

ARCA CAPITANATA

Agenzia Regionale per la Casa e l'Abitare

OGGETTO

INDAGINI GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E ARCHEOLOGICHE PRELIMINARI

Programma integrato di edilizia residenziale sociale
DELIBERA CIPE N. 127 DEL 22.12.2017
Finanziamento di interventi con Decreto Interministeriale n.193/2021

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA PER LA
REALIZZAZIONE DI N.80 ALLOGGI DI E.R.P. (PRIMO STRALCIO) NEL
COMUNE DI FOGGIA ALLA VIA LUCERA

Foggia, li 22/02/2022

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
(U. Progettazioni ARCA Capitanata)

arch. Anna Maria Tomasulo

I PROGETTISTI
(U. Costruzioni ARCA Capitanata)

arch. Gennaro Di Tella

ing. Armando De Santis

IL DIRIGENTE DELL'AREA PATRIMONIO ARCA CAPITANATA

Ing. Vincenzo De Devitiis

A. INDAGINI GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E ARCHEOLOGICHE PRELIMINARI

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica è corredato dalla relazione geologica allegata.

LOTTIZZAZIONE - VARIANTE



ARCA CAPITANATA
AGENZIA REGIONALE per la CASA e l'ABITARE

Delibere CIPE n.127/2017 e n.55/2019
Programma integrato di edilizia residenziale sociale

Finanziamento di interventi con Decreto Interministeriale
n.193/2021

Realizzazione di n. 80 alloggi di E.R.P. (Primo stralcio) nel
Comune di Foggia alla via Lucera
Finanziamento: € 10.800.000,00.

DATA	I TECNICI ARCA CAPITANATA	
	I PROGETTISTI (U. COSTRUZIONI) arch. Gennaro Di Tella Ing. Armando De Santis	IL DIRIGENTE DELL'AREA PATRIMONIO ing. Vincenzo De Devitis
	IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO (U. PROGETTAZIONE) arch. Anna maria Tomasulo	

A03	TITOLO Planimetria generale di lottizzazione	SCALA
	AGGIORNAMENTI	L'IMPRESA IL DIRETTORE DEI LAVORI

ANALISI SISTEMA GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Lo studio geologico del terreno estendentesi con una morfologia pianeggiante, tipica di tutta la Capitanata caratterizzata da sedimenti di natura alluvionale, é stato effettuato mediante indagini geofisiche ed indagini geognostiche direttamente sull'area interessata al progetto in esame .

Lo spessore indagato é stato determinato dalla importanza dell'opera, dalla eterogeneità del sottosuolo e dal D.M. Infrastrutture 14 gen 2008 per la definizione della categoria del sottosuolo (tab. 3.2.II) .

INDAGINI GEOFISICHE (si vedano planimetria e diagrammi)

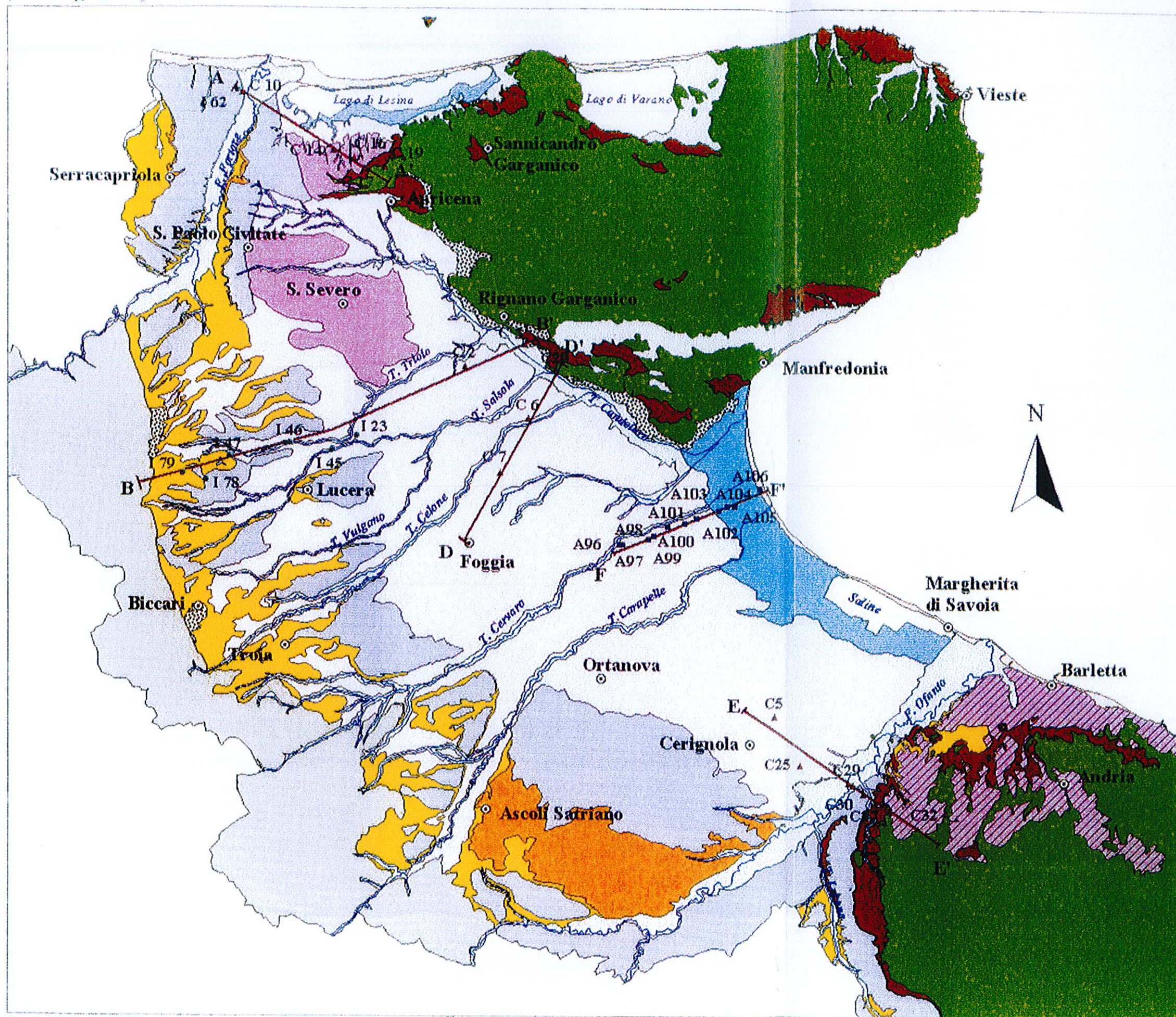
Le indagini geofisiche hanno rilevato le stratigrafie elettriche dei punti investigati, misurando la resistività delle singole formazioni presenti al di sotto del piano campagna .

La porosità di un sedimento é funzione della resistività, così che formazioni a bassa resistività risultano impermeabili (argille e limi argillosi), mentre nelle formazioni a resistività più alta (sabbie e sabbie ghiaiose, conglomerati e calcari) sono da ricercare i sedimenti permeabili e quindi drenanti .

Nell'area, oggetto di studio, sono stati eseguiti due sondaggi geoelettrici, in modo da ricoprire l'intera superficie .

Il dispositivo utilizzato é quello di Schlumberger con lunghezza massima degli stendimenti di superficie di 600,00 m, pari ad una profondità di investigazione di 100,00 m .

I risultati delle misure di campagna sono stati riportati sugli allegati diagrammi geofisici in scala bilogaritmica, recanti in ascissa la semidistanza tra gli elettrodi di corrente A - B ed in ordinata la resistività apparente del terreno misurata in ohm per metro .



LEGENDA

- Depositi costieri (Olocene)
- Depositi palustri e di colmata (Olocene)
- Depositi d'alveo e colluviali (Olocene)

UNITA' DEL TAVOLIERE

- Depositi della pianura alluvionale (Olocene-Pleistocene Sup.)
- Conoidi detritici e alluvionali (Olocene-Pleistocene Sup.)
- Depositi terrazzati alluvionali e deltizi (Pleistocene Sup.)
- Depositi marini terrazzati (Pleistocene Medio-Sup.)
- Sabbie e conglomerati (Pleistocene Inf.)
- Argille grigio-azzurre (Pleistocene Inf. - Pliocene Sup.)

UNITA' DELL'AVAMPAESE APULO

- Depositi marini terrazzati (Pleistocene Medio-Sup.)
- Tufi calcarei (Pliocene Sup. - Miocene)
- Calcari della Piattaforma carbonatica Apula (Giurassico Sup. - Cretaceo)

UNITA' DELLA CATENA APPENNINICA

- Complesso dei Monti della Daunia (Pliocene Medio-Cretaceo)

- A - Pozzo dell'acquifero poroso superficiale
- C - Pozzo dell'acquifero carsico
- I - Pozzo per la ricerca di idrocarburi
- traccia delle sezioni



Tavola 1 - Carta geologica del Tavoliere di Puglia a finalità idrogeologica elaborata utilizzando tecniche GIS (ESRI, 1996)

Il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico, costituisce un quadro di conoscenze e di regole atte a dare sicurezza alle popolazioni, agli insediamenti, alle infrastrutture, alle attese di sviluppo economico ed in generale agli investimenti sul territorio del Bacino .

Il PAI ha, dunque, come obiettivo specifico l'individuazione di aree a rischio di frana e di alluvione e la previsione di azioni finalizzate alla prevenzione e mitigazione di detto rischio sul territorio.

Il regime idraulico superficiale, a monte dell'area interessata, é caratterizzato dalla presenza di due aste torrentizie, il torrente Celone a nord ovest e il torrente Cervaro a sud est, che raccolgono le acque provenienti dal sub appennino dauno meridionale, i cui effetti, in passato si sono materializzati con rari fenomeni di esondazione nella vicinanza dell'area (distanza dei torrenti a circa 7,00 Km) che hanno prodotto, a memoria d'uomo, danni di scarsa rilevanza alle sole colture erbacee e foraggiere .

L'area in studio, non é soggetta a pericolosità geomorfologica e a rischio geomorfologico per la distanza di parecchi Km dai rilievi subappenninici, per la struttura pianeggiante del territorio, per la giacitura sub orizzontale dei sedimenti .

In conclusione anche in considerazione dell'utilizzo dell'analisi del rischio idrogeologico definita dall'equazione matematica in percentuale :

$$R = H \times V \times E \text{ (quasi nullo)}$$

H = evento idrogeologico catastrofico, quasi nullo

V = vulnerabilità, nulla

E = esposizione, quasi nulla

Come risulta dalla perimetrazione dell'Autorità di Bacino della Puglia nell'ambito del P.A.I., l'area oggetto di studio non risulta classificata né a rischio di pericolosità geomorfologica né a rischio idrogeologico ed idraulico

TETTONICA E SISMICITA' DELL'AREA DI FONDAZIONE

In riferimento all'aspetto sismo tettonico il territorio della Capitanata non é interessato da lineamenti tettonici strutturali superficiali, anche se vi sono stati nel passato recente eventi sismici, i cui epicentri sono stati localizzati nelle vicinanze (VIII – IX grado MSK) .

In conclusione anche in considerazione dell'utilizzo dell'**analisi del rischio idrogeologico** definita dall'equazione matematica in percentuale

$$\mathbf{R = H \times V \times E \text{ (quasi nullo)}}$$

H = evento idrogeologico catastrofico, quasi nullo

V = vulnerabilità, nulla

E = esposizione, quasi nulla

Come risulta dalla perimetrazione dell'Autorità di Bacino della Puglia nell'ambito del P.A.I, l'area oggetto di studio non risulta classificata né a rischio di pericolosità geomorfologica né a rischio idrogeologico ed idraulico

TETTONICA E SISMICITA' DELL'AREA DI FONDAZIONE

In riferimento all'aspetto **sismo tettonico** il territorio della Capitanata non é interessato da lineamenti tettonici strutturali superficiali, anche se vi sono stati nel passato recente eventi sismici, i cui epicentri sono stati localizzati nelle vicinanze (VIII – IX grado MSK) .

Il territorio della Capitanata é delimitato da due aree vicine potenzialmente sismiche, Appennino dauno e Gargano, e quindi é indispensabile osservare le vigenti norme antismiche .

I parametri sismici del territorio del Comune di Foggia sono i seguenti :

Codice Istat 2001 = 1607 1024

Classificazione 2003 = zona 2

PGA (g) = 0,198 g

I = 8,1 MCS

si intende :

PGA (g) = accelerazione orizzontale di picco del terreno, valore con una probabilità di superamento del 10 % in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni)

I = intensità macroscopica (MCS) valore con una probabilità di superamento del 10 % in 50 anni (periodo di ritorno in 475 anni)

g = 981 cm / secq (accelerazione di gravità)

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA
DEL SITO (C 6.2.1. D.M. 14/01/2008) CARATTERIZZAZIONE
E MODELLAZIONE GEOTECNICA (C 6.2.2. D. M. 14/01/2008)**

Le caratterizzazioni sono state individuate nel pieno rispetto del D. M. vigente mediante sondaggi a carotaggio continuo con campionatura indisturbata, prove in situ nei fori di sondaggio e prove di laboratorio, indagini geofisiche riportate in tabelle e colonne stratigrafiche, per uno spessore di 60,00 m .

Dallo studio di correlazione dei grafici geofisici e delle colonne stratigrafiche é stata riscontrata questa stratigrafia tipo per profondità crescenti dal piano campagna :

- copertura superficiale di spessore variabile da 0,50 m a 1,50 m, consistente in terreno agrario limoso argilloso
- deposito a maggiore contenuto limoso argilloso, evidenziato dalle indagini geoelettriche per l'elevata conducibilità. La potenza dei sedimenti é compresa tra 2,50 m e 16,00 m
- banco potente costituito da sedimenti a granulometria media e grossa. In questi depositi sabbiosi ghiaiosi, più o meno diagenizzati, si trovano intercalati livelli argillosi limosi di potenza variabile. Lo spessore di tale banco é di circa 50,00 m

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO (C 6.2.1. D.M. 14/01/2008) CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA (C 6.2.2. D. M. 14/01/2008)

Le caratterizzazioni sono state individuate nel pieno rispetto del D. M. vigente mediante sondaggi a carotaggio continuo con campionatura indisturbata, prove in situ nei fori di sondaggio e prove di laboratorio, indagini geofisiche riportate in tabelle e colonne stratigrafiche, per uno spessore di 60,00 m .

Dallo studio di correlazione dei grafici geofisici e delle colonne stratigrafiche é stata riscontrata questa stratigrafia tipo per profondità crescenti dal piano campagna :

- copertura superficiale di spessore variabile da 0,50 m a 1,50 m, consistente in terreno agrario limoso argilloso
- deposito a maggiore contenuto limoso argilloso, evidenziato dalle indagini geoelettriche per l'elevata conducibilità. La potenza dei sedimenti é compresa tra 2,50 m e 16,00 m
- banco potente costituito da sedimenti a granulometria media e grossa. In questi depositi sabbiosi ghiaiosi, più o meno diagenizzati, si trovano intercalati livelli argillosi limosi di potenza variabile. Lo spessore di tale banco é di circa 50,00 m

- sottostante si rinvengono argille grigio azzurre con potenza dell'ordine di un centinaio di metri .

Il tetto di queste argille rappresenta il terreno impermeabile di base su cui poggiano i terreni più recenti, costituiti da conglomerati sabbiosi, potenzialmente sede della falda acquifera.

I parametri geotecnici di sicurezza nel pieno rispetto delle indagini stabilite dal D.M. 14/01/2008 e dalla correlazione tra la giacitura stratigrafica dei sedimenti, le prove in situ e le prove di laboratorio, da applicare nel calcolo delle fondazioni, sono i seguenti :

- **sigma ammissibile = 2,300 Kg / cmq**
- **angolo di attrito interno = 35°**
- **peso di volume = 1900 Kg / cmq**
- **coesione, in condizioni non drenate, c_u = 0,600 Kg / cmq**
- **modulo di compressione edometrica E = 600,00 Kg / cmq**
- **coefficiente di sottofondo K_s = 8,00 Kg / cmq**
- **N S.P.T. 30 variabile tra 18 e 46 colpi**

**VERIFICA DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE
FONDAZIONI DIRETTE (SLU)**

- sottostante si rinvenivano argille grigio azzurre con potenza dell'ordine di un centinaio di metri .

Il tetto di queste argille rappresenta il terreno impermeabile di base su cui poggiano i terreni più recenti, costituiti da conglomerati sabbiosi, potenzialmente sede della falda acquifera.

I parametri geotecnici di sicurezza nel pieno rispetto delle indagini stabilite dal D.M. 14/01/2008 e dalla correlazione tra la giacitura stratigrafica dei sedimenti, le prove in situ e le prove di laboratorio, da applicare nel calcolo delle fondazioni, sono i seguenti :

- **sigma ammissibile = 2,300 Kg / cmq**
- **angolo di attrito interno = 35°**
- **peso di volume = 1900 Kg / cmq**
- **coesione, in condizioni non drenate, c_u = 0,600 Kg / cmq**
- **modulo di compressione edometrica E = 600,00 Kg / cmq**
- **coefficiente di sottofondo K_s = 8,00 Kg / cmq**
- **N S.P.T. 30 variabile tra 18 e 46 colpi**

VERIFICA DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE (SLU)

- sottostante si rinvenivano argille grigio azzurre con potenza dell'ordine di un centinaio di metri .

Il tetto di queste argille rappresenta il terreno impermeabile di base su cui poggiano i terreni più recenti, costituiti da conglomerati sabbiosi, potenzialmente sede della falda acquifera.

I parametri geotecnici di sicurezza nel pieno rispetto delle indagini stabilite dal D.M. 14/01/2008 e dalla correlazione tra la giacitura stratigrafica dei sedimenti, le prove in situ e le prove di laboratorio, da applicare nel calcolo delle fondazioni, sono i seguenti :

- **sigma ammissibile = 2,300 Kg / cmq**
- **angolo di attrito interno = 35°**
- **peso di volume = 1900 Kg / cmq**
- **coesione, in condizioni non drenate, c_u = 0,600 Kg / cmq**
- **modulo di compressione edometrica E = 600,00 Kg / cmq**
- **coefficiente di sottofondo K_s = 8,00 Kg / cmq**
- **N S.P.T. 30 variabile tra 18 e 46 colpi**

**VERIFICA DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE
FONDAZIONI DIRETTE (SLU)**

- sottostante si rinvenivano argille grigio azzurre con potenza dell'ordine di un centinaio di metri .

Il tetto di queste argille rappresenta il terreno impermeabile di base su cui poggiano i terreni più recenti, costituiti da conglomerati sabbiosi, potenzialmente sede della falda acquifera.

I parametri geotecnici di sicurezza nel pieno rispetto delle indagini stabilite dal D.M. 14/01/2008 e dalla correlazione tra la giacitura stratigrafica dei sedimenti, le prove in situ e le prove di laboratorio, da applicare nel calcolo delle fondazioni, sono i seguenti :

- **sigma ammissibile = 2,300 Kg / cmq**
- **angolo di attrito interno = 35°**
- **peso di volume = 1900 Kg / cmq**
- **coesione, in condizioni non drenate, c_u = 0,600 Kg / cmq**
- **modulo di compressione edometrica E = 600,00 Kg / cmq**
- **coefficiente di sottofondo K_s = 8,00 Kg / cmq**
- **N S.P.T. 30 variabile tra 18 e 46 colpi**

**VERIFICA DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE
FONDAZIONI DIRETTE (SLU)**

I parametri geotecnici riportati sono da applicare per la valutazione del carico limite ultimo per la rottura del terreno sulla base delle prescrizioni del C 6.2.3.1 del D.M. 14/01/2008 .

Deve essere rispettata la condizione $E_d \leq R_d$.

E_d é il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni e viene definito mediante i coefficienti parziali di cui alla tabella 6.2.1. del succitato decreto.

R_d é il valore di progetto della resistenza e si ottiene applicando i coefficienti della tab. 6.2.II

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE - CATEGORIE DI SOTTOSUOLO (circolare esplicativa n. 617 del 02/02/2009 tab. 3.2.II)

In osservanza alla circolare esplicativa, i sedimenti vengono suddivisi in **categorie sismiche** in funzione dei valori medi delle velocità delle onde di taglio nello spessore dei primi 30,00 m di profondità .

I parametri caratterizzanti sono i valori di **N s.p.t. e cu**

I parametri geotecnici del terreno di sottofondazione, ricavati dalle indagini descritte nella presente relazione, individuano i sedimenti di giacitura litostratigrafica dell'area di progetto nella **Categoria C : depositi di terreno a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30,00 m (si vedano colonne e sezione stratigrafica allegate), caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu < 250$ kPa nei terreni a grana fina) .**

1 kilo Pascal = 1kPa equivale a 10 alla -2 kg / cmq (pressione e tensione) .

La classificazione della Categoria C é stata definita in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (Standard Penetration Test) .

CONCLUSIONI

:

- l'area in studio si estende su una superficie pianeggiante e distante da corsi di acqua e rilievi montuosi che possano provocare fenomeni di dissesto idrogeologico (torrente Celone a nord ovest e torrente Cervaro a sud est)
- il terreno di sottofondazione risulta più o meno omogeneo, caratterizzato da una alternanza di sedimenti ghiaiosi sabbiosi, da mediamente diagenizzati a fortemente diagenizzati, a sabbia limosa ghiaiosa con intercalazioni di lenti limose argillose e sabbie limose scarsamente compressibili, per uno spessore accertato di sessanta metri
- le caratteristiche geotecniche riportate fanno considerare i sedimenti **buoni terreni di sottofondazione**
- i sondaggi geognostici hanno definito lo stato idrogeologico del terreno di sottofondazione

individuando la presenza di falde freatiche sospese ad una profondità di 15,00 m dal p.c.

- il territorio del Comune di Foggia é stato definito nel grado di sismicit  $S = 9$ con coefficiente di intensit  sismica $c = 0,07$ in zona 2

Per tutto quanto sopra relazionato non esistono preclusioni di carattere sia geotecnico che geomorfologico alla realizzazione dell'intervento di progetto .