

Piano Nazionale per le città - contratto di valorizzazione urbana

PROGRAMMA PIANO CITTA'

LOTTO 3

N. 8 ALLOGGI ERP
ATTREZZATURE COLLETTIVE



RELAZIONE
GEOLOGICA-IDROGEOLOGICA-SISMICA

DOTT. GEOL. CRISTALLO FILIPPO MAURIZIO

ISCRITTO ALL'ORDINE DEI GEOLOGI DI BASILICATA CON IL N. 247

tavola n°	revisione					data	timbro e firma
	0	1	2	3	4	24/02/2014	

RELAZIONE

1. PREMESSA

Su incarico della Amministrazione Comunale di Matera, con determina N° Det-09 00012-2014 del 13/01/2014, è stata redatta la presente relazione geologica-idrogeologica-sismica per la realizzazione di n.8 alloggi, nel Borgo La Martella, di cui al finanziamento del Piano Città.

Tale relazione geologica illustra, sulla base di elementi tecnici ottenute da specifiche indagini geologiche, l'identificazione delle formazioni presenti in sito, lo studio dei tipi litologici, la struttura e i caratteri fisici del sottosuolo al fine di illustrare il modello geologico-tecnico dei terreni interessati dall'opera da realizzare. Il presente lavoro illustra e caratterizza, inoltre, gli aspetti idrogeologici, geomorfologici, litotecnici e fisici dell'area oggetto di studio, definendo il livello di pericolosità geologica.

Gli elementi tecnici per la realizzazione della presente relazione sono stati acquisiti a seguito delle seguenti fasi di lavoro che sono consistite in una approfondita e dettagliata ricerca bibliografica dei dati geologici pregressi di aree limitrofe, un rilevamento geologico-geomorfologico dei terreni affioranti, ed esecuzione di indagini sia di tipo indiretto con l'esecuzione di n.1 prova sismiche a rifrazione di superficie sia in onde P che S, misure di rumore ambientale (microtremori o HVSr), che di tipo diretto tramite l'esecuzione di un sondaggio meccanico e prelievo di campione indisturbato di terreno sottoposto in seguito a prove di laboratorio geotecnico, oltre che prove in sito durante la perforazione consistenti in misure di SPT. I risultati dell'indagine geofisica e delle analisi di laboratorio geotecnico, commissionati dall'Amministrazione comunale alla Tecnoprove – Matera, sono riportati nei certificati VA001/14 per le indagini geofisiche e di tipo diretto, e nei certificati n.6,7,8 e 9 del 18.02.2014, per le analisi geotecniche ottenute dal campione prelevato in occasione della perforazione a carotaggio continuo.

La stesura della relazione in oggetto presenta in allegato A l'ubicazione dell'area di intervento e in Allegato B il prospetto stratigrafico.

In definitiva, lo studio si è sviluppato attraverso fasi successive di lavoro che possono essere riassunte come segue:

- sopralluoghi sull'area
- ricerca bibliografica
- direzione lavori indagini dirette ed indirette
- interpretazione dei dati ottenuti dalla campagna di indagine geologica
- stesura della relazione.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO,

Nel presente paragrafo si descriveranno in sintesi le caratteristiche geologiche del sito oggetto di studio, partendo da un inquadramento generale e per finire nello specifico nella descrizione dell'area di stretto interesse progettuale.

Nell'ambito del sistema orogenico appenninico, la Fossa bradanica è il bacino di sedimentazione, prevalentemente terrigena, plio-pleistocenico interposto tra la catena appenninica meridionale, ad Ovest, e i settori centrale e settentrionale dell'Avampese Apulo, ad Est (Ricchetti, 1980). Il substrato della Fossa bradanica è costituito da Calcari mesozoici su cui poggiano, in discordanza sedimenti del ciclo plio-pleistocenico. La base di questo ciclo sedimentario è rappresentata a luoghi dalle rocce appartenenti alla Calcarenite di Gravina (Pliocene medio?-superiore – Pleistocene inferiore), e passa in alto, ai sedimenti appartenenti alla formazione delle Argille subappennine (Pleistocene medio).

Tali caratteri litostratigrafici e strutturali essenziali delle formazioni affioranti nell'area, con età e denominazione si possono individuare nella legenda della Carta Geologica d'Italia, Foglio 201 "Matera"; dove si evidenziano i terreni più antichi costituiti dai calcari delle Murge, localmente rappresentati dalla formazione del Calcere di Altamura, del Cretaceo superiore, costituito da una associazione di strati e di banchi calcarei e calcareo dolomitici, detritici e microcristallini, talora con rudiste, di colore grigio biancastro, dello spessore variabile da qualche decimetro a circa 2-3 metri.

Su questa unità giacciono in trasgressione, con discordanza angolare, i depositi marini del ciclo sedimentario plio-pleistocenico della Fossa Bradanica.

La prima unità della successione bradanica, trasgressiva sui calcari cretacei, è la Calcarenite di Gravina (Pliocene-sup.) che localmente affiora sulla scarpata del T.Gravina, variabile in quest'area da 15 a 30 m. Questa formazione rappresenta nell'area studiata il termine più basso della successione del ciclo sedimentario della Fossa Bradanica, nell'area in studio affiora lungo le sponde del Torrente Gravina, ed è costituita da calcareniti massicce con irregolari accenni di stratificazione, di colore biancastro o giallastro, fossilifere, in genere grossolane, aventi grado di cementazione variabile da luogo a luogo.

La Calcarenite di Gravina, per l'approfondimento del bacino ed il concomitante arrivo di sedimenti silicoclastici, passa stratigraficamente ad una unità siltoso-argillosa in facies di piattaforma esterna chiamate Argille subappennine. Questa formazione poggia direttamente e in concordanza sulle Calcareniti di Gravina, è costituita da limi con sabbia passanti a limi debolmente sabbiosi, più o meno marnosi e fossiliferi, di prevalente colore grigio-azzurro, localmente hanno una colorazione giallastra nella parte più alta dovuta a fenomeni di alterazione e ossidazione.

Dal punto di vista strutturale la successione mesozoica, che rappresenta il substrato della Fossa Bradanica, pur essendo stata interessata da blandi piegamenti e successivamente da faglie

dirette, presenta un assetto monoclinatico, con immersione a SSW; i depositi terziari e quaternari, su di essa trasgressivi, poggiano in assetto suborizzontale.

Nei riguardi della geologia dell'area si illustra che la serie sedimentaria descritta precedentemente si ritrova in parte affiorante nell'area di stretto interesse progettuale. Infatti, tranne il Calcare di Altamura che affiora lungo il Torrente Gravina e la Calcarenite di Gravina visibile in corrispondenza di una scarpata, posta a nord, a circa 100 m dell'area di intervento, ubicata in corrispondenza di una faglia; nel sito di studio si riscontrano depositi essenzialmente argillosi appartenenti alla formazione delle Argille subappennine ricoperte a luoghi da terreno eluviale e/o di riporto.

In altri termini, strati graficamente, dal basso verso l'alto si rinvengono le Calcareniti di Gravina e i depositi sovrastanti caratterizzati da terreni argillosi appartenenti alla Formazione geologica delle Argille subappennine; questi ultimi depositi, nel sito in esame, sono sottoposti a terreni eluviali e/o di riporto maggiormente composti da limi argillosi che per lunghi tratti assumono altezze intorno ai 2.5-3.0 m circa.

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Sotto l'aspetto morfologico, laddove affiora il Calcare di Altamura e la Calcarenite di Gravina, la zona si presenta incisa da un profondo e a pareti ripide solco vallivo, denominato Torrente Gravina, a tratti impostato lungo linee di dislocazione tettonica. Invece, per la rimanente area del territorio studiato ai fini della progettazione in oggetto, i terreni plioleistocenici del ciclo sedimentario della Fossa Bradanica, conferiscono alla sommità dei rilievi una forma tabulare (collina di Timmari, Madonna di Picciano etc.), nella restante parte una giacitura variamente inclinata a causa della diversa natura litologica dei terreni e suborizzontale nell'area oggetto di studio, con debole pendenza verso ovest.

L'area in esame nelle immediate vicinanze del Borgo La Martella si sviluppa a circa 7 Km ad occidente della città di Matera in sinistra del T. Gravina affluente del fiume Bradano e presenta un andamento semipianeggiante con leggere pendenze verso l'alveo del torrente e il canale di Guirro, entrambi posti parallelamente uno all'altro.

Come già evidenziato nel precedente capitolo la formazione in affioramento nella zona dell'area di studio è quella delle Argille subappennine, la quale dà luogo ad un paesaggio collinare blandamente ondulato con ampi dossi quasi pianeggianti e versanti poco acclivi con pendenze che non superano il 4%.

Nel sito di stretto interesse progettuale si rinvengono le quote del piano campagna che si attestano intorno ai 196 m s.l.m., alterate con forza da numerosi volumi di terreno di riporto; escluse queste ultime evidenze morfologiche, da eliminare, non si notano elementi morfostrutturali significativi quali segni di movimenti superficiali tali da rendere instabile l'area

investigata, comunque tale garanzia nel tempo può essere data solo da una adeguata regimentazione e allontanamento delle acque di scorrimento superficiale.

L'idrologia dell'area di stretto interesse progettuale è condizionata dalle deboli pendenze delle superfici che tendono a mantenere le acque sul pianoro, condizioni legate soprattutto dalla natura essenzialmente argillosa e quindi impermeabile dei terreni affioranti.

Dal punto di vista idrogeologico le formazioni presenti nel sito investigato sono essenzialmente quelle impermeabili composte dalle Argille subappennine sulle quali le acque meteoriche, anche di scarsa entità, non avendo la possibilità di infiltrarsi ruscellano in superficie verso aree a minore quota. Altresì le formazioni permeabili per fessurazione e carsismo, di cui fanno parte le rocce del Calcere di Altamura, essendo caratterizzata da diaclasi e giunti di fessurazione allargati spesso da dissoluzione carsica, presentano una infiltrazione e circolazione delle acque sia in maniera concentrata che diffusa, tanto da divenire l'unico serbatoio di risorsa idrica. Tale risorsa si rinviene essenzialmente nella falda profonda ubicata a profondità maggiori di 100 metri dal p.c. del sito in esame. In altri termini, l'idrogeologia dell'area non condiziona affatto il sito in esame in quanto oltre a non essere presenti falde acquifere superficiali, la falda di base è presente ad elevate profondità (maggiori di 100 m dal p.c.) tanto da non influire sulle opere fondali.

4. INDAGINI GEOLOGICHE DIRETTE E INDIRETTE

Al fine di caratterizzare il sito dal punto geologico-idrogeologico-geotecnico e sismico, sono state eseguite prove sismiche di superficie in onde P ed S, misure passive di Nakamura, un sondaggio meccanico a carotaggio continuo con prelievo di Campione Indisturbato (CI) per ottenere informazioni stratigrafiche sui primi metri di terreno dal p.c. e poter prelevare un campione indisturbato da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico. Lavori di indagine, commissionati dall'Amministrazione comunale alla Tecnoprove – Matera, i quali risultati sono espressi nelle pagine che seguono e rappresentati nei rapporti di prova a cui si rimanda per eventuali approfondimenti del caso.

Sondaggio meccanico

Il sondaggio meccanico a carotaggio continuo è stato spinto sino ad una profondità massima di investigazione di 10 m dal p.c. Durante la perforazione è stato prelevato un Campione Indisturbato (CI) alla profondità di 4-4.50 m per le relative analisi di laboratorio geotecnico; altresì sono state effettuate nello stesso foro di sondaggio prove in sito mediante SPT, nel numero di 2, che hanno portato ai seguenti risultati:

da 6.00 a 6.45 m - n° colpi 8-14-19

da 10.00 a 10.45 m - n° colpi 11-21-29

La perforazione eseguita con carotiere semplice, ha incontrato per i primi 1.20 m dal p.c. argilla limosa con frustoli vegetali e conci di mattoni da 0.00 a 0.60 m; poi fino ad una profondità di

3.00 m dal p.c. si incontrano i limi argillosi giallastri con venature rossastre brunastre, poco consistenti, come si può notare dai valori del pocket penetrometrico tascabile espressi nel prospetto stratigrafico in Allegato B; seguono le argille limose giallastre con rare inclusioni sabbiose, consistenti e con livelletti millimetrici gessosi a 9.00 m circa dall'inizio della perforazione; infine a circa 9.20 m si incontrano le argille limose azzurrognole molto consistenti fino a fondo foro.

Analisi di laboratorio geotecnico

Dal campione indisturbato di terreno prelevato tramite la perforazione utilizzando una fustella campionatrice shelby, è stato possibile caratterizzare, dopo il trasporto al laboratorio geotecnico della Tecnoprove – Matera, geotecnicamente i terreni posti al di sotto quelli con scadenti caratteristiche geomeccaniche superficiali, effettuando le analisi granulometriche, valutando oltre la compressibilità edometrica nel tempo, il peso specifico dei granuli, il peso di volume, il contenuto naturale di acqua, i Limiti di Atterberg e con la prova di taglio diretto poter valutare la coesione e angolo di attrito. Tutti i valori sopraelencati sono stati ricavati dai certificati Tecnoprove a cui si rimanda per eventuali approfondimenti e espressi nel capitolo della caratterizzazione geotecnica.

La prospezione sismica a rifrazione utilizzata per determinare gli spessori e la velocità di propagazione delle onde sismiche primarie negli strati di terreno di interesse progettuale, è stata sviluppata per una lunghezza del profilo di 33 metri con distanza intergeofonica di 3.00 metri; le misure sono state effettuate utilizzando un sismografo a dodici canali che consente la cumulabilità degli impulsi. Nel profilo sono stati effettuati scoppi coniugati, nel numero totale di 5, al fine di meglio definire le velocità e la pendenza media dei singoli strati.

I parametri acquisiti sono stati utili per la conoscenza della caratterizzazione sismica locale e per una buona correlazione con i parametri geotecnici individuati dalle prove di laboratorio, al fine di una corretta progettazione delle opere da realizzare. In particolare, nella prospezione a piccola profondità, tecnica usata nel presente lavoro, sono studiate le modalità di propagazione delle onde di volume, in onde "P" ed "S" dalla stazione di eccitazione tramite massa battente, ai sensori "geofoni", che sono influenzate dai parametri elastici dei terreni investigati.

Pertanto, dall'indagine sismica in P, effettuata dalla Tecnoprove, è stata evidenziata una struttura del sottosuolo composta da due sismostrati. Il sismostrato superficiale assume uno spessore variabile da 2.7 m a 4.0 m circa, con velocità medie delle V_p pari a 356.3 m/s, sovrapposto ad un substrato maggiormente consistente che possiede velocità medie di circa 1490 m/s. Altresì, la prospezione eseguita con i geofoni che leggono le onde di taglio S, ha restituito una sismosezione con due sismostrati dei quali quello superficiale con V_s pari a 175.7 m/s e un substrato con V_s pari a 415.7 m/s posto ad una profondità di 5 metri circa.

Per l'esame di dettaglio dei dati di input-output, dromocrone e soprattutto delle geometrie dei terreni costituenti il sottosuolo di interesse progettuale (sismosezioni), si rimanda alle tabelle ed

ai grafici contenuti nell'RP VA001/14 (indagini sismiche a rifrazione di superficie) della Tecnoprove alla voce PS1 in P e PS1 in S.

Misure di Microtremori in campo libero (HVSR)

Con tale metodologia di misura, descritta anche nella sua esecuzione nel Rapporto di Prova della Tecnoprove VA001/14, sono state effettuate n. 3 misure per individuare eventuali picchi di frequenza dei terreni interessati dalle opere in progetto al fine di individuare eventuali amplificazioni sismiche locali. Tramite tali misure sono stati individuati dei picchi di frequenza ad indicare delle amplificazioni sismiche locali in tutti e tre i punti di misura e rispettivamente di 3.28Hz nell'HVSR1; di 3.63 Hz in HVSR2 e di 3.5 Hz per l'HVSR3. Tali picchi di frequenza possono essere utilizzati dal progettista strutturale per il calcolo della vibrazione dei vari piani dell'edificio che se corrispondente alla stessa frequenza possono portare a fenomeni di risonanza soprattutto in caso di eventi sismici. Comunque tali picchi evidenziano una amplificazione locale che potrebbe danneggiare gli edifici, soprattutto legata al contrasto di impedenza che si ha tra la velocità delle onde sismiche nei terreni argillosi poggianti sul substrato calcarenitico-calcareo a maggiore velocità, creando un effetto di intrappolamento delle onde sismiche tra gli strati argillosi.

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

In rapporto alle peculiarità geologiche e stratigrafiche locali ed al tipo di manufatto da realizzare è stata eseguita una campagna di carattere geotecnico tramite il prelievo di n. 1 campione indisturbato con fustella campionatrice (campione S1C1) nel sondaggio meccanico appena descritto. Da tale campione prelevato ad un intervallo di profondità di 4.0-4.50 m dal p.c., dopo le analisi di laboratorio geotecnico è stato possibile caratterizzare il terreno con le seguenti prove eseguite:

- Contenuto d'acqua – Peso di Volume – Peso specifico dei grani
- Analisi granulometrica dei terreni
- Determinazione dei Limiti di Consistenza (o di Atterberg) – Limite di ritiro
- Prova di compressione Edometrica
- Prova di Taglio diretto CD.

Parametri geotecnici

In base ai dati ottenuti dalle indagini effettuate si possono considerare valori di parametri geotecnici attribuibili ad un terreno argilloso con le seguenti percentuali granulometriche:

- Ghiaia 0%; Sabbia 1%; Limo 44%; Argilla 55%
- Un Peso specifico dei granuli di 27.60 kN/mc;
- Peso di Volume di 19.52 kN/mc
- Contenuto naturale di acqua di 26.60 %;
- Limiti di Atterberg % - LL 61.71; LP 20.56; IP 41.15; IC 0.90; LR 22.20;

- Coesione di 4.4 KPa
- Angolo di attrito di 19.7°;
- Per i parametri edometrici si rimanda al certificato n.9 del 18.02.2014 della Tecnoprove SRL Matera con tre diversi gradi di pressione di carico.

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

In seguito alla pubblicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 ed alla Deliberazione della Giunta Regionale di Basilicata n. 82 del 27 novembre 2003, che ha aggiornato la classificazione sismica del territorio regionale, nella quale il territorio comunale di Matera (MT) veniva classificato come zona 3, si è resa necessaria la caratterizzazione sismica dell'area in esame, al fine di verificare le caratteristiche di tale area alla luce della nuova normativa tecnica per le costruzioni DM2008.

Va ricordato che ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

La velocità equivalente delle onde di taglio V_{s30} è definita dall'espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove:

h_i spessore (in metri) dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità.

In base ai valori che si ottengono si individuano 5 classi di terreno, A, B, C, D e E ad ognuna delle quali è associato un determinato spettro di risposta elastico (Tab.1).

Classe	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $360\text{m/s} < V_{s30} < 800\text{ m/s}$ (ovvero $N_{\text{SPT}30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u30} > 250\text{ kPa}$ nei terreni a grana fina)
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 $180\text{m/s} < V_{s30} < 360\text{ m/s}$. (ovvero $15 < N_{\text{SPT}30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u30} < 250\text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{\text{SPT}30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $C_{u30} < 70\text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s30} > 800\text{m/s}$).

Tab. 1 – Classi di suolo

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dai terreni appartenenti alla classe A, a quelli appartenenti alla classe E.

Alle categorie appena descritte se ne aggiungono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare (Tab.2).

Classe	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{S30} < 100$ m/s (ovvero $10 < c_{u30} < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tab. 2 – Classi di suolo speciali

In rapporto alle peculiarità geologiche e stratigrafiche locali e al tipo di opere in progetto, la campagna di indagine indiretta effettuata di tipo geofisico, con metodologia sismica a rifrazione di superficie insieme alle misure con microtremori (HVSR), è stata utile per caratterizzare i terreni dell'area oggetto di studio ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto. Nel caso in esame tali indagini hanno comunque permesso di verificare l'effettivo stato fisico-meccanico globale del sottosuolo, consentendo di calcolare tale importante parametro (VS30).

In base alle indagini sismiche effettuate calcolati i valori di Vs ottenuti da correlazioni con le Vp misurate, è stato possibile effettuare il calcolo del parametro Vs,30; pertanto la velocità delle onde Vs,30 sono pari a 420 m/s portando a stimare la categoria del suolo di fondazione di tipo **B**. Il parametro Vs30 è stato calcolato, come richiesto dalla normativa, utilizzando una media ponderata dei valori delle velocità delle onde di taglio dei primi 30 metri di profondità mediante la seguente espressione: $Vs30 = 30 / (\sum_{i=1}^N h_i/v_i)$; facendo ricadere il suolo di fondazione in esame nella categoria di profilo stratigrafico di tipo B, descritto nella norma come segue:

Profilo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_u > 250$ kPa nei terreni a grana fine).

Con Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008, pubblicato sulla GU n.29 del 04/02/2008, sono state approvate le "Norme tecniche per le costruzioni" che recepiscono ed integrano le indicazioni contenute nell'O.P.C.M. n.3274 modificando l'approccio alla classificazione sismica del territorio. La valutazione della "pericolosità sismica di base", intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido con superficie topografica orizzontale (suolo di categoria A con $Vs30 > 800$ m/sec), viene utilizzato un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente" così come adottato dalle precedenti normative. Per il generico sito in esame, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di

progetto viene infatti effettuata utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (Tabella 1 dell'Allegato B del D.M.).

Le forme spettrali sono definite in funzione dei seguenti tre parametri:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_{c^*} = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nello spettro di risposta di progetto le caratteristiche di sito sono introdotte tramite un coefficiente S che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la seguente relazione:

$$S = SS \times ST$$

dove SS è il coefficiente di amplificazione stratigrafica e ST è il coefficiente di amplificazione topografica.

Il coefficiente SS si può ricavare dalla seguente tabella che lo lega alla categoria di sottosuolo di riferimento:

Categoria di suolo	S_s
A	1,00
B	$1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g / g$
C	$1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot a_g / g$
D	$2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot a_g / g$
E	$2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot a_g / g$

Tabella 3.2.V, modificata, delle NTC

Relativamente al coefficiente di amplificazione topografica ST , si può fare riferimento alla seguente tabella dove sono indicate le varie caratteristiche della superficie topografica che possono generare amplificazione sismica:

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Coefficiente topografico ST
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1.0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

Tabella 3.2.IV, modificata, delle NTC

Quindi, i valori dei parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali da assumere, considerata la categoria di suolo di fondazione di tipo B, saranno pari a:

$$S=1,25; T_b=0,15; T_c=0,50; T_d=2,0.$$

Inoltre, per la zona 3, relativa al Comune di Matera in questione con $ag=0.15g$, moltiplicando il valore di S quale valore dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente orizzontale (cat. Suolo A), si calcola una accelerazione massima orizzontale del terreno pari a $1,25 \times 0.15 = 0.1875g$, con valori dello spostamento e delle velocità orizzontali massime del suolo pari a $0,0047$ m e $0,015$ m/sec.

7. CONCLUSIONI.

Sulla base degli elementi emersi dalle indagini effettuate integrate dalla bibliografia tecnica e geologica esistente, si può affermare che i terreni superficiali interessati dalle opere in progetto sono costituiti da formazioni argillose della serie sedimentaria plio-pleistocenica della Fossa Bradanica. Tale serie sedimentaria risulta ricoperta da materiale inconsistente e/o poco consistente per circa 2.5-3.0 metri di profondità dal p.c. e assume spessori variabili di circa 15 metri prima di incontrare il substrato calcarenitico. All'interno di questi terreni argillosi si individua una tipologia alterata – giallastra per circa 9 metri di spessore e la restante parte grigio-azzurra con ottime caratteristiche geomeccaniche.

Dal punto di vista geomorfologico l'area studiata, risulta stabile, cioè a franosità nulla in quanto localizzata in corrispondenza di un area sub-pianeggiante, nel momento in cui si eliminano le ingombranti ed estese presenze dei terreni di riporto alti circa 2.5 – 3.0 m dal p.c.

Per tale studio geologico sono state effettuate delle indagini di tipo diretto tramite una perforazione a carotaggio continuo, che oltre alle informazioni stratigrafiche ha permesso di campionare il terreno e analizzarlo presso il laboratorio geotecnico incaricato dall'Amministrazione comunale, al fine di ottenere i parametri geotecnici evidenziati nel capitolo di caratterizzazione geotecnica e certificati dalla Tecnoprove srl – Matera (campione S1C1). Inoltre per estendere le informazioni dal punto di vista areale è stata eseguita una indagine sismica a rifrazione di superficie, che ha valutato le velocità sismiche nei terreni interessati dal piano fondale, evidenziando alla profondità di circa 2.7-4.0 m dal p.c. un buon substrato su cui poggiare le fondazioni. Altresì con la stessa indagine sismica è stato possibile individuare una categoria del suolo di fondazione di tipo B, confermato dalle misure HVSR.

Considerato che le scelte progettuali, quali quelle riferite alle fondazioni debbono tenere nella giusta considerazione quelli che sono gli aspetti geologico-tecnici e morfologici della zona; la scelta del tipo di fondazione da adottare, per il fabbricato in progetto, considerando le caratteristiche scadenti dei terreni argillosi per i primi 3 m circa dal p.c., per evitare cedimenti che in questi terreni sono di entità molto variabile e a volte pericolosi; sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di laboratorio e dalle indagini effettuate, si indica il livello più congruo per il piano di fondazione non inferiore ai 3.00-4.00 metri dal p.c. (vedi prospetto stratigrafico e sismosezione nel RP VA001/14 del 14.02.2014), pari ad una profondità tale da superare lo

spesso strato di terreno con scadenti caratteristiche meccaniche e poggiate le fondazioni su limi argillosi con caratteristiche meccaniche di migliore qualità.

Dalle evidenze del presente studio non si individua alcuna presenza di acque sotterranee fino alla profondità in cui si trova il substrato calcareo, quindi è da escludere il rinvenimento di acque sotterranee durante gli scavi per raggiungere il piano di fondazione, si fa presente, comunque, che negli scavi e sbancamenti che si andranno a realizzare sia i rinterrati che la regimentazione delle acque, per le parti da urbanizzare, se non eseguiti adeguatamente, possono permettere all'acqua di infiltrarsi e di venire a contatto con i materiali argillosi; pertanto si consiglia di evacuare l'acqua meteorica il più velocemente possibile per non permettere di farla restare a contatto con l'argilla per lungo tempo, visto che i materiali argillosi hanno una nota capacità a rigonfiare con acqua e variare le caratteristiche meccaniche intrinseche.

L'area di stretto interesse progettuale non presenta volumi di terreno soggetti a fenomeni di dissesto in atto, e potrebbero crearsi fenomeni di dissesto potenziali nel momento in cui non vengano regimentate a dovere le acque di scorrimento superficiale sia in fase di esecuzione delle opere di costruzione del manufatto o in seguito ad opere finite. All'atto dell'esecuzione degli scavi, dovrà essere verificata dalla D.L. che il terreno di appoggio della struttura fondale del fabbricato sia omogeneo e non alterato per evitare rischi di cedimenti di tipo differenziale. Inoltre, si consiglia di curare particolarmente il deflusso delle acque di precipitazione superficiali che interessano l'area di progetto interessate dalle infrastrutture, in maniera tale da allontanarle evitando così di farle stazionare negli scavi o a lavori finiti sulle superfici pianeggianti urbanizzate.

Pertanto dalle conoscenze acquisite dai rilievi e dalle osservazioni di campagna nonché dalle indagini effettuate, ed in relazione all'entità alle opere da realizzare, si può affermare che l'area possiede i requisiti geologico-tecnici per realizzare le opere in progetto e si rimanda ai capitoli precedenti per tutto quanto non specificato nel presente.

Il geologo

CRISTALLO Filippo Maurizio

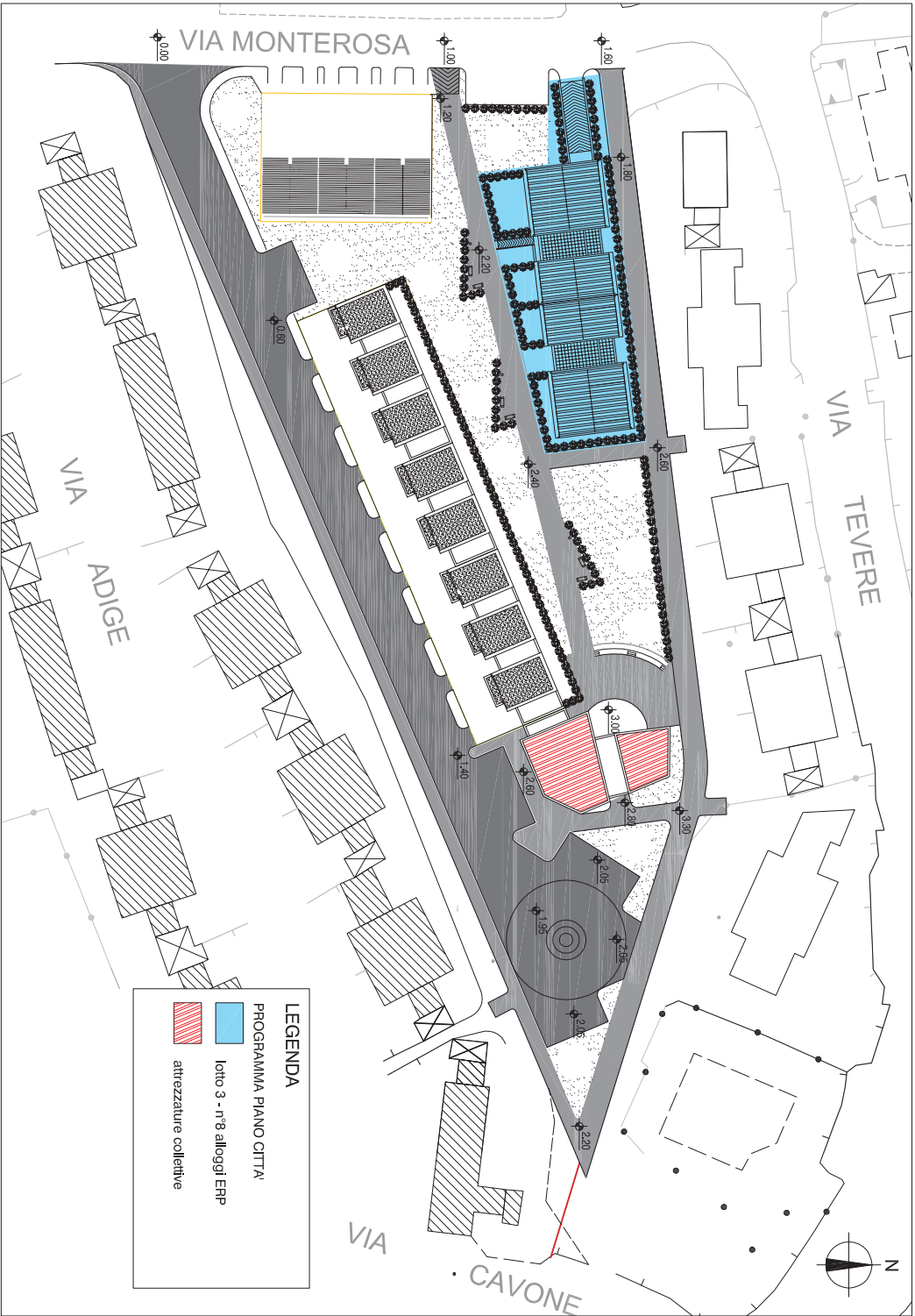
ALLEGATI

- A - UBICAZIONE AREA DI INTERVENTO
- B - PROSPETTO STRATIGRAFICO

ALLEGATO A

- **Ubicazione area di intervento**

UBICAZIONE AREA DI INTERVENTO



ALLEGATO B

- **Prospetto stratigrafico**

COMMITTENZA: Amministrazione Comunale - Matera OGGETTO: Lavori di costruzione di fabbricati da ubicare nel lotto 1 (domotica), lotto 2 (bioclimatica) e Programma Piano Città (lotto 3 - n. 8 alloggi ERP - attrezzature collettive) <p style="text-align: right;">redatto da: geologo CRISTALLO</p>			<h1 style="font-size: 2em;">S1</h1> (0-10m)
Metodo di Perforazione: Rotazione e carotaggio continuo	Inizio Perforazione: 27-01-2014	Fine Perforazione: 27-01-2014	

Carotiere utilizzato	Camicie	Riferimento	Profondità	Spessore Strati	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE	Campionamenti	SPT n. colpi	Pocket pen. kg/cm ²	Falda acquifera
----------------------	---------	-------------	------------	-----------------	--------------	-------------	---------------	--------------	--------------------------------	-----------------

Semplice		m 0				Argilla limosa con frustoli vegetali e conci di mattoni da 0,00 a 0,60 m				
		1	1.20	1.20					1,9	ASSE NTE
		2		1.80		Limo argilloso giallastro con venature rossastre e brunastre, poco consistente			2,2	
		3	3.00						2,1	
		4							2,3	
		5							3,8	
		6		6.20		Argilla limosa giallastra con rare inclusioni sabbiose, livello millimetrico gessoso a 9,00 m circa; si presenta consistente		6,00	4,0	
		7							4,5	
		8							4,5	
		9	9.20					8	4,4	
	10	10.00	0.80		Argilla limosa azzurrognola molto consistente		14	4,5		

11
21
29