

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	2
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA	3
4. L'AREA NEL PIANO STRUTTURALE DI SAN GIULIANO TERME.....	4
5. L'AREA NEL P.A.I. DEL FIUME ARNO.....	5
6. L'AREA NEL P.T.C.....	6
7. ELEMENTI LITOLOGICO-TECNICI- INDAGINI GEOGNOSTICHE	6
7.1 PROVE PENETROMETRICHE.....	8
7.2 INDAGINI GEOFISICHE	9
8. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDRAULICI.....	9
9. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDROGEOLOGICI.....	11
10. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ AI SENSI DELLA LR 27/4/2007 N. 26/R....	12
10.1 AREE A PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA	12
10.2 AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA.....	12
10.3 AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE.....	12
11. NOTE CIRCA LA FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO.....	12

INDICE DELLE TAVOLE

Tavola 1	Inquadramento topografico
Tavola 2	Inquadramento geologico
Tavola 3	Estratti da P.S.
Tavola 4	Carta Pericolosità Idraulica–Estratto Pai Arno
Tavola 5	Estratti PTC
Tavola 6	Ubicazione indagini geognostiche
Tavola 7	Sezione geologica
Tavola 8	Carta della pericolosità

ALLEGATI

Certificati delle prove penetrometriche statiche
Indagine sismica
Stratigrafia pozzo Agbalt
Stratigrafia pozzo Q8

1. Premessa

La presente Relazione illustra il contesto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area oggetto della proposta di realizzazione del "Campus Sant'Anna San Giuliano – Polo Scienze della vita e dell'Ambiente" avanzata dalla Scuola Superiore Sant'Anna. La relazione descrive inoltre le caratteristiche litologiche e litotecniche dei terreni, sulla base di prove penetrometriche, sondaggi geognostici e perforazioni per acqua eseguite in aree strettamente limitrofe all'area d'intervento, verifica la Pericolosità Geologica (da Piano Strutturale e da P.T.C.) e Pericolosità Idraulica (da P.A.I.), e valuta le condizioni di pericolosità relative al progetto .

La relazione è redatta ai sensi della LR 27 Aprile 2007, n.26/R "Regolamento di attuazione della Legge Regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche".

2. Ubicazione e descrizione dell'intervento

L'area oggetto di proposta di variante è ubicata nel Comune di San Giuliano Terme, in località Carraia, e si sviluppa lungo Via Vittorio Alfieri. L'area medesima di superficie complessiva pari a 43.000mq, è pianeggiante e si colloca ad una quota di circa 2.0 m slm (Tavola 1 Topografia).

Il progetto prevede la realizzazione, all'interno dell'UTOE 31 – Carraia, di un Campus comprensivo di numerosi laboratori scientifici, di cui uno speciale (fitotrone), aule per studenti, centri informatici, sale riunioni, uffici e studi per docenti. Esternamente saranno previsti spazi per coltivazioni e serre (vedi tabella a seguire):

DESTINAZIONI D'USO	SUPERFICI (mq)
Totale laboratori	2500
Totale fitotrone	400
Totale servizi comuni ai laboratori	320
Totale uffici e studi docenti	1250
Totale polo didattico	580
Totale servizi mensa/cucina/bar	80
Totale altri servizi	0
Totale edifici	5130
Spazi per servizio edificio, incluso magazzino 100mq	da definire a cura dell'Ufficio tecnico
Totale serre	800
Totale colture esterne	1400

È inoltre prevista la realizzazione di una foresteria con circa 100 posti letto.

3. Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area

La zona in esame, pianeggiante, è ubicata nella Pianura Pisana nel tratto di pianura alluvionale a nord del corso del Fiume Arno, nel territorio comunale di San Giuliano Terme.

Da un punto di vista geologico, l'area si colloca all'interno dell'ampio bacino di sprofondamento tettonico che costituisce la Pianura di Pisa; tale bacino, o "graben", è delimitato a Est - Nordest dalle faglie dirette che bordano il massiccio apuano ed il Monte Pisano, e ad Ovest dal sistema di faglie (sommerse) della Meloria e di Maestra.

L'interazione tra la subsidenza di origine tettonica, gli apporti terrigeni dei Fiumi Arno e Serchio e le oscillazioni glacioeustatiche del livello medio marino, hanno determinato l'attuale assetto stratigrafico di questa area.

I depositi costituenti la Pianura di Pisa, possono essere così suddivisi (Fancelli et al., 1986):

- *Substrato profondo*: comprende tutte le formazioni che stanno sotto i primi sedimenti del complesso neoautoctono, per il quale l'inizio della sedimentazione varia da zona a zona, ma non è mai anteriore al Miocene superiore.
- *Substrato intermedio*: comprende i sedimenti neoautoctoni depositi, fino al Pliocene inferiore, sotto il controllo della subsidenza di origine tettonica.
- *Substrato superiore*: formato dai sedimenti posteriori al Pliocene inferiore, la cui deposizione è stata controllata principalmente dalle variazioni eustatiche del livello del mare, dagli apporti fluviali conseguenti alle suddette variazioni ed alle modifiche climatiche.

Questi sedimenti poggiano su di un substrato profondo costituito da rocce carbonatiche ed arenacee appartenenti alle formazioni della "Successione Toscana" e delle "Successioni Liguri".

Lo spessore dei sedimenti al di sopra del substrato risulta aumentare dai 600 - 700 m rilevati in corrispondenza del margine orientale della pianura, presso i Monti Pisani, sino a circa 2000 m a Nord di Livorno.

Nell'area di pianura in oggetto sono presenti depositi alluvionali prevalentemente limosi ed argillosi riferibili all'Olocene (Tavola 2).

Questi terreni sono costituiti da sedimenti molto fini localizzati, in genere, nelle zone soggette a passati fenomeni di sovralluvionamento.

Si tratta prevalentemente di limi, argille, argille organiche, talvolta con torbe. Talora, all'interno degli strati argillosi sono intercalati sottili livelli limosi e, subordinatamente, sabbioso-limosi.

Dal punto di vista idrogeologico nell'area di studio sono dominanti i litotipi argillosi, sostanzialmente impermeabili e che non ospitano la falda freatica.

Piccole falde sospese possono essere presenti all'interno delle intercalazioni limo sabbiose presenti nei terreni argillosi.

4. L'area nel Piano Strutturale di San Giuliano Terme

La Carta Litotecnica del P.S. (Tavola 3) rileva, come detto in precedenza, che nell'area d'interesse sono presenti prevalentemente costituiti da argille, argille limose, argille sabbiose e limi argillosi.

L'area in questione, sviluppandosi nella porzione pianeggiante del territorio comunale di San Giuliano, non è interessata da forme geomorfologiche attive, e risulta costituita da litotipi alluvionali di origine fluvio-palustre.

L'area ricade nella Carta della Pericolosità in *pericolosità media 3 (3,2)*:

La pericolosità **3**, espressa dal primo valore tra parentesi, esprime la pericolosità idraulica ai sensi della ex LR 230, titolo VII del PIT e indica zone per le quali ricorre almeno una delle seguenti condizioni:

- *"vi sono notizie storiche di inondazioni"*;
- *"sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a ml. 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda"*.

Rientrano in questa classe le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorre una sola delle condizioni di cui sopra" (da P.S. del Comune di San Giuliano Terme).

Quest'ultima condizione è espressione del contesto nel quale si inserisce l'area in esame.

Il secondo valore **2**, all'interno della parentesi, rappresenta la pericolosità geologico - geomorfologica dalla Del. 94/85 e indica un'area in cui *"corrisponde a situazioni apparentemente stabili sulle quali però permangono dubbi che comunque potranno essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia" (da P.S. del Comune di San Giuliano Terme).*

5. L'area nel P.A.I. del fiume Arno

Il sito ricade, secondo la classificazione dell'Autorità di Bacino del fiume Arno, in area a pericolosità idraulica media - **P.I. 2** (Tavola 4).

La classe P.I.2 comprende aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $30 < TR \leq 100$ anni e con battente $h < 30$ cm e aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $100 < TR \leq 200$ anni.

Nelle aree classificate a P.I.2 sono consentiti (Art.8 Norme di Piano) gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio.

6. L'area nel P.T.C.

La zona in oggetto ricade in **pericolosità geomorfologica media 3**: in particolare, come illustrato in Tavola 5 in parte in corrispondenza della sottoclasse 3a ed in parte nella sottoclasse 3b:

nella classe 3a "ricadono le aree acclivi con caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche e litotecniche favorevoli alla stabilità, per cui i fenomeni franosi, pur possibili, coinvolgono porzioni di territorio di ampiezza limitata, e altresì le aree della pianura alluvionale con sottosuolo eterogeneo";

nella classe 3b: "ricadono le aree acclivi con caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche e litotecniche sfavorevoli alla stabilità, per cui i fenomeni franosi si manifestano coinvolgendo ampie porzioni di territorio e di sottosuolo, e altresì le aree della pianura alluvionale con prevalenza di terreni compressibili a bassa resistenza penetrometrica statica";

La pericolosità idraulica, nell'area di studio, risulta in classe 3 media (sottoclasse 3a) che indica *"aree per le quali non si ha disponibilità di precise testimonianze storiche di episodi di esondazione o di sommersione, comunque limitrofe ad aree in passato conosciute come alluvionate o sommerse; si individuano su base geomorfologica o storica o con riferimento a modelli idrologico-idraulici, verificando nel caso la ricorrenza statistica di possibile esondazione o sommersione comunque superiore ai duecento anni; vi sono altresì comprese le aree coinvolte da eventi storici, difese da sostanziali interventi di difesa o bonifica idraulica, verificati cioè, per analogia, al deflusso od allo smaltimento di eventi di ricorrenza duecentennale"*.

7. Elementi litologico-tecnici- Indagini geognostiche

La "Carta Litotecnica" a corredo del Piano Strutturale del Comune di San Giuliano Terme (Tav. 2) evidenzia, per la zona meridionale del Comune

(Ghezzano-Carraia), una successione litostratigrafica caratterizzata dalla presenza di terreni alluvionali prevalentemente argillosi (argille, argille limose, argille sabbiose e limose).

Questi terreni sono costituiti da sedimenti molto fini localizzati, in genere, nelle zone soggette a passati fenomeni di sovralluvionamento.

Si tratta prevalentemente di argille, argille organiche, talvolta con torbe. Talora, all'interno degli strati argillosi sono intercalati sottili livelli limosi e, subordinatamente, sabbioso-limosi.

Una dettagliata descrizione dei terreni dell'area (e delle loro caratteristiche geotecniche) può essere desunta dalle indagini geologiche svolte a supporto del "Progetto di Campus Universitario da realizzarsi in Loc. Praticelli nel Comune di San Giuliano Terme" redatto dallo scrivente.

I sondaggi geognostici eseguiti durante tali indagini sono ubicate a circa 200 m ad ovest del comparto Carraia.

Al di sotto di una coltre superiore (centimetrica) di terreno vegetale/ suolo (strato I) e' presente uno strato di argille marroni consistenti (strato II, sino a -3,00 m dal p.c.) quindi un livello di argille grigie (strato III, intervallo -3,00/-6,00 m dal p.c.). Verso il basso si osservano limi argillosi molli e plastici (con sostanze organiche), continui sino alla profondità di 20,0m dal p.c (strato IV).

In particolare è stata evidenziata la seguente successione di terreni:

Da 0,00 a - 0,20 m	Terreno suolo agrario
Da -0,20 a -6,00 m	Argille consistenti, di colore marrone nella parte superiore e grigie localmente poco consistenti verso il basso (intervallo - 3.30/6.00). La coesione media c_u nell'intervallo -0.20-3,00 e' 0.55 kg/cmq. Nell'intervallo -3,00/-6,00 m $c_u = 0.35$ kg/cmq.
Da -6.00 a -20,00 m	Argille ed argille limose

compressibili di colore grigio con locali intercalazioni di strati torbosi. La coesione media c_u e' 0,10 kg/cmq

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni dell'area in oggetto sono stati elaborati i risultati di due prove penetrometriche Statiche CPT eseguita nel "comparto 3PP sub 1b UTOE 31 Carraia" prospiciente l'area di studio ed è stata eseguita in situ un'indagine geofisica mediante metodologia MASW, come descritto nei successivi paragrafi.

L'ubicazione delle indagini è riportata nella Tavola 6 ed i relativi certificati sono presenti in allegato.

7.1 Prove penetrometriche

La caratterizzazione geotecnica dei terreni è stata ottenuta mediante l'elaborazione di due prove penetrometriche statiche eseguite per lo scrivente per le indagini geologiche di supporto al Piano Attuativo Comparto 3PP sub1 UTOE 31 Carraia.

Le prove (CPT1 e CPT2) si sono spinte rispettivamente fino a 13.40 e 12.80 m profondità dal p.c.

Le due prove risultano perfettamente correlabili ad eccezione di uno strato superficiale più resistente dello spessore di circa un metro incontrato nella CPT 2 che probabilmente è dovuto alla presenza di materiale di riporto.

Nella tabella seguente è schematizzata la stratigrafia incontrata e sono riportati i principali parametri geotecnici.

Da 0,00 a -3,5 m	Argilla limosa ($c_u = 0.9$ Kg/cmq; $Y = 1.85$ t/mc; $E_d = 46$ Kg/cmq)
Da -3,50 a -6,0m	Argilla di media consistenza ($c_u = 0.51$ Kg/cmq; $Y = 1.85$ t/mc; $E_d = 44$ Kg/cmq)
Da -6.0 a -13.4m	Argilla tenera ($c_u = 0.23$ Kg/cmq; $Y = 1.85$ t/mc; $E_d = 25$ Kg/cmq)

7.2 Indagini geofisiche

Per la determinazione delle caratteristiche sismiche dei terreni vengono riportati i risultati di un indagine sismica a rifrazione eseguita con metodologia "Multichannel Analysis of Surface Waves" su medesimi litotipi dallo scrivente.

Sulla base del valore delle Vs30 risultato di 153 m/s, quindi inferiore a 180 m/sec, il terreno in esame rientra in categoria "**D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di VS30 < 180 m/s (NSPT < 15, cu < 70 kPa)**".

8. Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici

Il reticolo idrografico superficiale e' caratterizzato dalla presenza del Fosso dei sei Comuni in corrispondenza del margine meridionale dell'area di studio che costituisce la linea idraulica principale della zona. Questo fosso, che raccoglie le acque superficiali della zona di Cisanello-Pisa Nuova-Ghezzano si collega al Fiume Morto attraverso il fosso del Marmigliaio, (quartiere di Porta a Lucca).

Il Fosso dei Sei Comuni (codice idraulico 0186) ha origine in loc. la Piaggia a ridosso dell'argine dell'Arno, raccoglie le acque del quartiere Pisanova, diventa tombato in corrispondenza del complesso del C.N.R. di San Cataldo e confluisce nel Fiume Morto in località Martraverso.

In corrispondenza dell'area di studio il fosso dei Sei Comuni scorre parallelamente a Via Alfieri ed al fosso di Ghezzano (più a nord). Sino allo scatolare, di sezione rettangolare 3x2m, il suo alveo è in terra, di forma trapezia, con sponde a pendenza 1:1 e larghezza di fondo variabile con regolarità tra 1,5 e 3 m.

L'area in cui è prevista la realizzazione del progetto si colloca in una zona attualmente agricola che risulta oggi vincolata come area destinata alla realizzazione di opere di laminazione.

Tale vincolo è stato posto a seguito della redazione del progetto di "Riassetto idraulico dei bacini di Pisa Nord-Est nei comuni di Pisa e di San Giuliano" coordinato dal Consorzio di Bonifica Fiumi e Fossi nell'ambito dell'Accordo di

Programma per il trasferimento delle attività dell'azienda ospedaliera universitaria Pisana e polo Universitario da S. Chiara a Cisanello.

Il progetto prevede di alleggerire la rete drenante facente capo al Fiume Morto con la realizzazione di un impianto idrovoro con scarico delle acque in Arno, di una rete di canali drenanti le aree in comune di San Giuliano e di un nuovo canale al servizio dell'area ove è prevista la realizzazione del nuovo ospedale dotato di un proprio scarico a gravità in Arno.

Il progetto è suddiviso in due stralci, il primo che riguarda il canale al servizio del nuovo ospedale e il secondo relativo al resto degli interventi fatta eccezione per le casse di laminazione.

L'impianto idrovoro sarà dimensionato per tempi di ritorno di circa 30 anni. Al fine di garantire la messa in sicurezza delle aree oggetto delle future urbanizzazioni è necessario prevedere idonei volumi di compenso a monte dell'impianto con funzione di volano idraulico per il tempo di ritorno di 200 anni.

Allo stato attuale il progetto di "Riassetto idraulico dei bacini di Pisa Nord-Est nei comuni di Pisa e di San Giuliano" ha dimensionato le aree di laminazione in via preliminare.

Il progetto di "Riassetto idraulico dei bacini di Pisa Nord-Est nei comuni di Pisa e di San Giuliano" prevede l'adeguamento dei seguenti canali:

- Fosso Padule;
- Fosso di Ghezzano;
- Fosso Antenna destro;
- Fosso Antenna sinistro;
- Fosso Liberta;
- Fosso Volta;
- Canale Rivestito;
- Canale Ospedale principale;
- Canale Ospedale derivazione.

E' prevista inoltre la realizzazione di 3 casse di laminazione:

- Cassa 1 – tra fosso Padule e fosso Antenna destro – 106800 mq;
- Cassa 2 – tra fosso Antenna sinistro e fosso Liberta – 86200 mq;

- Cassa 3 – in destra del canale rivestito – 91500 mq.

Lo studio idraulico redatto dall'Ing. Settesoldi a supporto del progetto Campus S. Anna S. giuliano ha definito i carichi idraulici da smaltire e i volumi da invasare provvedendo a identificare una soluzione progettuale che consenta la realizzazione del Campus Sant'Anna San Giuliano in modo compatibile con le esigenze di difesa idraulica del territorio.

9. Elementi per la valutazione degli aspetti idrogeologici

Da un punto di vista idrogeologico, l'area d'intervento è caratterizzata dalla presenza di una successione di terreni alluvionali coesivi sino alla profondità di circa 40 m dal p.c.; al di sotto di tale successione si rinviene un livello di sabbie fini grigie che costituisce il primo orizzonte acquifero confinato dell'area (vedi perforazioni Q8 e AGBALT).

I terreni superficiali, costituiti da argille e argille limose, non hanno caratteristiche di porosità e permeabilità tali da consentire una significativa circolazione idrica; l'area è quindi sostanzialmente priva di un acquifero freatico. Eventuali escavazioni che interessino i primi metri di terreno non necessiteranno quindi di interventi (well point o pozzetti di emungimento) volti ad abbattere il livello freatico.

Il livello idrico rilevato nella sola CPT 1 è riferibile alla percolazione di una modesta circolazione idrica presente nello strato superficiale di suolo agrario.

I piezometri, installati in corrispondenza dei sondaggi geognostici realizzati nella vicina area di Praticelli ed utilizzati per la caratterizzazione geotecnica dei terreni hanno intercettato un livello idrico a circa 3,50 dal p.c., interpretabile come acqua geotecnica di saturazione delle argille.

Uno studio da noi effettuato sulla vulnerabilità degli acquiferi freatici del territorio di San Giuliano Terme mostra che lo spessore di tale complesso argilloso superficiale è continuo in tutto il territorio di pianura del Comune, con spessori variabili da 30 a 50 m.

10. Valutazione della pericolosità ai sensi della LR 27/4/2007 n. 26/R

10.1 Aree a pericolosità geomorfologica

In base alle considerazioni sopra esposte ed alla classificazione di pericolosità geomorfologica dell'area da Piano strutturale è possibile assegnare all'area di intervento la seguente classe di pericolosità (Tavola 7):

Pericolosità geomorfologica bassa (G.1): aree in cui i processi e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

10.2 Aree a pericolosità idraulica

Dal punto di vista della pericolosità idraulica è possibile inserire l'area di variante nella seguente classe:

Pericolosità idraulica elevata (I.3): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr \leq 200$ anni.

10.3 Aree a pericolosità sismica locale

Sulla base delle indagini sismiche ed in presenza di terreni dalle caratteristiche geomeccaniche scadenti si può assegnare all'area d'intervento la seguente classe di pericolosità:

Pericolosità sismica locale elevata (S.3): zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi.

11. Note circa la fattibilità dell'intervento

Le condizioni di fattibilità geologica di ogni singola realizzazione prevista dalla presente proposta saranno puntualmente definite dalle apposite indagini in sede di variante urbanistica.

Le valutazioni circa le classi di pericolosità attribuibili secondo i criteri della LR 27/4/2007 n. 26R, permettono di specificare quanto segue:

- Relativamente alla pericolosità geomorfologica (**G1**) non sussistono limitazioni, ferma restando la necessità della esecuzione delle indagini geologiche e geotecniche ai sensi del DM 14 gennaio 2008 (Norme tecniche per le costruzioni) in sede di progettazione esecutiva.
- Relativamente alla pericolosità idraulica (**I3**) gli interventi di edificazione previsti, con quota d'imposta di 3,5 m slm, risultano in sicurezza idraulica rispetto alla piena Tr 200, sia relativamente al Fiume Arno che al reticolo idraulico minore.
- Relativamente alla pericolosità sismica locale (**S3**) devono essere realizzate opportune indagini geofisiche e geotecniche per la corretta definizione dell'azione sismica.

Pisa, luglio 2010

Dott. Geol. Luciano Sergiampietri