

STUDIO DI GEOLOGIA

del Geologo Massimo Grieco
Uff.: Via V. Gioberti, 17/19
Ab.: Via S. Quasimodo, 4
71042 - CERIGNOLA
Cell.: 3317691768
E-mail: mxgrieco@libero.it
C.F.: GRCMSM70T04C514I
P.IVA.: 03021750710

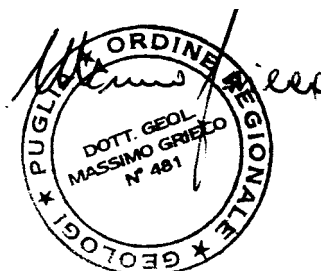
COMUNE DI CERIGNOLA (FG)

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO DI UN PALAZZETTO DELLO SPORT

COMMITTENTE
COMUNE DI CERIGNOLA

IL GEOLOGO
dott. Massimo Grieco



Cerignola, 20/03/2017

INDICE

1. PREMESSA	2
2. UBICAZIONE DELL'AREA	3
3. ESAME DEI VINCOLI DI TIPO GEOLOGICO ED IDRAULICO	5
3.1 COMPATIBILITA' CON IL P.A.I.	5
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	7
4.1 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	7
4.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE.....	7
4.3 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE.....	10
5. INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO	12
5.1 PIANO E DESCRIZIONE DELL'INDAGINE	12
6. MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE.....	14
6.1 ANALISI GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA	14
6.2 CARATTERI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI.....	17
7. MODELLAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE	19
8. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	20
8.1 SUBSIDENZA.....	20
8.2 CARATTERI SISMICI	21
8.3 MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO	23
8.4 STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO.....	24
8.5 VERIFICA DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE	27
8.6 PRESENZA DI FAGLIE SISMOGENETICHE ATTIVE	27
9. CONCLUSIONI	27

1. PREMESSA

Su incarico e per conto dell'Amministrazione Comunale di Cerignola (FG) è stata eseguita la presente indagine geologica preliminare relativa al progetto di un Palazzetto dello Sport da realizzare in Cerignola, C.so Scuola Agraria.

In base alla normativa di settore (D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 – Regolamento di esecuzione ed attuazione del D. Lgs 12 aprile 2006 n. 163 “ Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture) il progetto preliminare dal punto di vista geologico-geotecnico deve contenere gli studi necessari per un’adeguata conoscenza del contesto in cui è inserita l’opera, corredati da dati bibliografici, accertamenti ed indagini preliminari, relazioni ed elaborati grafici, atti a pervenire ad una completa caratterizzazione del territorio ed in particolare delle aree impegnate (art. 17).

Tra gli elaborati progettuali della progettazione preliminare devono essere presenti la relazione geologica e geotecnica (relazioni specialistiche) dove, oltre ad essere riportati l'esito delle indagini geologiche e geotecniche di prima approssimazione (Art. 18), si devono trattare gli argomenti relativi alla geologia, alla geotecnica ed alla sismica (Art. 19) da approfondire nella successiva fase della progettazione definitiva/esecutiva (artt. 26-28-35).

Lo studio, finalizzato alla ricostruzione del modello geologico preliminare del sottosuolo è redatto in ottemperanza al D.M. 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche sulle costruzioni) - e alla Circolare 2 febbraio 2009 n° 617 del C.S.LL.PP, in modo da riconoscere e descrivere, il più oggettivamente possibile, le criticità ed i pericoli di natura geologica eventualmente presenti nell'area da approfondire nelle successive fasi di progettazione definitiva/esecutiva.

2. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area oggetto di studio è ubicata alla periferia orientale del centro abitato di Cerignola, C.so Scuola Agraria. Dal punto di vista cartografico la zona, distinta in Catasto al F. 276 p.lla 579 (in parte), ricade nella Tavoletta IGM 175 I – NE “Cerignola” in scala 1:25.000 (Fig.1) e nell'elemento 422123 della Carta Tecnica Regionale (Fig.2).

Al fine della caratterizzazione delle azioni sismiche di cui al paragrafo 3.2 della normativa (NTC 2008), le coordinate del baricentro del sito oggetto dell'intervento sono le seguenti (la sigla ED50 si riferisce all'ellissoide di riferimento adottato per la carta di pericolosità dell'INGV):

Latitudine: ϕ_{ED50} 41,262148 - Longitudine : λ_{ED50} 15,921517

Nel sistema UTM WGS84 fuso 33N diventano:

Latitudine (m) : 4568158 - Longitudine (m): 577124

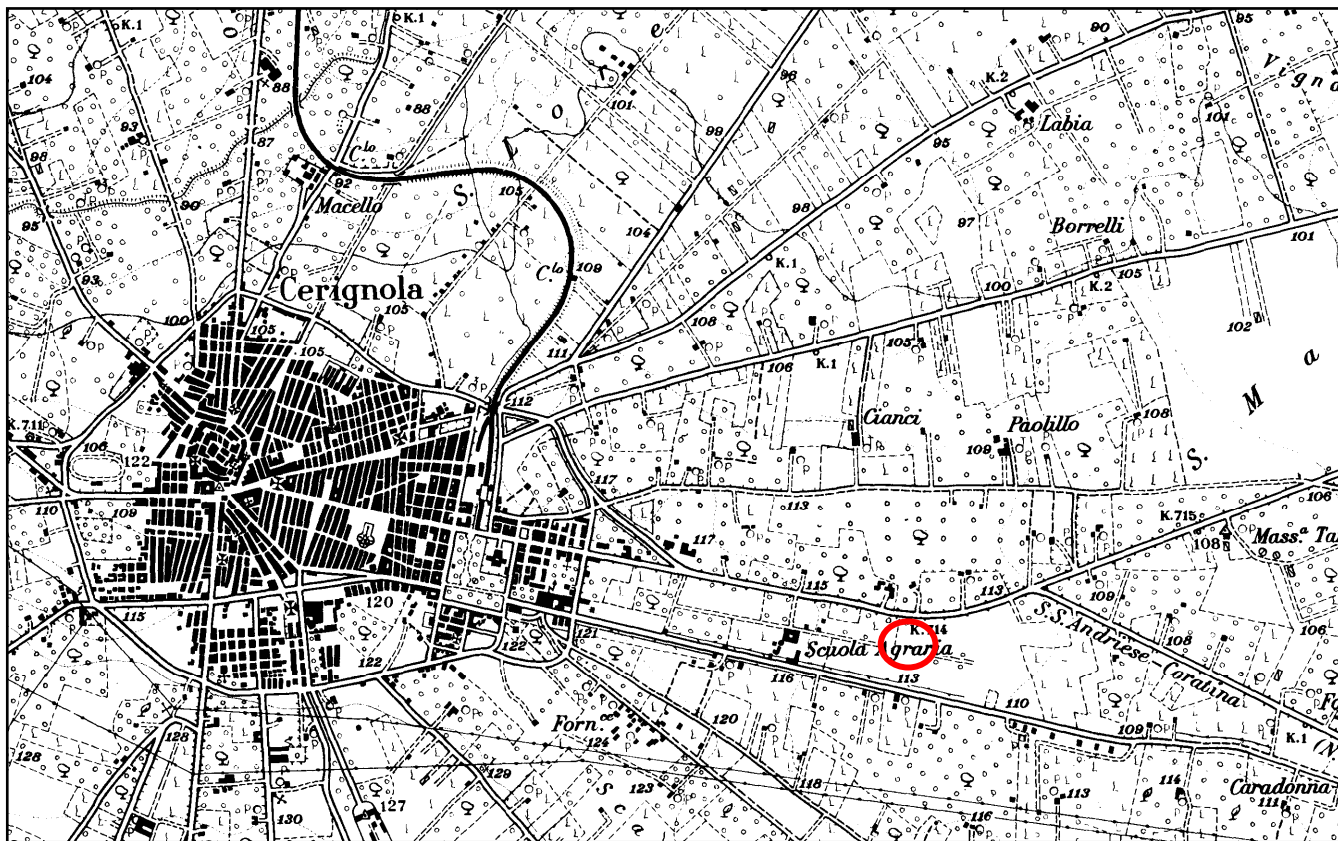
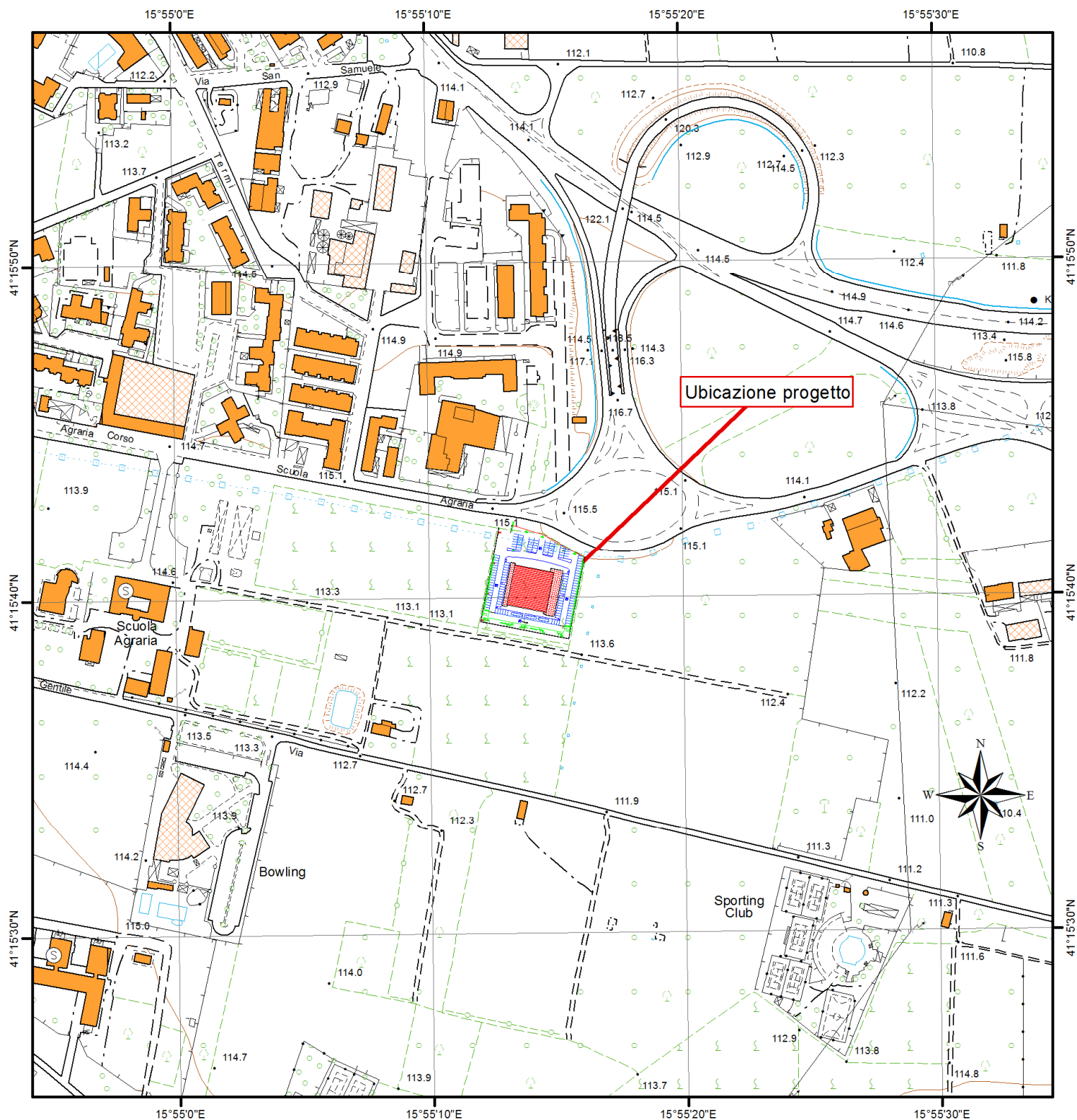


Fig.1 – Stralcio Tavoletta IGM 175 I – NE “Cerignola” - scala 1:25.000



0 62,5 125 250
Metri
scala 1:5.000

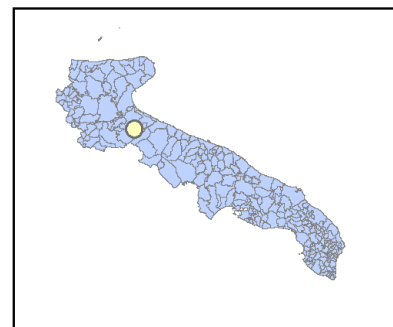


Fig. 2 – stralcio C.T.R. elemento 422123

3. ESAME DEI VINCOLI DI TIPO GEOLOGICO ED IDRAULICO

3.1 COMPATIBILITA' CON IL P.A.I.

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.), approvato 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 in 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

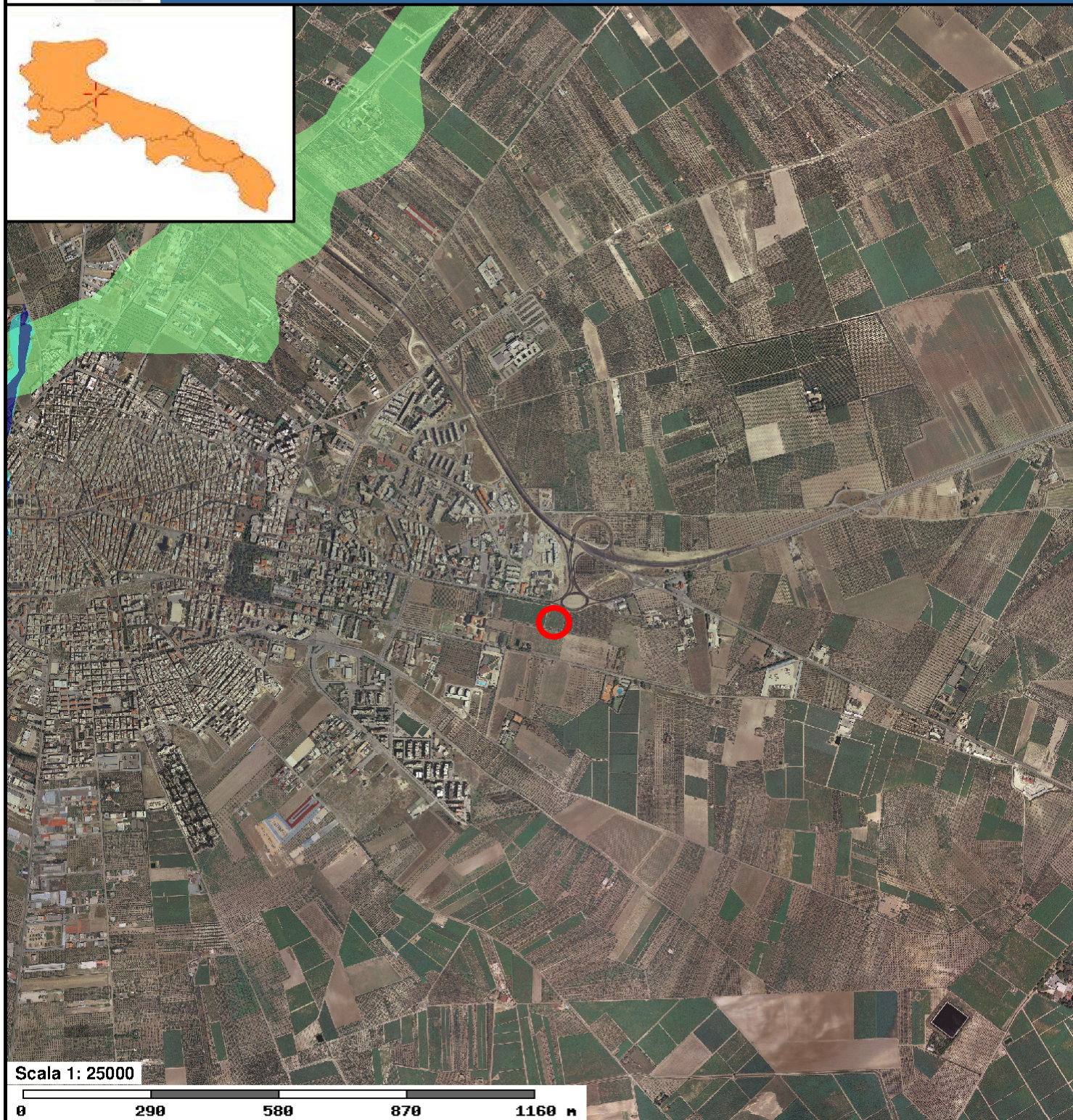
AREE A RISCHIO

- 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 della Regione Puglia, si evince quanto segue:

- l'area oggetto di studio non ricade in alcuna zona a "pericolosità geomorfologica ed 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;
- per quanto concerne il reticolo idrografico, l'area di che trattasi non ricade in zone golenali o di alveo in modellamento attivo, (artt. 6 e 10 NTA del PAI) in quanto è ubicata ad una distanza maggiore di 150 m dal reticolo idrografico.

Non si rilevano pertanto motivi ostativi in materia di rischio idrogeologico.



Pericolosità e Rischio

Peric. Geomorf.

- media e moderata (PG1)
- elevata (PG3)

Peric. Idraulica

- bassa (BP)
- alta (AP)

Ubicazione intervento

elevata (PG2)

media (MP)

Cartografia di base

Fig. 3 – stralcio P.A.I.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Dal punto di vista geologico il sito s'inserisce nel settore meridionale del medio-basso Tavoliere di Puglia, le cui caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche generali vengono sintetizzate nei paragrafi che seguono.

4.1 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

La pianura del Tavoliere, certamente la più vasta del Mezzogiorno, è la seconda pianura per estensione nell'Italia peninsulare dopo la pianura padana. Essa si estende tra i Monti Dauni a ovest, il promontorio del Gargano e il mare Adriatico a est, il fiume Fortore a nord e il fiume Ofanto a sud. Questa pianura ha avuto origine da un originario fondale marino, gradualmente colmato da sedimenti sabbiosi e argillosi pliocenici e quaternari, successivamente emerso. Attualmente si configura come l'involuppo di numerose piane alluvionali variamente estese e articolate in ripiani terrazzati digradanti verso il mare debolmente inclinati, separati fra loro da scarpate più o meno elevate orientate subparallelamente alla linea di costa attuale. La continuità di ripiani e scarpate è interrotta da ampie incisioni con fianchi ripidi e terrazzati percorse da corsi d'acqua di origine appenninica che confluiscono in estese piane alluvionali che per coalescenza danno origine, in prossimità della costa, a vaste aree paludose, solo di recente bonificate.

Procedendo verso il mare questo tratto del Tavoliere è contraddistinto da una serie di otto ripiani disposti a quote differenti e comprese tra 350.0 m e 5.0 m s.l.m.m. Ogni ripiano è bordato da una scarpata che pur se di modesto dislivello può essere seguito con continuità su fronti estesi. I terreni che costituiscono questa "piana" sono costituiti da ghiaie, sabbie ed argille di origine alluvionale sovrapposti a sedimenti clastici in facies neritica. Altra caratteristica di questa porzione territoriale è data dal reticolo idrografico costituito da corsi d'acqua generati sulla stessa piana e che scorrono secondo una direzione ortogonale alla linea di costa fino all'altezza di Cerignola, dove subiscono una rotazione verso Nord legata con tutta probabilità a recenti fasi di sollevamento differenziato.

4.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

In riferimento alla nuova Carta Geologica d'Italia F.422 "Cerignola" in scala 1:50.000 (Fig.4), nell'area di intervento si distinguono le seguenti formazioni procedendo dall'alto verso il basso:

a) Sintema di Cerignola – Sabbie di Torre Quarto (STQ)

L'unità è costituita da "sabbie medie e fini di colore giallo ocra a luoghi ben cementate in strati di spessore variabile da pochi centimetri a 50 centimetri con intercalazioni di livelli centimetrici e decimetrici di argille e silt di colore giallastro a luoghi marnose". Tali sedimenti contengono localmente, nella parte più superficiale, una crosta evaporitica di natura calcarea, la cui genesi sarebbe riconducibile al clima fortemente arido e alla risalita capillare. Lo spessore massimo è di 55 m, mentre l'età è riferibile al Pleistocene medio.

b) Sabbie di Monte Marano - (SMM)

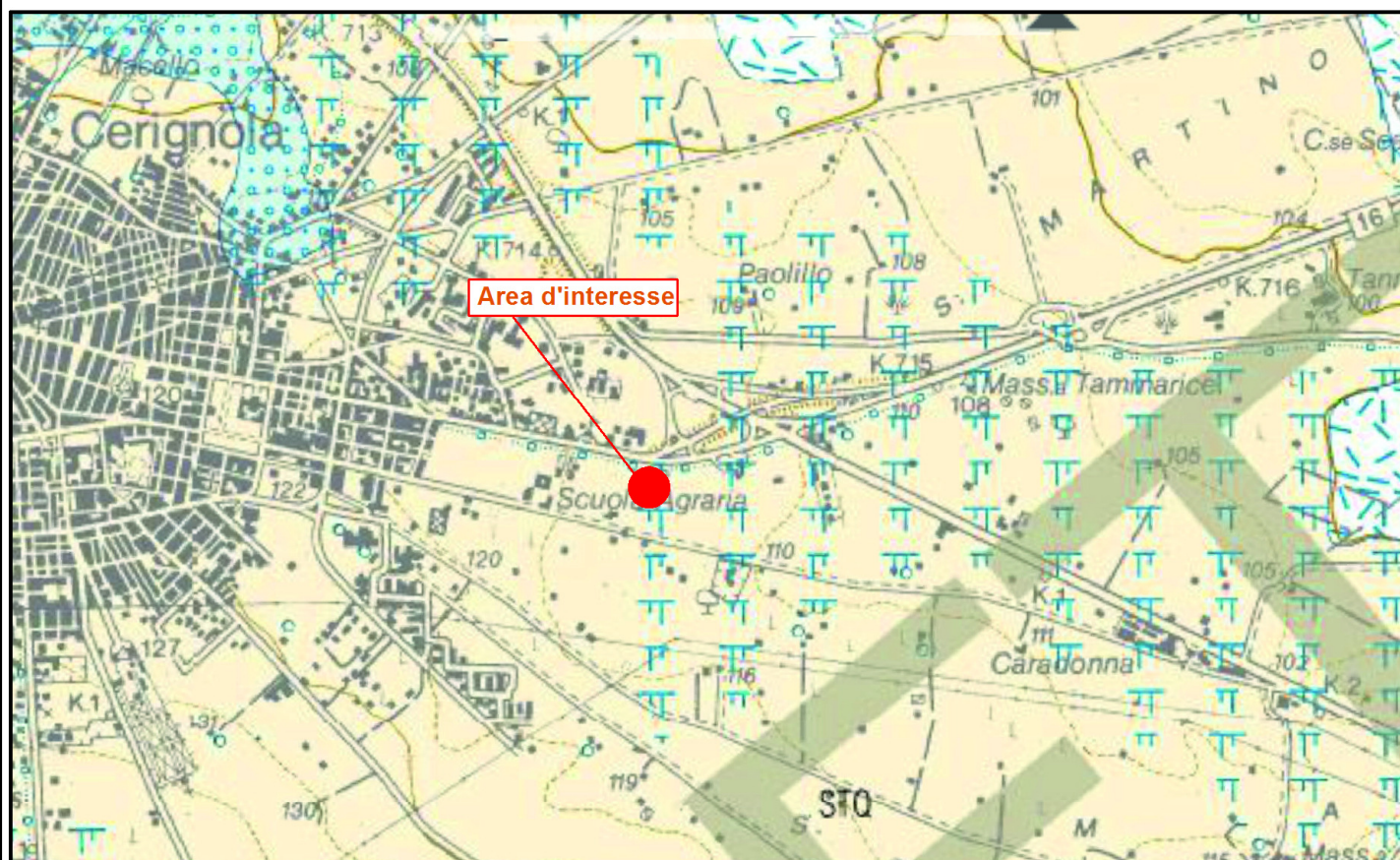
Da un punto di vista litologico la formazione è costituita da sabbie gialle e giallo ocra medio fini per nulla o poco cementate, con intercalazioni di sabbie più grossolane in tratti poco potenti e con sottili intercalazioni argillose. Soltanto verso l'alto queste sabbie assumono un determinato grado di cementazione presentando anche una stratificazione più marcata e passaggi ad arenarie tenere.

Le Sabbie di Monte Marano presentano spessori variabili man mano che ci si sposta da ovest verso est; sono permeabili in quanto porose e pertanto consentono un rapido assorbimento delle acque meteoriche. L'età è riferibile al Pleistocene.

c) Argille subappennine - (ASP)

Le sabbie di Monte Marano poggiano sulle "Argille subappennine". Si tratta di argille e argille marnose grigio-azzurre con intercalazioni sabbiose. Lo spessore massimo della formazione supera i 1000 m mentre l'età è riferibile al Pliocene superiore. I termini fin qui descritti poggiano su depositi calcarenitici e calcari della Piattaforma carbonatica Apula.

Il basamento calcareo dolomitico del mesozoico, che costituisce l'ossatura fondamentale del Tavoliere, ha prevalentemente una struttura a Horst e Graben, originata da un sistema di faglie appenniniche, parallele alla faglia marginale del Gargano. In senso trasversale a detta direttrice, all'incirca parallela al corso del fiume Ofanto, un notevole sprofondamento da faglie, individuato in direzione Trinitapoli-Melfi, contribuisce alla formazione di un ampio gradino fra le ultime propaggini nord-occidentali delle Murge e il basamento mesozoico del Tavoliere. In base a quanto precedentemente esposto, le Argille subappennine si rinvencono nel Tavoliere fino ad una profondità variabile da 300 a 1.000 m sotto il piano campagna.



Legenda

Metri
0 150 300 600
SCALA 1:25.000

- Coltre eluvio-colluviale**
Depositi costituiti da sedimenti fini massivi e clasti eterometrici localmente stratificati di colore marroncino a luoghi tendenti al rossastro, derivanti dal ruscellamento superficiale di acque non incanalate e da alterazione in posto di sedimenti sabbiosi e conglomeratici. Lo spessore varia da pochi metri a 5-6 m in funzione della morfologia del substrato. **OLOCENE**
- Depositi Palustri**
Depositi argillosi-sabbiosi di colore bruno nerastro con abbondante frazione organica nei livelli pelitici; raramente si rinvencono livelli costituiti da ciottoli di piccole dimensioni subarrotondati. Lo spessore varia da pochi metri fino a 7-8 metri. **OLOCENE**
- SUBSISTEMA DELLE MARANE LA PIDOCCHIOSA - CASTELLO**
RPL₃ Depositi ghiaioso sabbioso-limosi. A sud prevalgono facies ghiaiose, mentre a Nord, prevalgono le facies sabbioso-limosi. Sono sopraelevati di pochi metri rispetto all'alveo attuale in aree inondabili. Lo spessore massimo è di 25-30 metri. **OLOCENE**
- SUBSISTEMA DI MASSERIA TORRICELLI**
RPL₂ Depositi sabbioso-limosi con rari livelli ghiaiosi e argilloso-limosi; i ciottoli sono di piccole e medie dimensioni ben arrotondati. Lo spessore è di circa 10 metri. **PLEISTOCENE SUPERIORE-OLOCENE**
- SUBSISTEMA DELL'INCORONATA**
RPL₁ Depositi sabbiosi con intercalazioni di livelli argillosi-limosi e ghiaiosi; questi ultimi normalmente alla base; i ciottoli sono di piccole e medie dimensioni ben arrotondati. Lo spessore è di 5-6 metri **PLEISTOCENE SUPERIORE-OLOCENE**
- SISTEMA DI CERIGNOLA - SABBIE DI TORRE QUARTO**
STQ Sabbie medie e fini di colore giallo ocre a luoghi generalmente poco cementate in strati di spessore variabile da pochi centimetri a 50 centimetri con intercalazioni di livelli centimetrici e decimetrici di arenarie, argille e silt di colore giallastro a luoghi marnose; lo spessore massimo è di 55 m. **PLEISTOCENE MEDIO**
- CONGLOMERATI DI ORDONA**
ODN Conglomerati clasto sostenuti e matrice-sostenti massivi a stratificazione orizzontale ed obliqua, caratterizzati da frequenti lenti sabbiose a stratificazione piano parallela o incrociata. Lo spessore massimo è di circa 20 metri. **PLEISTOCENE MEDIO**

Sovrasseggni tessiturali

- | | | | |
|---------|-----------------|------------------|-----------------------------|
| Argilla | Sabbia e ghiaia | Argilla e ghiaia | Stratificazione orizzontale |
| Sabbia | Sabbia e limo | Limo e ghiaia | Contatto stratigrafico |
| | | | Faglia diretta sepolta |
| | | | Cava riempita |
| | | | Calcrete |

Fig. 4 – Stralcio Carta Geologica d'Italia F. 422

4.3 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

In relazione alle caratteristiche stratigrafico-strutturali dell'area e in funzione della profondità, si identificano tre unità acquifere principali [Maggiore et alii, 1996]:

Dall'alto verso il basso si distinguono:

- Acquifero poroso superficiale, la cui falda ha sede nei livelli sabbioso–ghiaiosi dei depositi marini e alluvionali del Pleistocene sup.– Olocene.
- Acquifero poroso profondo, situato in corrispondenza delle lenti sabbiose intercalate alle argille plio-pleistoceniche.
- Acquifero fessurato–carsico profondo, situato in corrispondenza del substrato carbonatico pre–pliocenico.

Acquifero poroso superficiale

Si viene a formare nella porzione più superficiale del sottosuolo negli estesi depositi marini e alluvionali quaternari, che ricoprono con continuità le argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche. La falda idrica si rinviene a modeste profondità dal piano campagna, variabili da zona a zona e può essere ripartita su più livelli. Trattasi di un acquifero articolato, costituito da alternanze irregolari di strati ghiaiosi, sabbiosi, argillosi e argilloso-limosi con diverso grado di permeabilità. La presenza di livelli argillosi impermeabili intercalati, in configurazione lenticolare, consente in ogni caso l'interconnessione idraulica tra i vari livelli acquiferi, per cui i caratteri della circolazione idrica sono riferibili a un'unica falda, molto eterogenea, frazionata su più livelli. L'acquifero è sostenuto dalle argille grigio-azzurre impermeabili di base e la potenza dello stesso è variabile tra i 25 e 50 m, talora superiore, solo nelle aree più interne si riscontrano valori inferiori a 25 m. Specifici studi di carattere idrogeologico indicano che la morfologia della superficie piezometrica del territorio è notevolmente influenzata da quella del substrato impermeabile.

Orientativamente si evidenzia che i corpi sedimentari a granulometria più grossolana (di maggiore permeabilità) prevalgono nelle aree di alta pianura e, man mano verso la costa, la presenza d'intercalazioni argilloso-limose (scarsamente permeabili) aumenta sia come spessore sia in frequenza. Cosicché nella fascia pedemontana la falda circola liberamente, mentre, nella parte mediana e bassa e in pressione, in condizioni di artesiane. La particolare configurazione litostratigrafica è tale che le zone di maggiore alimentazione sono quelle dove affioramento i depositi più grossolani, adatti ad assorbire buona parte delle acque meteoriche, destinandole alla circolazione idrica sotterranea.

La superficie piezometrica si rinviene a circa 250 m s.l.m. nelle zone più interne e degrada fino alla costa con gradienti compresi tra 0,15% e 0,25%. La risalienza e la soggiacenza della falda idrica aumentano di norma man mano che si procede verso la costa dove la qualità dell'acqua risente degli effetti dell'intrusione marina. La produttività dell'acquifero varia sensibilmente da zona a zona. La maggiore resa dei pozzi e quindi le maggiori portate specifiche (1-3 l/s) oltre che dalle condizioni di alimentazione, è strettamente dipendente dallo spessore e dalle caratteristiche granulometriche degli strati acquiferi e dalla configurazione della superficie di fondo della falda, realizzandosi delle locali depressioni del substrato argilloso.

Acquifero poroso profondo

L'acquifero poroso profondo, plio-pleistocenico, è situato in corrispondenza degli strati sabbioso-limosi e localmente ghiaiosi intercalati alla successione argillosa dell'avanfossa. I livelli acquiferi sono rappresentati da corpi discontinui di forma lenticolare, dello spessore di pochi metri, alternati a strati argillosi impermeabili spessi anche alcune decine di metri.

La falda è in pressione ovunque e di solito presenta forti caratteri di artesianità. Le reali caratteristiche di questo sistema acquifero sono poco conosciute, soprattutto riguardo alla geometria e distribuzione spaziale dei corpi acquiferi, alla connessione idraulica tra i diversi livelli e con le altre falde del Tavoliere, alle modalità di alimentazione e di deflusso.

I livelli utilizzati, captati di norma per uso irriguo, sono localizzati a profondità variabili tra 150 m e 500 m dal p.c.; nei livelli sabbiosi più profondi la possibilità di rinvenimento di acque dolci utilizzabili è fortemente condizionata dall'esistenza di acque connate, associate ad accumuli d'idrocarburi. Le stesse acque estratte dai pozzi presentano caratteri chimici peculiari e la loro fuoriuscita in superficie è spesso accompagnata da un forte odore di H₂S.

Acquifero fessurato-carsico profondo

Dal Candelaro, procedendo verso ovest, l'acquifero carbonatico mesozoico del Gargano risulta ribassato a gradinata da sistemi di faglie dirette, a direzione appenninica e antiappenninica, che originano nel substrato un'articolata struttura ad horst e graben. L'interesse pratico per questo acquifero è limitato alle zone dove il substrato è situato a profondità inferiori a qualche centinaio di metri, quali si riscontrano nella fascia pedegarganica del Tavoliere. Questa limitazione è giustificata dal fatto che procedendo verso la parte mediana dell'avanfossa, con la profondità del substrato aumenta notevolmente il contenuto salino delle acque che passano da valori tipici di acque di

origine meteorica, più o meno contaminate dagli apporti marini, a valori e chimismo caratteristici delle acque connate associate ai giacimenti di idrocarburi. Le acque di falda circolano nelle rocce carbonatiche del substrato e sono confinate sotto la successione argillosa o di livelli poco fratturati delle stesse rocce calcaree. La circolazione idrica risente delle caratteristiche idrauliche dell'acquifero, variabili da zona a zona in funzione del grado di fessurazione e carsismo della roccia. Le modalità di deflusso della falda sono anche influenzate dalla presenza delle numerose faglie del substrato che determinano direttrici di deflusso preferenziali.

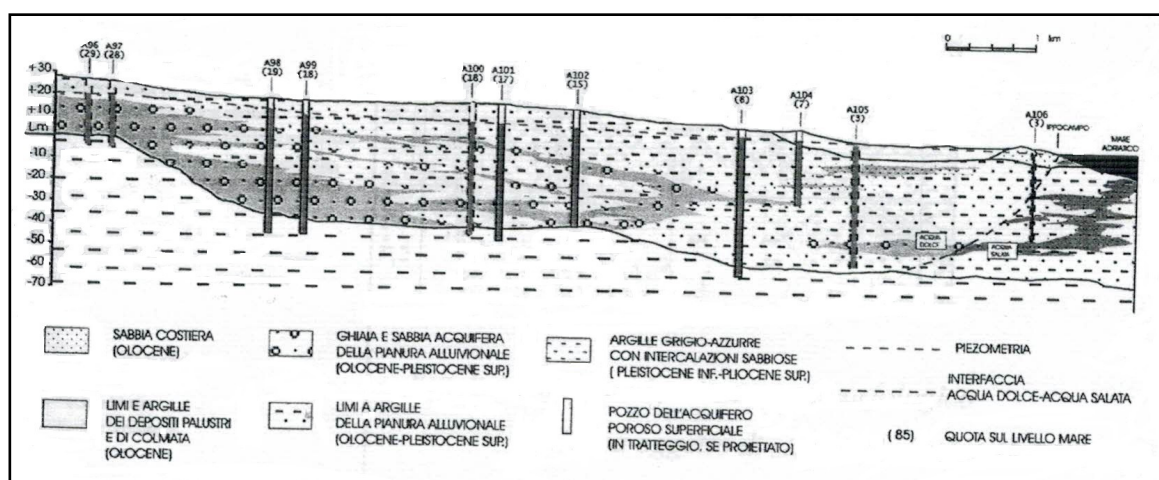


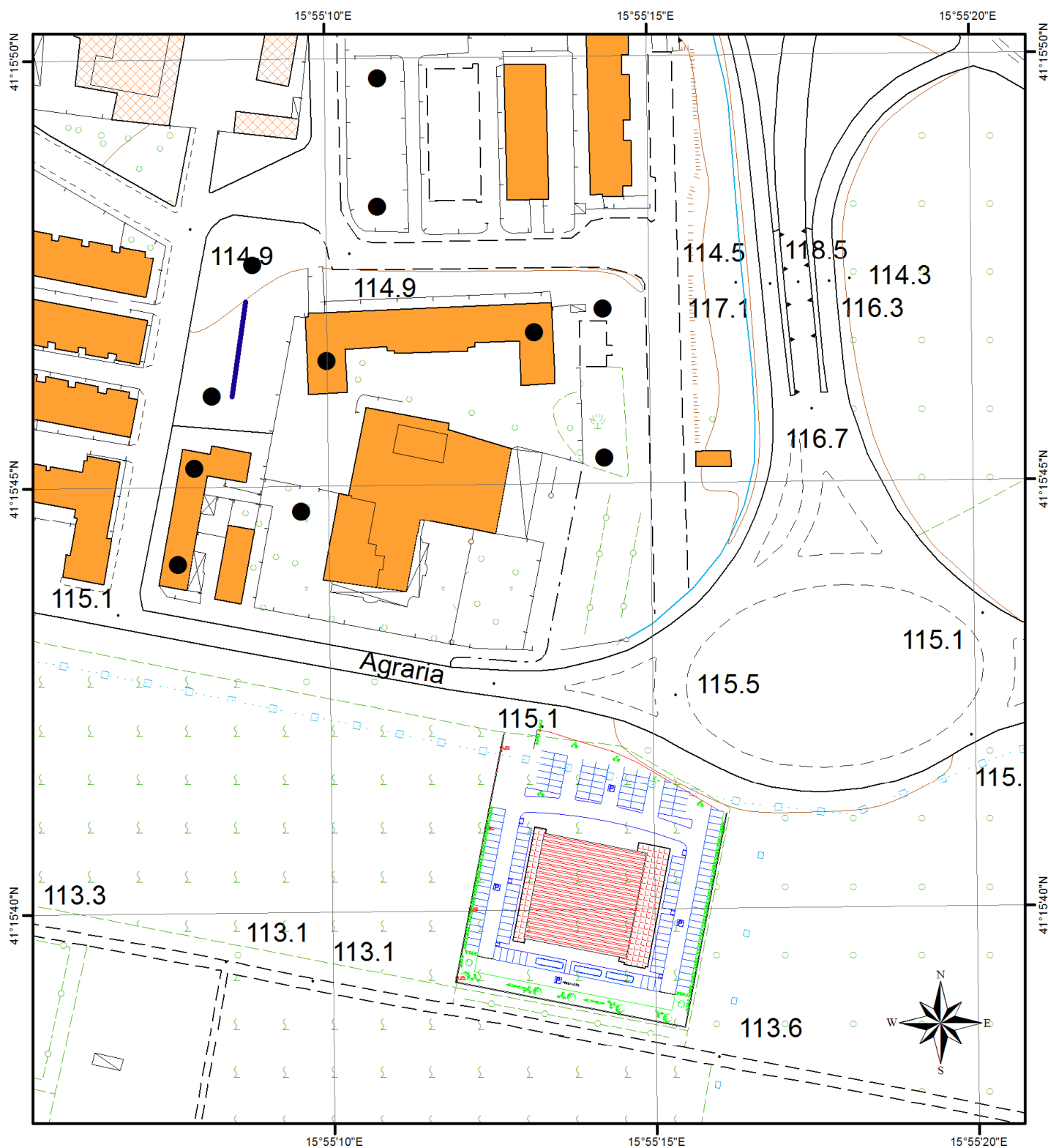
Fig. 5 - sezione idrogeologica schematica del Tavoliere (*Maggiore et Alii*)

5. INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

5.1 PIANO E DESCRIZIONE DELL'INDAGINE

Il modello geologico e geotecnico è stato definito grazie alle seguenti informazioni:

- note illustrative della Carta geologica d'Italia in scala 1:50.000 realizzato dall'ISPRA (ril. *Caldara, Capolongo, Del Gaudio, De Santis, Pennetta, Maiorano, Simone, Vitale*, anno 2012);
- pubblicazioni scientifiche sugli stessi sedimenti affioranti;
- rilevamento di superficie comprendente l'individuazione e l'analisi delle unità litostratigrafiche presenti, delle lineazioni morfologiche, nonché delle eventuali aree di dissesto;
- dati geologici e geotecnici acquisiti dallo scrivente nel corso dell'attività professionale svolta negli anni nel Comune di Cerignola, con particolare riferimento a n.11 sondaggi geognostici storici effettuati per la Costruzione di diversi edifici residenziali ubicati nei lotti del Piano di Lottizzazione Settore Centro Sud (Fig.6).



Legenda

● Sondaggio geognostico

— Profilo sismico Masw

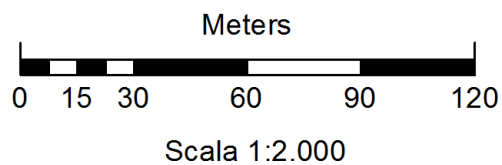


Fig. 6 – Stralcio C.T.R. con ubicazione indagini

6. MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

6.1 ANALISI GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

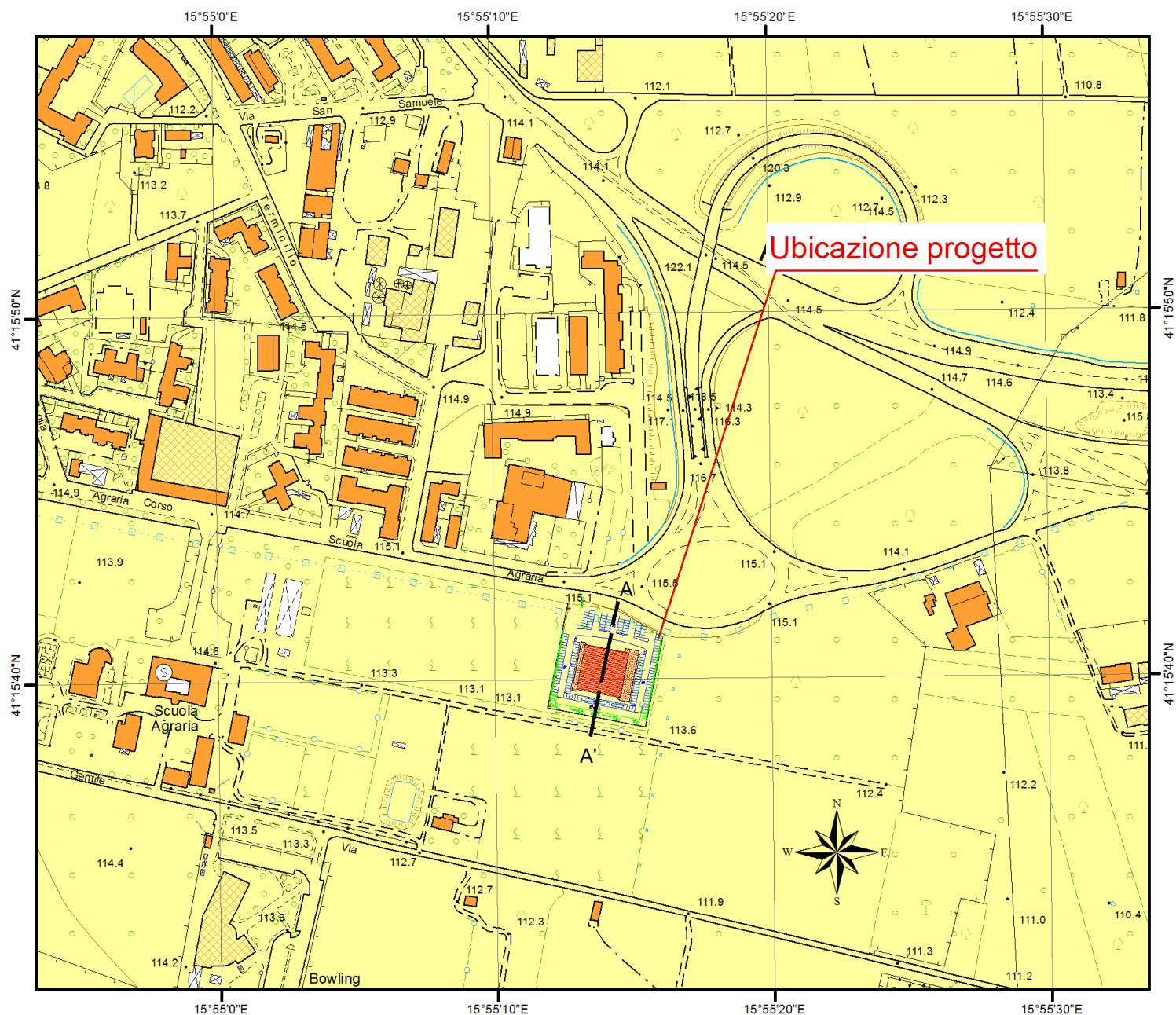
L'area, quotata a 113 m circa s.l.m., è contraddistinta da morfologia subpianeggiante con pendenza media del 1,7 % circa verso Sud. La morfologia della zona, unitamente alle caratteristiche geologiche, escludono ogni forma di dissesto geomorfologico in atto e/o potenziale, pertanto la zona può essere definita stabile.

Il rilevamento geologico dell'area di intervento e le ricostruzioni lito-stratigrafiche derivate dalle indagini geognostiche in zona (Fig.6), hanno consentito il raggiungimento di una sufficiente definizione del quadro litologico del sottosuolo in esame. Le caratteristiche stratigrafiche possono essere così riassunte:

da 0 a 1.00 m : terreno vegetale

“ 1.00 “ 6.00 “ : sabbie fini di colore giallo ocra a luoghi cementate in strati di pochi centimetri con intercalazioni di livelli centimetrici e decimetrici di argille e silt di colore giallastro. Tali sedimenti contengono, nella parte più superficiale, una crosta evaporitica di natura calcarea spessa 20 -30 cm e/o concrezioni calcaree

“ 6.00 “ 10.00 “ : argilla limosa dura giallastra e grigiastra con intercalazioni di lenti e strati sabbiosi.



Legenda

- 422_orli_terrazzo_morfologico
- 422_cigli_sponda_fluviale
- 422_ripe_erosione_fluviale
- 422_argini
- Corso d'acqua
- Corso d'acqua episodico
- Corso d'acqua obliterato
- Corso d'acqua tombato

422_litologia

- Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica
- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa

A ——— A'

Traccia della sezione geologica interpretativa

0 50 100 200

scala 1:5.000

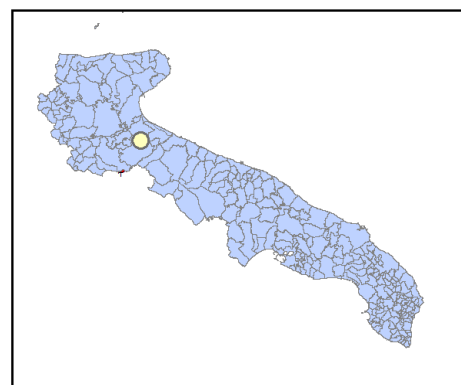
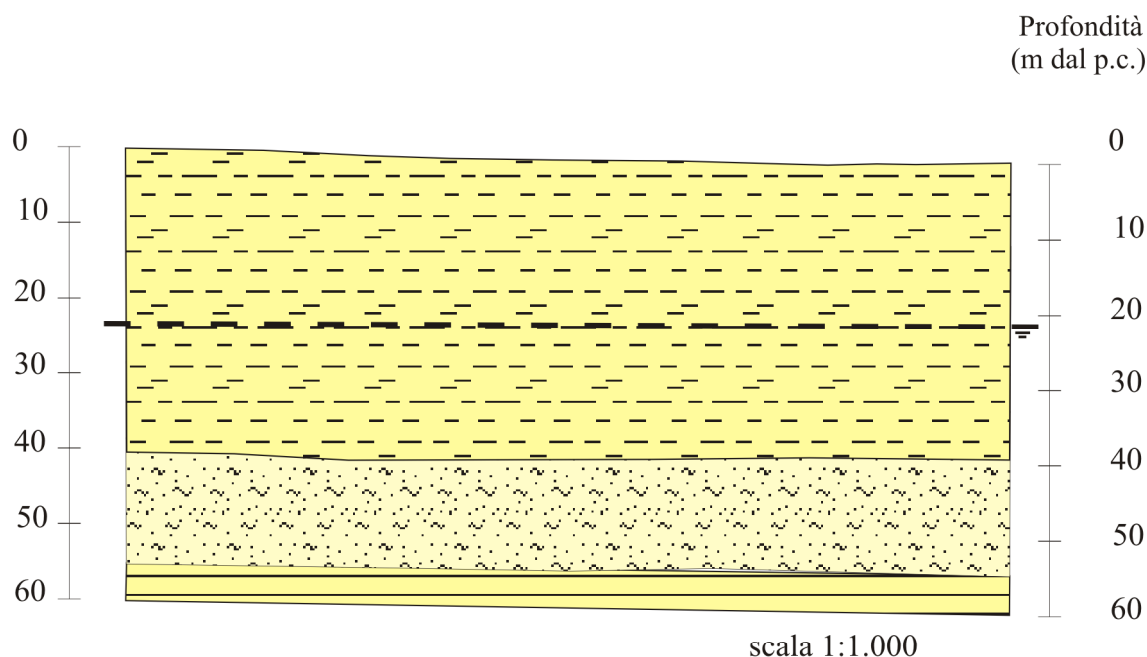


Fig. 7 – Carta Idrogeomorfologica



LEGENDA



Sintema di Cerignola Sabbie di Torre Quarto (STQ)

Sabbie medie e fini di colore giallo ocra a luoghi ben cementate in strati di spessore variabile da pochi centimetri a 50 centimetri con intercalazioni di livelli centimetrici e decimetrici di argille e silt di colore giallastro a luoghi marnose



Sabbie di Monte Marano (SMM)

Sabbie gialle e giallo ocra medio fini per nulla o poco cementate, con intercalazioni di sabbie più grossolane in tratti poco potenti e con sottili intercalazioni argillose



Argille subappennine (ASP)

Argille e argille marnose grigio-azzurre con intercalazioni sabbiose

— — — Falda acquifera

Fig. 8 – Sezione geologica interpretativa

6.2 CARATTERI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI

L'idrografia del territorio si presenta con i caratteri tipici del Tavoliere, con lievi incisioni di origine fluviale denominate "canali" o "marane" completamente regimentate e canalizzate. Tra queste incisioni la maggiore è la "Marana di Acquamala" che scorre con andamento meandriforme a circa 2,5 Km a NW in direzione SW-NE. Si tratta di un corso d'acqua costantemente in regime di magra che ha esercitato una debole attività erosiva con deflusso esclusivamente stagionale e occasionale.

L'incisione fluviale più vicina è rappresentata dal canale che costeggia C.so Vecchio a 2 Km NW dalla zona di intervento; il corso d'acqua si sviluppa con andamento perfettamente rettilineo in direzione SSO-NNE e lunghezza complessiva di 2,6 Km. Esso ha origine 150 m a Nord dall'imbocco della Strada Vicinale Corso Vecchio a una quota di 98,5 m s.l.m., e termina confluendo nella "Marana di Acquamala".

Le modeste portate, la distanza e il dislivello tra i canali e la zona di intervento fanno escludere possibili rischi idraulici, così come si evince anche dalla cartografia allegata al PAI (Fig.3).

Dal punto di vista idrogeologico la zona è caratterizzata dalla presenza di terreni con diverso grado di permeabilità e quindi diversamente condizionanti la circolazione idrica nel sottosuolo.

I depositi marini ed alluvionali quaternari di età Pleistocene - Olocene, che ricoprono con continuità le argille grigio - azzurre plio-pleistoceniche, ospitano una estesa falda idrica frazionata su più livelli. Le stratigrafie di numerosi pozzi per acqua esistenti nell'area evidenziano la successione di terreni permeabili acquiferi (sabbie e sabbie limose), e di terreni semipermeabili (strati acquitardi) o impermeabili (strati acquicludi) a granulometria più fine. La base della circolazione idrica è rappresentata dalle argille grigio azzurre impermeabili rinvenibili a 50-60 m dal p.c.

L'acqua si rinviene in condizioni di falda libera nei livelli più superficiali e solitamente in pressione in quelli più profondi. Le diverse falde possono essere ricondotte ad un'unica circolazione idrica sotterranea, perché la deposizione lenticolare dei sedimenti costituisce orizzonti idraulicamente interconnessi.

Nella zona d'interesse la quota piezometrica della falda è localizzata a 90 m circa s.l.m.. Considerando che il sito è quotato mediamente a 113 m dal p.c., la falda si attesterà a 23 m circa dal p.c. con deflusso idrico lento verso N, come confermato dalle misure effettuate in pozzi idrici della zona e dalla Tav. 6.3.1. del P.T.A. della Regione Puglia (Fig.9).

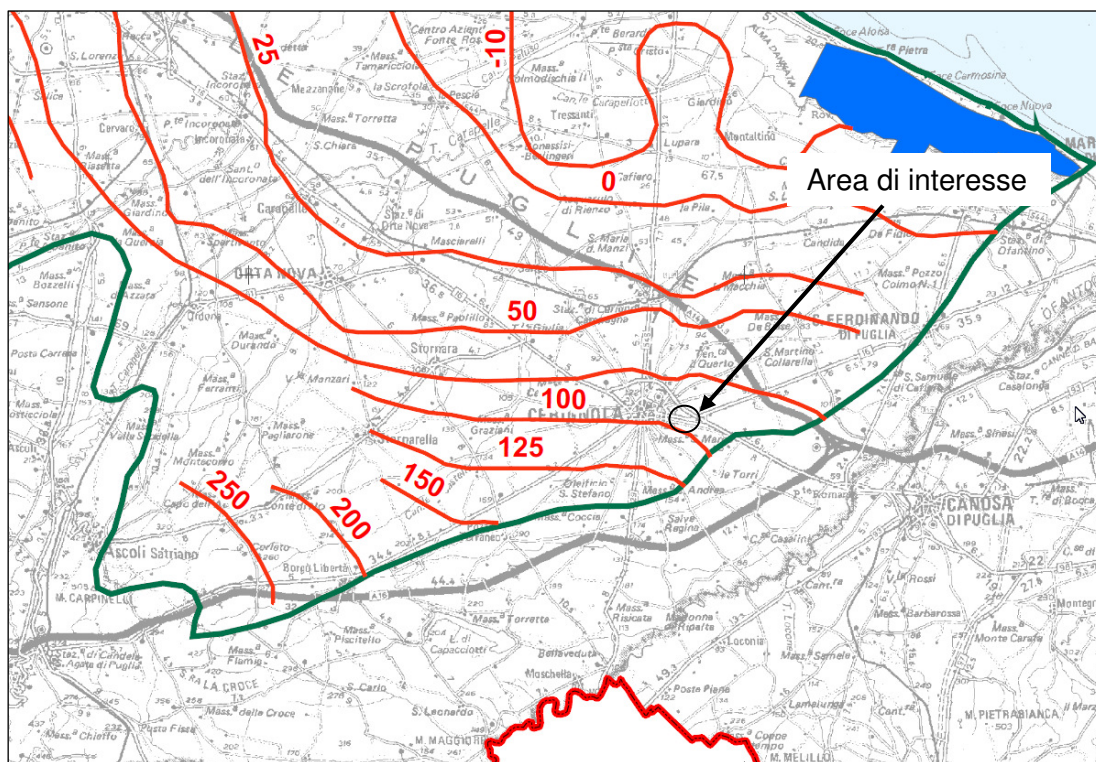


Fig. 9. Stralcio Tav. 6.3.1 "Distribuzione media dei carichi piezometrici dell'acquifero poroso del Tavoliere" - P.T.A. della Regione Puglia (scala 1: 300.000)

7. MODELLAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE

I terreni investigati sono stati raggruppati in “Litotipi” per ognuno dei quali sono state definite le caratteristiche fisiche e meccaniche, utilizzando i parametri ottenuti dalle indagini effettuate in zona:

Litotipo I: dal p.c. fino a 1.00 m circa

È costituito da *terreno vegetale*. Si tratta di terreno caratterizzato da caratteristiche meccaniche scadenti. Per questo “litotipo” possono essere attribuiti i seguenti parametri:

$\gamma = 1.65$	g/cm^3	(peso di volume)
$\phi' = 25$	gradi	(angolo di attrito in condizioni drenate)
$c' = 0$	Kg/cm^2	(coesione in condizioni drenate)
$c_u = 0$	Kg/cm^2	(coesione non drenata)
$E = 40$	Kg/cm^2	(modulo di compressibilità)

Litotipo II: da 1.00 m circa fino a 6.00 m circa

È costituito da *sabbie fini di colore giallo ocre a luoghi cementate in strati di pochi centimetri con intercalazioni di livelli centimetrici e decimetrici di argille e silt di colore giallastro. Tali sedimenti contengono, nella parte più superficiale, una crosta evaporitica di natura calcarea spessa 20-30 cm e/o concrezioni calcaree*. È considerato terreno dal comportamento intermedio tra “coesivo” e “granulare” le prove di laboratorio effettuate su numerosi campioni di terreno prelevati in zona, hanno fornito i seguenti parametri fisici e meccanici medi:

$\gamma = 1.90$	g/cm^3	(peso di volume)
$\phi' = 30$	gradi	(angolo di attrito efficace)
$c' = 0.10$	Kg/cm^2	(coesione efficace)
$E_L = 250$	Kg/cm^2	(modulo elastico)
$E_d = 100$	Kg/cm^2	(modulo edometrico $1 < p < 2 \text{ Kg/cm}^2$)
$\text{OCR} = 3-5$		(grado di sovraconsolidazione)
$\nu = 0.37$		(coefficiente di poisson)

Litotipo III: da 6.00 m circa fino a 10.00 m

È costituito da *argilla limosa dura giallastra e grigiastra con intercalazioni di lenti e strati sabbiosi*. È considerato terreno dal comportamento intermedio pressoché “coesivo” per il

quale le prove di laboratorio effettuate su numerosi campioni di terreno prelevati in zona, hanno fornito i seguenti parametri fisici e meccanici medi:

$\gamma = 2.00$	g/cm^3	(peso di volume)
$\varphi' = 24$	gradi	(angolo di attrito efficace)
$c' = 0.20$	Kg/cm^2	(coesione efficace)
$E_d = 80-140$	Kg/cm^2	(modulo edometrico $2 < p < 4 \text{ Kg/cm}^2$)
$\text{OCR} = 1-2$		(grado di sovraconsolidazione)
$\nu = 0.40$		(coefficiente di poisson)

8. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Dal punto di vista geomorfologico l'area esaminata si presenta stabile in conseguenza della giacitura sub-orizzontale delle formazioni affioranti e dall'assenza di elementi idrografici superficiali. In base alla costituzione geologica e alle caratteristiche idrogeologiche del sito la pericolosità geologica può essere legata alla subsidenza, fenomeno connesso al prelievo idrico dalla falda, e alla liquefazione dell'acquifero, legato invece alla sismicità del territorio. I due fenomeni vengono esaminati nei paragrafi che seguono.

8.1 SUBSIDENZA

Con il termine subsidenza viene indicato quel movimento, prevalentemente verticale e generalmente lento, della superficie del terreno, che interessa aree relativamente estese, dovuto allo sfruttamento delle falde idriche (Viggiani, 1978). In particolare, la subsidenza è legata ai fenomeni che possono instaurarsi nell'acquifero (costituiti da sabbie e ghiaie ad esempio) e negli strati acquitardi (limi e argille) adiacenti, a seguito della diminuzione dell'altezza piezometrica (e quindi della pressione neutra) e al corrispondente incremento della pressione intergranulare che agisce sullo scheletro solido del terreno. Per quanto riguarda l'area in esame la possibilità che possa innescarsi il fenomeno della subsidenza è nullo per i motivi di seguito esposti:

- i depositi che costituiscono l'acquifero e i depositi sovrastanti sono scarsamente compressibili, a motivo dell'addensamento delle sabbie e delle sabbie limose che li costituiscono;

- nei dintorni dell'area di studio non è in atto un cospicuo emungimento della falda e, comunque, l'abbassamento della falda massimo teorico è molto contenuto a causa dell'esiguo spessore dell'acquifero stesso.

8.2 CARATTERI SISMICI

Il territorio comunale di Cerignola fu dichiarato a rischio sismico a seguito dell'entrata in vigore del DM 7 marzo 1981 "Dichiarazione di zone sismiche nelle Regioni Basilicata, Campania e Puglia". L'attribuzione al territorio del grado di sismicità $S=9$ fu determinata dal Consiglio delle Ricerche per Scienze Geologiche e Minerarie. La classificazione sismica contenuta nel DM 7 marzo 1981 è stata sostituita dall'O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 che contiene nuove disposizioni in materia di classificazione sismica e di normative tecniche.

Il numero di zone sismiche è fissato a 4, corrispondenti ai quattro valori di accelerazione orizzontale (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico. Nella nuova classificazione sismica, il territorio di Cerignola appartiene alla zona sismica 2, a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale, con probabilità di superamento del 10 % in 50 anni maggiore di 0,15 g che si traduce in una accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a 0,25 (a_g/g).

Zona	Intervallo di pertinenza della PGA (10% in 50 anni)	A_g max
1	$0,25 < a_g \leq 0,35 g$	$0,35 g$
2	$0,15 < a_g \leq 0,25 g$	$0,25 g$
3	$0,05 < a_g \leq 0,15 g$	$0,15 g$
4	$\leq 0,05 g$	$0,05 g$

Il territorio di Cerignola è interessato da una sismicità con terremoti storici di intensità massima del IX grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS). Si riporta di seguito l'elenco degli eventi sismici più significativi per la storia sismica del Comune di Cerignola:

Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
1627 07 30 10 50	Gargano	10	6.73
1731 03 20 03	Foggiano	9	6.34
1851 08 14 13 20	Basilicata	9-10	6.33
1857 12 16 21 15	Basilicata	10-11	6.96
1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	7-8	6.07
1882 06 06 05 40	Monti del Matese	7	5.28
1889 12 08	APRICENA	7	5.55
1892 06 06	TREMITI	6-7	5.07
1905 09 08 01 43 11	Calabria	11	7.06
1905 11 26	IRPINIA	7	5.32
1908 12 28 04 20 27	Calabria meridionale	11	7.24
1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	8-9	5.87
1913 10 04 18 26	MATESE	7-8	5.40
1925 07 28 03 33	CERIGNOLA	6	4.83
1925 08 25 05 10	GARGANO	6-7	5.09
1930 07 23 00 08	Irpinia	10	6.72
1931 12 03 09 32	CERIGNOLA	6-7	4.62
1948 08 18 21 12 20	Puglia settent.	7-8	5.58
1951 01 16 01 11	GARGANO	7	5.27
1955 02 09 10 06	MONTE S. ANGELO	7	5.17
1956 01 09 00 44	GRASSANO	6-7	5.03
1962 08 21 18 19 30	Irpinia	9	6.19
1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	10	6.89
1984 04 29 05 02 59	GUBBIO/VALFABBRICA	7	5.68
1988 04 26 00 53 45	ADRIATICO CENTRALE	5	5.43
1990 05 05 07 21 17	POTENTINO	7	5.84
1991 05 26 12 25 59	POTENTINO	7	5.22
1995 09 30 10 14 34	GARGANO	6	5.22
1996 04 03 13 04 35	IRPINIA	6	4.92

(catalogo parametrico dei Terremoti italiani, versione 2004 – CPTI04)

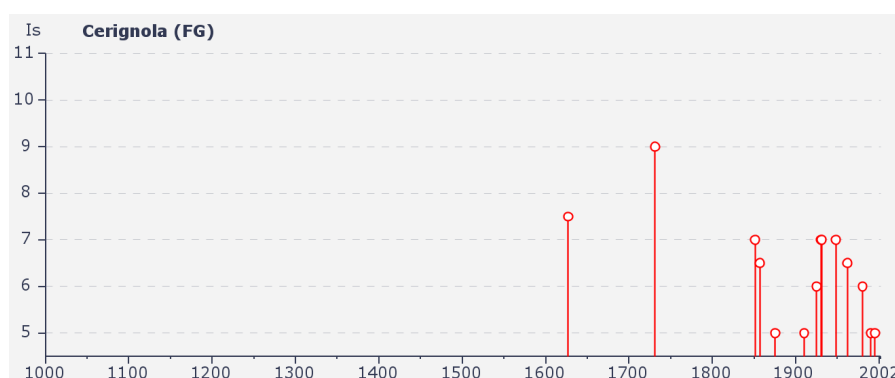


Fig. 10 – Diagramma della storia sismica limitatamente ai terremoti con intensità uguale o maggiore di 5 (MCS)

8.3 MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

Con l'emanazione del D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC) sono state introdotte nuove disposizioni in materia di prevenzione sismica. In base alle NTC, l'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da un "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC). Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://esse1.mi.ingv.it/>). Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della risposta sismica locale (RSL)° mediante specifiche analisi (v. Risposta sismica e stabilità del sito e C7.11.3.1 - NTC). In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III - NTC) e sulle condizioni topografiche. Le NTC propongono l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A - B - C - D - E) tipologie di suoli (più altri due speciali: S1 e S2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio o valori di N_{spt} mediati sui primi 30 metri di terreno (V_{s30}). Il parametro V_{s30} rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S nei primi 30 metri di profondità ed è calcolato mediante la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} \quad \begin{array}{l} \text{dove } h_i \text{ è lo spessore dello strato } i\text{-esimo} \\ V_i \text{ è la velocità dello strato } i\text{-esimo} \end{array}$$

La velocità media delle onde di taglio nei primi trenta metri, ottenuta da indagini sismiche MASW, è risultata pari a **330 m/s**; pertanto la determinazione delle azioni sismiche secondo l'approccio previsto dal § 3.2.2 delle NTC, ha fornito i seguenti risultati:

Classificazione della categoria di sottosuolo secondo quanto previsto nella tabella 3.2.II delle NTC: il sottosuolo, a partire dal livello del piano di posa delle fondazioni, può essere assimilato a:

categoria 'C':

"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un gradale

miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)."

Classificazione delle condizioni topografiche secondo quanto previsto nelle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC: la superficie topografica, poiché il sito è ubicato in area subpianeggiante, può essere classificata come appartenente alla

categoria 'T1':

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

8.4 STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO

Per determinare le azioni sismiche di progetto è necessario stimare la "pericolosità sismica" del sito oggetto di studio, rappresentata dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo ("periodo di riferimento" VR espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" (PVR). Il periodo di riferimento si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU :

$$VR = VN \times CU$$

dove la vita nominale VN è data dalla Tab. 2.4.I (NTC-08):

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Il coefficiente d'uso C_U è dato dalla Tab. 2.4.II (NTC-08):

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Le classi d'uso sono quelle definite al punto 2.4.2. delle NTC 2008. Nel caso del progetto in esame, la costruzione rientra nella **classe d'uso II**.

Pertanto, nel caso in esame il periodo di riferimento è pari a:

$$VR = 50 \times 1 = 50 \text{ anni}$$

Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR il periodo di ritorno TR del sisma è dato da:

$$TR = -VR/\ln(1-PVR) = -CUVN/\ln(1-PVR)$$

Calcolato il periodo di riferimento VR, la **pericolosità sismica** è definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa **ag** su sito di riferimento rigido (*bed-rock*);
- 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.

Ai fini delle NTC 2008 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:

- ag** 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 2008 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 (*ag*, *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.

Nel caso in esame si hanno i seguenti parametri sismici:

Via n°

Comune Cap

Provincia

WGS84 (°)

Latitudine

Longitudine

Isole

(1)* Coordinate WGS84 (°)
 Latitudine Longitudine

(1)* Coordinate ED50 (°)
 Latitudine Longitudine

Classe dell'edificio

Cu = 1

Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50,
 Grandi opere >=100)

Interpolazione

41.26117, 15.920677

☒ Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Stato Limite	Tr [anni]	a _s [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0,043	2,537	0,278
Danno (SLD)	50	0,056	2,536	0,297
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,171	2,509	0,384
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,239	2,413	0,413
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

☐ Muri di sostegno ☐ Paratie
☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)
 us (m)

Categoria sottosuolo
 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,44	1,35
Cc * Coeff. funz categoria	1,60	1,57	1,44	1,41
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,017	0,059	0,090
kv	0,006	0,008	0,030	0,045
Amax [m/s²]	0,628	0,824	2,412	3,167
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

Fig. 11 – parametri sismici

8.5 VERIFICA DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

Ai sensi delle NTC08 si ha la necessità di verificare se possono sussistere le condizioni di possibile fenomeni di liquefazione dei terreni presenti; nel caso specifico tale verifiche non sono dovute in quanto come prescrive la normativa, le stesse possono essere omesse qualora si manifestino determinate condizioni come l'assenza di una falda idrica con profondità media stagionale superiore ai 15 metri, come avviene nel sito in esame.

8.6 PRESENZA DI FAGLIE SISMOGENETICHE ATTIVE

Per la stabilità geologico-tecnica del sito in esame si è anche focalizzata l'attenzione nel verificare la presenza di faglie sismogenetiche attive che potessero originare rotture in superficie: Sia il rilevamento di campagna, sia l'esecuzione delle indagini e la lettura della bibliografia e cartografia geologica dell'area permettono di escludere la presenza di faglie attive che possano originare fratture superficiali che rendano instabile e pericoloso il sito.

9. CONCLUSIONI

Gli aspetti più salienti che emergono dalle osservazioni geologico-tecniche generali svolte e dalla interpretazione delle risultanze geognostiche proposte nel presente lavoro, sono i seguenti:

a) analisi cartografica Piani di Bacino: dalla consultazione della cartografia allegata al PAI, si evince che l'area non risulta ricadere in area perimetrale a rischio PAI Puglia e non ricade in zone di *“alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali”* e *“fasce di pertinenza fluviale”*, ai sensi rispettivamente dell'art. 6 e dell'art. 10 delle NTA del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI).

b) geomorfologia: la zona indagata, quotata mediamente a 113 m s.l.m., è contraddistinta da morfologia subpianeggiante con pendenza media del 1,7 % circa verso Sud. Nella zona non si riscontrano fattori geomorfologici in grado di produrre alterazioni dell'attuale buona stabilità globale dell'ambito di intervento;

c) geognosia: gli strati di terreno significativamente validi ai fini dell'assorbimento/trasmissione meccanica delle tensioni statiche e dinamiche della struttura, sono rappresentati da sabbie fini di colore giallo ocra a luoghi cementate in strati di pochi centimetri con intercalazioni di livelli centimetrici e decimetrici di argille e silt di colore giallastro fino a 6 m circa. Tali sedimenti contengono, nella parte più superficiale, una

crosta evaporitica di natura calcarea spessa 20-30 cm e/o concrezioni calcaree. L'unità litologica poggia su argilla limosa dura giallastra e grigiastra con intercalazioni di veli e lenti sabbiose, di buona consistenza.

Trattasi di terreni contraddistinti, nel complesso, da buoni caratteri nel comportamento geomeccanico.

d) idrogeologia: il comportamento idrogeologico del sito di interesse è caratterizzato dalla presenza di una falda idrica con livello piezometrico che si attesta alla profondità non inferiore a 23 m dal p.c. Pertanto non interferirà negativamente con le strutture programmate;

e) sismicità: Per quanto concerne la definizione dell'azione sismica di progetto, così come stabilito dal D.M. 14/01/2008, 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 spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)."*

f) verifica a liquefazione e subsidenza: Le caratteristiche idrogeologiche, granulometriche e di addensamento dei terreni investigati, escludono possibili fenomeni di subsidenza e di liquefazione in caso di evento sismico.

In definitiva, non emergono fattori di incompatibilità geologica e geomorfologica con il progetto di *"realizzazione di un Palazzetto dello Sport"* in Cerignola, C.so Scuola Agraria.

Cerignola, 20/03/2017

dott. Massimo Grieco

