COMUNE DI NOVARA

PROVINCIA DI NOVARA

Studi inerenti progetto per la attuazione di Strumento Urbanistico Esecutivo denominato Ambito A 56 – ZC1

RELAZIONE GEOLOGICA (ELAB. A)

RELAZIONE GEOTECNICA (ELAB. B)

Committente: ***EREDI PERONI***

Data presentazione elaborato: ***Marzo 2023***

STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Marco Zantonelli
Via Vittorio Veneto n° 5
Borgosesia (VC)
tel/fax 0163 27283 - mob. 335 6168114
email titolare@marcozantonellistudio.eu

PREMESSA

I ***Sigg. EREDI PERONI*** hanno incaricato il tecnico scrivente dell'esecuzione di Indagine Geologica e di Indagine Geotecnica in riferimento a *progetto per la attuazione di Strumento Urbanistico Esecutivo denominato Ambito A 56 – ZC1* in Comune di NOVARA (NO).

La Relazione Geologica condotta ha inteso determinare se le modifiche del suolo determinate dalla realizzazione delle opere possano alterare le condizioni di stabilità del settore e se le stesse opere in progetto possano essere esposte ad eventuali rischi di destabilizzazione.

La Relazione Geotecnica ha sviluppato il modello Geotecnico, definito la Risposta Sismica Locale e espletato la verifica geotecnica relativa a SLU.

Le indagini condotte si sono basate su di una serie di rilievi di superficie condotti presso l'area in esame nel corso del Marzo 2023. Disponendo di informazioni geognostiche relative al contesto territoriale in esame, non si è ritenuto dar corso in questa fase ad approfondimenti di carattere geognostico, i quali verranno condotti nel corso della fase esecutiva. Si è inoltre fatto riferimento ad informazioni di natura bibliografica e storica, nonché agli esiti di altre indagini condotte presso siti contigui.

Sulla base dei dati raccolti si è quindi sviluppata un'attenta analisi geologica e conseguente analisi geotecnica e sismica, in accordo con quanto previsto dalla vigente normativa ed in particolare dal D.M. 17/01/2018 "*Norme tecniche per le costruzioni*".

ALLEGATI:

- COROGRAFIA ESTRATTA DA CTR IN SCALA 1 : 10.000
- ESTRATTO DI MAPPA IN SCALA 1 : 1.500
- PLANIMETRIA DEL SUE

ELABORATO A

RELAZIONE GEOLOGICA

A.1 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI E GEOLOGICI DELL'AREA

A.1.1 - Assetto geomorfologico locale

Il settore interessato dall'intervento in progetto si pone in corrispondenza della piana fluvioglaciale pleistocenica edificata con gli apporti del F. Sesia e del T. Agogna, quest'ultimo scaricatore dell'Anfiteatro morenico del Cusio. Più in particolare essa si pone ad Est dei corsi d'acqua citati e più precisamente ad una distanza di circa 16 Km dal F. Sesia e di 1.3 Km dal T. Agogna, collocandosi intorno a quota 149 m circa.

L'architettura geomorfologica di tale settore della Piana è relativamente articolata, data la presenza di un ristretto lembo terrazzato antico (Riss Auct.), rilevato di circa 10-15 m rispetto al livello fondamentale della piana, coincidente con l'unità fluvioglaciale pleistocenico-superiore (Wurm Auct.). Tale terrazzo emerge in corrispondenza del centro storico della città e si allunga verso SE, anche a livello del settore in esame, ove presenta estensione laterale pari ad oltre 1 km circa. Il limite fra le due unità geomorfologiche è segnato prevalentemente da una scarpata di terrazzo la quale si immerge progressivamente verso SE. L'area in esame si discosta di circa 600 m in direzione Est dalla scarpata che limita il terrazzo ad Est.

E' bene d'altra parte rilevare che nel contesto geomorfologico esaminato le tracce legate ai processi erosionali sono in generale notevolmente subordinate e non ben distinguibili, in quanto i processi deposizionali sono risultati ampiamente prevalenti. E' inoltre da segnalare che eventuali ulteriori relitti geomorfologici quali paleoalvei, antichi meandri, ecc., sono stati di fatto resi irriconoscibili dalle attività antropiche connesse con l'agricoltura o l'antropizzazione, le quali hanno determinato un generale livellamento del terreno. Nel caso specifico il lotto di intervento impegna vasche di risaia, come tali leggermente depresse rispetto all'originario inviluppo della piana terrazzata.

Per quanto attiene alle caratteristiche del reticolo idrografico superficiale, l'area non è in relazione diretta con elementi, mentre come è ovvio che sia, data la attuale vocazione, si rilevano cavi artificiali. Uno di questi, il cavo Prina, è stato interessato da traslazione del sedime e pertanto non interessa più l'area in esame.

A.1.2 - Evoluzione geomorfologica in atto nel settore e vulnerabilità geomorfologica

Si osserva in primo luogo che nell'ambito della "*Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e della idoneità alla utilizzazione urbanistica*" associata al vigente P.R.G.C., l'area in esame si trova ascritta alla ***CLASSE IIb*** (Pericolosità geomorfologica

moderata - *Aree caratterizzate dalla presenza di terreni argilloso-sabbiosi ed eluvio-colluviali con caratteristiche geotecniche mediocri e/o da scarpate con altezza < 3 m o da pendii di modesta entità, sovente rimodellati dall'attività agricola; testata delle vallecole presente nei terreni del Pleistocene medio-sup., poco incise; aree caratterizzate dai processi della Classe IIa)* – vedasi FIG. 1.

Il settore non è interessato direttamente da alcun elemento del drenaggio ed è inoltre da irregolarità geomorfologiche degne di nota.

In relazione alla collocazione geomorfologica del fabbricato, in posizione rilevata ed assolutamente discosta rispetto al reticolo idrografico, si può ritenere che lo stesso sia esente da manifesti rischi connessi con la dinamica fluviale.

Al riguardo di eventuali rischi connessi con la dinamica dei versanti, l'assetto totalmente pianeggiante dell'area e l'assenza di particolari irregolarità al contorno consente di escludere la presenza di eventuali rischi manifesti.

Alla luce di tali indicazioni ne consegue pertanto che le condizioni di vulnerabilità geomorfologica del settore risultano evidentemente moderate e tali da non pregiudicare la fattibilità delle opere in progetto, la cui attuazione delle non modificherà negativamente gli equilibri in atto.

LEGENDA

Classe di idoneità			Condizioni di Pericolosità	Pericolosità ai sensi circ. 7/LAP
I			Aree senza limitazioni d'uso di tipo geologico	*Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche; gli interventi sia pubblici che privati sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11 Marzo 1988.*
II	a		Aree caratterizzate da allagamenti per tracimazione della rete irrigua locale o rigurgito della rete fognaria	*Porzioni di territorio dove le condizioni di modesta pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il ripristino di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di Norme di attuazione ispirate al D.M. 11 Marzo 1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, nè condizionare la propensione all'edificabilità.*
	b		Aree caratterizzate dalla presenza di terreni argilloso-sabbiosi ed eluvio-colluviali con caratteristiche geotecniche mediocri e/o da scarpate con altezza <3 m o da pendii di modesta entità, sovente rimodellati dall'attività agricola; testate delle vallecole presenti nei terreni del Pleistocene medio-sup., poco incise; aree caratterizzate dai processi della Classe IIa (settori retinati)	
	c		Aree caratterizzate dalla presenza di terreni sabbioso-ghiaiosi e soggiacenza della falda freatica a 3 m e aree caratterizzate dai processi della Classe IIa (settori retinati)	
	d		Aree comprese nella Fascia C del P.A.I., caratterizzate sia dagli elementi penalizzanti di cui alla Classe IIc sia da allagamenti per tracimazione torrentizia con tiranti idraulici moderati, scarsa o nulla energia e aree caratterizzate dai processi della Classe IIa (settori retinati)	
III	a_1		Aree comprese nelle Fasce A e B del P.A.I. e soggette alle norme di cui agli artt. 29, 30, 39, Titolo II N.d.A. del P.A.I.; fasce di rispetto dei corsi d'acqua pubblici o con alveo demaniale (ai sensi dell'art. 96 del R.D. 523/1904)	*Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendano inidonee a nuovi insediamenti (aree dissestate, in frana, potenzialmente dissestabili o soggette a pericolo di valanghe, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia). Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili (con specifico riferimento ad es. ai parchi fluviali) vale quanto già indicato all'Art. 31 della L.R. 56/77.*
	a_2		Aree inedificate comprese nelle fasce di rispetto dei fontanili	
	a_3		Aree inedificate caratterizzate dalla presenza di terreni con caratteristiche geotecniche mediocri o scadenti e da scarpate acclivi con altezza >3 m; vallecole incise nei terreni del Pleistocene medio-sup.	
	b_2		Aree situate a tergo della Fascia B di progetto del P.A.I., esondabili in naturalità e soggette temporaneamente alle norme previste per la Fascia B (artt. 28, 30, 39 N.d.A. del P.A.I.) secondo i disposti di cui all'art. 11 della Delib. 18.07.2001 dell'Autorità di Bacino del fiume Po	*Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di riassetto sarannao consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico quali, a titolo di esempio, interventi di manutenzione straordinaria, risanamento conservativo, ecc.; per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili verrà quanto previsto all'Art. 31 della L.R. 56/77. Nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di riassetto e dell'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità. Gli strumenti attuativi del riassetto idrogeologico e i Piani Comunali di Protezione Civile dovranno essere reciprocamente coerenti.*
	b_3		Aree edificate comprese all'interno della Fascia B del P.A.I., soggette alle norme di cui agli artt. 30 e 39, Titolo II, N.d.A. del P.A.I.	
	b_4		Aree edificate comprese all'interno della Fascia A del P.A.I., soggette alle norme di cui agli artt. 29 e 39, Titolo II, N.d.A. del P.A.I.; aree edificate comprese nelle fasce di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo idrografico	

Per le aree azzonate nelle Classi IIIb deve essere applicata integralmente quanto disposto all'art. 18 comma 7 delle Norme di Attuazione del P.A.I.
N.B. Anche se diversamente rappresentato in cartografia, deve essere mantenuta una fascia di rispetto di 10 m da ciascuna sponda sui corsi d'acqua demaniali o pubblici e di 5 m sui corsi d'acqua privati, da ascrivere alla Classe IIIa se inedificata o IIIb4 se edificata

Fig. 1 – Estratto da Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica dal PRGC

A.1.3 – Assetto litostratigrafico

Il terrazzo fluvioglaciale, di cui la piana rappresenta l'espressione morfologica superficiale, è modellato entro ad un complesso sedimentario essenzialmente ghiaioso-sabbioso-limoso, il quale è apprezzabilmente alterato nei suoi livelli più superficiali, ove è inoltre sormontato da terreni a granulometria fine, deposti in condizioni di bassa energia. I depositi ghiaiosi sono più precisamente formati da uno scheletro ciottoloso fortemente eterometrico, al quale è frammista un'abbondante matrice sabbiosa e sabbioso-limosa.

Come già osservato i termini ghiaiosi non sono in realtà direttamente affioranti ma sono ricoperti da coltri argilloso-limoso-sabbiose, assai alterate, deposte in concomitanza ad eventi di tracimazione tardiva, le quali hanno in tale settore potenze ordinariamente nell'ordine di 3.00 m. Tali depositi per lo più relativamente addensati ed hanno colorazione giallo-rossastra.

L'insieme della serie sedimentaria continentale quaternaria è normalmente contraddistinta da potenze non inferiori a 25-30 m e poggia in contatto erosionale su sedimenti marini pliocenico-villafranchiani argilloso-siltosi.

E' così prevedibile che le fondazioni delle opere in progetto possano raggiungere terreni alluvionali argilloso-limosi relativamente addensati, a profondità prevedibilmente non superiori a 1,00 m circa rispetto alla quota attuale del piano di campagna.

A.1.4 - Idrogeologia

Nell'ambito del presente studio assume particolare importanza sotto il profilo idrogeologico l'acquifero freatico, il quale impegna ovviamente i terreni costituenti i termini superiori della serie quaternaria pleistocenica. Esistono altresì importanti acquiferi profondi ospitati principalmente entro ai termini sedimentari fluvio-palustri villafranchiani e negli stessi terreni terziari, rinvenibili a diverse profondità. Dati i fini della presente indagine, l'analisi è stata incentrata particolarmente sui caratteri della falda freatica.

L'acquifero che ospita la falda freatica è costituito dai terreni qui essenzialmente sabbiosi e sabbioso-ciottolosi, la cui potenza è come detto nell'ordine di 25-30 m. Tali depositi sono caratterizzati da discreti valori di permeabilità per porosità primaria. Considerevolmente meno permeabili risultano i terreni limoso-argillosi, costituenti le coltri sommitali affioranti superficialmente.

Sono infine da ritenere pressoché impermeabili i livelli argillosi villafranchiani affioranti alla base dell'unità ghiaioso-sabbiosa. Tali sedimenti individuano pertanto il substrato della falda freatica.

Per ciò che attiene all'attribuzione dei parametri idrogeologici dei terreni descritti, si è fatto in ciò riferimento a specifiche pubblicazioni tecniche (cf. CIVITA, ISEDI 1975; FRANCANI, CLUP 1985), proponendo conseguentemente i seguenti valori:

	K	**ne**
sabbie ghiaiose	10^{-3}-10^{-1} cm/sec	30%
limi argillosi	< 10^{-5} cm/sec	da 20%
e argille	< 10^{-7} cm/sec	a 10%

dove:

K = coefficiente di permeabilità
ne = porosità efficace

Nell'ambito del territorio locale la falda freatica non risulta essere particolarmente prossima al livello del piano di campagna, presentando di norma soggiacenze non inferiori a 6-7 m. L'andamento generale della falda freatica è stato chiaramente ricostruito in una pubblicazione (DE WRACHIEN, 1975), della quale si allega relativa cartografia riferita al Comprensorio dell'Est Sesia. Si evince da tale pubblicazione che le curve isopiezometriche presentano un progressivo aumento della concavità e della relativa spaziatura procedendo da Nord verso Sud, allineandosi pertanto all'asse della piana. Tale situazione implica una diminuzione della cadente piezometrica imputabile ad un progressivo aumento della taglia granulometrica dei depositi più superficiali. Nel settore in esame le isopieze mostrano già un sensibile allontanamento rispetto alla situazione presente più a Nord, sottolineando ciò la presenza di depositi notevolmente permeabili.

Richiamandosi alla "*Carta delle Isofreatiche*" (TAVOLA 8, PAEP della Provincia di Novara, 2007), si evidenzia che l'area in esame è piuttosto prossima alla isofreatica 140 m. Ne consegue pertanto che la soggiacenza della falda freatica è significativa (8-10 m circa) potendosi escludere che la stessa possa pertanto interagire con il piano di posa delle fondazioni, il quale risulterà prevedibilmente superficiale.

A.2 – CONCLUSIONI RELAZIONE GEOLOGICA

L'indagine condotta ha evidenziato che non sussistono particolari limitazioni di ordine geomorfologico alla realizzazione delle opere di ristrutturazione in progetto. Il sito sede di intervento non presenta infatti forme di dissesto in atto che possano minacciare le opere in progetto, potendosi pertanto ritenere che la vulnerabilità geomorfologica del sito sede di intervento sia effettivamente moderata.

Le condizioni geomorfologiche e di drenaggio superficiale non impongono, alla luce degli approfondimenti condotti da parte dello scrivente, la realizzazione di particolari opere finalizzate al riassetto geologico o geomorfologico.

Gli aspetti litologici e geotecnici non paiono nel loro insieme particolarmente penalizzanti, in considerazione del fatto che i terreni argillosi presenti in loco manifestano discreto stato di addensamento e possono offrire soddisfacente risposta meccanica a fondazioni adeguatamente dimensionate, in presenza di carichi ordinari. In presenza di carichi maggiori, si potrà rendere necessario approfondire le fondazioni entro ai terreni sabbioso-ghiaiosi sottostanti.

Non è prevedibile che la falda freatica possa interagire con il piano di posa delle fondazioni, ma sarà comunque necessario provvedere alla migliore impermeabilizzazione del piano di calpestio, anche al fine di contrastare le possibili interferenze indotte da parte degli apporti di infiltrazione meteorica.

Specifiche prescrizioni esecutive sono riportate nella Relazione Geotecnica (cf §. B.3).

ELABORATO B

RELAZIONE GEOTECNICA

B.1 - ASPETTI GEOTECNICI E SISMICI

B.1.1 - Attribuzione parametri geotecnici ai terreni in esame

Richiamandosi alla ricostruzione litostratigrafica in precedenza riferita ed agli esiti di indagini geognostiche eseguite in area prossima, è possibile proporre la seguente successione di livelli geotecnici:

LIVELLO GEOTECNICO 1 - terreni sciolti (coltivo e limi argillosi)
LIVELLO GEOTECNICO 2 - terreni relativamente addensati (argille limose)
LIVELLO GEOTECNICO 3 - terreni addensati / molto addensati (argille)
LIVELLO GEOTECNICO 4 - terreni assai addensati (ghiaietto alterato)

La definizione dei valori dei parametri di resistenza dei terreni di fondazione è stato effettuato utilizzando approccio semi-probabilistico (Eurocodice 7 - UNI ENV 1997-1/2/3), richiamandosi anche agli esiti di precedenti indagini svolte in analogo contesto.

Alla luce di tali considerazioni, si reputa pertanto coerente l'assunzione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici fondamentali a seguito riportati.

PESO DI VOLUME

Si assume come valore di progetto medio rappresentativo quello acquisito attraverso i dati bibliografici e consolidato dall'esperienza.
Pertanto, per i diversi terreni si sono assunti i seguenti rispettivi valori:

Livello 1
γ' = 16,0 kN m^{-3}
Livello 2
γ' = 17,0 kN m^{-3}
Livello 3
γ' = 17,5 kN m^{-3}
Livello 4
γ' = 19,5 kN m^{-3}

COESIONE

La granulometria dei materiali costituenti i livelli 1 e 4 esclude contributi di natura coesiva, quindi, per essi c' = 0,00. Per i Livelli 2 e 3 si è tenuto conto di debole coesione rispettivamente pari a 1,00 kPa e 5 kPa.

RESISTENZA AL TAGLIO

Per il terreno superficiale si è assunto un valore cautelativo pari a 22°, per il terreno argilloso limoso pari a 27° (Livello 2), per il terreno argilloso addensato (Livello 3) pari a 29°, mentre per il terreno ghiaioso si è invece assunto un valore pari a 34°.

In sintesi, per i terreni in questione si sono assunti i seguenti valori:

Livello 1 – Coltivo e limi argillosi sciolti

Estensione verticale	m da p.c.	0,00 - 0.40 m Max
γ'	kN m^{-3}	16,0
φ'_{cv}	°	22°
C'	kPa	0

Livello 2 – Argille relativamente addensate

Estensione verticale	m da p.c.	0,40 - 1.50 m
γ'	kN m^{-3}	17,0
φ'_{cv}	°	27°
C'	kPa	1,00

Livello 3 – Argille addensate

Estensione verticale	m da p.c.	1,50 - 4.30 m
γ'	kN m^{-3}	17,5
φ'_{cv}	°	29°
C'	kPa	5,00

Livello 4 – Ghiaietto

Estensione verticale	m da p.c.	> 4,30 m
γ'	kN m^{-3}	19,5
φ'_{cv}	°	34°
C'	kPa	0

B.1.2 – Azione sismica

Il Comune di NOVARA rientrava tra i Comuni classificati "*pericolosità sismica minima*" secondo Ord. 3274 del 20/03/03, in quanto ricadente nella ZONA 4. Tale classificazione è stata confermata anche con l'adozione della "*nuova classificazione sismica del territorio piemontese*", approvata con D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010, confermato anche con la D.G.R. 21 maggio 2014, n. 65-7656.

Con l'entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio Piemontese dal Giugno 2020, secondo quanto previsto dalla DGR n. 6 - 887 del 30.12.2019, il Comune di NOVARA è confermato in ZONA 4.

Al riguardo della caratterizzazione sismica e della classificazione del terreno di fondazione (D.M. 17.01.2018 "Norme tecniche per le costruzioni"), si è operato "approccio semplificato", così come previsto dal § 3.2.2. della normativa di riferimento, in relazione agli esiti di indagine geofisica eseguita in corrispondenza del centro cittadino, nell'ambito di verifica ai fini sismici stabile IPSAR RAVIZZA (anno 2019), attribuendo lo stesso alla seguente categoria di suolo di fondazione:

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 Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).*	180÷360

Attenendosi a quanto richiesto dal DM 17/01/2018, si è provveduto alla determinazione dello spettro di risposta, adottando le metodologie operative del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, con i seguenti esiti:

AZIONE SISMICA (SLU)									
Comune	***Categoria Suolo***	***Vita Costr.***	***SLV-PVR (10%)***	***SLC-PVR (5%)***	***Cat. Top.***	***S_s (SLC)***	***C_c (SLC)***	***S_T (SLC)***	***a_g***
Novara	***C***	***50***	***475***	***975***	***T1***	***1.500***	***1.599***	***1.00***	***0.018***

A tali valori ci si deve riferire nella previsione della risposta sismica.

B.2 – VERIFICHE GEOTECNICHE PRELIMINARI

B.2.1 – Cenni su interventi in progetto

L'attuazione del SUE prevede allo stato attuale la realizzazione di n° 13 fabbricati residenziali di tipologia unifamiliare e di n° 2fabbricati bifamiliari.

Nel quadro dell'attuazione del SUE è prevista la realizzazione delle fondamentali opere di urbanizzazione, individuate da aree parcheggio interne ed esterne, viabilità interna, con accesso dalla strada comunale esistente.

Considerato che gli edifici non si avvarranno di interrato, il piano di posa delle fondazioni risulterà superficiale.

In tal caso le fondazioni consteranno prevedibilmente in trave continua avente lato B = 0,80 m, poggiante su terreno naturale argilloso a mezzo di idonee sottofondazioni.

B.2.2 – Verifiche resistenza fondazione / terreno di fondazione (Rd) allo SLU

Tali verifiche hanno riguardato ipotesi di fondazioni di tipologia isolata a supporto della piastra in progetto, così come a seguito indicato:

1) CASO 1 = fondazione del tipo trave continua lato B = 0,80 m;
2) incastro laterale della fondazione (fattore q * Nq) considerato pari a 0,60 m;
3) fondazioni attestate su terreni argilloso-limosi (Livello geotecnico 2);
4) presenza di debole coesione;
5) condizioni anidre del substrato.

Per la determinazione del valore limite della portanza si è utilizzato il metodo proposto da BRINCH-HANSEN (1961, 1970).

Tenendo conto di coesione nulla, la formula può essere così espressa:

$$Qlim = [0.5 * \gamma' * B * N\gamma' * S\gamma' + q' * Nq * Sq + c' * Nc' * Sc']$$

dove:

γ'	= peso di volume del terreno
B	= larghezza della fondazione
$N\gamma$, Nq, Nc	= fattori di capacità portante f(ϕ)
$S\gamma$, Sq, Sc	= fattori di forma della fondazione

q' = tensione efficace a livello del piano di campagna
c' = coesione

Le verifiche forniscono i seguenti risultati:

Qlim CASO 1
Trave continua con lato B = 0,80 m (su argille limose)

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO	
Peso unità di volume	17.0 kN/m³
Peso unità di volume saturo	18.0 kN/m³
Angolo di attrito	27.0 °
Coesione	1.0 kN/m²
Fattore [Nq]	13.2
Fattore [Nc]	23.94
Fattore [Ng]	12.43
Fattore forma [Sc]	1.07
Fattore profondità [Dc]	1.29
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.06
Fattore profondità [Dq]	1.27
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.96
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.97
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.96
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.98
Carico limite	285.44 kN/m²

Per il calcolo del *valore di progetto della resistenza* (**Rd**) si è utilizzato l'Approccio 2 : (A1 + M1 + R3), dove:

Rd = Qlim * B / γr

dove:

γr (R3) = 2,3

Da cui:

Rd CASO 1

Rd = Qlim * B / γr = ***285,44 * 0,80 / 2,3 = 99,28 KN / m***

Il Progettista Strutturale dovrà verificare la condizione **Rd > Ed**.

In relazione agli esiti dei tests penetrometrici, risulta che i cedimenti immediati attesi risulteranno nell'ordine di 3,8 mm, quelli differiti in 15 anni pari a 5,5 mm circa.

Si è omessa la verifica alla liquefazione dei terreni, in relazione a quanto ammesso dalle NTC 18 (ag < 0,1 g).

B.3 – CONCLUSIONI RELAZIONE GEOTECNICA

Come si desume dalla caratterizzazione geotecnica dei terreni sviluppata al precedente §. B.1, nonché dalle stesse verifiche condotte al §. B.2.2, le opere in progetto potranno mostrare piena compatibilità sotto il punto di vista fondazionale, anche ove non siano raggiunto il miglior substrato, individuato dai terreni ghiaiosi, presenti d'altra parte a profondità considerevoli. I terreni argilloso-limosi rilevati a profondità generalmente superiori a 0,40 m possono infatti fornire discreta risposta ad opere fondazionali superficiali, quali la piastra o la trave continua in progetto. Tali terreni potranno pertanto sopportare adeguatamente i carichi prevedibilmente applicati dalle strutture, il tutto ove ci si attenga al quadro progettuale di riferimento ed alle prescrizioni già indicate in Relazione Geologica ed a quelle a seguito indicate.

Resta inteso che la scelta definitiva in ordine alla scelta fondazionale spetterà al Progettista Strutturale.

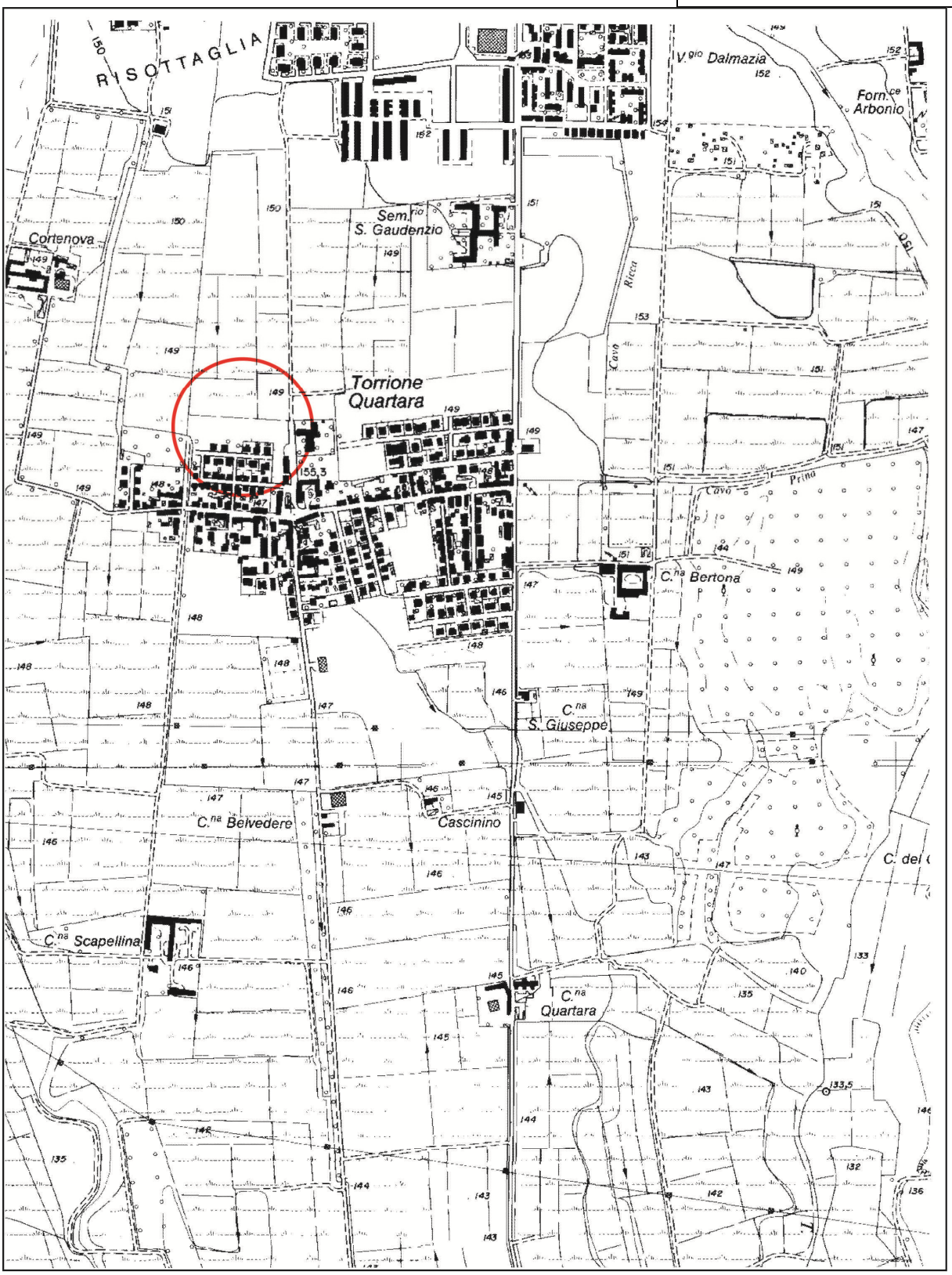
Operando con le modalità e le precauzioni predette, non sono attese influenze negative sull'equilibrio del settore.

Si raccomanda unicamente di seguire le prescrizioni a seguito illustrate:

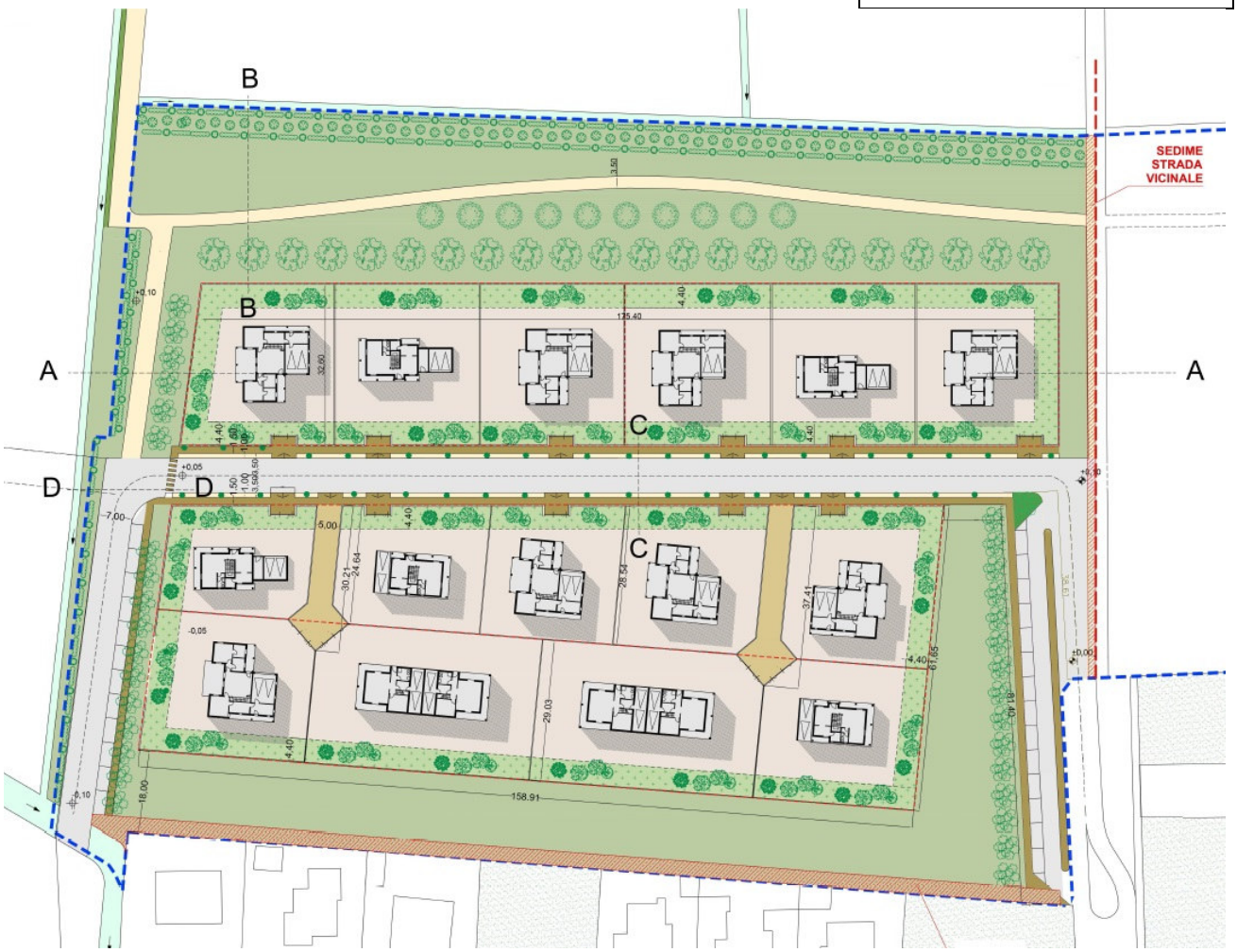
- nell'esecuzione degli scavi andrà eventualmente previsto il sostegno dei fronti di altezza superiore a 2.00 m e non si rispettino le sagome indicate al § B.1;
- la stabilizzazione dei fronti scavo maggiormente estesi verticalmente potrà essere attuata con l'adozione di strategie mirate, quali la realizzazione di eventuali paratie, micropali o con l'avanzamento a conci ristretti;
- si consiglia di realizzare gli interventi di scavo con la massima rapidità in periodi contrassegnati da scarsi apporti idrici, al fine di evitare il fastidioso rammollimento dei terreni limosi di copertura;
- il terreno limoso superficiale andrà protetto dall'azione delle acque di pioggia, al fine di garantire il mantenimento dei migliori requisiti meccanici;
- le fondazioni dirette dovranno essere poggiate sui terreni sabbiosi maggiormente addensati anidri;
- qualora si riscontrassero condizioni stratigrafiche difformi in senso peggiorativo rispetto a quanto determinato, andrà valutata l'adozione di eventuali strategie alternative;
- si precisa in ogni caso che, affinchè i dati geotecnici relazionati siano validi e pertinenti, le opere di prossima esecuzione dovranno essere eseguite in conformità ai dettami progettuali ed alle precauzioni predette; eventuali modifiche alle soluzioni oggetto di verifica, imputabili a situazioni di cui al punto precedente, dovranno essere analizzate anche sotto il profilo geotecnico.

ALLEGATI

- **COROGRAFIA ESTRATTA DA CTR IN SCALA 1 : 10.000**
- **ESTRATTO DI MAPPA IN SCALA 1 : 1.5000**
- **PLANIMETRIA DEL SUE**



ESTRATTO DA C.T.R. IN SCALA 1 : 10.000


B
SEDIME
STRADA
VICINALE
A
A
B
C
D
D
C
125.40
158.91