INDICE

1) PREMESSA E CONTENUTI PIANO ATTUATIVO 1

2) PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' DEGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI E DEGLI STRUMENTI SOVRAORDINATI 2

3) LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI GENERALI 5

4) CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA IN ESAME 6

4.1) MORFOLOGIA 6
4.2) GEOLOGIA, STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI 6
4.3) IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA 9

5) SISMICITÀ DELL'AREA E PARAMETRI SISMICI 10

6) DEFINIZIONE CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL DPGR 53/R 12

7) DEFINIZIONE DELLA FATTIBILITA' AI SENSI DEL DPGR 53/R, LIMITAZIONI E PRESCRIZIONI 13

8) VALUTAZIONI RELATIVE ALLA SISMICITÀ DELL'AREA 14

9) PRESCRIZIONI PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA – CAMPAGNA GEOGNOSTICA16

ALLEGATI NEL TESTO

Allegato 1	Dati geognostici di riferimento
Allegato 2	Indagini sismiche di riferimento

TAVOLE FUORI TESTO

Tavola 1	Corografia	scala 1:10.000
	Stralcio CTR	scala 1:2.000
	Planimetria generale stato di progetto	scala 1:500
	Sezioni geologiche stato sovrapposto	scala 1:200
Tavola 2	Carta della pericolosità (ai sensi del DPGR 53/R/2011	scala 1:500

1) PREMESSA E CONTENUTI PIANO ATTUATIVO

Nel presente rapporto tecnico si illustrano le indagini geologico-tecniche svolte di supporto al Piano Attuativo per la realizzazione di intervento immobiliare ad uso residenziale sito in Via Emilia Comune di Forte dei Marmi.

L'intervento è inserito nell'Ambito di trasformazione unitaria AT3 – Via Emilia nello specifico si tratta del Comparto AT3-B. Il progetto prevede la realizzazione di n.3 edifici di forma pressoché rettangolare per un totale di n. 6 unità immobiliari ad uso residenziale.

Gli edifici sono costituiti da un piano interrato posto ad una profondità di circa 2,80 m dal piano di campagna attuale e da due piani fuori terra per un'altezza complessiva in gronda pari a circa 7,0 m dal piano di campagna. Le due unità immobiliari di ciascun edificio sono fra loro collegate da una porzione di fabbricato costituita da un piano interrato e un unico piano fuori terra.

La sistemazione del lotto, prevede inoltre la realizzazione di una viabilità interna con aree mantenute a verde privato di pertinenza e la realizzazione di un parcheggio pubblico e di una zona parallela alla Via Emilia adibita a verde pubblico.

Le indagini geologiche svolte di supporto alla trasformazione dell'area sono state redatte in conformità alla seguente normativa:

- D.M. 14.01.2008, Testo Unitario – Norme Tecniche delle Costruzioni;
- Consiglio superiore dei lavori pubblici, Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche delle Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008, circolare febbraio 2008;
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 36/R del 09.07.2009 – Regolamento di attuazione dell'art. 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico;
- Del. G.R.T. n. 431 del 19.06.06, che recepisce le indicazioni della Proposta di riclassificazione sismica dei Comuni della Toscana, conseguente all'Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006.
- Variante al Piano Strutturale del Comune Forte dei Marmi approvata con Del. C.C. n. 14 del 10/02/2009;
- Variante al Regolamento Urbanistico Comune di Forte dei Marmi adottato con Del. C.C. n. 19 del 05/03/2012;
- Piano complesso d'intervento approvato con Del del C.C. n. 18 del 14/03/2011
- D.P.G.R. n.53/R del 25 ottobre 2011 "Regolamento di Attuazione dell' Art.62 della LR n. 1/2005 (Norme per il governo del territori) in materia di indagini geologiche";
- Piano di bacino stralcio "Assetto Idrogeologico" (P.A.I.) Toscana Nord, approvato con deliberazione n°11 del 25/01/2005;

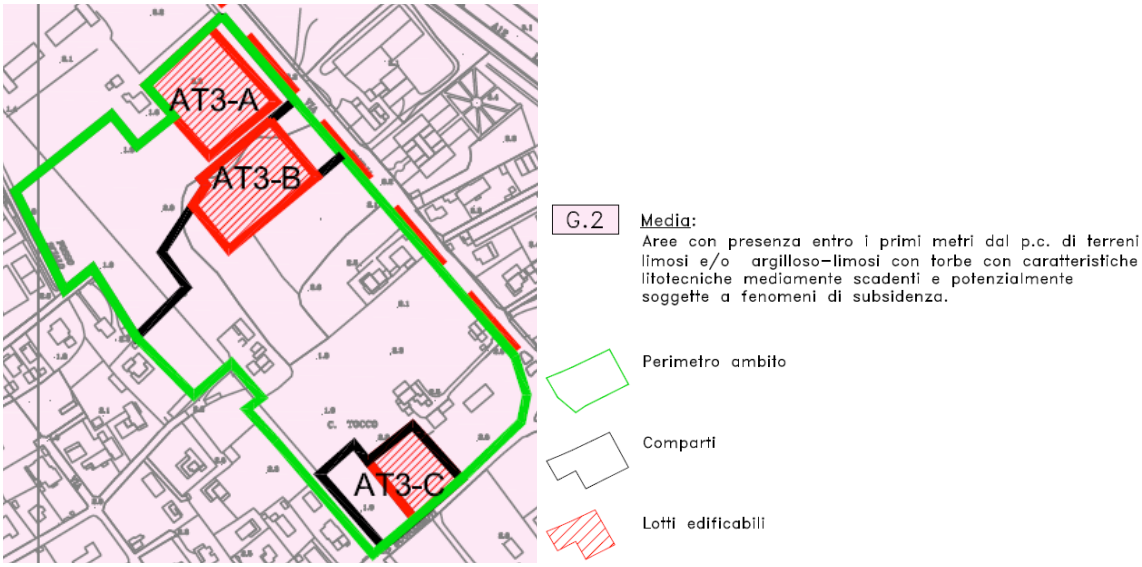
Le indagini geologiche di supporto alla trasformazione dell'area sono state redatte in adeguamento al DPGR n.53/R/2011 che ha sostituito il precedente DPGR n.26/R come "*Regolamento di Attuazione dell' Art.62 della LR n. 1/2005 (Norme per il governo del territori) in materia di indagini geologiche*"

2) PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' DEGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI E DEGLI STRUMENTI SOVRAORDINATI

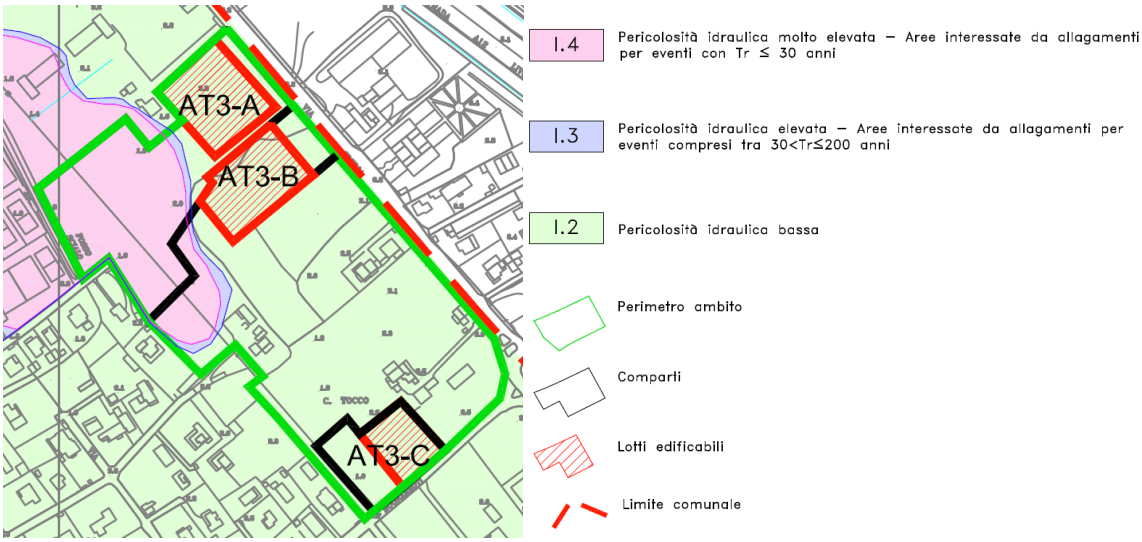
L'ambito di trasformazione unitaria AT3 – Via Emilia prevede obiettivi generali che riguardano l'attuazione di interventi finalizzati alla realizzazione di alloggi destinati alla residenza stabile con la contemporanea acquisizione di aree pubbliche per la dotazione di standard e per il riordino dell'attuale viabilità di quartiere; in particolare la presente indagine geologica prenderà in esame le problematiche connesse alla realizzazione del comparto AT3-B.

Si riportano di seguito gli stralci delle cartografie di pericolosità redatte ai sensi della 26/R/2007 allegate al Piano Complesso degli Interventi (approvato con Del del C.C. n. 18 del 14/03/2011) e la cartografia di pericolosità allegata al Piano Stralcio Assetto Idrogeologico.

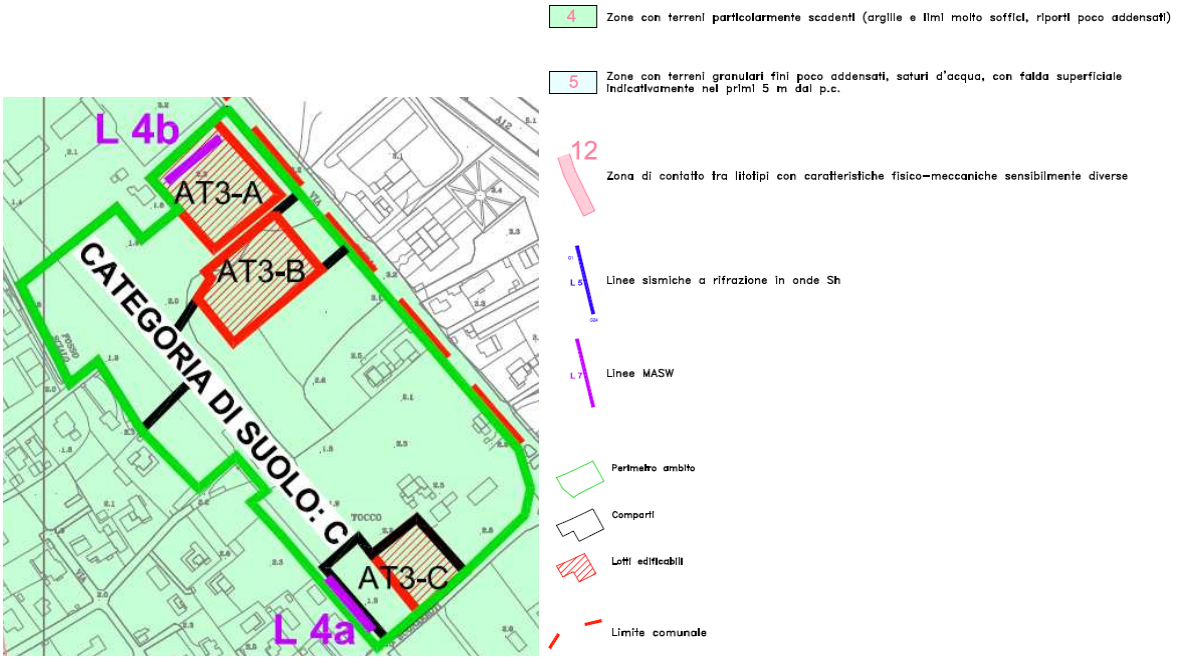
Carta della pericolosità geomorfologica



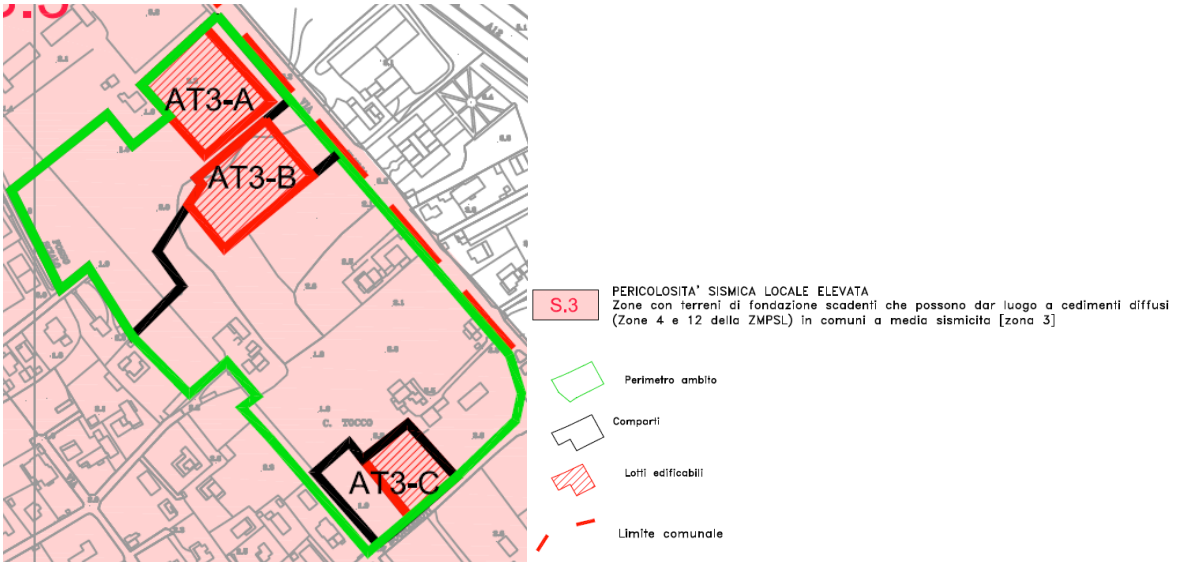
Carta della pericolosità idraulica



Carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale



Carta della pericolosità sismica locale



Si precisa che le classi di pericolosità redatte ai sensi della 26/R/2007 individuate per l'area in esame nelle cartografie allegate alla Variante al Regolamento Urbanistico (adottata con Del C.C. n. 19 del 05/03/2012), sono le medesime indicate nel Piano Complesso degli Interventi.

Per il comparto AT3-B vengono riassunte di seguito le classi di fattibilità indicate nella Scheda n.3 (Ambito di trasformazione unitaria AT3- Via Emilia) allegata al Piano Complesso degli interventi:

Pericolosità geomorfologica	G2	Fattibilità geomorfologica	**F2**
Pericolosità idraulica	I2	Fattibilità idraulica	**F2**
Pericolosità sismica	S3	Fattibilità sismica	**F3**

In relazione alle classi di fattibilità individuate, si riportano di seguito le prescrizioni previste nella SCHEDA n. 3 relativa all'Ambito di Trasformazione Unitaria AT3 e nel Rapporto Geologico allegato al Piano Complesso degli interventi:

Classe di Pericolosità Idraulica Media – Criteri generali di fattibilità

"….per gli interventi di nuova edificazione e per le nuove infrastrutture possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico.

Classe di Pericolosità Geomorfologica Media – Criteri generali di fattibilità

"….le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio al fine di non modificare negativamente le condizioni e i processi geomorfologici presenti nell'area".

Classe di Pericolosità Sismica Media – Criteri generali di fattibilità

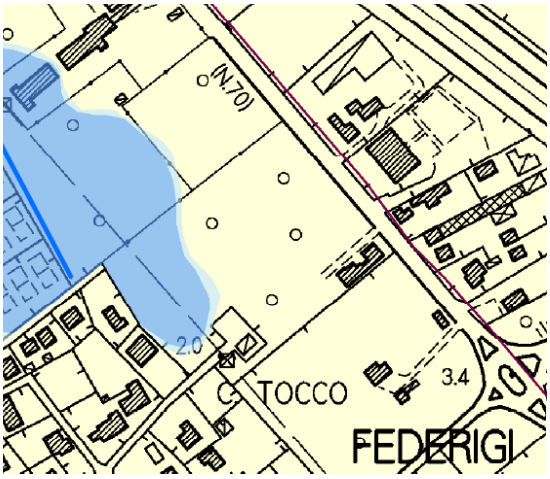
Il comparto AT3-B nella Carta delle ZMPSL ricade nell'area 4 - zone con terreni particolarmente scadenti (argille e limi molto soffici, riporti poco addensati):

"in sede di predisposizione dei piani complessi d'intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi dovranno essere valutati i seguenti aspetti": nelle aree 4 della carta ZMPSL sono prescritte adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni".

"Deve essere effettuata la caratterizzazione sismica dell'area e deve essere valutata l'adeguatezza delle indagini ai sensi delle NTC 2008"

L'area in esame ricade all'interno del perimetro regolamentato dall'Autorità di Bacino Toscana Nord.

Per quanto riguarda le cartografie allegate Piano Stralcio Assetto Idrogeologico, si riporta di seguito lo stralcio della **Carta della Tutela del Territorio**:



Ambiti di fondovalle

Il comparto AT3-B ricade nell'ambito di fondovalle e all'esterno delle aree a pericolosità idraulica.

3) LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI GENERALI

L'area in esame si trova del settore centrale della Pianura versiliese in un lotto ubicato poco a Nord del Cavalcavia che conduce al Comune di Seravezza e poco a Sud Ovest del rilevato dell'autostrada A12 Livorno – Genova.

La Pianura costiera versiliese è costituita da una successione di depositi quaternari di natura marina, fluvio-lacustre ed eolica, legati alle fasi di regressione e trasgressione marina iniziate nel Pleistocene superiore e correlabili sia con variazioni climatiche, sia con movimenti relativi a prevalente rigetto verticale impostatisi lungo sistemi di faglie dirette, orientate principalmente in direzione NW - SE.

L'area d'interesse è ubicata sui depositi di origine fluvio-lacustre delle lame retrodunari caratterizzati da terreni limoso argillosi con livelli di torbe; dati bibliografici documentano che questo livello deposto al di sopra di terreni sabbiosi, presenta uno spessore massimo variabile da 3,0 a 4,0-5,0 m.

Procedendo verso Ovest si rilevano in affioramento i sedimenti di natura marina ed eolica prevalentemente sabbiosi costituenti l'attuale fascia di duna costiera (duna post - romana); al margine occidentale si ha il passaggio ai sedimenti attuali di spiaggia.

Procedendo invece verso Est rispetto all'area di interesse si ha una progressiva transizione, in affioramento, a sedimenti di tipo continentale legati ad una dinamica di tipo fluviale e fluvio-

lacustre connessa rispettivamente con l'attività dei paleoalvei del Fiume Versilia (depositi alluvionali e di conoide) e con il ciclo sedimentario dell'ex Lago di Porta (torbe e limi argilloso-sabbiosi).

Nella zona è quindi presente una successione di terreni alluvionali di età quaternaria caratterizzati da eteropie di facies tra sedimenti di tipo continentale legati ad ambienti deposizionali fluviali di varia energia, lacustri e palustri e sedimenti marini o di ambiente costiero (sedimenti marini prossimali, di spiaggia, eolici).

Anche in senso verticale si hanno delle variazioni di facies legate alle fasi alterne di ingressione e regressione marina che si sono succedute a partire dal Pleistocene.

4) CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA IN ESAME

4.1) Morfologia

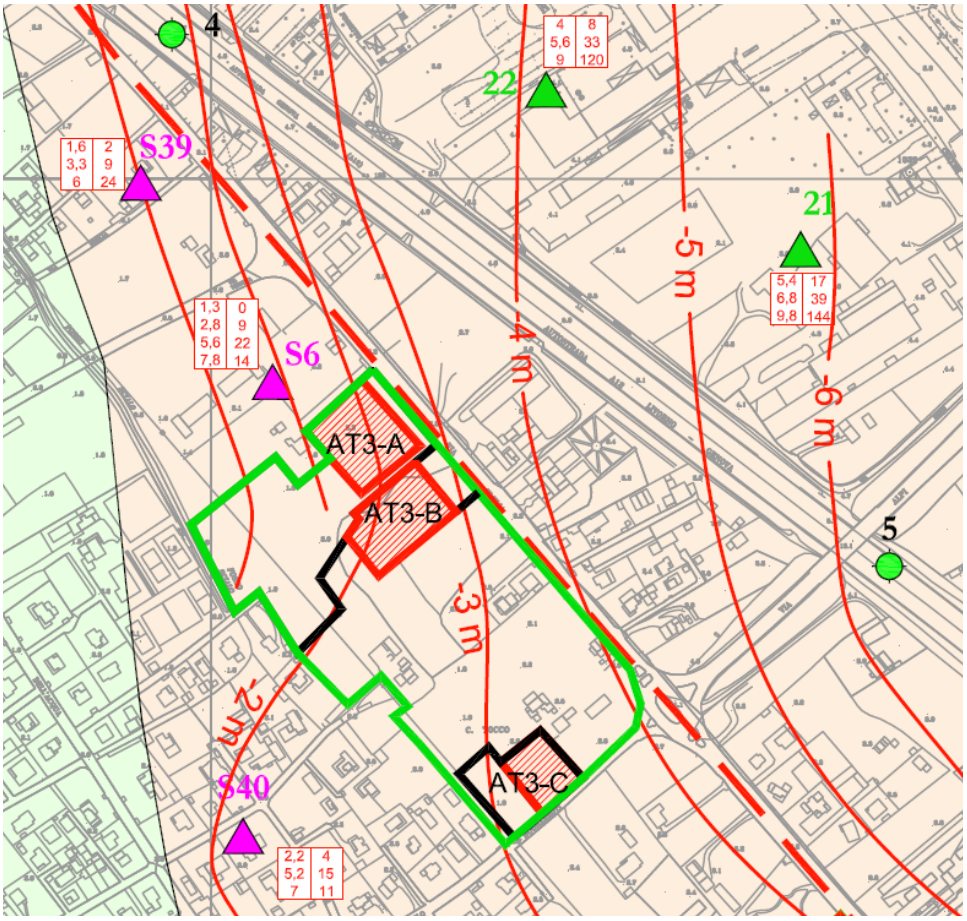
L'area in esame, si trova ad Ovest del rilevato autostradale A12 in un'area attualmente mantenuta a verde lungo la Via Emilia.

Il lotto è ubicato ad una quota di circa 2,3 m s.l.m. in una zona morfologicamente sub pianeggiante caratterizzata nel complesso da una debole pendenza (0,3%) verso Sud Ovest; l'assetto morfologico monotono della pianura è interrotto localmente dal rilevato autostradale A12 che si sviluppa in direzione Nord Ovest – Sud Est e dal cavalcavia che conduce al territorio comunale di Seravezza e che si trova poco a Sud Est dell'area in oggetto.

4.2) Geologia, stratigrafia e caratteristiche meccaniche dei terreni

Per la ricostruzione stratigrafica dei terreni di fondazione sono stati utilizzati i dati ricavati dai dati bibliografici disponibili.

Si riporta di seguito lo stralcio della Carta Geo-lito-morfologica allegata al Piano Complesso degli interventi.



-3m Isobata del tetto dell'orizzonte litotecnico resistente (N>10 colpi – Rp> 20 kg/cm2) (m, s.l.m.)

Limite comunale

Dati di base:

5 Sondaggi a stratigrafia nota

5 S.E.V.: sondaggi elettrici verticali (Schlumberger e/o dipolo–dipolo)

27 Prove penetrometriche statiche CPT

S15 Prove penetrometriche dinamiche (DPM/DPSH)

Perimetro ambito

Comparti

Lotti edificabili

Dati delle indagini geognostiche:

2 5 7	12 20 25	Profondità (m, dal p.c.) Ncolpi/Resistenza alla punta (kg/cm2)

Geo-lito-morfologica:

Sa — Sabbie della spiaggia attuale (Olocene)

Se — Sabbie eoliche litorali (dune post–romane) con intercalazioni di limi argillosi e/o argille (Olocene)

L — Limi da argillosi, talora torbosi, a sabbiosi e argille sabbioso–limose (Olocene)

Classi litotecniche:

Classe A1 — Caratteristiche litotecniche: successione di sabbie con granulometria variabile da fine a media e di sabbie fini limose. Depositi da sciolti a mediamente addensati. Caratteristiche di resistenza al taglio discrete.

Classe A2 — Caratteristiche litotecniche: depositi da mediamente sciolti a compressibili. Scarsa resistenza al taglio.

La carta mostra che nell'area corrispondente al Comparto AT3-B il tetto dell'orizzonte resistente (con Nspt> 10 colpi o Rp>20 Kg/cm^2) si trova ad una profondità di circa 2,0 – 3,0 m dal piano di campagna.

I dati stratigrafici derivati dalle indagini geognostiche prese in esame hanno fornito la seguente stratigrafia media:

- Un primo orizzonte di depositi prevalentemente limo argillosi con sottili livelli di torbe esteso fino a profondità variabili da 1,5 a 4,0 m circa;
- Un orizzonte di sedimenti sabbiosi esteso fino a circa 15,0 m
- Da circa 15 m fino alle profondità indagate (40 m) nelle indagini prese a riferimento, orizzonte di ghiaie e ciottoli in matrice argillosa.

Per una prima stima dei parametri geotecnici dei terreni sono stati utilizzati i dati ottenuti da 2 prove penetrometriche dinamiche eseguite con penetrometro DL030 in lotti limitrofi.

Il numero di colpi è stato moltiplicato per il relativo coefficiente di correlazione in modo da ricavare il corrispondente valore Nspt, utilizzato poi per ricavare i parametri geotecnici mediante grafici e formule di correlazione.

Si riporta di seguito la stratigrafia media e i parametri geotecnici ricavati:

Profondità dal p.c. (m)	**Descrizione litologica e parametri geotecnici medi**
0,0 – 3,0	Limi argilloso sabbiosi con livelli di torbe φ: 27° γ: 1,8 t/m^3 γ_{sat}: 1,9 t/m^3 M_0= 40-60 kg/ cm^2
3,0 – 15,0	Sabbie e sabbie limose con intercalazioni di limi sabbioso argillose φ: 29-31° γ: 1,9 t/m^3 γ_{sat}: 2,0 t/m^3 M_0= 80-120 kg/ cm^2
>15,0	Ghiaie e ciottoli in matrice argillosa φ: 33° γ: 2,0 t/m^3 γ_{sat}: 2,1 t/m^3 M_0= 150 - 300 kg/ cm^2

(dove: φ: angolo di attrito interno; γ peso di volume del terreno; γ_{sat}: peso di volume del terreno immerso; M_0: modulo edometrico)

Si sottolinea che si tratta di dati indicativi della situazione stratigrafica e geotecnica generale della zona e che in fase di progettazione esecutiva sarà necessario eseguire indagini idonee all'interno del lotto in oggetto.

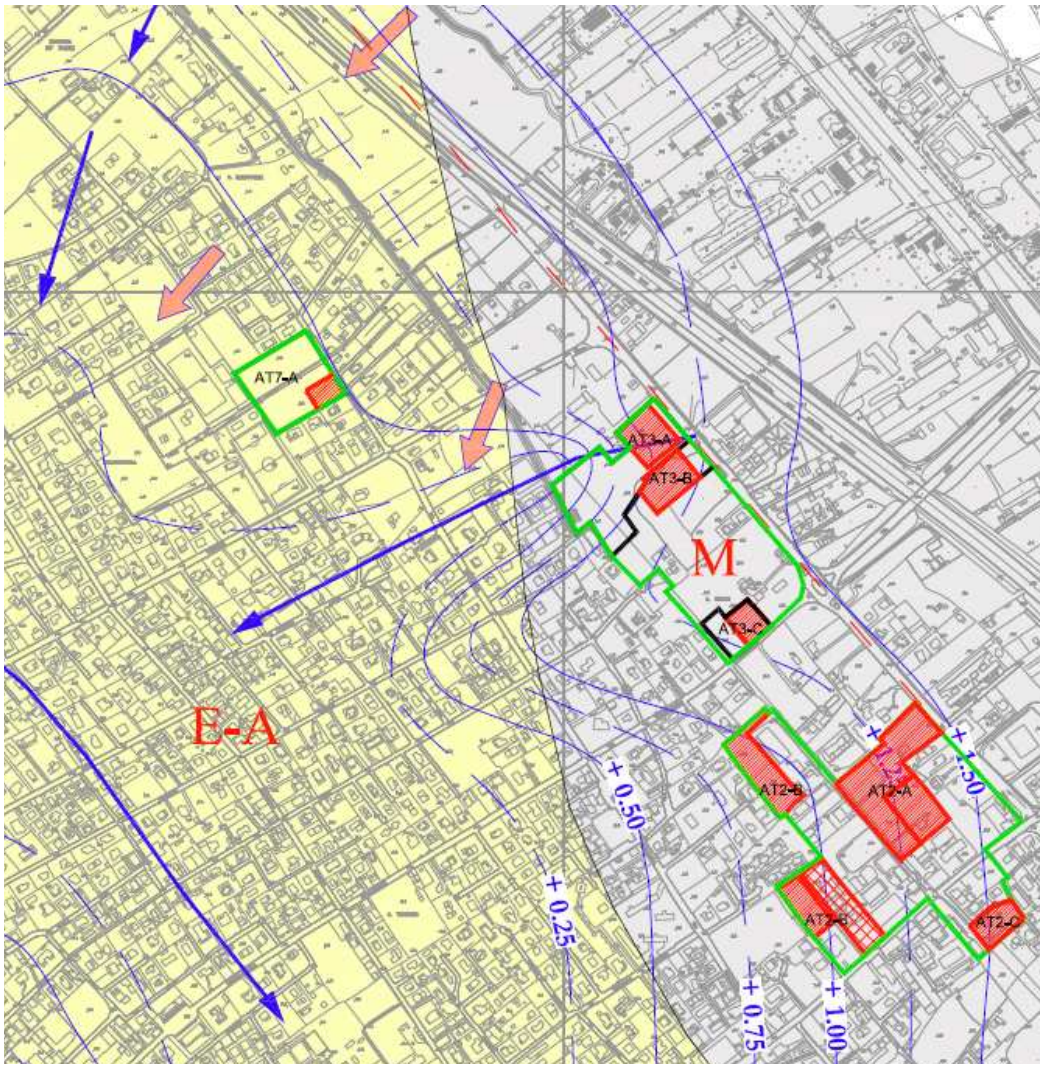
4.3) Idrografia e idrogeologia

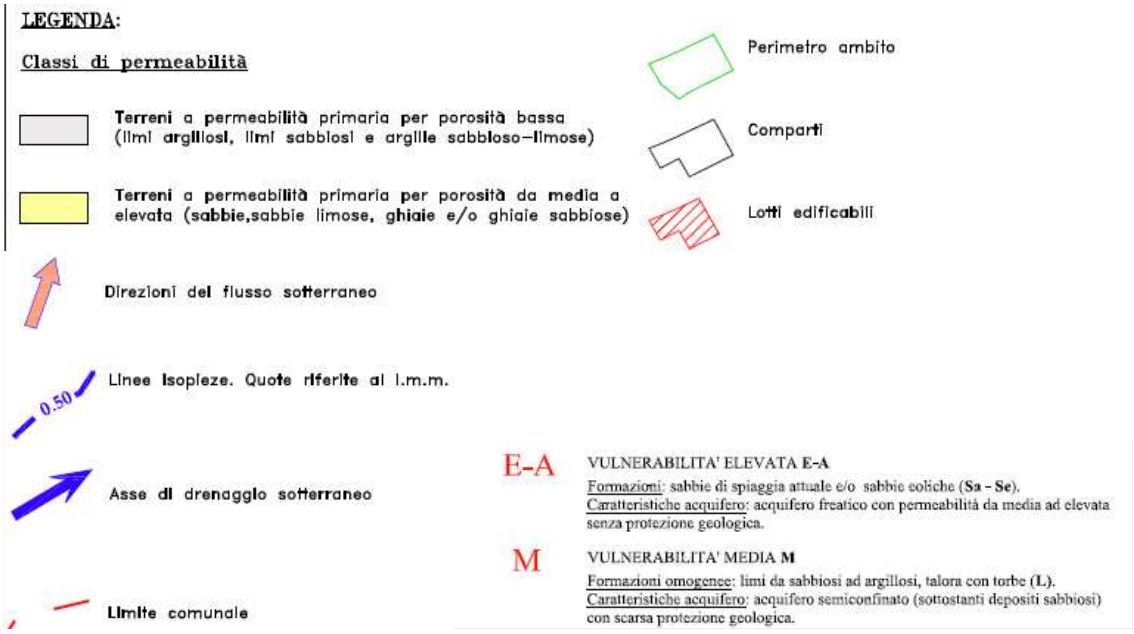
Il reticolo idrografico principale è rappresentato dal Fiume Versilia che scorre a Nord dell'area e dal Fosso Scalo che si trova invece a Sud Ovest; nell'intorno dell'area di progetto sono presenti canalette di scolo che indirizzano le acque di scorrimento superficiale verso i collettori principali presenti nelle vicinanze.

Nella zona è ben documentata la presenza di un acquifero freatico all'interno dei depositi di duna; altri acquiferi sono situati all'interno dei sedimenti continentali o costieri più profondi e risultano, in genere, separati dall'acquifero superficiale mediante orizzonti di terreni prevalentemente argillosi.

L'area in esame si trova in corrispondenza dei depositi limo argillosi caratterizzati da un basso grado di permeabilità primaria; poco ad Ovest si passa ai depositi sabbiosi caratterizzati invece da una permeabilità da media a elevata.

Si riporta di seguito lo stralcio della Carta Idrogeologica allegata al Piano Complesso degli interventi:





Lo stralcio della Carta idrogeologica mostra un andamento delle isopieze orientate in generale Nord Ovest – Sud Est; poco a Nord del Comparto AT3-B è evidenziato un asse di drenaggio sotterraneo orientato Nord Est – Sud Ovest

Dall'esame delle Carte Piezometriche elaborate dall'Autorità di Bacino Toscana Nord è stato possibile stimare, nell'area oggetto di studio, una oscillazione stagionale del livello di falda con quote variabili da 0 a 2 m dal piano di campagna.

5) SISMICITÀ DELL'AREA E PARAMETRI SISMICI

Secondo la Delibera G.R.T. n. 431 del 19.06.06, "Riclassificazione sismica del territorio regionale", il Comune di Forte dei Marmi ricade in Zona 3 di sismicità.

Le indagini sismiche Masw effettuate a supporto del Piano Complesso degli interventi nella zona circostante l'area in oggetto, hanno permesso di determinare la categoria di sottosuolo di fondazione riferita al piano di campagna; i dati disponibili hanno fornito risultati omogenei nell'intorno del sito con valori di Vs_{30} variabili da 251 a 267 m/sec corrispondenti alla categoria di sottosuolo C:

Categoria	***Descrizione***
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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 $15<N_{SPT,30}<50$ nei terreni a grana grossa e $70<c_{u,30}<250$ kPa nei terreni a grana fina).

Dato che il progetto prevede edifici con fondazioni interrate, in fase di progetto esecutivo dovrà essere confermato il valore Vs_{30}, o comunque nuovamente classificato il suolo sulla base dell'esatta profondità del piano di posa delle fondazioni.

Data la morfologia sub pianeggiante dell'area, per la determinazione dei parametri sismici potrà essere utilizzata la categoria topografica T1 (tab. 3.2.IV D.M. 14/01/2008): *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <15°*, cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica St = 1,0.

I parametri sismici sotto elencati sono stati ricavati dal sito www.geostru.it, "*parametri sismici con un click*":

Sito in esame.

latitudine:	43,972137
longitudine:	10,179665
Classe:	2
Vita nominale:	50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 18933	Lat: 43,9877	Lon: 10,1548	Distanza: 2634,423
Sito 2	ID: 18934	Lat: 43,9896	Lon: 10,2241	Distanza: 4053,883
Sito 3	ID: 19156	Lat: 43,9396	Lon: 10,2268	Distanza: 5226,756
Sito 4	ID: 19155	Lat: 43,9377	Lon: 10,1575	Distanza: 4221,643

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50anni
Coefficiente cu:	1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81 %	
Tr:	30	[anni]
ag:	0,043 g	
Fo:	2,525	
Tc*:	0,232	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63 %	
Tr:	50	[anni]
ag:	0,053 g	
Fo:	2,523	
Tc*:	0,249	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10 %	
Tr:	475	[anni]
ag:	0,130 g	
Fo:	2,406	
Tc*:	0,291	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5 %	
Tr:	975	[anni]
ag:	0,167 g	

Fo:	2,374	
Tc*:	0,298	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,700
St:	1,000
Kh:	0,013
Kv:	0,006
Amax:	0,625
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,660
St:	1,000
Kh:	0,016
Kv:	0,008
Amax:	0,780
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,500
Cc:	1,580
St:	1,000
Kh:	0,047
Kv:	0,023
Amax:	1,907
Beta:	0,240

SLC:

Ss:	1,460
Cc:	1,570
St:	1,000
Kh:	0,059
Kv:	0,029
Amax:	2,393
Beta:	0,240

6) DEFINIZIONE CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL DPGR 53/R

Rispetto al quadro conoscitivo descritto dagli strumenti urbanistici comunali (redatti ai sensi del D.P.G.R. n. 26/R del 27/04/2007), non sono intervenuti, successivamente a tale data, fenomeni o eventi alluvionali che abbiano modificato il quadro d'insieme dell'area, pertanto il quadro di riferimento è da ritenersi ancora valido ed aggiornato per l'area in esame.

Si riportano di seguito le definizioni delle classi di pericolosità dell'area in esame ai sensi D.P.G.R. n. 53/R del 25/10/2011 (Tav. 2 fuori testo):

Pericolosità geologica media: G2 – aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

Pericolosità idraulica media I2 – Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra 200<Tr<500 anni

Pericolosità sismica locale elevata S3 – Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi

Per quanto concerne la pericolosità sismica, non sono richieste nuove definizioni; ai sensi dell'Art. 16 comma 2 del D.P.G.R. n. 53/R del 25/10/2011 "*Per gli aspetti sismici delle indagini geologiche, ai piani complessi d'intervento e ai piani attuativi che si riferiscono a regolamenti urbanistici le cui indagini geologiche sono state effettuate ai sensi del regolamento emanato con il D.P.G.R. 26/R/2007, si applicano le direttive tecniche di cui all'allegato A di detto regolamento*".

7) DEFINIZIONE DELLA FATTIBILITA' AI SENSI DEL DPGR 53/R, LIMITAZIONI E PRESCRIZIONI

In relazione alle classi di pericolosità dell'area individuate ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R del 25/10/2011 e delle opere previste dal progetto, è stato possibile associare le seguenti classi di fattibilità da considerare valide per l'intera area oggetto di Piano Attuativo (ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R del 25/10/2011) 2011 (Tav. 2 fuori testo):

FATTIBILITA GEOLOGICA F2 - si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prestazioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica media le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio al fine di non modificare negativamente le condizioni e i processi geomorfologici presenti nell'area.

FATTIBILITA' IDRAULICA F2

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica media per gli interventi di nuova edificazione e per le nuove infrastrutture possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico.

FATTIBILITA' SISMICA F3

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata (S3) in sede di predisposizione dei piani complessi d'intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza in sede di predisposizione dei progetti edilizi sono valutati i seguenti aspetti: nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti. Per terreni soggetti a liquefazione dinamica sono realizzate adeguete indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni.

Le indagini di supporto alla progettazione esecutiva dovranno essere redatte in conformità alle seguenti normative di settore:

- Decreto Ministeriale 14.01.2008, Testo Unitario – Norme Tecniche delle Costruzioni;
- Consiglio superiore dei lavori pubblici, Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche delle Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008, circolare febbraio 2008;
- D.P.G.R. n. 36/R del 09.07.2009 – Regolamento di attuazione dell'art. 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico.

8) VALUTAZIONI RELATIVE ALLA SISMICITÀ DELL'AREA

Come già detto l'area in esame nella Carta delle Zone a Maggior Pericolosità sismica locale, ricade nella zona 4: "zona con terreni particolarmente scadenti (argille e limi molto soffici, riporti poco addensati)" cui è stata associata una pericolosità sismica locale elevata S3; per tali zone sono da prevedere fenomeni di cedimenti diffusi e/o accentuata compattazione.

Le indagini sismiche Masw prese a riferimento ed eseguite nella zona circostante a quella di intervento, hanno evidenziato la presenza di sismostrati caratterizzati da velocità di propagazione delle onde S che aumentano con la profondità ma che si mantengono su valori piuttosto bassi variabili da un minimo di 119 m/sec ad un massimo di 418 m/sec. In base ai risultati ottenuti dalle indagini sismiche Masw si possono in prima analisi escludere, in caso di sisma, problematiche connesse a fenomeni di amplificazione del moto per cause litologiche dato che non sono stati rilevati bruschi incrementi di velocità di propagazione delle onde S fra i sismostrati individuati.

Le prescrizioni di fattibilità in relazione agli aspetti sismici, contenute nella Scheda n. 3 Ambito di trasformazione unitaria AT3- Via Emilia (piano complesso degli interventi) prevedono per il comparto AT3-B la valutazione del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni.

Utilizzando i dati disponibili sono state effettuate le verifiche a liquefazione con il Programma di calcolo disponibile *on line* sul sito www.geostru.com secondo il metodo di Tokimatsu e Yoshimi e inserendo i seguenti dati:

- livello di falda: - 1,0 m
- verifiche effettuate in corrispondenza della profondità media dei livelli individuati a cui sono stati associati i seguenti valori Nspt:

  Nspt = 1,5 a 1,5 m,

  Nspt = 10 a 9 m
- Per quanto riguarda la Magnitudo, considerando la zonazione sismogenetica zs9, l'area in esame ricade nella zona 916 alla quale è stata associata una magnitudo massima Mw_{max} = 6,14.
- Dai dati sismici ricavati per il sito si ottiene una accelerazione orizzontale massima pari a 0.167 g riferita allo stato SLC.

Si riportano di seguito le tabelle riepilogative dei dati ottenuti.

Metodo di calcolo	Seed e Idriss
	Tokimatsu e Yoshimi

Immissione Dati	
Profondità di calcolo (m)	1,5
Profondità della falda dal p. c. (m)	1
Peso di volume del terreno (t/mc)	1,8
Numero di colpi SPT o SCPT	1,5
Magnitudo del sisma (Richter)	6,14
Accelerazione sismica massima (g)	0,167
Tipo di deposito	Sabbie pulite / Sabbie limose
Consistenza del deposito	Sabbie sciolte / Sabbie medio-dense

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	0,27
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,22
Fattore correttivo per la frazione fine (%)	5,00
Numero di colpi standard corretto Na	2,7717
Resistenza alla liquefazione (R)	0,1146
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,0669
Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	1,7119
Il deposito non è liquefacibile	

Immissione Dati	
Profondità di calcolo (m)	9
Profondità della falda dal p. c. (m)	1
Peso di volume del terreno (t/mc)	1,9
Numero di colpi SPT o SCPT	10
Magnitudo del sisma (Richter)	6,14
Accelerazione sismica massima (g)	0,167
Tipo di deposito	Sabbie pulite / Sabbie limose
Consistenza del deposito	Sabbie sciolte / Sabbie medio-dense

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	1,71
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,91
Fattore correttivo per la frazione fine (%)	0,00
Numero di colpi standard corretto Na	10,559
Resistenza alla liquefazione (R)	0,1349
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,0907
Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	1,4872
Il deposito non è liquefacibile	

In prima analisi, i risultati ottenuti mostrano la NON LIQUEFACIBILITA' degli orizzonti verificati.

Si precisa però che i valori del Fattore di sicurezza sono stati determinati utilizzando dati ricavati da indagini geognostiche di riferimento e che in fase di progettazione esecutiva dovranno essere effettuate ulteriori verifiche in modo da confermare o meno i risultato ottenuti.

9) PRESCRIZIONI PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA – CAMPAGNA GEOGNOSTICA

In base al progetto, ai sensi dell'Art. 7 comma 3 del D.P.G.R. 9 luglio 2009, n. 36/R (Regolamento di attuazione dell'Art. 117, commi 1 e 2 della L.R. 3 gennaio 2005, n. 1 "*Norme per il governo del territorio; disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico*" si può inserire l'intervento in oggetto nella classe di indagine n. 2.

Per la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dell'area di intervento è stata perciò prevista seguente campagna di indagine da eseguire a supposto della progettazione esecutiva:

- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino a circa 15,0 m con esecuzione di prove SPT in foro e prelievo di campioni in numero sufficiente a caratterizzare la successione stratigrafica e geotecnica dei terreni indagati, anche per quanto riguarda la stima del potenziale di liquefazione;
- esecuzione di prove di permeabilità Lefranc da effettuare durante la perforazione per la determinazione *in situ* della permeabilità dei terreni;
- n. 3/5 prove penetrometriche statiche / dinamiche (in alternativa al sondaggio)
- prelievo di campioni rimaneggiati mediante escavatore (in alternativa al prelievo in foro di sondaggio)
- installazione di piezometri a tubo aperto per la periodica misurazione del livello di falda;
- esecuzione di n. 1 prospezione sismica Masw.

La campagna di indagini geognostiche prevista, servirà a definire lo spessore dei terreni superficiali caratterizzati da scadenti parametri meccanici in modo da valutare l'adeguata tipologia delle fondazioni e da stimare i cedimenti in relazione ai carichi di progetto. Da considerare che la tipologia di fabbricati di progetto prevede la realizzazione di un piano interrato posto ad una profondità di circa 2,8 m dal piano di campagna, quindi, se le indagini da eseguire confermeranno la stratigrafia media delineata in questa fase utilizzando i dati bibliografici, i fabbricati andranno praticamente ad attestarsi sui terreni sabbiosi mediamente addensati individuati al di sotto dei terreni limoso argillosi sciolti.

In fase di progettazione esecutiva dovranno essere prese in esame le seguenti problematiche:

- Definizione del modello geotecnico: dall'elaborazione delle indagini geognostiche che dovranno essere effettuate all'interno del lotto, dovrà essere delineato il modello geotecnico del volume di terreno significativo mediante l'individuazione dei litotipi significativi e la definizione dei parametri geotecnici caratteristici.
- Determinazione della categoria di sottosuolo derivata da indagini sismiche eseguite all'interno del lotto.
- Valutazione della resistenza del terreno Rd e dei cedimenti

- Per quanto concerne le misure per il contenimento dell'impermeabilizzazione del territorio ai sensi dell'Art. 3.1 della Variante al Regolamento Urbanistico si rimanda alla relazione di piano.
- Stima della suscettibilità alla liquefazione utilizzando i dati ricavati dalle indagini in situ
- Valutazioni circa l'interazione fra le opere di progetto e il livello di falda e modalità di prosciugamento dello scavo.