argilla;**

Nella tabella sottostante sono indicati i principali parametri elastici ricavati dall'indagine sismica, dove si è indicato con E (modulo di Young), G (modulo di taglio) e K (modulo di incompressibilità) espressi in Kg/cm^2, γ (peso di volume) è espresso in kN/m^3, mentre ν (coefficiente di Poisson) rappresenta un numero adimensionale.

MODULI DINAMICI PROFILO 4			
	Strato 1	**Strato 2**	**Strato 3**
Velocità Onde P (m/s):	**472**	**648**	**1627**
Velocità Onde S (m/s):	**108**	**186**	**234**
Modulo di Poisson:	**0.47**	**0.46**	**0.49**
Peso di volume (KN/m^3):	**17.94**	**17.30**	**19.25**
Peso di volume (g/cm^3):	**1.83**	**1.76**	**1.96**

SPESSORE MEDIO STRATO (m)	1.00	4.00	10.40
MODULO DI YOUNG DINAMICO E_{din} (Kg/cm^2)	641	1812	3268
MODULO DI YOUNG DINAMICO Edin (Mpa o Nmm^2)	63	178	320
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G_{din} (Kg/cm^2)	21	61	108
MODULO DI TAGLIO DINAMICO Gdin (Mpa o Nmm^2)	2	6	11
MODULO DI BULK (K) (Kg/cm^2) (mod. di incompressibilità di volume)	3869	6727	51570
MODULO DI BULK (K) (Mpa o Nmm^2)	379	660	5057
MODULO DI YOUNG STATICO E_{stat} (Kg/cm^2)	77	218	394
POROSITA' % (correlazione Rzhesvky e Novik (1971) (%)	46.34	44.69	35.54
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm^2) (valido per le terre)	408	741	5197
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm^2) (Relazione di Navier)	500	910	6388
RIGIDITA' SISMICA (m/sec · KN/m^3)	1938	3217	4505
Frequenza dello strato	27.00	11.63	5.63
Periodo dello strato	0.04	0.086	0.178
B (Larghezza fondazione in m.)	1.0	1.0	1.0
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in Kg/cm^3)	1.93	7.13	12.37
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in N/cm^3)	18.97	69.92	121.31
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in Kg/cm^3)	0.97	3.57	6.19
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in N/cm^3)	9.48	34.96	60.66

Le risultanze di tale studio sono riportate nell'elaborato "Relazione geofisica"

Fig. 10 – UBICAZIONE PROSPEZIONI GEOFISICHE

Idcalità "Vellagni"

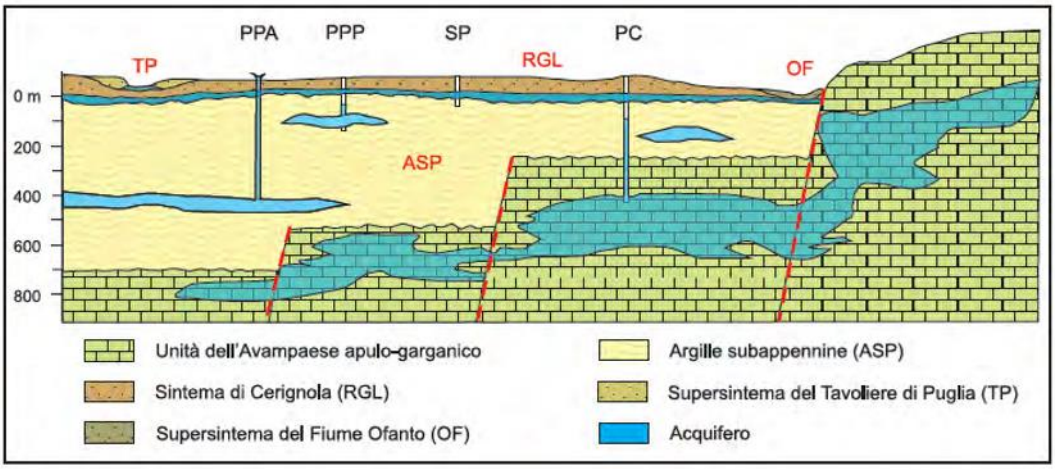
9. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE LOCALI

La particolare situazione stratigrafica e strutturale del Tavoliere porta a riconoscere tre unità acquifere principali situate a differenti profondità (Maggiore et alii, 1996). Procedendo dall'alto verso il basso avremo:

• acquifero fessurato-carsico profondo;
• acquifero poroso profondo;
• acquifero poroso superficiale.

9.1 Acquifero fessurato carsico profondo

L'unità più profonda trova sede nelle rocce calcaree del substrato prepliocenico dell'Avanfossa appenninica ed è in continuità (nel settore sud-orientale) con la falda carsica murgiana. Dato il tipo di acquifero, la circolazione idrica sotterranea è condizionata in maniera significativa sia dalle numerose faglie che dislocano le unità sepolte della Piattaforma Apula che dallo stato di fratturazione e carsificazione della roccia calcarea (GRASSI & TADOLINI, 1992). Nel Foglio "Cerignola" la possibilità di utilizzo di questa risorsa idrica è limitata alle zone dove le unità calcaree si trovano a profondità inferiori a qualche centinaio di metri, in pratica in prossimità del bordo ofantino del Tavoliere (MAGGIORE et alii, 1996; 2004). In prossimità del bordo ofantino l'acquifero fessurato-carsico profondo è alimentato dalle acque del sottosuolo murgiano (GRASSI et alii, 1986), come è anche dimostrato sulla base di dati idrochimici (MAGGIORE et alii, 2004).



Schema idrogeologico del Tavoliere di Puglia adattato al Foglio Cerignola.
Legenda:
PC = acquifero fessurato-carsico profondo
PPP = acquifero poroso profondo in pressione
PPA = acquifero poroso profondo artesiano
SP = acquifero poroso superficiale

Fig. 11 – Sezione idrogeologica schematica del Tavoliere (Maggiore et Alii)

9.2 Acquifero poroso profondo

L'acquifero poroso profondo si rinviene nei livelli sabbioso-limosi e, in minor misura, ghiaiosi, presenti a diverse altezze nella successione argillosa pliopleistocenica (MAGGIORE et alii, 2004). Al momento sono ancora poco note la distribuzione spaziale e la geometria di questi corpi idrici, nonché le loro modalità di alimentazione e di deflusso (COTECCHIA et alii, 1995; MAGGIORE et alii, 1996; 2004). I livelli acquiferi sono costituiti da corpi discontinui di forma lenticolare, localizzati a profondità variabili tra i 150 m e i 500 m dal piano campagna ed il loro spessore non supera le poche decine di metri. Nelle lenti più profonde, si rinvengono acque connate, associate a idrocarburi, che si caratterizzano per i valori piuttosto elevati della temperatura (22-26°C) e per la ricorrente presenza di idrogeno solforato (MAGGIORE et alii, 1996; 2004). La falda è ovunque in pressione e presenta quasi sempre caratteri di artesianità. La produttività dei livelli idrici, pur essendo variabile da luogo a luogo, risulta sempre molto bassa con portate di pochi litri al secondo. In genere, la produttività tende a diminuire rapidamente a partire dall'inizio dell'esercizio del pozzo facendo registrare, in alcuni casi, il completo esaurimento della falda. Ciò dimostra che tali livelli possono costituire soltanto delle limitate fonti di approvvigionamento idrico, essendo la ricarica molto lenta (COTECCHIA et alii, 1995). I tracciati geochimici relativi dalle analisi condotte da MAGGIORE et alii (1996) per le

acque circolanti in questo acquifero, pur evidenziando una notevole variabilità composizionale, mostrano una generale prevalenza dello ione sodio e dello ione bicarbonato mentre calcio, cloruri e solfati sono presenti in concentrazioni più basse. Questo porta a definire la facies idrochimica di queste acque come bicarbonato-sodica. Altra caratteristica è rappresentata dalla bassa salinità totale (< 0,6 g/l), che tende tuttavia ad aumentare in direzione del mare, e della prevalenza dello ione sodio sullo ione cloruro e sullo ione calcio.

9.3 Acquifero poroso superficiale

L'acquifero poroso superficiale si rinviene nei depositi quaternari che ricoprono con notevole continuità laterale le formazioni argillose pleistoceniche. Le stratigrafie dei numerosi pozzi per acqua evidenziano l'esistenza di una successione di terreni sabbioso-ghiaioso-ciottolosi, permeabili ed acquiferi, intercalati da livelli limo-argillosi, a luoghi sabbiosi, a minore permeabilità. I diversi livelli in cui l'acqua fluisce costituiscono orizzonti idraulicamente interconnessi, dando luogo ad un unico sistema acquifero. In linea generale, i sedimenti a granulometria grossolana che prevalgono nelle aree più interne svolgono il ruolo di acquifero, mentre, procedendo verso la costa, si fanno più frequenti ed aumentano di spessore le intercalazioni limoso-sabbiose meno permeabili che svolgono il ruolo di acquitardo. Ne risulta, quindi, che l'acqua circola in condizioni freatiche nelle aree più interne ed in pressione man mano che ci si avvicina alla linea di costa (COTECCHIA, 1956; MAGGIORE et alii, 2004). Anche la potenzialità reale della falda, essendo strettamente legata a fattori di ordine morfologico e stratigrafico, varia sensibilmente da zona a zona. Le acque, infatti, tendono ad accumularsi preferenzialmente dove il tetto delle argille forma dei veri e propri impluvi o laddove lo spessore dei terreni permeabili è maggiore e dove la loro natura è prevalentemente ghiaiosa (CALDARA & PENNETTA, 1993a). Circa le modalità di alimentazione della falda superficiale, un contributo importante proviene dalle precipitazioni. Oltre che dalle acque di infiltrazione, diversi Autori ritengono che al ravvenamento della falda superficiale contribuiscano anche i corsi d'acqua che attraversano aree il cui substrato è permeabile (ZORZI & REINA, 1956; COLACICCO, 1953; COTECCHIA, 1956; MAGGIORE et alii, 1996).

Per le considerazioni su menzionate e per le caratteristiche dei litotipi che insistono nell'area oggetto di studio, questi ultimi rientrano nell'**Acquifero poroso superficiale**. Inoltre, in base ai dati provenienti dalle stratigrafie dei pozzi eseguiti, si evince che i terreni sabbioso-limosi descritti precedentemente, sono caratterizzati da una permeabilità medio-bassa e si impregnano delle acque meteoriche dando luogo ad una falda sotterranea caratterizzata da un gradiente pressocchè nullo. Infatti, in pratica, può essere considerata alla stregua di un bacino sotterraneo in cui l'acqua satura il terreno fino ad una certa quota sotto il piano campagna. Per effetto delle precipitazioni atmosferiche durante il semestre autunno-inverno si ha un innalzamento della falda, seguito durante l'estate da un abbassamento, dovuto soprattutto all'intensa evaporazione causata dalle scarse piogge estive e dalle alte temperature. Tale falda non è unica, ma costituita da diversi bacini idrologici, isolati e indipendenti l'uno dall'altro, che presentano marcate oscillazioni stagionali. Per questo motivo, nella carta idrogeologica si fa riferimento a isofreatiche presunte. Per ciò che concerne le caratteristiche dei terreni, abbiamo una porosità (n) di circa il 35-40%, una porosità efficace (ne) compresa tra il 5 e il 20% ed un coefficiente di permeabilità (k) 10^{-8} e 10^{-9} m/sec (terreni semi-permeabili).

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

10. INTERFERENZA CON IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE

La Regione Puglia, con Delibera n° 230 del 20/10/2009, ha adottato il Piano di Tutela delle Acque ai sensi dell'articolo 121 del Decreto legislativo n. 152/2006, strumento finalizzato al raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici e, più in generale, alla protezione dell'intero sistema idrico superficiale e sotterraneo. Con tale Piano vengono adottate alcune misure di salvaguardia distinte in:

1. Misure di Tutela quali-quantitativa dei corpi idrici sotterranei;
2. Misure di salvaguardia per le zone di protezione speciale idrogeologica;
3. Misure integrative (area di rispetto del canale principale dell'Acquedotto Pugliese).

Si tratta di prescrizioni a carattere immediatamente vincolanti per le Amministrazioni, per gli Enti Pubblici, nonché per i soggetti privati. Inoltre, il perseguimento dell'obiettivo di Tutela quali-quantitativa dei corpi idrici, ha portato all'individuazione di particolari perimetrazioni a Protezione Speciale Idrogeologica, il cui obiettivo è quello di ridurre, mitigare e regolamentare le attività antropiche che si svolgono o che si potranno svolgere in tali aree.

Con riferimento alle cartografie allegate al Piano, l'area in cui sorgerà **il parco eolico NON ricade in nessun tipo di Misura** (Fig. 12).

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

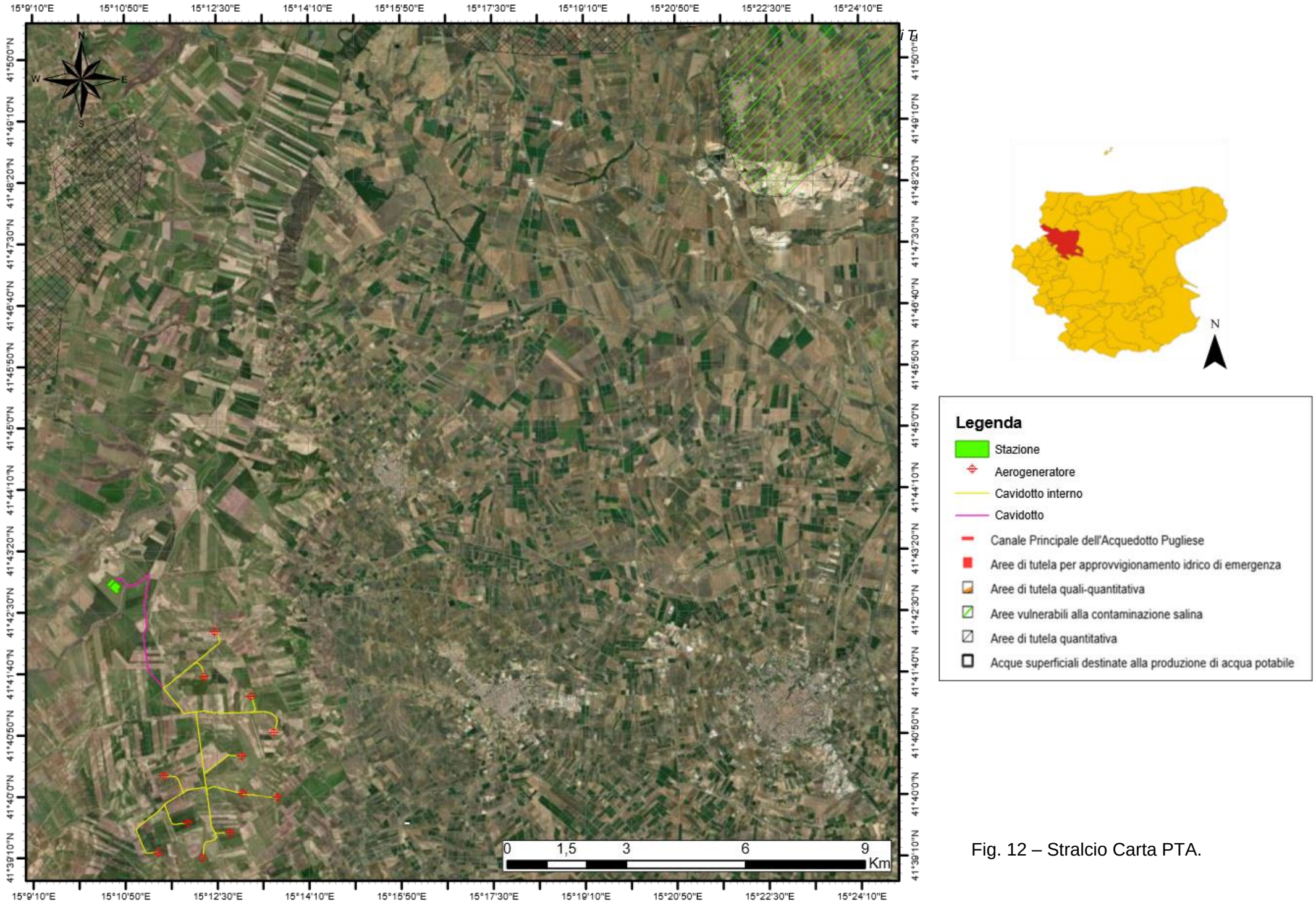


Fig. 12 – Stralcio Carta PTA.

11. ASSETTO IDROGEOLOGICO

Per quanto attiene all'interazione dell'opera con gli strumenti di tutela e di pianificazione territoriale, nell'area è vigente il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), adottato con delibera della Giunta regionale della Puglia n. 39 del 30/11/2005, poi aggiornato, in ultimo, con Delibere del Comitato Istituzionale del 23 settembre 2010. Il Piano, che ha la funzione di eliminare, mitigare o prevenire i maggiori rischi derivanti da fenomeni calamitosi di natura geomorfologica (dissesti gravitativi dei versanti) o di natura idraulica (esondazioni dei corsi d'acqua), individua e perimetra sulla cartografia a scala 1:25.000 le seguenti tipologie d'aree a cui corrisponde una specifica classificazione del rischio e la relativa normativa di riferimento.

AREE A PERICOLOSITA' DA FRANA

- PG3: aree a pericolosità da frana molto elevata
- PG2: aree a pericolosità da frana elevata
- PG1: aree a pericolosità da frana medie e moderata

AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA

- A.P.: aree ad elevata probabilità di inondazione
- M.P.: aree a moderata probabilità di inondazione
- B.P.: aree a bassa probabilità di inondazione

AREE A RISCHIO

- R4: aree a rischio molto elevato
- R3: aree a rischio elevato
- R2: aree a rischio medio
- R1: aree a rischio moderato

Dall'analisi della cartografia tecnica relativa alla perimetrazione P.A.I. redatta dall'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale (Fig. 17), si evince quanto segue:

- l'area oggetto di studio non ricade in alcuna zona a "pericolosità idraulica", così come definito dal PAI della Regione Puglia;
- l'area oggetto di studio non ricade in alcuna zona indicata come "classe di rischio" così come definito dal PAI della Regione Puglia;

- l'area oggetto di studio non ricade in alcuna zona a "pericolosità geomorfologica ed idraulica", così come definito dal PAI della Regione Puglia;
- per quanto concerne il reticolo idrografico, l'area di interesse ricade in zone golenali o di alveo in modellamento attivo, (artt. 6 e 10 NTA del PAI) in quanto è ubicata ad una distanza minore di 150 m dal reticolo idrografico (Fig. 8). In particolare, come mostrato nelle figure seguenti **per le turbine T1, T2, T3, T5, T6, T7, T8, T9, T10 e T12 si necessiterà di uno studio di compatibilità idraulica.**

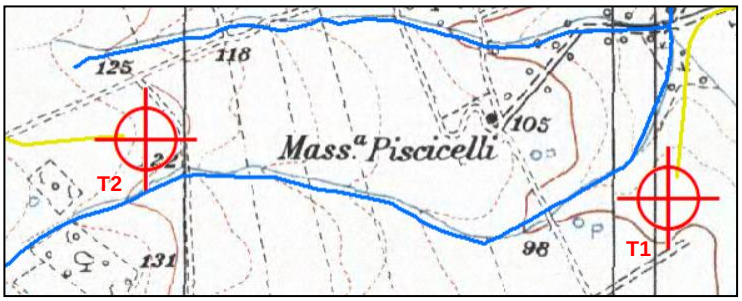


Fig. 13 – Individuazione su cartografia IGM della distanza turbine T1,T2 - reticolo < 150 m

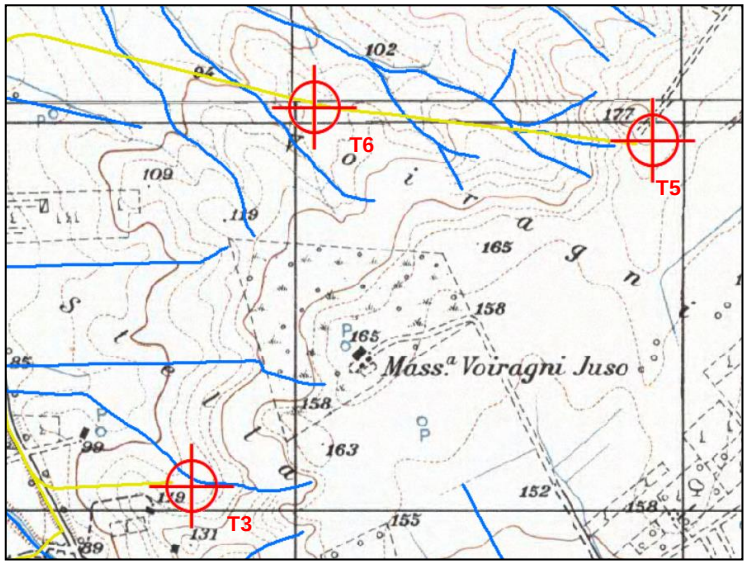


Fig. 14 – Individuazione su cartografia IGM della distanza turbine T3, T5, T6 - reticolo < 150 m

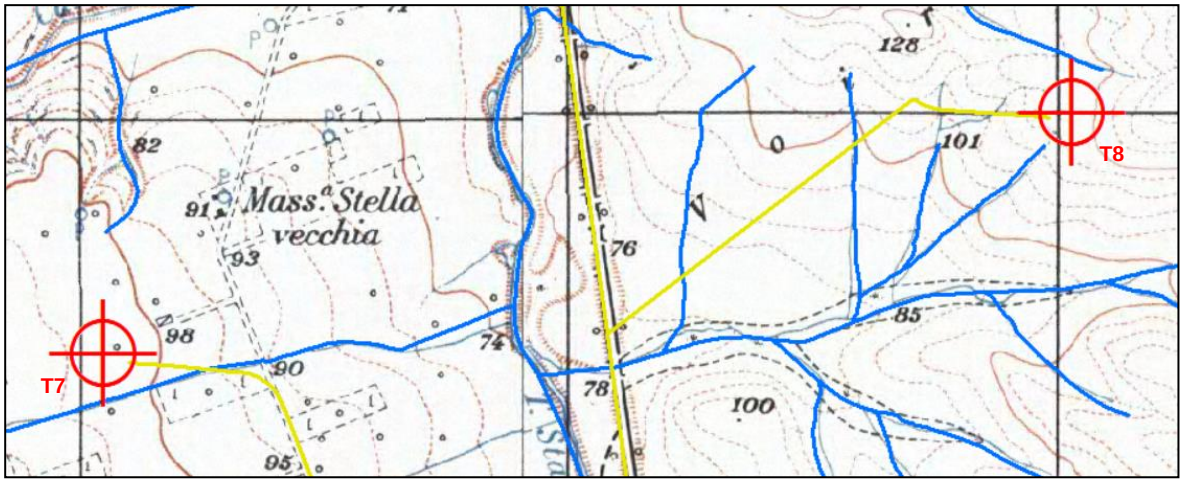


Fig. 15 – Individuazione su cartografia IGM della distanza turbine T7, T8 - reticolo < 150 m

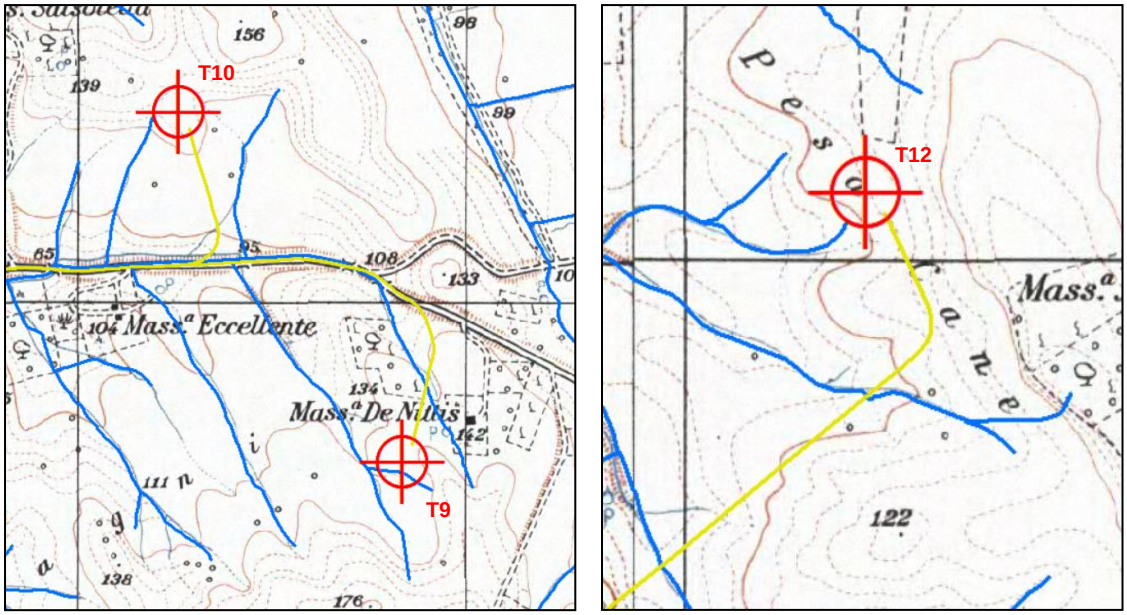


Fig. 16 – Individuazione su cartografia IGM della distanza turbine T9, T10, T12 - reticolo < 150 m

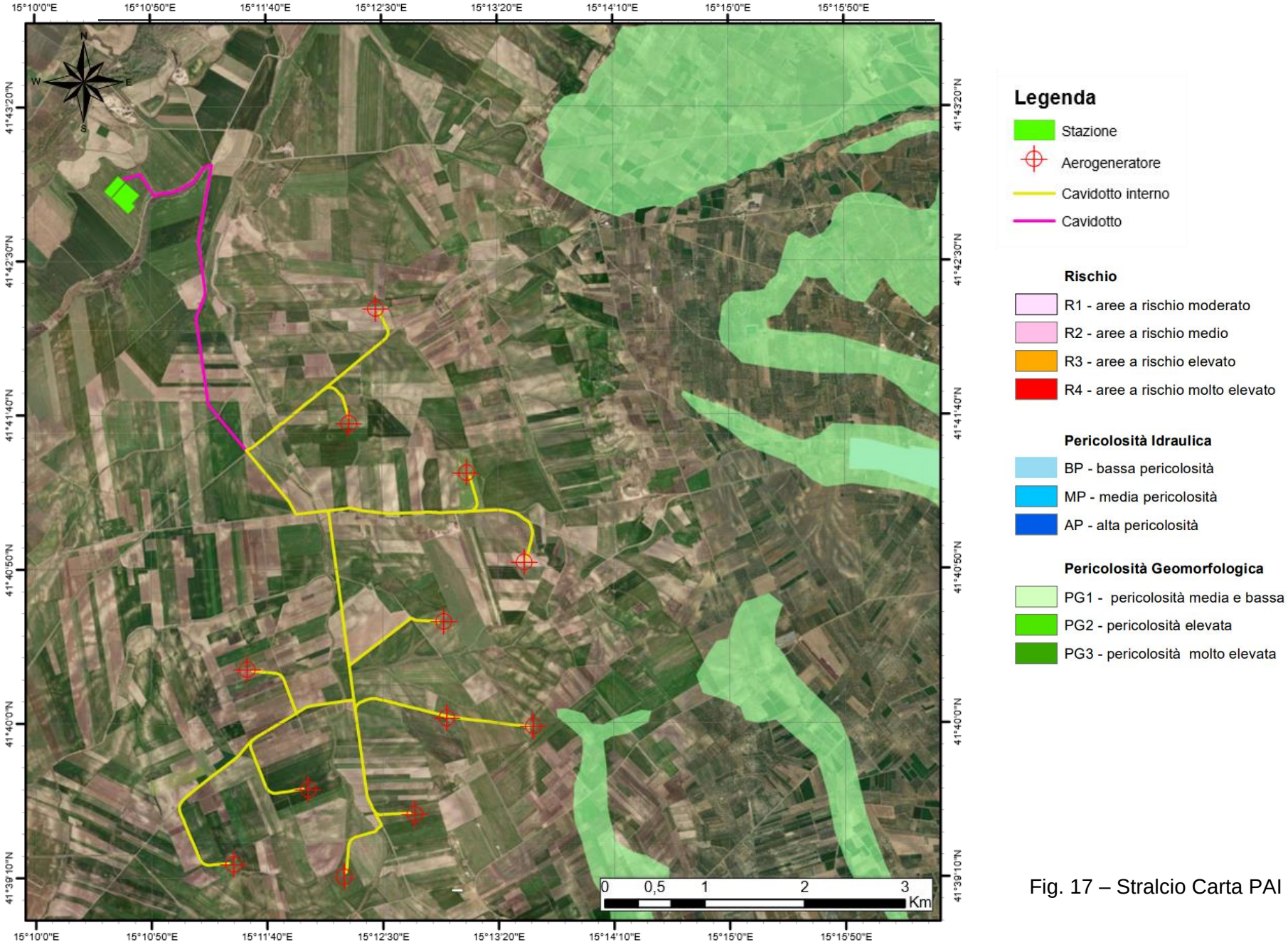


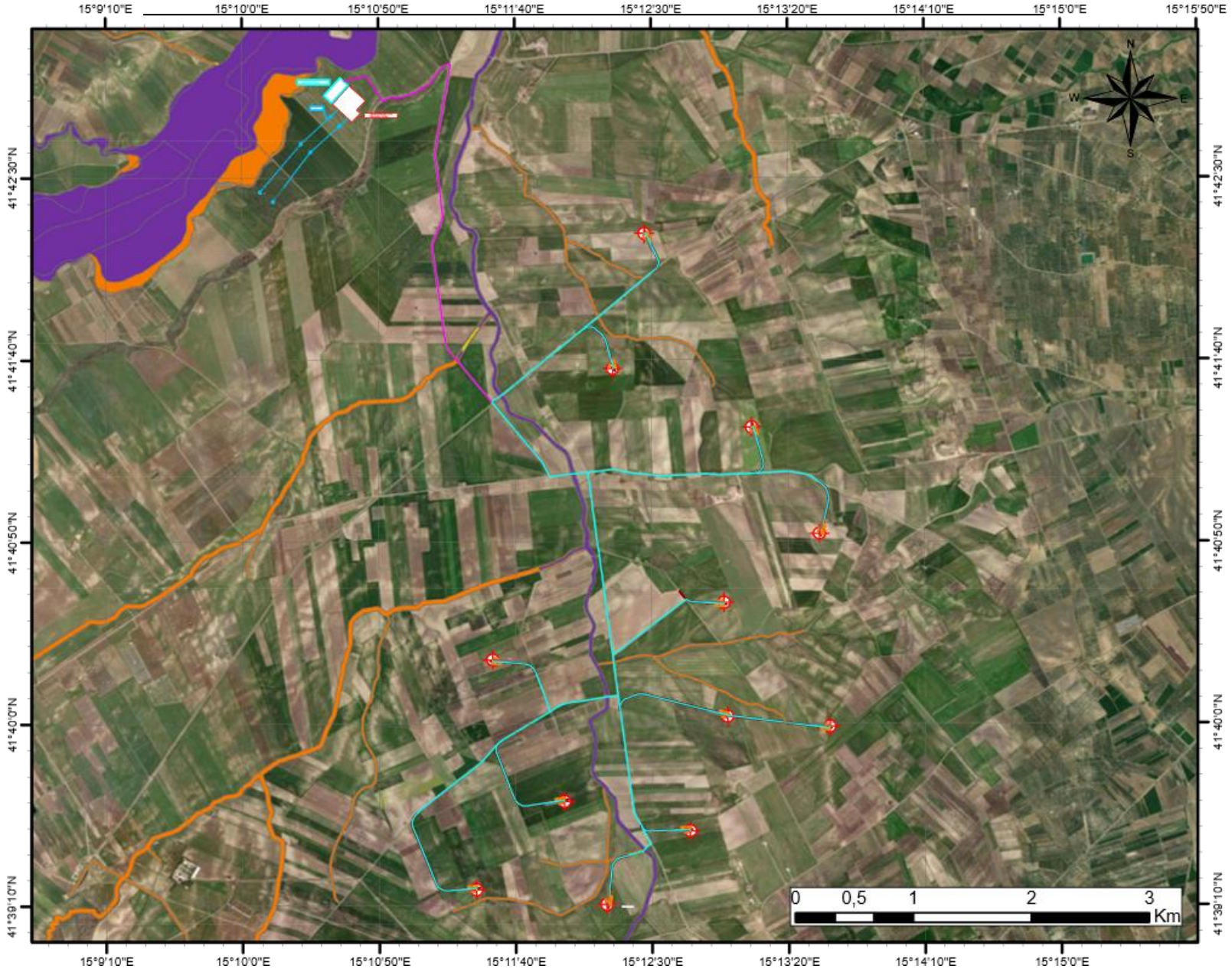
Fig. 17 – Stralcio Carta PAI

12. PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dal d.lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. Le misure del piano si devono concentrare su tre obiettivi principali:

- migliorare nel minor tempo possibile la sicurezza delle popolazioni esposte utilizzando le migliori pratiche e le migliori tecnologie disponibili a condizione che non comportino costi eccessivi;
- stabilizzare nel breve termine e ridurre nel medio termine i danni sociali ed economici delle alluvioni;
- favorire un tempestivo ritorno alla normalità in caso di evento.

Come osservato in precedenza, alcune tratte del cavidotto del Parco oggetto di studio intersecano il reticolo idrografico creando aree a Rischio Alluvione ELAVATO – MOLTO ELEVATO (Fig. 18); pertanto, tale situazione suggerisce comunque di procedere, in fase di progettazione esecutiva, alla verifica puntuale delle condizioni di rischio. La verifica presuppone l'esecuzione di uno studio idraulico dettagliato del bacino sotteso a tale area, per meglio definire i potenziali rischi e individuare adeguate misure di prevenzione.



Scala 1:50 000

Legenda

- Aerogeneratore
- Cavidotto
- Cavidotto interno
- Rischio moderato – R1
- Rischio medio – R2
- Rischio elevato – R3
- Rischio molto elevato – R4

Fig. 18 – Stralcio Carta PGRA

13. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

Il comune di Torremaggiore viene classificato come sismico di II categoria nel 1981 (pubblicazione sulla gazzetta ufficiale n. 79 del 20 Marzo 1981), con un grado di sismicità S = 9, secondo le normative allora vigenti. Nella proposta di classificazione sismica del GNDT del 1998, il comune di Torremaggiore viene nuovamente proposto come sismico di II categoria. In relazione alla pubblicazione della O.P.C.M. 3274/2003, tale area viene classificata come **Zona 2** (riconfermata da O.P.C.M. 3519/2006). Per la zona 2 viene espressamente indicata come accelerazione di picco del terreno (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, valori $0{,}15\ g \leq a_g \leq 0{,}25\ g$, dove "g" indica l'accelerazione di gravità. Per la progettazione di nuovi edifici per la Zona 2, si dovrà fare riferimento ad una accelerazione di picco del terreno pari a $a_g = 0{,}25\ g$. Lo spettro di risposta relativo a tale zona (per i diversi tipi di terreno, secondo la classificazione riportata negli allegati tecnici alla O.P.C.M. 3274) è riportato nella figura seguente.

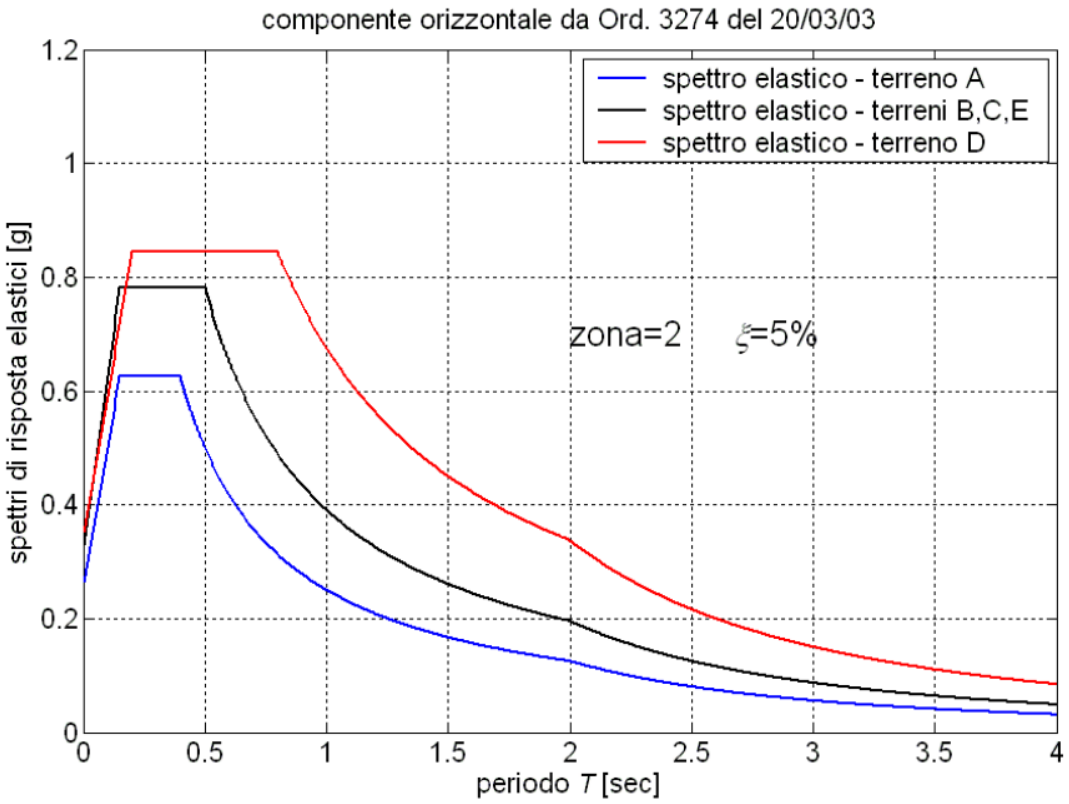


Fig. 19 – Spettri di risposta per zone 2

La tabella che segue è tratta dal ***Database*** **Macrosismico Italiano 2015** (DBMI15, indirizzo web: https://emidius.mi.ingv.it). Questo fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014. L'insieme di questi dati consente inoltre di elaborare le "storie sismiche" di migliaia di località italiane, vale a dire l'elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti.

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
10	1627	07	30	10	50		Capitanata	64	10	6.66
8-9	1646	05	31				Gargano	35	10	6.72
8-9	1657	01	29	02			Capitanata	12	8-9	5.96
NC	1688	06	05	15	30		Sannio	215	11	7.06
7-8	1688	07	23				Capitanata	3	7-8	5.33
6-7	1783	11	15				Tavoliere delle Puglie	1	6-7	4.86
5	1852	12	09	21	15		Gargano	12	5	4.31
4	1894	03	25				Gargano	27	6-7	4.90
2	1905	11	26				Irpinia	122	7-8	5.18
3	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
4	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8	5.35
3	1924	03	26	20	50		Sannio	12	4	4.06
3	1925	07	28	03	33		Tavoliere delle Puglie	6	5	4.20
3	1925	08	25	05	10		Gargano	14	5	4.92
3-4	1927	05	25	02	50		Sannio	54	6	4.98
6	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
3	1931	05	10	10	48	5	Irpinia	43	5-6	4.64
3	1933	03	07	14	39		Irpinia	42	6	4.96
4	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9	5.90
4-5	1937	12	15	21	25		Tavoliere delle Puglie	16	4-5	4.58
NF	1955	02	09	10	06		Gargano	31	6-7	5.05
3-4	1956	09	22	03	19	3	Gargano	57	6	4.64
4	1962	01	19	05	01	2	Gargano	31	5	4.42
6	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
4	1967	06	17	15	42	5	Gargano	16	5	4.46
3	1971	05	06	03	45	0	Irpinia	68	6	4.83
5	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
4	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
3	1988	04	26	00	53	4	Adriatico centrale	78		5.36
4-5	1989	03	11	21	05		Gargano	61	5	4.34
NF	1990	02	01	06	24	1	Isole Tremiti	27		4.43
4-5	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
NF	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
5-6	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6	5.15
3-4	1995	10	05	23	51	5	Gargano	20	5	3.95
3	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
5	1996	11	10	23	23	1	Tavoliere delle Puglie	55	5-6	4.35
5	2001	07	02	10	04	4	Tavoliere delle Puglie	60	5	4.26

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5	2002	10	31	10	32	5	Molise	51	7-8	5.74
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	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44
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
4-5	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64
NF	2006	10	04	17	34	2	Adriatico centrale	98	4-5	4.30

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
San Paolo di Civitate	31	6
San Severo	68	7

Tabella dei terremoti più significativi che hanno interessato il territorio di Cerignola (fonte I.N.G.V.)

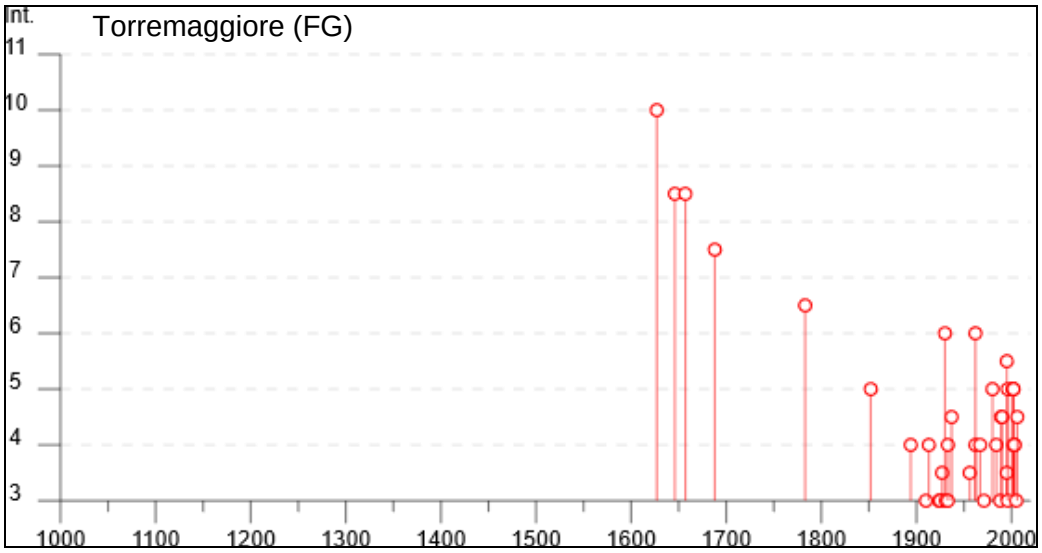


Fig. 20 – Diagramma della storia sismica limitatamente ai terremoti con intensità uguale o maggiore di 5 (MCS)

Come si vede dalla precedente tabella, il territorio attorno al comune di Torremaggiore si caratterizza con una pericolosità sismica "medio-alta"; si ha testimonianza di eventi, con epicentri relativamente prossimi al comune, anche totalmente distruttivi (evento avvenuto in Capitanata nel 1627) caratterizzati da una magnitudo elevata per il territorio italiano (Ms=7,0). La figura seguente riporta i valori di accelerazione di picco del terreno

caratterizzata da una probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (INGV nel 2004 - O.P.C.M. 3519/2006).

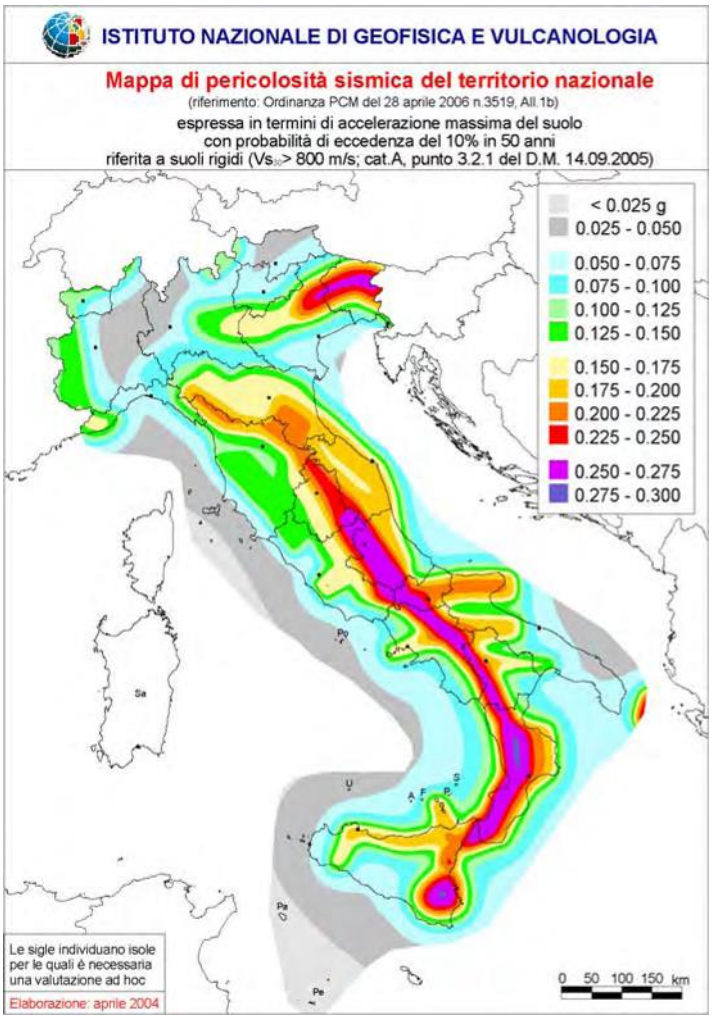


Fig. 21 – Accelerazione di picco del terreno caratterizzata da probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni (INGV)

Come si riporta nella figura seguente, dove è ben visibile il territorio comunale di Torremaggiore, viene confermata, con valori puntuali, una accelerazione massima del terreno, attesa con una probabilità pari al 10 % in 50 anni riferita a suoli rigidi caratterizzati da Vs30 > 800 m/s, compresa fra 0,175 e 0,225 g, che caratterizza il territorio del comune di Torremaggiore come soggetto ad una pericolosità sismica "medio-alta"; si vede inoltre che nel centro abitato di Torremaggiore, viene individuata, sempre con valori puntuali, una accelerazione massima del terreno, attesa con una probabilità pari al 10 % in 50 anni riferita a suoli rigidi caratterizzati da Vs30 > 800 m/s, compresa fra 0,200 e 0,225 g, che

caratterizza il centro abitato di Torremaggiore come soggetto ad una pericolosità sismica "alta".

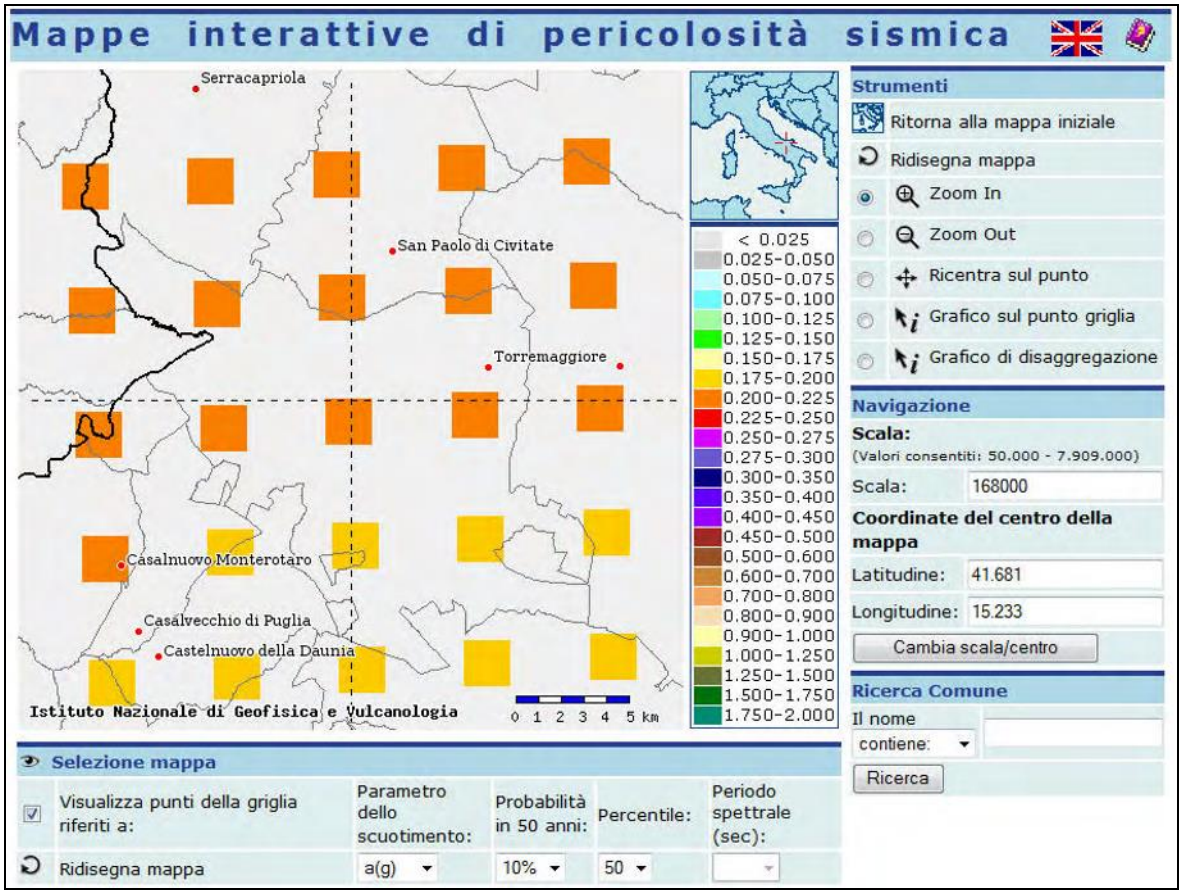


Fig. 22 – Mappa di pericolosità sismica; valori dell'accelerazione massima del suono (probabilità di superamento del 10 % in 50 anni riferita a suoli rigidi caratterizzati da Vs30 > 800 m/s)

Il D.M. 14/01/2008 ha introdotto una nuova modalità di valutazione dell'intensità dell'azione sismica da tener conto nella fase di progettazione dei fabbricati, basata non più su una mappa sismica "classica" suddivisa in categorie o zone, bensì su un reticolo di riferimento, creato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, consultabile interattivamente sul sito web dell'I.N.G.V. La grande novità consiste nel non avere più delle aree perfettamente confinate; il nuovo sistema di mappatura suddivide infatti l'intero territorio nazionale in riquadri, di lato pari a 10 km, in cui a ciascun vertice, tramite un segnale colorato, è attribuito un valore di accelerazione sismica a_g prevista sul suolo, definita come parametro dello scuotimento, da utilizzare come riferimento per la

valutazione dell'effetto sismico da applicare all'opera di progetto, secondo le procedure indicate nello stesso Decreto Ministeriale. Nell'immagine seguente è contenuta la rappresentazione sul reticolo di riferimento del particolare delle Regioni Puglia e Basilicata. Nella figura s'individua immediatamente la suddivisione in riquadri del territorio, i segnali colorati posti sui vertici ed i relativi intervalli di valori di a_g. L'impiego del reticolo di riferimento consente una caratterizzazione sismica dei siti molto più dettagliata e particolareggiata che in passato, anche se costringe i progettisti, per la valutazione del valore di picco dell'accelerazione sismica, in primo luogo, ad accedere al reticolo tramite le coordinate (longitudine e latitudine) del punto ove è localizzata l'opera e, soprattutto, ad eseguire le previste procedure di interpolazione, visto che è alquanto improbabile che la struttura di progetto ricada precisamente su un vertice dei quadrati costituenti il reticolo. Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

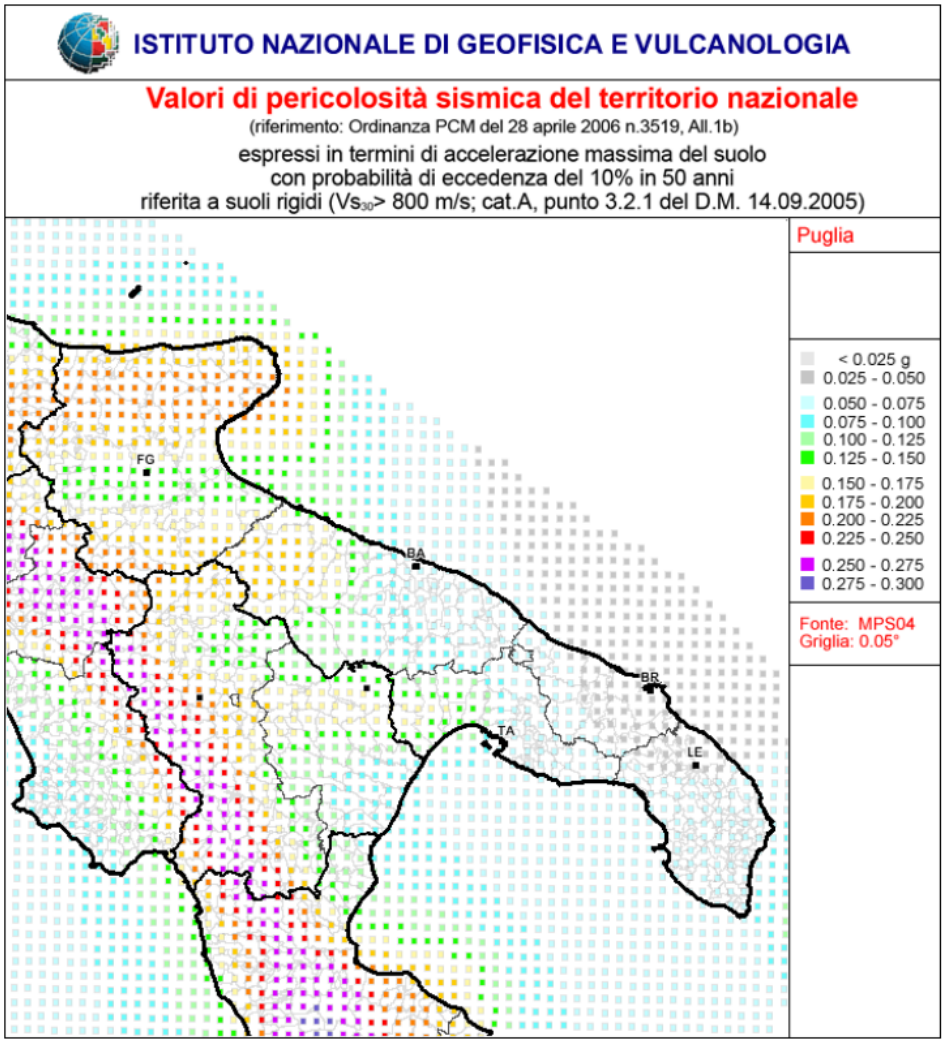


Fig. 23 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se (T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito. Ai fini della normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- "a_g" accelerazione orizzontale massima al sito;

- "Fo" valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- "Tc*" periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Geostru-PS è il *software* utilizzato per il calcolo dei parametri sismici secondo le NTC 2018 e la Circolare Ministeriale n. 617 del 2 febbraio 2009. Il software, attraverso l'inserimento della latitudine e della longitudine, individua la posizione del punto nel reticolo di riferimento, determinando le grandezze (a_g, F0, Tc*) nei nodi e, successivamente tramite una interpolazione, i valori nel punto di interesse. Nella versione 1.4 di Geostru PS, all'interpolazione secondo media ponderata, è stata aggiunta l'interpolazione bilineare (ovvero superficie rigata) per ridurre gli effetti della discontinuità tra le maglie *(room effect)*, come previsto dalla Circolare Ministeriale del febbraio 2009.

Sito in esame (Fig. 24):
latitudine: 41,692156 [°]
longitudine: 15,224545 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 30 [anni]

Fig. 24 – Dettaglio del reticolo di riferimento con individuazione del sito d'intervento

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 30 anni

Coefficiente cu: 1,0

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.058	2.469	0.280
Danno (SLD)	35	0.063	2.476	0.284
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.178	2.481	0.333
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.237	2.453	0.343
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

Coefficienti sismici

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,44	1,35
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,59	1,51	1,49
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

(I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati)*

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.017	0.019	0.061	0.090
kv	0.009	0.009	0.031	0.045
Amax [m/s²]	0.851	0.924	2.507	3.139
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

14. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO ALL'INTERNO DEL PARCO EOLICO

La caratterizzazione sismica dell'area oggetto di studio ai sensi delle NTC 2018, finalizzata alla determinazione della categoria di sottosuolo, oltre che ai moduli elasto-dinamici, è stata eseguita mediante prospezioni sismiche a rifrazione con onde P e prospezioni Masw. La descrizione delle indagini è riportata in allegato al presente rapporto ("Relazione geofisica").

In sintesi, le indagini e le conseguenti elaborazioni delle informazioni raccolte hanno consentito di classificare il suolo nelle aree di indagine:

MASW SR 1 - Vs30 = Vseq = 312 m/s Categoria di suolo C

MASW SR 2 - Vs30 = Vseq = 314 m/s Categoria di suolo C

MASW SR 3 - Vs30 = Vseq = 262 m/s Categoria di suolo C

MASW SR 4 - Vs30 = Vseq = 279 m/s Categoria di suolo C

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

Per l'attribuzione della categoria del suolo di fondazione, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

CATEGORIE SUOLI DI FONDAZIONE	
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 di 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e 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 fine 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 terreni a grana fine 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 e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.*

15. GESTIONE DI TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il trasporto con mezzi eccezionali dei vari elementi che compongono gli aerogeneratori comporterà l'ammodernamento della sede stradale. Per la demolizione e successiva costruzione di opere funzionali all'impianto sarà necessario effettuare movimenti di terra che richiedono un'adeguata gestione del materiale rimosso. I movimenti di terra previsti per la costruzione del parco eolico avverranno durante le operazioni di:

- ammodernamento della sede stradale (necessarie per garantire il recapito dei vari elementi che comporranno gli aerogeneratori);
- realizzazione di nuovi tratti di viabilità a servizio dell'impianto;
- realizzazione di cavidotti interrati;
- costruzione di opere di fondazione alla base delle torri;
- costruzione di nuove piazzole.

Le nuove opere verranno realizzate limitando al minimo i movimenti di terra, utilizzando la viabilità esistente e prevedendo sugli stessi interventi di adeguamento, migliorativi dello stato esistente.

Al fine di ottimizzare la gestione dei materiali movimentati all'interno del cantiere, si prevede di realizzare i nuovi rilevati stradali utilizzando esclusivamente materiale rinveniente dagli scavi. L'utilizzo di materiale vergine proveniente da cave è previsto esclusivamente per la realizzazione dello strato di fondazione e per la finitura delle opere stradali. Per quanto riguarda il terreno vegetale movimentato, questo verrà temporaneamente accantonato e, al termine delle operazioni di installazione/costruzione, riutilizzato per il rinverdimento delle aree afferenti alle piazzole dismesse nonché delle scarpate e delle trincee.

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

16. CONCLUSIONI

Il presente rapporto è stato redatto a supporto del progetto relativo a: *"Progetto definitivo di un Parco Eolico composto da n. 12 aereogeneratori di potenza nominale pari a 6,0 MW, da ubicarsi in agro del comune di Torremaggiore (FG) – località "Voiragni - Stella Nuova" e delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili da ubicarsi in agro".* Dallo studio effettuato emerge quanto segue:

- L'area rilevata ricade prevalentemente all'interno della Formazione: **Argille di Montesecco ($Q^{C}P^{2}$)** – trattasi di argille siltoso-sabbiose, giallastre in superficie per alterazione, con intercalazioni sabbiose più frequenti alla sommità della formazione. Nella parte media della formazione è possibile la presenza di banche di sabbia potenti qualche decina di metri. Il loro spessore è di difficile valutazione per la mancanza del letto o del tetto: dai dati di perforazione si desume che sia pari circa a 700 metri. Esse formano il substrato impermeabile di tutto il territorio e sono affioranti lungo le valli del F.Fortore e del T.Staina; inoltre sono state rilevate anche alla base delle dorsali di Fiorentino e Montedoro. Il contenuto dei minerali argillosi è del 40%, mentre il valore medio dei carbonati è del 31%. Presentano una plasticità medio-alta e forte impermeabilità. Tale formazione nella parte superiore presenta abbondante macrofauna prevalentemente a lamellibranchi. La formazione è databile al Pliocene medio – Calabriano;
- La zona interessata dall'intervento non rientra nelle aree classificate a pericolosità geomorfologica ed idraulica; tuttavia, nella fase successiva **dovrà essere condotto uno studio idraulico nelle aree di intersezione cavidotto-reticolo ed uno studio di compatibilità idraulica per le turbine T1, T2, T3, T5, T6, T7, T8, T9, T10 e T12, in quanto esse ricadono nella fascia di rispetto < 150 m** (artt. 6 e 10 NTA del PAI)**;**
- Per quanto concerne la definizione dell'azione sismica di progetto, così come stabilito dal D.M. 17/01/2018, il terreno di fondazione esaminato viene ad inquadrarsi nell'ambito della **Categoria 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";*
- Dal punto di vista geomorfologico e geotecnico, in prospettiva sismica ed in relazioni alle condizioni globali dei terreni, si conferma la fattibilità geologica delle opere in progetto in

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)

ottemperanza delle normative vigenti; tuttavia, **la scelta ed il dimensionamento delle opere di fondazione da adottare per la realizzazione degli impianti in progetto, dovranno essere effettuate in sede di progettazione esecutiva, solo dopo aver effettuato una campagna di indagini geognostiche (dirette e/o indirette) in situ per ogni singola torre eolica, con prelievo di campioni di rocce e terre da sottoporre ad analisi di laboratorio.**

In conclusione, dalle informazioni precedentemente esposte, si evince che l'area esaminata è idonea nei riguardi dell'esecuzione dell'opera in progetto.

Cerignola, luglio 2023

dott.ssa Antonella Marinelli

dott.ssa geol. Antonella Marinelli
Via Labia, 12 - Cerignola (FG)