

**COMUNE DI BRESCIA
VIA VOLTURNO**

COSTRUZIONE DI UN NUOVO EDIFICIO COMMERCIALE

RELAZIONE GEOLOGICA

E

RELAZIONE GEOTECNICA

Committente: REAL ENERGY s.r.l.

Brescia, dicembre 2023

INDICE

		pagina
1	PREMESSA	3
2	RELAZIONE GEOLOGICA	4
	2.1 Caratterizzazione geologica del sito.	4
	2.2 Caratterizzazione geomorfologica.	5
	2.3 Caratterizzazione idrogeologica.	5
	2.4 Caratterizzazione sismica.	6
	2.5 Liquefacibilità	8
3	RELAZIONE GEOTECNICA	9
	3.1 Natura e caratteristiche geotecniche dei terreni.	9
	3.2 Valori caratteristici dei parametri geotecnici.	9
	3.3 Fondazioni: verifica delle tensioni limite.	10
	3.4 Fondazioni: verifica agli stati limite ultimi.	10
	3.5 Fondazioni: verifica agli stati limite di esercizio.	11
4	CONCLUSIONI	12

ALLEGATI:

- Estratto C.T.R. scala 1: 10.000 con ubicazione del sondaggio.
- Estratto mappa catastale
- Planimetria generale di rilievo esistente
- Planimetria generale di rilievo di progetto
- N° 2 sezioni di progetto.

1 . PREMESSA

Per incarico dello Studio *Rizzinelli & Vezzoli Architetti Associati* e per conto della società committente abbiamo eseguito le indagini geologica e geotecnica indirizzate alla definizione della geologia del sito e delle caratteristiche geotecniche dei terreni in prospettiva antisismica, a supporto del progetto di costruzione di un nuovo edificio commerciale.

Per la necessaria caratterizzazione geotecnica dei terreni in gioco mi sono avvalso del loro esame entro scavi geognostici e di prove penetrometriche eseguiti in occasione di indagini pregresse effettuate nella zona e in aree vicine, con la stessa conformazione geomorfologica e comprese entro la stessa formazione alluvionale.

La continuità locale delle caratteristiche di natura e di condizioni di addensamento dei terreni in un esteso ambito territoriale di contorno risulta avvalorata da quanto riportato dalla letteratura pertinente e in particolare dalla Componente geologica di P.G.T..

Non ho pertanto ritenuto necessario eseguire altri approfondimenti di indagine

L'esame e l'elaborazione dei dati così acquisiti sono stati eseguiti nel rispetto delle normative vigenti in materia e precisamente:

- D.M. 11/03/1988, "Normativa geotecnica".
- D.M. 14.01.08 N.T.C. Cap. 6, "Progettazione geotecnica".
- Circolare C.S.LL.PP. N° 617, "Istruzioni per l'applicazione delle Norme 14.01.08".
- D.M. 17/01/2018 " Aggiornamento N.T.C.
- DGR 28 maggio 2008 n. 8/7374, aggiornata con D.G.R. 30/11/ 2011 n. IX/2616.
- DGR 2129/2014 con la classificazione sismica regionale che inserisce il territorio di Brescia in **classe 2** con un valore di **AgMax = 0,154**.
- LR 33/2015 in materia di costruzioni in zona sismica e relativa vigilanza
- DGR 5501/2016 con i criteri attuativi della L R 33/2015.
- Regolamento regionale 23 novembre 2017 - n. 7 recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica.
- R.R. 19 aprile 2019 - n. 8 Modifiche al R.R. n. 7.

Sono state infine applicate le Norme Tecniche Attuative espresse dal P.G.T. comunale vigente e le Classi di Fattibilità e di Pericolosità sismica contenute nella sua Componente geologica, idrogeologica e sismica (a firma del Dott. Pier Luigi Vercesi), aggiornate nell'Allegato 4 Microzonazione sismica del 2016 e nell'Adeguamento al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni 2018 (a firma dei Dottori D. Gasparetti e G. Quassoli). di cui si riportano più avanti alcuni estratti delle carte tematiche.

2 . RELAZIONE GEOLOGICA

2.1 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Si riporta di seguito uno stralcio della Carta Geologica con individuata la zona dell'intervento in progetto.

L'area si trova nell'alta pianura a monte della fascia di terreni interessati dai fontanili e poco a valle dello sbocco della Val Trompia dove non si è potuto manifestare alcun apporto da parte delle morene degli anfiteatri glaciali sebino e benacense.



Si tratta quindi di depositi alluvionali dovuti al fiume Mella e a diversi torrenti pedemontani.

Localmente la litologia è caratterizzata in prevalenza da una successione di lenti passanti, in modo sfumato, dalla ghiaia sabbiosa con ciottoli poligenici a spigoli arrotondati alla sabbia ghiaioso limosa.

Un accurato campionamento e analisi dei terreni in esame, richiesto dall'Ufficio Rifiuti della Provincia nel 2011 dopo la chiusura dell'attività di gestione di rifiuti speciali non pericolosi in precedenza esercitata nel sito, non ha evidenziato la presenza di superi dei valori soglia di contaminazione (Tab.1 Colonna A e B del d. Lgs.152/06).

2.2 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA

La morfologia originaria naturale di queste aree risulta del tutto cancellata dall'intensa urbanizzazione.

L'andamento della topografia è mediamente pianeggiante.

La zona risulta immune da fenomeni che segnalino la presenza di una dinamica geomorfologica attiva anche solo potenziale.

2.3 CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

Dal punto di vista idrogeologico questo settore di pianura è costituito da depositi caratterizzati da valori di permeabilità medio - alti che costituiscono un'unità idrogeologica definita ghiaioso sabbiosa (Denti, Lauzi, Sala, Scesi, 1988).

Si tratta dei depositi alluvionali che caratterizzano le zone di pianura del territorio comunale costituiti da materiali porosi a tessitura prevalentemente grossolana (soprattutto che ospitano falde libere più o meno protette,

Alla base dell'unità ghiaioso sabbiosa sono presenti depositi riferibili al Pleistocene medio costituiti prevalentemente da alternanze di ghiaia più o meno cementata e sabbie argillose poco permeabili (unità a conglomerati).

Più in profondità si trovano i depositi sabbiosi, limosi e argillosi, con rare intercalazioni di materiali più grossolani, appartenenti all'unità Villafranchiana di origine continentale.

L'intervento in progetto interesserà i depositi appartenenti all'unità ghiaioso-sabbiosa che ospita una falda freatica con livello statico mediamente a circa 20 m di profondità, livello sensibile ai cambiamenti meteorici stagionali e quindi soggetto a importanti variazioni positive o negative ma non tali da raggiungere e influenzare i terreni interessati dai carichi di progetto.

La formazione a ghiaia, sabbia in condizioni di deposizione naturale è contraddistinta da permeabilità per porosità, dell'ordine di $k = 10^{-2} / 10^{-3} \text{ m/sec}$, rendendo possibile ed efficace la creazione di pozzi perdenti per l'eventuale necessità di smaltire acqua piovana nel rispetto del **R.R. sull'invarianza idraulica e idrologica.**

2.4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO DA PGT VIGENTE



Classe di fattibilità 2 con modeste limitazioni



Classe 2a



AREA IN ESAME

Area stabile, coincidente con zone di pianura e talora con la fascia marginale delle superfici di raccordo tra pianura e rilievi, caratterizzata da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche.

SISMICITA' DEL TERRITORIO

Scenari per i quali risulta un Fa maggiore del valore di soglia comunale per la categoria di sottosuolo individuata



Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi:

Z4a - Categoria di sottosuolo identificata B: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo C (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

La Carta di fattibilità geologica del P.G.T. vigente mette in evidenza una modesta limitazione relativa alla vulnerabilità della falda freatica mentre sotto l'aspetto sismico attribuisce all'area la categoria di sottosuolo B. Tuttavia, risultando la zona suscettibile di amplificazione sismica (Z4a), è fatta rientrare in uno scenario che comporta l'applicazione del terzo livello di approfondimento o l'alternativa da noi prescelta del passaggio alla categoria di sottosuolo superiore cioè la **categoria C**.

La formazione di terreni sciolti in esame si mantiene tale fino a profondità elevate, tali che la geometria del contatto con il substrato rigido (bedrock) non può influire con effetti di amplificazione sismica nelle valutazioni che seguono.

Per valutare l'effetto della risposta sismica locale si fa riferimento ad un approccio semplificato basato sull'individuazione di categorie di sottosuolo e di condizioni topografiche di riferimento.

Il valore caratteristico locale della accelerazione orizzontale massima a_g viene rilevato da una griglia di punti derivata dalla Carta della pericolosità sismica redatta dall'I.N.G.V. (2006) da cui si ricava quanto segue relativamente al nostro sito:

Coordinate espresse in WGS84

latitudine: 45.548295
longitudine: 10.199760

Classe: 2
Vita nominale: 50 anni

Parametri sismici

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

Operatività (SLO): Probabilità di superamento: 81% Tr: 30 [anni] a_g : 0,040 g Fo: 2,468 Tc*: 0,213 [s]	Danno (SLD): Probabilità di superamento: 63% Tr: 50 [anni] a_g : 0,054 g Fo: 2,437 Tc*: 0,231 [s]
Salvaguardia della vita (SLV): Probabilità di superamento: 10% Tr: 475[anni] a_g : 0,147 g Fo: 2,423 Tc*: 0,276 [s]	Prevenzione dal collasso (SLC): Probabilità di superamento: 5% Tr: 975[anni] a_g : 0,189 g Fo: 2,450 Tc*: 0,286 [s]

Coefficienti Sismici

SLO: Ss: 1,500 Cc: 1,750 St: 1,000 Kh: 0,012 Kv: 0,006 Amax: 0,594 Beta: 0,200	SLD: Ss: 1,500 Cc: 1,700 St: 1,000 Kh: 0,016 Kv: 0,008 Amax: 0,797 Beta: 0,200
SLV: Ss: 1,490 Cc: 1,600 St: 1,000 Kh: 0,053 Kv: 0,026 Amax: 2,153 Beta: 0,240	SLC: Ss: 1,420 Cc: 1,590 St: 1,000 Kh: 0,065 Kv: 0,032 Amax: 2,638 Beta: 0,240

2.4 LIQUEFACIBILITÀ

Data la natura disomogenea e grossolana dei terreni, e l'assenza di una falda freatica superficiale, si può escludere, senza necessità di verifiche teoriche, la possibilità di manifestarsi di fenomeni di liquefazione dei terreni in presenza di sisma.

3 . RELAZIONE GEOTECNICA

3.1 NATURA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

I valori prudenziali dei parametri geotecnici necessari alla caratterizzazione meccanica del terreno di fondazione come descritto sopra, ricadono entro questi intervalli:

γ	=	19-20 (kN/m ³)	peso di volume naturale del terreno
C	=	0 kPa	coesione
φ'	=	31° - 34°	angolo di resistenza al taglio
E	=	42 – 50 MPa	modulo di deformazione

3.2 VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Trascurando il primo strato di terreno di circa 1 m che verrà superato dal piano di appoggio delle nuove fondazioni, si possono attribuire i seguenti valori prudenziali ai parametri geotecnici necessari alla caratterizzazione meccanica del terreno di fondazione:

γ_k	=	19 kN/ m ³	Peso di volume del terreno sopra falda
φ_k	=	32°	Angolo di resistenza al taglio
Cu_k	=	0 kPa	Coesione non drenata
E_k	=	46.000 kPa	Modulo di deformazione

Coefficiente di Winkler

Per la risoluzione di problemi di interazione terreno-struttura affrontabili secondo lo schema di calcolo di trave su suolo elastico, è possibile caratterizzare il terreno di fondazione mediante un *coefficiente di reazione* k_r , che dipende sia dalle proprietà meccaniche del materiale che dalle dimensioni della fondazione, secondo la relazione:

$$k_r = \frac{E}{(1 - \mu^2) I_s \cdot B} \quad \text{dove}$$

E = modulo di deformazione (kN/m²)

B = larghezza della fondazione (m)

μ = coefficiente di Poisson = 0,25

I_s = fattore di influenza, che si assume pari a 1,13 per $L=B$ e 2,11 per $L \geq 5B$

Si sottolinea il valore relativo di questa valutazione che può dare risultati diversi da quelli riportati, per questo tipo di terreni, nella letteratura, da molti autori a loro volta non concordi tra loro. Un valore medio accettabile alla quota di appoggio delle fondazioni è

$$k_r = 10 \text{ kg/cm}^3.$$

3.3 VERIFICA ALLE TENSIONI LIMITE

Per tenere conto della sismicità dell'area si introducono nella formula di Brinch-Hansen i fattori correttivi adimensionali di Paolucci & Pecker:

$$P_{lim} = \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot Z_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot Z_\gamma$$

in cui:

P_{lim}	=	Pressione limite di rottura per taglio;
D	=	Profondità minima del piano di imposta della fondazione rispetto al piano di ultimo calpestio;
N_q, N_γ	=	Fattori adimensionali funzioni di φ_k e rispettivamente pari a 23,1 e 24,9.
S_γ	=	Fattore adimensionale di forma funzione di φ_k e di B/L che assumiamo pari a 0,86 per $B = L$ ed a 0,97 per $B/L \leq 0,2$;
B, L	=	Lati minore e maggiore della fondazione;
Z_q, Z_γ	=	coefficienti correttivi (Paolucci-Pecker 1997) relativi all'inerzia del terreno valutabili come segue:

$$Z_q = Z_\gamma = (1 - Kh / \text{tg } \varphi_k)^{0,35} = 0,88 \quad (\text{avendo posto } Cu_k = 0)$$

essendo:

$$Kh = S \cdot Ag \cdot I = 1,25 \cdot 0,154 \cdot 1,0 = 0,19$$

con S = fattore relativo al profilo stratigrafico del suolo di fondazione (**cat. B**).

Ag = accelerazione orizzontale massima.

I = coefficiente di protezione sismica relativo all'importanza e all'uso a cui sono destinate le opere in progetto.

Eseguiamo questa verifica nell'ipotesi di fondazioni dirette con piano di posa ad una profondità minima di 1 m sotto il piano di ultimo calpestio.

3.4 VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU - SLV)

E' richiesta una duplice verifica adottando in un caso (**M1**) i valori nominali dei parametri caratteristici del terreno e nel secondo caso (**M2**) gli stessi parametri ridotti dai coefficienti parziali specificati nella tabella 6.2.II del D.M. 17.01.18.

Adottando questi coefficienti il valore di φ_k diventa = 27° e di conseguenza i fattori che ne dipendono diventano:

$$N_q = 13,20$$

$$N_\gamma = 14,47$$

$$s_\gamma = 0,89 \text{ per } L = B \text{ e } 0,98 \text{ per } L \geq 5B$$

$$Z_q = Z_\gamma = 0,86$$

Per diversi tipi e misure di fondazioni scelte a titolo esemplificativo con piano di posa ad una profondità minima di 1 m sotto il piano di ultimo calpestio, si ottengono i seguenti valori di capacità portante limite

Plinti L = B	M1	M2
B = 1,4 m	6,50 k/cm ² = 638 kPa	3,63 k/cm ² = 356 kPa
B = 1,8 m	7,25 k/cm ² = 711 kPa	4,05 k/cm ² = 397 kPa
B = 2,5 m	8,33 k/cm ² = 817 kPa	4,78 k/cm ² = 469 kPa

Travi L ≥ 5B	M1	M2
B = 0,4 m	4,71 k/cm ² = 462 kPa	2,62 k/cm ² = 257 kPa
B = 0,6 m	5,12 k/cm ² = 502 kPa	2,85 k/cm ² = 280 kPa
B = 1,0 m	5,88 k/cm ² = 576 kPa	3,32 k/cm ² = 325 kPa

3.5 FONDAZIONI: VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Per una verifica secondo gli S.L.E. si esegue una valutazione dei cedimenti teorici massimi mediante la seguente formula:

$$C_m = 0,8 \cdot (P - \sigma'_{v0}) \cdot B \cdot (1 - \mu^2) \cdot I_\delta / E \quad \text{in cui:}$$

P	=	carico di esercizio
σ'_{v0}	=	stato di sforzo geostatico efficace alla quota del di posa della fondazione (D. γ)
μ	=	coefficiente di Poisson = 0,3
I_δ	=	fattore di influenza, che si assume pari a 1,12 per L = B e 2,10 per L ≥ 5B
E	=	modulo di deformazione del terreno

Con questa formula si considerano ammissibili i cedimenti che non superano il valore di un pollice (2,54 cm).

Sarà compito del progettista completare queste verifiche sulla base delle azioni di progetto e in conformità agli "approcci" previsti (paragrafo 6.4.2.1 del D.M. 14.1.08).

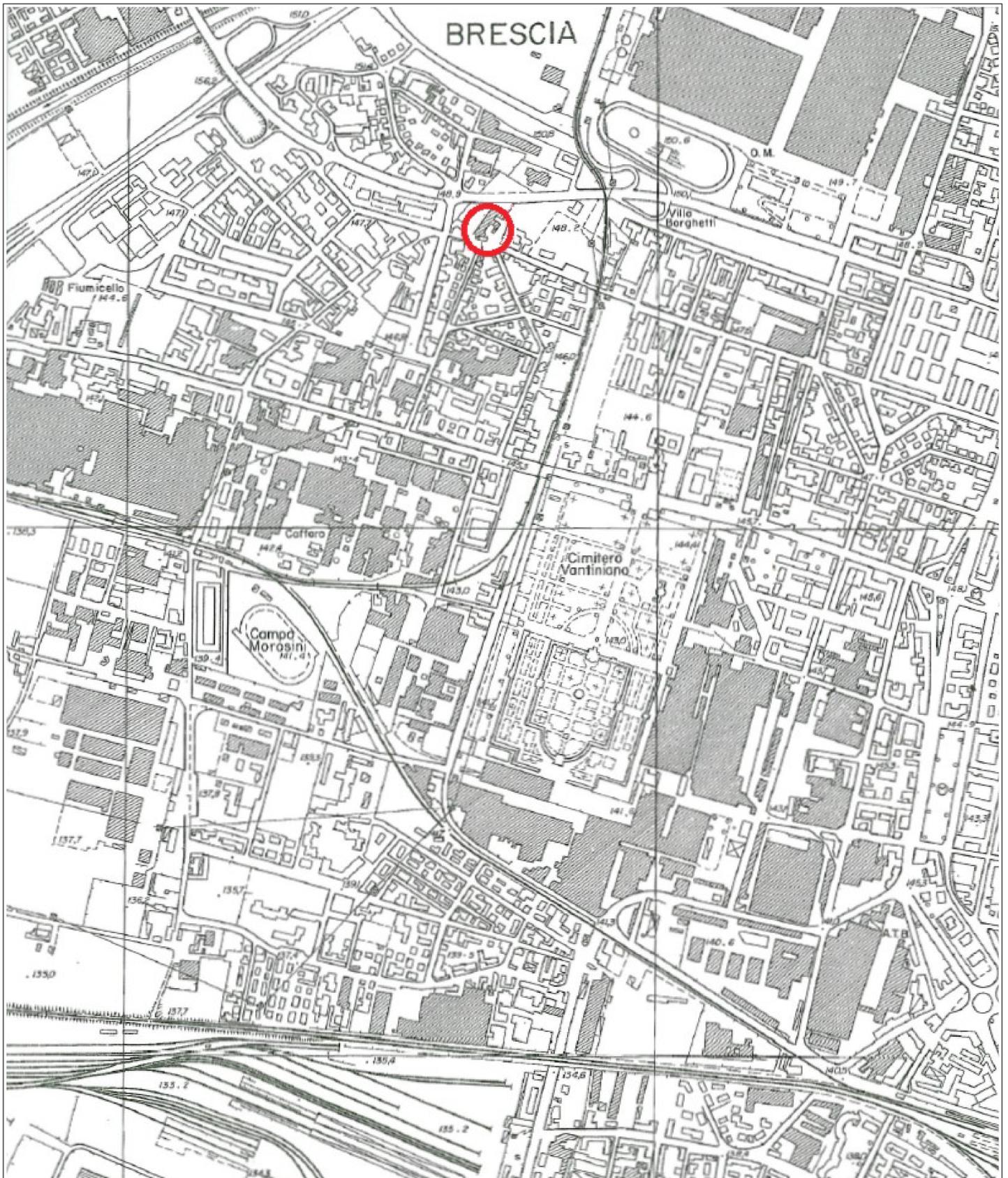
4. CONCLUSIONI

Le verifiche sopra esposte si riferiscono a fondazioni superficiali dirette impostate entro i terreni ghiaioso sabbiosi presenti a poca profondità sotto l'attuale piano campagna dove le condizioni geotecniche si presentano con caratteristiche favorevoli.

Infine, anche in base alle norme del D.M. 14/01/2008, si sottolinea la necessità, al momento degli scavi dei piani di appoggio delle fondazioni, di controllare che la natura e le condizioni dei terreni corrispondano, su tutte le aree di appoggio, a quanto previsto dall'indagine.

Dr. Carlo Fasser





STUDIO TECNICO GEOLOGICO
DR. CARLO FASSER
Via Bezzecca, 6 - 25128 Brescia
☎ 030.5032739 – 338.2325135
✉ geo@fasser.it

COMUNE DI BRESCIA
Via Volturno – Real Energy s.r.l.

**Estratto dalla Carta Tecnica Regionale
con ubicazione dell'area in esame**

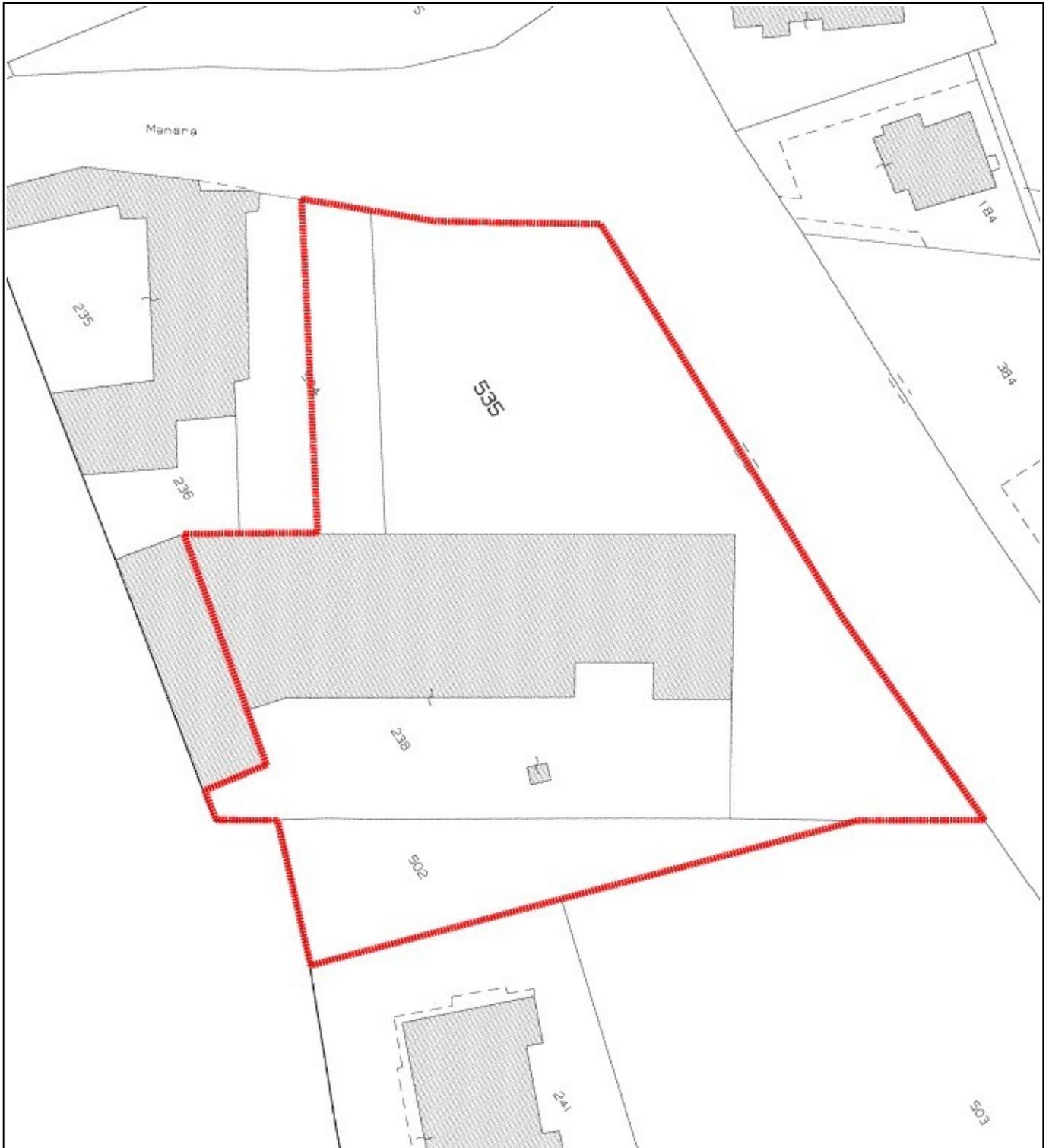
Data: dicembre 2023

1443

Scala: 1:10.000

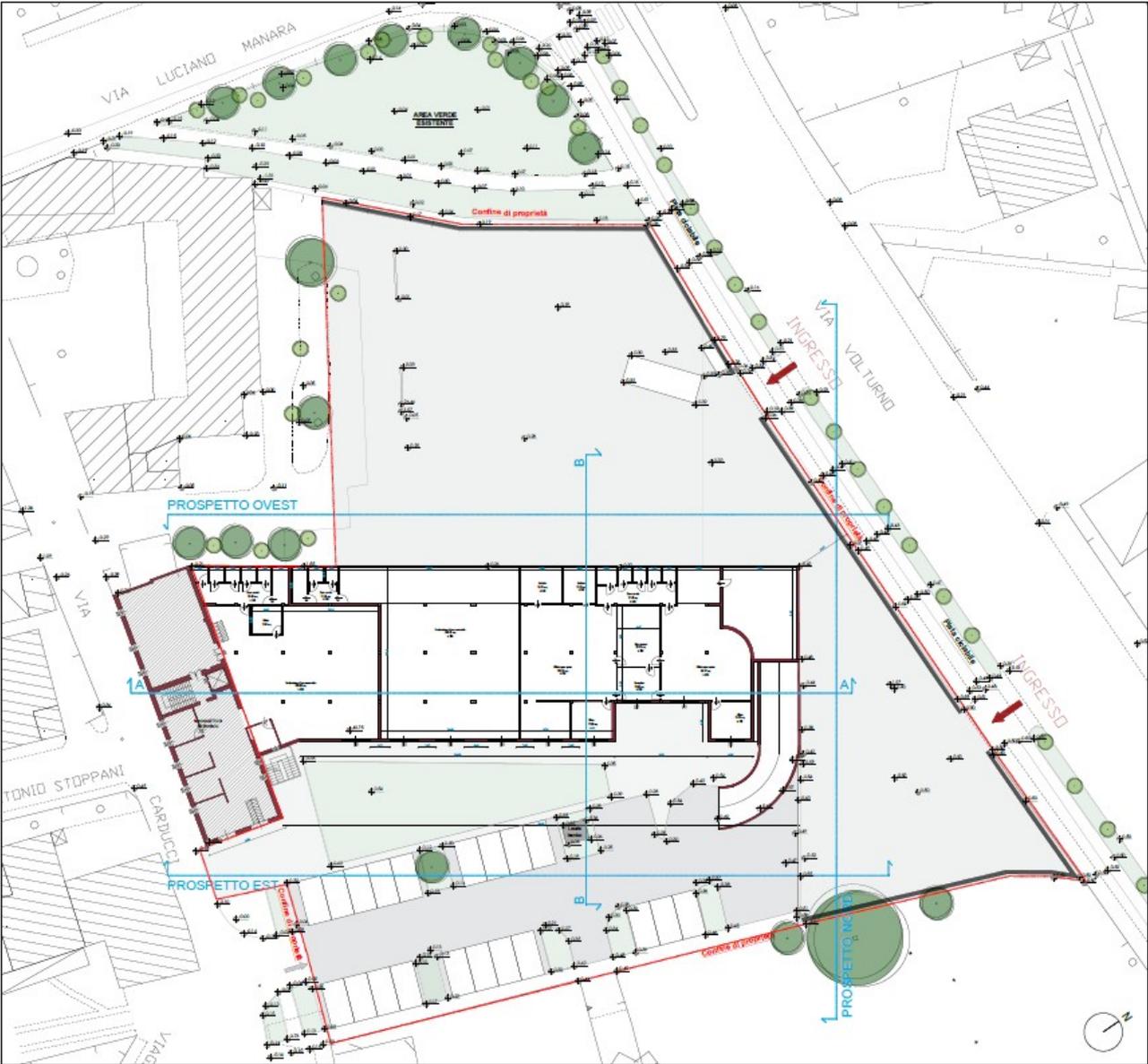
Sezione D6b1 Brescia

COMUNE DI BRESCIA – REAL ENERGY s.r.l.
Costruzione di un nuovo edificio commerciale
Estratto mappa – Foglio 82 – particelle 535/238/502/534

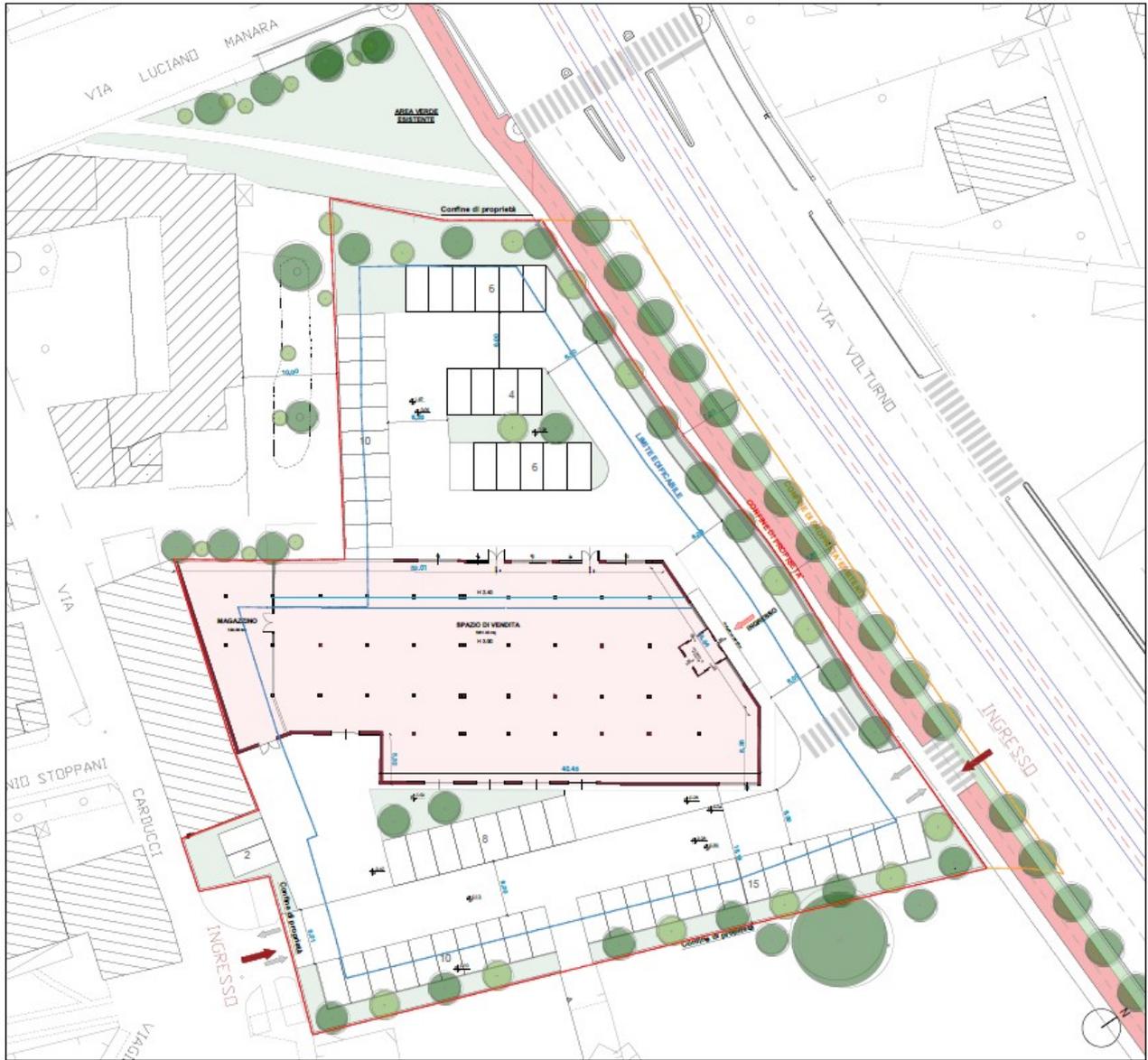


scala originale 1:1000

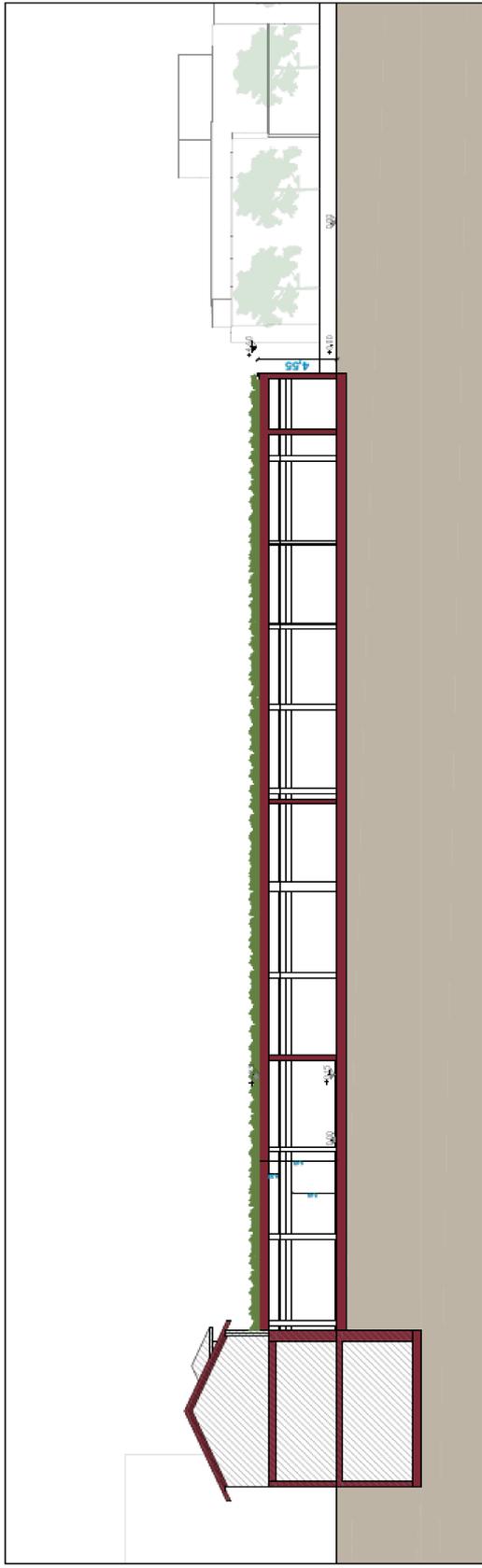
COMUNE DI BRESCIA – REAL ENERGY s.r.l.
Costruzione di un nuovo edificio commerciale
Pianta piano terra - Planimetria generale di rilievo esistente



COMUNE DI BRESCIA – REAL ENERGY s.r.l.
Costruzione di un nuovo edificio commerciale
Pianta piano terra - Planimetria generale di rilievo di progetto



SEZIONE A - A



SEZIONE B - B

